T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

AKSU ÇAYI (K.MARAŞ) HAVZASININ SU YÖNETİMİ AMAÇLI COĞRAFİ ANALİZİ

Osman SARIGÜL
2502170025

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU

İSTANBUL-2023

ÖZET

AKSU ÇAYI (K.MARAŞ) HAVZASININ SU YÖNETİMİ AMAÇLI COĞRAFİ ANALİZİ

Osman SARIGÜL

Bir akarsu havzasında su yönetim planlamalarının en temel sorunlarının başında doğada sınırlı miktarda bulunan su kaynakları üzerinde sürekli olarak artan su talepleri gelmektedir. Bu sorunların yaşanmasının temelinde yeryüzündeki su kaynakları ile nüfus özellikleri dağılışlarının düzensiz olmasının etkisi büyüktür. Sürekli olarak çoğalan nüfus nedeniyle sınırlı miktarda bulunan su kaynakları üzerinde insanların baskısı her geçen gün artarak devam etmektedir. Bu durum su kaynaklarının yönetilmesi konusunun günümüzde önemli bir ihtiyaç haline gelmesine neden olmuştur. Bir bölgedeki su kaynaklarının yönetiminin sürdürülebilirliği açısından su kaynaklarının havza ölçeğinde ele alınarak suyun nicelik ve nitelik özellikleri üzerinde etkili olan coğrafi ve beşeri faktörlerin incelenmesi ve su yönetimi alanında gerçekleştirilecek olan tüm planlamaların buna göre düzenlenmesi gerekir. Ancak ülkemizde birçok akarsu havzasında bu hususun dikkate alınmadığı ve bu nedenle önemli su sorunlarının yaşandığı görülür. Çalışma alanını oluşturan Aksu Çayı Havzası, ülkemizde önemli su sorunlarının yaşandığı havzalardan birini oluşturmaktadır. Aksu Çayı Havzası, ülkemizin ana hidrolojik havzalarından biri olan Ceyhan Nehri Havzası içerisinde bir alt havza konumunda olup Ceyhan Nehri Havzası ile Fırat-Dicle Havzaları arasındaki bir geçiş bölgesinde yer alır. Havza alansal dağılış olarak idari anlamda Kahramanmaraş, Gaziantep ve Adıyaman olmak üzere üç farklı il ve 8 farklı ilçe sınırları içinde dağılış gösterir. Bölgenin içme ve kullanma suyu, sanayi suyu ve tarımsal sulama suyu ihtiyacının karşılanmasında önemli yere sahip olan havzada su yönetimi açısından son zamanlarda ciddi su sorunlarının yaşandığı görülmektedir. Bu çalışmada Aksu Çayı Havzası'nda yaşanan su sorunlarının nedenleri araştırılmış ve sorunların çözümü konusunda bazı öneriler ortaya konularak havzanın sürdürülebilir bir su yönetimi planı oluşturulmasına katkı sunulması amaçlanmıştır.

Çalışmada öncelikle Aksu Çayı Havzası'nın jeolojik, jeomorfolojik, klimatik, hidrografik özellikleri ile bitki örtüsü ve toprak özellikleri olmak üzere coğrafi

faktörleri ele alınmış ve her biri su yönetimi bağlamında incelenmiştir. Bunun yanında havza içerisinde yer alan bazı akarsulardan su numuneleri alınarak laboratuvar analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları "*Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri*" ve "*İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik*" kapsamında belirlenen kriterlere göre değerlendirilerek akarsuların su kalite sınıfları belirlenmiştir. Ayrıca havza içerisinde yer alan il ve ilçe merkezlerine ait nüfus ve ekonomik faaliyet özellikleri incelenerek havzadaki sektörel su tüketimleri incelenmiştir. Diğer yandan havzanın toplam nüfusu üzerinden havzanın kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı hesaplanarak havzanın su varlığı açısından durumu ortaya konmuştur. Son olarak bölgede havzalar arası gerçekleştirilen su transferleri incelenerek havzalar arası su transfer projelerinin Aksu Çayı Havzası'nın su yönetimi açısından etkileri incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonrasında Aksu Çayı Havzası'nın Falkenmark ve Shiklomanov indekslerine göre kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı açısından su fakiri olan bir havza olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında Kahramanmaraş şehir merkezi ve Türkoğlu ilçe merkezinde yer alan sanayi merkezlerinin atık suları arıtılmadan doğrudan akarsulara deşarj edilmektedir. Bundan dolayı havzada yer alan Öznecik Dere, Karaçay, Erkenez Çayı, Aksu Çayı ve Sır Barajı sularının ciddi oranda kirlendiği ve laboratuvar analiz sonuçlarına göre bu su kaynaklarındaki sular, *Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri*'ne göre çok kirlenmiş sular sınıfı olan IV. sınıf sulara dönüştüğü görülmüştür. Ayrıca Aksu Çayı Havzası'ndan Fırat-Dicle Havzası'nda yer alan Gaziantep şehir merkezine 1981 yılından beri içme ve kullanma suyu transferi yapılmaktadır. Havza içerisinde bulunan yoğun nüfus nedeniyle kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı bakımından su fakiri olan Aksu Çayı Havzası hali hazırda kendi kendine su ihtiyacını karşılamakta zorlanan bir havzadır. Bunun yanında su kaynaklarının bilinçsizce kirletilmesi ve havzanın su potansiyelinin önemli bir bölümünü havza dışında yer alan Gaziantep şehir merkezine transfer edilmesi, havzadaki mevcut su sorunlarını daha da derinleştirmektedir. Havzada yer alan il ve ilçe merkezlerine ait nüfus ve su ihtiyaç projeksiyonları incelendiğinde mevcut uygulamaların devam etmesi durumunda havzada gelecekte daha ciddi su sorunlarının yaşanacağı öngörülmektedir.

Aksu Çayı Havzası'nda sürdürülebilir bir su yönetimi planlamasının oluşturulabilmesi için öncelikle Aksu Çayı Havzası için kapsamlı bir havza yönetim planı oluşturulmalı ve tüm yatırım planlamaları bu plana göre yapılmalıdır. Aksu Çayı ve yan kollarından Öznecik Dere, Karaçay, Erkenez Çayı ve Sır Barajı'nda yaşanan endüstriyel su kirliliği acil bir şekilde kontrol altına alınmalıdır. Havzanın tarım potansiyeli yüksek bir havza olması nedeniyle havzadaki tarımsal sulamada kullanılan geleneksel salma sulama sistemleri yerine suyu daha verimli kullanmaya imkan tanıyan modern sulama sistemlerine geçiş sağlanmalıdır. Son olarak Aksu Çayı Havzası üzerinde su baskısı oluşturan Gaziantep şehir merkezinin içme ve kullanma suyu ihtiyaç projeksiyonları, Aksu Çayı Havzası yerine su potansiyeli açısından daha zengin olan Fırat-Dicle Havzasına yöneltilerek havza üzerindeki su baskısı sonlandırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Aksu Çayı Havzası, Ceyhan Nehri Havzası, Kahramanmaraş, Havza Yönetimi, Su Yönetimi,

ABSTRACT

AKSU STREAM (K.MARAŞ) BASIN GEOGRAPHIC ANALYSIS FOR WATER MANAGEMENT PURPOSES

Osman SARIGÜL

On top of the most fundamental problems of water management planning in a river basin is the continuously increasing water demands on water resources that are limited in nature. The irregular distribution of water resources on the earth's surface and population characteristics has a great impact on these problems. Due to the constantly increasing population, the pressure of people on limited water resources continues to increase day by day. This situation has caused the management of water resources to become an important need today. In terms of the sustainability of the management of water resources in a region, it is necessary to examine the geographical and human factors that affect the quantity and quality characteristics of water by considering water resources at the basin scale, and all planning to be carried out in the field of water management should be organized accordingly. However, it is seen that this issue is not taken into consideration in many river basins in our country, and therefore important water problems are experienced. Aksu Stream Basin, which constitutes the study area, constitutes one of the basins where important water problems are experienced in our country. Aksu Stream Basin is a sub-basin within the Ceyhan River Basin, one of the main hydrological basins of our country, and is located in a transition zone between the Ceyhan River Basin and the Euphrates-Tigris Basin. In terms of areal distribution, the basin is administratively distributed within the borders of three different provinces, namely Kahramanmaraş, Gaziantep and Adıyaman, and 8 different districts. In the basin, which has an important place in providing the drinking and utility water, industrial water and agricultural irrigation water needs of the region, it is seen that serious water problems have been experienced recently in terms of water management. In this study, the causes of the water problems experienced in the Aksu Stream Basin were investigated, and some suggestions were put forward for the solution of the problems, aiming to contribute to the creation of a sustainable water management plan for the basin.

In the study, primarily the geological, geomorphological, climatic, hydrographic features, vegetation and soil characteristics of the Aksu Stream Basin were discussed and each of them was examined in the context of water management. In addition, water samples were taken from some rivers in the basin, and laboratory analyses were carried out. The water quality classes of the rivers were determined by evaluating the obtained analysis results according to the criteria determined within the scope of "Quality Criteria According to Classes of Inland Water Resources" and "Regulation on Water Intended for Human Consumption". Moreover, the sectoral water consumption in the basin was examined by analyzing the population and economic activity characteristics of the provincial and district centers located in the basin. On the other hand, the amount of water available per capita in the basin was calculated based on the total population of the basin and the status of the basin in terms of water availability was revealed. Finally, water transfers between basins in the region were analyzed and the effects of inter-basin water transfer projects in terms of water management of Aksu Stream Basin were analyzed.

After the studies, it was determined that Aksu Stream Basin is a water-poor basin in terms of the amount of water available per capita according to Falkenmark and Shiklomanov indices. In addition, the wastewater of industrial centers located in Kahramanmaraş city center and Türkoğlu district center is discharged directly into the rivers without treatment. Therefore, the waters of Öznecik Stream, Karaçay, Erkenez Stream, Aksu Stream and Sır Dam in the basin have been seriously polluted, and according to the laboratory analysis results, the waters in these water sources have turned into Class IV waters which are very polluted waters according to the Quality Criteria According to the Classes of Inland Water Resources. Furthermore, drinking and utility water has been transferred from Aksu Stream Basin to Gaziantep city center, which is located in the Euphrates-Tigris Basin, since 1981. Aksu Stream Basin, which is water poor in terms of the amount of usable water per capita due to the dense population in the basin, is currently a basin that has difficulty in meeting its own water needs. In addition, unconscious pollution of water resources and the transfer of a significant portion of the water potential of the basin to Gaziantep city center, which is located outside the basin, further deepens the existing water problems in the basin.

When the population and water demand projections of the provincial and district centers in the basin are examined, it is predicted that more serious water problems will be experienced in the basin in the future if the current practices continue.

In order to establish a sustainable water management planning in the Aksu Stream Basin, a comprehensive basin management plan for the Aksu Stream Basin should be prepared and all investment plans should be made according to this plan. Industrial water pollution in Aksu Stream and its tributaries Öznecik Stream, Karaçay, Erkenez Stream and Sır Dam should be taken under control urgently. Since the basin has a high agricultural potential, the traditional irrigation systems used in agricultural irrigation in the basin should be replaced with modern irrigation systems that allow more efficient use of water. Finally, the water pressure on the basin should be ended by directing the drinking and utility water demand projections of Gaziantep city center, which creates water pressure on the Aksu Stream Basin, to the Euphrates-Tigris Basin, which is richer in terms of water potential, instead of the Aksu Stream Basin.

Keywords: Aksu Stream Basin, Ceyhan River Basin, Kahramanmaraş, Basin Management, Water Management.

ÖNSÖZ

Akarsu havzaları mekânsal özellikler bakımından bir su toplama alanı olması yanında aynı zamanda sahip olduğu coğrafi özelliklere bağlı ortaya çıkan etken ve süreçlere göre gelişen kendi içinde bir ekosistem alanıdır. Akarsu havzaları içerisinde gelişen etken ve süreçler ile aynı zamanda mevcut ekosistem özellikleri stabil olmayıp gerek doğal gerekse beşeri nedenler yüzünden zaman içinde değişebilir. Bu nedenle akarsu havzalarında herhangi bir coğrafi faktörde meydana gelen değişimin bölgede işleyen etken ve süreçleri ne şekilde etkileyeceği ve bölgedeki su yönetiminin bundan ne şekilde etkileneceğini öngörebilmek ancak bölgenin coğrafi faktörler arasındaki ilişkinin doğru analiz edilmesi ile mümkündür. Yeryüzündeki coğrafi özelliklerin dağılışı homojen bir yapı göstermediği için akarsu havzalarının coğrafi özellikleri ile bu özelliklerin su yönetimindeki etki oranları birbirinden farklılık gösterir. Bu nedenle su yönetimi açısından dünyadaki tüm akarsu havzaları için geçerli sayılabilecek standart bir su yönetim planı oluşturmak mümkün değildir. Bu yüzden her akarsu havzası için kendi coğrafi özelliklerine göre tasarlanmış kendine has bir su yönetim planı hazırlanmasını gerektirmektedir. Böylece her akarsu havzası içerisinde su yönetimi açısından potansiyellerin, risklerin, sorunların ve çözümlerin en doğru şekilde analiz edilerek havza için daha sürdürülebilir bir su yönetiminin planlamasının oluşturulmasına önemli katkı sunması beklenmektedir. Tez çalışma alanını oluşturan Aksu Çayı Havzası bu yaklaşım ile ele alınmış ve çalışmalar bu bağlamda gerçekleştirilmiştir.

Aksu Çayı Havzası'nın (K.Maraş) Su Yönetimi Amaçlı Coğrafi Analizi isimli bu doktora çalışması 2019 yılının Ocak ayında başlamış arazi çalışmaları, ofis çalışmaları ve laboratuvar analizleri olmak üzere çalışma yaklaşık dört buçuk yıllık sürede tamamlanmıştır. Bu çalışmada Aksu Çayı Havzası'nın su yönetimi ilk kez havza ölçekli olarak ele alınmış ve havzanın su yönetimindeki coğrafi özelliklerin rolü ayrı ayrı analiz edilmiş ve bunun yanında beşeri faktörlerin etkisi de incelenerek havzanın sürdürülebilir su yönetimi için genel bir çerçeve ortaya konulmuştur. Tez çalışması toplam beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde Aksu Çayı Havzası'nın jeoloji, jeomorfoloji, iklim, toprak, bitki örtüsü ve hidrografik özellikler ele alınmış ve tüm faktörler su yönetimi bağlamında incelenmiştir. İkinci bölümde Aksu Çayı

Havzası'ndaki yeraltı ve yerüstü su kaynakları ile ilgili mevcut durum ortaya konulmuştur. Üçüncü bölümde ise havzadaki bazı su kaynaklarından su numuneleri alınarak laboratuvar analizleri gerçekleştirilerek su kalite sınıflarının ortaya konulmuştur. Dördüncü bölümde ise havzanın toplam su potansiyeli, nüfus miktarı ve toplam su tüketimleri incelenmiş ve nüfus ve su ihtiyaç projeksiyonları ortaya konulmuştur. Bunun yanında havzalar arası su transferleri incelenerek tüm bileşenler havzanın su yönetiminin sürdürülebilirliği bağlamında incelenmiştir. Beşinci bölümde ise son olarak Aksu Çayı Havzası'nın su yönetiminde saptanan mevcut sorunlar ortaya konularak sorunların çözümü ve havzada sürdürülebilir bir su yönetimi planı oluşturulması için yapılması gerekenler ile ilgili bazı öneriler sıralanmıştır.

Doktora tez çalışmam boyunca maddi ve manevi olarak oldukça zorlu geçen bu sürecin aşılmasında şüphesiz birçok özverili insanın önemli katkıları olmuştur. Bu yüzden hepsine ayrı ayrı teşekkürü bir borç bilirim. Bu bağlamda öncelikle doktora eğitimim boyunca gerek akademik olarak bilimsel bakış açısı ve etik değerleri önemseyen yaklaşımları ile bana daima rol model olan, gerek su yönetimi alanında beni çalışmaya teşvik eden ve tez çalışmam sürecinde bilgi ve tecrübeleri ile bana her anlamda destek olan danışman hocam Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU'na en içten şükranlarımı sunarım. Ayrıca tez çalışması dönemi boyunca görüş ve tavsiyeleri ile tez çalışmasının şekillenmesinde önemli katkılar sunan tez izleme komitesinde yer alan Prof. Dr. Meral AVCI ve Dr. Öğr. Üyesi Mesut ŞİMŞEK hocalarıma çok teşekkür ederim. Bunun yanında tez jürisinde yer alan, bilgi ve tecrübeleri ile tez çalışmasındaki düzeltmeler konusunda katkı sunan Prof. Dr. Barbaros GÖNENÇGİL, Doç Dr. Cihan BAYRAKDAR, Doç. Dr. Musa ULUDAĞ ve Doç. Dr. Fatih DÖKER hocalarıma ayrıca çok teşekkür ederim.

Tez çalışması sürecinde çalışma alanına ait hidrojeoloji raporları, yeraltı su kuyusu verileri ve yeraltı su seviyesi ölçüm verilerinin temin edilmesinde önemli katkıları olan DSİ 20. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Şube Müdürü Yılmaz Sıddık DOĞRULUK'a, havzaya ait master planlarının temin edilmesinde yardımcı olan Proje ve İnşaat Şube Müdürü Cuma Fazıl PİŞKİN'e, taşkın ve rüsubat kontrolü istikşaf raporlarının temin edilmesinde katkı sunan Orman Mühendisi Mehmet ERDOĞAN'a ve Havza Yönetimi, İzleme ve Tahsisler Şube

Müdürü Mehmet Durmuş KEÇİK'e teşekkür ederim. Ayrıca iklim verilerinin elde edilmesinde önemli yardımları olan Kahramanmaraş Meteoroloji İl Müdürlüğü çalışanlarından Ferdi ÜNAL'a ve havzanın amenajman haritalarının temin edilmesinde yardımcı olan Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Orman İdaresi ve Planlama Şube Müdürü İbrahim KIRKGEÇİT'e çok teşekkür ederim. Havzadan birçok noktadan alınan su numunelerinin Su Kalite Kontrol Laboratuvarı'nda analizlerinin gerçekleştirilmesinde destek olan Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü'ne ve analiz sonuçlarının yorumlanmasında yardımcı olan Çevre Yüksek Mühendisi Sultan TÜRKOĞLU'na ayrıca çok teşekkür ederim. Diğer yandan tezin dil ve anlatım yönünden düzeltmelerinde yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Ufuk KOCAMAN'a çok teşekkür ederim.

Kahramanmaraş'ta 6 Şubat'ta yaşanan büyük deprem sonrası ortaya çıkan sıkıntılı süreçte Ankara'da bizi misafir eden ve tezin tamamlanması için çalışma ortamı sağlayan Özlem KÖSE ve ailesine misafirperverliği dolayısıyla özellikle teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca hayatımın her aşamasında yanımda olup bana destek olan anneme ve babama sonsuz teşekkür ederim.

Son olarak doktora tez çalışmam dönemi boyunca ile sürekli yanımda olan ve anlayışı ve nezaketi ile her zaman bana destek olan sevgili eşim Nurcan SARIGÜL'e çok teşekkür ederim.

Osman SARIGÜL
İSTANBUL-2023

İÇİNDEKİLER

HARİTALAR LİSTESİ xvii

TABLOLAR LİSTESİ xxi

PROFİLLER LİSTESİ xxviii

GRAFİKLER LİSTESİ xxix

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ xxxiii

KISALTMALAR LİSTESİ xlii

GİRİŞ 1

Su Yönetiminde Havza Kavramının Yeri ve Önemi 13

Çalışma Alanı 24

Çalışmanın Amacı 29

Materyal ve Yöntem 31

b) Laboratuvar Çalışmaları 33

c) İstatistiksel Çalışmalar 33

d) Literatür Çalışamaları 34

e) Arazi Çalışmaları 35

Karşılaşılan Güçlükler 35

Önceki Çalışmalar 36

BİRİNCİ BÖLÜM

1-AKSU ÇAYI HAVZASINDA SU YÖNETİMİNİ ETKİLEYEN COĞRAFİ FAKTÖRLER

1.1.JEOLOJİK ÖZELLİKLER 44

1.1.1.Bölgesel Jeoloji 44
1.1.3. Stratigrafik Özellikler 46
1.1.4. Litolojik Özellikler 60
1.1.5. Akifer Özellikleri 71
1.1.6. Faylar 75
1.1.6.1.Doğu Anadolu Fayı 78
1.1.6.2. Ölü Deniz Fayı 92
1.1.7. Depremsellik 104
1.1.7.1. Tarihsel Depremler 110
1.1.7.2. Aletsel Dönem Depremleri 113
1.1.7.2.1. 6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri 123
1.1.7.2.1.1. 6 Şubat Kahramanmaraş Depremlerinin Havzanın Su Yönetimi Açısından Değerlendirilmesi 130
1.2.JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER 137
1.2.1.Yükselti Özellikleri 138
1.2.2.Eğim Özellikleri 155
1.2.3. Bakı Özellikleri 174
1.2.3.Yüzey Karst Jeomorfolojisi 181
1.3.İKLİM ÖZELLİKLERİ 198
1.3.1. Sıcaklık Özellikleri 205
1.3.1.1. Yıllık Sıcaklık Özellikleri 206
1.3.1.1.1. Yıllık Ortalama Sıcaklıklar 207
1.3.1.1.2. Yıllık Maksimum Sıcaklıklar 209
1.3.1.1.3. Yıllık Minimum Sıcaklıklar 211
1.3.1.2. Aylık Sıcaklık Özellikleri 213
1.3.1.2.1. Aylık Ortalama Sıcaklık Özellikleri 214

1.3.1.2.2. Aylık Maksimum Sıcaklık Özellikleri 216
1.3.1.2.3. Aylık Minimum Sıcaklık Özellikleri 219
1.3.1.3. Günlük Sıcaklık Özellikleri 222
1.3.2. Yağış Özellikleri 228
1.3.2.1. Yıllık Toplam Yağış Özellikleri 231
1.3.2.2. Aylık Toplam Yağış Özellikleri 234
1.3.2.3. Yağışlı Gün Sayıları 238
1.3.2.4.Kar Yağışlı Gün Sayıları 244
1.3.2.5. Havzanın Alansal Yağış Hesaplamaları 250
1.3.2.6. Buharlaşma Özellikleri 258
1.3.2.7. Thornthwaite Yöntemine Göre Havzanın Su Bilançosunun Hesaplanması 264
1.5.BİTKİ ÖRTÜSÜ 272
1.5.1.Havzada Görülen Bitki Formasyonları 279
1.5.1.1. Orman Formasyonu 283
1.5.1.1.1. Kızılçam Ormanları 283
1.5.1.1.2. Akdeniz Dağ Kuşağı Ormanları 288
1.5.1.2. Çalı Formasyonu 292
1.5.1.2.1. Maki Vejetasyonu 293
1.5.1.2.2. Garig Fromasyonu 299
1.5.1.3. Ot Formasyonu 301
1.5.2. Bitki Örtüsünün Kapalılık Durumu 303
1.5.3. NDVI Analizleri 305
1.6.TOPRAK ÖZELLİKLERİ 313
1.6.1. Büyük Toprak Grupları 316
1.6.1.1. Zonal Topraklar 319

6.1.1.1. Kırmızı Akdeniz Toprakları (T) 319
1.6.1.1.2. Kahverengi Topraklar (B) 320
1.6.1.1.3. Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları (E) 321
1.6.1.1.4. Bazaltik Toprakları (X) 322
1.6.1.1.5. Kırmızı Kahverengi Toprakları (F) 324
1.6.1.2. Azonal Topraklar 324
1.6.1.2.1. Alüvyal Topraklar 324
1.6.1.2.2. Kolüvyal Topraklar (K) 326
1.6.1.3.İntrazonal Topraklar 328
1.6.1.3.1. Kahverengi Orman Toprakları (M) 328
1.6.1.3.2. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları (N) 329
1.6.1.3.3. Kireçsiz Kahverengi Topraklar (U) 330
1.6.1.3.4. Organik Topraklar 330
1.6.2. Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıflaması 333
1.6.3. Arazilerin Tarım Potansiyellerine Göre Sınıflandırılması 341
1.6.4. Erozyon Özellikleri 343

İKİNCİ BÖLÜM

2. AKSU ÇAYI HAVZASINDA SU KAYNAKLARININ MEVCUT DURUMU

2.1. Akarsular 367
2.1.1. Aksu Çayı 370
2.2. Göller 383
2.2.1.İnekli Gölü 390
2.2.2. Azaplı Gölü 391
2.2.3. Gölbaşı Gölü 392
2.2.4. Gavur Gölü Bataklığı 394

2.2.5. Kumaşır Gölü 400
2.3. Yeraltı Suları 402
2.5. Barajlar 420
2.5.1. Kartalkaya Barajı 424
2.5.2. Ayvalı Barajı 432
2.5.3. Sır Barajı 436
2.6. Göletler 439

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3.SU KALİTE ANALİZLERİ

3.1. Laboratuvar Analiz Sonuçları 456

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4.AKSU ÇAYI HAVZASINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR SU YÖNETİMİ VE PLANLAMA

4.1. Nüfus Özellikleri 481
4.2. Toplam Su Potansiyeli 495
4.3. Kişi Başına Düşen Su Miktarına Göre Havzanın Su Varlığı 501
4.4. Su Tüketimleri 503
4.5.Su İhtiyaç Projeksiyonları 514
4.6. Havzalar Arası Su Transferleri 519
4.6.1. Ceyhan Havzası'ndan Aksu Çayı Havzası'na Yapılan Su Transferleri . 523
4.6.2. Ceyhan Havzası'ndan Asi Havzası'na Yapılan Su Transferleri 527
4.6.3. Fırat-Dicle Havzası'ndan Aksu Çayı Havzası'na Yapılan Su Transferleri 529
4.6.4. Aksu Çayı Havzası'ndan Fırat-Dicle Havzasına Yapılan Su Transferleri 532

SONUÇ VE ÖNERİLER..... 540

KAYNAKÇA..... 548

ÖZGEÇMİŞ..... 580

HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1. 1: Ülkelerin Uzun Yıllar Ortalamalara Göre Yenilenebilir Tatlı Su Potansiyelleri (UN, 2011). 3
Harita 1. 2: Dünyada ülkelerin nüfus artış oranları (UN, 2019'dan düzenlenerek alınmıştır) 4
Harita 1. 3: Ülkelere göre kişi başına düşen yıllık ortalama yenilenebilir tatlı su kaynakları (UN, 2011). 5
Harita 1. 4: Kişi Başına Düşen Gerçek Yenilenebilir Su Kaynakları Miktarı (UN, 2014:177) 6
Harita 1. 5: Aksu Çayı Havzası'nın Lokasyon Haritası 24
Harita 1. 6: Aksu Çayı Havzası'nın 1/25000 Ölçekli Topografya Haritası Paftalarındaki Konumu ile Bölgesel ve İdari Sınırların Alansal Dağılışı 25
Harita 1. 7: Aksu Çayı Havzasına Su Kanalları Bağlanmış Olan Gölbaşı Depresyonu 28
Harita 1. 8: Türkiye'nin Tektonik Birlikleri ve Süturları'na Göre Aksu Çayı Havzasının Konumu (Okay ve Tüysüz, 1999'den düzenlenmiştir). 44
Harita 1. 9: Aksu Çayı Havzasının Aşağı Çığırında Görülen Litolojik Birimlerin Dağılışı (DSİ, 2015'e göre düzenlenmiştir). 47
Harita 1. 10: Aksu Çayı Havzası'nın Yukarı Çığırında Görülen Litolojik Birimlerin Dağılış (DSİ, 2015'e göre düzenlenmiştir). 47
Harita 1. 11: Havzasının Genelleştirilmiş Litolojik Birimlerin Dağılışı (DSİ, 2015'e düzenlenmiştir). 48
Harita 1. 12: Aksu Çayı Havzasındaki Kayaçların Geçirgenlik Oranlarının Dağılışı (DSİ, 2015:Ek-6'ya göre hesaplanmıştır). 69
Harita 1. 13: Aksu Çayı Havzasındaki Jeolojik Formasyonların Akifer Potansiyelleri (DSİ, 2015: Ek-7'ye göre düzenlenmiştir. 73
Harita 1. 14: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Önemli Fay Zonları (Emre vd; 2012)'ye göre düzenlenmiştir). 80
Harita 1. 15: Aksu Çayı Havzası Sınırları İçerisinde Bulunan Fayların Dağılışı (MTA'nın 1/100 000 Ölçekli M37 - M38 - M39 - N37- N38 Jeoloji Paftalarına Göre). 89
Harita 1. 16: Aksu Çayı Havzasındaki Faylar İle Kaynak Yoğunluğunun Dağılışı. 91
Harita 1. 17: Aksu Çayı Havzası İçerisinde Uzanış Gösteren Ölü Deniz Fay Zonu ve Segmentleri (MTA, 2012'ye Göre Düzenlenmiştir). 95
Harita 1. 18: Doğu Anadolu Fayı'nın Türkoğlu'ndan Sonra Akdeniz'e Kadar Olan Uzanımı (Yönlü 2012'ye göre düzenlenmiştir). 96
Harita 1. 19: Doğu Anadolu'nun Türkoğlu'nda Sonlandığı ve Buradan İtibaren Karasu Fayı Olarak Devam Edere Amik Ovası'nda Ölü Deniz Fayı ile Birleşmektedir (Yönlü, 2012'ye göre düzenlenmiştir). 97

Harita 1. 20: Doğu Anadolu Fayı'nın Türkoğlu'ndan Geçerek, Doğrudan Ölü Deniz Fayı ile Amik Ovası'nda Birleşmesi (Yönlü 2012'ye göre düzenlenmiştir). 98
Harita 1. 21: Sakçagöz Kaynağının Yakın Çevresinin Jeolojik Özelikleri (MTA (2018)'nın 1/100 000 ölçekli jeoloji Haritası N37 Paftası'ndan Düzenlenmiştir)... 100
Harita 1. 22: Taşbiçme, Mizmilli ve Bğalama Kaynaklarının Yakın Çevresinin Jeolojik Özellikleri 101
Harita 1. 23: Aksu Çayı Havzasında Bulunan Diri Fayların Dağılışı (Emre vd; 2012)'ye göre düzenlenmiştir). 109
Harita 1. 24: Havza içerisinde 1950-2020 yılı arasında meydana gelen büyüklüğü 3 ve üzeri olan aletsel dönem depremlerin yoğunluk dağılışı 115
Harita 1. 25: Türkiye Deprem Tehlike Haritalarına Göre Aksu Çayı Havzasının Deprem Tehlike Durumu. (AFAD Tarafından Yayınlanan İnteraktif Türkiye Deprem Tehlike Haritalarına Göre Düzenlenmiştir). 118
Harita 1. 26: Doğu Anadolu Fayı'na Göre Ayvalı Barajı ve Kartalkaya Barajlarının Konumu 121
Harita 1. 27: Aksu Çayı Havzası ve çevresinde 6 Şubat--31 Mart 2023 Tarihleri Arasında Meydana Gelen Büyüklüğü 3 ve üzeri Olan Depremlerin Dağılışı (AFAD Deprem Kataloğu Verilerine Göre Düzenlenmiştir). 123
Harita 1. 28: Pazarcık Merkezli 7,7 Büyüklüğündeki Depremin AFAD-RED Tahmini Şiddet Haritası (AFAD, 2023-a) 125
Harita 1. 29: Elbistan Merkezli 7,6 Büyüklüğündeki Depremin AFAD-RED Tahmini Şiddet Haritası (AFAD, 2023-a). 125
Harita 1. 30: 6 Şubat-31 Mart 2023 Tarihleri Arası Havza İçerisinde Meydana Gelen Büyüklüğü 3 ve Üzeri Olan Depremlerin Dağılışı (AFAD Deprem Kataloğu Verilerine Göre Düzenlenmiştir) 127
Harita 1. 31: Aksu Çayı Havzasının Yükselti Özelliklerinin Dağılışı (Harita Genel Komutanlığı'nın 1/ 25 000 Ölçekli Topografta Haritalarındaki İzohipsler Üzerinden Oluşturulmuştur). 142
Harita 1. 32: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Dağlık Alanlar 144
Harita 1. 33: Aksu Çayı Havzasının Eğim Özelliklerinin Dağılışı (Harita Genel Komutanlığı'nın 1/ 25 000 Ölçekli Topografta Haritalarındaki İzohipsler Üzerinden Oluşturulmuştur). 157
Harita 1. 34: Havzada Yüksek Eğimli Alanların Görüldüğü Kuzeydeki Dağlık Alanların Dağılışı 158
Harita 1. 35: Aksu Çayı Havzası'nın Bakı Özelliklerinin Dağılışı (Harita Genel Komutanlığı'nın 1/ 25 000 Ölçekli Topografta Haritalarındaki İzohipsler Üzerinden Oluşturulmuştur). 176
Harita 1. 36: Aksu Çayı Havzasının Ülkemizin Karst Bölgelerine Göre Konumu (Nazik ve Tuncer, 2010'dan düzenlenmiştir) 183
Harita 1. 37: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Karbonatlı Birimler ile Makro Karstik Aşınım Şekillerinin Dağılışı 185

Harita 1. 38: Evriye Polyesi Yakın Çevresinin Jeolojik Özellikleri (MTA, 1/100 000 Ölçekli Jeoloji Haritası N38 Paftasına Göre Düzenlenmiştir). 190
Harita 1. 39: Aksu Çayı Havzası İçerisinde Yer Alan Meteoroloji Gözlem İstasyonlarının Dağılışı 203
Harita 1. 40: Aksu Çayı Havzasına Ait Oluşturulan Thiessen Poligon Alanlarının Dağılışı 254
Harita 1. 41: Aksu Çayı Havzası İçerisinde İzoheytlerin Dağılışı (DSİ, 2015 Verilerine Göre Düzenlenmiştir)..... 256
Harita 1. 42: Davis'e göre Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Anadolu Diagonalı (Avcı, 1993'den düzenlenmiştir)..... 280
Harita 1. 43: Aksu Çayı Havzası'nda Görülen Başlıca Vejetasyon Formasyonlarının Dağılışı (Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne Bağlı İşletme Şefliklerinin Hazırlamış Olduğu Amenajman Haritalarından Düzenlenmiştir.)..... 281
Harita 1. 44: Aksu Çayı Havzası'nda Kızılçamların Yayılış Alanları (Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne Bağlı İşletme Şefliklerinin Hazırlamış Olduğu Amenajman Haritalarına Göre Düzenlenmiştir.) 284
Harita 1. 45: Aksu Çayı Havzası'nda Çalı Formasyonlarının Dağılışı (Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne Bağlı İşletme Şefliklerinin Hazırlamış Olduğu Amenajman Haritalarından Düzenlenmiştir.) 294
Harita 1. 46: Aksu Çayı Havzasındaki Ormanların Tepe Kapalılık Durumlarına Göre Dağılış Özellikleri Dağılışı (Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne Bağlı İşletme Şefliklerinin Hazırlamış Olduğu Amenajman Haritalarından Düzenlenmiştir.)..... 305
Harita 1. 47: Aksu Çayı Havzasının 1990 ve 2020 Yıllarına Ait NDVI Analiz Sonuçlarına Göre Arazi Örtü Yoğunluğu 308
Harita 1. 48: Aksu Çayı Havzası'nın 1990 Yılına Ait NDVI Analizine Göre Arazi Örtü Durumu 309
Harita 1. 49: Aksu Çayı Havzası'nın 2020 Yılına Ait NDVI Analizine Arazi Örtü Durumu 309
Harita 1. 50: Aksu Çayı Havzası'nda Görülen Başlıca Büyük Toprak Tipleri (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir)..... 318
Harita 1. 51: Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıflamasına Göre Aksu Çayı Havzasının Arazi Sınıflarının Dağılışı. (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir). 334
Harita 1. 52: Havzada Yer Alan Arazilerin Tarım Potansiyellerine Göre Dağılışı (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir. 342

Harita 1. 53: Aksu Çayı Havzasında Görülen Erozyonun Derece Sınıflarına Göre Dağılışı (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir). 346

Harita 2. 1: Aksu Çayı Havzası'nda Mevcut Hidrografik Unsurların Dağılışı 366
Harita 2. 2: Aksu Çayı Havzasındaki Akarsuların Strahler Yöntemine Göre Dizin Sayıları 368
Harita 2. 3: Aksu Çayı Havzası'nın Yukarı Çığırında Aksu Çayı Önemli Yan Kolları (Harita Genel Komutanlığı'nın 1/25 000 ölçekli topografya haritalarından üretilmiştir.) 375
Harita 2. 4: Aksu Çayı Havzasının Aşağı Çığırında Yer Alan Önemli Yan Kolları (Harita Genel Komutanlığı'nın 1/25 000 ölçekli topografya haritalarından üretilmiştir.) 375
Harita 2. 5: DSİ Tarafından Belirlenen Alt Havza Alanları ve Yeraltı su Seviye Eğrilerinin Dağılışı (DSİ, 2015'e Göre Düzenlenmiştir). 405
Harita 2. 6: Aksu Çayı Havzası'nda 1975-2019 Yılları Arasında Açılan Su Kuyularının Dağılışı (DSİ 2019 verilerine göre düzenlenmiştir). 408
Harita 2. 7: Aksu Çayı Havzası İçerisinde Yer Alan Kaynakların Dağılışı. 411
Harita 2. 8: Aksu Çayı Havzası'nda Gelecekte İnşası Planlanan Baraj ve Göletleri Dağılışı (Yukarı Havza) 423
Harita 2. 9: Aksu Çayı Havzası'nda Gelecekte İnşası Planlanan Baraj ve Göletleri Dağılışı (Aşağı Havza) 423
Harita 2. 10: Kartalkaya Barajı İçin Çıkarılan Özel Hükümler Çerçevesinde Belirlenen Koruma Alanları (DSİ, 2017). 432
Harita 2. 11: Sır Barajı'nın Aksu Çayı Havzasına Göre Konumu 437

Harita 3. 1: Aksu Çayı'nın Kirlenmesine Neden Olan Kirlilik Bölgeleri ve Kirlilik Taşıyan Yan Kollar 451
Harita 3. 2: Aksu Çayı ve yan kolları üzerinden alınan su numunelerinin lokasyonlarının dağılışı 457

Harita 4. 1: Türkiye'nin Ana Hidrolojik Havzaları ve Yıllık Ortalama Akım Özellikleri (UHYS, 2014'den düzenlenmiştir). 479
Harita 4. 2: Aksu Çayı Havzası'nda Yer Alan Yerleşmelerin Dağılışı 481
Harita 4. 3: Kahramanmaraş'ta Yaşanan Depremlerin Merkezlerinin Dağılışı (AFAD,2023'den düzenlenmiştir). 493
Harita 4. 4: Türkiye'de Hidrolojik Havzalara Göre Su Potansiyellerini Dağılışı (UHYS, 2014'den düzenlenmiştir). 519
Harita 4. 5: Aksu Çayı Havzası'nda Havzalar Arası Su Transferleri 522

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. 1: Dünya Üzerindeki Kıtaların Su Dengesi (Yanmaz ve Usul, 2006:14'e göre düzenlenmiştir.).....2
Tablo 1. 2: Falkenmark Göstergesi (Bilen, 2009:58).....11
Tablo 1. 3: Shiklomanov Göstergesi (Bilen, 2009:59).....12
Tablo 1. 4: Aksu Çayı Havzasının İdari Olarak Alansal Dağılış Oranları.....26
Tablo 1. 5: Aksu Çayı Havzasında Görülen Litolojik Birimler ve Kapladıkları Alanlar.....49
Tablo 1. 6: Çeşitli Litolojik Birimlerin Temsili Gözeneklilik Oranları (Chahar, 2015:9).....63
Tablo 1. 7: Gözeneklilik Değerlerinin Değişim Aralıklığı (Freeze ve Cherry, 2003:35).....63
Tablo 1. 8: Gözeneklilik Oranlarının Niteliksel Değerlendirilmesi (North, 195: 115).....64
Tablo 1. 9: Çeşitli Kayaçlara Göre Geçirimlilik Değerleri (Erinç, 2002:97).....65
Tablo 1. 10: Aksu Çayı Havzasındaki Litolojik Birimlerin Geçirgenlik Oranları (DSİ-2015; Ek-6'ya göre).....66
Tablo 1. 11: Aksu Çayı Havzası ve Yakın Çevresinde Görülen Tarihsel Depremler.....110
Tablo 1. 12: Fay Uzunluklarına Göre Üretebilecekleri Deprem Büyüklükleri (Palutoğlu ve Şaşmaz, 2017).....119
Tablo 1. 13: 6 Şubat-31 Mart 2023 Tarihleri Arasında Aksu Çayı Havzasında Meydana Gelen Depremlerin Büyüklüğüne Göre Dağılımları (Depremler AFAD Deprem Kataloğu Verilerine Göre Düzenlenmiştir. Faylar MTA Verilerine Göre Düzenlenmiştir).....127
Tablo 1. 14: Aksu Çayı Havzasının Yükselti Basamaklarına Göre Alansal Dağılış Miktarı.....143
Tablo 1. 15: Aksu Çayı Havzasında Eğim Aralıklarına Göre Alansal Dağılış Miktarı ve Oranları.....159
Tablo 1. 16: Aksu Çayı Havzası'nın Oluşturan Yamaçların Bakı Yönlerine Göre Dağılımları.....176
Tablo 1. 17: Kahramanmaraş Rüzgar Esme Sayıları (1951-2014).....178
Tablo 1. 18: Gölbaşı (Adıyaman) Rüzgar Esme Sayıları (1984-2014).....178
Tablo 1. 19: Kahramanmaraş ve Gölbaşı İstasyonlarına Ait Rubinstein Yöntemine Göre Hakim Rüzgar Yönlerinin Hesaplanması.....179
Tablo 1. 20: Aksu Çayı Havzası Sınırları İçerisinde Yer Alan Meteoroloji Gözlem İstasyon Bilgileri (https://adana.mgm.gov.tr/istasyonlar.aspx).....204
Tablo 1. 21: Günlük Sıcaklık Bakımından Sayılı Günler ve Özellikleri (Erol, 1993:64).....222
Tablo 1. 22: Kahramanmaraş'ta Aylık Ortalama Yağışların Oransal Dağılışları.....235

Tablo 1. 23: Gölbaşı'nda Aylık Ortalama Yağışların Oransal Dağılışları 237
Tablo 1. 24: Kahramanmaraş'ta Yıllık Yağışı Gün Sayılarının Aylara Göre Dağılış Özellikleri (MGM). 241
Tablo 1. 25: Gölbaşı'nda Yıllık Yağışlı Gün Sayılarının Aylara Göre Dağılış Özellikleri (MGM). 243
Tablo 1. 26: Thiessen Yöntemine Göre Aksu Çayı Havzası'na Ait Ortalama Yağış Hesaplaması 254
Tablo 1. 27: Havza içerisinde yer alan tüm istasyon verileri üzerinden Thiessen Yöntemine Göre Aksu Çayı Havzası'na Ait Ortalama Yağış Hesaplaması 255
Tablo 1. 28: İzoheyt Yöntemine Göre Aksu Çayı Havzasının Ortalama Yağış Hesaplaması 257
Tablo 1. 29: Nemlilik İndisine Karşılık Gelen Thornthwaite İklim Türleri (Carter ve Mather (1966)'e göre Essenwanger (2001) temel alınarak yeniden düzenlenmiştir (Türkeş, 2010:566). 266
Tablo 1. 30: Thornthwaite Yöntemine Göre Etkili Olan Nemin Mevsimlik Değişimi. (Carter ve Mather (1966)'e göre Essenwanger (2001) temel alınarak yeniden düzenlenmiştir (Türkeş, 2010:567). 266
Tablo 1. 31: Sıcaklık Etkinlik İndisi ve Sıcaklık Rejimi İndisi İçin Kabul Edilen Sınıflandırma. Marther 81974)'e Göre Yeniden Düzenlenmiştir (Türkeş, 2010:568). 266
Tablo 1. 32: Kahramanmaraş İstasyonu Su Bilanço Tablosu 268
Tablo 1. 33: Gölbaşı (Adıyaman) İstasyonu Su Bilanço Tablosu 269
Tablo 1. 34: Bazı Bitki Türlerinin İntersepsiyon Kaybı Değerleri (Tanyel, 2019:5). 274
Tablo 1. 35: Meşe Ağaçlarında Transpirasyon Yoluyla Su Kayıp Oranları (Sukachev, 1968) 276
Tablo 1. 36: Aksu Çayı Havzasında Görülen Formasyonların Alansal Dağılış Oranları (Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne Bağlı İşletme Şefliklerinin Hazırlamış Olduğu Amenajman Haritaları Üzerinden Hesaplanmıştır.) 282
Tablo 1. 37: Ormanların Kapalılık Durumuna Göre Fonksiyonel Verimlilik Dereceleri ((OSİB, 2017: 155). 304
Tablo 1. 38: NDVI Analizlerinde Kullanılan Uydu Görüntü Bilgisi 308
Tablo 1. 39: Aksu Çayı Havzası'nda 1990 ve 2020 Yılları Arasında Meydana Gelen Arazi Örtüsü Değişim Oranları 310
Tablo 1. 40: Ahır Dağının Arazi Kullanım/Örtüsü Alanlarının 1986-2013 Yılları Arası Dönemde Değişim Oranları (Doygun vd; 2014:726). 311
Tablo 1. 41: Aksu Çayı Havzasında Görülen Büyük Toprak Tiplerinin Alansal Dağılış Oranları (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir) 318

Tablo 1. 42: Aksu Çayı Havzasındaki Tarımsal Potansiyellerine Göre Arazi Sınıflarının Dağılış (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir). 342
Tablo 1. 43: Kartalkaya Barajı'na Rüsubat Taşıyan Derelerin 50 Yıllık Projeksiyona Göre Derelerden Baraja Taşınması Öngörülen Rüsubat Miktarları (DSİ, 1995)..... 358

Tablo 2. 1: Strahler Stream Order Analizi Yapılan Dem Verileri Bilgileri 367
Tablo 2. 2: Aksu Çayı Havzası'nda Strahler Dizin Sayılarının Toplam Uzunlukları 368
Tablo 2. 3: Aksu Çayının Önemli Yan Kollarının Havza Alanları (Harita Genel Komutanlığı'nın 1/25 000 Ölçekli Topografya Haritalarına Göre Hesaplanmıştır. Deliçay Havza Alanı Hesaplamasında Sınır Olarak Akarsuyun Ovalık Alana Giriş Bölgeleri Dikkate Alınmış Olup Ova Tabanındaki Kurutma Kanallarından Gelen Akışlar Dikkate Alınmamıştır.)..... 370
Tablo 2. 4: Ceyhan Havzası Hidrojeoloji Raporu'na Göre Aksu Çayı Havzasının Yeraltı Su Potansiyelleri (DSİ, 2015) 406
Tablo 2. 5: Aksu Çayı Havzasındaki Kuyuların İdari Olarak İlçelere Göre Dağılış Yoğunlukları (DSİ 2019 verilerine göre düzenlenmiştir). 409
Tablo 2. 6: Aksu Çayı Havzasındaki Bazı Kaynaklara Ait Bilgiler (DSİ, 1973). .. 411
Tablo 2. 7: Bağlama Kaynağı Analiz Değerleri (DSİ, 2015). 413
Tablo 2. 8: Mizmilli Kaynağı Analiz Değerleri (DSİ, 2015). 414
Tablo 2. 9: Taşbiçme Kaynağı Analiz Değerleri (DSİ, 2015). 414
Tablo 2. 10: Kumaşır Gölü Kaynağı Analiz Değerleri (DSİ, 2015). 415
Tablo 2. 11: Gövpınar-Çakallı Kaynağı Analiz Değerleri(DSİ, 2015). 415
Tablo 2. 12: Aksu Çayı Havzası'nda Yapılması Planlanan Barajlar (DSİ, 2017) .. 424
Tablo 2. 13: Kartalkaya Barajı'na Ait Teknik Özellikler (DSİ, 2017: 7-36)..... 426
Tablo 2. 14: Ayvalı Barajı ile İlgili Teknik Bilgiler (DSİ, 2017) 434
Tablo 2. 15: Aksu Çayı Havzası'nda İşletmede Olan Gölet Yapıları (DSİ, 2017). 441
Tablo 2. 16: Aksu Çayı Havzası'nda Yapılması Planlanan Göletler (DSİ, 2017). . 446

Tablo 3. 1: Aksu Çayı ve Yan Kolları Üzerinden Alınan Su Numunelerinin Lokasyonlarının Coğrafi Koordinatları 458
Tablo 3. 2: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Numunelerin Kimyasal Oksijen İhtiyacına Göre Kalite Sınıfları 459
Tablo 3. 3: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Numunelerin Biyolojik Oksijen İhtiyacına Göre Kalite Sınıfları 460
Tablo 3. 4: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Numunelerin Çözünmüş Oksijen Miktarına Göre Kalite Sınıfları 461

Tablo 3. 5: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Numunelerin Toplam Fosfor Oranına Göre Kalite Sınıfları 462
Tablo 3. 6: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Numunelerin Toplam Azot Oranına Göre Kalite Sınıfları..... 464
Tablo 3. 7: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Numunelerin İletkenlik Oranına Göre Kalite Sınıfları..... 465
Tablo 3. 8: Aksu Çayı ve Yan Kolları Üzerinden Alınan Su Numunelerinin Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Su Kalite Sınıflarının Dağılışı. 466
Tablo 3. 9: Aksu Çayı (Kuyumcular), Ceyhan (Sır Barajı) ve Deliçay'dan Alınan Su Numunelerinin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Kapsamında Belirlenen Kimyasal Parametrelere Göre Uygunluk Durumu 467

Tablo 4. 1: Türkiye'nin Ana Hidrolojik Havzaları (UHYS, 2014)..... 478
Tablo 4. 2: Havza İçerisinde Yer Alan Merkezlerin Dönemlere Göre Nüfus Artış Oranları (TÜİK Verilerine Göre Düzenlenmiştir) 484
Tablo 4. 3: Havza içerisinde yer alan merkezlerin 2022 yılına ait yıllık nüfus artış hızları (TÜİK) 487
Tablo 4. 4: Aksu Çayı Havzası'nda Yer Alan Merkezlerin Aritmetik Nüfus Yoğunlukları 488
Tablo 4. 5: Havza İçerisindeki Merkezlerin 2065 Yılına Kadar Olan Dönem İçin Nüfus Projeksiyonları (DSİ, 2017) 492
Tablo 4. 6: Aksu Çayı Havzası'nın Farklı Alansal Ortalama Yağış Hesaplama Yöntemlerine Göre Yıllık Toplam Brüt Su Potansiyeli..... 498
Tablo 4. 7: Aksu Çayı Havzası'nın Yıllık Ortalama Yüzeysel Akış Miktarı 499
Tablo 4. 8: Aksu Çayı Havzası'nda Sızmaya Uğrayan Toplam Su Miktarı ve Kullanılabilir Net Yüzey Suyu Miktarı..... 500
Tablo 4. 9: Falkenmark Göstergesi (European Environment Agency (EEA) 2004'ten Akt: Bilen, 2009)..... 501
Tablo 4. 10: Shiklomanov Göstergesi (Shiklomanov, 1991'den Akt: Bilen, 2009). 501
Tablo 4. 11: Aksu Çayı Havzası'nda Kişi Başına Düşen Yıllık Ortalama Su Miktarı 502
Tablo 4. 12: İl ve İlçe Merkezlerine Verilen İçme Suyu Debileri (KASKİ, 2015). 505
Tablo 4. 13: Havza İçerisindeki Merkezlerin Su İhtiyacını Karşıladıkları Su Kaynakları (DSİ, 2018:10-15). 506
Tablo 4. 14: Aksu Çayı Havzası'nda Kullanım Amaçlarına Göre Açılan Su Kuyuları (DSİ, 2015)*..... 508
Tablo 4. 15: Havza İçinde Yer Alan İl ve İlçe Merkezlerinin 2065 Yılı İçin Geliştirilen Su İhtiyaç Projeksiyonları (DSİ, 2017). 515

Tablo 4. 16: Aksu Çayı Havzası'nda Alt Havzalara Göre Kırsal Yerleşmelerin 2065 Yılına Göre Su İhtiyaç Projeksiyonu (2018:10-17). 516
Tablo 4. 17: Havza İçerisinde Yer Alan Merkezlerin 2065 Yılı Projeksiyonuna Göre Gelecekte Kullanılmaya Devam Edilecek Olan Su Kaynakları ve Ortaya Çıkacak Olan Fazladan Su Taleplerini Karşılayacağı Kaynaklar (DSİ, 2018:10-15)..... 517
Tablo 4. 18: Havza İçerisinde Faaliyette Olan ve Gelecekte Yapılması Planlanan Sanayi Bölgeleri İçin Geliştirilen Su İhtiyaç Projeksiyonları (DSİ, 2018: 10-6). ... 518

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1: Bir Akarsu Havzası Örneği 20
Şekil 1. 2: N38 Paftasının Genelleştirilmiş Dikme Kesiti (Terlemz vd; 1997'den düzenlenerek alınmıştır). 58
Şekil 1. 3: Kahramanmaraş Yöresi ve Güneydoğu Alanlarının Genelleştirilmiş Dikme Kesiti (Önalan, 1990'dan düzenlenerek alınmıştır). 59
Şekil 1. 4: Kübik ve Romboedrik Paketlenme Türlerinde Tanecik Dizilimleri (Fetter' 2004'den düzenlenerek alınmıştır). 61
Şekil 1. 5: Doku ve Gözeneklilik Arasındaki İlişki (Meinzer, 1923 ve Freeze and Cherry, 2003'den düzenlenerek alınmıştır). 62
Şekil 1. 6: Fayların Oluşturduğu Kaynak Çeşitleri (Karataş, 2011'e göre düzenlenerek alınmıştır). 77
Şekil 1. 7: Aksu Çayı'nın DAF tarafından ötelenmesi sonucu Gölbaşı Depresyonu ile içerisinde yer alan göllerin oluşması ve Aksu Çayı'nın akış yönü değiştirmesine neden olan süreçler (Yönlü, 2012'den). 86
Şekil 1. 8: Kılılı -Gölbaşı Arasındaki DAF Zonunda Uzanış Gösteren Fayların Açısal Yönelimleri 88
Şekil 1. 9: Kılılı –Gölbaşı Arasında Yer Alan Akarsuların Akış Yönlerinin Açısal Yönelimleri 88
Şekil 1. 10: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Tüm Fayların Açısal Yönelim Durumları 90
Şekil 1. 11: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Tüm Akarsuların Açısal Yönelim Durumları 90
Şekil 1. 12: a) Ölü Deniz Fayı Zonunda Yer Alan Fayların Açısal Yönelimleri. b) Sakçagöz, Taşbiçme, Bağlama ve Mizmilli Kaynaklarının Dağılışının Açısal Yönelimleri 103
Şekil 1. 13: Atmosferin Alt Katmanlarında Yükselti ile Sıcaklık İlişkisi (Hartmann, 2016'dan düzenlenmiştir). 139
Şekil 1. 14: Bir Akarsu Havzası İçerisinde Yükseltiye Bağlı Olarak Baskın Süreçlere Göre Oluşan Bölgeler (Schumm, 1977 ve Charlton, 2008'den düzenlenmiştir). 140
Şekil 1. 15: Bir drenaj havzası boyunca kanal özelliklerindeki değişim özellikleri (Schumm, 1977 ve Charlton, 2008'den düzenlenmiştir). 141
Şekil 1. 16: Havzada Yer Alan Dağlık Alanların Antiklinal Eksenlerinin Açısal Yönelimleri 177
Şekil 1. 17: Kahramanmaraş ve Gölbaşı İstasyonlarına Ait Hakim Rüzgar Yönlerinin Açısal Değerleri 180
Şekil 1. 18: Karstik Arazilerde Drenaj Sistemi (Ford and Williams, 1989; Huggett, 2015'den düzenlenmiştir). 182
Şekil 1. 19: Sakçagöz ve Yakın Çevresindeki Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri (DSİ, 1988'den Yeniden Düzenlenmiştir). 197

Şekil 2. 1: Göl Sularında Derinliğe Göre Oluşan Sıcaklık ve Yoğunluk Katmanları (Lewis, 2009'dan düzenlenmiştir). 386
Şekil 2. 2: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Göller 387
Şekil 2. 3: Gölbaşı Depresyonu ve Göllerinin Oluşum Süreçleri (Yönlü, 2012) 388
Şekil 2. 4: Gavur Gölü Bataklığında Geçmişte Yer Alan Büyük Göl ve Küçük Gölün Türkoğlu Ovasındaki Konumu (DSİ, 1967'den Düzenlenerek Alınmıştır). 394
Şekil 2. 5: Gavur Gölü Sahasında Kurutma İşlemleri Sonucunda Ortaya Çıkan Yangın Alanlarının Dağılışı (DSİ, 1967'den Düzenlenerek Alınmıştır). 397
Şekil 2. 6: Kartalkaya Barajı İçme Suyu Tesisleri İsale Hattı (SYGM, 2021:53)... 427
Şekil 2. 7: Göksu Çayı'ndan Kartalkaya Barajı'na Su Transferi Yapılan Terfi Hattının Şematik Gösterimi (GASKİ, 2018)..... 428

Şekil 4. 1: Göksu Çayı'ndan Kartalkaya Barajı'na Yapılan Su Transferi Sistemi (GASKİ, 2018:84)..... 531
Şekil 4. 2: Kartalkaya Barajı'ndan Gaziantep'e Yapılan Su Transferinin Şematik Gösterimi (GASKİ, 2018:78). 533
Şekil 4. 3: Mizmilli Kuyuları'ndan Gaziantep'e Yapılan Su Transferinin Şematik Gösterimi (GASKİ, 2018:68). 533
Şekil 4. 4: Gaziantep Şehir Merkezinin Çevresinde Yer Alan Su Kaynaklarına Göre Kuş Uçumu Mesafeleri 539

PROFİLLER LİSTESİ

Profil 1. 1: Kahramanmaraş ve yakın çevresinin KD-GB yönündeki litolojik birimlerin dağılış profili (DSİ, 2015'den düzenlenerek alınmıştır.) 54
Profil 1. 2: Kahramanmaraş ve yakın çevresinin KB-GD yönündeki litolojik birimlerin dağılış profili (DSİ, 2015'den düzenlenerek alınmıştır.) 55
Profil 1. 3: Kartalkaya alt havzasının GD-KB yönünde litolojik birimlerin dağılış profili (DSİ, 2015'den düzenlenerek alınmıştır). 55
Profil 1. 4: Gavur Gölü alt havzasının K-G yönünde litolojik birimlerin dağılış profili (DSİ, 2015'den düzenlenerek alınmıştır.) 56
Profil 1. 5: Kartalkaya alt havzasının GB-GD yönünde litolojik birimlerin dağılış profili (DSİ, 2015'den düzenlenerek alınmıştır.) 56
Profil 1. 6: Türkoğlu alt havzasının GB-KD yönünde litolojik birimlerin dağılış profili (DSİ, 2015'den düzenlenerek alınmıştır). 56
Profil 1. 7: Kuzey-Güney Yönünde Ahır Dağının Yükselti Değişim Profili 151
Profil 1. 8: Deliçay ile Uluziyaret Tepe Arasındaki Yükselti Profili 152
Profil 1. 9: Yeşilgöz-Kartalkaya Barajı Arasında Aksu Çayı Vadisinin Yükselti Değişim Profili 153
Profil 1. 10: Kartalkaya Barajı ile Sır Barajı Arasında Aksu Çayı Vadisinin Yükselti Değişim Profili 153
Profil 1. 11: Evri –Akdemir Mahallesi Arasındaki Litolojik Birimlerin Stratigrafik Özellikleri (DSİ, 1983'den Düzenlenmiştir). 195
Profil 1. 12: Gökpınar Kaynakları Çevresindeki Litolojik Birimlerin Stratigrafik Özellikleri (DSİ, 1983'den Yeniden Düzenlenmiştir). 195
Profil 1. 13: Sakçagöz (Yenipınar) Kaynağı ve Çevresindeki Litolojik Birimlerin Stratigrafik Özellikleri (DSİ, 1988'den Yeniden Düzenlenmiştir). 196

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1. 1: Türkiye'nin Nüfus Artışı ile Kişi Başına Düşen Su Miktarı Arasındaki İlişki 10
Grafik 1. 2: Havzada Görülen Kayaç Türlerinin Dağılış Oranları 48
Grafik 1. 3: Havzadaki Arazilerin Zamanlara Göre Dağılım Oranları 49
Grafik 1. 4: Havza İçerisinde Yer Alan Litolojik Birimlerin Alansal Olarak Sıralanması 51
Grafik 1. 5: Aksu Çayı Havzasındaki Litolojik Birimlerin Geçirgenlik Oranlarının Alansal Dağılışı (DSİ, 2015:Ek-6'ya göre hesaplanmıştır). 68
Grafik 1. 6: Aksu Çayı Havzasındaki Kayaçların Geçirgenlik Durumlarının Oransal Dağılışları (DSİ, 2015:Ek-6'ya göre hesaplanmıştır). 68
Grafik 1. 7: Aksu Çayı Havzası Akifer Potansiyellerinin Alansal Dağılış Miktarları (DSİ, 2015'e göre hesaplanmıştır) 75
Grafik 1. 8: Ülkemiz Yüzölçümün Deprem Bölgelerine Göre Alansal Dağılışı (Özmen vd; 1997'ye göre düzenlenmiştir). 104
Grafik 1. 9: Ülkemizde 1936-2019 Yılları Arasında Yapımı Tamamlanan Barajların Toplam Sayılarındaki Artış (DSİ, 2019 Resmi İstatistik Verilerine Göre Düzenlenmiştir) 107
Grafik 1. 10: 1958-2019 Yılları Arasında Ülkemizde Yapımı Tamamlanan Göletlerin Toplam Sayılarındaki Artış (DSİ, 2019 Resmi İstatistik Verilerine Göre Düzenlenmiştir) 108
Grafik 1. 11: Aksu Çayı Havzası Sınırları İçerisinde Meydana Gelen Depemlerin Yıllara Göre Dağılışı (KRDAE verilerine göre düzenlenmiştir). 114
Grafik 1. 12: 6 Şubat Günü Havza İçerisinde Meydana Gelen Büyüküğü 3 ve Üzeri Olan Depremlerin şuDağılışı (AFAD Deprem Kataloğu Verilerine Göre Düzenlenmiştir). 126
Grafik 1. 13: Aksu Çayı Havzasının Yükselti-Alan Dağılış Grafiği 143
Grafik 1. 14: K.Maraş İstasyonuna Ait Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Dağılışı (1959-2021) (MGM) 207
Grafik 1. 15: Gölbaşı İstasyonuna Ait Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Dağılış (1986-2021). (MGM). 208
Grafik 1. 16: K.Maraş Meteoroloji İstasyonunda Yıllık Maksimum Sıcaklıkların Dağılışı (1959-2021), (MGM). 210
Grafik 1. 17: Gölbaşı Meteoroloji İstasyonunda Yıllık Maksimum Sıcaklıkların Dağılışı (1986-2021), (MGM). 210
Grafik 1. 18: Kahramanmaraş Meteoroloji İstasyonunda Yıllık Minimum Sıcaklıkların Dağılışı (1963-2021), (MGM). 212
Grafik 1. 19: Kahramanmaraş Meteoroloji İstasyonunda Yıllık Minimum Sıcaklıkların Dağılışı (1986-2021), (MGM). 213

Grafik 1. 20: Kahramanmaraş İstasyonuna Göre Aylık Ortalama Sıcaklıklar (1959-2021). (MGM)..... 214
Grafik 1. 21: 1959-1990 ve 1990-2021 Arası Dönemlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Değişim Miktarları..... 215
Grafik 1. 22: Gölbaşı İstasyonuna Göre Aylık Ortalama Sıcaklıklar (1986-2021). (MGM). 216
Grafik 1. 23: Kahramanmaraş İstasyonuna Göre Aylık Maksimum Sıcaklıklar (1959-2021). (MGM). 217
Grafik 1. 24: K.Maraş'ta 1959-1990 yılları ve 1990-2021 yılları arası dönemlerde maksimum ortalama sıcaklık değişimleri 218
Grafik 1. 25: Gölbaşı İstasyonuna Göre Aylık Maksimum Sıcaklıklar (1986-2021). (MGM). 218
Grafik 1. 26: Kahramanmaraş İstasyonuna Göre Aylık Minimum Sıcaklıklar (1963-2021). (MGM)..... 220
Grafik 1. 27: K.Maraş'ta 1963-1992 yılları ve 1992-2021 yılları arası dönemlerde minimum ortalama sıcaklık değişimleri..... 221
Grafik 1. 28: Gölbaşı İstasyonuna Göre En Düşük Aylık Minimum Sıcaklıklar (1986-2021). (MGM). 221
Grafik 1. 29: K.Maraş İstasyonuna Göre Tropik Gün ve Yaz Günü Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (1959-2021)..... 223
Grafik 1. 30: Gölbaşı İstasyonuna Göre Tropik Gün ve Yaz Günü Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (1986-2021)..... 224
Grafik 1. 31: K.Maraş İstasyonuna Göre Donlu Gün ve Kış Günü Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (1963-2021)..... 225
Grafik 1. 32: Gölbaşı İstasyonuna Göre Donlu Gün, Şiddetli Donlu Gün ve Kış Günü Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (1963-2021)..... 226
Grafik 1. 33: Kahramanmaraş'ta Günlük Sıcaklıkların Yıl İçerisindeki Dağılışı (1959-2021)..... 227
Grafik 1. 34: Gölbaşı'nda Günlük Sıcaklıkların yıl İçerisindeki Dağılışı (1986-2021). 227
Grafik 1. 35: K.Maraş İstasyonuna Göre Yıllık Toplam Yağışın Dağılışı (1959-2021). (MGM)..... 232
Grafik 1. 36: Gölbaşı İstasyonuna Göre Yıllık Toplam Yağışın Dağılışı (1986-2021). (MGM)..... 234
Grafik 1. 37: Kahramanmaraş'ta 1959-2021 Yılları Arası Dönemde Aylık Ortalama Yağışın Dağılışı (MGM). 235
Grafik 1. 38: Kahramanamraş'ta Yağışı Mevsimlere Göre Dağılış Oranları (%) .. 236
Grafik 1. 39: Kahramanmaraş'ta aylık ortalama yağışların dönemsel değişim oranları 236
Grafik 1. 40: Gölbaşı'nda 1986-2021 Yılları Arası Dönemde Aylık Ortalama Yağışın Dağılışı (MGM). 237

Grafik 1. 41: Gölbaşı'nda Yağışların Mevsimlere Göre Dağılış Oranları (%)..... 238
Grafik 1. 42: Kahramanmaraş'ta Yağışlı Gün Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (MGM). 239
Grafik 1. 43: Kahramanmaraş'ta Yıllara Göre Ortalama Günlük Yağış Şiddetinin Dağılışı 240
Grafik 1. 44: Gölbaşı'nda Görülen Yağışlı Gün Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (MGM). 242
Grafik 1. 45: Gölbaşı'nda Yıllara Göre Ortalama Günlük Yağış Şiddetinin Dağılışı 242
Grafik 1. 46: Kahramanmaraş'a ait yıllık toplam kar yağışlı gün sayılarının yıllara göre dağılışı (MGM). 247
Grafik 1. 47: Kahramanmaraş'ta Yıllara Göre Nivometrik Sabit Oranlarının Dağılışı 248
Grafik 1. 48: Gölbaşı'da Yılık Toplam Kar Yağışlı Gün Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı 248
Grafik 1. 49: Gölbaşı'nda Nivometrik Sabit Oranlarının Yıllara göre Dağılışı 249
Grafik 1. 50: Kahramanmaraş İstasyonuna Göre Yıllık Toplam Açık Yüzey Buharlaşma Miktarı (MGM). 262
Grafik 1. 51: Kahramanmaraş İstasyonuna Göre Yıllık Toplam Evapotranspirayon Miktarı (MGM). 263
Grafik 1. 52: Gölbaşı İstasyonuna Göre Yıllık Toplam Evapotranspirayon Miktarı (MGM). 264
Grafik 1. 53: Kahramanmaraş'ın Su Bilanço Grafiği 270
Grafik 1. 54: Gölbaşı'nın Su Bilanço Grafiği 271
Grafik 1. 55: Aksu Çayı Havzası'nda erozyon derecelerine göre sınıfların dağılış oranları (%) (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir).(Yüzde oranlar yerleşme ve su alanlarının dışında kalan araziler üzerinden hesaplanmıştır). 346

Grafik 2. 1: Aksu Çayı Havzası'nda Açılan Su Kuyularının Yıllar Göre Dağılış (DSİ,2019 Verilerine Göre Düzenlenmiştir). 408
Grafik 2. 2: Aksu Çayı Havzası'nda Açılan Su Kuyularının Kullanım Amaçlarına Göre Oranları (DSİ 2019 verilerine göre düzenlenmiştir). 409
Grafik 2. 3: Ülkemizde 1936-2019 Yılları Arasında Yapımı Tamamlanan Barajların Toplam Sayılarındaki Artış (DSİ, 2019 Resmi İstatistik Verilerine Göre Düzenlenmiştir). 421
Grafik 2. 4: 1958-2019 Yılları Arasında Ülkemizde Yapımı Tamamlanan Göletlerin Toplam Sayılarındaki Artış (DSİ, 2019 Resmi İstatistik Verilerine Göre Düzenlenmiştir). 440

Grafik 4. 1: Havza İçerisindeki Yerleşmelerin 2020 Yılına Ait Toplam Nüfus Miktarları (TÜİK). 482
Grafik 4. 2: Havza İçerisindeki Toplam Nüfusun Yıllara Göre Dağılışı (TÜİK Verilerine Göre Düzenlenmiştir)..... 483
Grafik 4. 3: Havza İçerisindeki Merkezlerin Yıllara Göre Toplam Nüfus Miktarlarının Dağılışı (TÜİK verilerine göre düzenlenmiştir). 483
Grafik 4. 4: Havza İçerisindeki Yer Alan Kırsal ve Kentsel Nüfus Oranlarının Değişimi (TÜİK Verilerine Göre Düzenlenmiştir). 485
Grafik 4. 5: Havza içerisindeki merkezlerin kırsal nüfus miktarlarının yıllara göre dağılışı (TÜİK verilerine göre düzenlenmiştir)..... 486
Grafik 4. 6: Kahramanmaraş'ın 2009-2021 Yılları Arası Dönemde Kaba Doğum Oranlarının Dağılışı (TÜİK). 488
Grafik 4. 7: 1975-2021 Yılları Arası Dönemde Kahramanmaraş Maraş İli İçin Göç Durumları (TÜİK)..... 489
Grafik 4. 8: 1975-2021 Yılları Arası Dönemde Yıllara Göre Kahramanmaraş İlinin Net Göç Hızı Oranları (TÜİK). 490
Grafik 4. 9: Fatklı Metotlara Göre Havza İçerisindeki Merkezlere Ait Nüfus Projeksiyon Tahminleri (Ceyhan ve Diş, 2022'den düzenlenerek alınmıştır). 491
Grafik 4. 10: KASKİ Tarafından Havza İçerisindeki Merkezlere Tahakkuk Edilen Su Miktarlarının Yıllara Göre Dağılış (KASKİ Sayaç Okuma ve Tahakkuk Şube Müdürlüğü verilerine göre hazırlanmıştır).(Not: Havza içerisinde yer alan Gölbaşı ilçe merkezine ait verilere ulaşılamadığı için kullanılamamıştır.)..... 504
Grafik 4. 11: Toplam Su Tüketiminde Su Kaynaklarının Oranları (DSİ verilerine göre hesaplanıştır). 507
Grafik 4. 12: Ceyhan Havzası'ndan Asi Havzası'na Aylara Göre Aktarılan Toplam Su Miktarı (DSİ, 2018:6-2). 528
Grafik 4. 13: Kartalkaya Barajı'ndan Tarımsal Sulamaya Verilen Toplam Su Miktarı ile Açılan Yeraltı Su Kuyusu Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (DSİ, 2015 ve DSİ, 2019 verilerine göre düzenlenmiştir). 535
Grafik 4. 14: Narlı Ovası'nda Yeraltı Su Seviyesinin Yıllara Göre Değişimi (DSİ 20. Bölge Müdürlüğü Verileri) 537
Grafik 4. 15: Gaziantep Şehir Merkezinin 2050 Yılı Su İhtiyaç Projeksiyonu (GASKİ, 2017:4-31). 538

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Foto 1. 1: Aksu Çayı'nın Kaynağı "Göz" 27
Foto 1. 2: Aksu Çayı'nın Ceyhan Nehri ile Birleşim Noktası..... 27
Foto 1. 3: Gölbaşı Depresyonunu Aksu Çayı'na Bağlayan Kurutma Kanalları..... 28
Foto 1. 4: Havzada Yer Alan Ovalık Alanlarda Yayılış Gösteren Kuvaterner Alüvyonları 52
Foto 1. 5: Gaziantep-Kahramanmaraş Yolu Çevresinde Görülen Orta Eosen Kiraçtaşı Birimleri (Tmh) 53
Foto 1. 6: Kahramanmaraş Ovasında Yer Alan Ofiyolit (Kof) Birimler 53
Foto 1. 7: Ahırdağı Yamaçlarında Yayılış Gösteren Eosen Killi Kireçtaşı Birimleri (Tmt) 54
Foto 1. 8: Öksüz Dağı ve Erince Dağı Çevresinde Yayılış Gösteren Litolojik Birimlerin Dağılışı 55
Foto 1. 9: Havzanın Güneybatı Sınırından Havzaya Giriş Yapan Doğu Anadolu Fayı 81
Foto 1. 10: Şekeroba'nın Doğusundan Geçen Doğu Anadolu Fayı 81
Foto 1. 11: Türkoğlu Ovasından Geçen Doğu Anadolu Fayı (Kuzeydoğuya bakış). 82
Foto 1. 12: Kartal köyü yakınlarından geçen Doğu Anadolu Fayı (Kuzeydoğuya bakış). 83
Foto 1. 13: Kartal Köyü Yakınlarından Geçen Doğu Anadolu Fayı (Güneybatıya Bakış). 83
Foto 1. 14: Tetirlik Köyü'nün kuzeyinden geçen Doğu Anadolu Fayı (Güneybatıya Bakış). 84
Foto 1. 15: Gölbaşı Depresyonunun Doğu Sınırından Geçen Doğu Anadolu Fayı (Kuzeydoğuya Bakış). 84
Foto 1. 16: Aksu Çayı'nın Yön Değiştirmesine Neden Olan Heyelan Sahası ve Ön Planda Gölbaşı Gölü 86
Foto 1. 17: Aksu Çayı'nın İlk Çıkış Yeri Göz Kaynağı 92
Foto 1. 18: Sakçagöz Yakınlarındaki Ölü Deniz Fayı'nın Oluştuduğu Eğim Kırıklıkları..... 99
Foto 1. 19: Şatırhöyük Köyü Yakınlarında Ölü Deniz Fay Zonunda Oluşan Eğim Kırıklıkları..... 99
Foto 1. 20: Sakçagöz Kaynağı 100
Foto 1. 21: Sakçagöz Şelaleleri 101
Foto 1. 22: Taşbiçme Kaynağı..... 102
Foto 1. 23: Mizmilli Kaynağı 102
Foto 1. 24: Bağlama Kaynağı..... 103
Foto 1. 25: Havza İçerisinde En Yoğun Depremlerin Yaşandığı Bölgede Yer Alan Yerleşmeler 116

Foto 1. 26: Havza İçerisinde En Yoğun Depremlerin Yaşandığı İkinci Bölgede Yer Alan Yerleşmeler 116
Foto 1. 27: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Barajlar a)Ayvalı Barajı b)Kartalkaya Barajı 120
Foto 1. 28: Kartalkaya Barajı Gövdesinin Bulunduğu Alanda Yer Alan Doğrultu Atımlı Fay 122
Foto 1. 29: 6 Şubat Depremi Sonrası Kahramanmaraş Şehir Merkezinde Meydana Gelen Bazı Yıkımlar 128
Foto 1. 30: K.Maraş Şehir Merkezinde Meydana Gelen Yıkımın Uydu Görütüsü (Hayrullah Mahallesi) 129
Foto 1. 31: Deprem Sonrası Zarar Gören Pazarcık-Evri Yolu 130
Foto 1. 32: Deprem Bölgelerine Gönderilen İçme Suyu Yardımları 131
Foto 1. 33: Deprem Sonrası Su Kaynaklarında Meydana Gelen Bulanıklık..... 132
Foto 1. 34: KASKİ Tarafından Deprem Sonrası İçme Suyu İle İlgili Yayınlanan Duyuru 132
Foto 1. 35: Kartalkaya Barajı Gövdesinden Geçen Karayolu Üzerinde Meydana Gelen Hasarlar (Foto: Eflahun) 133
Foto 1. 36: Çiğli'nin Güneyinde Buğday Tarlalarında Oluşan Ötelenmeler..... 134
Foto 1. 37: Aşağı Kuyumcular Köyü Yakınlarında Meydana Gelen Çökme ve Göllenme Olayları 135
Foto 1. 38: Türkoğlu Ovasında Bulunan Sulama Kanallarında Ötelenmeye Bağlı Oluşan Deformasyonlar 136
Foto 1. 39: Sulama Kanalında Deprem Sarsıntıları Sonucunda Oluşan Deformasyonlar 136
Foto 1. 40: Engizek Dağı (Güneyden- Kuzeye Bakış) 145
Foto 1. 41: Öksüz Dağı ve Zorkun Dere (Kuzeyden- Güneye Bakış)..... 146
Foto 1. 42: Engizek Dağı ve Zorkun Göleti (Kuzeyden- Güneye Bakış) 146
Foto 1. 43: Öksüz Dağı ile Erince Dağı Arasında Akış Gösteren Aksu Çayı Vadisi 147
Foto 1. 44: Gölbaşı Depresyonuna Açılan Aksu Çayı Vadisi 147
Foto 1. 45: Kandil Dağı ve Sakarkaya Dağı Arasında Yer Alan Kısık Boğazı (Güneyden Kuzeye Bakış) 148
Foto 1. 46: Kısık Dere ve Gölbaşı Depresyonuna Açılış 149
Foto 1. 47: Havzanın Kuzey Sınırını Oluşturan Ahır Dağı 150
Foto 1. 48: Kahramanmaraş Şehir Merkezinin Kuzeyinde Yer Alan Ahır Dağı ve Güneyde Yer Alan Maraş Ovası 151
Foto 1. 49: Havza İçerisinde Uzanış Gösteren Amanos Dağları (Güneydoğudan-Kuzeybatıya Bakış) 152
Foto 1. 50: Öksüz Dağı'nın Kuzey Yamaçlarındaki Eğimli Alanlar 160
Foto 1. 51: Sakarkaya Dağının Batı Yamaçlarındaki Birikinti Konileri (a) ve Kısık Dere Vadi Tabanı (b) 161

Foto 1. 52: Çataldağ'ın Doğu Yamaçlarındaki Eğimli Alanlar (a) ve Bu Yamaçlarda Görülen Birikinti Konileri (b) 161
Foto 1. 53: Kısık Dere'nin Sularının Döküldüğü Haydarlı Regülatörü 162
Foto 1. 54: Kartalkaya Barajı'nın Mansabından Sonraki Aksu Çayı'nın Taşkın Yatağında Biriktirdiği Malzemeler 163
Foto 1. 55: Aksu Çayı'nın Taşkın Yatağı İçerisinde Kurulan Kum Ocakları 163
Foto 1. 56: Akdere ve Keklikdere Havzalarındaki Eğimli Alanlar 164
Foto 1. 57: Keklik Dere Vadi Tabanında Kurulan Tersip Bentleri ve Vadi Yamaçlarındaki Erozyon Alanları 165
Foto 1. 58: Ahırdağı'ndan Kaynağını Alarak Kahramanmaraş Şehir Merkezine İnen Akdere ve Keklik Dere 166
Foto 1. 59: Maraş Ovası'nda Menderesler Çizerek Akış Gösteren Aksu Çayı 166
Foto 1. 60: Kırıksırlık Deresi Üzerinde İnşa Edilen Tersip Bentleri (Fatihler Köyü) 167
Foto 1. 61: Dönüklü Dere Yatağında İnşa Edilmiş Olan Tersip Bentleri 168
Foto 1. 62: Maraş Ovasına Açılan Deliçay ve Taşkın Yatağı 169
Foto 1. 63: Geçmişte Deliçay Üzerine Kurulmuş Olan ve Deliçay'ın Yatak Değiştirmesi ile Boşa Çıkan Köprüler 169
Foto 1. 64: İmalı Deresi ve Üzerinde İnşa Edilen Kızıliniş Göleti 170
Foto 1. 65: Kar Dere ve Üzerinde İnşa Edilmiş Olan Tersip Bentleri 171
Foto 1. 66: Türkoğlu (Sağlık) Ovası ve Gavur Gölü Bataklığı 172
Foto 1. 67: Gavur Bataklığı ve Türkoğlu Ovası'nda Açılan Kurutma Kanalları 172
Foto 1. 68: Narlı Ovasında Akış Gösteren Aksu Çayı 173
Foto 1. 69: Maraş Ovasında Akış Gösteren Aksu Çayı ve Deliçay 173
Foto 1. 70: Kepirseki Uvalası 187
Foto 1. 71: Evriye Polyesi 188
Foto 1. 72: Evriye Polyesi ve Polyeyi Dış Drenaja Bağlayan Hançer Dere 189
Foto 1. 73: Polye Çevresindeki Arazide Görülen Delikli ve Oluklu Lapyalar 189
Foto 1. 74: Evriye Polyesinde İnsanların Su İhtiyaçlarını Giderdikleri Su Kuyularından Bir Örnek 191
Foto 1. 75: Evriye Polyesine Su Taşımada Kullanılan Su Tankerleri 192
Foto 1. 76: Evriye Çevresinde Köylüler Tarafından Karstik Yamaçlarda Yapılan Su Depolama Yapıları 192
Foto 1. 77: Bağlama Kaynağı 194
Foto 1. 78: Taşbiçme Kaynağı 194
Foto 1. 79: Mizmilli Kaynağı (Evri Mahallesi) 194
Foto 1. 80: İntersepsiyon Süreci ve Bileşenleri 273
Foto 1. 81: Ahır Dağı'nın Güney Yamaçlarında Yer Alan Kızılçam Ormanları 285
Foto 1. 82: Kapıçam Bölgesinde Yayılış Gösteren Kızılçam Ormanları 286
Foto 1. 83: İmalı Deresi'nin Güneyinde Alıçalan Tepesi (675 m) Yer Alan Kızılçam Ormanları 287

Foto 1. 84: Bademli Köyü Çevresinde Görülen Kızılçam ve Maki Karışımı Formasyonları 287
Foto 1. 85: Erikli Tepe Yamaçlarında Görülen Kızılçam ve Maki Formasyonları . 288
Foto 1. 86: Küçüknacar'ın Kuzeydoğusunda Yer Alan Eşekçi Tepe(1400 m) Yamaçlarında Görülen Sedir Ormanları 289
Foto 1. 87: Ahırdağ'ın Güney Yamaçlarında Ağaçlandırma ile Oluşturulmuş Sedir (Cedrus libani) Ormanları 289
Foto 1. 88: Küçüknacar Yakınlarında Yayılış Gösteren Sedir (Cedrus libani) Ormanları 290
Foto 1. 89: Köle Tepe (1905 m)'nin Güney Yamaçlarında Görülen Sedir, Göknar ve Meşe Orman Karışımları 291
Foto 1. 90: Elhencik Tepe (1566 m) Yamaçlarında Görülen Karaçam Ormanları 291
Foto 1. 91: Hacıağalar Köyünün Batısında Yer Alan Fıstık Çamı (Pinus pinea) Ormanları 292
Foto 1. 92: Havzanın Doğusunda Yer Alan Erikli Tepe Eteklerinde Yayılış Gösteren Maki Türleri 295
Foto 1. 93: Ayvalı Barajı'nın kuzeydoğusunda yer alan Karaçalı Mevkiinde Görülen Kızılçam ve Maki Formasyonları 296
Foto 1. 94: Önsen Hopuru Köyü Kayınlarında Görülen Karışık Meşe Ormanları . 297
Foto 1. 95: Kümperli Köyü Yakınlarında Görülen Tesbih Çalısı Formasyonları ... 297
Foto 1. 96: Öksüz Dağının Kuzey Yamaçlarında Yer Alan Meşe Formasyonları .. 298
Foto 1. 97: Erince Dağının Güney Yamaçlarında Yer Alan Meşe Formasyonları . 298
Foto 1. 98: Karabıyıklı Köyü Yakınlarında Garig Formasyonuna Ait Tüylü Laden (Cistus creticus) Türleri 300
Foto 1. 99: Hacıağalar Köyünün Kuzeybatısında Keyişdirseği Tepesi (980 m)'nin Güney Yamaçlarında Görülen Garig Formasyonuna Ait Tüylü Laden (*Cistus creticus*) Türleri 300
Foto 1. 100: Havzanın Güneybatı Kesiminde Elhencik Mevkiinde Görülen Başlıca Ot Formasyonları 302
Foto 1. 101: Karabıyıklı ve Beşçeşme Köyü Çevresinde Görülen Ot Formasyonları 303
Foto 1. 102: Sarılar Köyü Yakınlarında Görülen Kırmızı Akdeniz Toprakları 320
Foto 1. 103: Öksüz Dağı'nın Kuzey Yamaçlarında Görülen Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları 322
Foto 1. 104: Karabıyıklı Köyünün Doğusunda Görülen Bazaltik Topraklar 323
Foto 1. 105: Kahramanmaraş ve Narlı Ovalarında Yayılış Gösteren Alüvyal Topraklar 325
Foto 1. 106: Gölbaşı Depresyonu ve Türkoğlu Ovasında Yayılış Gösteren Alüvyal Topraklar ve Kurutma Kanalları 325
Foto 1. 107: Kısık Dere'nin Vadi Yamaçlarında Görülen Kolüvyal Depolar Üzerinde Görülen Kolüvyal Topraklar 327

Foto 1. 108: Ahır Dağı'nın Güney Yamaçlarında Keklik Dere'nin Vadi Yamaçlarında Görülen Kolüvyal Topraklar..... 327
Foto 1. 109: Kurutulmuş Olan Gavur Gölü Bataklık Alanında Görülen Organik Topraklar..... 331
Foto 1. 110: Gavur Gölü Bataklığını Islah Etmek Amaçlı Açılan Kurutma Kanalları 332
Foto 1. 111: Gavur Gölü Batak Alanında İlkbahar'da Meydana Gelen Su Baskınları (2022 Yılı Nisan Ayı) 332
Foto 1. 112: Türkoğlu-Kılılı Mahallesi Yakınlarında Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıflarına Ait Bazı Örnekler 335
Foto 1. 113: Birinci Sınıf Araziler ve Üzerinde Kurulmuş Olan Fabrikalar ve Konutlar..... 336
Foto 1. 114: Kurtlar Köyü'nün Doğusunda Maraş Ovası Çevresinde Görülen II. Sınıf Araziler..... 337
Foto 1. 115: Ahır Dağı ve Öksüz Dağı'nda Görülen VII. Sınır Araziler 339
Foto 1. 116: Eski Narlı Yakınlarında Yer Alan Aksu Çayı Taşkın Yatağı (a) ve Karabıyıklı Köyü Yakınlarında Faaliyet Gösteren Taş Ocakları (b) 339
Foto 1. 117: Keklik Dere Mevkiinde Görülen Şiddetli Erozyon Alanları 348
Foto 1. 118: Keklik Dere Vadi Tabanında Biriken Rüsubat Depoları Üzerinde Yetiştirilen Ceviz ve Zeytin Bahçeleri..... 349
Foto 1. 119: Akdere Üzerinde Kurulan Tersip Bendi ve Akdere'nin Şehre Girişte Bağlandığı Kapalı Kanal Girişi..... 350
Foto 1. 120: Akdere Mevkiinde Görülen Şiddetli Erozyon Alanları ve Vadi Tabında Kurulan Bitki Setleri 350
Foto 1. 121: Akdere Islah Çalışmaları Bilgi Panosu ve 1972 Yılında Yaşanan Sel ve Taşkın İle İlgili Bilgiler..... 351
Foto 1. 122: Öksüz Dağı'nda Görülen Şiddetli Erozyon Alanları 352
Foto 1. 123: Engizek Dağı'nın Güney Yamaçlarında Görülen Oyuntu Erozyon Alanları..... 353
Foto 1. 124: Kısık Dere Vadisinde Görülen Şiddetli Erozyon Alanları..... 355
Foto 1. 125: Kartalkaya Barajı 357
Foto 1. 126: Kırıksırlık Deresi Üzerinde Taşkın ve Rüsubat Taşınımını Engellemek İçin İnşa Edilen Tersip Bentleri. 359
Foto 1. 127: Dönüklü Deresi Üzerinde İnşa Edilen Tensip Bentleri ve Hemen Kıyısında Kurulan Yerleşmeler 360
Foto 1. 128: Orçan Çayı Üzerinde İnşa Edilen Tersip Bentleri ve Deliçay ile Birleşim Yeri..... 362
Foto 1. 129: Maraş Ovası'nda Akış Gösteren Deliçay..... 363

Foto 2. 1: Aksu Çayının İlk Kaynağı Olan Küçükcerit Yakınlarındaki Göz İsmi Verilen Kaynak 371
Foto 2. 2: Aksu Çayı'ndan Getirilen Su İle Çalıştırılmış Olan ve Günümüzde Terkedilmiş Tarihi Bir Değirmen 372
Foto 2. 3: Çağlayancerit Girişinde Yol Yapımı Çalışmaları Esnasında Bulunan Tarihi Su Yolu Kalıntıları 372
Foto 2. 4: Gölbaşı Depresyonunda Kurulmuş Olan Haydarlı Regülatörü..... 373
Foto 2. 5: Haydarlı Regülatöründen Sonra Akpınar HES Santraline Su Taşıyan Su Kanalları 374
Foto 2. 6: Kartalkaya Barajı 374
Foto 2. 7: Kartalkaya Barajından Sonra Aksu Çayı Sularının Su Kanallarına Verildiği Dehliz Bölgesi 376
Foto 2. 8: Kartalkaya Barajı'ndan Sonra Aksu Çayı Yatağında Kurulan Kum Ocakları 376
Foto 2. 9: Varto Köyü Yakınlarında Aksu Çayı Vadisi ile Sulama Kanalı ve Kurutma Kanalı Geçişleri 378
Foto 2. 10: Şekeroba Mahalle Merkezi İçerisinden Geçerken Kanal İçerisine Alınmış Olan Kar Dere Yatağı..... 378
Foto 2. 11: Gavur Gölü Bataklığını Islah Amaçlı Türkoğlu (Sağlık) Ovası'nda Açılmış Olan Kurutma Kanalları 379
Foto 2. 12: Varto Köyü Yakınların Akış Gösteren Aksu Çayı 379
Foto 2. 13: Aksu Çayı'nın Eski Dönemlerde Asi Nehri Havzası'na Akış Gösterdiği İleri Sürülen Nurdağı Yakınlarındaki Bölge 380
Foto 2. 14: Aksu Çayı'nın Önemli Yan Kollarından Deliçay 381
Foto 2. 15: Maraş Ovası'nda Aksu Çayı'nda Oluşan Menderesler 382
Foto 2. 16: Ceyhan Nehri (a) ve Sır Barajı (b) 382
Foto 2. 17: İnekli Gölü ve Çevresinde Yer Alan Bataklık Alanları 390
Foto 2. 18: Azaplı Gölü ve Çevresinde Yer Alan Bataklık Alanları..... 392
Foto 2. 19: Gölbaşı Gölü ve Gölbaşı Depresyonunda Açılan Kurutma Kanalları .. 392
Foto 2. 20: Gavur Gölü (Kaynak: http://www.turkoglu.gov.tr/gavur-golu)..... 394
Foto 2. 21: Gavur Gölü'nün Kurutulması İçin Açılan Drenaj Kanalları..... 395
Foto 2. 22: Gavur Gölü Tabanında Tarım Alanlarında Görülen Su Taşkınları (2020 Yılı) 396
Foto 2. 23: Gavur Gölü Tabanında Bulunan ve Günümüzde Maraş Müzesinde Sergilenen Antik Fil Fosili 399
Foto 2. 24: Kumaşır Gölü 400
Foto 2. 25: Yuvalı Dere'de Gaziantep'e İçme Suyu Temini İçin Açılan 30 Adet Su Kuyusu Alanı 410
Foto 2. 26: Havzadaki Bazı Önemli Kaynaklar (a- Bağlama b-Mizmilli c-Taşbiçme d-Kumaşır Kaynağı)..... 416
Foto 2. 27: Aksu Çayı'nın İlk Çıkış Yeri Olan Aksu Kaynağı 417

Foto 2. 28: Sakçagöz Kaynağı 418
Foto 2. 29: Sakçagöz Şelaleleri 418
Foto 2. 30: Kümperli Köyü'nde Köylülerin Dağ Yamaçlarındaki Kaynaklarından Evlerine Taşıdıkları Su hortumları 419
Foto 2. 31: Elhencik Tepesinde (1566 m) Bulunan Elhencik Kaynağı'ndan İçme Suyunu Temin Eden Bir Vatandaş. 419
Foto 2. 32: Kartalkaya Barajı (a-Mayıs ayı b- Ekim ayı) 425
Foto 2. 33: Kartalkaya Barajı'da İnşa Edilen HES Santralleri (a-Dipsavak'ta yer alan HES. b-Kesme regülatöründeki HES). 425
Foto 2. 34: Baraj Sularının Dehliz Yakınlarında Akarsu Vadisinden Su Kanallarına Aktarılması 425
Foto 2. 35: Kartalkaya Barajı'na Su Takviyesi Yapılan Göksu Çayı Üzerinde Kurulmuş Olan Çataltepe Pompa İstasyonu 429
Foto 2. 36: Gölbaşı Depresyonunda Yer Alan Gölbaşı Gölü ve Azaplı Gölü Arasında Su Transferi Yapılan Su Kanalları 429
Foto 2. 37: Azaplı Gölü, İnekli Gölü Arasında Su Transferi Yapılan Su Kanalları 429
Foto 2. 38: Kartalkaya Barajı 430
Foto 2. 39: Kartalkaya Barajı Sonrası Narlı Civarındaki Aksu Çayı Yatağında Meydana Gelen Tahribatlar 431
Foto 2. 40: Ayvalı Barajı 433
Foto 2. 41: Erkenez Çayı Yatağında Kurulan ve İşletilmekte Olan Bir Kum Ocağı 435
Foto 2. 42: Ceyhan Nehri Üzerinde Kurulmuş Olan Sır Barajı 436
Foto 2. 43: Sır Barajı'ndaki Su Seviyesine Bağlı Olarak Sır Barajı'nın Aksu Çayı Havzası İçerisindeki Durumu 437
Foto 2. 44: Aksu Çayı Havzası İçerisinde Görülen Sır Barajının Çekilme Alanları (Eylül-2020). 438
Foto 2. 45: Sır Barajı'nın Çekilme Alanlarını Oluşturan Maraş Ovası'nda Aksu Çayı'nın Oluşturduğu Taraçalar 439
Foto 2. 46: Zorkun Göleti (Çağlayancerit) 442
Foto 2. 47: Kızıliniş Göleti (Türkoğlu) 442
Foto 2. 48: Kurumuş Haldeki Balıkalan Göleti (Nurdağı) 443
Foto 2. 49: Çakmak Göleti ve Kıyısında Yer Alan Bir Höyük (Nurdağı) 443
Foto 2. 50: Kurumuş Durumda Olan Nogaylar Göleti (Nurdağı) 444
Foto 2. 51: Hamidiye Göleti (Nurdağı) 444
Foto 2. 52: Yamaçoba Göleti (Şehitkamil) 445

Foto 3. 1: Aksu Çayı'nda İlk Olarak Endüstriyel Kirlenmeye Neden Olan Öznecik Deresi 452

Foto 3. 2: Karaçay'a Deşarj Edilen Endüstriyel Atık Sularının Meydana Getirdiği Kimyasal Kirlilik..... 452
Foto 3. 3: Tekstil Fabrikalarından Bırakılan Endüstriyel Atık Sularla Kirlenmiş Olan Erkenez Çayı 453
Foto 3. 4: Aksu Çayı'nın Önemli Kollarından Birini Oluşturan Deliçay (Aksu Çayı ile Birleşmeden Hemen Önce) 453
Foto 3. 5: Deliçay'ın Sularının Aksu Çayı'nın Kirli Sularıyla Birleşerek Sır Barajına Döküldüğü Alan 454
Foto 3. 6: Aksu Çayı'nın Sularının Döküldüğü Sır Barajında Yaşanan Kimyasal Kirlilik Görüntüleri 454
Foto 3. 7: Aksu Çayı ve Yan Kolları Üzerinden Alınan Numune Örnekleri 457
Foto 3. 8: Türkoğlu Ovası'nda Yer Alan Kurutma Kanallarında Meydana Gelen Ötrofikasyon Süreçleri 463
Foto 3. 9: Maraş Ovası'nda Mısır Tarımında Yapılan Aşırı Sulama ve Fazla Suların Akarsulara Drene Edilmesi 471
Foto 3. 10: Yeşilyurt Mahallesinin Kanalizasyon Sularının Deliçay'a Deşarj Edilmesi 472

Foto 4. 1: Maraş Ovası'nda Salma Sulama İle Yetiştirilen Mısır Üretim Alanları. 510
Foto 4. 2: Maraş Ovası'nda Mısır Üretiminde Uygulanan Salma Sulama Teknikleri 510
Foto 4. 3: Maraş Ovası'nda Yer Fıstığı Üretiminde Kullanılan Yağmurlama Sulama Sistemleri 511
Foto 4. 4: Narlı Ovası'nda Sebze Üretiminde Kullanılan Damla Sulama Sistemi.. 511
Foto 4. 5: Kahramanmaraş Şazibey Camii'nde Lavabolardaki Kaynak Sularının Kullanımı 513
Foto 4. 6: Kahramanmaraş Şehir Merkezi (Onikişubat + Dulkadiroğlu İlçeleri) ... 516
Foto 4. 7: Ceyhan Nehri Üzerinde Kurulmuş Olan Kılavuzlu Barajı 524
Foto 4. 8: Menzelet Barajı..... 524
Foto 4. 9: Kılavuzlu Sulama Sisteminin Ana İletim Hattı (Türkoğlu Ovası)..... 524
Foto 4. 10: Kılavuzlu Sulaması İle Yüzey Sulamasına Kavuşan Cüceli Köyünde Biber Üretimi Yapan Çiftçiler..... 525
Foto 4. 11: Yeşilyurt ve Selimiye Mahallesine Tarımsal Sulama Suyu Taşıyan Su Kanalları..... 526
Foto 4. 12: Deliçay'ın Yaz Mevsimindeki Su Durumu ve Akarsu Çevresinde Görülen Bazı Sucul Kuş Türleri (Deliçay Köprüsü)..... 526
Foto 4. 13: Ceyhan Havzası'ndan Asi Havzası'na Su Transferi Yapılan Su Kanalı-Ana İletim Hattı..... 528
Foto 4. 14: Gölbaşı İlçe Merkezi (Adıyaman)..... 529

Foto 4. 15: Göksu Çayı Üzerinde Kurulan Regülatörden Alınan ve Gölbaşı Depresyonuna Aktarılan Sular 530
Foto 4. 16: Gölbaşı Gölü'ne Aktarılan Suları Azaplı ve İnekli Gölüne Aktaran Su Kanalları 530
Foto 4. 17: Gölbaşı Depresyonunda Yer Alan Regülatörde Biriken Suların Kanalları Alınması 531
Foto 4. 18: Kartalkaya Barajı 531
Foto 4. 19: Mizmilli Yeraltı Su Kuyuları ve Pompa İstasyonları 534
Foto 4. 20: Kartalkaya Barajı ve Pompa İstasyonları 534

KISALTMALAR LİSTESİ

AAY : Aritmetik Artış Yöntemi

AFAD : Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

BOİ : Biyolojik Oksijen İhtiyacı

BSKY : Bütüncül Su Kaynakları Yönetimi

BSŞ : Birinci Su Şurası

ÇED : Çevre Etki Değerlendirmesi

ÇO : Çözünmüş Oksijen

DAFZ : Doğu Anadolu Fay Zonu

EEA : Avrupa Çevre Ajansı

GAM : Geometrik Artış Metodu

GAP : Güneydoğu Anadolu Projesi

GASKİ : Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi Müdürlüğü

HGK : Harita Genel Komutanlığı

H–OMGİ : Havaalanı Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu

ICOLD : Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu

IPCC : Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli

IWRM : Integrated Water Resources Management

İBM : İller Bankası Metodu

İRAP : İl Afet Risk Azaltma Planı

KAFZ : Kuzey Anadolu Fay Zonu

KASKİ : Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Müdürlüğü

KİÇDR : Kahramanmaraş İl Çevre Durum Raporu

KOİ : Kimyasal Oksijen İhtiyacı

KOP : Konya Ovası Projesi

KRDAE : Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü

M.Ö : Milattan Önce

MEVBİS : Meteorolojik Veri Bilgi Satış ve Sunum Sistemi

MTA : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

NDVI : Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi

OBKP : On Birinci Kalkınma Planı

OKP : Onuncu Kalkınma Planı

OMGİ : Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu

OSİB : Orman ve Su İşleri Bakanlığı

ÖDFZ : Ölü Deniz Fay Zonu

RIS : Rezervuar Kaynaklı Depremler

SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition

SKP : Sekizinci Kalkınma Planı

SYGM : Su Yönetimi Genel Müdürlüğü

TAGEM : Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

TOB : Tarım ve Orman Bakanlığı

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

TÜSİAD : Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği

UÇEP : Ulusal Çevre Eylem Planı

UHYS : Ulusal Havza Yönetim Stratejisi

UNWWDR : Birleşmiş Milletler Dünya Su Kalkınma Raporu

ÜSİAD : Ulusal Sanayici ve İşadamları Derneği

WMO : Dünya Meteoroloji Teşkilatı

WSSD : Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi

WWF : World Wildlife Fund

GİRİŞ

Dünya üzerindeki tüm canlıların biyolojik olarak yaşaması ve bu yaşamın devamı için gerekli olan tüm doğal ekolojik şartların sürdürülebilirliğinin devam edebilmesi ancak o bölgede yeterli düzeyde suyun varlığı ile mümkündür. Nicelik ve nitelik yönünden yeryüzünde düzensiz bir dağılış gösteren su, doğada canlılar açısından yerine kullanılabilecek hiçbir alternatifi bulunmayan ve canlılara hayat garantisi sunan yaşamsal bir kaynaktır. En temelde canlıların içme suyu ihtiyacının karşılanması ve bunun yanında gerekli olan tüm besin ve barınma gibi ihtiyaçlarının giderilmesi konusunda uygun çevresel koşulların oluşabilmesi de doğrudan veya dolaylı olarak yine su ile ilgili konulardır. Bu yönüyle su, yeryüzündeki yaşamın temeli, uygarlıkların kökeni ve ekolojinin temel taşını oluşturur (Lei, 2018). Başka bir deyişle çok boyutlu bir konu olarak su, insan yaşamı güvencesinin bir ön koşuludur (Tortajada and Fernandez, 2018:1).

Dünyamızın % 70'i sularla kaplıdır. İlk bakışta dünyamız su varlığı açısından oldukça zengin bir gezegen olduğu düşünülse de sahip olduğu sularının % 97'sini deniz ve okyanuslarda bulunan tuzlu sular oluştururken, bu suların sadece % 3'ünü tatlı sular oluşturur. Bu tatlı suların ise üçte ikisini buzullar ve yer altı suları oluşturmaktadır. Kısacası insanlar dünyadaki toplam su varlığının sadece % 1'den daha azını kullanabilmektedir. Hidrolojik döngü sayesinde suyun geri dönüşümünün sınırsız bir şekilde devam etmesinden dolayı dünyamızda küresel anlamda bir su kıtlığı yoktur ancak buna karşın gerek dünyadaki nüfus artışı ve gerekse dünya üzerinde meydana gelen iklim değişikliği gibi faktörlerden dolayı bölgesel su kıtlığı sürekli olarak artmaktadır (Yılmaz, 2009: 3).

Dünyamızın brüt su potansiyeline bakıldığında bu hesaplama, genel olarak karalar üzerinde gerçekleşen toplam yağış ile toplam buharlaşma miktarı arasındaki farka dayalı olarak belirlenir. Dünyamıza yılda 390 000 milyar m^3 okyanuslara ve 110 000 milyar m^3 ise karalara olmak üzere toplam 500 000 milyar m^3 yağış düşmektedir. Okyanusa düşen yağışların 430 000 milyar m^3'ü ve karalara düşenin ise 70 000 milyar m^3'ü ise tekrar buharlaşarak atmosfere geri dönmektedir. Okyanuslardaki buharlaşma miktarı, okyanuslara düşen yağış miktarından 40 000 milyar m^3 daha fazla olduğu

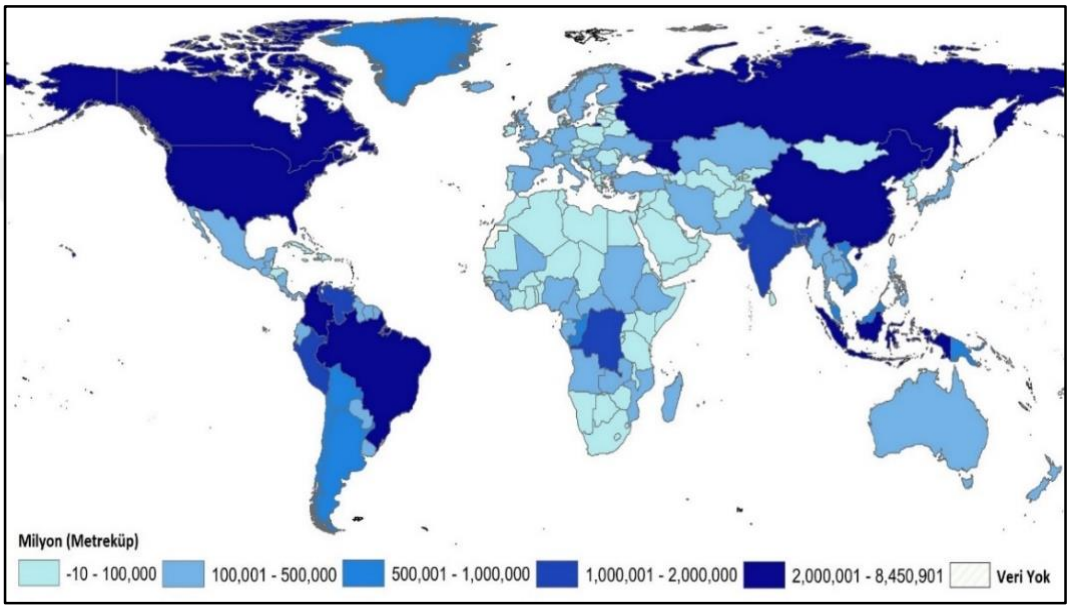
görülmektedir. Bu fazlalık karalara düşen 110 000 milyar m^3 yağış ile 70 000 milyar m^3 buharlaşma sonrası geri kalan 40 000 milyar m^3'lük kesim oluşturmaktadır. Kısacası Dünyamızın brüt su potansiyeli miktarı 40 000 milyar m^3 olduğu görülmektedir. Fakat bu su miktarının üçte ikisi, buzullar ile bataklıklarda ve yer altı derinliklerinde tutulmakta ya da taşkınlardan dolayı kaybedilmektedir. Bu faktörler de dikkate alındığında Dünyamızın net su potansiyelinin 14 000 milyar m^3 olduğu görülmektedir. Dünyamız için belirlenmiş olan net su potansiyelinin belli bir bölümü insanlar tarafından yerleşime uygun olmayan bölgelerde veya yeraltında insanlar tarafından ulaşılamayan derinliklerde bulunduğundan, yapılan birçok kabullere göre sosyoekonomik sistemde insanlar tarafından gerçekte kullanılabilir net su potansiyelinin 9 000 milyar m^3 olduğu tahmin edilmektedir (Gönenç, 2006:2). Dünyanın belirlenen bu toplam su potansiyeli yeryüzünde kıtalara göre düzenli bir dağılış göstermez (Tablo 1.1).

Tablo 1. 1: Dünya Üzerindeki Kıtaların Su Dengesi (Yanmaz ve Usul, 2006:14'e göre düzenlenmiştir.)

Kıta	**Yağış (yıl/mm)**	**Buharlaşma (yıl/mm)**	**Akış (yıl/mm)**	***Kayıp Yüzdesi (%)***
Afrika	670	510	160	76,12
Asya	610	390	220	36,0
Avustralya	470	410	60	87,2
Avrupa	600	360	240	60,0
Kuzey Amerika	670	400	270	59,7
Güney Amerika	1350	860	490	63,7

Dünya genelinde kıtaların toplam yağış ortalamalarına bakıldığında en çok yağışı 1350 mm ile Güney Amerika'nın, en düşük ise 470 mm ile Avustralya'nın aldığı görülmektedir. Bunun yanında su bütçesinin belirlenmesinde en temel kayıpları oluşturan buharlaşma miktarlarına bakıldığında ise en çok buharlaşma 860 mm ile yağışın en çok düştüğü Güney Amerika'da meydana gelirken en düşük buharlaşma ise 360 mm ile Avrupa'da gerçekleştiği görülmektedir. Buharlaşma miktarlarının yağış miktarlarına oranlandığında en fazla su kaybının % 87,2 ile Avustralya'da ve % 76,1 ile Afrika'da meydana geldiği görülmektedir. Buralar aynı zamanda yüzeysel akışa geçen su miktarı açısından da en fakir yerler olması açısından su problemlerinin en yüksek olduğu kıtalar olduğu görülür (Tablo 1.1).

Dünya üzerindeki toplam tatlı su kaynakları potansiyeli kıtalara göre eşit ve düzenli dağılış göstermediği gibi maalesef ülkelere göre dağılışta da aynı durum söz konusudur. Su varlığı bir kıta üzerinde yer alan ülkeler arasında bile farklılık gösterir. Dünya üzerinde ülkelere göre uzun dönem yıllık ortalamalara göre belirlenmiş olan yer altı ve yer üstü kaynakları ile birlikte toplam yenilenebilir tatlı su potansiyelleri ise harita 1.1'de verilmiştir.



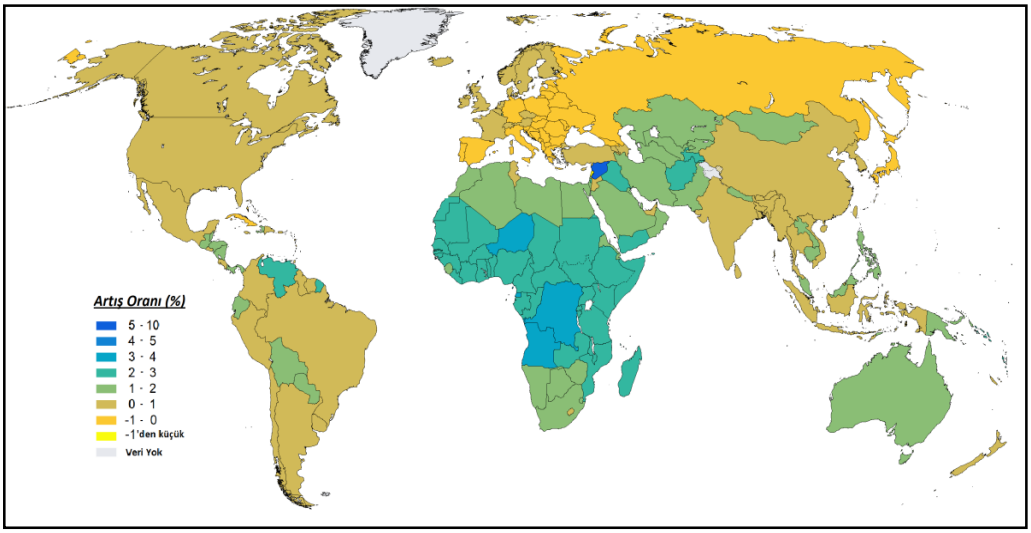
Harita 1. 1: Ülkelerin Uzun Yıllar Ortalamalara Göre Yenilenebilir Tatlı Su Potansiyelleri (UN, 2011).[1]

Dünya üzerinde toplam tatlı su potansiyeli açısından en zengin olan ülkelere bakıldığında ABD, Kanada, Rusya, Brezilya, Kolombiya, Endonezya gibi ülkelerin toplam su potansiyeli açısından en zengin olan ülkeler olduğu görülmektedir. Su potansiyeli açısından en fakir olan ülkelere bakıldığında özellikle Afrika ülkelerinden Fas, Cezayir, Tunus, Mısır, Sudan, Çad, Nijer, Tanzanya, Moritanya, Somali, Kenya Güney Afrika, Zimbabve, Namibya, Bostvana gibi ülkelerin su varlığı açısından fakir ülkeler olduğu görülmektedir. Bunun yanında Arap Yarımadasında yer alan Suudi Arabistan, Umman, Yemen, Suriye ile Irak ülkeleri ile Asya'da yer alan Moğolistan, Afganistan, Tacikistan, Türkmenistan, Özbekistan ve Kırgızistan ile Kuzey Kore ve Güney Kore ülkelerinin su varlığı açısından fakir olan ülkeler olduğu görülmektedir. Avrupa'da birçok ülke su varlığı açısından durumları iyi olduğu görülse de Polonya,

[1] https://unstats.un.org/unsd/environment/envpdf/Water_Resources.pdf adresinden 23.03.2021 tarihinde alınmıştır.

Belarus, Estonya, Litvanya, Letonya ve Portekiz gibi ülkelerin tatlı su potansiyelleri az olan ve su varlığı açısından fakir olan ülkeler grubunda yer aldığı görülmektedir (Harita 1.1).

Su varlığı açısından kıtaların sahip oldukları su potansiyeli yanında sahip oldukları toplam nüfus miktarı ve nüfus artış oranları ile ayrıca üzerinde yer alan ülkelerin gelişmişlik durumları ve o bölgede yaygın olan ekonomik faaliyetler de önemli bir husustur. Bu nedenle kıtalar ölçeğinde bir su varlığı değerlendirilmesi yapılırken doğru bir değerlendirilme yapılabilmesi için yalnızca kıtaların yağış ve buharlaşma dengeleri değil aynı zamanda kıtalar üzerindeki toplam nüfus miktarı, nüfus artış oranları, gelişmişlik düzeyleri ve yaygın olan ekonomik faaliyetlerin de dikkate alınması gerekir. Bunlar içerisinde nüfus artışı hiç şüphesiz dünyanın en önemli mega trendlerinden birini oluşturur ve diğer tüm mega trendlerle iç içedir (Varis, 2018:41). Çünkü dünya üzerinde su tüketimini ilgilendiren tüm konuların merkezinde insan faktörü yer almaktadır. Dünya genelinde ülkelere göre tatlı su kaynaklarının dağılışı düzenli olmadığı gibi ülkelerin nüfus miktarları ve nüfus artış oranları da düzenli değildir (Harita 1.2).



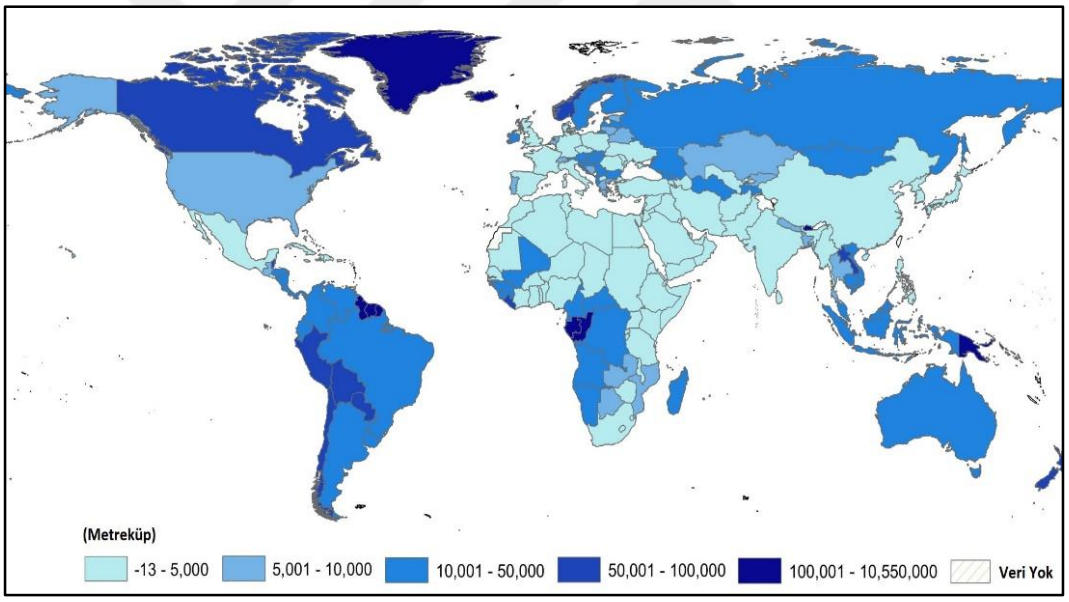
Harita 1. 2: Dünyada ülkelerin nüfus artış oranları (UN, 2019'dan düzenlenerek alınmıştır)[2]

Dünya genelindeki ülkelerin nüfus artış oranlarına bakıldığında özellikle Afrika ve Ortadoğu ülkelerinde nüfus artış oranlarının diğer ülkelere göre oldukça

[2] https://population.un.org/wpp/Maps/ adresinden 17.04.2021 tarihinde alınmıştır.

yüksek olduğu görülmektedir (Harita 1.2).Bu ülkelerin öncelikle iklimden kaynaklı nedenlerden dolayı su potansiyelleri azdır. Aynı zamanda bu bölgelerdeki ülkelerde nüfus artış oranlarının oldukça yüksek oranlarda seyretmesi bu bölgelerde günümüzde hâlihazırda yaşanmakta olan su azlığı sorunlarının gelecekte çok daha ciddi sorunlara dönüşmesi ihtimalini güçlendirmektedir.

Ülkelerin su varlığı konusundaki durumunu ortaya koyan en önemli göstergelerden biri, kişi başına düşen tatlı su miktarıdır. Günümüzde ülkelerin su varlığı açısından zengin ya da fakir olarak belirlenmesine yönelik yapılan sınıflandırmaların çoğunda kişi başına düşen tatlı su miktarı dikkate alınmaktadır. Dünyada ülkelere göre kişi başına düşen uzun dönem yıllık ortalama yenilenebilir tatlı su miktarı oranları harita 1.3'te gösterilmiştir.

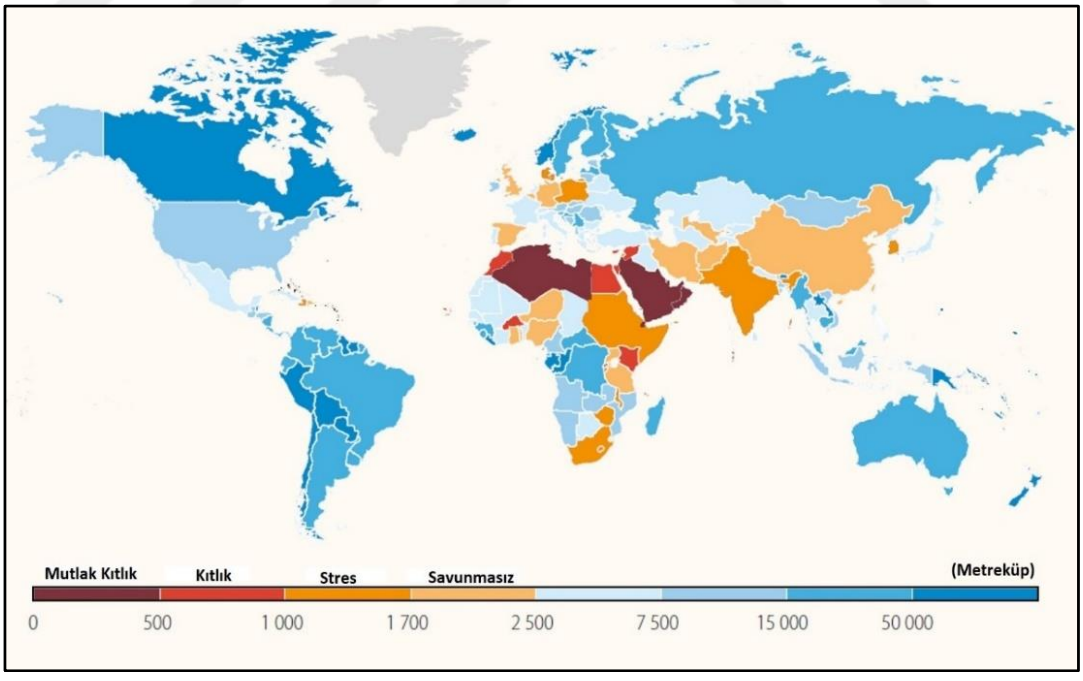


Harita 1. 3: Ülkelere göre kişi başına düşen yıllık ortalama yenilenebilir tatlı su kaynakları (UN, 2011).[3]

Kişi başına düşen su miktarının belirlenmesinde ülkelerin iklim özelliklerinin yanı sıra aynı zamanda toplam nüfus miktarının da etkisinin oldukça önemlidir. Örneğin Çin ve Hindistan dünya üzerinde tatlı su potansiyeli yüksek olan ülkelerden biri olmasına karşın sahip oldukları yüksek nüfus miktarları nedeniyle kişi başına

[3] https://unstats.un.org/unsd/environment/waterresources.htm adresinden 23.04.2021 tarihinde alınmıştır.

düşen 5 000 m^3'ten düşük olan su miktarı ile Kuzey Afrika'da ve Arap Yarımadasında yer alan ve çöl iklimi görülen ülkeler ile aynı sınıfta yer aldıkları görülmektedir. Aynı durum bizim ülkemiz için de söz konusudur. Ülkemiz ülkeler arasında kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su varlığı açısından dünya genelinde yapılan sınıflandırmada, kişi başına düşen yıllık ortalama suyu 5000 m^3'ten daha az olan ve su varlığı açısından fakir olan Kuzey Afrika ülkeleri ile aynı sınıfta yer aldığı görülmektedir (Harita 1.3). Ancak yapılan sınıflandırmada kişi başına düşen tatlı su miktarı 5000 m^3'ten düşük olan su fakiri olan ülkeler arasında da su varlığı miktarı olarak kendi içinde çok büyük farklar görülmektedir. Örneğin bu ülkeler içerisinde yer alan Mısır, Fas, Suriye, Kenya gibi ülkelerde 1000 m^3 kişi başına düşen su miktarı ile "kıtlık" durumu yaşanırken diğer yandan kişi başına düşen su varlığı 500 m^3'ten az olan Libya, Tunus, Cezayir, Suudi Arabistan, Yemen ve Umman gibi ülkelerde ise "mutlak su kıtlığı" görülmektedir. 2014 Yılında yayınlanan Birleşmiş Milletler Dünya Su Kalkınma Raporu (UNWWDR) verilerine göre ülkelerin kişi başına düşen gerçek yenilenebilir su varlığı harita 1.4'te verilmiştir.



Harita 1. 4: Kişi Başına Düşen Gerçek Yenilenebilir Su Kaynakları Miktarı (UN, 2014:177)

Su varlığı açısından fakir olan ülkelere bakıldığında bunlar içerisinde yer alan bazı petrol zengini ülkeler dışındaki çoğu ülke, ekonomik anlamda çok güçlü ülkeler

olmadığı görülmektedir. Su kaynaklarından en verimli şekilde yararlanabilmek için baraj yapımı, su transfer projeleri, depolama, dağıtım ve su kayıplarının önüne geçme konusunda yapılması gerekenler, büyük maliyet gerektiren yatırımlar olması nedeniyle bu ülkelerin çoğunda bunu sağlayacak ekonomik gücün bulunmaması, bu ülkelerde zaten küresel anlamda az ve fakir olan su potansiyellerinin tam anlamıyla kullanılamamasına neden olmaktadır.

Tarihsel olarak bakıldığında 1960-2000 yılları arasında küresel olarak kişi başına tüketilen tatlı su miktarında % 20 oranında artış yaşanmıştır. Ulusal büyüme, bölgesel ve mevsimsel su sıkıntıları nedeniyle dünyanın su kaynakları önemli bir baskı altında olması; ulusal hükümetler, uluslararası kalkınma ve çevre toplulukları için dünyanın birçok yerinde ciddi zorluklar yaratmaktadır. Dünya genelinde su kaynaklarının eşit bir dağılım göstermemesi nedeniyle dünya nüfusunun sadece % 15'i oranında görece su bolluğu ile yaşarken dünyadaki ülkelerin büyük çoğunluğu orta ve şiddetli oranda su stresi yaşamaktadır (Vorosmarty et. al. 2005, Ringler et. al, 2010:4).Ülkelerin artan nüfusları ve yaşam standartlarına bağlı olarak günümüzde dünyada su bolluğu yaşayan ülke oranları azalırken, gelecekte su stresi çeken ülke oranlarının ise daha da artacağını söylemek mümkündür.

Türkiye'nin su potansiyeline bakıldığında ülkemizin 1951-2000 yılları arası yıllık ortalama yağışı 643 mm olarak hesaplanmıştır. Bu yıllık ortalama yağış ise ülkemizin yüzölçümü dikkate alındığında 501 milyar m^3 suya tekabül etmektedir. Ülkemize düşen bu toplam suyun 274 milyar m^3'ü buharlaşma yoluyla tekrar geri atmosfere dönerken, diğer yandan 41 milyar m^3 ise sızmaya uğrayarak yer altı sularını besler. Diğer yandan komşu ülkelerden doğan ve ülkemize gelen akarsular tarafından da 7 milyar m^3 su ülkemizin su potansiyeline dahil olur. Sonuç olarak, yüzeysel akışa geçen, yer altına sızan ve komşu ülkelerden gelen su miktarları değerlendirildiğinde ülkemizin brüt toplam tatlı su potansiyeli 234 milyar m^3 olarak hesaplanmıştır. Değişik aşamalardaki projeler esas alınarak yapılan bazı kabuller ve değerlendirmeler sonucunda ülkemizin ekonomik anlamda tüketilebilecek yüzey ve yer altı su potansiyelinin toplam 110 milyar m^3 olduğu kabul edilmektedir. Kullanılabilir toplam su potansiyelinin 95 milyar m^3'ünü ülkemiz sınırları içerisinde doğan akarsular, 12

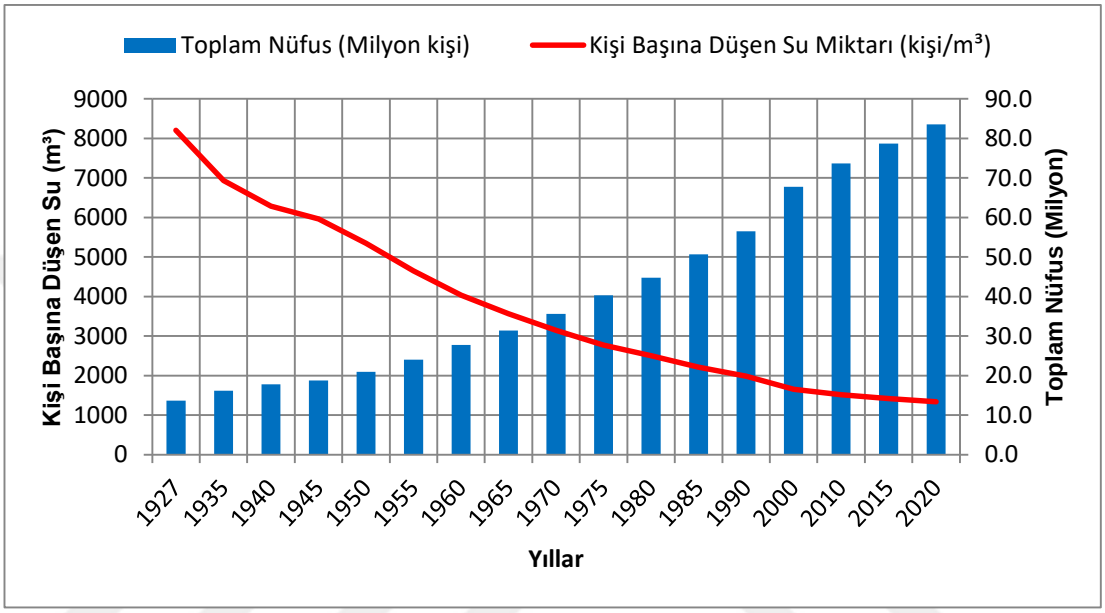
milyar m^3'ünü ise yer altı suları ve 3 milyar m^3'ünü ise komşu ülkelerden gelen sular oluşturmaktadır (SKP, 2001:27).

Ülkemizin 1981-2010 yılları arasındaki yağış ortalamasına bakıldığında, bu değer 574 mm olarak hesaplanmıştır. Buna göre ülkemize yağışlarla düşen toplam brüt su potansiyeli 450 milyar m^3 olarak hesaplanmıştır. Bu suyun 172 milyar m^3'ü akarsular yoluyla yüzeysel akışa geçerek denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşaltılmaktadır. Ülkemizin hidrojeolojik etüt çalışmaları sonucunda ise toplam 23 milyar m^3 yer altı suyu tespit edilmiş ve bu yer altı suyunun ise 18 milyar m^3'lük bir kısmı emniyetli rezerv olarak hesap edilmiştir. Ülkemizin toplam su potansiyeline bakıldığında ise 94 milyar m^3 yerüstü ve 18 milyar m^3 ise yer altı suları olmak üzere toplam kullanılabilir net su potansiyeli 112 milyar m^3 olarak hesaplanmıştır. Günümüzde bu potansiyelin 54 milyar m^3'lük bir kısmı kullanılmaktadır. Tüketilen suların sektörel dağılımına bakıldığında 40 milyar m^3'ü tarım sulamada, 7 milyar m^3'ü içme ve kullanma suyu olarak ve 7 milyar m^3'ü de sanayide kullanılmaktadır. Su tüketiminin % 74'ü tarımda, % 13'ü içme ve kullanma suyu olarak ve diğer % 13'ü de sanayide kullanılmaktadır (OBKP, 2018:2). Ülkemizin toplam su potansiyeli hesaplamalarına göre ülkemizin 1951-2001 yılları arası 643 mm olarak belirlenen yıllık ortalama yağış miktarının, 1981-2010 yılları arası verilerine göre 69 mm azalarak 574 mm'ye düştüğü ve toplam yağış ile ülkemize sağlanan 501 milyar m^3 olan brüt su miktarının ise 51 milyar m^3 azalarak 450 milyar m^3'e gerilediği görülmektedir. İklim özelliklerine bağlı olarak meydana gelen bu azalma, yaklaşık ülkemizde tüketilen yıllık toplam su miktarına yakın bir miktar olduğu görülmektedir. Diğer yandan ülkemiz için en son yapılan toplam su potansiyeli hesaplamasında yıllık ortalama yağış miktarı ve brüt su potansiyelinde azalma yaşanmış olmasına rağmen ülkemizin kullanılabilir net su potansiyelinin artmış olması DSİ tarafından yapılan su potansiyeli hesaplamalarının yeniden gözden geçirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca şunu belirtmek gerekir ki ülkemizdeki toplam su potansiyeli hesaplamalarında kullanılan yıllık ortalama yağış değerleri meteoroloji istasyonları verileri üzerinden hesaplanmaktadır. Ülkemiz yer şekilleri ve iklim özellikleri açısından oldukça çeşitlilik gösteren bir ülke olması nedeniyle yağışın alansal dağılışında büyük farkların olduğu görülür. Bu nedenle ülkemizde yıllık ortalama

yağışın en doğru şekilde hesaplanabilmesi için meteoroloji istasyonlarının ülkemizdeki coğrafi farklılıkları en iyi şekilde temsil edebilmesi, ülkede kurulmuş olan istasyon sayıları ile çok yakın ilişki içerisindedir. Ölçüm yapılan meteoroloji istasyonu sayısı ne kadar fazla ise yağışın bölgesel farklılıkların da hesaplamadaki etkileri ortaya konularak en doğru yağış miktarının hesaplanmasına yardımcı olur. Ayrıca meteoroloji istasyonları kuruldukları yerlerde o bölgedeki yağışı en iyi temsil edecek yerlerde kurulmuş olmaları da gereklidir. Az sayıda kurulmuş olan istasyonlar üzerinden geniş alanlar için yapılan alansal yağış tahminleri pek güvenilir sonuçlar vermez. Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO)'nun bu konuda belirlediği bazı kurallar bulunmaktadır. Yağış ölçen meteoroloji istasyon sayıları bölgeden bölgeye de farklılık gösterir. Dünya Meteoroloji Teşkilatı'na göre Tropik ve Akdeniz ikliminin etkili olduğu düz alanlarda 600-900 km^2'ye bir yağış ölçer konulması tavsiye edilirken Akdeniz iklim bölgelerindeki dağlık alanlarda 100-200 km^2'ye bir meteoroloji istasyonu kurulması önerilmektedir (Şen, 2003a:99). Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) doğru bir yağış ölçümü için her 25 km^2'ye bir meteoroloji istasyonu kurulması önerirken bu durum ülkemizde maalesef 438 km^2'ye bir meteoroloji istasyonu düşmektedir (Gönenç, 2006:75). Hiç şüphesiz son yıllarda kurulan gözlem istasyonları ile ülkemizdeki meteoroloji gözlem istasyonu sayımız artmıştır. 2019 yılında Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Türkiye Meteorolojik Gözlem Sistemleri İstatistiksel Analizleri (1970-2019) raporunda ülkemizde kurulu olan toplam gözlem istasyonu sayısı 1872 olarak belirtilmiştir. DSİ tarafından ülkemizin su potansiyelinin hesaplanmasında ülkemizin toplam yüz ölçümü 783.577 km^2 olarak dikkate alınmıştır.[4] Ülkemizin yüzölçümü ve meteoroloji istasyonu sayıları dikkate alınırsa, günümüzde her 416 km^2'ye bir gözlem istasyonu düşmektedir. Bu oran, WMO tarafından belirtilen oranın çok üzerinde bir değer olduğu görülmektedir. Bu nedenle ülkemizdeki meteoroloji gözlem istasyonlarında yaşanan artışlar ile birlikte ülkemizin yıllık ortalama yağış miktarı ve dolayısıyla ülkenin toplam brüt su potansiyeli miktarında önemli farkların ortaya çıkması ihtimalinin su yönetimi planlamaları yapılırken mutlaka dikkate alınması gerekir.

[4] https://dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754 adresinden 25.04.2021 tarihinde alınmıştır.

Ülkemizin 2020 yılı için belirlenen yıllık toplam kullanılabilir net su potansiyeli dikkate alındığında Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ülkemizin yalnızca nüfus artışı dikkate alındığında geçmişten günümüze kişi başına düşen yıllık toplam su miktarındaki değişimler grafik 1.1'de gösterilmiştir.



Grafik 1. 1: Türkiye'nin Nüfus Artışı ile Kişi Başına Düşen Su Miktarı Arasındaki İlişki

Ülkemizde ilk nüfus sayımı yapılan 1927 yılında, ülkenin nüfusu 13,6 milyon iken kişi başına düşen su miktarımız ise 8206 m^3 olarak kişi başına düşen su miktarının en yüksek olduğu dönemi oluşturduğu görülmektedir. Ancak ülkemizde 1927'den bugüne geçen 2020 yılına kadar geçen 93 yıllık bir süre ülkemizin nüfusu 13,6 milyondan 83,6 milyona ulaşarak toplam 5 kat artış gösterirken kişi başına düşen su miktarı ise aynı dönem içerisinde 8 206 m^3'den 1 340 m^3'e gerileyerek % 84 oranında azaldığı görülmüştür. Özellikle 2000 ile 2020 yılları arasında ülkemizin kişi başına düşen su miktarının son 20 yılda % 19 oranında azaldığı görülmektedir. Ülkemizde her yıl kişi başına tüketilen su miktarının yaklaşık % 1 oranında azaldığı görülmektedir. Bu oran su varlığı açısından gelecek adına ülkemiz için oldukça kaygı verici bir durum oluşturmaktadır (Grafik 1.1).

TÜİK tarafından geleceğe yönelik yapılan nüfus projeksiyonlarında ülkemizin toplam nüfusun 2040 yılında 100,3 milyona, 2069 yılında ise 107,6 milyona ulaşacağı

ön görülmektedir.[5] Bu projeksiyona göre ülkemizin iklim değişikliklerinden hiç etkilenmeyeceği varsayılsa bile bugünkü su potansiyeline göre yalnızca nüfus artışına bağlı olarak ülkemizin kişi başına düşen su miktarının 2040 yılında 1 117 m^3'e ve 2060 yılında ise 1041 m^3'e kadar azalması beklenmektedir. Ülkemizin 1950-2013 yılları arası sıcaklık ve yağış değerlerinin uzun dönem eğilimlerine bakıldığında ülkemizde sıcaklıkların artış eğiliminde ve toplam yağış değerlerinin ise azalma eğiliminde olduğu ve iklim olarak ülke genelinde bir ciddi bir kuraklık dönemine doğru bir gidişatın olduğu görülmüştür (Efe vd; 2015:799). Bu durum ülkemizde su yönetiminin ülke geleceği için ne kadar önemli ve gerekli bir husus olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Dünya genelinde su varlığı açısından ülkelerin sınıflandırılması konusunda belirlenen eşikler konusunda herhangi bir uzlaşılmış sınırlar bulunmasa da yine de dünya genelinde bu sınıflandırmalar ülkelerin su varlığını ifade etmek açısından günümüzde hala yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Öyleki gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerin yaşam standartları farklı olduğundan ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre kullandığı ve ihtiyaç duyduğu su miktarı da farklılık gösterir. Dünyada birçok ülke tarafından kabul gören ve kullanılan, ülkelerin kişi başına düşen yıllık toplam su varlığı sınıflandırmalarından yaygın olarak kullanılan *"Falkenmark Göstergesi"* ve *"Shiklomanov Göstergesi"* olarak bilinen sınıflandırmaların eşik değerleri tablo 1.2 ve tablo 1.3'te gösterilmiştir.

Tablo 1. 2: Falkenmark Göstergesi (Bilen, 2009:58).

Sınıflandırma	Su Varlığı (m^3/kişi/yıl)
Su Baskısı Yok	>1700
Su Baskısının Başlaması	1700-1000
Yoğun Su Baskısı	1000-500
Yoğun Su Sorunlarının Yaşanması	<500

Ülkemiz 2020 yılı nüfus verilerine ve DSİ tarafından 2020 yılı için belirlenmiş olan kullanılabilir 112 milyar m^3 net su potansiyeline göre hesaplanmış olan kişi başına

[5] https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30567 adresinden 27.04.2021 tarihinde alınmıştır.

düşen 1340 m^3 yıllık toplam su miktarı ile "Falkenmark Göstergesi" sınıflandırmasına göre "Su Baskısının Başladığı" ülkeler sınıfında yer aldığı görülmektedir (Tablo 1.2).

Ülkemiz aynı yılın nüfus ve kullanılabilir net su potansiyeli verilerine göre hesaplanmış olan kişi başına düşen 1340 m^3 su ile "Shiklomanov Göstergesi" sınıflandırmasına göre ise su varlığı açısından "Çok az" sınıfında yer aldığı görülmektedir (Tablo 1. 3).

Tablo 1. 3: Shiklomanov Göstergesi (Bilen, 2009:59).

Kategori	Su Miktarı (m^3/kişi/yıl)
Olağanüstü az	<1000
Çok az	1000-2000
Az	2000-5000
Vasat	5000-10000
Vasat üstü	10 000-20 000
Yüksek	20 000-50 000
Çok Yüksek	>50 000

Ülkemiz, her iki sınıflandırmaya göre de halk arasında dillendirilen yanlış bir kanı olan su varlığı açısından su zengini bir ülke olmadığı tam aksine *"su fakiri"* olan ülkeler sınıfında yer aldığı görülmektedir. Ancak kişi başına düşen su miktarı hesaplamaları her ne kadar ortalama değerler üzerinden yapılmış olsa da bu miktarlar, bir ülkedeki bölgeler arasındaki yağış farklılıklarını ortaya koymazlar. Özellikle yüz ölçüm olarak geniş olan ve bölgesel iklim farklılıkları olan ülkeler için bu göstergeler, bölgesel iklim farklılıklarını gizlediği için gerçek su potansiyeli ve su yönetimi konularında doğrudan bir değerlendirme aracı olarak kullanılmaları konusunda bu hususa da dikkat etmek gerekir (Bilen, 2009: 57). Diğer yandan bu tür hesaplamalarda suyun tamamen miktarı dikkate alındığından sanayi faaliyetleri tarafından kirletilmiş ve nitelik olarak kullanılamaz hale gelmiş olan suların varlığı bu değerlendirmelerde göz ardı edilmektedir. Çünkü bu hesaplamalarda bütün su kaynaklarının doğal yapısını koruğu ve insanlar tarafından kullanılabilir nitelikte sular olduğu kabul edilmektedir. Bu nedenle ülkemizdeki özellikle sanayi faaliyetleri, evsel atıklar ve tarımsal faaliyetlerle kirletilerek insanlar tarafından kullanılamaz hale getirilmiş akarsu, göl ve yer altı suların varlığı da dikkate alındığında aslında ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının bu hesaplamalarda belirtilenden daha az miktarda olduğu

görülür. Bu yüzden ülkemizin gerçek su potansiyelinin belirlenmesi ülkemizde insanlar tarafından kirletilmiş olan ve kullanılamaz hale getirilen suların potansiyelinin ancak detaylı bir şekilde ortaya konması ve bunun toplam su potansiyelinden çıkarılması ile mümkündür. Ayrıca gelecekte küresel iklim değişikliğinin etkileri de hesaba katıldığında ülkemizde olası yağış azalmalarına bağlı nedenlerden dolayı ülkemizin su konusunda baş etmesi gereken sorunları daha zorlaştıracağı öngörülmektedir. Ülkemizde gerek nüfus artışı gerekse iklim değişikliklerine bağlı olarak yıllık ortalama yağışlardaki azalmalar dikkate alındığında ülkemizin gelecekte su konusundaki durumu kaygı vericidir. Bu durum, ülkemizde suyun gerek insan yaşamı gerekse doğal yaşamdaki ekolojik sistemlerin işleyişi için sürdürülebilir bir su yönetiminin planlamasını zorunlu hale getirmektedir. Bu kapsamda ülkemizin gelecekte su konusunda ciddi sorunlar yaşamaması ve su ile ilgili yapılacak olan kamusal yatırım ve planlamaları doğru bir şekilde gerçekleştirebilmesi için ülkemizdeki tüm su kaynaklarının yerelden genele olmak üzere tüm akarsu, göl ve yer altı su potansiyellerinin en doğru şekilde hesaplanması ve bu bölgelerde su potansiyeline nicelik ve nitelik olarak etki eden tüm fiziki ve beşeri faktörlerin detaylı bir şekilde ortaya konulmasını oldukça önemli bir husustur. Tüm bu hususlar dikkate alındığında gelecek için sürdürülebilir bir su yönetimi politikalarının üretilmesi ve uygulanması, ülkemiz için yalnızca bir kalkınma planlaması olmasının da ötesinde artık hayati bir zorunluluk haline gelmiştir.

Su Yönetiminde Havza Kavramının Yeri ve Önemi

Bir bölgede su ihtiyacının giderilmesi o bölgede yeterli düzeyde suyun miktarı ve kullanılabilir halde suyun kalitesi gibi iki önemli bileşenin sağlanması ile mümkündür. Suyun nicelik (miktar) ve nitelik (kalite) olarak dünyada olduğu gibi ülkemizde de dağılışı düzenli değildir. Bunun yanında bu bileşenler üzerinde etkili olan nüfusun artması, artan nüfusla birlikte yoğunlaşan tarımsal faaliyetler, sanayi faaliyetleri ve insanların yaşam standartlarındaki artışa paralel olarak ortaya çıkan su taleplerindeki artışlar ve iklim değişikliğine bağlı olarak havza içerisinde yağış rejiminde meydana gelen değişimler gibi faktörler bölgeler arasındaki suyun nicelik ve nitelik yönden farklılıkları daha da artırarak bölgesel su sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu sorunların ortaya çıkmasının en temel nedeni bir

bölgedeki gelişme süreçlerinin planlanmasında suya olan ihtiyacın yeterince incelenmemesi ve dikkate alınmamasıdır (TÜSİAD, 2008:21).

Su yönetiminde en temel ve öncelikli olan sorun, sürekli artan su talebini karşılamakta kullanılan su kaynaklarının kısıtlı olmasıdır. Dünya genelinde su talebi sürekli olarak artarken su arzının ise sürekli olarak azalması ile ortaya çıkan su sıkıntısına karşı ortaya konacak çözümlerin temelinde su kısıtlılığına neden olan faktörlerin etkilerinin iyi analiz edilerek su üzerinde yaratmış olduğu kısıtlayıcı etkilerinin en aza indirilmesine yönelik gerekli önlemlerin alınması yer alır. Suya olan taleplerin sürekli artarken diğer yandan kullanılabilir su kaynaklarının her geçen gün azalması su kaynaklarının daha etkin kullanımı hususunda suyun yönetimi konusunun günümüzde daha da önemli hale gelmesine neden olmuştur. Su, tarım, sanayi, enerji, ormancılık, ulaşım, bölgesel ve kentsel gelişmeler ve çevre koruma gibi hayatın birçok alanında doğrudan ve dolaylı olarak yer aldığı ve bu alanlarda oluşturulan politikalarla da doğrudan bağlantılı olduğu için suyun yönetimi konusu çok geniş kapsamlı ve daha karmaşık bir süreçtir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde su kaynaklarının yönetimi; insanların ihtiyaç duydukları yer ve zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel ihtiyaçların da karşılanarak en düşük maliyetlerle suyun insanlara sunulması olarak tanımlanır (OKP, 2014:3). Bir başka ifadeyle su kaynaklarının yönetimi; suyun insanlar tarafından doğal çevrim içerisinde nicelik ve nitelik olarak ekonomik, sosyal ve çevresel faydalar içerisinde en verimli şekilde kullanılmasını ifade eder (Meriç, 2004:29). Bazı çalışmalarda "su kaynaklarının yönetimi" ve "su kaynaklarının geliştirilmesi" gibi terimler birlikte kullanıldığı gibi "su kaynaklarının yönetimi" veya "su yönetimi" kavramları aynı zamanda su kaynaklarının geliştirilmesi ile ilgili faaliyetleri de kapsayacak şekilde kullanıldığı görülmektedir (Bilen, 2009:6). Su kaynaklarının yönetimi, tarım, sağlık, çevre ve enerji olmak üzere bir yerdeki sosyo-ekonomik kalkınmayı gerçekleştiren birçok sektör içerisinde merkezi konumda yer alması nedeniyle, bir yerdeki kalkınmayı sağlayan başlıca itici gücü oluşturmaktadır (ÜSİAD, 2011:18). Bu nedenle gelecekte insan yaşamındaki yaşanacak olan birçok değişimi belirleyecek ve bundan etkilenen olan şey de yine suyun mevcudiyeti ve su ile ilgili geliştirilen kullanım modelleri olacaktır (Biswas and Tortajada, 2009:3). Bu

nedenle günümüz dünyasında suyu yönetmek demek; bir bakıma geleceği yönetmek demektir.

Su kaynaklarının planlanması ve yönetimi çok boyutlu ve birçok paydaş organizasyon gerektirdiğinden suyun sosyal, ekonomik ve hukuksal çıktılar ile su politikalarının ve paydaşların uyumu ve eş güdümünü sağlamak oldukça zorlu bir süreçtir (OBKP, 2018:3). Geçmiş dönemlere göre günümüzde su kaynaklarının yönetiminin daha karmaşık ve kapsamlı bir hale gelmesinde geçmişten günümüze su yönetimi konusunda meydana gelen bakış açısı değişiminin etkisi büyüktür. Su yönetimi konusu uygulanan yöntemler, amaçları ve kapsamları yönünden *"havza yönetimi öncesi"* ve *"havza yönetimi sonrası"* olarak iki ayrı dönemde incelenebilir. Havza yönetimi öncesi dönemde yani klasik dönem olarak adlandırılan süreçte su yönetimi daha çok bir yerde içme suyu, sulama ya da sanayide kullanım gibi ihtiyaçları karşılayabilmek için ihtiyaç duyulan bölgeye en yakın yerdeki su kaynaklarından yeterli miktarda suyun sağlanması amacıyla su yapılarının inşa edildiği dönemdir. Bu dönemde yapılan yapılar, havzayı temel almayan bir anlayışla inşa edildiği görülmektedir. Bu anlayışın geçmişi, insanların tarımın keşfi ve yerleşik yaşama geçmiş olduğu Neolitik döneme kadar uzandığını söylemek mümkündür. Yapılan araştırmalarda Zagros Dağlarının eteklerinde yer alan Choga Mami'de M.Ö. 6500'lü yıllara ait ilk sulama kanıtı olan kanallar, Mezopotamya'da M.Ö. 6000'li yıllardaki ilk su kuyuları ve M.Ö. 3500'lü yıllarında Jawa'da inşa edilmiş olan en eski baraj kalıntıları bulunmuştur. (Viollet, 2005:296). Bu kalıntıların bulunması insanların binlerce yıldan beri suyu yönetme çabası içerisinde olduklarını açık ortaya koymaktadır. Su yönetimi, geçmişten günümüze geçen binlerce yıllık zaman içerisinde değişen şartlara göre büyük bir evrim geçirmiştir. Özellikle 20. yüzyılın başlarından itibaren sanayileşme, nüfus artışı ve buna bağlı olarak büyük kalabalık şehirlerin ortaya çıkmasıyla su kullanım oranlarında ciddi oranda artışlar yaşanmaya başlamıştır. Böylece nehirlerden gelişi güzel su alımlarından kaynaklı yeni sorunların ortaya çıkmıştır. Bu sorunlar ilk olarak sanayi devrimini gerçekleştiren Avrupa ülkelerinde ve ABD'de görülmeye başlamıştır. Klasik su yönetimi sürecinde nehirlerden çok ileri vadeli hesaplar yapılmadan alınan sular daha sonra daha ekonomik olabilecek birçok projenin engellenmesine ve suyun kullanım hakları ile bazı sorunların ortaya

çıkmasında neden olmuştur. Diğer yandan suyun birçok ekonomik sektörde temel girdi olarak yer alması ve her sektörün kendileri ile ilgili olan sorunlar ile ayrı ayrı ilgilenerek birbirinden habersiz ve eş güdümsüz çözümler araması nedeniyle sektörler arası çıkar çatışmalarını artmasına neden olmuştur. Tüm bu yaşananlar suyun daha verimli bir şekilde kullanılabilmesi için suyun havza bazında ele alınarak yapılan bir planlama ile yönetilmesi ihtiyacını ve önemini ortaya koymuştur. Böylece klasik su yönetimi anlayışı kapsam ve yöntem olarak değişmeye başlamış ve *"havza temelli su yönetimi"* anlayışına doğru geçilmeye başlanmıştır. Su kaynaklarının havza ölçeğinde ve bir sistem olarak doğal sınırlar içerisinde ele alınması, havza içerisinde işleyen hidrolojik sistem içerisindeki ilişkilerin ve süreçlerin doğru bir şekilde ortaya konmasına yardımcı olur. Ayrıca su kaynaklarına havza içerisinde etki eden faktörlerin etkilerinin ne olduğu ve bu etkilere hidrolojik sistemlerin ne şekilde tepki vereceği ve ortaya çıkacak olan olumsuz durumlar için önceden alınacak önlemlerin ne olduğu konusunun daha doğru bir şekilde analiz edilmesine imkanı sağlar. Diğer yandan havzalarda su yönetim planlarının havza temelli olarak planlanması ve uygulanması su yönetimi alanında sürdürülebilirlik açısından daha başarılı sonuçlar ortaya konmasına da yardımcı olur (Meriç, 2004:29). Havza temelli yeni su yönetimi anlayışı ile birlikte geçmişteki klasik su yönetimi anlayışında bir bölgede sadece suyun nerelerde ve ne kadar miktarda olduğu sorularının cevabı üzerine odaklanırken günümüzde artık suyun miktarının yanında suyun kalitesinin de dikkate alındığı ve aynı zamanda bu iki unsura etki eden tüm faktörlerin ele alınması ve birlikte değerlendirilme zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Suya yapılan herhangi bir müdahalenin toprak ve hava gibi diğeri doğal kaynakları da etkilemesi bakımından doğal kaynaklar açısından bir bütün oluşturması, bu yüzden su kaynaklarının çevre olgusu içerisinde değerlendirilmesinin daha uygun olacağı düşüncesi günümüzde su kaynaklarının havza bazında ve diğer çevresel faktörler ile birlikte "bütünleşmiş" biçimde değerlendirildiği "entegre havza yönetim" modelinin benimsenmesine yol açmıştır. (Bilen, 2009:7, Harmancıoğlu, v.d. 2002:29).Su yönetiminde gelişmiş olan bu yeni anlayışı ulusal ya da uluslararası birçok farklı çalışmalarda "entegre su yönetimi", "bütüncül su yönetimi" veya "bütünleşik su yönetimi" gibi değişik şekillerde de ifade edildiği görülmektedir. Tanımlamalar içerisinde en yaygın kullanılan Küresel Su Ortaklığı *(Global Water Partneship)* tarafından 2000 yılındaki yapılan tanıma göre

bütüncül su yönetimi; "Hayati önemi haiz ekosistemlerin sürdürülebilirliğinden ödün vermeden, eşitlik ilkesi esas alınarak, ekonomik ve sosyal refahın en üst düzeye çıkarılması için su, toprak ve ilgili kaynakların eş güdüm içerisinde geliştirilmesi ve yönetiminin teşvik edilmesidir." olarak tanımlanmıştır (Aktaran: Bilen, 2009:21). Küresel Su Ortaklığı'nın bütüncül su yönetimi tanımında vurgulanan hususlar insan yaşamı ve ekolojik sistemler açısından oldukça önemli amaçlar olsa da burada belirtilen hususların nasıl yerine getirileceği konusu çok açık değildir. Başka bir deyişle burada havza temelli su yönetimine dair ideal hedefler ortaya konulmuş fakat bu hedeflere nasıl ulaşılacağı konusunda yapılması gereken eylemler belirsizdir. Bununla birlikte burada belirtilen hususların yerine getirilmesi oldukça zorlu süreçlerdir. Çünkü su, birçok sektörü ilgilendiren bir konu olduğundan gelecekte tüm bu sektörler ve doğal yaşam için gereken su miktarı ihtiyacı artacağından, sektörler arası yaşanacak olan çatışmalar da artacaktır. Bu durumda bütüncül su yönetiminde neyi elde etmek için neyden vazgeçileceğine dair kararlarının verilmesi hususu karmaşık bir süreç olup bu konudaki soruların günümüzde cevabı da tam olarak verilebilmiş değildir (Yıldız, 2013:17).

Bütüncül su yönetimin uygulaması hususunda entegre havza planlamalarında görülen birçok karmaşık zorluklar dışında diğer yandan ülkeler için oldukça önemli olan bir diğer husus da bu yöntemin siyasal boyutudur. Çünkü bütüncül su yönetiminde, bir havza yalnızca hidrolojik anlamda değil diğer yandan ekonomik ve ekolojik anlamda da bir bütünlük içerisinde ele alınarak bu anlamda bir havza çok daha geniş anlamda bir coğrafi alanı ifade eder şekilde tanımlanmaktadır. Ancak bazı akarsuların özellikle sınır aşan akarsularda havza alanları birden çok ülke toprakları içerisinde yayılış göstermektedir. Özellikle küreselleşme ile birlikte su sorunlarının havzalarının da ötesinde ülkeler arası bir sorun haline gelmesiyle birlikte su yönetimi alanında *"yönetim"* kavramı yerine birlikte yönetme ve ortak bağımlılık gibi anlayışı iler süren *"yönetişim"* (governency) kavramları dillendirilmeye başlanmıştır. Küreselleşme anlayışının gelişimine paralel olarak yaygınlaşan "yönetişim" kavramı, küreselleşmenin su yönetimi alanında kullanılan bir türevi olarak da düşünülebilir. Havzalar, idari sınırlardan ziyade doğal hidrografik sınırlarla belirlenen kavramlar olduğundan, suyun akış gereği alt havza ve üst havza şeklinde ulus ötesi bir yapıya

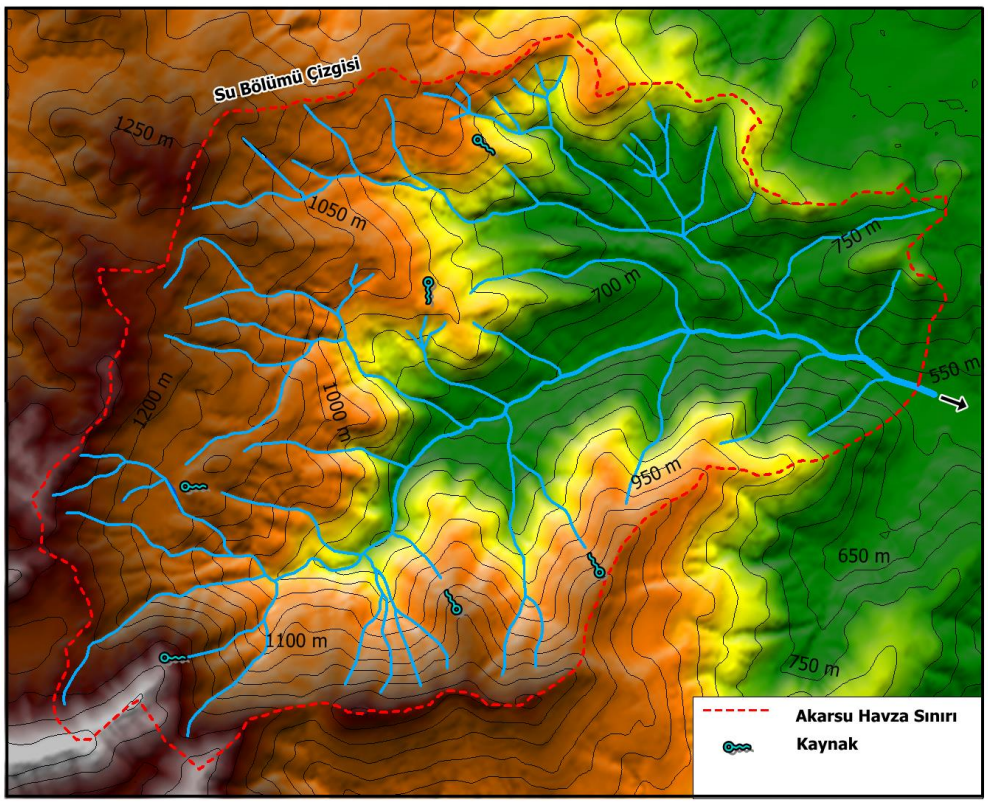
sahip olduğundan bir havzanın yönetilmesinde havza içerisinde yer alan bütün ülkelerin gelecekte farklı amaçlarla bir araya gelmesi ihtiyacını da doğuracak ve geleceğin devletleri veya devletler arasında kurulacak olan yeni ittifakların, havzalara göre yeniden şekillenmesi beklenmektedir. Böylece özellikle sınır aşan akarsularda birden çok ülkeyi ilgilendiren geniş havzaların yönetilmesinde bir ulusun kontrolünden ziyade özerk bir yönetim tarafından yönetilmesi gerekliliği ileri sürülmektedir (Görer, 2003:9, Gönenç, 2006:12, Bilen, 2009:32). Bu anlayışta ülkelerin kendi sınırları içerisinde sahip oldukları su kaynakları üzerinde bağımsız bir şekilde karar alma yetkisini ortadan kaldırarak ülkenin egemenlik haklarına müdahale olarak algılanması nedeniyle birçok ülke bu yaklaşıma pek sıcak bakmamaktadır. Örneğin yönetişim anlayışında, sınır aşan bir akarsu havzasında üst havzada yer alan bir ülkenin kendi ülke sınırları içerisinde ve kendi toprakları içerisinde akan bir akarsuyu üzerinde bir baraj yapımı konusunda, havzanın diğer paydaş ülkelerin de iznine tabi olması anlamına gelmektedir. Sınır aşan suların yönetimi uluslararası mecrada önemli sorunlardan biri olup bu sorunların çözümü için uluslararası hukukta sınır aşan akarsu ve göller ile ilgili ülkeler arasında 400'ün üzerinde imzalanmış anlaşmalar bulunmaktadır (Mechlem, 2009; 803, Aktaran; Tütüncü v.d., 2018:3).

Ülkemizde özellikle Fırat ve Dicle nehirleri olmak üzere diğer ülkeler ile sınır oluşturan ve yukarı, aşağı ve orta mecra konumunda sınır aşan toplam 27 akarsuyu bulunmaktadır (Rüştü ve Salem, 2004:55). Bu nedenle ülkemizin tüm su kaynaklarının kullanıma açılması ve sulama, içme ve diğer tüm sektörlerdeki yatırımların tam olarak tamamlanmadan havza temelli su yönetimi sistemine geçilmesinin ülkemiz açısından siyasi anlamda doğru bir yaklaşım olmayacağı da belirtilmektedir (Adıgüzel, 2003:22). O halde havza temelli akarsu yönetimi anlayışı ve başka bir ifade ile su yönetimindeki "yönetişim" anlayışı, akarsularının tamamı kendi ülkesi sınırları içerisinde doğan ve yine kendi ülkesi sınırları içerisinde denize dökülen ülkeler ile akarsuları başka ülkelerden doğan ve kendi ülkesi sınırları içerisinde denize dökülen ya da kendi ülke sınırları içerisinde doğup başka ülkelerde denize dökülen yani sınır aşan konumunda akarsuları olan ülkeler için aynı şeyi ifade etmemektedir. Bu yüzden sınır aşan akarsuları olan ülkeler için bütüncül su yönetim anlayışının ideolojik ve siyasal bir tarafının da olduğunu unutmamak gerekir.

Havza temelli su yönetimi anlayışına geçilmesi ile "havza" kavramının tanımı ve kapsamının anlaşılması oldukça önemli bir hale gelmiştir. Bu nedenle havza kavramının anlamı üzerinde biraz durmak konunun anlaşılması açısından oldukça önemlidir. Havza (*ing, basin*) en genel anlamda "yeryüzünün büyük çukur alanları" olarak tanımlanır (İzbırak, 1986:308). Diğer yandan başka bir ifadeyle "etrafı yüksek dağlar veya tepelerle çevrili, ortası çukur ve nispeten geniş alanlardır" ve genel olarak havzalar özellikleri bakımından tektonik, sedimantasyon, maden, hidrografik (hidrolojik), ve jeomorfolojik gibi sınıflara ayrılmaktadır (Selçuk Biricik, 2009:121). Örneğin bir sedimanter havza denildiğinde çeşitli sedimanların çökeldiği bir çöküntü alanını ifade edilmektedir (Boggs, 2014:463).Günümüzde havza kavramı; maden havzası, tarım havzası, kömür havzası, petrol ve doğalgaz havzası, su havzası gibi daha çok ekonomik özelliklerini ön plana çıkaran ve zaman içerisinde değişime açık olan alanları ifade edecek şekillerde de kullanıldığı görülmektedir. Ancak fiziki coğrafya yönüyle tanımlanan havza kavramlarında daha çok jeolojik, jeomorfolojik ve hidrografik özellikler ön planda yer alır (Garipağaoğlu, 2012:304). Havza temelli su yönetimi anlayışında kullanılan havza kavramı, bu kullanımlar içerisinde genel olarak "hidrografik havza" sınıfı içerisinde yer alır. Hidrografik havza kavramı genel anlamda su havzalarını temsil ederler fakat su havzası kavramı da kendi içinde çok geniş bir anlam ifade eder. Su havzası denildiğinde genel ifadeyle yeryüzüne düşen yağışları toplayarak yükseltisi az olan daha aşağıdaki bir alana ileten sahalar olarak tanımlanır (Şen, 2003a:70). Fakat su havzası denildiğinde herhangi bir okyanus, deniz, göl, baraj ve akarsuyun su toplama alanı anlamına da gelebilir. Bu alanlar içerisinde akarsu havzaları, yeryüzündeki tatlı su kaynaklarının esas kaynağı olan yağışları, bir ana akarsu ve onun tüm yan kollarından oluşan bir drenaj ağı ile toplayarak suyu belli bir depolanma alanına ulaştıran alanı ifade eder. Kısacası su havzaları içerisinde okyanus, deniz, göl veya baraj gibi tüm su havzalarındaki su toplama alanındaki suyu, oraya taşıyan aktif güç akarsulardır. Bu yüzden bir akarsu ve kolları üzerinde suyun nicelik ve nitelik özelliklerine etki eden doğal ya da beşeri herhangi bir faktörün, suyun nihai toplanma alanlarına yansıyan doğrudan veya dolaylı sonuçları da olacaktır. Çünkü akarsu drenaj ağları, bir akarsuyun herhangi koluna yapılan bir müdahalenin etkilerini doğrudan diğer alt havzalara ulaştıran bir nevi sinir sistemi gibi çalışan taşıma sistemleridir. Bu yüzden su havzalarının planlanmasında temel birim olarak

akarsu havzalarının seçilmesi ve tüm planlamaların akarsu havzaları içerisindeki etken ve süreçlere göre gerçekleştirilmesi insan ve doğal yaşamının sürdürülebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu yüzden su yönetimi alanında bahsedilen "havza temelli su yönetimi" ifadesindeki havza kavramı bir akarsuyun su toplama alanını ifade eden "*akarsu havzası"* anlamında kullanılmaktadır. Bu yüzden su yönetimi konusunda havza kavramının yeri ve öneminin anlaşılması adına diğer havza (*ing, basin/ catchment*) tanımlarından ziyade "akarsu havzası" *(ing. river basin / river watershed*) tanımı üzerinde durulması gereklidir (Şekil 1.1).



Şekil 1. 1: Bir Akarsu Havzası Örneği

Farklı disiplinlerde yapılmış olan yerli ve yabancı çalışmalarda kullanılan bazı akarsu havzası tanımlamaları şöyledir;

Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından yayınlanan 2014-2023 Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (UHYS) raporunda havza; "Doğal sınırlar içinde, iklim, jeoloji,

topografya, toprak, flora ve faunanın sular ile etkileşim içerisinde olduğu, suyun ayrım çizgisinden denize aktığı noktaya, kapalı havzalarda ise suyun toplandığı nihai noktaya göre suyun toplanma alanı" olarak tanımlanmıştır (UHYS, 2014:V).

Türk Dil Kurumunun (TDK) sözlüğünde ise havza; "Dağ ve tepelerle sınırlanmış, suları aynı denize, göle veya ırmağa akan bölge" olarak açıklanmaktadır (https://sozluk.gov.tr/).

Akarsu havzası: "Ana akarsu ve kolları tarafından drene edilen saha" veya bir başka ifade ilde "yağış ve kaynak sularının aynı mecraya aktığı, su bölümü veya ayrımı denilen sırtlarla çevrili olan su çekim alanı (Atalay, 1986:111).

Akarsu havzası (*su toplama havzası / drenaj havzası*): "Akışını bir yüzeysel su yolu üzerinde alınan bir çıkış noktasına gönderen yüzeydir "(Bayazıt, 1995:127).

Akarsu havzası: "Belli bir akarsuya yeryüzünden ve yer altından su toplanan arazidir." (Bayram, 2000:18).

Havza; "Bir akarsuyun sularını topladığı alan" (Atalay, 2004b:192).

Havza: "Bir akarsuyun belli bir kesiti için o kesitin üzerinde kalan ve aldığı yağışın bütün yüzey akımı kısmı akarsuyun o kesitinden geçen alana, nehrin o noktası için drenaj havzası veya kısaca havzası denir (Yanmaz ve Usul, 2006:45).

Havza veya nehir havzası: "Yüzey ve yer altını sularını içeren ve tüm yüzey sularının dereler, nehirler aracılığı ile taşınarak tek bir nehir ağzı, delta veya haliçten denize ulaştığı kara parçasıdır (Bilen, 2009:5).

Drenaj havzası *(ing. drainage basin)*: "Bir akarsu ve onun kolları tarafından suları toplanan arazilerinin tamamından oluşan alana drenaj havzası denir (Lutgens, Tarbuck and Tasa, 2014:218).

Drenaj havzası (*ing. drainage basin*) : Bir akarsu vasıtasıyla suyu, sedimenti ve çözülmüş materyalleri belli bir çıkış noktasına drene edilen alan. Başka bir ifade ile yüzeysel suları tek bir drenaj sistemi tarafından drene edilen alandır (Adrien, 2004:90).

Akarsu havzası (*ing. river basin*): Bir akarsu ve kolları tarafından drene edilen alan (Adrien, 2004:298).

Akarsu havzası (*ing. river basin*): Belirli bir nehir tarafından drene edilen topografyanın alansal boyutu (Poehls and Smith, 2009:301).

Akarsu havzası konusunda yerli ve yabancı kaynaklarda yapılan açıklamalara bakıldığında bir tanım ve kavram birliği bulunmadığı görülmektedir. Yabancı kaynaklarda akarsu havzasını açıklamak için kullanılan kavramlara bakıldığında bu kavram doğrudan "*river basin*" olarak kullanıldığı gibi aynı zamanda akarsu havzası için "*basin*", "*catchment*", "*drainage area*", "*drainage basin*", ve "watershed" gibi kavramların da kullanıldığı görülmektedir. Diğer yandan yerli çalışmalarda kullanılan *"akarsu havzası"* tanımlarına bakıldığında ise genel olarak "*havza*", "*drenaj alanı*", "*drenaj havzası*" gibi kavramlarla ifade edildiği gibi bazı kullanımlarda ise özellikle diğer havzalardan farklılığı ortaya koymak adına "akarsu havzası" olarak özellikle akarsu ifadesinin kullanıldığı görülmektedir. Bu yüzden su yönetiminde konusunda daha başarılı sonuçların elde edilebilmesi için akarsu havzası konusunda bir tanım birliğinin ortaya konulması oldukça önemlidir.

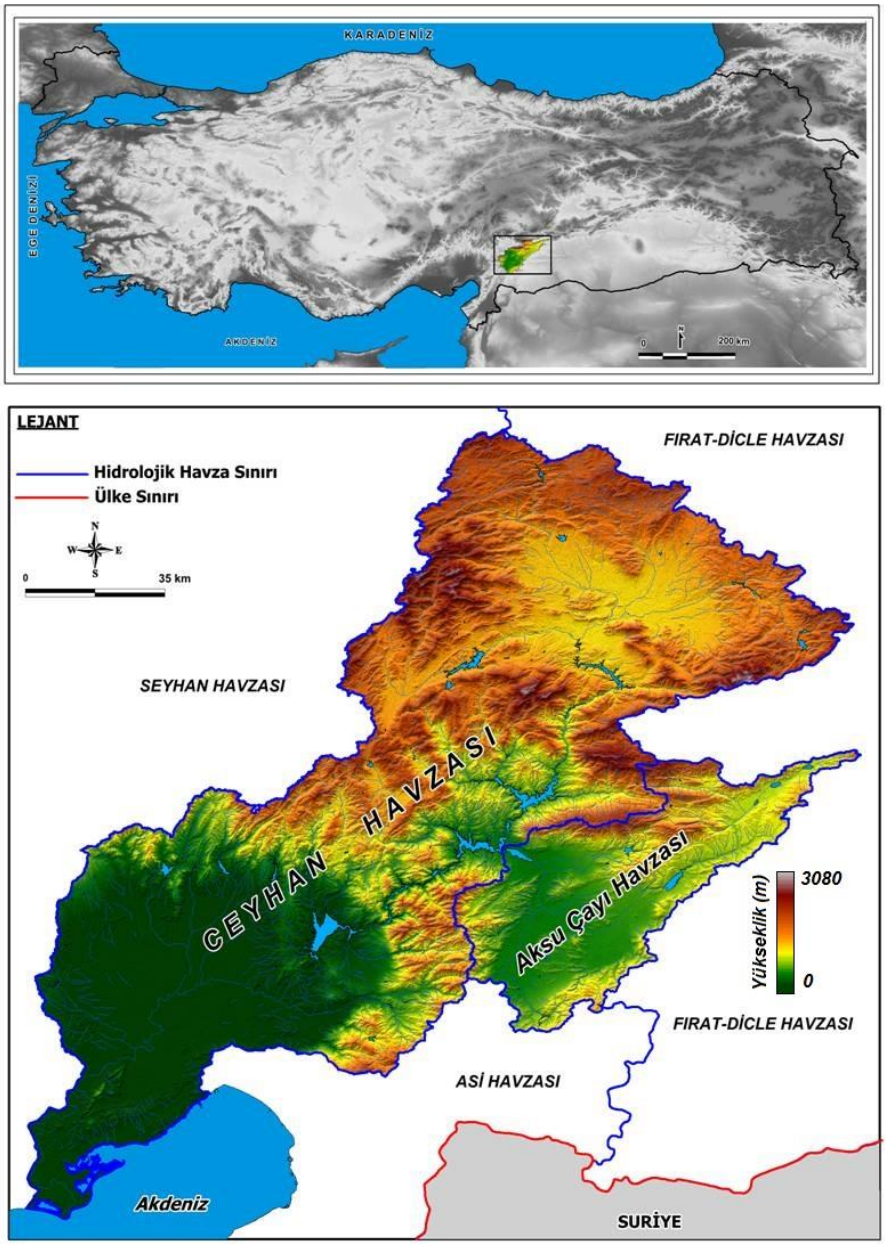
İncelenen "akarsu havzası" tanımlarında genellikle yüzeysel akış ön planda tutulduğu ve yeraltı suyu kavramına pek atıfta bulunulmadığı görülmektedir. Ülkemizde su yönetimi konusunda en yetkili kurum olan Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından yayınlanan 2014-2023 Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (UHYS) raporunda kullanılan havza kavramında da yeraltı sularına değinilmediği görülmüştür. Oysa bir akarsu havzasındaki yüzeysel akışı oluşturan en temel faktörlerden birini yağışlar ve diğerini ise kaynaklar vasıtasıysa drene edilen yeraltı suları oluşturur. Akarsu havza sınırları her ne kadar yüzeysel akış için bir sınır çizmiş olsa da bu sınır, yeraltı suları için geçerli olan bir sınır değildir. Çünkü bir akarsu havzası içerisindeki bir kaynağı besleyen akifer, akarsu havzasının sınırları dışına kadar uzanış gösterebilir. Böylece bir akarsu havzası içerisinde yer alan bazı kaynakların, bir başka akarsu havzası içerisinde düşen yağışlardan besleniyor olması mümkündür. Bu nedenle "akarsu havzası" kavramında yeraltı suyu kavramına mutlaka atıfta bulunulması havzanın hidrolojik işleyişinin tam olarak anlaşılması açısından oldukça önemlidir. Bir akarsu

havzasının yüzeysel olarak düşen yağış toplama alanını kolayca belirlemek mümkün iken yeraltı sularının beslenme alanlarının tam olarak belirlenmesi oldukça zordur ve çoğu zaman ise bu mümkün değildir. Bu nedenle bir akarsu havzası içerisinde özellikle yeraltı sularının, farklı havzalarda meydana gelen olaylardan etkilenmesi mümkündür. Örneğin bir akarsu havzasında aşırı yeraltı su kullanımı, komşu akarsu havzası içerisinde yer alan ve aynı akiferden beslenen kaynaklar üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Aynı şekilde iki komşu akarsu havzasından biri içerisinde açılan taş ve maden ocakları akifer yapısına zarar verdiği için diğer havza içerisindeki yer altı sularını etkileyebilir. Bu yüzden havza temelli su yönetimi planlamalarında özellikle yer altı suyu konusunda yalnızca akarsuyun havza sınırları içerisine değil aynı zamanda havzanın çevresinde yer alan komşu havzalarda meydana gelen bazı olayları da dikkate almak gerekir.

Coğrafi anlamda havza kavramının kullanımı çok eskiye dayansa da su yönetim birimi olarak uygulanmasına Dünya genelinde 1950'li yılından itibaren kullanılmaya başlamıştır. Ülkemizde ise havza temelli su yönetim planlamalarına 1954 yılında DSİ Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkındaki Kanun'un yürürlüğe girmesi ile mümkün olmuştur. Havza kavramının su yönetimindeki önemi o dönemlerde her ne kadar anlaşılmış olsa da su yönetiminde hemen uygulanmaya geçilmesi pek mümkün olmamıştır. Bu durumun ortaya çıkması pek çok havzanın su miktarına etki eden faktörlere ait elde detaylı coğrafi verilerin olmaması ve havzalara ait haritalama çalışmalarının yapılmamış olmasından kaynaklanmıştır (Bilen, 2009:7). Çünkü her hangi bir su yönetimi planlamasının en temelinde o su kaynağına ait coğrafi verilerin elde edilmesi ve havza içerisinde suyun nicelik ve niteliğine etki faktörlerin detaylı bir şekilde envanter çalışmasının yapılması gerekir. Çünkü suyun yönetimi konusunda yapılacak olan tüm planlamaların referans noktasını bu envanter çalışmasında elde edilen coğrafi bilgiler oluşturmaktadır. Bu tez çalışması da bu kapsamsa Aksu Çayı Havzası'nın su yönetimi amaçlı coğrafi analizinin yapılarak, akarsu havzasının su potansiyeline etki eden parametreleri belirleyerek, Aksu Çayı Havzası için sosyal-ekonomik ve ekolojik anlamda daha sürdürülebilir bir su yönetimi planının oluşturulmasına yardımcı olunması amaçlanmıştır.

Çalışma Alanı

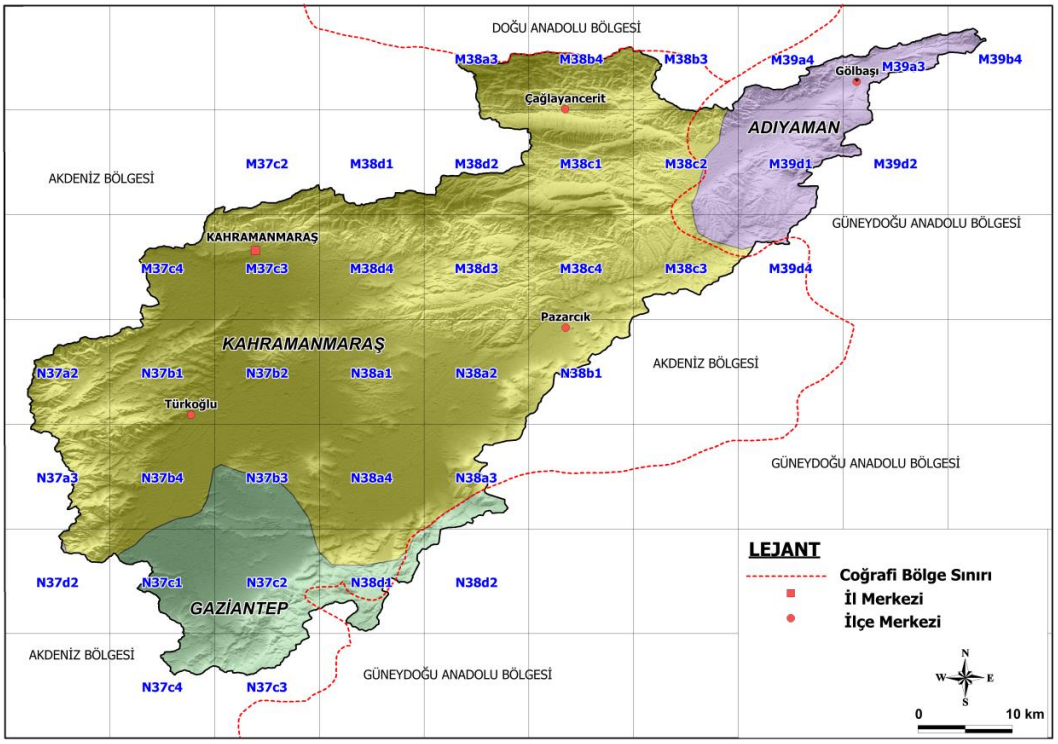
Aksu Çayı, Ceyhan Nehrinin önemli kollarından birini olup, havza olarak Ceyhan Nehri Havzası içerisinde, Orta Ceyhan kesiminde yer alan bir alt havza konumundadır. Aksu Çayı Havzası toplam 3 457 km^2'lik havza alanı ile Ceyhan Nehri Havzası'nın % 16,1'ini oluşturur (Harita 1. 5).



Harita 1. 5: Aksu Çayı Havzası'nın Lokasyon Haritası

Türkiye'nin ana hidrolojik havzalarından Ceyhan Nehri havzası içerisinde yer alan Aksu Çayı Havzası, kuzey ve doğuda Fırat Nehri Havzası ve güneyde ise Asi

Nehri Havzası tarafından çevrilidir (Harita 1.5). Aynı zamanda Aksu Çayı Havzası konum olarak, coğrafi bölgelerimizden Akdeniz, Güneydoğu ve Doğu Anadolu bölgelerinin tam kesişim bölgesinde yer alır. Havzanın kuzey sınırını oluşturan kesimde, su bölümü çizgisi aynı zamanda Akdeniz ile Doğu Anadolu Bölgesi arasındaki sınırını oluşturur. İdari anlamda K.Maraş, Gaziantep ve Adıyaman illeri içerisinde alansal dağılış gösteren Aksu Çayı Havzası, Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından 1990 yılında basımı yapılmış olan 1/100 000'lik topografya paftalarında M-37, M-38, M-39 ile N-37 ve N-38 paftalarında yer almaktadır. Ayrıca çalışma alanı HGK tarafından 2002 yılında basılmış olan 1/25 000 ölçekli topografya haritalarında 38 ayrı pafta sınırları içerisinde yayılış göstermektedir (Harita 1.6).



Harita 1. 6: Aksu Çayı Havzası'nın 1/25000 Ölçekli Topografya Haritası Paftalarındaki Konumu ile Bölgesel ve İdari Sınırların Alansal Dağılışı

Aksu Çayı Havza sınırları idari sınırlar ile uyumlu bir uzanış göstermediğinden havzayı oluşturan toprakların idari olarak dağılımına bakıldığında havza içerisinde alansal dağılışı olarak üç farklı il ve 8 farklı ilçeye ait alanlar yer alır. Havza içerisinde yer alan illerin alansal dağılımlarına bakıldığında % 77'lik bir oranla en fazla

K.Maraş'a ait alanların yer aldığı görülürken diğer yandan % 13,5'ini, Gaziantep ve % 9,5'ini ise Adıyaman iline ait alanlar kaplamaktadır (Harita 1. 6).

Havza içerisinde yer alan ilçelere bakıldığında bunları; K.Maraş'ın Çağlayancerit, Pazarcık, Türkoğlu, Dulkadiroğlu ve Onikişubat ilçeleri ile Adıyaman'ın Gölbaşı ilçesi ve Gaziantep'e ait Şehitkâmil ve Nurdağı ilçeleri oluşturmaktadır. Bu ilçelerden Dulkadiroğlu ve Onikişubat ilçeleri, K.Maraş şehir merkezine ait merkez ilçeleri oluşturur. Havza içerisinde ilçelere göre yüzölçümün alansal miktarları ve oranları tablo 1. 4'de verilmiştir.

Tablo 1. 4: Aksu Çayı Havzasının İdari Olarak Alansal Dağılış Oranları

İlçe Adı	Alan (km²)	Oran (%)	İl
Gölbaşı	336,1	9,7	Adıyaman
Çağlayancerit	333,8	9,7	Kahramanmaraş
Dulkadiroğlu	775,6	22,4	Kahramanmaraş
Pazarcık	757,4	21,9	Kahramanmaraş
Türkoğlu	598	17,3	Kahramanmaraş
Onikişubat	196	5,7	Kahramanmaraş
Nurdağı	404,8	11,7	Gaziantep
Şehitkâmil	55,3	1,6	Gaziantep
Toplam	***3 457***	***100***	**-**

Havza içerisinde en geniş alan kaplayan ilçeler 775,6 km^2 ile Dulkadiroğlu, 575,4 km^2 ile Pazarcık ve 598 km^2 ile Türkoğlu'dur. En az yer kaplayan ilçeleri ise 196 km^2 ile Onikişubat ve 55,3 km^2 ile Şehitkâmil ilçeleri oluşturmaktadır (Tablo 1.4).

Aksu Çayı kaynağını, Kahramanmaraş'ın Çağlayancerit ilçesine bağlı Küçükcerit köyünün yaklaşık 1,3 km kuzeydoğusunda yer alan Engizek Dağları'nın güney eteklerindeki 1120 metre yükseltideki yamaçtan alır. Yöre halkı tarafından suyun çıktığı bu kaynağa "Göz" adı verilmektedir (Foto 1.1). Aksu Çayı, Çağlayancerit ilçe sınırlarından kaynağını aldıktan sonra sırasıyla, Gölbaşı, Pazarcık, Türkoğlu, Dulkadiroğlu ilçelerinden geçerek yaklaşık 117 km akış göstererek, en son Onikişubat ilçesi sınırları içerisinde Ceyhan Nehri üzerine kurulmuş olan Sır Barajı'na bağlanır (Foto 1. 2). Aksu Çayı'nın, Ceyhan Nehri'ne bağlandığı yerde yükselti 420 metreye kadar düşer.



Foto 1. 1: Aksu Çayı'nın Kaynağı "Göz"

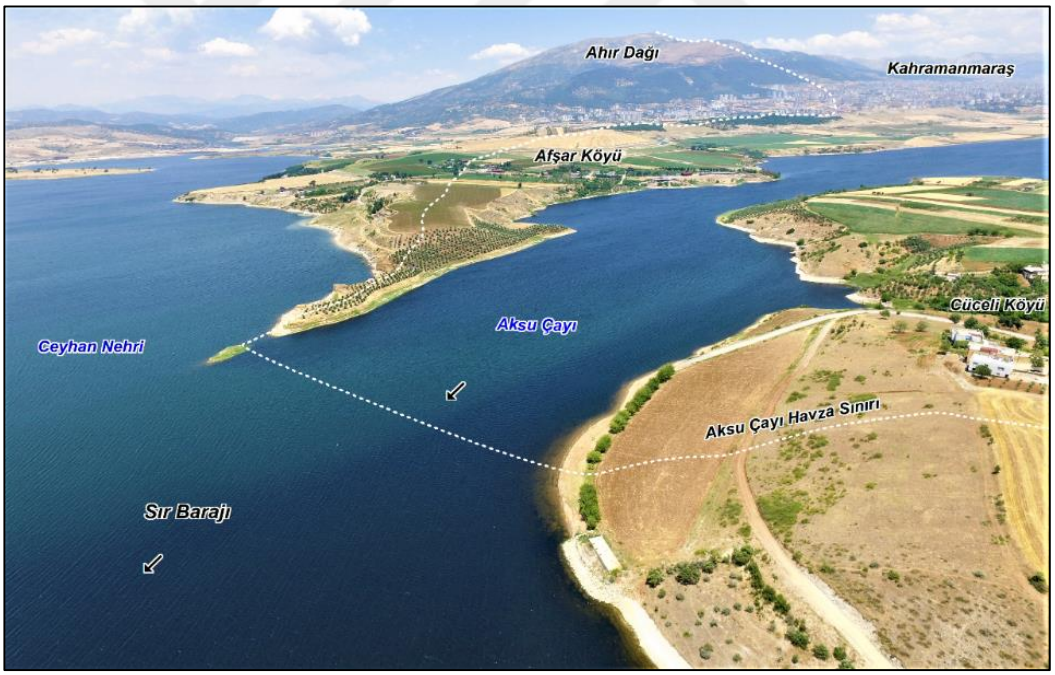


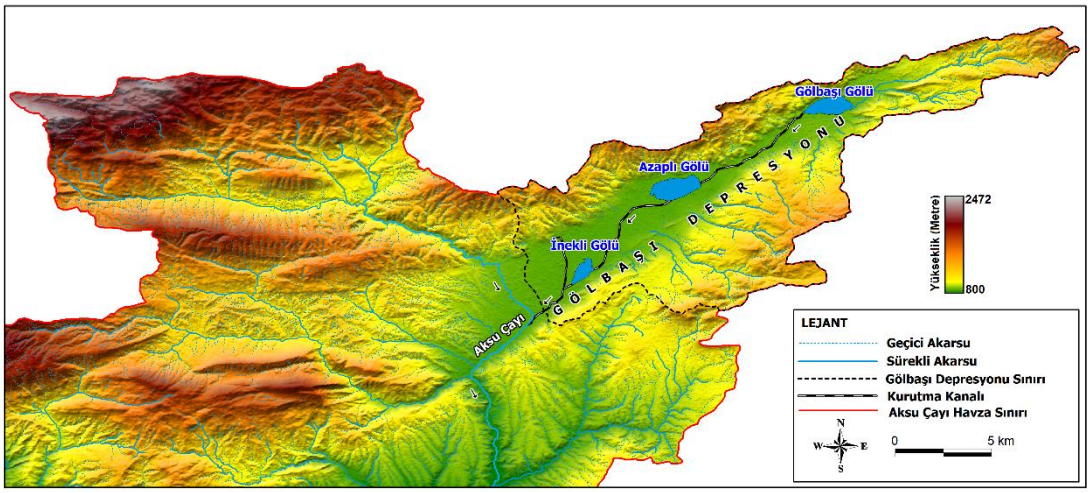
Foto 1. 2: Aksu Çayı'nın Ceyhan Nehri ile Birleşim Noktası

Hidrolojik anlamda bir açık havza özeliği taşıyan Aksu Çayı Havzası, toplam 3 457 km^2 drenaj alanına sahiptir. Ancak bu toplam alan içerisindeki 218 km^2'lik bir bölümünü, hidrolojik olarak bir kapalı havza konumunda olan ama daha sonra kurutma kanalları ile Aksu Çayı'na bağlanmış olan Gölbaşı Depresyonu oluşturur (Foto 1. 3).

Bu depresyon alanı ile Aksu Çayı Havzası çok az bir yükselti ve eğim değerleri birbirinden ayrılır (Harita 1.7).



Foto 1. 3: Gölbaşı Depresyonunu Aksu Çayı'na Bağlayan Kurutma Kanalları



Harita 1. 7: Aksu Çayı Havzasına Su Kanalları Bağlanmış Olan Gölbaşı Depresyonu

Tektonik kökenli bir depresyon olan Gölbaşı Depresyonu içerisinde bulunan bataklık alanlar ile İnekli, Azaplı ve Gölbaşı Gölü sularının, insan eliyle açılan kurutma kanalları ile birbirine bağlanarak Aksu Çayı'na drene edilmesiyle, bu bölge Aksu Çayı Havzası'na bağlanmıştır (Foto 1. 3). Bu nedenle Aksu Çayı Havzasının doğal drenaj alanını 3 239 km^2'lik bir alan iken, Gölbaşı depresyonu sularının da Aksu Çayı'na bağlanması ile birlikte Aksu Çayı'nın drenaj alanı 3 457 km^2'ye ulaşmıştır.

Çalışmanın Amacı

Aksu Çayı Havzası, bulunduğu coğrafi konum olarak Akdeniz İklimi ile Karasal İklim bölgeleri arasındaki geçiş bölgesinde yer alır. Bu açıdan havza içerisinde iklim özellikleri bakımından farklılıklar yer görülür. Bunun yanında Aksu Çayı Havzası, iki büyükşehir statüsünde olan Kahramanmaraş ve Gaziantep şehir merkezi ile Pazarcık, Türkoğlu, Gölbaşı ve Çağlayancerit ilçe merkezleri ve birçok kırsal mahallenin içme ve kullanma su ihtiyacının karşılanmasında önemli rol oynar. Aynı zamanda havza, sınırları içerisinde Maraş Ovası, Narlı Ovası ve Türkoğlu Ovası (*Sağlık Ovası*) gibi önemli tarım alanlarının varlığına bağlı olarak havzada önemli miktarda tarımsal sulama suyu ihtiyacı olan bir havzadır. Havzada özellikle son dönemlerde hem içme-kullanma ve hem de tarımsal sulama suyu ihtiyacının birlikte karşılanmasında bazı sıkıntıların ortaya çıktığı görülmektedir. Örneğin 2022 yılında Temmuz ayında Kahramanmaraşlı çiftçiler, havzada yer alan Ayvalı Barajı'ndan kendilerine tarımsal sulama suyu verilmediği için ürünlerini sulayamadıklarını dile getirerek yapmış oldukları eylemler, birçok yerel ve ulusal basına yansımıştır. Bu eylemler üzerine Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (KASKİ) tarafından yapılan açıklamada yağış ve iklim değişkenliğine bağlı olarak barajdaki doluluk oranlarının öngörülen düzeye ulaşamadığı ve bu nedenle DSİ tarafından tarımsal sulamaya ayrılması öngörülen yıllık toplam su miktarı 11 milyon m^3 iken, 2022 yılı için tüm limitler zorlanarak ancak 3,3 milyon m^3 su verilebildiği ve çiftçilerin tarımsal sulamada alternatif olarak yeraltı su kuyularını kullanabilecekleri açıklanmıştır.[6]

Aksu Çayı, aynı zamanda kirlilik sorunu ile sürekli gündemde olan bir akarsudur. Gerek yerel basında gerekse ulusal basında birçok kez Aksu Çayı'nda yaşanan endüstriyel kirlilik sorunu dile getirilmiştir. Hatta bu kirlilik sorunu Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM)'de kürsü konuşmalarında dahi gündeme getirilmiştir (TBMM, 2018:761). Bir yanda su kıtlığı nedeniyle tarımsal sulama suyu sıkıntısından dolayı ekmiş oldukları ürünlerini sulamakta zorluk çeken çiftçiler öte yandan var olan su kaynaklarının da endüstriyel atık sular ile kirletilmesi, Aksu Çayı Havzası'nın su

[6] https://www.maraskaski.gov.tr/haberler/detay.aspx?Id=5428 adresinden 01.05.2023 tarihinde alınmıştır.

yönetimi konusunda önemli sorunların yaşandığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle Aksu Çayı Havzası'nda su yönetimde yaşanan sorunlarının havza ölçeğinde ele alınarak nedenlerinin ortaya konulması önemli bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Havzada yer alan Kartalkaya Barajı'ndan 1981 yılından itibaren, Evri Mahallesi'nde bulunan Yuvalıdere'de yer alan Mizmilli yeraltı su kuyularından ise 2006 yılından itibaren Gaziantep şehir merkezinin içme, kullanma ve sanayi suyu ihtiyacını karşılamak üzere Fırat-Dicle havzasına su transferi yapılmaktadır. Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi Müdürlüğü (GASKİ)'nin Su İhtiyaç Projeksiyonu'na göre ise 2050 yılına kadar Gaziantep'in su açısından Aksu Çayı Havzası'na bağımlılığının devam edeceği ön görülmektedir. Aksu Çayı Havzası'ndan Fırat-Dicle Havzası'nda yer alan Gaziantep şehir merkezinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak üzere havzadan havza dışına su transferi yapılırken öte yandan kendi içinde yaşanan su sorunlarını çözmek için de Ceyhan Havzası ve Fırat-Dicle Havzası'ndan da Aksu Çayı Havzası'na su transferi gerçekleştirilmektedir. Bölgenin su yönetimi açısından Aksu Çayı Havzası, Ceyhan Havzası ile Fırat-Dicle Havzası ve Asi Havzası arasında su transferlerinin yapıldığı önemli bir kavşak konumunda yer almaktadır.

Diğer yandan özellikle Kahramanmaraş şehir merkezi ve Türkoğlu ilçesinde gelişen tekstil sanayinin etkisiyle, sanayi kuruluşlarının atık sularının arıtılmadan Aksu Çayı'na verilmesi nedeniyle, Aksu Çayı ve yan kollarından Öznecik Dere, Karaçay ve Erkenez Çayı ile Aksu Çayı'nın en son döküldüğü Sır Barajı, ciddi bir kirlilik tehdidi altında bulunmaktadır. Tüm bu gelişmeler, Aksu Çayı Havzası'nın su yönetimini yeniden gözden geçirilmesini önemli bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Su yönetimi, bir bölgedeki hem coğrafi faktörler hem de beşeri sistemlerin özelliklerine göre şekillenen bir planlama gerektirir. Bu anlamda havzanın coğrafi faktörlerinin belirlenmesi su yönetimi planlama çalışmalarının ilk ve en önemli adımını oluşturur. Dolayısıyla bu çalışmada öncelikle Aksu Çayı Havzası'nın toplam su potansiyelini etkileyen jeolojik, jeomorfolojik, klimatik, hidrolojik, toprak ve bitki örtüsü gibi coğrafi faktörler analiz edilerek her bir faktörün havzanın toplam su potansiyeli ve havzanın hidrolojik sistem olarak işleyişi üzerindeki etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Ayrıca su yönetimi kapsamında insanlar tarafından

gerçekleştirilen baraj, gölet ile su kanalı yapıları ve açılan su kuyuları ile havzalararası su transferlerinin havzanın hidrolojik sistemleri üzerinde ortaya koyduğu etkilerin saptanması amaçlanmıştır. Bununla birlikte belirlenen havzanın toplam nüfus miktarı ile toplam su potansiyeli verileri kullanılarak havzada kişibaşına düşen su miktarı hesaplanarak uluslararası kabul gören Falkenmark ve Shiklomanov indekslerine göre havzanın su varlığı açısından hangi sınıfta yer aldığının saptanması amaçlanmıştır. Son olarak bölgenin su tüketiminde etkili olan nüfus özellikleri, tarım ve sanayi sektörü gibi beşeri faktörler incelenerek bu faktörlerin toplam su potansiyeli üzerindeki nicelik ve nitelik yönünden etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Böylece Aksu Çayı Havzası'nın su yönetimide ekonomik, sosyal ve ekolojik açıdan daha sürdürülebilir bir su yönetim planının oluşturulmasına katkı sunulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

a- Haritalama Çalışmaları

Aksu Çayı Havzası'nın akarsu drenaj ağının oluşturulması, su kaynaklarının sayısallaştırılması, havza sınırının belirlenmesi ve havzaya ait yükselti, bakı ve eğim haritalarının oluşturulmasında Harita Genel Komutanlığı tarafından 2002 yılında basımı gerçekleştirilen 1/25 000 ölçekli 38 adet topografya haritası *M38-a3, M38-b4, M38-b3, M39-a4, M39-a3, M39-b4, M37-c2, M38-d1, M38-d2, M38-c1, M38-c2, M39-d1, M39-d2, M37-c4, M38-c3, M38-d4, M38-d3, M38-c4, M38-c3, M39-d4, N37-a2, N37-b1, N37-b2, N38-a1, N38-a2, N38-b1, N37-a3, N37-b4, N37-b3, N38-a4, N38-a3, N37-d2, N37-c1, N37-c2, N38-d1, N38-d2, N37-c4, N37-c3* paftaları kullanılmıştır.

Havzanın jeoloji haritalarının oluşturulmasında DSİ 20. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen 1/25 000 ölçekli sayısal jeoloji haritası altık olarak kullaılmıştır. DSİ 20. Bölge Müdürlüğü tarafından 2015 yılında "*Ceyhan Havzası Hidrojeoloji Raporu*" yayınlanmıştır. Bu raporun oluşturulmasında altlık olarak MTA'nın 1/25 000 ölçekli sayısal jeoloji haritaları kullanılmış ve tüm hesaplamalar bu birimler üzerinden yapılmıştır. Ceyhan Havzası Hidrojeoloji Raporu'nda kullanılan geçirgenlik ve akifer verimlilik potansiyeli gibi analizlerin Aksu Çayı Havzası için de uygulanabilmesi için havzanın jeolojik formasyonlara ait birimlerin incelenmesinde

DSİ 20. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiş olan 1/25 000 ölçekli sayısal jeoloji haritaları kullanılmıştır. Bu anlamda havzanın jeolojik formasyon ve litolojik birim isimleri ve simgeleri Ceyhan Hidrojeoloji Raporu'ndaki ile aynı şekilde kullanılmıştır. Havzanın jeoloji özelliklerinin incelenmesi kapsamında havzada yayılış gösteren litolojik birimler ve bu birimlerin havzada kapladıkları oranlar ortaya konulmuştur. Öte yandan Ceyhan Hidrojeoloji Raporu'dan faydalanarak havzadaki kayaçların geçirgenlik oranı ve akifer su potansiyel verimlilik durumları haritaları oluşturulmuştur.

Havzadaki fayların dağılışının ortaya konulmasında MTA'nın 1/100 000 ölçekli jeoloji haritalarından *M-37 (2014), M-38 (2014), M-39 (2018), N-37 (2018) ve N-38 (1997)* nolu paftalar kullanılmıştır. Bunun yanında *GeoRose* uygulaması üzerinden havzadaki yer alan fayların ve akarsuların açısal yönelimleri hesaplanmış ve yönelimler karşılaştırılmıştır.

Havza içerisinde meydana gelen aletsel dönem depremlerin dağılışlarının ortaya konulmasında Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (*KRDAE*) ve Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (*AFAD*) veri tabanlarından temin edilmiştir. Veri tabanlarından alınan deprem koordinatlarından CBS yazılımlarından *MapInfo Pro 17.0*'de noktasal veriye dönüştürülerek depremlerin dağılış ve yoğunluk haritaları oluşturulmuştur.

Bitki örtüsü haritalama çalışmaları Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'nden çalışma alanına ait K.Maraş (merkez) , Çağlayancerit, Pazarcık, Elmalar, Türkoğlu, Gölbaşı (Adıyaman), Gaziantep (merkez), Nurdağı işletme şefliklerinin hazırlamış olduğu amenajman haritaları üzerinden gerçekleştirilmiştir. Elde edilen amenajman haritaları üzerinden havzanın bitki formasyonları haritası oluşturularak bitki topluluklarının havza içindeki alansal dağılış oranları ortaya konulmuştr. Ayrıca havza içerisinde orman kapalılık haritaları oluşturularak ormanların fonksiyonel işletme verimlilik dereceleri incelenmiştir. Diğer yandan Landsat 7 ve Landsat-8 uydu görüntüleri üzerinden havzanın 1990 yılı ile 2020 yılına ait Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi, NDVI (*Normalized Difference Vegetation İndex*) analizleri yapılmış ve bu analizler dönemsel olarak karşılaştırılmıştır.

Havzanın büyük toprak tipleri, arazi kullanma kabiliyet sınıfları, tarım potansiyel sınıfları ve erozyon derecesi haritaları Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) illerine ait 1/100 000 ölçekli İl Arazi Varlığı haritalarına göre düzenlenmiştir.

USG-EarthExplore veri tabanı üzerinden elde edilen DEM (*Digital Elevation*) verileri üzerinden CBS yazılımlarından *ArcMap 10.5* yazılımı kullanılarak Aksu Çayı Havzası'na ait *"Strahler Stream Order Analizi"* gerçekleştirilerek havzadaki akarsuların dizin sayıları ve uzunlukları hesaplanmıştır

Havza yeraltı su kuyularının dağılış haritaları DSİ 20. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları (YAS) Şube Müdürlüğü'nden alınan ruhsatlandırılmış su kuyularına ait koordinat verileri üzerinden oluşturulmuştur. DSİ'den alınan yeraltısu kuyusu koordinatları CBS yazılımlarından *MapInfo Pro 17.0*'de noktasal veriye dönüştürülerek yeraltı su kuyularının dağılış haritaları oluşturulmuştur.

Haritaların oluşturulmasında, uzunluk ve alan hesaplamalarında CBS yazılımlarından, Global Mapper 19.0 ile MapInfo Professional 11.0, Vertical Mapper 3.7 ile ArcMap 10.5 yazılımları kullanılmıştır.

b) Laboratuvar Çalışmaları

Aksu Çayı Havzası'nda endüstriyel su kirliliği sorunu yaşanmaktadır. Bu nedenle Aksu Çayı ve yan kollarından Öznecik Dere, Karaçay, Deliçay ve Erkenez Çayı ile Sır Barajı'ndan alınan 12 adet su numunesi alınmıştır. Alınan numuneler Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdarei Genel Müdürlüğü (GASKİ)'ye bağlı Su Kalite Kontrol Laboratuvarı'na gönderilerek fiziksel ve kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları *Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri* ile *İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik* kriterlerine göre değerlendirilerek bölgedeki su kaynaklarının kalite sınıfları ortaya konulmuştur.

c) İstatistiksel Çalışmalar

Havzanın iklim özelliklerinin incelenmesinde havza sınırları içerisinde yer alan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait uzun dönem veri kayıtları bulunan 17255'nolu Kahramanmaraş ve 17871'nolu Gölbaşı (Adıyaman) meteoroloji istasyonlarına ait veriler kullanılmıştır. İklim verileri Kahramanmaraş Meteoroloji Müdürlüğü'nden

temin edilmiştir. Havzanın sıcaklık ve yağış özelliklerinin incelenmesinde Kahramanmaraş istasyonuna ait 1959-2021 yılları arası dönem, Gölbaşı istasyonunda ise 1986-2021 yılları arası döneme ait verileri incelenmiştir. İstasyonlara ait günlük sıcaklıklar üzerinden günlük, aylık ve yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık eğilimleri incelenmiştir. Ayrıca günlük sıcaklık özellikleri, sayılı gün sayısı ve özellikleri bakımından incelenmiştir. Havzadaki sıcaklık eğilimlerinin ortaya konması bakımından sayılı gün sayıları 1959-1990 ve 1990-2021 yılları arası dönemler olmak üzere 31 yıllık iki ayrı dönem karşılaştırılmıştır. Öte yandan havzanın yağış özellikleri ise aylık ve yıllık ortalama yağışlar hesaplanarak yağışın aylara, mevsimlere ve yıllara göre dağılış oranları ortaya konulmuştur. Bunun yanında incelenen dönemler arasında yıllık toplam yağış miktarı, toplam yağışlı gün sayıları ve kar yağışlı gün sayıları ile nivometrik sabit oranlarının yıllara göre değişim özellikleri de incelenmiştir. Elde edilen sıcaklık, yağış ve buharlaşma verileri excel programında grafikleştirilerek yıllara göre lineer regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir. İstasyonlara ait veriler üzerinden Orman Yüksek Mühendisi ve Makine Mühendisi M.Edip KORATEŞ tarafından geliştirilen uygulama üzerinden havzanın Thornthwaite yöntemine göre su bilançoları hesaplanmıştır.

Havzanın Thiessen Yöntemi, Aritmetik Ortalama Yöntemi ve Eş Yağış *(izoheyt)* yöntemleri olmak üzere üç farklı yöntemle ortalama alansal yağış hesaplaması gerçekleştirilerek 3 ayrı yönteme göre havzanın toplam su potansiyeli hesaplanmıştır. Ayrıca Aksu Çayı Havzası sınırları içerisinde yer alan il ve ilçe merkezlerinin Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri tabanı kullanılarak nüfus verileri elde edilmiştir. Havzanın toplam nüfusu ile toplam su potansiyelleri üzerinden havzada kişi başına düşen su miktarı hesaplanarak havzanın su varlığı açıısından durumu ortaya konmuştur.

d) Literatür Çalışamaları

Literatür tarama kapsamında, çalışma alanını ve su yönetimi alanında ulusal ve uluslararası alanda yayınlanmış birçok kitap, bildiri ve makaleler ile Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK)'ün Ulusal Tez Merkezi ve Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi (ULAKBİM) ve Türkiye Belge Sağlama Sistemi (TÜBESS) veri tabanları taranarak çalışma konusu ile ilgili yüksek lisans ve doktora tezleri temin edilmiş ve

incelenmiştir. Ayrıca DSİ 20. Bölge Müdürlüğü'nden 1973 yılında yayınlanan Maraş Ovalarının Hidrojeolojik Etüd Raporu, 2015 yılında yayınlanan Ceyhan Havzası Hidrojeoloji Raporu ve 2017 ve 2018 yıllarında yayınlanmış olan Ceyhan Havzası Master Plan Raporları temin edilmiştir. Bunun yanında DSİ 20. Bölge Müdürlüğü tarafından havza içerisinde hazırlanmış olan birçok lokal hidrojeolojik etüd raporları ile taşkın ve rüsubat kontrolleri için hazırlanan arazi istikşaf raporları temin edilmiş ve incelenmiştir.

e) Arazi Çalışmaları

Tez çalışması süresi boyunca çok sayıda arazi çalışmasına çıkılmıştır. Yapılan arazi çalışmalarında DJI Phantom 3 Pro model dron kullanılarak havzada jeolojik, jeomorfolojik, hidrolojik, toprak ve bitki örtüsü özellikleri yerinde gözlemlenerek fotoğraflanmıştır. Ayırca arazi çalışmaları ile havza içerisinde yer alan su kaynaklarına ait kirlilik kaynakları ile ilgili yer tespiti yapılmış ve bu noktalardan örnek su numuneleri alınmıştır. Son olarak bölgede yaşanan 6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri sonrasında yapılan arazi çalışmaları ile depremlerin içme-kullanma ve tarımsal sulama sistemlerinde meydana gelen etkileri yerinde incelenmiştir.

Karşılaşılan Güçlükler

Tez çalışması sırasında yaşanan zorluklar aşağıda verilmiştir.

- Aksu Çayı Havzası, idari olarak Kahramanmaraş, Gaziantep ve Adıyaman il sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu durum veri toplama sürecinde her kurum için ayrı bürokrasi süreçlerinin yaşanmasına ve kurumların veri taleplerine aynı özveride yardımcı olmamaları nedeniyle verilerin toplanma sürecinin beklenenden daha uzun bir süre almasına neden olmuştur.
- Tez çalışma alanı olan Aksu Çayı Havzası'nın çok geniş bir alan olması nedeniyle havza genelinde arazi çalışmalarının tamamlanması oldukça uzun zaman almıştır. Ayrıca havzanın kuzeyinde yer alan dağlık ne enbegeli alanlara çoğu yerde karayolu ulaşımının olmaması nedeniyle arazi çalışmaları zor şartlarda gerçekleştirilmiştir.
- Tez çalışması süreci içerisinde 2020 yılında ülkemizde yaşanan Koronavirüs (Covid-19) kaynaklı pandemi sürecinde şehirlerarası seyahat ve sokağa çıkma

yasakları gibi uygulamalar nedeniyle gerek kurumlardan veri toplama gerekse arazi çalışmaları ve tezin tamamlanma sürecinin uzamasına neden olmuştur. Bu durum tez çalışmasında öngörülen iş-zaman çizelgesineki planlamanın akamasına neden olmuştur.

- 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş Depremleri sonrasında havzada yer alan Kahramanmaraş il merkezi, Pazarcık, Türkoğlu ve Gölbaşı ve Çağlayancerit ilçe merkezlerinde meydana gelen büyük yıkımlar ve yaşanan can kayıpları, bölgede sosyal hayat düzenine ciddi derecede zarar vermiştir. Yaşanan depremde ailem ile birlikte depremzede olmamız nedeniyle tez çalışmalarına uzun bir dönem ara vermek zorunda kalınmıştır. Ayrıca tez çalışmasının tamamlanmasına çok kısa bir süre kala 6 Şubat Kahramanmaraş depremlerinin meydana gelmesi nedeniyle tez çalışmasının jeoloji bölümüne "*6 Şubat Kahramanmaraş Depremi"* olarak ayrı bir başlık açılmış ve yeni bir bölümün eklenmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu durum tez çalışmasının tamamlanma sürecinin uzamasına neden olmuştur.

Önceki Çalışmalar

Bu bölümde, önceki çalışmalar sıralanırken genel olarak çalışma alanı doğrudan Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan çalışmalara yer verilmiştir. Havzada yapılan çalışmalar genel olarak havza içerisinde farklı konularda yapılan çalışmalardan oluşmaktadır. Havza içerisinde daha önceki yıllarda gerçekleştirilen başlıca çalışmalar kronolojik olarak verilmiştir.

DSİ (1967), Maraş Gavur Gölü Kurutma Sahası Verimlilik Raporu, isimli çalışmada Gavur Gölü'nde ilk kurutma işlemlerine 1949 yılında başladığı ve açılan drenaj kanalları ile Gavur Gölü'nün sularının önce Aksu Çayı'na ve daha sonra oradan da Ceyhan Nehri'ne aktarıldığı belirtilmiştir. Kurutma işlemleri sonrası toplam 6 023 ha tarım arazisinin elde edildiği ancak bu elde edilen tarım arazisinin 846 ha'lık bölümünde yangınların ortaya çıkması nedeniyle 1 metrelik derinliğe kadar olan organik toprakların yanarak yok olduğu aktarılmıştır. Yangın çıkan alanlarda daha sonra arazide çökmeleri sonucu çukurluklar oluşmasına neden olmuş ve bu nedenle daha önce kurutulan alanların tekrar sular altında kalmaya başladığı bildirilmiştir.

DSİ (1973). Maraş Ovalarının Hidrojeolojik Etüt Raporu, isimli çalışmada Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan Maraş Ovası, Narlı Ovası, Türkoğlu Ovası, Gavur Ovası olmak üzere 4 ayrı ovalık alana ait yeraltı sularının beslenim ve boşalım hesaplamaları yapılarak bölgenin yeraltı su potansiyelleri ortaya konulmuştur. Aynı çalışmada bölgede birçok kaynağın o dönemlere ait akım özellikleri ve kimyasal su analizleri incelenmiş ve bunun yanında bölgede yeraltı suyu işletmeye uygun alanlar belirlenmiş hatta hangi bölgede kuyuların kaç metre derinliklerde açılması gerektiği gibi detaylı bilgiler verilmiştir. DSİ tarafından yayınlanan bu etüd raporu bölgenin su yönetimi açısından en önemli çalışmalardan birini oluşturur.

Selçuk Biricik (1994). Gölbaşı Depresyonu, isimli çalışmasında Gölbaşı depresyonunun oluşumunda etkili olan tektonik süreçleri açıklamış ve Gölbaşı Depresyonunun faylı bir subsekant depresyon olarak tanımlamıştır. Ayrıca Gölbaşı Depresyonunda oluşan İnekli Gölü, Azaplı Gölü ve Gölbaşı Gölleri hakkında detaylı bilgiler vermiştir. Geçmiş dönemlerde (Pliyosen) günümüzde Fırat Havzası'na akan Göksu Çayı'nın o dönemlerde Gölbaşı Depresyonunda bulunan gölleri beslediğini ileri sürmüştür. Aksu Çayı'nın ise bu göllerin fazla sularını boşaltan bir gideğen olduğunu değerlendirmiştir.

Pekcan (1997). K.Maraş Türkoğlu Arasındaki Tipik Bir Akarsu Kapması, isimli çalışmasında Aksu Çayı'nın daha önceki dönemlerde Antakya-Kahramanmaraş sahasında güneyde yer alan Amik Gölü'nü besleyen Karasu Çayı'na bağlanarak Asi Havzası'na akış gösterdiğini ancak daha sonra Türkoğlu'nun Kılılı Mahallesi yakınlarında bir kapma olayı Ceyhan Nehri'ne bağlandığı ileri sürmüştür. Aynı çalışmada bölgede yer alan Mizmilli Bataklığı'nın bu kapma olayı sonrası meydana geldiğini ileri sürmüştür.

Yarar ve Magnin, (1997). Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları, isimli çalışmalarında Aksu Çay Havzası içerisinde yer alan Gâvur Gölü'nde 1968 yılında Ocak ayında yapılan kuş sayımına göre toplam 90 0 000 kuş bulunduğu tespit edilmiştir.

Korkmaz (2000). Kahraman Maraş Havzasının Jeomorfolojisi, isimli çalışmasında Maraş Havzası'nın Amanos Dağları ile Toros Dağlarının kilit noktasında

ve Doğu Anadolu Fayı ile Ölü Deniz Fayı'nın düğümlendiği bölgede yer aldığını belirtmiştir. Miyosenden itibaren başlayan ve günümüze kadar devam eden şiddetli tektonizmanın etkisi ile bölgedeki jeolojik yapının oldukça karmaşık hale gelmesine neden olduğunu ifade etmiştir. Yapılardaki düzensizlik nedeniyle bölgede yapılan çalışmalarda aynı bütüne ait olan parçalara farklı çalışmacılar tarafından farklı isimlerin verilmesi, bölgenin tektonik açıdan farklı şekillerde yorumlanmasına yol açtığını ifade etmiştir.

Kara ve Bahadıroğlu, (2001). Kumaşır Gölü'nün Bazı Ekolojik Özellikleri, isimli çalışmalarında Kumaşır Gölü'nün hemen kıyısında Gölbaşı Mahallesi'ne ait yerleşmelerin kurulduğu, sazlık ve kamışlık alanlarda kontrolsüz kesimlerin ve balık avcılığının yapıldığını belirtmiştir. Aynı zamanda bu yerleşmelerin fosseptik çukurlarından sızan suların Kumaşır Gölü'nün ekosistemi için ciddi bir tehdit olduğunu ifade etmişlerdir.

Gürbüz vd, (2003). Gâvur Gölü Bataklığı, isimli çalışmalarında Gâvur Gölü'nün 659 km^2'lik bir beslenme alanına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Gâvur Gölü tabanında eğim değerlerinin çok düşük olması ve göl çevresindeki her yönden eğimin göl tabanına doğru olması ve göl tabanında yer alan organik toprakların geçirgenliğinin yüksek olması nedeniyle suyun hızlı bir şekilde derine sızması bu bölgede taban suyu seviyesinin yükselmesine neden olduğu belirtilmiştir. Öte yandan göl sahasına düşen yağışlar ile çevredeki yüksek yamaçlara düşen yağışların da dereler ile göl alanına gelmesinin burada bataklık alanlarının oluşmasının temel nedeni olarak açıklamışlardır.

Kara ve Çömlekçioğlu (2004). Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyoloji ve Fiziko-Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi, isimli çalışmalarında Karaçay suları üzerinde yapılan laboratuvar analiz sonuçlarına göre akarsudaki azotlu ve fosforlu bileşik konsantrasyonlarının yüksek olduğu ortaya koyulmuştur. Arıtılmadan bırakılan atık sular nedeniyle Karaçay'ın endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklı yoğun bir kirlilik baskısı altında olduğu belirtilmiştir.

Erdem, (2005). Onlar Ne Dedi ? isimli çalışmasında Gavur Gölü çevresinde yaşayan insanlarla yapmış olduğu yüz yüze görüşmelerde Gavur Gölü kurutulmadan önce gölde çok zengin bir balık popülasyonun olduğu ve orada yaşayan insanların

gölden günlük 15-20 ton arasında balık tuttuğunu ve bölgede balıkçılık faaliyetlerinden insanların önemli gelir elde ettiklerini ifade etmiştir.

Toroğlu vd, (2006). Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği, isimli çalışmasında Aksu Çayı, Erkenez Çayı, Karaçay ve Oklu Dere sularının ağır metal kirliliği bakımından çok kirli sular sınıfında olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca Aksu Çayı ve yan kollarında yoğun olarak fekal koliform bakteri varlığı açısından yüksek kirlilik olduğunu tespit etmişlerdir.

Gürbüz vd, (2008). Gavur Gölü Bataklığı'nın Kurutulmadan Önceki Kültürel Ekolojisi, isimli çalışmalarında 1948 yılında çekilen hava fotoğraflarında Gavur Gölü'nün bulunduğu alanda Büyük Göl ve Küçük Göl olarak adlandırılan iki adet göl bulunduğunu belirtmişlerdir. Hava fotoğrafları üzerinden yapılan hesaplamalarda Büyük Göl 618,2 ha ve Küçük Göl ise 297, ha'lık alan kapladığını tespit etmişlerdir. Maksimum yağışlı dönemlerde burada oluşan göllerin derinliğinin 6 metreye ulaştığı bölgede toplam 4 542,5 'ha bataklık alanının olduğu belirtmişlerdir.

Korkmaz (2008) Antakya-Kahramanmaraş Graben Alanında Kurutulan Sulak Alanların (Amik Gölü, Emen Gölü, Gavur Gölü) Modellerinin Oluşturulması, isimli çalışmasında kıtalararası göçmen kuşlarının göç yolları üzerinde bulunan ülkemizdeki bu sulak alanların tarım arazisi kazanmak ve anofel sivrisineğini yok etmek ve taşkınlarının önlenmesi gibi amaçlar kurutulduğunu belirtmiştir. Kurutma işlemleri sonrasında sulak alanlardaki biyolojik çeşitlilik ile bölgedeki sosyo-ekonomik ve kültürel özelliklerinin yok olduğunu ve bu durumun bölgede yeni çevre sorunlarına yol açtığını bildirmiştir. Sulak alanların kurutulması sonrasında bölgedeki organik toprakların yanarak yok olduğu, taban suyu seviyesinin her geçen gün düştüğü buna bağlı olarak bazı kaynakların kuruduğu ve ovalardaki su rejimlerinin değiştiği ve buna bağlı olarak bölgede yaz aylarında ciddi su sıkıntılarının ortaya çıkmasına neden olduğunu belirtmiştir.

Yüksel (2009). Gölbaşı (Adıyaman) Dolayında Doğu Anadolu Fay Sisteminin Paleosismisitesi ve Zeminlerin Değerlendirilmesi, isimli çalışmasında Doğu Anadolu Fayı'nın Gölbaşı-Türkoğlu (Pazarcık) Segmentinde elastik deformasyon enerji

birikiminin deprem riski açıdan büyük riskli bir döneme girildiği ve büyük depremin yaşanması için son aşamalara gelindiğinin altını çizmiştir.

Erkmen vd, (2009). Doğu Anadolu Fayının Paleosismolojisi, isimli çalışmalarında Doğu Anadolu Fayı üzerinde bulunan aynı zamanda Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan Pazarcık-Kartal Köyü yakınlarında bulunan Göl Alanı mevkiinde Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL) tekniği kullanılarak yapılan çalışmada bölgede en son 7-7,5 büyüklüğündeki büyük depremin 1000-1100'lü yıllarda meydana geldiği ve son 900 yıldır yüzey faylanması meydana getirecek herhangi bir depremin yaşanmadığını belirtmişlerdir. Bunun yanında Gölbaşı-Türkoğlu arasında yer alan Pazarcık Segmentinde yakın zamanda büyük bir deprem yaratacak düzeyde bir sismik boşluk olduğunu bildirmişlerdir.

Okumuş (2010). Gavur Gölü Havzası, isimli çalışmasında 1961 yılında Beyoğlu Beldesi'nde çiftçiler tarafından Gavur Gölü'nde sazlıkların temizlenmesi işlemi sırasında tesadüfen mamut fosilinin bulunduğunu bildirmiştir. Bulunan fosillerin 1 tanesinin Kahramanmaraş müzesinde diğerinin ise MTA'da sergilenmekte olduğunu belirtmiştir.

İnanç, (2010). Kahramanmaraş'ın Sulak Alanlarından Gavur ve Kumaşır Göllerinin Kuşlar Açısından Önemi ve Çevre Etiği, isimli çalışmasında Kumaşı Gölü'nün daha önceki dönemlerde 100 ha'lık bir alanda yayılış gösterirken kurutma faaliyetleri sonrasında alanı 9 ha'ya kadar daraltıldığı belirtilmiştir. 2005-2006 yılları arası dönemde bu sulak alanda yapılan kuş gözlemlerinde 17 farklı kuş türünün olduğu ve bu kuşların da 11 tanesinin yerli ve 6 tanesini ise göçmen kuşların oluşturduğu belirtilmiştir.

Yönlü (2012). Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Gölbaşı (Adıyaman) ile Karataş (Adana) Arasındaki Kesiminin Geç Kuvaterner Aktivitesi, isimli çalışmasında Gölbaşı Depresyonu'nda yer alan göllerin oluşumu ile ilgili farklı bir model ortaya koymuştur. Çalışmada Aksu Çayı'nın daha önceki dönemlerde Adıyaman Gölbaşı ilçesinin güneydoğusunda yer alan Kara Dere üzerinden Fırat Havzası'na döküldüğünü ve Gölbaşı'nın hemen doğusunda meydana gelen büyük bir heyelan sonucunda bu akarsuyun yatağının tıkanması, Gölbaşı Depresyonu'nda büyük bir su birikintisinin oluşmasına neden olmuştur. Daha sonra bu su birikintisi güneybatıda Kısık Dere

tarafından boşaltıldığı ve depresyondaki çukur yerlerde kalan suların ise günümüzdeki İnekli Gölü, Azaplı Gölü ve Gölbaşı Gölü'nü oluşturduğunu ileri sürmüştür.

Güngör, (2013). Yitirilmiş Bir Sulak Alan: Kahramanmaraş Gavur Gölü'nün Öyküsü, isimli çalışmasında Gavur Gölü'nün kurutulması sonrası ortaya çıkan çevre sorunlarının, sulak alanlar açısından zengin olan ülkemizdeki son yarım asırlık dönemde kurutulan ve kuruma tehlikesi bulunan sulak alanlarının kaderini özetlemesi açısından önemli bir örnek teşkil ettiğini ifade etmiştir.

DSİ (2015). Ceyhan Havzası'nın Hidrojeoloji Raporu, isimli çalışmasında Ceyhan Havzası'nın Hidrojeolojik özellikleri 14 ayrı alt havzaya ayrılarak incelenmiştir. Çalışmada belirlenen Narlı Alt Havzası (5'nolu Havza) K.Maraş Merkez Alt Havzası (6'nolu Havza), Türkoğlu Alt Havzası (7'nolu Havza), Sağlık (Gavur Gölü) Alt Havzası (8'nolu) alt havzalar Aksu Çayı içerisinde kalan alanları oluşturmaktadır. Her alt havza kendi içinde bir bütünlükte incelenmiştir.

Palutoğlu ve Şaşmaz (2017). 29 Kasım 1795 Kahramanmaraş Depremi, Güney Türkiye, isimli çalışmasında Aksu Çayı Havzası'nda yer alan Gölbaşı Segmenti, Amanos Segmenti, Narlı Segmenti, Engizek Fayı ve Kahramanmraş Fay Zonu isimli faylar üzerinde ampirik bağıntılar üzerinden yapılan değerlendirmelerde bölgede yer alan fayların 6,8 ile 7,3 büyüklüğü arasında değişen büyüklükte depremlerin beklendiğini belirtmiştir. Bölgede en yüksek depremin Kahramanmaraş fay zonunda 7,3 büyüküğünde bir deprem olacağı ve bunun şehir merkezinde 9 şiddetinde bir etki ortaya koyacağı hesaplanmıştır.

Karabacak Uzun (2017). Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Barajı'nda Meydana Getirdiği Ağır Metal Kirliliği, isimli çalışmasında Kahramanmaraş şehir merkezinde endüstri fabrikalarından bırakılan atık sular nedeniyle Aksu Çayı'na ağır metallerin deşarj edildiği ve bu ağır metallerin Aksu Çayı üzerinden Sır Barajı'na taşındığını belirtmiştir.

Tanrıverdi vd, (2009). Ceyhan Nehri Havzasının Yüzey Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesi, isimli çalışmalarında 3 ay boyunca 31 farklı istasyonlar üzerinde 13 farklı fiziko-kimyasal parametre açısından yüzey suları değerlendirilmiştir. Yapılan

analiz sonuçlarına göre Erkenez Çayı ve Sır Barajı sularında kirlilik düzeyinin çok yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Canpolat ve Uzun (2019). Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Barajı Gölü'nde Meydana Getirdiği Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi, isimli çalışmalarında Aksu Çayı sularındaki ağır metal oranların Dünya Sağlık Örgütü *(WHO)* tarafından belirlenen maksimum değerlerin de üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Canpolat ve Vanlı (2019). Erkenez Çayı'nda (Kahramanmaraş) Süt Ürünleri Fabrikası, Boya Fabriksı ve Tekstil Fabrikası Atıksularından Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi, isimli çalışmalarında Erkenez Çayı sularına özellikle boya ve tekstil fabrikası atık sularının karıştığı bölgelerde Erkenez Çayı sularının demir *(Fe),* bakır *(Cu),* krom *(Cr),* çinko *(Zn),* Nikel *(Ni),* kadmiyum *(Cd),* arsenik *(As),* cıva *(Hg)* gibi ağır metal konsantrasyonları açısından "*çok kirli"* olduğu tespit edilmiştir

Topuz, (2019). Gavur Gölü Genç Kuvaterner Paleocoğrafyasının İncelenmesi, isimli çalışmasında Gavur Gölü çevresinde kestane (*Castanea*), gürgen (*Carpinus*), fındık (*Corylus*), Karaağaç (*Ulmus*) polenlerinin bulunduğunu ve geçmişte bu gölgede günümüz iklim şartlarına göre daha nemli iklim şartlarının olduğunu ifade etmiştir.

Turoğlu vd, (2019). Gaziantep İçin Su Güvenliği-Su Potansiyeli Hakkında Coğrafi Değerlendirme, isimli çalışmalarında Gaziantep şehir merkezi uzun yıllardır içme ve kullanma suyu ihtiyacının önemli bir bölümünü Aksu Çayı Havzası'nda yer alan Kartalkaya Barajı ve Mizmilli Kuyularından karşıladığını ve 2050 yılına kadar bu kaynaklardan su alımına devam edeceği görülmektedir. Bu nedenle Aksu Çayı Havzasının su yönetiminin yalnızca havza içindeki yerleşmeler değil Gaziantep'in geleceği açısından da önemli olduğunun altı çizilmiştir.

Sarıgül ve Turoğlu (2020). Kahramanmaraş Şehri Sel ve Taşkınlarının Coğrafi Analizi ve Öngörüler, isimli çalışmasında Kahramanmaraş şehir merkezini etkileyen akarsular ile ilgili morfometrik analizler gerçekleştirilmiştir. Morfometrik analiz sonuçlarına göre şehir merkezi için en yükse sel ve taşkın riski oluşturan havzanın Akdere Havzası olduğunu belirtmişlerdir. Kahramanmaraş şehir merkezinde geçmişte yaşanan ve can kaybına neden olan iki büyük sel felaketinin de Akdere Havzası'nda meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1-AKSU ÇAYI HAVZASINDA SU YÖNETİMİNİ ETKİLEYEN COĞRAFİ FAKTÖRLER

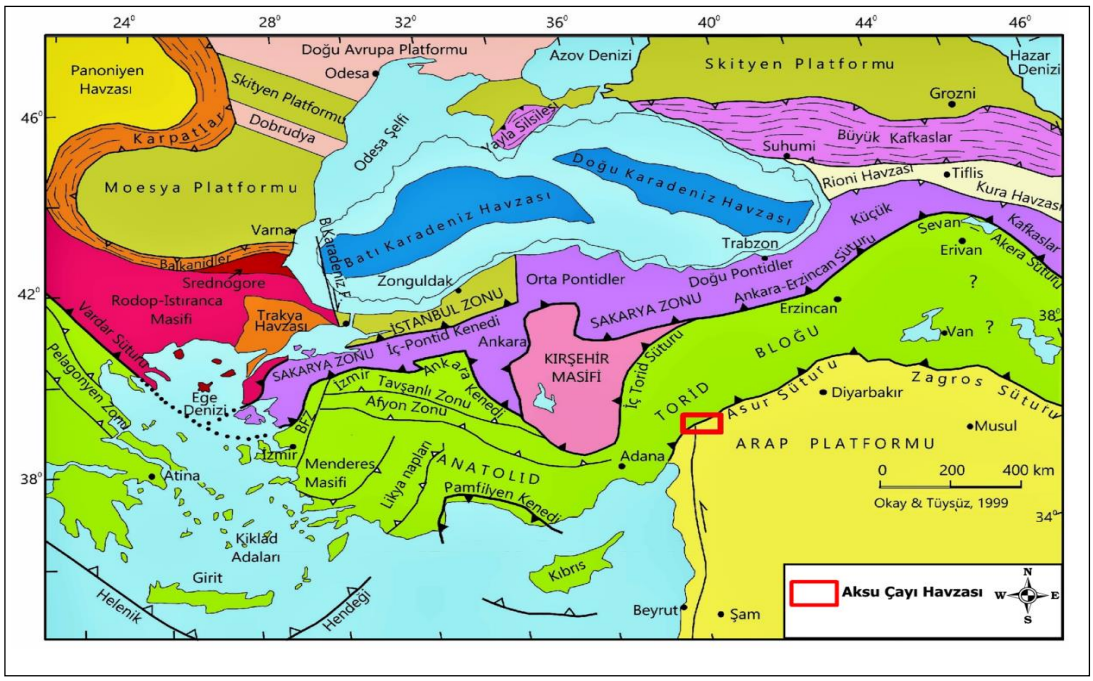
Bir akarsu havzasında sürdürülebilir bir su yönetimi planlaması yapılabilmesi için öncelikle o havzanın hidrolojik sistemlerinin temelini oluşturan ve bu sistemleri mekânsal-zamansal olarak değişimlerini etkileyen fiziki coğrafya unsurlarının iyi bir şekilde tanımlanması gerekir. Çünkü bu fiziki coğrafya unsurlarını oluşturan jeolojik, jeomorfolojik, klimatolojik, hidrografik, bitki örtüsü ve toprak özellikleri, her birinin kendi içinde süreç olarak ayrı bir sistem olarak işleyişi bulunsa da diğer yandan bir akarsu havzasındaki toplam su potansiyelinin belirlenmesinde hepsi bir sistem olarak birbirine bağlıdır. Söz konusu fiziki coğrafya faktörlerinin bir havzadaki suyun nicelik ve nitelik özellikleri üzerinde her birinin değişik oranlarda etkisi bulunsa da bunu genel olarak hep birlikte yaparlar. Bunun dışında yine havza içerisinde insan faaliyetlerini oluşturan tüm beşeri sistemler de suyun varlığına bağlı olarak genel anlamda yine bu hidrolojik sistemin özelliklerine göre o bölgede gelişir. Havza içerisindeki ekolojik sisteme sonradan dahil olan insanlar, yapmış oldukları birçok faaliyetlerle havza içerisinde işleyen hidrolojik sistemin işleyişine müdahale ederek su yönetimi konusunda hem kendi hem de doğa açısından bazen olumlu bazen de olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir. Bu olumsuz sonuçlardan bazıları, gerek doğa açısından gerekse insanlar açısından bazen telafisi mümkün olmayan zararlar olabilmektedir. Bununla birlikte insan faaliyetlerinin dışında doğanın kendi işleyişi içerisindeki bazı süreçlerde yaşanan gelişmeler de bir havzadaki su potansiyeli üzerinde olumsuz gelişmelere neden olabilecek riskler taşımaktadır. Bu yüzden su yönetimi açısından Aksu Çayı Havzası'ndaki su potansiyeline etki eden coğrafi faktörlerin; jeolojik, jeomorfolojik, klimatolojik, hidrografik, bitki örtüsü ve toprak özellikleri gibi fiziki coğrafya unsurları ile beşeri coğrafya unsurlarından nüfus özellikleri ve ekonomik faaliyetler her biri ayrı ayrı incelenerek havzanın hidrolojik sisteminin ortaya konması ve bu faktörlerin hidrolojik sistem üzerindeki etkileri belirlenmesi ve gelecek için bu konuda bazı öngörülerin ortaya konması havza içerisinde sürdürülebilir bir su yönetimi planlaması açısından önemli bir gerekliliktir. Böylece havzada hüküm süren doğal sistemler ile insan faaliyetlerinin uyumlu bir

şekilde planlanabilmesi, hem ekolojik hem de beşeri sistemler açısından yaratılan risklerin göz önüne alınması ve su yönetimi konusunda ortaya çıkacak olan her iki taraftaki birçok soruna sürdürülebilir çözümler bulunması ancak bu bakış açısı ile mümkündür.

1.1.JEOLOJİK ÖZELLİKLER

1.1.1.Bölgesel Jeoloji

Aksu Çayı Havzası, Doğu Anadolu Fayı ile Ölü Deniz Fayı'nın kesiştiği yer ile aynı zamanda Afrika, Arabistan ve Avrasya levhalarının birleştiği yer olan ve "Maraş Üçlü Eklemi" olarak ifade edilen bölgede bulunmaktadır (Harita 1. 8). Bu bölge alan olarak geniş bir bölge olmamasına rağmen "Maraş Üçlü Eklemi", kıtasal çarpışmanın meydana geldiği önemli bir kilit noktasını oluşturur. Havzanın bulunduğu bölge, içeriye doğru sokulan Arabistan Levhası'nın kuzeybatı köşesini ve aynı zamanda deforme olmuş Avrasya ve Afrika levhalarına ait sahaları da kapsar. Tektonik olarak bölge, kıtasal çarpışma zonunda görülebilecek olan tüm özellikleri içermektedir (Gülen, vd; 1987:320).



Harita 1. 8: Türkiye'nin Tektonik Birlikleri ve Süturları'na Göre Aksu Çayı Havzasının Konumu (Okay ve Tüysüz, 1999'den düzenlenmiştir).

Arabistan-Afrika levhaları ile Avrasya levhası arasındaki kıtasal çarpışma sonrası Kuzey-Güney yaklaşmaları, bölgenin aktif tektoniğini belirleyen temel süreçleri oluşturur. Bölgedeki kıtasal çarpışmalar Orta Miyosen'de başlamış ve kuzeye doğru oluşan yitim ile bölgede yer alan Neotetis'in güney kolu kapanmıştır. Bu çarpışma ile Afrika'ya göre daha hızlı hareket eden Arabistan levhası, Kuzey-Güney doğrultulu transform bir fay olan Ölü Deniz Fayı ile Afrika'dan ayrılmıştır (McKenzie, 1972; Dewey vd; 1973; Hall, 1976; Şengör ve Kidd, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör vd; 1985; Dewey vd; 1986; Aktaran: Gülen vd; 1987:321).

Doğu Akdeniz'in sismotektoniğini oluşturan Arabistan/Anadolu, Afrika/Anadolu, Arabistan/Afrika levhaları arasındaki görece hareketlerin etkisiyle bölgedeki önemli deformasyon bölgelerini oluşturan Doğu Anadolu Fay Zonu, Kıbrıs Yayı ve Ölü Deniz Fayları oluşmuştur. Birçok araştırmacı tarafından çeşitli çalışmalarda, birçok önemli fayın kesiştiği ve aynı zamanda levhaların da birleştiği yerin Maraş ve Gölbaşı arasında kalan bir bölge olduğu ileri sürülmektedir (McKenzie, 1972; Dewey vd; 1973; Jackson ve McKenzie, 1984; Şengör vd; 1985; Gülen vd; 1987; Karığ ve Kozlu, 1990; Kempler ve Grafunkel, 1994; Chorowics vd; 1994, Aktaran: Sezgin vd; 2002:44). Burada bahsedilen söz konusu bölge tam olarak Aksu Çayı Havzası'nın bulunduğu alana denk gelmektedir. Aksu Çayı Havzası, tektonik özellikleri bakımından Neotetis Okyanus'unun kapanmasına neden olan levha tektoniği olaylarının gerçekleştiği ve bu olaylarının etkilerinin günümüzde de devam ettiği Doğu Akdeniz bölgesinde yer almaktadır (MTA, 2017:12).

Jeolojik anlamda *"Maraş Havzası"* ya da *"Maraş Tersiyer Havzası"* olarak da nitelendirilen ve Aksu Çay Havzası'nı da içine alan bölge, Igersall (1988)'in yapmış olduğu sedimanter havza sınıflandırmasına göre kıtaların birbirine yaklaşması sonucu daralmaya bağlı olarak oluşan bir *"Kenar Önülke Havzası"* karakterindedir. Bu tür havzalar, kıtasal çarpışmaların yaşandığı bölgelerde, okyanusal kabuğun tükenmesi ile kıta kenarlarının dalma-batma karmaşığına doğru yöneldiği alanlarda kabuk kenet kuşaklarına yakın yerlerde gelişen klasik önülke havzalarıdır. K.Maraş Kenar Önülkle Havzası, bölgede kıtasal çarpışmaya bağlı olarak ülkemizde oluşan Zagros Kenet Kuşağı'nın güneyinde bulunan ve kuzeydeki orojenik kuşağa ait jeolojik birimlerin Üst Kretase sonrasında güneyde yer alan Arap Levhası üzerine zaman zaman

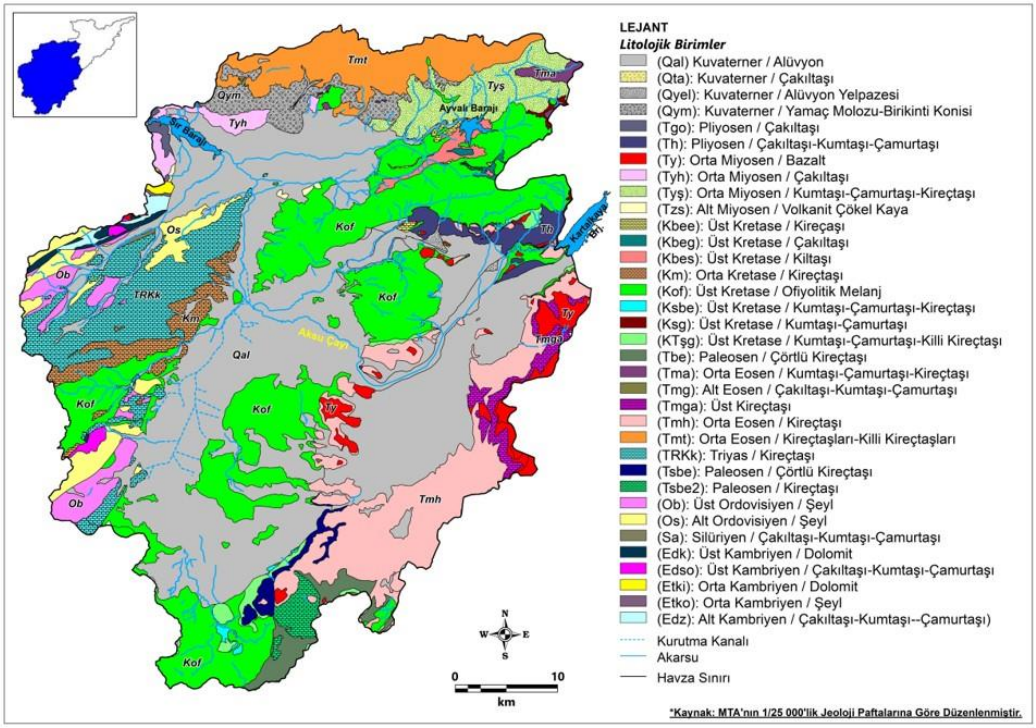
bindirmesi ile oluşmuştur (Önalan, 1990:20). Bazı çalışmalarda ise K.Maraş Havzası, tektonik kökenli graben özelliğindeki bir çöküntü havzası olarak adlandırılır (Selçuk Biricik, 2009:122).

1.1.3. Stratigrafik Özellikler

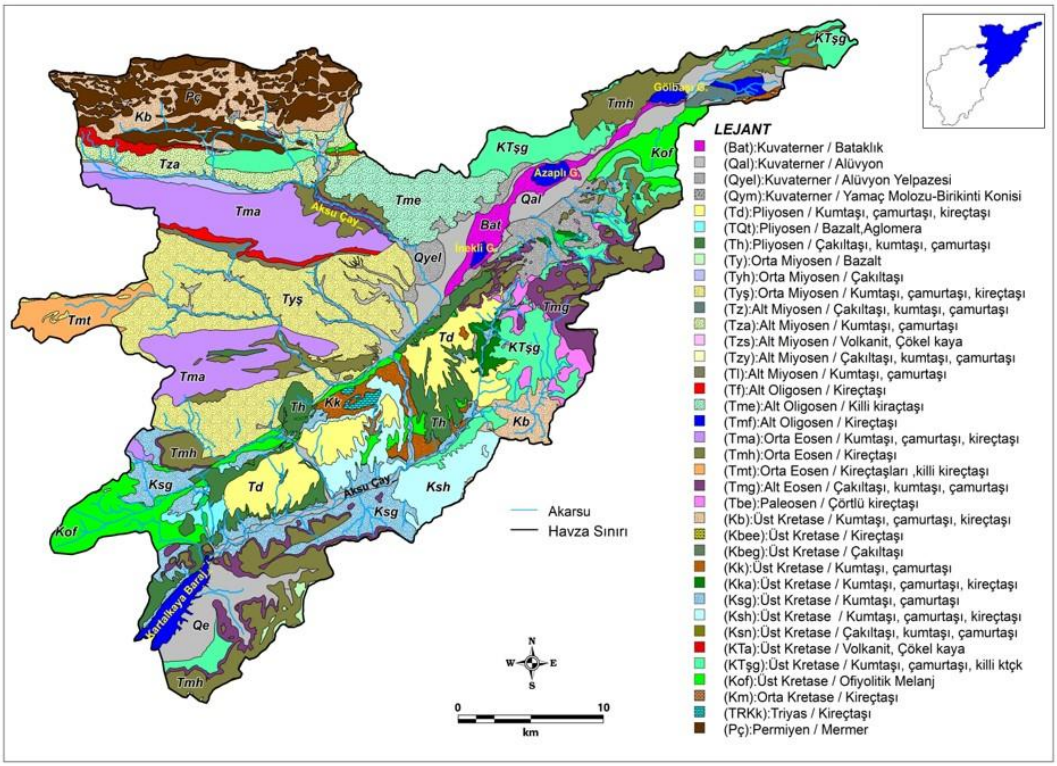
MTA tarafından hazırlanan 1/25 000 ölçekli jeoloji haritaları esas alınarak DSİ (2015) tarafından hazırlanan "Ceyhan Havzası Hidrojeoloji Raporu" kapsamında hazırlanan jeoloji ve hidrojeoloji haritaları üzerinden yapılan incelemelere göre, havzada Kambriyen ile Kuvaterner arası dönemlere ait olmak üzere 53 farklı litolojik birim belirlenmiştir (Harita 1.10 Harita 1.11). Bu kadar çeşitli litolojik birimlere sahip olan karmaşık stratigrafiler hem kayaçların incelenmesi hem de yeraltı sularının araştırılması konusunda önemli engeller oluşturur (Fetter, 2004:331). Litolojik birimlerin bu kadar çeşitli olması aynı zamanda havza içerisinde gerek yüzeysel akış ve gerekse infiltrasyon kapasitesi bakımından oldukça birbirinden farklı alanlar ortaya çıkmasına neden olarak o bölgelerdeki akarsuların akış katsayılarının hesaplanması ve yeraltı su bütçe hesaplamalarının yapılmasını da genel olarak zorlaştırır.

Bir bölgedeki tüm litolojik özelliklerin ortaya koymadan yapılmış olan jeolojik çalışmalar o bölgedeki su araştırmalarının da yanlış sonuçlar vermesine neden olabilir (Şen, 2003b:6). Havzadaki litolojik birimlerin çeşitliliğini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyarak ve bu birimlerin bölgenin su potansiyelindeki etkisini daha doğru belirleyebilmek amacıyla bu çalışmada, Aksu Çayı Havzası'na ait litolojik birimler, MTA'nın 1/25 000 ölçekli jeoloji haritaları üzerinden incelenmiştir.

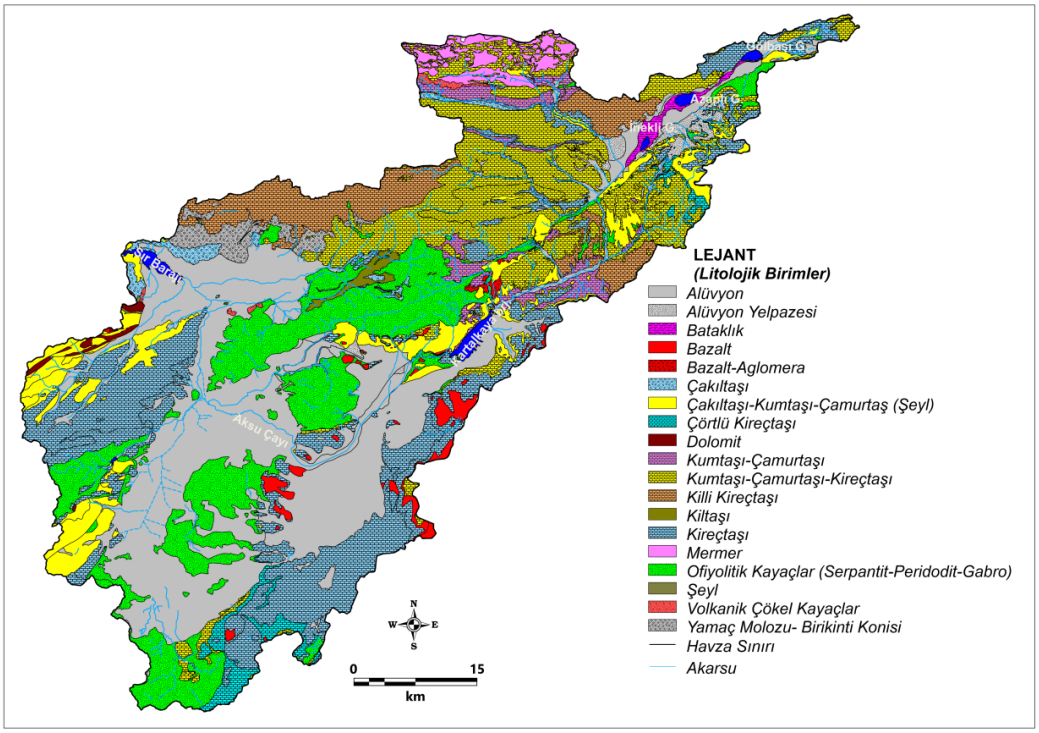
Aksu Çayı Havzası'nda görülen litolojik birimlerin dağılışı, havzayı hidrolojik sistem olarak aşağı ve yukarı havza olarak iki ayrı haritada gösterilmiştir (Harita 1.9-1.10). Ayrıca havzanın genelleştirilmiş litolojik birimler haritası da oluşturulmuştur (Harita 1.11).



Harita 1. 9: Aksu Çayı Havzasının Aşağı Çığırında Görülen Litolojik Birimlerin Dağılışı (DSİ, 2015'e göre düzenlenmiştir).

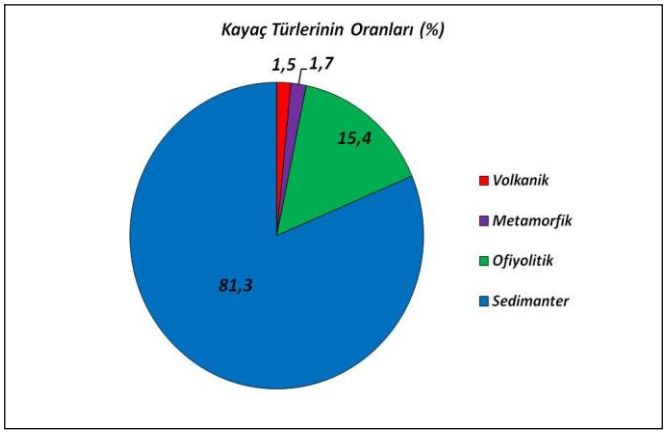


Harita 1. 10: Aksu Çayı Havzası'nın Yukarı Çığırında Görülen Litolojik Birimlerin Dağılış (DSİ, 2015'e göre düzenlenmiştir).



Harita 1. 11: Havzasının Genelleştirilmiş Litolojik Birimlerin Dağılışı (DSİ, 2015'e düzenlenmiştir).

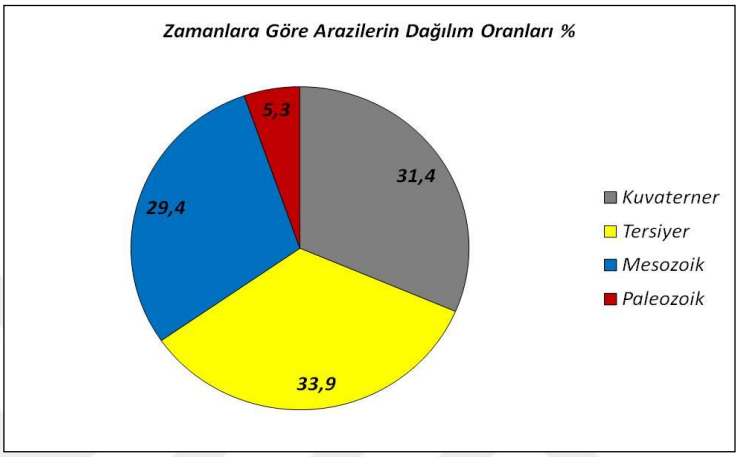
Havzada görülen arazilerin büyük çoğunluğunu sedimanter kayaçlar oluşturur. Havza genelindeki arazilerin % 81,3 sedimanter kayaçlar, % 15,4'ünü Ofiyolitik kayaçlar, % 1,7'sini metamorfik araziler ve % 1,5'ini ise volkanik araziler oluşturur (Grafik 1.2).



Grafik 1. 2: Havzada Görülen Kayaç Türlerinin Dağılış Oranları

Havza içerisinde görülen arazilerin 1805,2 km^2'sini Kuvaterner, 1171,7 km^2'sini Tersiyer, 1014,5 km^2'sini Mesozoik ve 185,6 km^2'sini ise Paleozoik

dönemine ait araziler oluşturmaktadır. Havza içerisinde en fazla % 34 oranı ile Tersiyer dönemi arazileri yer alırken, bunu sırasıyla % 32 Kuvaterner, % 29 Mesozoik ve % 5 ile Paleozoik arazileri oluşturmaktadır (Grafik 1. 3). Arazilerin zamanlara göre dağılım oranları grafik 1. 3'te gösterilmiştir.



Grafik 1. 3: Havzadaki Arazilerin Zamanlara Göre Dağılım Oranları

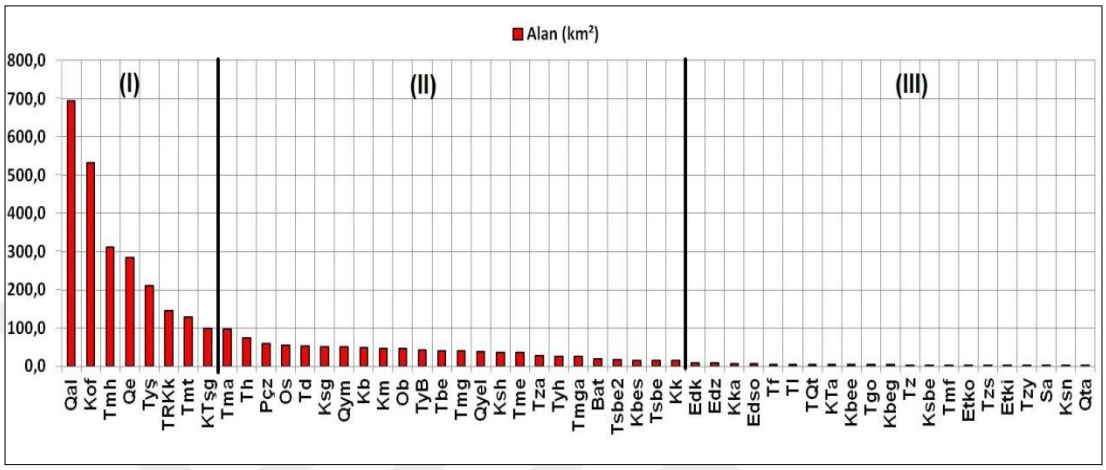
Havzada yer alan en eski arazileri Alt Kambriyen dönemine ait çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı (Edz) birimleri oluştururken, en genç arazileri ise Kuvaterner Alüvyonları (Qal) birimleri oluşturmaktadır (Tablo 1.5). Havzada görülen tüm litolojik birimler ve kapladıkları alanlar tablo 1.5'te verilmiştir.

Tablo 1. 5: Aksu Çayı Havzasında Görülen Litolojik Birimler ve Kapladıkları Alanlar

	Simge	Zaman	Litolojik Birim	Alan (km^2)
KUVATERNER	Bat	Kuvaterner	Bataklık	18,9
	Qal	Kuvaterner	Alüvyon	693,4
	Qe	Kuvaterner	Eski Alüvyon	284,6
	Qyel	Kuvaterner	Alüvyon Yelpazesi	38,4
	Qym	Kuvaterner	Yamaç Molozu-Birikinti Konisi	49,6
	Qta	Kuvaterner	Çakıltaşı	0,3
TERSİYER	Tgo	Pliyosen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	4,4
	Td	Pliyosen	Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı	52,1
	Th	Pliyosen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	74,4
	TQt	Pliyosen	Bazalt, Aglomera	5,0
	Ty	Orta Miyosen	Bazalt	41,3
	Tyş	Orta Miyosen	Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı	209,7
	Tyh	Orta Miyosen	Çakıltaşı	25,9

	Tl	Alt Miyosen	Kumtaşı, çamurtaşı	5,3
	Tz	Alt Miyosen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	3,4
	Tza	Alt Miyosen	Kumtaşı, çamurtaşı	27,9
	Tzs	Alt Miyosen	Volkanit, Çökel kaya	2,3
	Tzy	Alt Miyosen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	1,7
	Tf	Alt Oligosen	Kireçtaşı	5,3
	Tme	Alt Oligosen	Killi kireçtaşı	36,1
	Tmf	Alt Oligosen	Kireçtaşı	2,7
	Tmga	Üst Eosen	Kireçtaşı	26,2
	Tmh	Orta Eosen	Kireçtaşı	311,4
	Tma	Orta Eosen	Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı	96,9
	Tmt	Orta Eosen	Kireçtaşları, killi kireçtaşı	128,4
	Tmg	Alt Eosen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	39,2
	Tsbe2	Paleosen	Kireçtaşı	17,8
	Tbe	Paleosen	Çörtlü kireçtaşı	39,4
	Tsbe	Paleosen	Çörtlü kireçtaşı	14,9
MESOZOİK	**Kta**	Üst Kretase	Volkanit, Çökel kaya	4,8
	KTşg	Üst Kretase	Kumtaşı, çamurtaşı, killi kireçtaşı	99,8
	Ksh	Üst Kretase	Killi kireçtaşı	36,4
	Ksg	Üst Kretase	Kumtaşı, çamurtaşı	50,8
	Ksbe	Üst Kretase	Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı	3,0
	Kbee	Üst Kretase	Kireçtaşı	4,8
	Kbes	Üst Kretase	Kiltaşı	15,0
	Kbeg	Üst Kretase	Çakıltaşı	3,8
	Kof	Üst Kretase	Ofiyolitik Melanj	533,2
	Ksn	Üst Kretase	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	0,4
	Kk	Üst Kretase	Kumtaşı, çamurtaşı	14,4
	Kka	Üst Kretase	Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı	5,8
	Kb	Üst Kretase	Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı	51,8
	Km	Orta Kretase	Kireçtaşı	45,6
	TRKk	Triyas-Kratese	Kireçtaşı	144,7
PALEOZOİK	**Pç**	Permiyen	Mermer	58,3
	Sa	Silüriyen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	1,4
	Ob	Üst Ordovisiyen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı (Şeyl)	45,5
	Os	Alt Ordovisiyen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı (Şeyl)	54,8
	Edk	Üst Kambriyen	Dolomit	8,0
	Edso	Üst Kambriyen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı (Şeyl)	5,6
	Etko	Orta Kambriyen	Şeyl	0,9
	Etki	Orta Kambriyen	Dolomit	2,2
	Edz	Alt Kambriyen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı (Şeyl)	7,9
Toplam				**3 457**

Havzada bulunan litolojik birimler 100 km^2 ve üzerinde alan kaplayan birimler (I). bölgede, 100-10 km^2 arasında alan kaplayan birimler ise (II). bölgede ve 10 km^2'den az alan kaplayanlar ise (III). bölge içerisinde gösterilmiştir (Grafik 1.4).



Grafik 1. 4: Havza İçerisinde Yer Alan Litolojik Birimlerin Alansal Olarak Sıralanması

Litolojik birim olarak havza içerisinde en geniş alan kaplayan birimi 693,4 km^2 ile Kuvaterner alüvyonları (Qal) oluşturmaktadır. Bu birimler akarsu yataklarında tutturulamamış olan kum, silt, kil, çakıl ve çamurlardan oluşur (Sümengen, 2014:10). Özellikle havza içerisinde yükseltinin genel olarak en az olduğu Antakya-Maraş grabeni içerisinde yer alan ve bölgenin önemli tarım alanlarını oluşturan ve havza içerisinde tarımsal sulama ihtiyacının en fazla olduğu Kahramanmaraş Ovası ve Türkoğlu (Sağlık) Ovası, Kuvaterner alüvyonlarının en yaygın görüldüğü alanları oluşturur (Foto 1.4 a-b). Diğer yandan havza içerisinde yer alan ve havzanın doğal göllerinin de içerisinde yer aldığı tektonik bir depresyon olan Gölbaşı Depresyonu da Kuvaterner alüvyonlarının görüldüğü önemli alanlardan birini oluşturur.

Ayrıca bir diğer alüvyon arazisi de yine Kuvaterner dönemine ait Eski Alüvyonlardır. Eski alüvyonlar (Qe) genel olarak nehir yataklarında ve yüksek tepelerle çevrili olan ovalarda gevşek bir şekilde tutturulmuş çakıl, kum, kil ve çamurdan oluşan birimlerdir (Sümengen, 2014:19). Havza içerisinde 284,6 km^2 yer kaplayan ve aynı zamanda havzanın yine önemli tarım alanlarından birini oluşturan bu birimler ise daha çok Narlı Ovası'nda yaygındır (Foto 1.4- c). Sonuç olarak havza içerisinde Kuvaterner dönemine ait alüvyonlar (Qal) ve Eski Alüvyonlar (Qe) olmak

üzere toplam 978 km^2'lik bir alan kaplayan bu birimler, toplamda havzanın % 28,2'sini oluşturur (Tablo 1.5).



Foto 1. 4: Havzada Yer Alan Ovalık Alanlarda Yayılış Gösteren Kuvaterner Alüvyonları

Havza içerisinde alan olarak en geniş yer kaplayan ve toplam 100 km^2'den fazla alan kaplayan diğer litolojik birimler ise sırasıyla Üst Kretase ofiyolitik kayaçlar (Kof) (serpantin, peridodit gabro), Orta Eosen, kireçtaşı (Tmh), Kuvaterner eski alüvyonlar (Qe), Orta Miyosen, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı (Tyş), Triyas-Kretase kireçtaşı (TRKk) ve Orta Eosen kireçtaşı, killi kireçtaşı birimleri (Tmt) ile Üst Kretase kumtaşı, çamurtaşı killi kireçtaşları (KTşg) oluşturur. Tüm bu birimler toplam 2405,5 km^2'lik bir alan kaplayarak havzanın toplam % 69,5'ini oluşturur. Havza içerisinde toplamda 1 km^2'den az yer kaplayan litolojik birimler ise sırasıyla Kuvaterner çakıltaşlar (Qta), Üst Kretase çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı (Ksn) ve Orta Kambriyen şeyl birimleri (Etko) oluşturur (Grafik 1.4).



Foto 1. 5: Gaziantep-Kahramanmaraş Yolu Çevresinde Görülen Orta Eosen Kiraçtaşı Birimleri (Tmh)

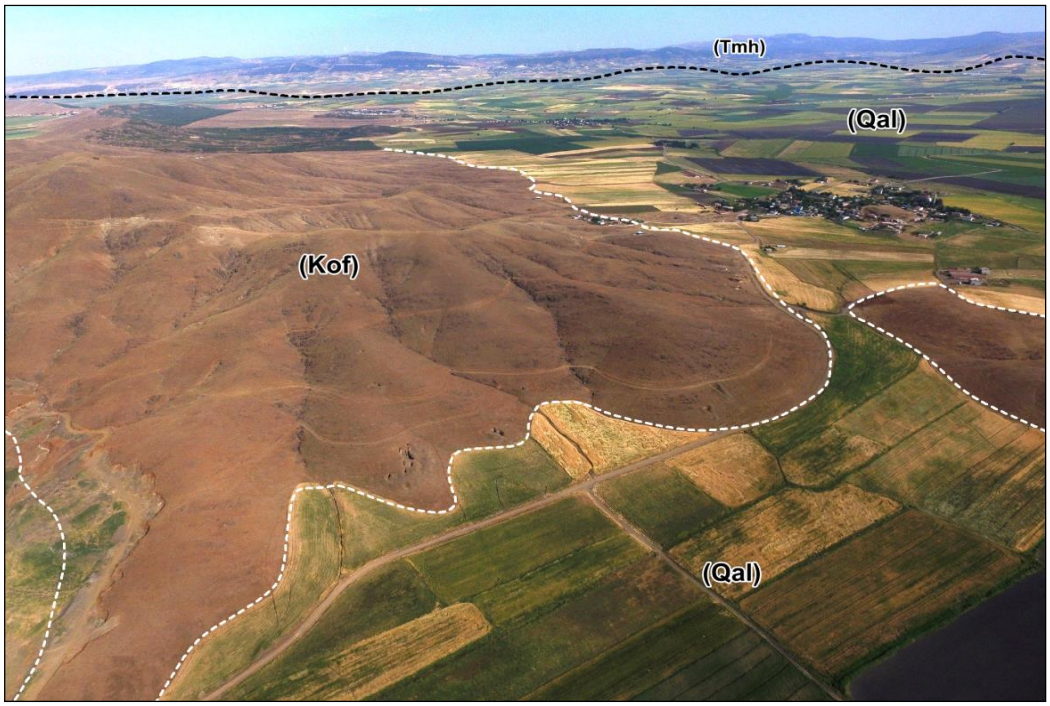


Foto 1. 6: Kahramanmaraş Ovasında Yer Alan Ofiyolit (Kof) Birimler

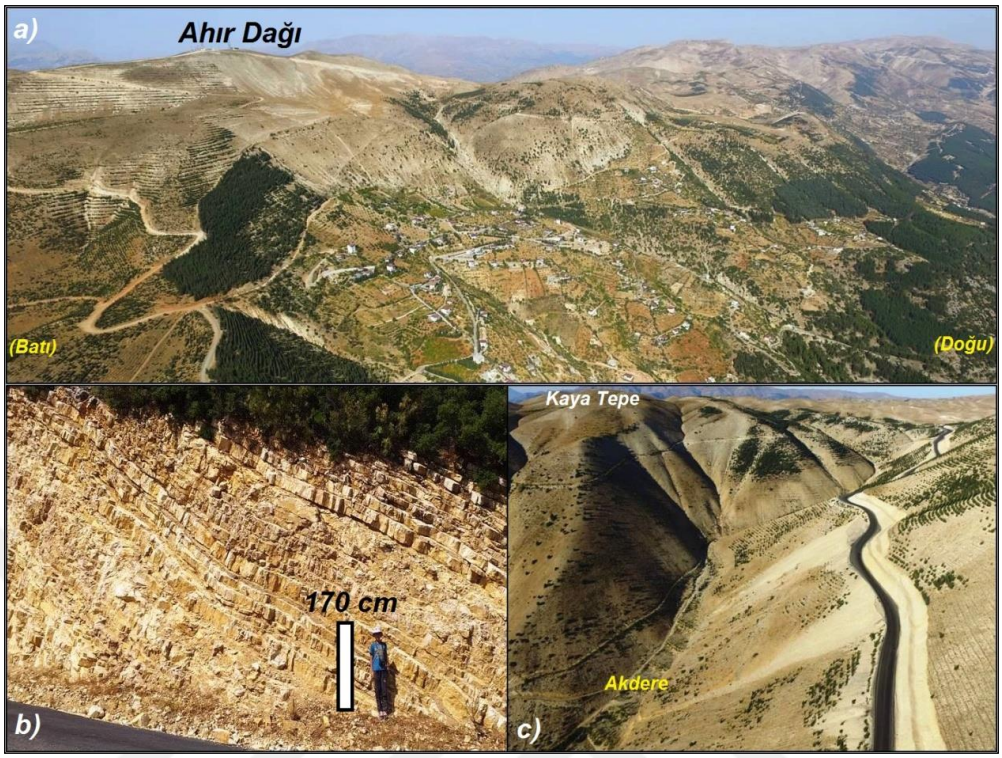
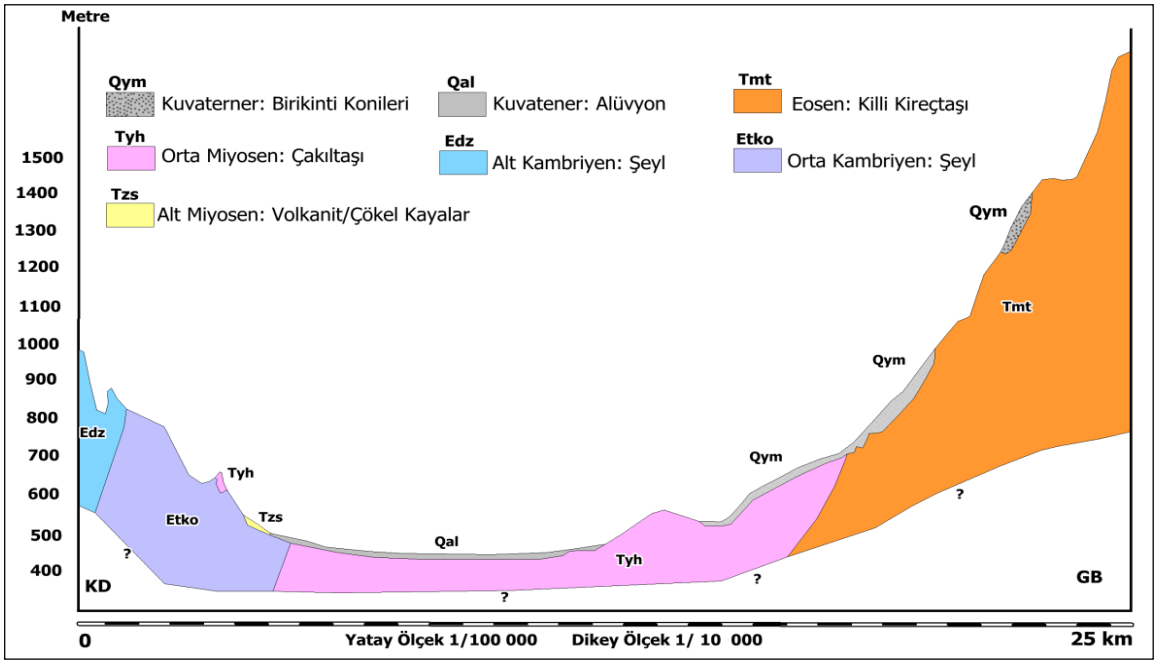
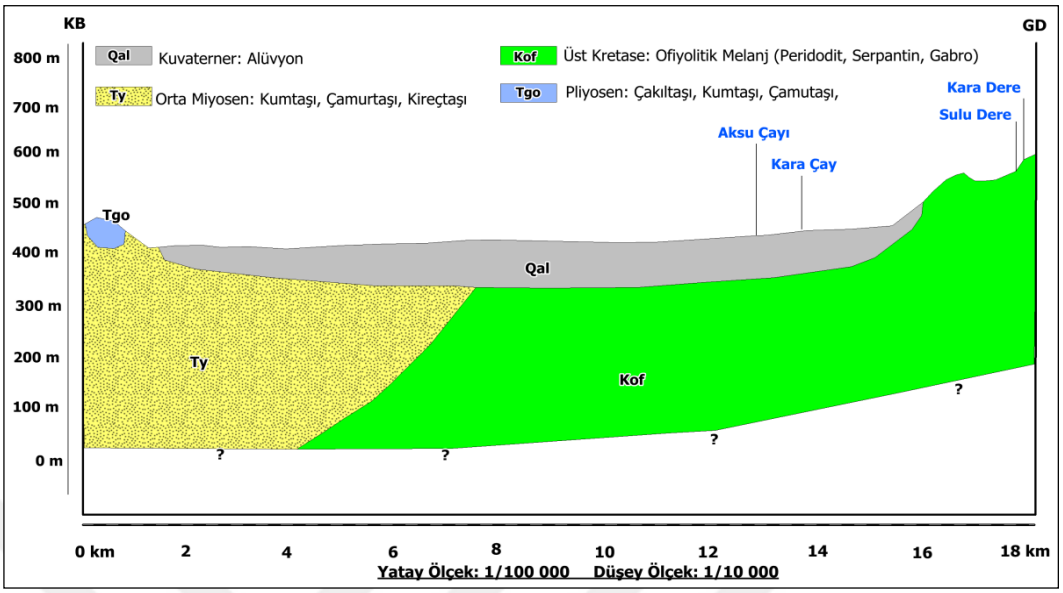


Foto 1. 7: Ahırdağı Yamaçlarında Yayılış Gösteren Eosen Killi Kireçtaşı Birimleri (Tmt)

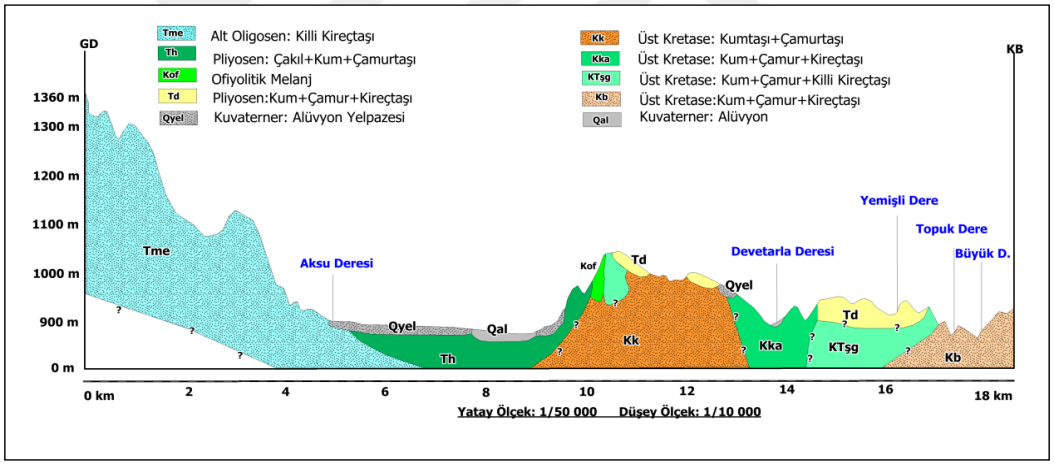
Havza içerisinde litolojik birimlerin farklı yönlere ait bazı dağılış profilleri aşağıda verilmiştir (Profil 1.1-Profil 1.2,Profil 1.3, Profil 1.4, Profil 1.5, Profl 1.6).



Profil 1. 1: Kahramanmaraş ve yakın çevresinin KD-GB yönündeki litolojik birimlerin dağılış profili (DSİ, 2015'den düzenlenerek alınmıştır.)



Profil 1. 2: Kahramanmaraş ve yakın çevresinin KB-GD yönündeki litolojik birimlerin dağılış profili (DSİ, 2015'den düzenlenerek alınmıştır.)



Profil 1. 3: Kartalkaya alt havzasının GD-KB yönünde litolojik birimlerin dağılış profili (DSİ, 2015'den düzenlenerek alınmıştır).

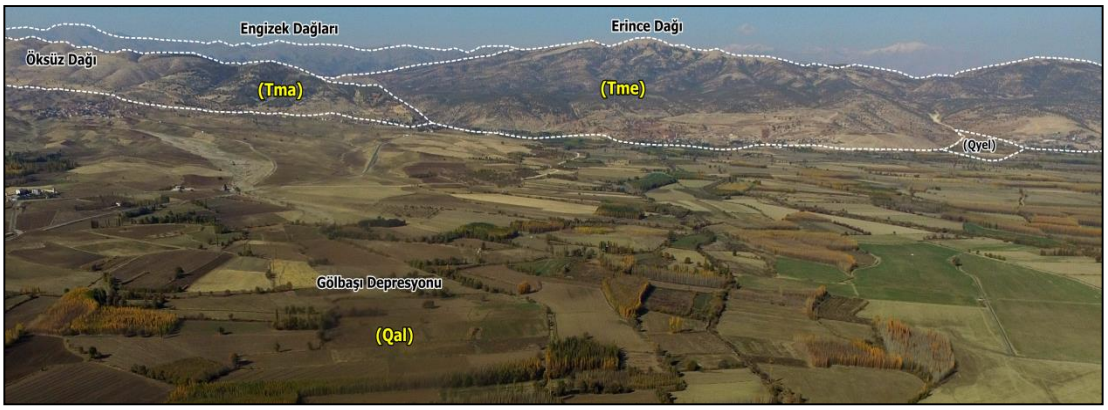
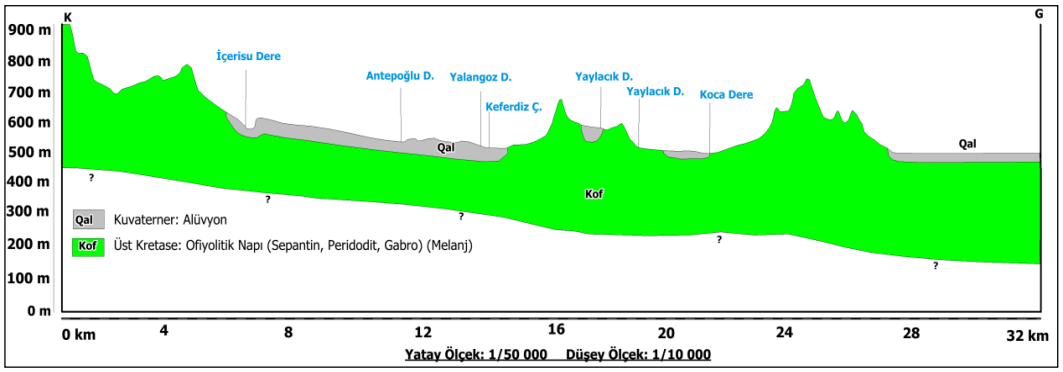
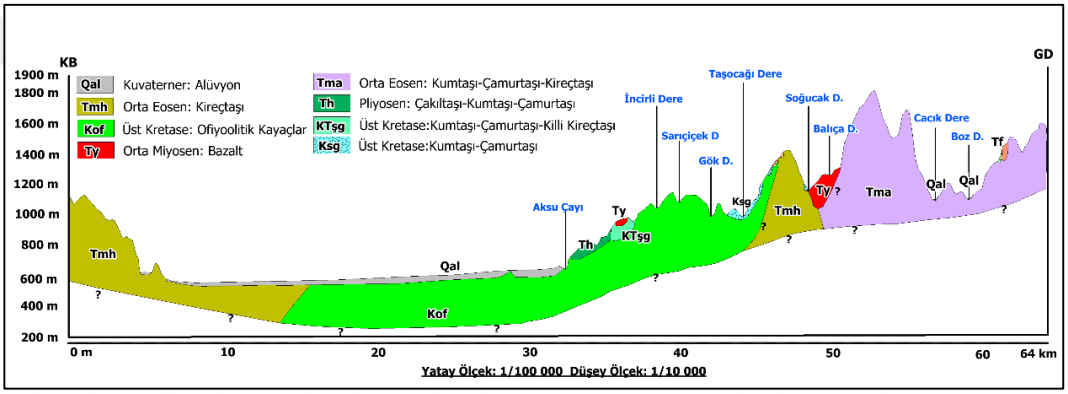


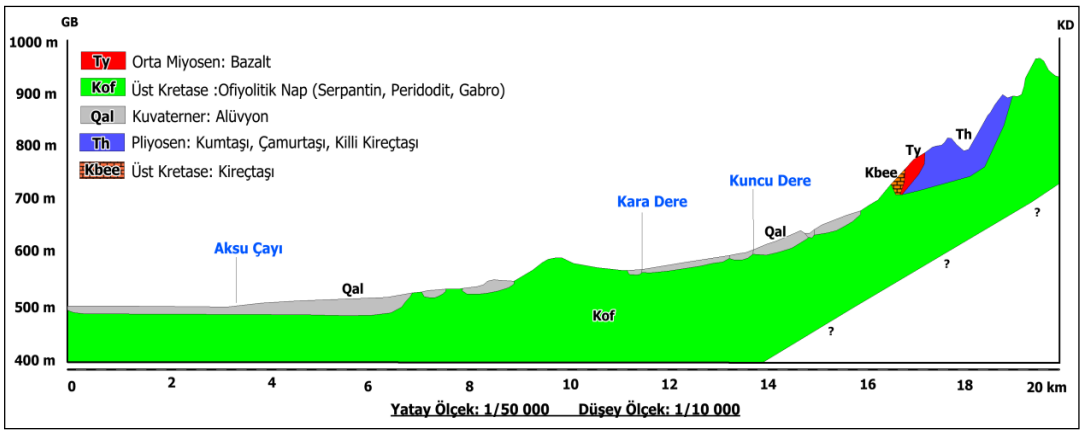
Foto 1. 8: Öksüz Dağı ve Erince Dağı Çevresinde Yayılış Gösteren Litolojik Birimlerin Dağılışı



Profil 1. 4: Gavur Gölü alt havzasının K-G yönünde litolojik birimlerin dağılış profili (DSİ, 2015'den düzenlenerek alınmıştır.)



Profil 1. 5: Kartalkaya alt havzasının GB-GD yönünde litolojik birimlerin dağılış profili (DSİ, 2015'den düzenlenerek alınmıştır.)

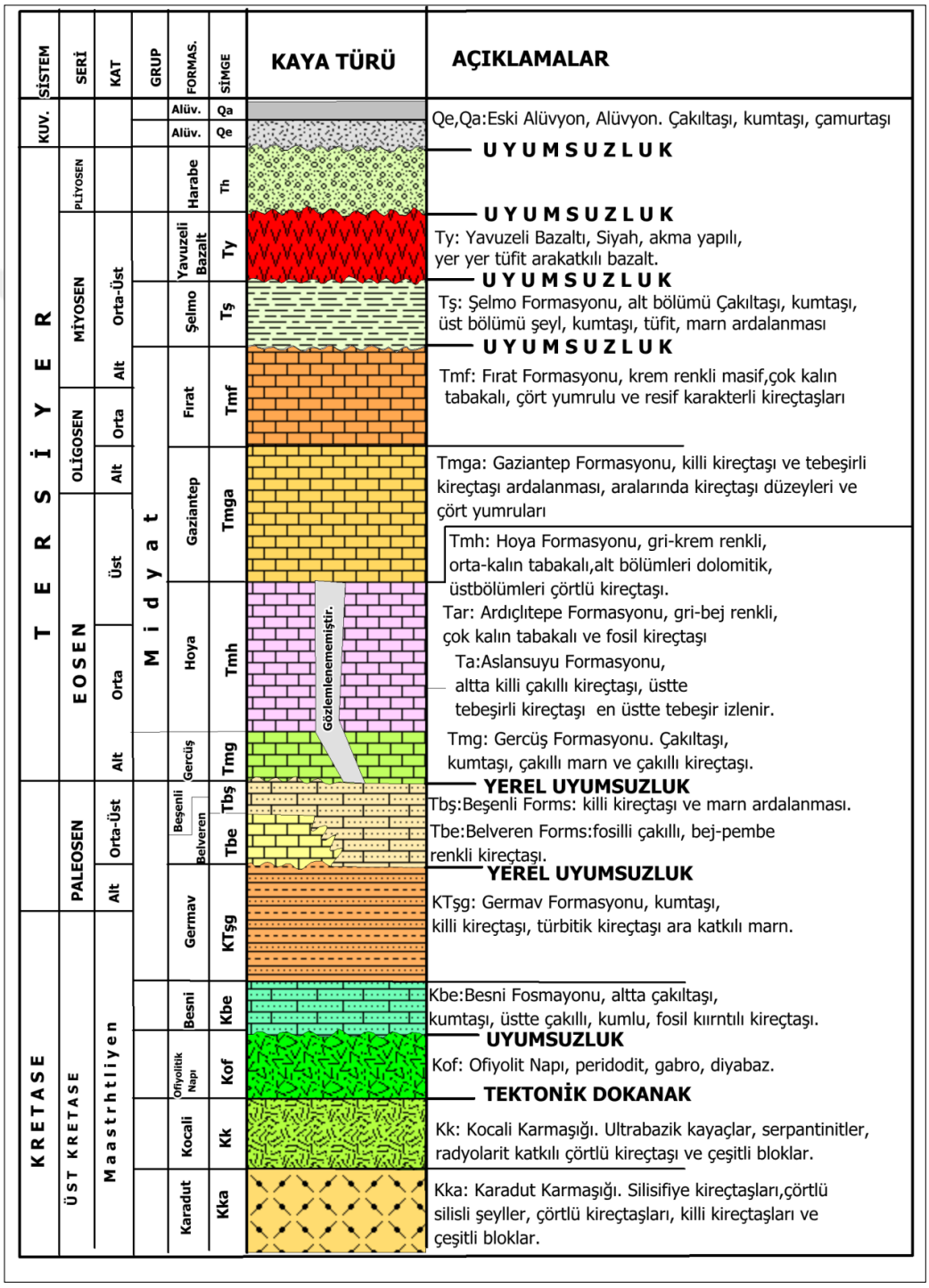


Profil 1. 6: Türkoğlu alt havzasının GB-KD yönünde litolojik birimlerin dağılış profili (DSİ, 2015'den düzenlenerek alınmıştır).

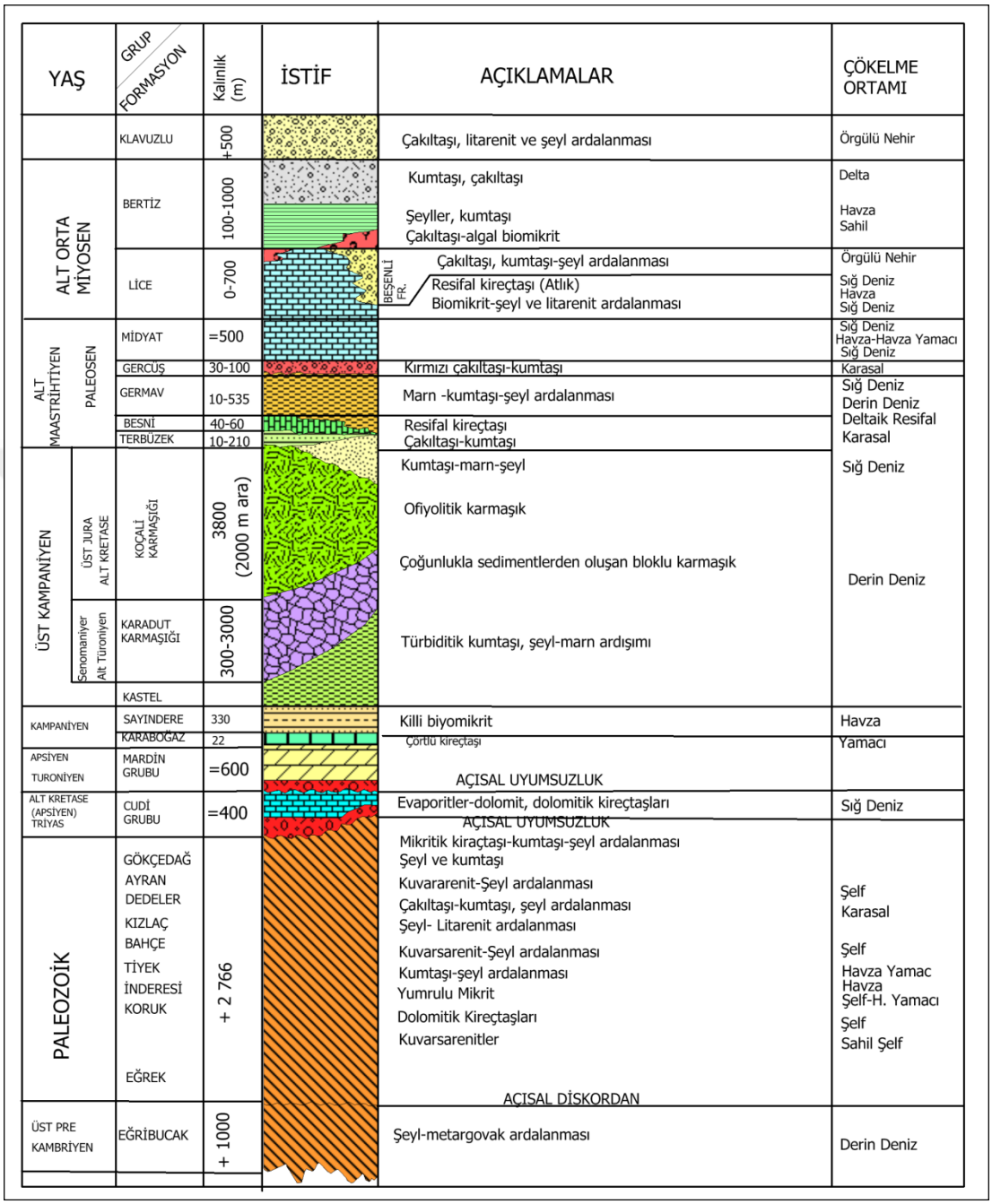
Havza, bulunduğu bölgenin tektonik yapısının karmaşık olması havza içerisinde litolojik birim çeşitliliğini artırmış ve litolojik birimlerin yatay yönde çok kısa mesafelerde değişmesine neden olmuştur. Genel olarak havza içerisindeki Sakarkaya Dağı, Kandil Dağı ve Öksüz Dağı gibi yüksek ve dağlık alanlarda Midyat

Grubu Formasyonu'na ait Orta Eosen kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı birimleri (Tma) görülürken havzanın kuzey sınırını oluşturan Ahır Dağı ise yine aynı gruba ait Orta Eosen, killi kireçtaşı birimlerinden (Tmt) oluşmaktadır. Ayrıca yine havzanın kuzeyinde yer alan Engizek Dağları, Çayderesi Formasyonuna ait Permiyen dönemine ait mermerler (Pç) ile Üst Kretase kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı (Kb) birimlerinden oluşmaktadır. Diğer yandan Aksu Çayı'nın Gölbaşı Depresyona açıldığı bölgede burada havzanın kuzey sınırını oluşturan Erince Dağı ise Fırat Formasyonuna oluşturan Alt Oligosen'e ait killi kireçtaşlarından (Tme) oluşmaktadır. Bu yüksek dağlık alanlardaki birimlerde geçirgenlik oranları % 10-20 arasında değişmekle birlikte genel olarak geçirgenlik düşüktür. Bu bölgelerdeki formasyonlar yeraltı suyu içermeyen formasyonlardan oluştuğundan bu bölgeler genel olarak yer altı suyu verimliliği açısından fakir olan ve akifer potansiyelleri zayıf olan alanları oluşturmaktadır (DSİ, 2015). Bu dağlık alanların büyük bir bölümü yükseltinin fazla olması nedeniyle genelde kış mevsiminde kar yağışının ve karın yerde kalma süresinin fazla olduğu alanları oluşturur. Yükseltinin fazla olması nedeniyle bu dağlık alanlardaki çoğu alan orman yetişme üst sınırının üzerinde yer alması nedeniyle bu alanlardaki yüksek kesimler, bitki örtüsü açısından zayıftır. Ayrıca buralarda yükselti ve eğimin de fazla olması nedeniyle buralarda yapılacak olan baraj ve göletler için erozyon, yüksek risk oluşturmaktadır. Buralarda yüksek ve eğimli yamaçlardan inen derelerin gerek sel ve taşkın afetlerine neden olmaması gerekse vadi tabanlarına bol miktarda malzeme taşınımının önüne geçilmesi için buralar, tersip bentlerinin inşaa edilmesi ve ağaçsız alanların öncelikli olarak ağaçlandırılması gereken yerleri oluşturmaktadır. Diğer yandan havza içerisinde genel olarak aşağı çığırda yer alan ovalık alanlarda serpantin, peridodit ve gabro kayaçlarından oluşan Ofiyolitik (Kof) birimler, buralarda temel arazileri oluşturduğu görülmektedir. Kuvaterner alüvyonları (Qal) birimleri ise bu temel üzerine çökelmişlerdir. Buralarda özellikle yeraltı suyu kullanımı açısından açılan su kuyularında ofiyolitik kayaçlar bu derinliği sınırlandırılan bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. 1973 yılında DSİ tarafından yayınlanan Maraş Ovaları Hidrojeoljik Etüt Raporu'nda Narlı Ovası'nda temelde yer alan serpantinlerden dolayı burada açılacak olan su kuyularındaki derinliğin 50-60 metre arasında sınırlandırılması gerektiği ifade edilmiştir (DSİ, 1973:63).

Havza içerisinde alınan litolojik birimlerin stratigrafik dizilimi ve birbirine göre açısal uyum ve uyumsuzluklarını ortaya koyan ve havzanın farklı kesimlerinden alınan bazı dikme kesitler şekil 1.2 ve şekil 1.3'te gösterilmiştir.



Şekil 1. 2: N38 Paftasının Genelleştirilmiş Dikme Kesiti (Terlemz vd; 1997'den düzenlenerek alınmıştır).

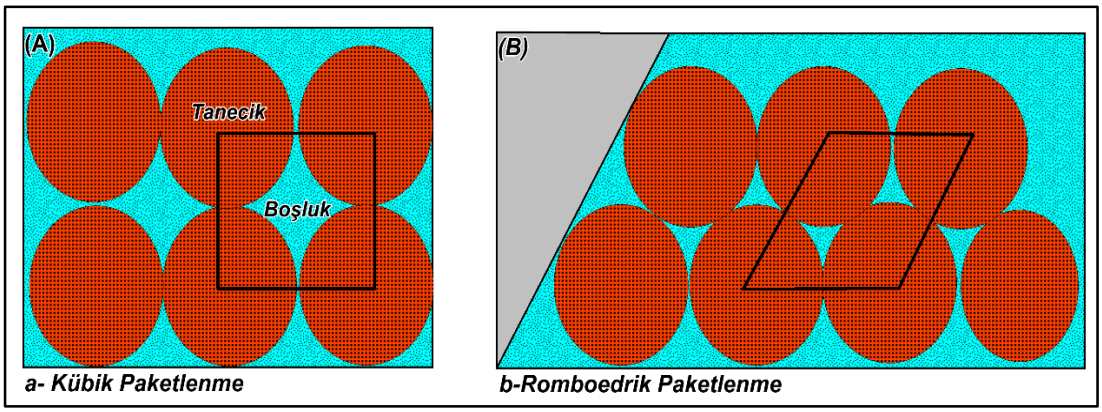


Şekil 1. 3: Kahramanmaraş Yöresi ve Güneydoğu Alanlarının Genelleştirilmiş Dikme Kesiti (Önalan, 1990'dan düzenlenerek alınmıştır).

1.1.4. Litolojik Özellikler

Bir bölgedeki yeryüzüne düşen toplam yağış miktarının ne kadarının yüzeysel akışa geçeceği ve ne kadarının ise sızmaya uğrayarak yer altı sularını besleyeceği konusunun bilinmesi bir bölgedeki su yönetimi planlamasının yapılması açısından oldukça önemlidir. Çünkü yüzeysel akışa geçecek olan su miktarı o bölgedeki yüzeysel su potansiyelini oluştururken diğer yandan sızma olayı ise o bölgedeki yer altı su potansiyelini oluşturur. Genel anlamda bu iki durum arasındaki mantıksal ilişkiyi kısaca şöyle ifade etmem mümkündür. Eğer bir bölgede yağış şiddeti, sızma şiddetinden yüksek ise o bölgede hem yüzey akış hem de sızma gerçekleşir. Diğer yandan eğer yağış şiddeti, sızma şiddetinden düşük ise bu durumda herhangi bir yüzeysel akış olmaz ve tüm yağış suları sızmaya uğrar. Eğer ki sızma şiddeti ile yağış şiddeti birbirine eşit ise yine bu durumda da yüzeysel akış meydana gelmez ve yine tüm yağış sızmaya uğrar. Kısacası bu mantıksal ilişkiye göre bir bölgedeki yağış ile sızma arasındaki fark kadar o bölgede yüzeysel akış meydana gelir. Uzun süre sızma olayı sonrası zemin tamamen doygun hale gelirse o zaman ise tüm yağış miktarı ile buharlaşma miktarı arasındaki fark o bölgedeki yüzeysel akışı oluşturur (Şen, 2003a:145). Bir yerde toprak tarafından absorbe edilen su miktarı, o bölgedeki zeminin infiltrasyon (sızma) kapasitesini oluşturur. Genel olarak sızma kapasitesinin yüksek olduğu yerler aynı zamanda zemini oluşturan toprak ve kayaçlardaki gözeneklilik (porozite) ve geçirgenlik (permeabilite) oranı yüksek olduğu yerlerdir. Bir başka ifadeyle gözeneklilik ve geçirgenlik oranları fazla olan yerlerde sızma oranları da fazladır (Atalay, 1986:9). Gözenek kavramını ifade eden *"porozite"* kelimesinin kökeni Yunanca'daki *"poros"* kelimesinden gelmekte olup anlamı boşluk veya geçit gibi anlamlara gelmektedir (Choquette and Pray, 1970; Tucker and Wright, 1990; Akt: Eren, 2020:83). Gözeneklilik (porozite) kavramı genel olarak bir kayanın hacim biriminde içinde bulunan boşlukların toplam hacminin, o kayanın toplam hacim birimine oranına denir. Genel olarak herhangi bir yerdeki zemini kaplayan bir kayacı oluşturan birimlerin şekilleri, boyutları, dokusu ve diaklazların varlığı ile bu diaklazların sıklığı ve genişliği o yerin porozitesi üzerinde oldukça etkili olan faktörlerdir (Erinç, 2002:96).

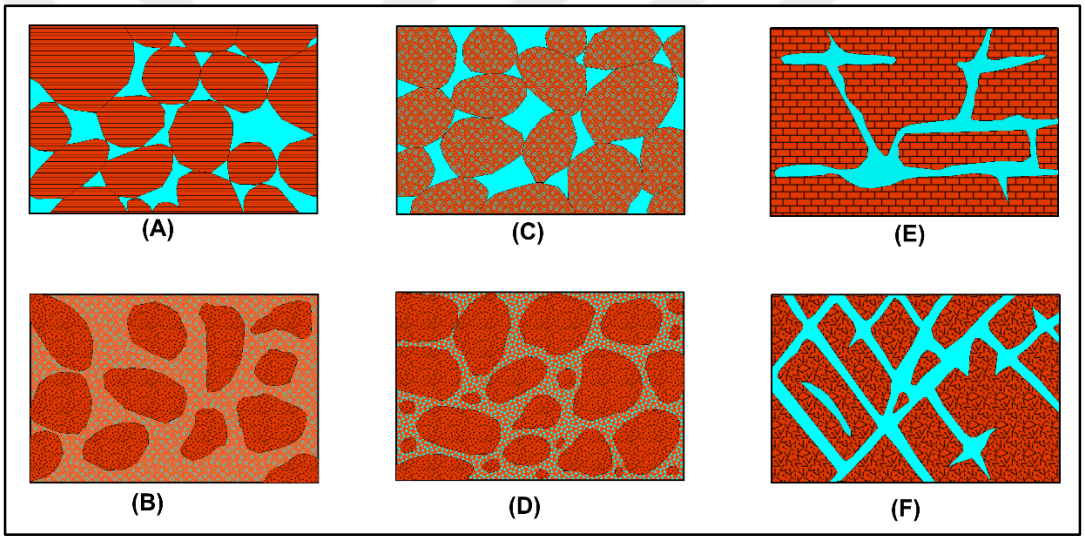
Kayaçlardaki gözeneklilik yapıları oluşum kökenlerine göre *"birincil gözeneklilik"* ve *"ikincil gözeneklilik"* şeklinde genel olarak iki gruba ayrılır. Bunlardan "birinci gözeneklilik", genel olarak kayaçların çökelmesi esnasında oluşan boşluklardan oluşan gözenekliliktir. Bu gözeneklilik daha çok tanecikler arasındaki boşlukları oluştururlar ve kayaç içerisindeki en baskın gözenek türlerini oluştururlar (Choquette and Pray, 1970; Aguilera, 1987; Moore, 1989; Tucker and Wright, 1990; Akt: Eren, 2020:84). Taneciklerin boyutu, iyi boylanmış ya da kötü boylanmış olma durumları, biriktirme yöntemleri ve paketlenme şekilleri ile birikme esnasında ve sonrasında sıkıştırma işlemlerine göre birincil gözeneklilik oranları değişiklik gösterir (North, 1985:115). Bir kayacı oluşturan tanelerin paketlenme şekli ve şiddeti o bölgedeki kayaçların gözeneklilik ve geçirgenlik oranlarını üzerindeki etkisi önemlidir. Örneğin bir kayacı oluşturan genel olarak aynı boydaki katı parça taneciklerin diziliminde tanecikler tam olarak doğrudan birbirinin üzerine gelecek şekilde paketlenmiş ise bu dizilime *"kübik paketlenme"* denir. Genelde gevşek bir yığışım olan bu kübik paketlenme dizilimlerinde gözeneklilik oranı % 47,6'dır. Diğer yandan taneciklerin dizimi esnasında tanecikler doğrudan birbiri üzerine değil de hemen taneciğin yanındaki boşluğa oturmuş ise bu şekildeki dizilimlere ise *"romboedrik paketlenme"* denir. Genelde sıkı bir paketlenme dizilimi olan bu romboedrik paketlenme türünde ise gözeneklilik % 26'dır (Şekil 1.4). Doğal tanelerin paketlenmesi şekil, boyut ve boylanma özellikleri, sıkışma ve taşlaşma etkilerinden dolayı sedimanter kayaçlarda bu çok daha karmaşık bir hal almaktadır (Menzier, 1923a; Akt: Fetter, 2004:77; Boggs, 2014:61).



Şekil 1. 4: Kübik ve Romboedrik Paketlenme Türlerinde Tanecik Dizilimleri (Fetter' 2004'den düzenlenerek alınmıştır).

Kayaçlardaki oluşan ikincil gözeneklilik ise kayaçların çökelmesinden sonrasında ya da diyajenez süreçleri esnasında oluşan gözenekliliktir (North, 1985:115). Bu gözeneklilik türünün oluşmasında çözünme, dolomitleşme, yeniden kristalleşme ve diyaklazların oluşması etkilidir (Choquette and Pray, 970; jardine et al; 1977; Aguliera, 1987; Akt: Eren, 2020: 85).

Bir yerdeki kaya veya zemin dokusu ile o yerin gözenekliliği arasında sıkı bir ilişki vardır. Kaya ve zemin matriskinden kaynaklı oluşan birincil gözeneklilik ile çözünme ve yapısal kontrollü bölgesel çatlaklardan oluşan ikincil gözeneklilik türlerinin şematik kesitleri aşağıda şekil 1.5'te verilmiştir.



Şekil 1. 5: Doku ve Gözeneklilik Arasındaki İlişki (Meinzer, 1923 ve Freeze and Cherry, 2003'den düzenlenerek alınmıştır).

Şekil 1.5 incelendiğinde; birimleri iyi boylanmış ve gözenekliliği yüksek olan çökellerdeki gözeneklilik (A), kötü boylanmış ve gözenekliliği düşük çökeller (B), çakılların kendinden gözenekli olmasından dolayı gözenekliliği yüksek olan çökeller (C), iyi boylanmış olmasına rağmen gözenekleri içerisinde minerallerin çökelmesi ile gözeneklilik değeri azalmış çökel (D), çözünmeyle birlikte gözeneklilik değerleri artmış kaya (E), ve kayaçlarda oluşan çatlaklar nedeniyle gelişmiş olan gözeneklilik türü ise (F)' de gösterilmiştir (Meinzer, 1923; Freeze and Cherry, 2003:34).

Yeryüzünü oluşturan kayaçlar homojen bir yapı göstermediği gibi bu kayaçların da porozite özellikleri de birbirine göre önemli farklılıklar gösterir.

Aşağıda bazı kayaçlara ait porozite değerleri ve porozite değişim oranları verilmiştir (Tablo 1.6- Tablo 1.7).

Tablo 1. 6: Çeşitli Litolojik Birimlerin Temsili Gözeneklilik Oranları (Chahar, 2015:9).

Materyal	Porozite (%)	Materyal	Porozite (%)
Kaba çakıl	28	Turba	92
Orta Çakıl	32	Şist	38
İnce Çakıl	34	Şeyl	6
Kum Çakıl Karışımı	20	Bazalt	17
Kaba kum	39	Kireçtaşı	30
İnce kum	43	Dolomit	26
Silt	46	Kum taşı	35
Kil	42	Yıpranmış Granit	45
Kumul kumu	45	Çatlaklı kaya	5
Till	32	Kayrak	<5
Balçık	35	Granite	<1
Lös	49		

Tablo 1. 7: Gözeneklilik Değerlerinin Değişim Aralıklığı (Freeze ve Cherry, 2003:35)

Kayaçlar	Porozite (%)	Tutturulmamış Çökeller	Porozite (%)
Çatlaklı bazalt	5-50	Çakıl	25-40
Karstik kireçtaşı	5-50	Kum	25-50
Kumtaşı	5-30	Silt	35-50
Kireçtaşı dolomit	0-20	Kil	40-70
Şeyl	0-10		
Çatlaklı kristalen kaya	0-10		
Yoğun kristalen kaya	0-5		

Kayaçlar türleri içerisinde oluşum kökeni olarak volkanik ve metamorfik kayaçlarda genel olarak sıcaklık ve basıncın etkisi ile kayaçları oluşturan kristaller birbirine iyi kenetlenmiş olduklarından bu kayaç türlerinde genel olarak gözeneklilik düşüktür. Ancak volkanik patlamalar esnasında eriyik halde atmosfere fırlatılan volkanik malzemeleri oluşturan prolastik malzemelerde gözeneklilik oldukça yüksektir. Örneğin tüflerde gözeneklilik değerlerinin % 14-40 arasında değişirken, güncel volkanik küllerde ise bu gözeneklilik değerleri % 50 oranını bulabilmektedir.

Hatta güncel çökellerin bozuşması ile bu gözeneklilik oranı % 60 üzerine çıkabilir. Volkanik kayaçlar genel olarak bir volkanın patlaması sonucu bir lav püskürmesi ve bu lavların soğuması ile gerçekleşirler. Özellikle yüzeyde aniden soğuyan lav akıntılarında kaya içerisindeki gazlar, kaya içerisinde hapsedilmiş olduğundan genel olarak kayaçlardaki boşluklar birbiri ile bağlantısı olmayan bir şekilde oluşur. İçerisinde gaz yoğunluğu düşük olan bazaltlarda gözeneklilik % 1-12 arasında değişirken, yine magmadan oluşan ve gaz içeriği yüksek olan pomza kayaçlarında ise birbirine bağlı olmayan gözeneklerden oluşan gözeneklilik oranının ise % 87 gibi oldukça oldukça yüksek değerlerde olduğu görülmüştür (Keller, 1960; Schoeller, 1662; Davis, 1969; Akt: Fetter, 2004: 85). Kayaçlardaki gözeneklilik oranların niteliksel olarak sınıflandırılması North (1985) tarafından şu şekilde belirlenmiştir (Tablo 1.8).

Tablo 1. 8: Gözeneklilik Oranlarının Niteliksel Değerlendirilmesi (North, 195: 115)

Porozite Oranı (%)	Niteliksel Değerlendirilmesi
0-5	Önemsiz
5-10	Düşük
10-15	Orta
15-20	İyi
20 +	Çok İyi

Kayaçların hacim olarak gözeneklilik oranı kadar bu gözeneklerin birbiriyle bağlantılı olması ve bu gözeneklerin bulunduğu yerdeki suyu yeraltına geçişine imkan vermesi oldukça önemlidir. Bu durum kayaçların gözeneklilik özellikleri yanında geçirgenlik oranlarının da önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Kayaçlarda gözeneklilik oranı kadar gözeneklerin boyutu, birbiriyle bağlantısının olup olmaması gibi özelliklerin de dikkate alınması gerekir. Örneğin kil birimlerinde gözeneklilik oranları % 50-60 oranında iken geçirgenlik oranı ise % 0-10 arasındadır. Bu durumun ortaya çıkmasına killerin gözeneklerinin çok küçük olması ve su aldıkları zaman bu gözenekler kapanmasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden içerisinde kil oranı fazla olan kayaçlar genel olarak poroziteleri yüksek ama geçirgenlikleri ise düşüktür (Erinç, 2002:97). Bu nedenle özellikle su yönetimi konusunda kayaçların gözenekliliği konusu incelenirken genel olarak gözeneklilik oranından ziyade bu gözeneklerin

birbiriyle bağlantılı olması ve hidrolojik iletkenlik ya da başka bir deyişle geçirgenlik oranını belirleyen *"etkin gözeneklilik"* oranının önemsenmesi gerekir. Etkin gözeneklilik ise birbiriyle bağlantılı olan ve sıvıların birbirine iletildiği gözeneklerin hacim oranlarının toplam kaya hacmine oranını ifade etmektedir (North, 1985; Tiab ve Donalds, 2004; Akt: Eren; 2020:84). Kayaçlardaki boşluklar arasında herhangi bir bağlantı bulunmuyorsa "genel porozite", eğer ki boşluklar arasında bağlantı olması durumuna ise *"bağlantılı porozite"* denir (Sür, 1994:11). Kayaçlardaki düşük gözeneklilik her zaman düşük geçirgenlik anlamına gelebilir fakat her gözeneklilik oranı yüksek olan kayaçlar aynı oranda geçirgenlik oranı yüksektir anlamına gelmemektedir. Sızma hızı, süzülme oranı gibi farklı şekillerde ifade edilen geçirgenlik özelliği genel anlamda gözenekli ortamın sıvıyı iletme yeteneğinin bir ölçüsünü ifade eder (Chahar, 2015:10). Başka bir ifadeyle geçirgenlik, bir kayacın özelliklerinin bozulmadan belirli bir zaman diliminde belli bir atmosfer basıncı altında bir sıvıyı içerisinden geçirme yeteneğidir (Sür, 1994:11). Aşağıda tablo 1.9'da bazı kayalara ait geçirimlilik değerleri verilmiştir.

Tablo 1. 9: Çeşitli Kayaçlara Göre Geçirimlilik Değerleri (Erinç, 2002:97)

Malzeme	10^{-4} cm/sn	m/gün
Çakıl	1	-
İnce Kum	20-200	1,8 – 8,5
Mil	1-2000	0,09 – 171,9
Kil	0-10	0 – 0,9

Killi kayaçlar gözeneklilik oranı oldukça yüksek olmasına rağmen gözeneklerinin küçük olmasından dolayı geçirimlilik oranı oldukça düşüktür. Böylece kil ve kil oranının yüksek olduğu kayaçlarda gerek yüzeysel akış ve yeraltı suları üzerindeki etkilerinin yanında ayrıca arazinin akarsular tarafından şekillenmesi bakımından da önemli etkiler ortaya koyar. Örneğin killerin yoğun olduğu arazilerde genel olarak vadi sistemleri daha sık ve yamaç profilleri ise genel olarak konkav (içbükey) dır. Diğer yandan gözenek hacimleri büyük olan konglomeralar, çakıllar, kumlar ve kumtaşlarının yoğun olarak bulunduğu arazilerde ise düşük porozite özelliklerine rağmen geçirimlilikleri yüksektir. Bu birimlerin yoğun olduğu arazilerde, akarsularda yüzeysel akışı azaltması ve yağışların yeraltına sızarak yer altı sularının beslenmesi fazla olmasının yanında yüzeysel ve çizgisel aşınma özellikle de yamaç

gelişimleri oldukça güçtür. Buralarda akarsu şebekeleri daha zayıf ve vadi yamaçları oldukça dik ve konveks (dışbükey)'dir (Erinç, 2002:97). Aksu Çayı Havzası'nı oluşturan litolojik birimlerin geçirgenlik oranları (süzülme oranları) aşağıdaki tablo 1.10'da verilmiştir.

Tablo 1. 10: Aksu Çayı Havzasındaki Litolojik Birimlerin Geçirgenlik Oranları (DSİ-2015; Ek-6'ya göre)

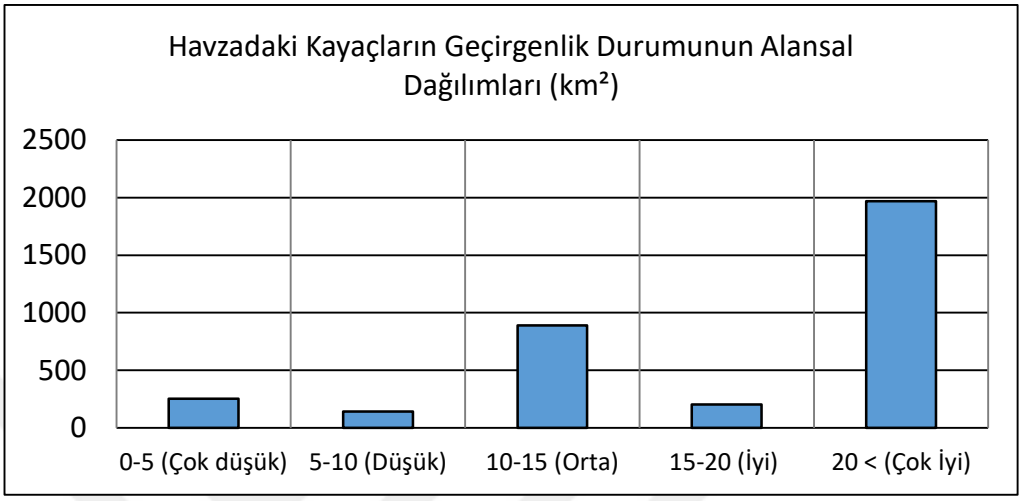
	Simge	**Zaman**	**Litolojik Birim**	Geçirgenlik Oranı (%)
KUVATERNER	Bat	Kuvaterner	Bataklık	30
	Qal	Kuvaterner	Alüvyon	30
	Qe	Kuvaterner	Eski Alüvyon	30
	Qyel	Kuvaterner	Alüvyon Yelpazesi	35
	Qym	Kuvaterner	Yamaç Molozu-Birikinti Konisi	35
	Qta	Kuvaterner	Çakıltaşı	35
TERSİYER	Tgo	Pliyosen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	10
	Td	Pliyosen	Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı	10
	Th	Pliyosen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	10
	TQt	Pliyosen	Bazalt, Aglomera	20
	Ty	Orta Miyosen	Bazalt	20
	Tyş	Orta Miyosen	Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı	5
	Tyh	Orta Miyosen	Çakıltaşı	20
	Tl	Alt Miyosen	Kumtaşı, çamurtaşı	5
	Tz	Alt Miyosen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	15
	Tza	Alt Miyosen	Kumtaşı, çamurtaşı	5
	Tzs	Alt Miyosen	Volkanit, Çökel kaya	15
	Tzy	Alt Miyosen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	15
	Tf	Alt Oligosen	Kireçtaşı	25
	Tme	Alt Oligosen	Killi kireçtaşı	15
	Tmf	Alt Oligosen	Kireçtaşı	25
	Tmga	Üst Eosen	Kireçtaşı	30
	Tmh	Orta Eosen	Kireçtaşı	55
	Tma	Orta Eosen	Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı	10
	Tmt	Orta Eosen	Kireçtaşları, killi kireçtaşı	15
	Tmg	Alt Eosen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	15
	Tsbe2	Paleosen	Kireçtaşı	30
	Tbe	Paleosen	Çörtlü kireçtaşı	30
	Tsbe	Paleosen	Çörtlü kireçtaşı	30
MESOZOİK	Kta	Üst Kretase	Volkanit, Çökel kaya	15
	KTşg	Üst Kretase	Kumtaşı, çamurtaşı, killi kireçtaşı	15
	Ksh	Üst Kretase	Killi kiraçtaşı	10
	Ksg	Üst Kretase	Kumtaşı, çamurtaşı	15

	Kbee	Üst Kretase	Kireçtaşı	30
	Kbes	Üst Kretase	Kiltaşı	5
	Kbeg	Üst Kretase	Çakıltaşı	25
	Ksh	Üst Kretase	Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı	10
	Kof	Üst Kretase	Ofiyolitik Melanj	15
	Ksn	Üst Kretase	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	15
	Kk	Üst Kretase	Kumtaşı, çamurtaşı	10
	Kka	Üst Kretase	Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı	10
	Kb	Üst Kretase	Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı	10
	Km	Orta Kretase	Kireçtaşı	30
	TRKk	Triyas-Kratese	Kireçtaşı	30
PALEOZOİK	Pç	Permiyen	Mermer	20
	Sa	Silüriyen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	15
	Ob	Üst Ordovisiyen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı (Şeyl)	15
	Os	Alt Ordovisiyen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı (Şeyl)	15
	Edk	Üst Kambriyen	Dolomit	30
	Edso	Üst Kambriyen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı (Şeyl)	15
	Etko	Orta Kambriyen	Şeyl	5
	Etki	Orta Kambriyen	Dolomit	35
	Edz	Alt Kambriyen	Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı (Şeyl)	15

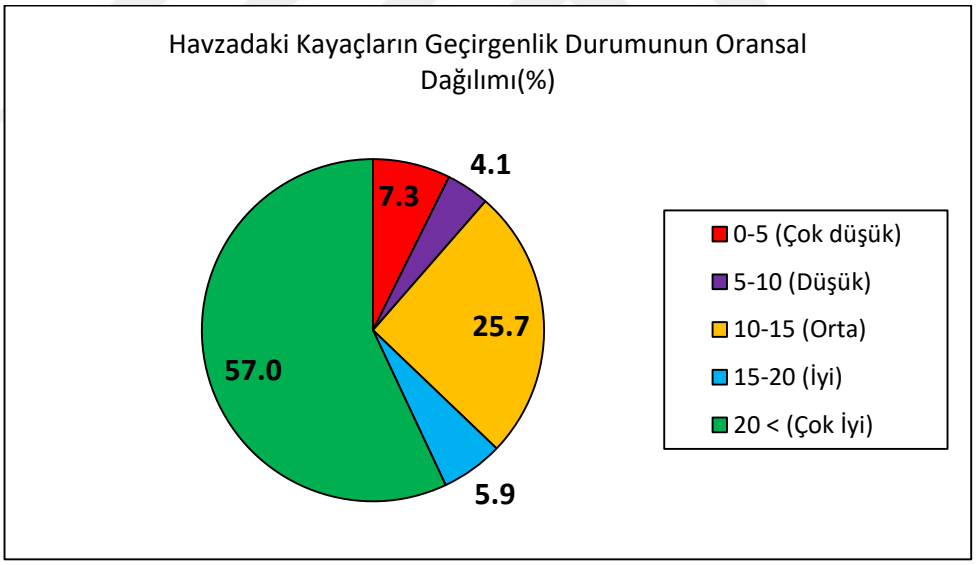
Aksu Çayı Havzası'nı oluşturan litolojik birimlerin geçirgenlik oranlarına bakıldığında havza içerisinde en geçirimsiz litolojik birimleri % 5 oranı ile Orta Kambriyen Şeyl (Etko), Üst Kratese kiltaşı (Kbes), Orta Miyosen, kumtaşı, çamurtaşı kireçtaşı (Tyş) ve Alt Miyosen çamurtaşı, çamurtaşı (Tza) birimleri oluşturmaktadır. Havza içerisinde geçirimlilik oranı en yüksek olan litolojik birimler ise % 55 ile Orta Eosen kireçtaşı (Tmh) birimleri oluşturmaktadır. Bunu % 45 ile Kuvaterner yamaç molozları (Qym) ve % 40 ile Orta Kretase kireçtaşı (Km) ve Permiyen mermerleri (Pç) oluşturmaktadır (Tablo 1.10). (DSİ, 2015:Ek-6).

Havzanın genel olarak kuzey kesiminde yer alan Ahır Dağı, Kandil Dağı, Çataldağ ve Öksüz Dağı gibi yüksek dağlık ve engebeli alanlardaki geçirgenlik oranları düşük litolojik birimlerin (*Tma* ve *Tmt*) geniş yer kaplaması nedeniyle olması nedeniyle bu alanlarda yağışlar sonrası sızma oranlarının az olması nedeniyle yüzey erozyonlarının fazla olduğu görülmektedir.

Havzadaki kayaçların geçirgenlik durumunun alansal ve oransal dağılışları grafik 1.5 ve 1.6'da verilmiştir.



Grafik 1. 5: Aksu Çayı Havzasındaki Litolojik Birimlerin Geçirgenlik Oranlarının Alansal Dağılışı (DSİ, 2015:Ek-6'ya göre hesaplanmıştır).

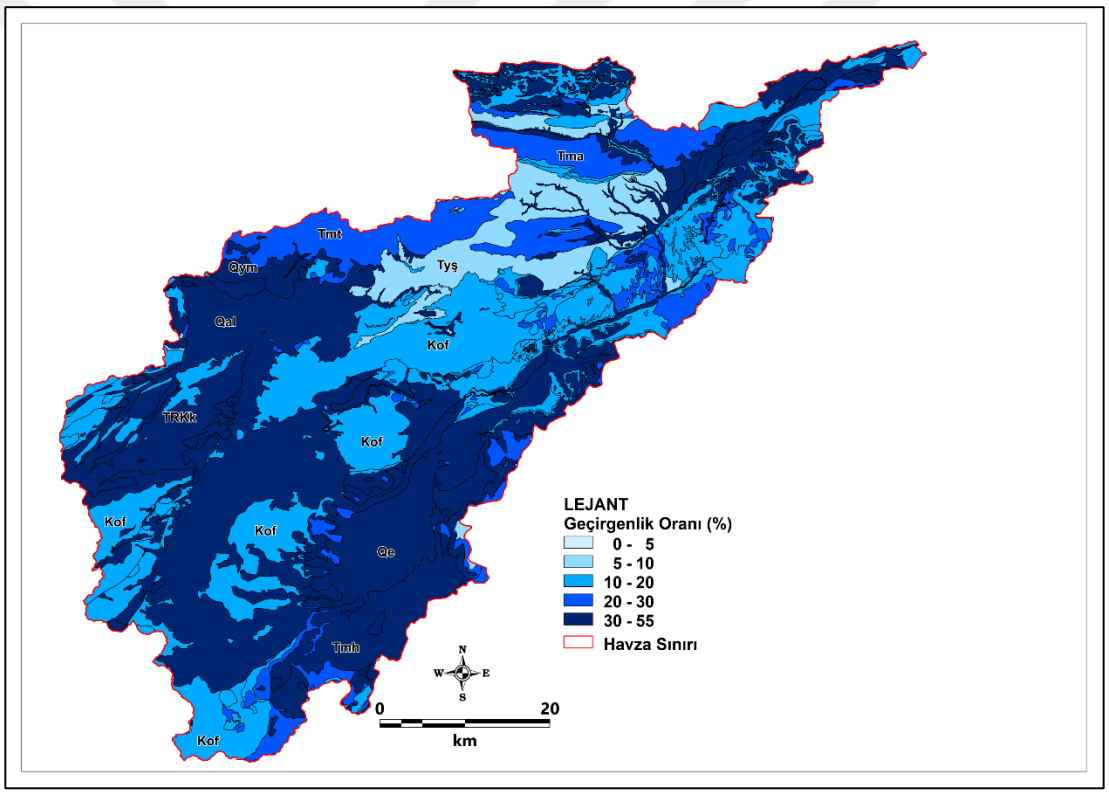


Grafik 1. 6: Aksu Çayı Havzasındaki Kayaçların Geçirgenlik Durumlarının Oransal Dağılışları (DSİ, 2015:Ek-6'ya göre hesaplanmıştır).

Gözeneklilik oranlarını niteliksel olarak sınıflandıran North (1985)'un sınıflama sistemini aynı şekilde göre havza geçirgenlik oranlarının sınıflandırılmasına uyguladığımızda havzanın 253,5 km^2'lik bir alanında % 5 oranında "çok düşük" geçirgenlik görülmektedir. Diğer yandan 141,5 km^2'lik bir alanı "düşük geçirgenlik", 889,2 km^2'lik bir alanda "orta geçirgenlik" görülürken 202,9 km^2'lik bir alanda ise "iyi" ve 1970 km^2'lik bir alanda ise "çok iyi" düzeyde bir geçirgenlik oranı olduğu

görülmektedir (Grafik 1.6). Aksu Çayı havzasındaki kayaçlarda genel olarak geçirgenlik oranlarının oransal dağılımında ise havzanın % 57'sinde çok iyi düzeyde geçirgenlik görülürken, % 5,9'unda iyi düzeyde, % 25,9'unda orta düzeyde geçirgenlik, % 4,1'inde düşük düzeyde ve % 7,9 oranında ise çok düşük düzeyde bir geçirgenlik durumu söz konusudur (Grafik 1.6). Havzadaki kayaçların ortalama geçirgenlik yüzde oranı ise % 25,3 olarak hesaplanmıştır.

Aksu Çayı Havzası'ndaki kayaçların geçirgenlik oranına göre alansal dağılışı harita 1.12'de verilmiştir.



Harita 1. 12: Aksu Çayı Havzasındaki Kayaçların Geçirgenlik Oranlarının Dağılışı (DSİ, 2015:Ek-6'ya göre hesaplanmıştır).

Aksu Çayı Havzasındaki litolojik birimlerin geçirgenlik oranları incelendiğinde %5 ile % 55 arasında değiştiği görülmektedir (DSİ, 2015). Aksu Çayı Havzası içerisinde geçirimlilik oranı en düşük (% 5) olan birimleri Orta Miyosen'e ait kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı (Tyş) birimleri oluşturur. Genel olarak havzanın orta kesiminde yer alan bu birimler Kahramanmaraş şehir merkezinin doğusunda yer alan Yusufhacılı köyünden itibaren kuzeydoğuya doğru Peynirdere, Bulanık, Küçüknacar

köylerinin bulunduğu alanları da kapsayarak, daha kuzeydoğuda yer alan Kandil Dağı ile Öksüz Dağı arasında kalan bölgelerdeki Emiruşağı, Zeynepuşağı, Bölükdamlar, Sakarkaya ve Bozlar köyünü de içine alanları içine alarak Gölbaşı depresyonuna kadar uzanır. Bu geçirimsiz birimlerin havza içerisinde kapladığı toplam yaklaşık 209,7 km^2'dir. Diğer yandan havza içerisinde geçirgenliği en yüksek (% 55) birimleri oluşturan Orta Eosen kireçtaşı birimleri (Tmh) ise havza içerisinde parçalı bir dağılış gösterse de toplam 311,4 km^2'lik bir alan kaplar. Bu geçirgenliğin yüksek olduğu alanlar çok havzanın güneydoğu kesiminde havza sınırını oluşturan alanlar ile havzanın en kuzeydoğusunda Gölbaşı gölünün hemen kuzeyindeki havza sınırının oluşturan alanlarda yayılış gösterir. Havza içerisinde hem geçirgenlik oranı yüksek hem de alan olarak önemli bir yer kaplayan birimleri ise Kuvereler alüvyonları (Qal) oluşturur. Genel olarak havza içerisinde yer alan genellikle yükselti ve eğimin az olduğu ovalık alanlarda görülen bu birimler havza içerisindeki önemli tarım alanlarını oluşturan Maraş Ovası, Türkoğlu Ovası ve Narlı Ovası ile Gölbaşı Depresyonu içerisindeki bölgelerde görülür (Harita 1.12). Geçirgenlik yüksek olmasından dolayı bu alanlar yeraltı suyunun beslenmesi açısından önemli alanlardır. Kuvaterner alüvyonları (Qal), havza içerisinde önemli yeraltı su potansiyelinin bulunduğu ve insanlar tarafından özellikle tarımsal sulamada da yoğun bir şekilde yeraltı su kullanımıgerçekleştirilen alanları oluşturmaktadır.

Bir bölgedeki kayaçların geçirgenlik ya da bir başka ifadeyle sızma oranı yer altı sularının beslenmesi açısından oldukça önemlidir ancak buna karşın o kayaçların bulunduğu yerdeki etkili olan iklim özellikleri de önemlidir. Örneğin ılıman nemli iklim bölgelerinde yeraltına sızma ortalama % 30-40 oranındayken, Akdeniz ikliminde % 10-20 oranında ve kurak iklim bölgelerinde ise % 0-2 oranında gerçekleşmektedir (Chahar, 2015:5). Aynı zamanda bu konuda yer şekilleri de şüphesiz çok önemlidir. Dolayısıyla sızma olayı, bir bölgeye düşen toplam yağış miktarı, yağışın türü, sıcaklık değerleri ve buna bağlı olarak buharlaşma değerlerinin yanında o bölgenin eğim ve engebe durumları gibi birçok faktörün etkisi altında gerçekleşen karmaşık bir süreçtir. Bu yüzden bu hususların da sızma değerlendirmelerinde daima göz önünde bulundurulması gerekir.

1.1.5. Akifer Özellikleri

Yeryüzüne düşen yağmur suları ya da kar erimeleri sonucu ortaya çıkan suların belli bir bölümü o bölgedeki kayaçların gözeneklilik ve geçirimlilik özelliklerine göre yer altına doğru sızarak geçirimsiz bir tabaka üzerinde toplanır ve böylece o bölgedeki yer altı sularının oluşmasına neden olurlar. Genel olarak o bölgedeki zemini oluşturan birimler içerisindeki gözenek ya da çatlaklardan yer altına sızan bu sular, yeraltında geçirimsiz bir tabaka ile sınırlandırıldıklarında yine yer altındaki gözenekli ve geçirimli bir katman içerisinde birikirler. Adeta bir sünger yapısında olan içerisindeki gözeneklerde su barındıran bu katmanlara "*akifer"* adı verilir (Atalay, 1986:147). Bazı kaynaklarda *"aküfer"* olarak da ifade edilen bu kavram Latince kökenli "*aqua*" su ve *"ferre*" taşımak, anlamlarına gelen bu iki kelimenin birleşmesiyle meydana gelmiş ve dilimize *"su taşıyan*" ya da *"su veren"* anlamıyla geçmiştir. İçerisinde suyun rahatça hareket edebilmesine imkan veren boyutta ve miktarda birbirleri ile bağlantılı bir şekilde boşluklar içeren geçirimli yerlerden oluşan yerler olarak tanımlanması yanında bazı kaynaklar ise doğrudan *"yer altı suyu rezervuarı"* olarak adlandırdığı da görülmektedir (Bayram, 2000:7; Güney vd; 2014:18).

Bir yerdeki akifer özellikleri genel olarak o bölgedeki jeolojik özelliklerle yakın ilişkilidir. Çünkü o bölgedeki kayaçların gözeneklilik ve geçiririmlilik özellikleri kayaçların akifer olma özelliği konusunda ilk ön koşuldur. Diğer yandan bu birimlerin kalınlıkları ve stratigrafik anlamda geçirimli ve geçirimsiz tabakalarla diziliş özellikleri de akiferlerin derinlik ve kalınlık gibi özellikleri üzerinde oldukça önemlidir. Bu yüzden herhangi bir yerin yeraltı su potansiyelinin belirlenmesinde ve hangi bölgelerde ne kadar yeraltı suyunun bulunduğu ve bu suyun sürdürülebilir bir şekilde işletilmesinde hangi hususlara dikkat edilmesi gerektiği konuları o bölgedeki akifer özelliklerinin ortaya konulmasına bağlıdır.

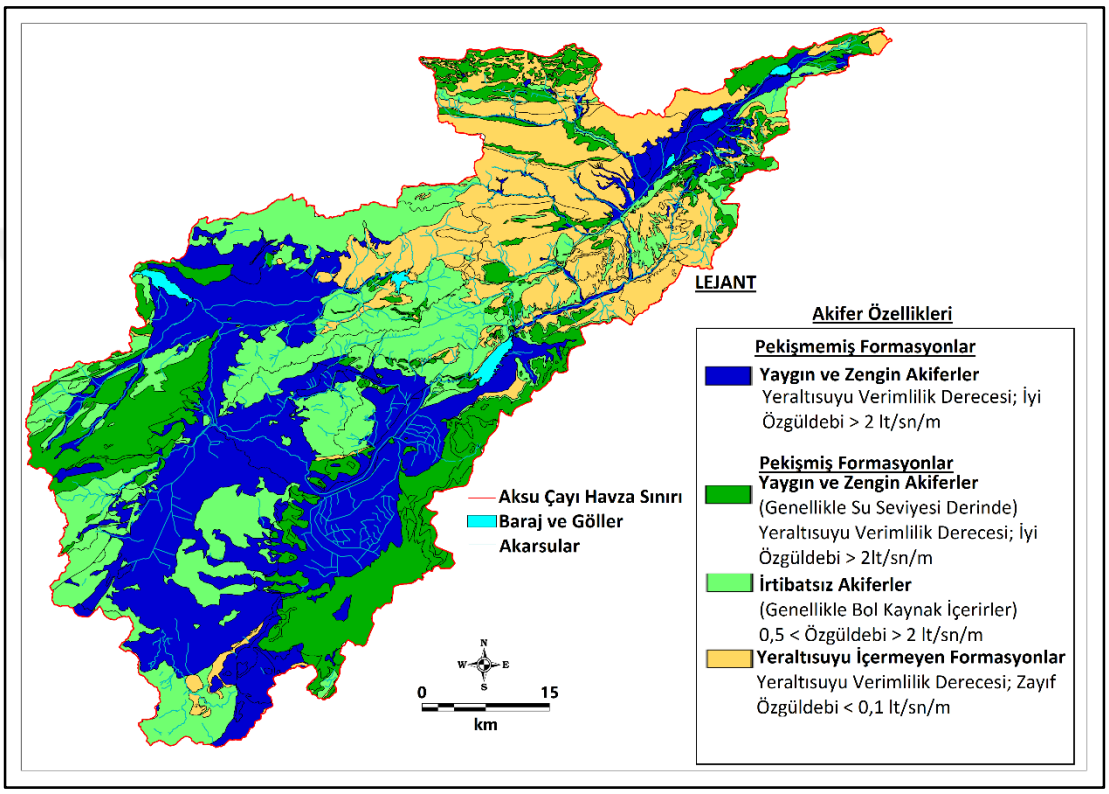
Yeryüzündeki tatlı suların büyük bir kısmı yeraltında bulunan akiferlerde tutulmaktadır. Dünyadaki yer altında bulunan toplam su miktarının yeryüzünde akarsulardan akan toplam sulardan 7500 kat daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Bunun yanında akarsulardaki toplam akımın da yaklaşık % 30'unun da yine yeraltı sularından beslenmektedir (Bayazıt, 1995:73). Yeraltı sularını bünyesinde barındıran

akiferlerde su miktarı yıl boyunca sabit değildir. Akiferler, yağıştan sonra doymamış zon boyunca süzülen sular ile akarsular, göller ve sulak alanlardan gelen sular ve komşu havzalardan gelen sular tarafından beslenir. Diğer yandan buharlaşma, terleme, komşu akiferlere sızma, akarsulara boşalım, kuyular ve drenaj kanalları tarafından yapay çekimlerle akiferlerde su boşalımı ya da bir başka ifade ile su kayıpları oluşabilir (Demiroğlu, 2017:80). Yeraltı sularının miktarı ve coğrafi dağılışı gibi birçok diğer özellikleri farklı etkenlere bağlı olsa da bu konuda asıl rolü iklim özellikleri ve zemini oluşturan kayaçların litolojik özellikleri oynar. Örneğin yeraltı sularının bulunduğu yerin derinlik değişimleri ilk önce oradaki yağış miktarı ve buharlaşma gibi iklim şartlarına bağlıdır. Bunun yanında yağışların yeraltına sızması ve orada korunması ise kayaçların yapısı sayesinde gerçekleşir. Diğer yandan kayaçların yapı durumları, zemindeki bitki örtüsü özellikleri, yer şekilleri ve eğim de yeraltı sularının beslenmesi ve yeraltında korunması konusunda oldukça önemli etkiler ortaya koyar (Erinç, 2001;82). Bu yüzden yeraltı sularının su bütçe hesaplamaları yüzeysel sulara göre daha karmaşık bir iştir.

Yeryüzünde yüzeysel su bilançoları güncel beslenim ve boşalımla ilgili olup genel olarak her 9 ile 16 günde bir, ortalama 11 günde bir yenilenir. Yeraltı sularının geri dönüş süresi, akiferlerin türü, derinliği ve hidrolik iletkenlik özelliklerine bağlı olarak yeraltı sularının yenilenme süresi günler, yüzyıllar hatta bin yıllar arasında değişebilir. Bu yüzden yeraltı sularının kendini yenilenmesi için gerekli olan ortalama süre 1400 yıldır (Korzoun vd; 1978; L'vovich, 1979; Ponce vd; 2000; Akt: Demiroğlu, 2017:80). Bu yüzden herhangi bir yerdeki yeraltı su kullanımının o bölgedeki akiferler ve dolayısıyla yeraltı suları üzerindeki etkilerinin ortaya çıkması bazen yüz yıllar alabilir. Yeryüzünde iklim özellikleri ve zemini oluşturan kayaçlar, yer şekilleri gibi birçok özellik homojen olmadığı için yeryüzündeki her bölgedeki akiferin işleyiş özellikleri de birbirinden farklıdır. Bu nedenle bir akifer işleyiş özelliklerinin matematiksel olarak her yerde aynı olduğunu varsaymak mümkün değildir. Çünkü her akifer üzerinde etkili olan faktörlerin pozitif ya da negatif yönde ortaya koyduğu eğilimler de aynı olmayabilir. Bu yüzden özellikle kurak dönemlerde ortaya çıkan susuzluk sorunun çözümünde insanoğlunun can simidi olarak gördüğü ve ilk başvurduğu yeraltı sularının, su yönetimi açısından sürdürülebilir bir şekilde

yönetilebilmesi için o bölgenin akifer özelliklerinin detaylı bir şekilde ortaya konulması önemlidir.

Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan jeolojik formasyonların akifer potansiyelleri ve yer altı suyu verimlilik durumları harita 1.13'te gösterilmiştir.



Harita 1. 13: Aksu Çayı Havzasındaki Jeolojik Formasyonların Akifer Potansiyelleri (DSİ, 2015: Ek-7'ye göre düzenlenmiştir.

Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan jeolojik formasyonların akifer potansiyellerine bakıldığında havza içerisindeki formasyonlar "pekişmiş" ve "pekişmemiş" olarak iki sınıfta değerlendirilmiştir. Havza içerisinde pekişmemiş formasyonları, Kuvaterner alüvyonları (Qal), Kuvaterner eski alüvyonlar (Qe), Kuvaterner alüvyon yelpazeleri (Qyel), Kuvaterner yamaç molozu, birikinti konileri (Qym) ve Kuvaterner çakıltaşları (Qta) birimleri oluşturur. Bu birimlerin bulunduğu alanlarda "yaygın ve zengin akiferler" bulunur. Bu akiferlerin yeraltı suyu verimlilik derecesi "iyi" olup, özgül debisi 2 lt/sn/m'den yüksektir (Harita 1.13).

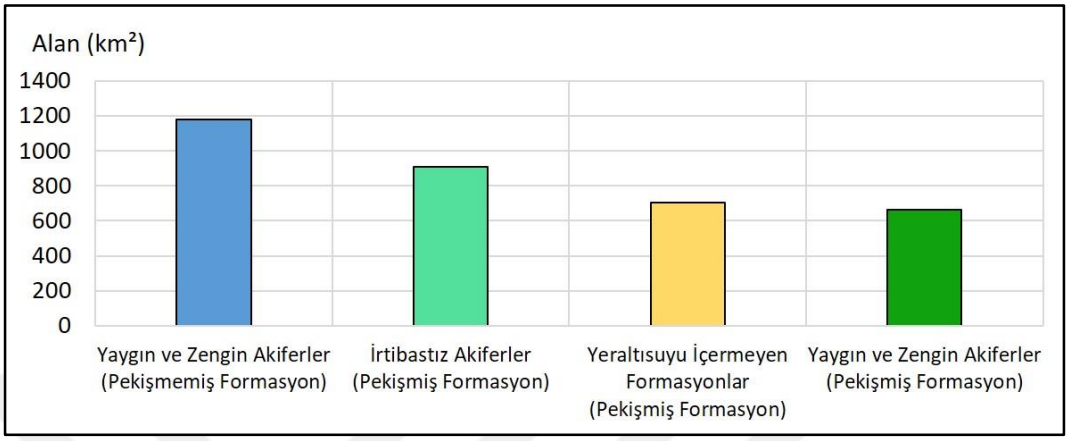
Havza içerisindeki pekişmemiş formasyonlar akifer potansiyelleri bakımından çeşitlilik sunar. Pekişmemiş formasyonlar içerisinde *"yaygın ve zengin akiferler"*

görülen litolojik birimleri Triyas-Kretase kireçtaşı (TRKk), Orta Eosen kireçtaşı (Tmh), Üst Miyosen kireçtaşı (Tmga), Orta Kretase kireçtaşı (Km), Paleosen çörtlü kireçtaşı (Tbe), Orta Miyosen bazaltları (Ty), Orta Miyosen çakıltaşı (Tyh) ile Alt Oligosen kireçtaşı ve Orta Kambriyen dolomitleri (Etki) oluşturur. Bu birimlerde genel olarak su seviyesi oldukça derinlerde yer almaktadır. Yer altı suyu verimlilik derecesi "iyi" olan bu birimlerdeki özgül debi değerleri ise 2 lt/sn/m'den yüksektir (Harita 1.13).

Pekişmemiş formasyonlar içerisnde yer alan *"irtibatsız akiferlerler"* ise havzadaki litolojik birimlerden Üst Kretase serpantinit, peridodit ve gabrodan oluşan ofiyolitik melanj birimleri (Kof), Orta Eosen kireçtaşı ve killi kireçtaşları (Tmt), Alt Eosen çakıl taşı, kumtaşı, çamur taşı (Tmg) birimleri, Pliyosen çakıl taşı, kumtaşı, çamur taşı (Tgo), Üst Ordovisiyen şeyl birimleri (Ob), Alt Ordovisiyen şeyl birimleri (Os), Üst Kambriyen şeyl birimleri (Edso) ve Alt Kambriyen şeyl birimleri (Edz) ile Silüriyen şeyl (Sa) birimlerinin bulunduğu alanlarda yayılış göstermektedir. Genellikle bu birimlerde çok sayıda kaynaklar bulunur. Bu birimlerin görüldüğü yerlerdeki yer altı suyu verimlilik derecesi *"orta"* olup, özgüldebi değerleri ise minimum 0,5 lt/sn/m 'den yüksek olup maksimum olarak 2 lt/sn/m 'nin üzerine kadar çıkabilmektedir (Harita 1.13).

Havza içerisinde yeraltı suyu içermeyen ve pekişmemiş litolojik birimler de bulunmaktadır. Bu birimleri ise Orta Miyosen, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı (Tyş), Alt Miyosen kumtaşı, çamurtaşı (Tza), Alt Oligosen killi kireçtaşı (Tme), Orta Eosen kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı (Tma), Üst Kretase kumtaşı, çamurtaşı, killi kireçtaşı (KTŞg), Üst Kretase killi kireçtaşı (Ksh), Üst Kretase kumtaşı, çamurtaşı (Ksg), Üst Kretase kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı (Kb) gibi birimler oluşturmaktadır. Yer altı suyu açısından oldukça fakir olan bu birimlerdeki özgüldebi değerleri 0.1 lt/sn/m'den düşüktür (Harita 1.13).

Aksu Çayı Havzası'nın akifer potansiyellerinin alansal dağılış miktarları grafik 1.7'de verilmiştir.



Grafik 1. 7: Aksu Çayı Havzası Akifer Potansiyellerinin Alansal Dağılış Miktarları (DSİ, 2015'e göre hesaplanmıştır)

Havza içerisinde pekişmemiş formasyonlar içerisinde görülen ve iyi derecede yeraltı suyu verimi "yaygın ve zengin akiferler" toplam 1180 km^2'lik bir alan ile havzanın % 34'ünü kaplamaktadır. Diğer yandan pekişmiş formasyonlar içerisinde yer alan, yer altı suyu verimlilik derecesi iyi fakat su seviyesi derinlerde olan "yaygın ve zengin akiferler" toplam 664,3 km^2 alan ile havzanın % 19,2'sini kaplarken, öte yandan *"irtibatsız akiferler"* ise 909,2 km^2 alan ile havzanın % 26,3'ünü kaplamaktadır. Ayrıca "yer altı suyu içermeyen" alanlar ise 703,2 km^2 ile havzanın 20,3'ünü oluşturur (Grafik 1.7).

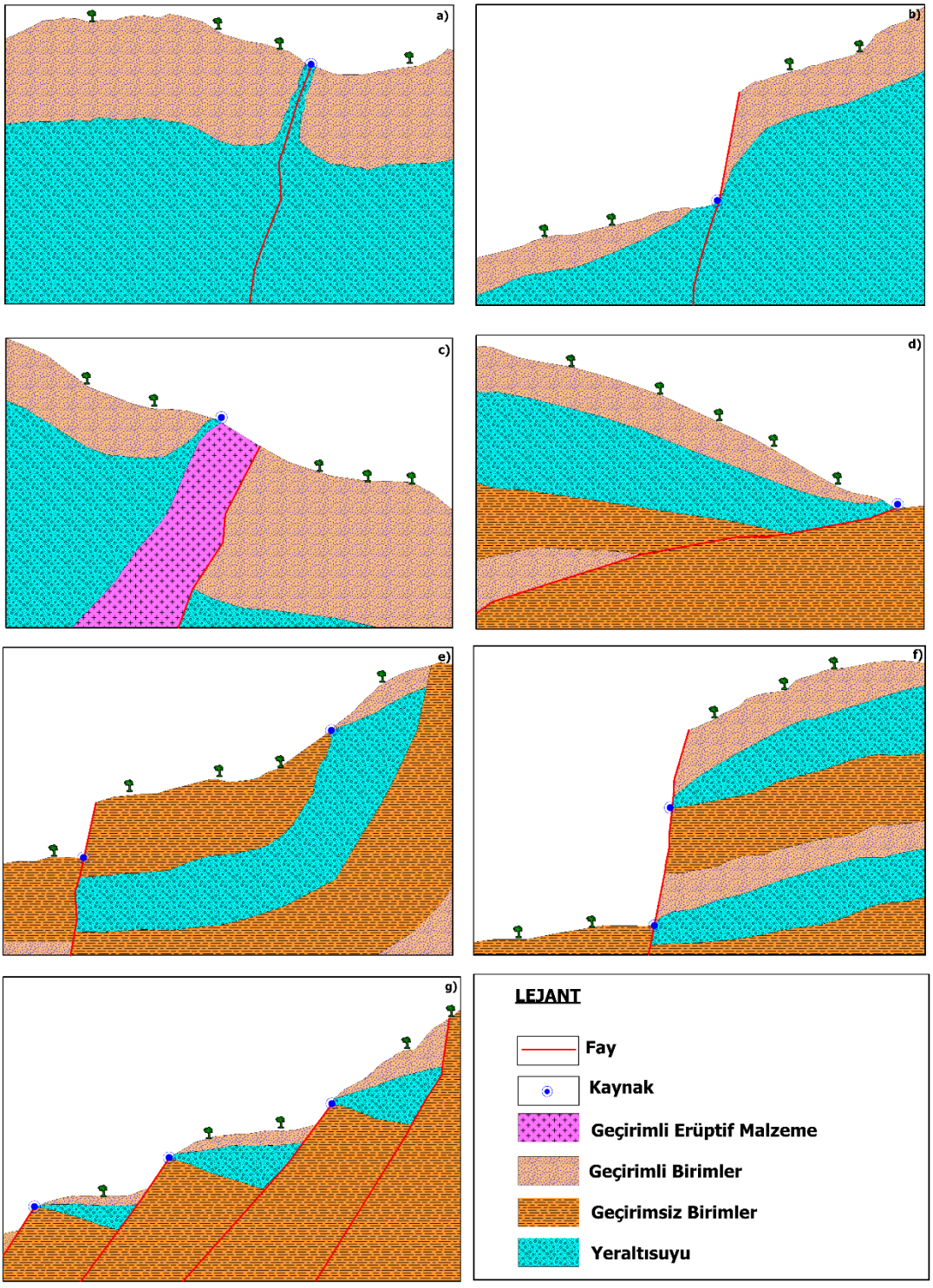
1.1.6. Faylar

Yerkabuğunu oluşturan çeşitli jeolojik formasyonların bazı bölgelerinde çeşitli büyüklükte kırıklar tarafından kesildiği görülür. Bu kırık hatları veya yarıklar yerkabuğunu oluşturan jeolojik formasyonların çeşitli nedenlerle plastisesini kaybetmesi ve bu formasyonlar üzerinde etkiyen kuvvetlerin formasyonu oluşturan malzemeleriin kopma direncini aşmaları veya ani bir etkilenme sonucunda meydana gelirler. Bu süreçler sonucunda oluşan kırık hatlarının her iki tarafında yer alan kaya blokları yer değiştirmiş ise bu kırıklara *"Fay"* denir. Eğer ki bu kırık hatları boyunca bloklar arasında herhangi bir yer değiştirme meydana gelmemiş ise bu kırıklara ise "diaklaz" denir (Erinç, 2002:157). Yeryüzünde herhangi bir bölgeyi oluşturan

volkanik, sedimanter ve metamorfik gibi her türden arazilerde gözlenebilen faylar, bazen çizgisel bir hat olarak bazen de genel olarak birbirine paralel çizgiler şeklinde geniş alanlara yayılan bir fay zonu oluştururlar. Tektonik aktivitelere bağlı olarak meydana gelen faylar, bir bölgedeki gerek yüzey sularını gerekse yeraltı sularını drene eden, kanalize eden ve rezerve eden hatta bazı durumlarda ise tahliye eden çizgisel hatları oluşturur (Selçuk Biricik, 2009:196).

Bir bölgede yer alan diaklazlar, genel olarak yeraltı sularının beslenmesi üzerinde etkili olurken faylar ise hem yeraltı sularının beslenmesi hem de boşalımı konusunda etkili olur. Faylar bir bölgedeki yeraltı suları üzerinde akiferlerin oluşumu, yeraltı sularının beslenmesi, yeraltı sularının hareketi ve kaynakların oluşumu gibi hususlarda önemli etkileri vardır. Bu etkilere bazı örnekler verecek olursak örneğin faylar, bir bölgedeki fiziksel ve kimyasal ayrışmayı artırarak o klastik ve detritik depoların oluşumlarına imkan verir. Bu depolarının büyük bir çoğunluğu ise yeraltı sularının depolandığı akiferleri oluşturur. Ayrıca karstik alanlarda yer alan faylar, kartlaşma süreçlerinin derinlere inmesini sağlayarak o karstik sahalarda akifer hacimlerinin genişlemesini sağlar. Volkanik sahalarda ise faylanmaya bağlı olarak meydana gelen volkanizma sonucu ortaya çıkan geçirimsiz malzemeler, akiferleri aşağı kesimlerden sınırlandırarak akiferlerdeki suların derine doğru sızmasının önüne geçerken diğer yandan volkanizma sonucu ortaya çıkan volkan külü ve proklastik gibi yüksek poroziteli malzemeler ise bölgede yeni akifer alanlarının oluşmasına imkan verir. Diğer yandan aynı şekilde faylanmaya bağlı olarak oluşan rift vadilerinde meydana gelen sedimantasyon süreçleri yeni akifer alanlarının oluşmasını katkı sağlayabilir. Faylar bazı durumlarda özellikle dinamo metamorfizmaya maruz kalma sonucu bir kayacın kimyasal yapısında değişikliklere yol açarken bazen ise tanecik boyutu, tabakaların sürekliliği ve yönelimi, sıkışma oranı, klivaz-diaklaz miktarı ile bunların boyutları gibi kayaçların fiziksel litolojik özelliklerini oluşturan parametreleri etkileyerek değişik şekillerde ve şartlarda yeni su kaynaklarının oluşmasını sağlar. Genel olarak akiferlerin oluşumu ve gerekse oluşan bu akiferlerin yine faylar tarafından beslenmesi gibi hususlar dikkate alındığında fayların yeraltı sularının temin edilmesi ve aynı zamanda bu suların muhafaza edilmesi gibi konularda fayların pozitif bir etkisinin olduğunu söylemek mümkündür (Karataş, 2011:621).

Fayların etkisi ile oluşan bazı kaynak tipleri aşağıda şekil 1.6'da gösterilmiştir.



Şekil 1. 6: Fayların Oluşturduğu Kaynak Çeşitleri (Karataş, 2011'e göre düzenlenerek alınmıştır).

Şekil 7 incelendiğinde fayların birçok farklı durumda ve farklı şekillerde bir bölgedeki akifer ve kaynakların oluşumuna neden olduğu görülmektedir. Örneğin bir bölgede yer alan homojen yapıdaki akiferlerde biriken yeraltı suları düşük basınçlı zonu oluşturan fay boyunca yüzeye çıkarak, bölgede kaynak oluşturabilirler (Şekil 1.6-a).Bazı zamanlarda ise faylanma sonucu oluşan eğim kırıklıklarına uyum sağlayamayan taban suları faylanma sonucu kesilen geçirimli katman ile taban suyunun kesiştiği bölgelerden dışarıya çıkış yapabilir (Şekil 1.6- b). Ayrıca volkanik sokulum sonucu oluşan dayklar, taban suyunun yükseldiği alanlarda yeraltı sularına çıkış yolu oluşturabilirler (Şekil 1.6-c). Orojenez esnasında gerçekleşen şaryajlanmalar sonucunda geçirimsiz birimler üzerine gelen geçirimli birimler hem akifer hem de kaynak oluşumuna neden olabilir (Şekil 1.6- d). Bazı durumlarda ise faylanma sonucu tabakaların yer değiştirmesi ile geçirimli tabakanın önünün geçirimsiz tabakalar ile tıkanması ile akiferlerdeki yeraltı suları fayı takip ederek yüzeye çıkış gösterebilir (Şekil 1.6- e). Düşey atımlı faylarda, faylanma sonucu tabakaların önemli ölçüde yer değiştirdiği zamanlarda ise üst kesimlerde yer alan geçirimli katmanlar tünemiş akifer ve tünemiş akifer kaynaklarının oluşumuna neden olabilir (Şekil 1.6- f). Açılma rejiminin görüldüğü yerlerde ise listrik faylar yeni akiferler ve yeni kaynakların oluşumuna katkı sağlayabilirler (Şekil 1.6- g). (Karataş, 2011: 618).

Aksu Çayı Havzası ülkemizin önemli fay kuşaklarından biri olan Doğu Anadolu Fayı ve Ölü Deniz Fayının tektonik etkisinin altında kalan bir bölgede yer almaktadır. Havzayı etkileyen bu ana fay hatları ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir.

1.1.6.1.Doğu Anadolu Fayı

Doğu Anadolu Fayı (DAF), ilk kez Alen (1969) tarafından tanımlanmış ve Arpat ve Şaroğlu (1972) tarafından ise transform yapısı fark edilmiştir. Ülkemizdeki Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile eşlenik bir yapıda bulunan DAF, Anadolu levhası ile güneyde yer alan Arabistan levhası arasındaki sınırı oluşturan ve Anadolu levhasının batıya doğru olan hareketini karşılayan kıta-içi sol yanal atımlı transform bir faydır. DAF, doğrultu atımlı çok karmaşık bir fay zon yapısı ortaya koyar. (McKenzie, 1972,

1976; Şengör, 1979, 1980; Jackson ve McKenzie, 1984; Şengör vd; 1985; Dewey vd; 1986; Akt: MTA, 2017:25).

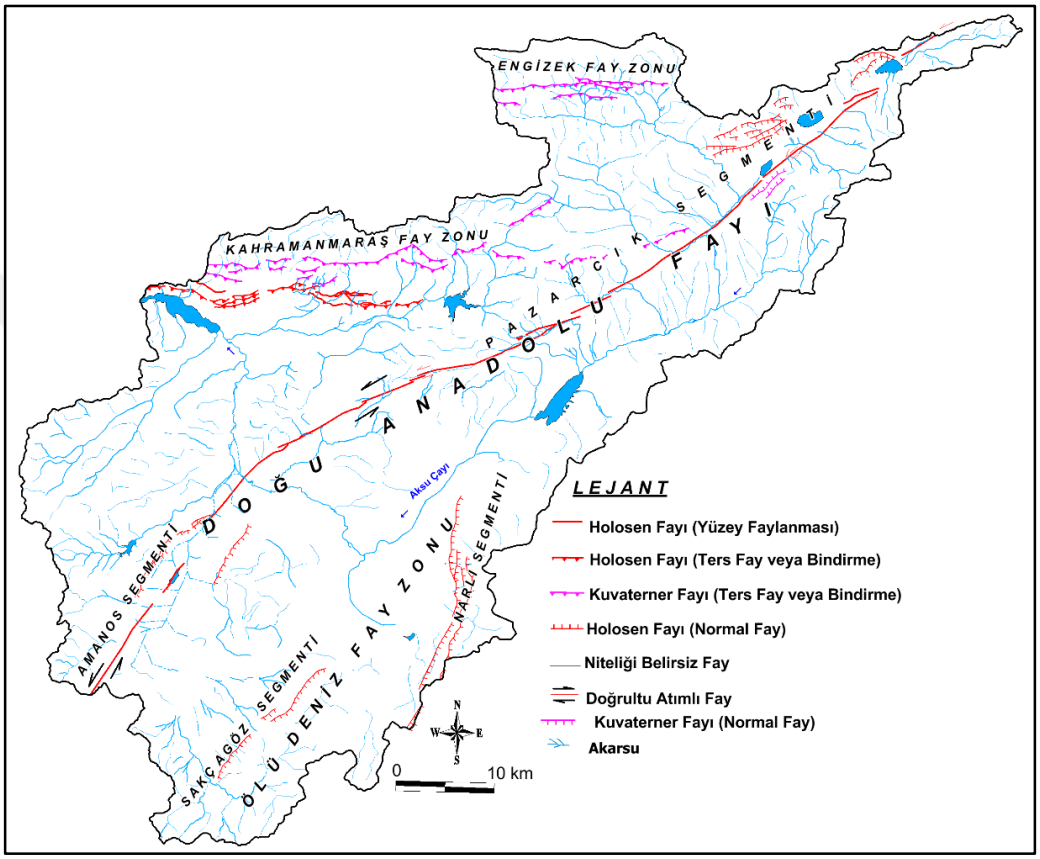
Fayın yaşı ile ilgili Geç Miyosen-Kuvaterner zamanları arasında birçok araştırmacı tarafından ortaya atılan farklı görüşler bulunmaktadır. DAF'ın yaşını ile ilgili bazı araştırmacılar Geç Miyosen-Erken Pliyosen olarak ifade ederken (Şengör, vd;1985; Dewey vd; 1986; Hempton, 1987, Arpat ve Şaroğlu, 1972; Lyberis vd; 1992; Perinçek ve Çemen, 1990) bazı araştırmacılar ise Geç Pliyosen'i işaret etmiş (Şaroğlu vd; 1987, 1992; Seymen ve Aydın, 1972; Westaway ve Arger, 2001) ve bazı araştırmacılar ise (Herece, 2008; Yürür ve Chorowicz, 1998) Kuvaterner olarak ifade etmişlerdir (MTA, 2017:25).

Doğu Anadolu Fayı'nın, Aksu Çayı Havzası içerisinde kalan Maraş Üçlü Birleşim noktası diye tanımlanan noktadan sonraki uzanışı konusu da tartışmalıdır. Bazı araştırmacılar (McKenzie, 1976; Gülen vd; 1987; Karig ve Kozlu, 1990; Perinçek ve Çemen, 1990; Westaway, 2003; Westaway ve Arger, 1996), DAF'ın Maraş Üçlü Birleşim alanından sonra Ölü Deniz Fayı (ÖDF) ile birleştiği ve daha sonrasında Amanos Dağlarını keserek devamında Türkoğlu-Düziçi çizgisini takip ederek Karataş-Osmaniye bölgesi fay zonuna bağlandığını ileri sürerken, bazı araştırmacılar ise (Arpat ve Şaroğlu, 1972, 1975; Şaroğlu vd; 1992a, b; Herece, 2008; Karabacak vd; 2010), Amanos Fayı'nın DAF'ın bir devamı olduğu ve Amik Üçlü birleşim yeri ile Karlıova arasında uzandığını belirtmektedir (MTA, 2017:26).

DAF, birçok araştırmacı tarafından çeşitli sayılarda segmentlere ayrılmış ve çeşitli isimler altında incelenmiştir. Barka ve Kadinsky-Cade (1988), tarafından Türkoğlu-Karlıova arasında yüzey kırığı uzunluğu ile geometrik süreksizlikler ve fay zonunda meydana gelen deprem karakteristiklerine göre 14 farklı segment tanımlanırken, Hempton vd; (1981) tarafından 5 farklı segmente ayrılmıştır. Diğer yandan Şaroğlu vd; (1992a) tarafından DAF, doğrultu gelişimleri ve segment yapılarına göre Karlıova-Antakya 6 segment tanımlanırken, Herece (2008) tarafından ise aynı bölge için 11 geometrik segment tanımlanmıştır (MTA, 2017; 26).

Maden Tetik Arama (MTA) tarafından en son yayınlamış olan 1/250 000 ölçekli "Türkiye'nin Diri Fay Haritası" çalışmasında DAF için belirlenmiş olan

segmentlerden *"Amanos Segmenti"* ile *"Pazarcık Segmenti"* Aksu Çayı Havzası sınırları içerisinde kalmaktadır. Bu segmentlerden Amanos Segmenti havzanın güneybatısında yer alırken Pazarcık Segmenti ise havzanın kuzeydoğusunda yer almaktadır (Harita 1.14).



Harita 1. 14: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Önemli Fay Zonları (Emre vd; 2012)'ye göre düzenlenmiştir).

Doğu Anadolu Fayı (DAF), çalışma alanı Aksu Çayı Havzasını güneybatı-kuzeydoğu baştanbaşa kat ederek yönünde genel olarak havzayı iki parçaya bölerek yaklaşık 111 km'lik bir hat boyunca uzanır. DAF, havzanın en güneybatısından Nurdağı'na bağlı Bademli köyü yakınlarından havzaya giriş yapar (Foto 1.9). Daha sonra Yeşilyurt köyü üzerinden Şekeroba yerleşim merkezine kadar uzanır (Foto 1.10). Kabaca Antakya-Maraş grabeninin batı sınırını takip ederek Şekeroba'ya kadar uzanan DAF, Şekeroba yerleşim merkezi içerisinden geçerek daha sonra burada itibaren, Beyoğlu'nun hemen doğusundan itibaren dağlık alanlardan Türkoğlu Ovası (Sağlık Ovası) üzerine geçiş yapar ve ovalık alan üzerinden Kılılı'nın doğusunda yer alan Kuyumcular köyüne kadar uzanır (Foto 1.20). Bu noktadan itibaren kuzeydoğu

yönünde Kuyumcular, Tevekkeli, Kapıçam, Çiğli, Kartal ve Karaağaç köylerinin bulunduğu hat boyunca uzanan DAF fayı daha sonra Gölbaşı Depresyonuna ulaşır. Gölbaşı Depresyonun doğu sınırı boyunca uzanan DAF, Gölbaşı ilçe merkezinin içerisinden geçerek Ozan köyünün bulunduğu alana kadar havza sınırları içerisinde uzanır ve buradan itibaren havza sınırlarının dışına çıkarak *Erkenek Segmenti* olarak uzanışı devam eder (Harita 1.14).

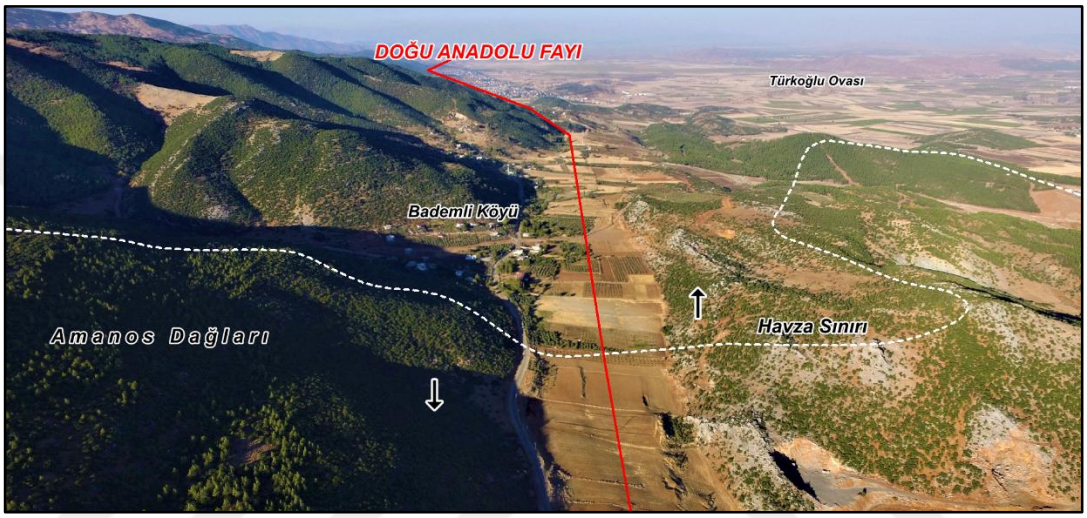


Foto 1. 9: Havzanın Güneybatı Sınırından Havzaya Giriş Yapan Doğu Anadolu Fayı



Foto 1. 10: Şekeroba'nın Doğusundan Geçen Doğu Anadolu Fayı

Doğu Anadolu Fayı (DAF), Aksu Çayı havzası içerisinde yer alan ve havzanın kuzeydoğusunda yer alan Gölbaşı ilçesi ile güneydoğusunda yer alan Türkoğlu ilçesine bağlı Kılılı mahallesi arasında farklı doğrultulu ve değişik özelliklere sahip

birçok faydan oluşan ve birbirini tamamlayan bir zon görünümündedir (Selçuk Biricik ve Korkmaz, 2001:58). Şengör (1980)'e göre Arabistan ve Anadolu Levhalarının Orta Miyosende çarpışması ve devamında meydana gelen sıkışmanın etkisi ile Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ortaya çıkmıştır. Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), yerel ölçekte normal bir eğim atımına sahip ve sol yanal atıma sahip olan ve birbirine göre paralel çok sayıda kayma düzlemi boyunca hareket eden ve birkaç cm ile 10 km arasında değişen genişlikte bir zon içerisinde izlenebilen aktif bir faydır. Genç morfolojisi ile arazide açık ve net olarak gözlemlenebilmektedir (Özdemir ve İnceöz, 2003:92).

Aksu Çayı Havzası içerisinde Nurdağı'na bağlı Bademli köyü ile Türkoğlu ilçesine bağlı Kılılı Mahallesinin doğusuna kadar kuş uçumu yaklaşık 27 km mesafe boyunca kabaca Antakya-Kahramanmaraş grabeninin batı sınırı boyunca uzanış gösteren DAF, Kılılı'dan itibaren GB-KD yönüne dönerek havza sınırları içerisinde kuş uçumu yaklaşık 88 km'lik bir uzaklıkta yer alan Gölbaşı ilçesine bağlı Ozan köyüne kadar bir uzanış gösterir. Bu yönde havzayı baştanbaşa kat eden Doğu Anadolu Fayı, havza içerisinde bazı bölgelerde geniş bir zon alanı haline gelirken, bazı bölgelerde ise arazide çizgisel bir hat görünümünde açıkça gözlenebilmektedir (Foto 1.11, Foto 1.12, Foto 1.13, Foto 1.4, Foto 1.15).



Foto 1. 11: Türkoğlu Ovasından Geçen Doğu Anadolu Fayı (Kuzeydoğuya bakış).

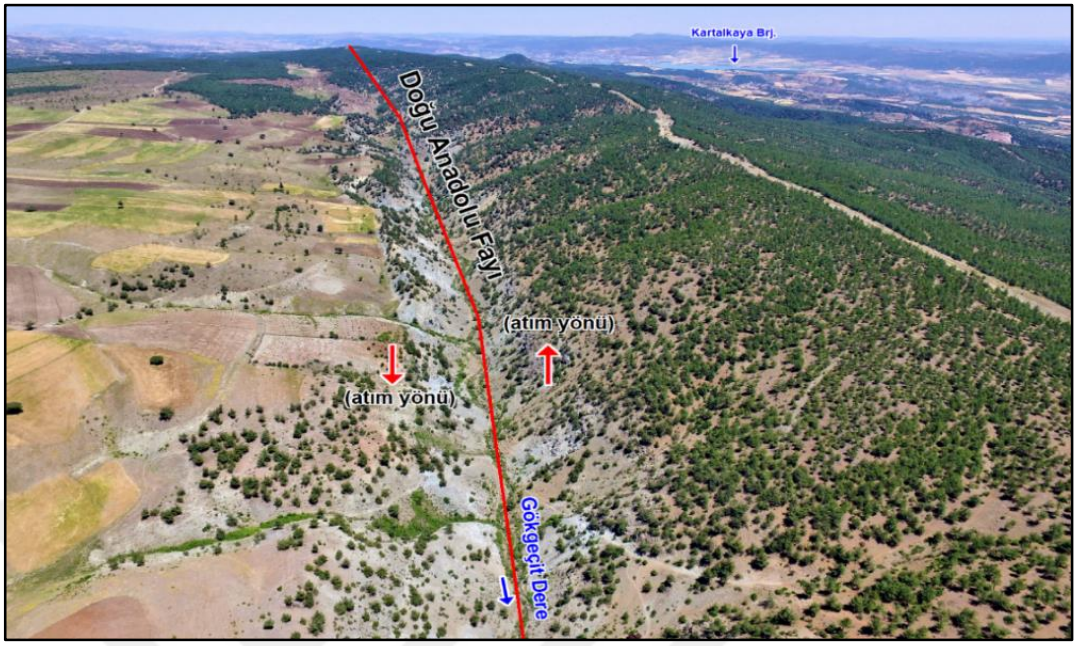


Foto 1. 12: Kartal köyü yakınlarından geçen Doğu Anadolu Fayı (Kuzeydoğuya bakış).



Foto 1. 13: Kartal Köyü Yakınlarından Geçen Doğu Anadolu Fayı (Güneybatıya Bakış).

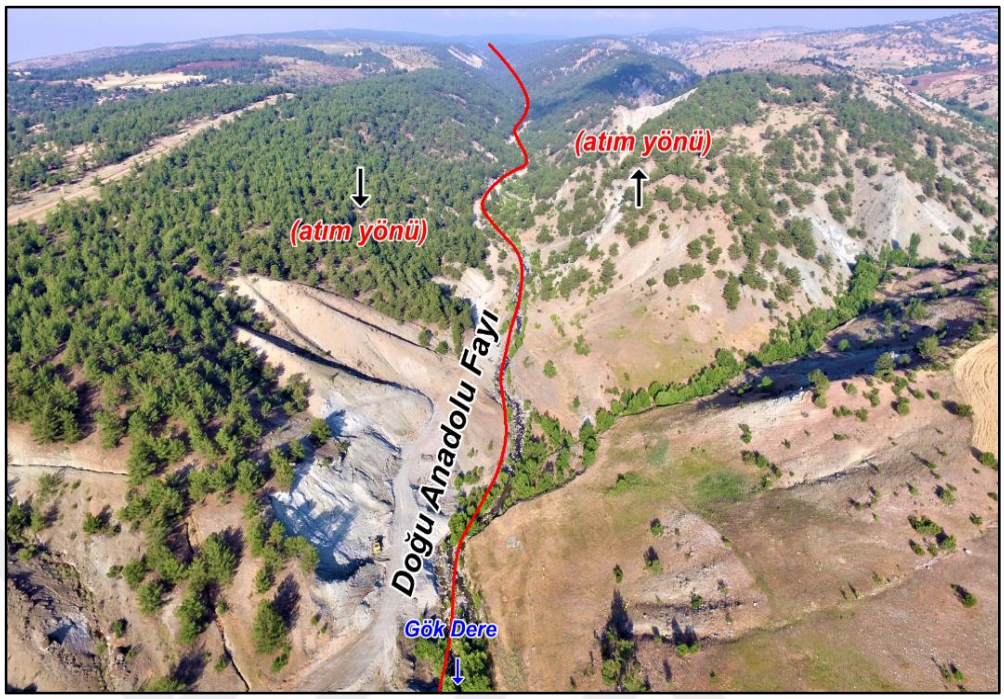


Foto 1. 14: Tetirlik Köyü'nün kuzeyinden geçen Doğu Anadolu Fayı (Güneybatıya Bakış).

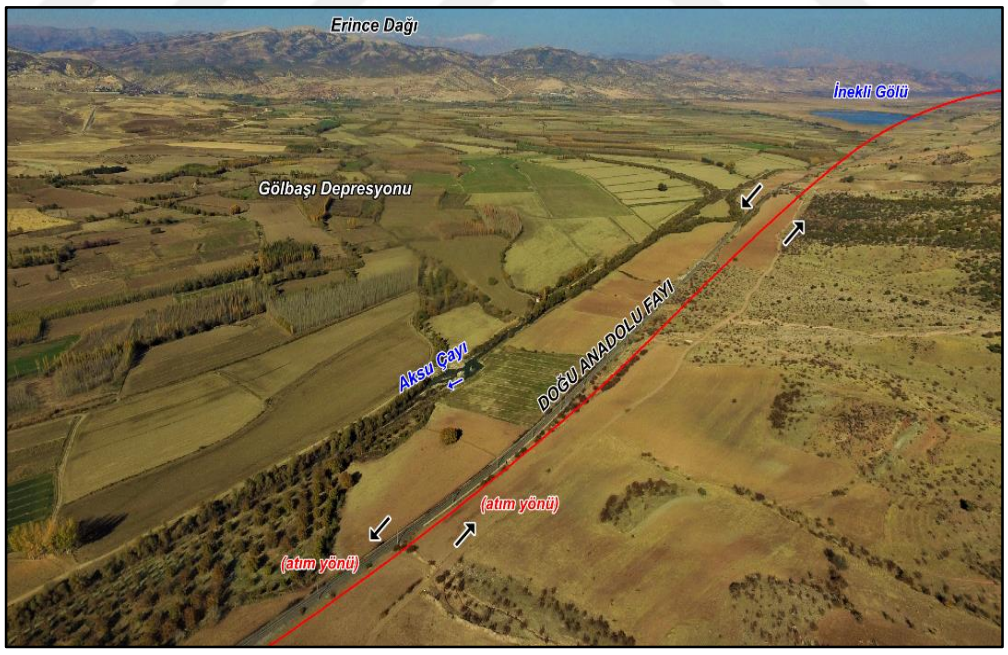


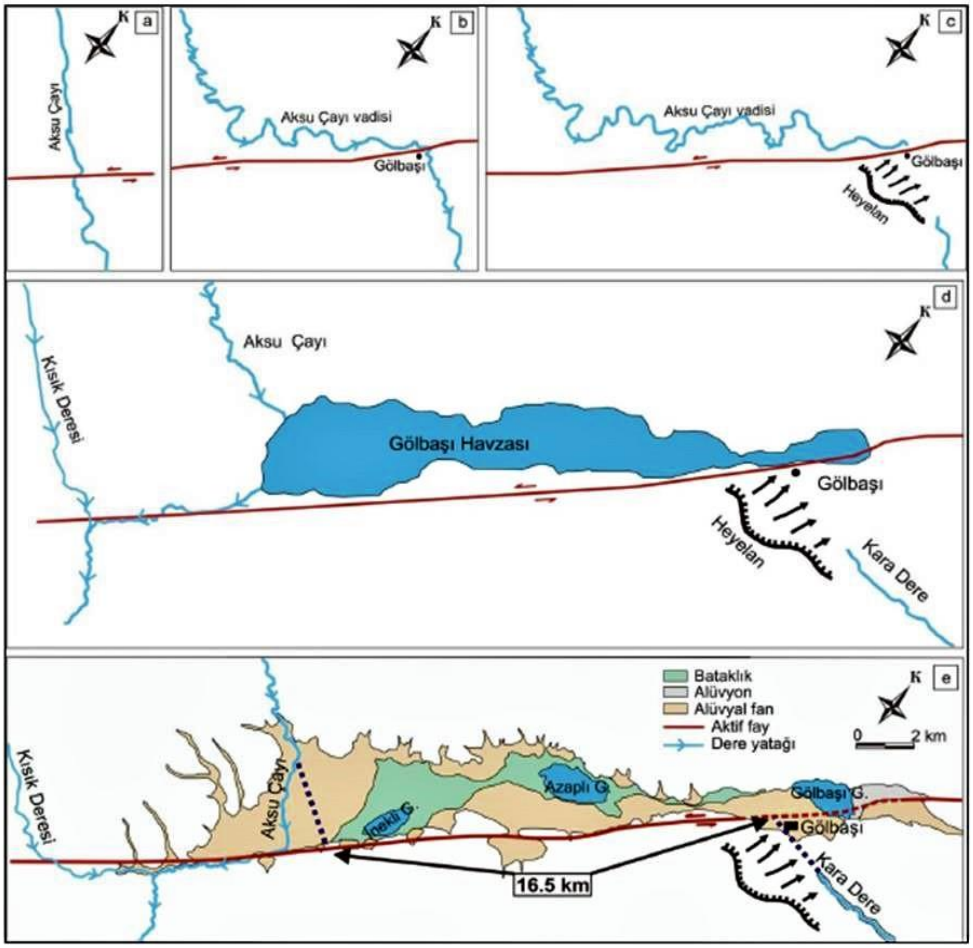
Foto 1. 15: Gölbaşı Depresyonunun Doğu Sınırından Geçen Doğu Anadolu Fayı (Kuzeydoğuya Bakış).

Aksu Çayı'nın kuruluşu DAF'tan daha eski olduğu için DAF zonunda meydana gelen kaymalar yüzünden Aksu Çayı ve kollarında ötelenmeler meydana gelmiştir. Erdoğan (1975)'e göre Gölbaşı civarında Miyosen'e ait çökeller 20 km'lik

bir sol yanal atımın olduğunu belirtirken Gülen vd; (1987)'ye göre Gölbaşı ve Maraş arasındaki bindirme zonunda toplam 25 km'lik bir yanal atımın meydana geldiğini belirtmişlerdir. Aksu Çayı yan kollarından Kısık Dere ve Koca Derelerinde 5 km'lik sol yanal ötelenme meydana gelmiştir. Ayrıca Türkoğlu'nun Aksu Çayı'nın batısındaki yan kollarında ise 3 ile 10 km arasında değişen ötelenmeler meydana gelmiştir (Özdemir ve İnceöz, 2003:105).

Havza içerisinde yer alan Türkoğlu Ovası'ndan itibaren kuzeydoğuya doğru Büyükapılı Dere, Gökgeçit Dere, Gök Dere, Koca Dere ve Kısık Dere ve Gölbaşı Depresyonu'nda yer alan Aksu Çayı vadileri Doğu Anadolu Fayı üzerinde kurulmuş ve Doğu Anadolu Fayı'nın uzanışına paralel olarak akış göstermektedir.

Yönlü (2012), tarafından yapılan çalışmaya göre Aksu Çayı'nın Gölbaşı Depreyonu'na açıldığı yerde ilk zamanlarda Aksu Çayı'nın doğrudan DAF'ı geçerek akışını sürdürürken (Şekil 1.7-a) daha sonra burada faylanmaya bağlı olarak meydana gelen ötelenme sonucunda Aksu Çayı'nın akışı kuzeydoğuya doğru yönelerek DAF üzerinde büyük bir vadi oluşturmuştur (Şekil 1.7-b). Bu dönemde Aksu Çayı, Gölbaşı ilçe merkezinin güneydoğusunda yer alan Kara Dere üzerinden Fırat Havzası'na bağlanırken Gölbaşı'nın doğusunda gelen büyük bir kütle hareketi sonucunda Aksu Çayı'nın önü kapanmıştır (Şekil 1.7-c)-(Foto 1.16). Burada meydana gelen kütle hareketi sonucunda vadiyi kapatan kaotik birimler, Gölbaşı Depresyonu ile Kara Dere vadi tabanında 50 metrelik bir seviye farkı oluşturmuştur. Böylece Aksu Çayı, kendi yatağını doldurmaya başlayarak aynı zamanda DAF üzerinde gelişen vadi boyunca sularını biriktirmesi ile burada büyük bir göl meydana gelmiştir (Şekil 1.7-d). DAF üzerinde meydana gelen faylanmalar sonucunda burada biriken göl suları, güneybatıdan eşiği aşarak bugünkü Kısık Dere vadisi tarafından boşaltılmıştır. Taban seviyesinin düşmesi sonucunda havza kenarlarındaki dereler yatağını derine kazarak havza içerisinde büyük alüvyal yelpazelerin oluşmasına neden olurken diğer yandan burada büyük su birikintisinden geriye kalan su birikintilerinden ise İnekli, Azaplı ve Gölbaşı gölleri oluşmuştur (Şekil 1.7-e). Aksu Çayı'nın DAF tarafından 16,5±0,5 km sol yanal olarak ötelendiği ortaya konmuştur. Bu ötelenme miktarı, DAFZ üzerinde bu zamana kadar ortaya konmuş olan en büyük morfolojik ötelenme miktarıdır (Yönlü, 2012:412).



Şekil 1. 7: Aksu Çayı'nın DAF tarafından ötelenmesi sonucu Gölbaşı Depresyonu ile içerisinde yer alan göllerin oluşması ve Aksu Çayı'nın akış yönü değiştirmesine neden olan süreçler (Yönlü, 2012'den).

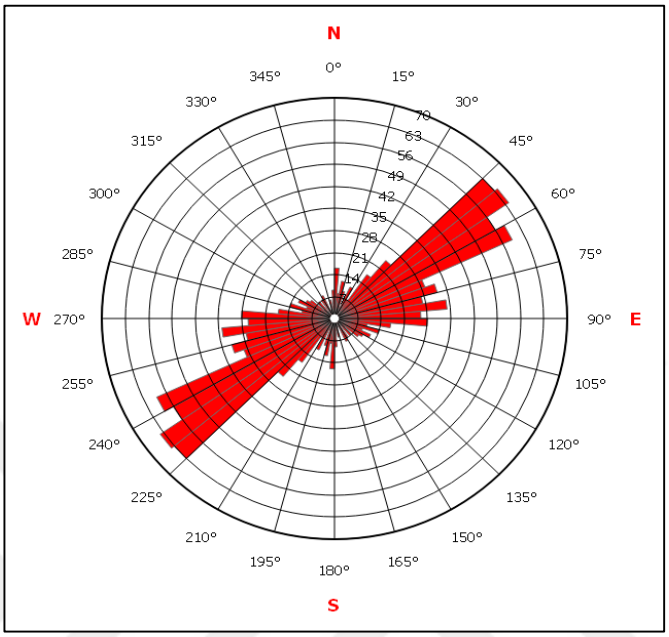


Foto 1. 16: Aksu Çayı'nın Yön Değiştirmesine Neden Olan Heyelan Sahası ve Ön Planda Gölbaşı Gölü

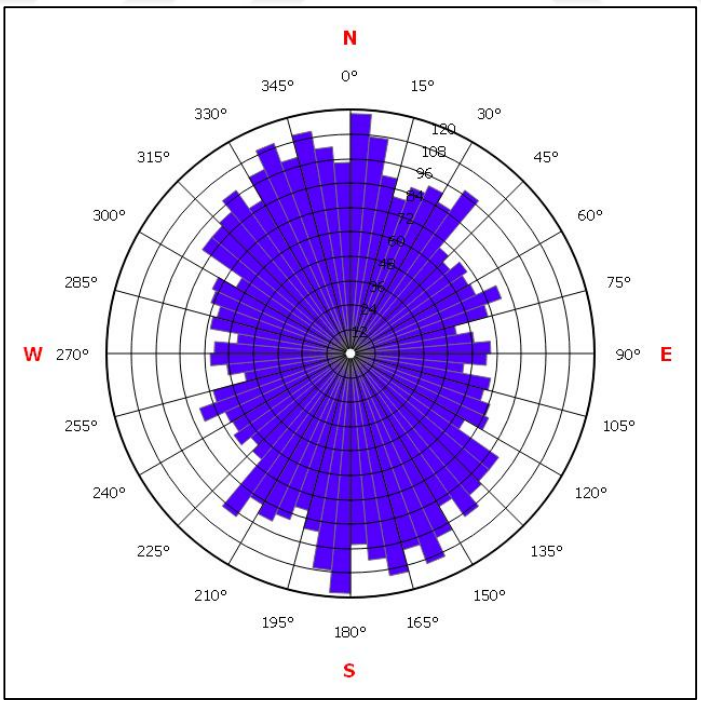
Doğu Anadolu Fay Zonu için birçok değişik araştırmacı tarafından çeşitli yöntemler kullanılarak yapılan analizlerde 4 ile 31 mm/yıl arasında değişen kayma hızı ileri sürülmüştür. GPS verileri ile kinematik analizler ve jeolojik veriler üzerinden yapılan araştırmalarda DAFZ üzerindeki kayma hızının 8-10 mm/yıl olduğu kabul edilmektedir. Bu güne kadar DAFZ için ortaya konulmuş olan en büyük jeomorfolojik ötelenme verisi olan Aksu Çayı vadisi için 16,5 ± 0,5 km'lik bir sol yanal ötelenme ile mevcut kayma hızları (8-10 mm/yıl) beraber değerlendirildiğinde DAFZ'daki aktivitelerin ilk olarak 1,85 ± 0.25 milyon yıl öncesinde başlamış olma ihtimalinin olduğunu ortaya koymaktadır. Aksu Çayı vadisi için meydana gelen ötelenme miktarı Türkoğlu-Gölbaşı segmenti için 98 dere yatağındaki ötelenmeler ölçülmüş ve yapılan ölçümlerde son 10 000 yılı kapsayan dönem için 5,2 ± 9,3 mm/yıl uzun dönem kayma hızı elde edilmiştir. Elde edilen bu kayma hızı ile birlikte değerlendirildiğinde DAFZ'daki faylanmaların en erken 2.9 ±0,7 milyon yıl önce başladığı söylenebilir. Diğer yandan DAFZ'un Türkoğlu batısında yer alan Düziçi yönünde uzanış gösteren İmalı segmenti için ise yatay kayma hızının en az 2 mm/yıl olduğu tespit edilmiştir (Yönlü, 2012: 414).

Havza içerisinde Türkoğlu'na bağlı Kılılı Mahallesi'nin hemen doğusunda yer alan Kuyumcular Köyü'den itibaren kuzeydoğuya doğru uzanan ve Gölbaşı Depresyonu'nun kuzeydoğusunda havza sınırına kadar uzanan DAF zonunda yer alan fayların uzanış açıları Datamine Discover 17.0 uygulamasında hesaplanmış ve fayların yönelimleri *GeoRose* uygulaması kullanılarak grafik haline getirilmiştir. Yapılan çalışmada DSİ tarafından 2015 yılında MTA'nın 1/25 0000 ölçekli jeoloji haritaları temel alınarak hazırlanmış olan "*Ceyhan Hidrojeoloji Haritası*"nda tanımlanmış olan değişik uzunluktaki 660 adet fay üzerinden açısal hesaplamalar yapılmıştır. Belirtilen bölgeler arasında DAF zonunda uzanış gösteren fayların genel olarak açısal yönelimlerinin 25^o-45^o GB ile 45^o-60^o KD yönünde uzanış gösterdikleri görülmektedir (Şekil 1.8). Bölgedeki faylar ile akarsuların kesiştiği alanlarda akarsularda değişik ölçülerde ötelenmeler meydana getirmiş olsa da akarsuların genel akış yönlerinin DAF zonundaki fayların uzanımı ile pek uyumlu olmadığı görülür (Şekil 1.9). Havza içerisinde özellikle DAF'ın en belirgin şekilde uzanış gösterdiği Kartalkaya Barajı

havzası içerisinde yer alan akarsuların açısal yönelimleri ile DAF zonundaki fayların uzanışlarının birbirine pek uyumlu olmadığı görülmüştür (Şekil 1.8 - Şekil 1.9).



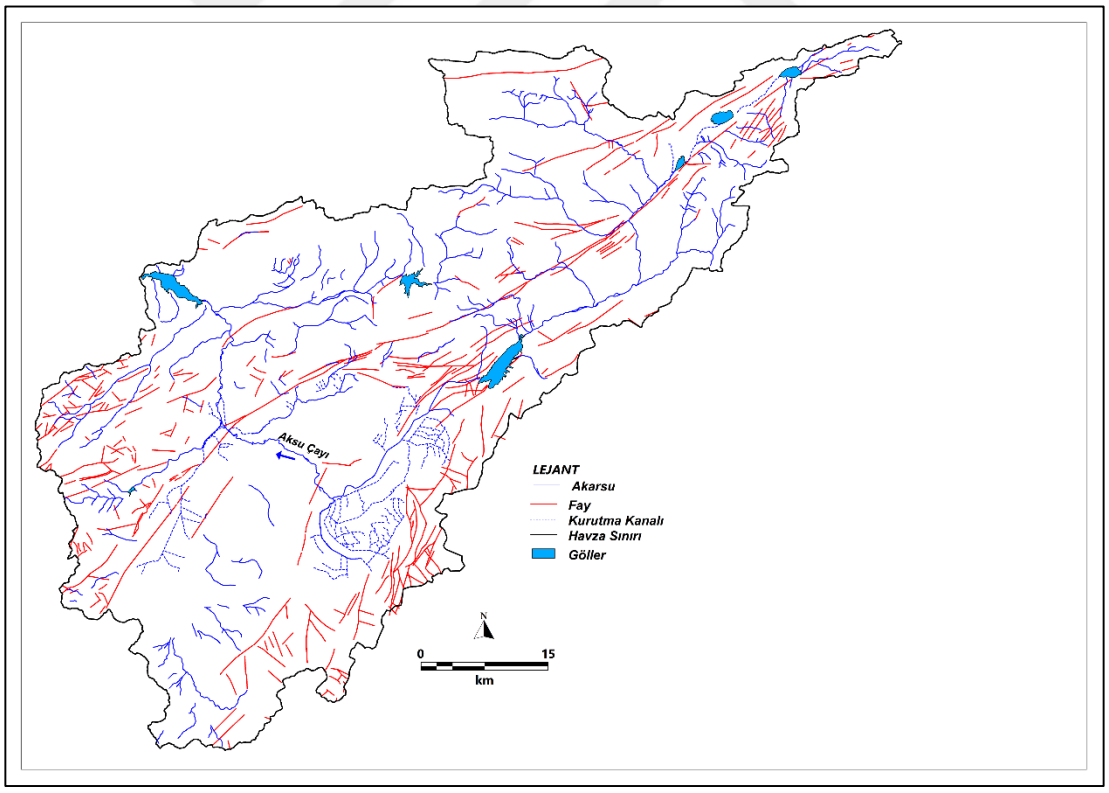
Şekil 1. 8: Kılılı -Gölbaşı Arasındaki DAF Zonunda Uzanış Gösteren Fayların Açısal Yönelimleri



Şekil 1. 9: Kılılı –Gölbaşı Arasında Yer Alan Akarsuların Akış Yönlerinin Açısal Yönelimleri

DAF zonundaki fayların uzanışı ile akarsuların uzanış yönlerinin açısal yönelimleri incelendiğinde, akarsuların akış yönlerinin tayin edilmesinde DAF'ın etkisinden ziyade bölgede yer alan Öksüz Dağı, Engizek Dağı, Erince Dağı, Sakarkaya Dağı ve Kandil Dağı gibi dağlık alanların genel olarak doğu-batı yönünde uzanış göstermeleri ve bunun sonucunda akarsuların doğu-batı yönünde uzanış gösteren antiklinal eksenlerinden kuzey-güney yönünde akışa geçmelerinin etkili olduğu söylenebilir.

Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan tüm fayların açısal yönelimleri ile havza içerisindeki tüm fayların genel yönelimin DAF zonundaki faylar ile büyük benzerlik gösterdiği görülür. DAF zonu havzanın fay özellikleri ile ilgili genel karakteristiği belirlemektedir. MTA tarafından yayınlanan 1/100 000 ölçekli jeoloji haritaları üzerinden tanımlanmış olan fayların dağılışı harita 1.15'te gösterilmiştir.

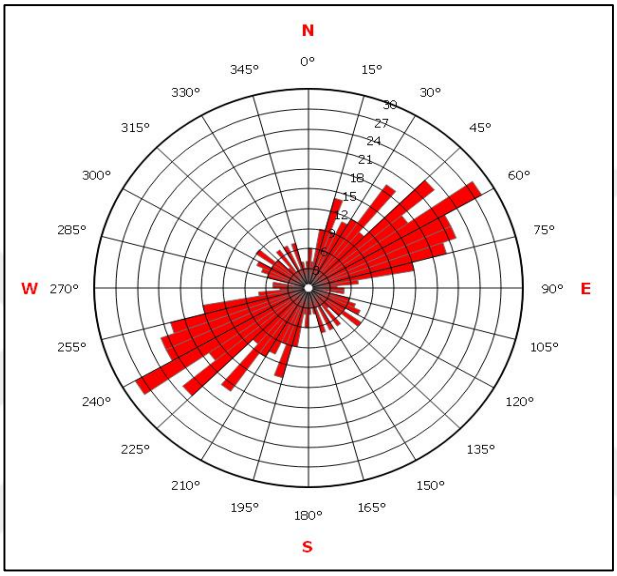


Harita 1. 15: Aksu Çayı Havzası Sınırları İçerisinde Bulunan Fayların Dağılışı (MTA'nın 1/100 000 Ölçekli M37 - M38 - M39 - N37- N38 Jeoloji Paftalarına Göre).

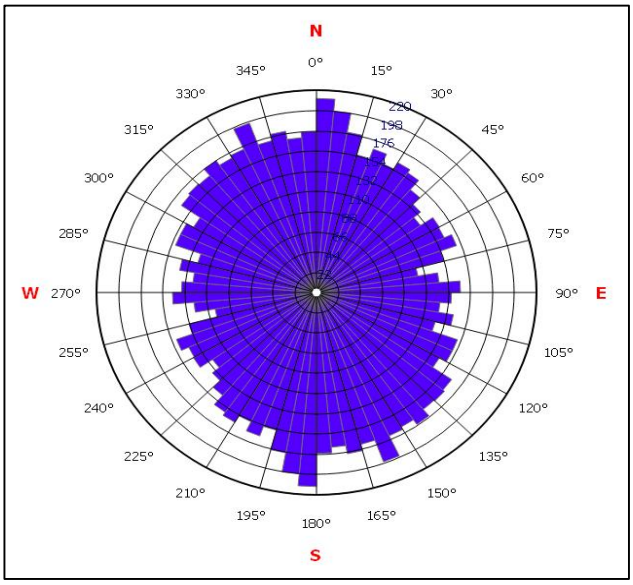
Havza içerisinde genel olarak fayların dağılışına bakıldığında fayların daha çok DAF zonu boyunca havzanın orta kesiminde GB-KD yönünde uzandığı

görülmektedir. Bunun yanında havzanın güneydoğu ve güneybatı kesimlerinde de fayların yoğun olarak bulunduğu görülür. Havzanın kuzey kesimlerinde yer alan Ahır Dağı kesimlerinde fay yoğunluğunun ise az olduğu görülmektedir (Harita 1.15).

Aksu Çayı Havzası'ndaki tüm fayların uzanış yönleri ile akarsuların akış yönlerinin açısal yönelimler şekil 1.10 ve şekil 1.11'de gösterilmiştir.



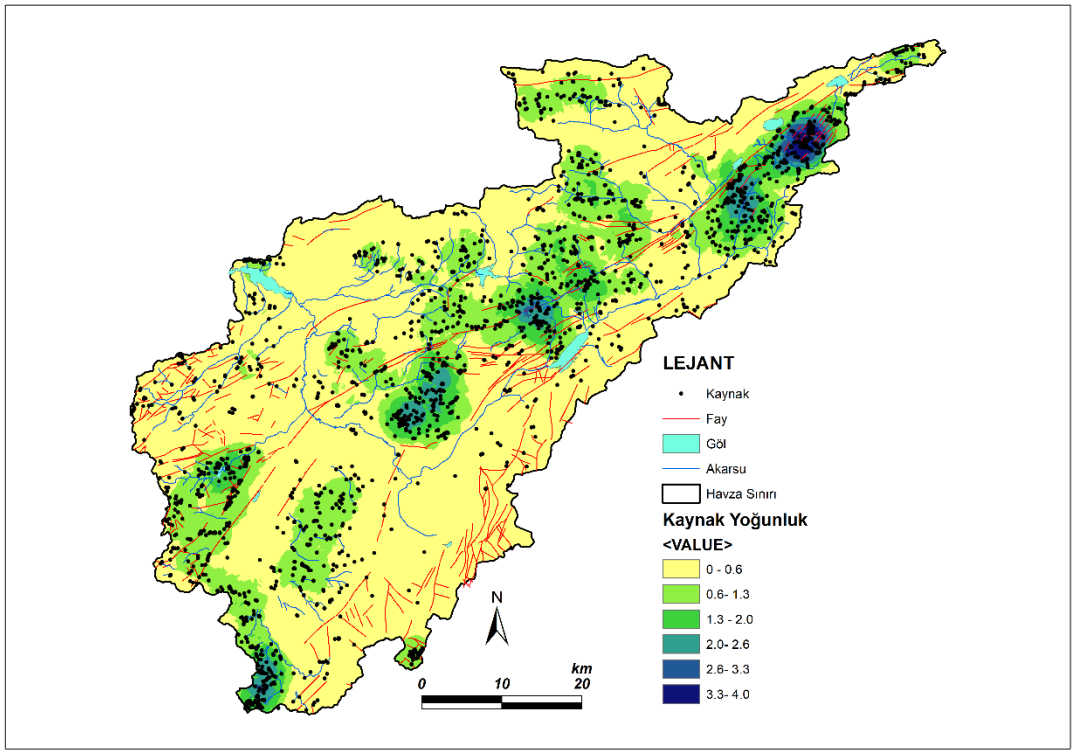
Şekil 1. 10: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Tüm Fayların Açısal Yönelim Durumları



Şekil 1. 11: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Tüm Akarsuların Açısal Yönelim Durumları

Havza içerisinde yer alan fayların açısal yönelimleri genel olarak GB-KD yönünde olduğu görülürken, havzadaki akarsuların akış yönlerinin ise her yönden akış

gösterdiği görülmekle birlikte genel olarak kuzey ve güney yönünde geliştiği görülmektedir. Havza içerisindeki tüm faylar ile havzadaki tüm akarsuların akış yönelimleri karşılaştırıldığında bu iki durum arasında genel olarak bir ilişki görülmemektedir. Ancak yeraltı sularının yüzeye çıktığı ve akarsuların beslenmesinde önemli etkisi olan kaynaklar dağılışı ile fayların açısal yönelimi arasında mekânsal olarak bir ilişki olduğu açık görülmektedir (Harita 1.16).



Harita 1. 16: Aksu Çayı Havzasındaki Faylar İle Kaynak Yoğunluğunun Dağılışı

Harita Genel Komutanlığı tarafından yayınlanmış olan 1/25 000 ölçekli topografya haritaları üzerinden yapılan incelemelerde havza içerisinde 2032 adet kaynak varlığı tespit edilmiştir. Bu kaynakların havza içerisindeki dağılışına bakıldığında kaynakların yoğun olarak bulunduğu alanların dağılışı havza içerisinde DAF'ın uzanış yönü olan GB-KD yönünde olduğu görülmektedir (Harita 1.16). Havzadaki fayların oluşturduğu kırık yapıları, havza içerisinde birçok fay kaynağının oluşumuna neden olduğu görülmektedir. Havzanın ana akarsuyu oluşturan Aksu Çayı'nın ana kaynağı olan ve Küçükcerit köyü yakınlarındaki "Göz" olarak adlandırılan kaynak da tipik bir fay kaynağıdır (Foto 1.17).



Foto 1. 17: Aksu Çayı'nın İlk Çıkış Yeri Göz Kaynağı

Engizek Dağlarının güney yamacının alçak kesimlerinde bulunan Küçükcerit köyü'nün yaklaşık 1,5 km kuzeydoğusunda yer alan ve Aksu Çayı'nın ana kaynağını oluşturan Yeşilgöz, hemen doğusundan geçen ve güneyden kuzeye Alt Miyosen kumtaşı, çamurtaşı (Tza), Üst Kretase kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı (Kb) ve Permiyen dönemine ait mermerleri (Pç), KB-GD yönünde kesen doğrultu atımlı bir fayın hemen batısından çıkış yapar (Foto 1.17).

1.1.6.2. Ölü Deniz Fayı

Ölü Deniz Fayı (ÖDF), Aksu Çayı Havzası'nın tektonik evriminin gerçekleşmesinde Doğu Anadolu Fayı'ndan sonra havzadaki diğer en önemli diri fay zonunu oluşturur. Bu fay hattı, Afrika'da bulunan Zambezi çukurluğundan itibaren başlayan, Kızıldeniz tabanından geçerek, Rifft Hattı'nın Lübnan'ı geçtikten sonra Amik Ovası'ndan Türkiye sınırlarına giren ve Antakya-Kahramanmaraş grabenini oluşturan N27^{o} doğrultuda bir uzanış gösteren bir faydır (Gürbüz, vd.; 2003:39). Arap Levhası ile Afrika levhaları arasında transform bir sınır oluşturan ve sol yönlü doğrultu atımlı bir fay olan ÖDF, en güneyde Kızıldeniz'den başlayarak, Doğu Anadolu Fay Zonu'na kadar uzanan dünyanın en önemli diri faylarından birini oluşturur. Güneyde genel olarak K-G yönünde uzanış gösteren bu faz zonu, Lübnan'ın kuzeyine geldiğinde karmaşık bir yapı haline gelir. Suriye'nin kuzey kesiminde yer alan Ghap Havzası'nı oluşturan fay zonu, daha kuzey kesimlere ulaştığında daha farklı kollara

ayrılır. Fay zonunun Ghap Havzası'nın batıdan sınırlandıran kolu, Antakya'nın güneydoğusundan geçerek ülkemiz sınırları içerisine sokulur. Güneyde Asi Nehri'nin batı kesimi boyunca K-G doğrultusunda uzanan ÖDF, daha kuzeye doğru uzanarak kuzeyde yer alan DAFZ ile birleşir (Karabacak, 2007:1). Garfunkel (2014)'e göre yapısal biçim düzenin zaman içerisinde değişmiş olan ve günümüzdeki davranışını ikinci zamanda kazandığı kabul edilen ÖDF'ının aktivitesi, Arabistan ile Afrika levhaları arasında 10-80 km'lik bir genişliğe yayılmış olan alanda etkili olmaktadır. Bu fay ile Anadolu Levhası ve Kıbrıs yayı üçü birlikte bir etkileşim içinde yer alır. Bu durumun ortaya çıkmasında levha hareketlerinin yeniden düzenlenmesi ile ilgili olarak Anadolu Levhası'nın batıya kayması ve DAF'ın ortaya çıkması ile ilgilidir. Ancak bu süreçteki kinematik değişim süreçlerinin zamanı net olarak bilinmemektedir (MTA, 2007:16).

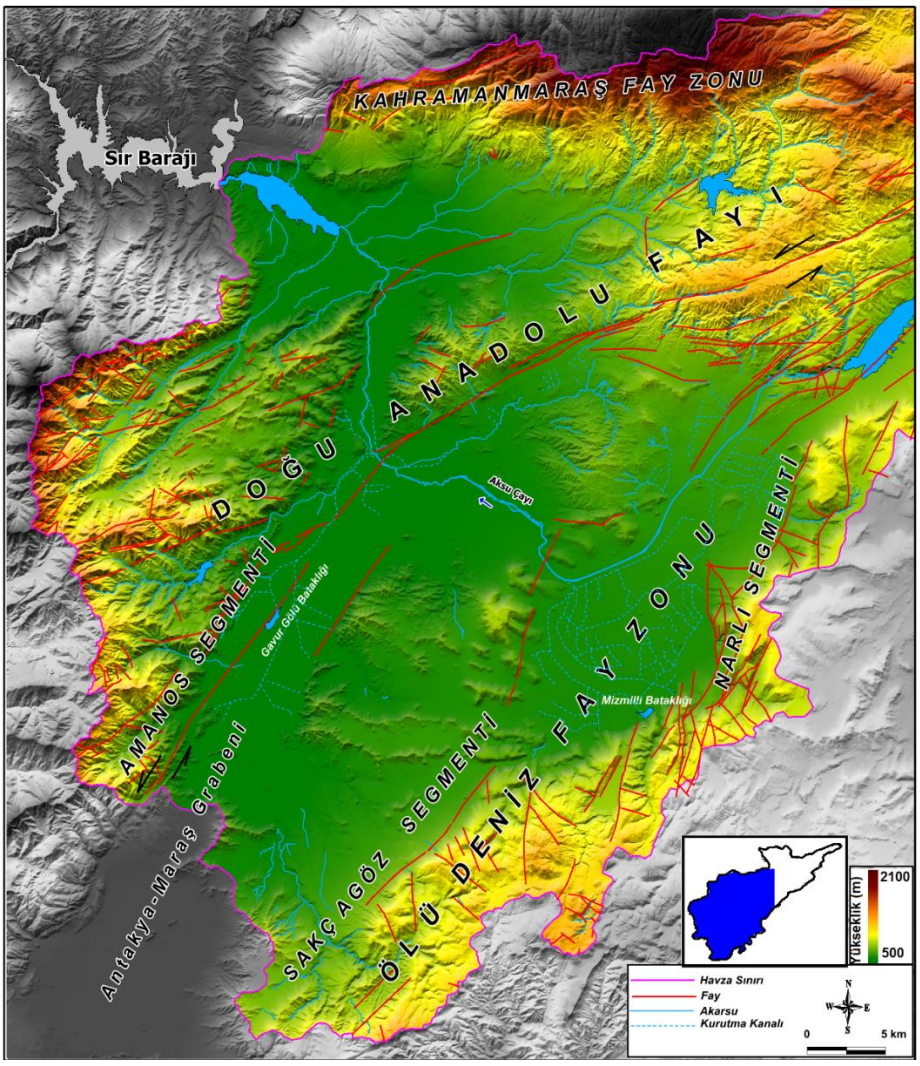
Oligosen-Erken Miyosen'de Arabistan ve Arabistan levhalarının birbirinden ayrılması ve birbirinden uzaklaşmaya başlaması ile Kızıldeniz'in Okyanuslaşma evresi başlamıştır (Dubertred, 1932; Freund vd.; 1970; McKenzie vd.; 1970; Garfunkel ve Bartov, 1977; Le Pichon vd.; 1973; Bosworth, 2005; Garfunkel ve Beyth, 2006; Akt: MTA, 2017:14). Kızıldeniz tabanındaki açılmanın meydana gelmesiyle birlikte her iki tarafta yer alan levhaların birbirinden uzaklaşmaya başlamış ve bu uzaklaşma süreci hala devam ede gelen bir süreçtir. Bu uzaklaşma sürecinde Arabistan levhası ile Bitlis-Zagros kenet kuşağı arasındaki transfer işlemi Ölü Deniz Fayı tarafından gerçekleştirilmektedir (Freund, 1965; Garfunkel, 1981; Joffe ve Garfunkel, 1987; Quennel, 1956; Akt: MTA, 2017:14).

Ölü Deniz Fayı'nın ortaya çıkışı ile ilgili zaman konusunda Erken Miyosen ve Geç Miyosen olarak belirten farklı görüş bulunsa da bunların hepsi genel olarak Miyosen dönemi içerisinde belirtilen farklı zaman dilimleri oluşturmaktadır. ÖDFZ için yapılan çalışmalarda (Dubertret, 1932; Quennell, 1958; Freund, 1965; Garfunkel, 1981; Hatcher vd,; 1981) bu fay zonunda sol yanal yönde gerçekleşen toplamda yaklaşık 105 km'lik bir ötelenmenin meydana geldiği kabul edilmektedir. Bu fay zonunun yaşı ve ötelenme miktarına dayanak olarak, Ürdün'de bulunan ve Sina'da yüzlek vermiş olan ,20-24 My yaşındaki bazaltik bir daykın yaklaşık 105 km ötelenmesi gösterilmektedir (Eyal, vd., 1981; Steinitz vd.,1981; Steinitz ve Bartov,

1991). Fayın daha çok güney kesimleri için önerilen bu ötelenme miktarıdır. Fakat yapılan bazı çalışmalarda (Freund vd.; 1970; Al-Maleh vd.; 1972), Türkiye-Suriye sınırına yakın bölgede yer alan Ofiyolitik kayaçlardaki ötelenmelerin fayın kuzeyi için toplam ötelenme miktarının yaklaşık 65-70 km olduğu hesaplanmıştır. Bu ötelenme miktarı (Ponikarov, 1964; Krasheninnikov, 2005) tarafından yapılan çalışmalarda Erken Miyosen deniz çökellerinde meydana getirdiği ötelenmeler ile de desteklenmektedir. Ancak fayın kuzeyini oluşturan bu bölge için farklı ötelenme miktarları ileri süren farklı çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin Westaway (2003), bu bölge için 55 km'lik bir ötelenme miktarı ileri sürerken, Trifonov vd., (1991) ise 20-25 km'lik bir ötelenme olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmalardan farklı olarak Chaimov ve Barazangi (1990) ise diğer çalışmalardan farklı olarak Ölü Deniz Fay Zonu'nun tamamı için 10-20 km arasında bir ötelenmenin yaşandığını ileri sürmüştür (MTA, 2007:15).

Ölü Deniz Fayı ile ilgili yapılmış olan güncel GPS çalışmalarına göre fay zonunda gerçekleşen kayma hızı olarak 4.5-5 mm/ yıl olduğu belirtilmiştir (Reilinger vd; 2006; Le Beon vd; 2008; ArRajehi vd; 2010; Le Pichon ve Kremeer, 2010; Al Tarazi vd; 2011; Akt: MTA, 2017; 15). Ancak fayın kuzeyinde ile ilgili yapılan GPS çalışmalarında Alchalbi vd; (2010) tarafından kuzey kesimi için kayma hızının 1,8-3,3 mm/y olduğu belirtilmiştir (MTA, 2017:15).

Kuzey ve güney yönünde yaklaşık 1000 km uzunluğundaki Ölü Deniz Fayı, 2012 yılında MTA tarafından yayınlanan yenilenmiş Türkiye Diri Fay Haritası'nda ülkemiz sınırları içerisinde kalan kısmı 7 ayrı segmente ayrılmıştır. Bu segmentler, kuzeyden güneye doğru Narlı, Sakçagöz, Yesemek, Hacıpaşa, Armanaz, Sermada ve Afrin segmentleri olarak ayrılmışlardır (MTA, 2017:16). Bu segmentlerden Sakçagöz ve Narlı segmentleri Aksu Çayı Havzası sınırları içerisinde yer almaktadır. Havza içerisinde havzanın güneydoğu kesiminde yer alan Ölü Deniz Fayı'nın Afrika'dan başlayıp Kızıldeniz üzerinden kuzeye doğru 1000 km'lik uzanışı Aksu Çayı Havzası'nda son bulur (Harita 1.17).

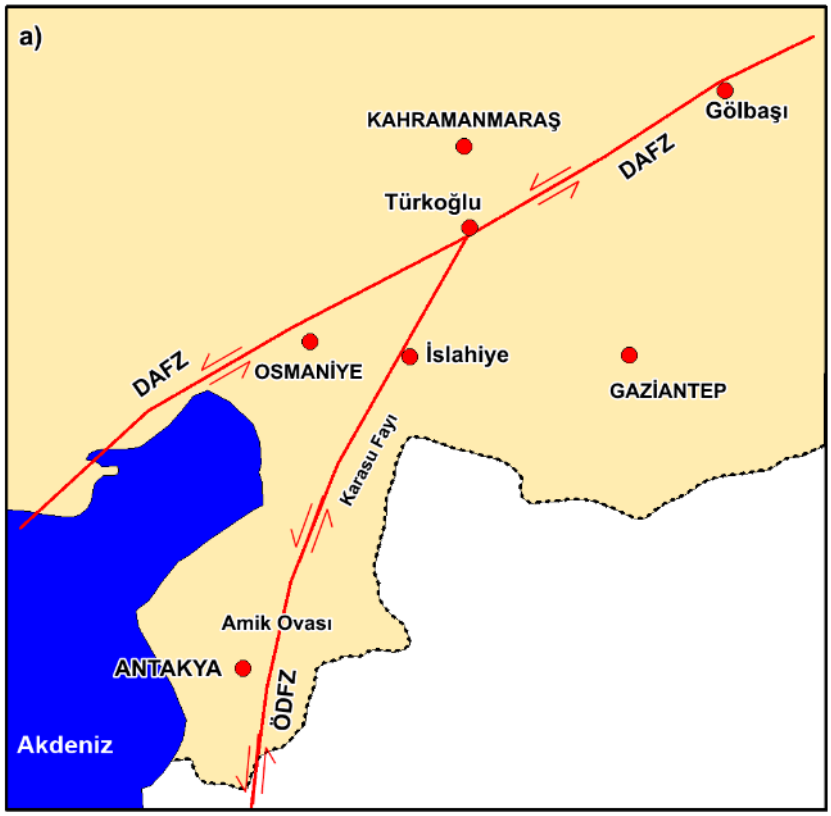


Harita 1. 17: Aksu Çayı Havzası İçerisinde Uzanış Gösteren Ölü Deniz Fay Zonu ve Segmentleri (MTA, 2012'ye Göre Düzenlenmiştir).

Havzanın iki önemli diri fay kuşağını oluşturan Ölü Deniz Fayı ile Doğu Anadolu Fayı'nın iki fayın birbiri devamı mı yoksa ayrı birer fay mı olduğu konusunda hala farklı görüşler bulunmakta ve bu konu hala tartışılmaktadır. Geçmiş dönemlerde Aksu Çayı Havzası ile ilgili alanlarda yapılmış olan bazı çalışmalarda (Selçuk Biricik ve Korkmaz, 2001; Gürbüz vd.; 2003), DAF'ın Türkoğlu'ndan sonraki kesimini oluşturan Amanos Segmenti için Ölü Deniz Fayı tanımlaması yapılmış ve birçok olayın yorumlaması da buna göre yapılmıştır. Ancak MTA tarafından 2018 yılında yayınlanmış olduğu 1/100 000 ölçekli jeoloji haritalarında bu bölgeden geçen fay DAF'ın devamı olarak Amanos Segmenti olarak tanımlanmıştır (MTA, 2018).

Doğu Anadolu Fayı ile Ölü Deniz Fayı'nın Türkoğlu'ndan güneye doğru olan bölge için bu fayların birbirinin devamı ya da ayrı faylar olduğu konusunda ortaya atılan 3 farklı görüş ortaya çıkmaktadır. Bu farklı görüşlere göre DAF ile ÖDF'nın uzanım özellikleri şu şekildedir.

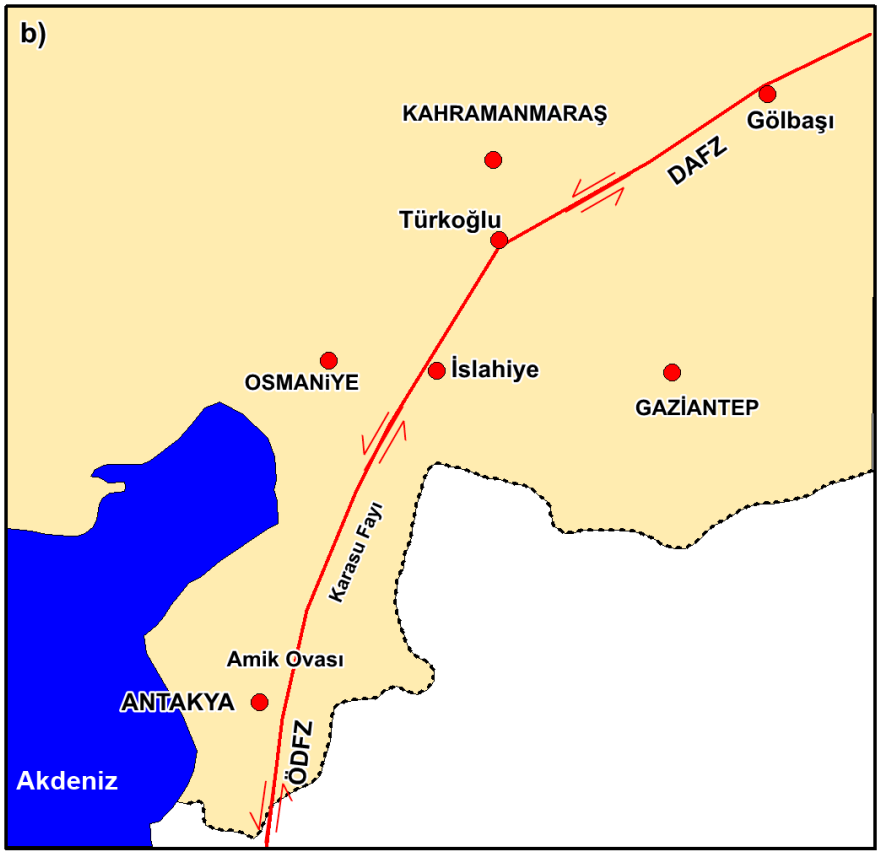
Bu görüşlerden birinci görüşe göre, Doğu Anadolu Fayı'nın Türkoğlu'ndan itibaren Amanos Dağını keserek Türkoğlu, Düziçi hattını takip ederek Karataş-Osmaniye Fayı üzerinden Akdeniz'e kadar uzanmaktadır. Diğer yandan güneyde ise Türkoğlu'ndan itibaren Karasu Fayı olarak devam ederek Amik Ovası bölgesinde Ölü Deniz Fayı ile birleşmektedir (Harita 1.18).(McKenzie, 1976; Gülen, vd; 1987; Karig ve Kozlu, 1990; Perinçek ve Cem, 1990; Westaway ve Arger, 1996; Westaway, 2003; Akt: MTA, 2017:26).



Harita 1. 18: Doğu Anadolu Fayı'nın Türkoğlu'ndan Sonra Akdeniz'e Kadar Olan Uzanımı (Yönlü 2012'ye göre düzenlenmiştir).

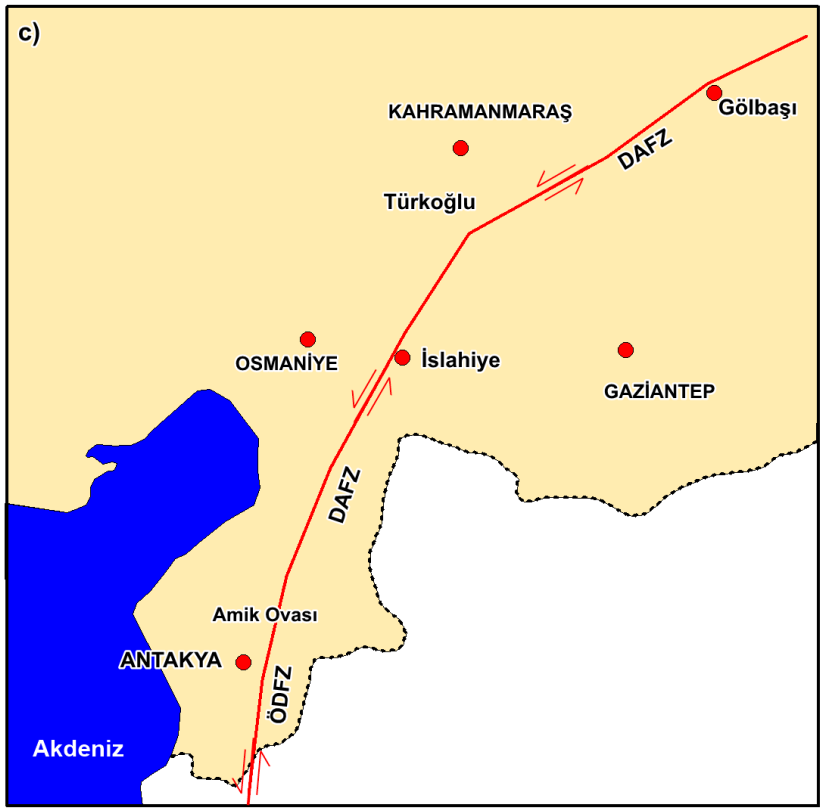
Diğer ikinci görüşe göre ise Doğu Anadolu Fayı'nın, Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan Türkoğlu'nda sonlandığı ve buradan itibaren Karasu Fayı olarak

devam ederek Amik Ovası'nda Ölü Deniz Fayı ile birleştiği ileri sürülmektedir (Harita 1.19). (Lovelock, 1984, Görür vd; 1984; Muehlberger ve Gordon, 1987; Perinçek ve Çemen, 1990; Chorowicz vd; 1994; Yürür ve Chorowicz, 1998, Akt: Yönlü, 2012:45).



Harita 1. 19: Doğu Anadolu'nun Türkoğlu'nda Sonlandığı ve Buradan İtibaren Karasu Fayı Olarak Devam Edere Amik Ovası'nda Ölü Deniz Fayı ile Birleşmektedir (Yönlü, 2012'ye göre düzenlenmiştir).

Son olarak ileri sürülen üçüncü görüşe göre ise Doğu Anadolu Fayı, Türkoğlu'ndan güneye doğru Karasu vadisi boyunca uzanarak Amik Ovası'nda Ölü Deniz Fayı ile birleşmektedir (Harita 1.20). (Allen, 1969, Arpat ve Şaroğlu, 1975; Büyükaşikoğlu, 1980; Şengör vd; 1985; Kelling vd; 1987; Kiratzi, 1993; Rotstein, 1984; Şaroğlu vd; 1992; Över vd; 2004). Bu görüşe göre Karasu Fayı, aslında Doğu Anadolu Fayı'nın bir devamı olarak görülmektedir.



Harita 1. 20: Doğu Anadolu Fayı'nın Türkoğlu'ndan Geçerek, Doğrudan Ölü Deniz Fayı ile Amik Ovası'nda Birleşmesi (Yönlü 2012'ye göre düzenlenmiştir).

Havzanın en güneyinde yer alan Durmuşlar köyü yakınlarından havzaya giriş yapan Ölü Deniz Fayı, buradan itibaren kabaca güneybatı-kuzeydoğu yönünde Sakçagöz Segmenti olarak Türkoğlu Ovası (Sağlık Ovası)'nın kabaca doğu sınırı boyunca ile uzanış göstererek Şatırhöyük köyüne kadar uzanır. Diğer yanda Yamaçoba köyünün kuzeyinden itibaren Narlı Segmenti olarak uzanışı devam eden ÖDF, havzanın güneydoğusunda yüksek kesimleri oluşturan Orta Eosen Kireçtaşı birimlerini keserek, Çöçelli'nin hemen doğusundan ovalık alana geçiş yaparak Narlı'ya kadar uzanır. Ölü Deniz Fayı'nın bu bölgedeki kireçtaşı katmanlarını keserek ovalık alanlardaki çöküntü alanlarının oluşmasına neden olmuştur. Bunun sonucu Sakçagöz Segmenti, Türkoğlu (Sağlık) Ovası tabanı ile ile havzanın güneydoğusunda yer alan dağlık ve platoluk alanlara geçişte önemli bir yükseklik farkı oluştururken Narlı Segmenti ise Narlı Ovası tabanı ile Gaziantep Platosu arasındaki önemli bir yükselti farkının oluşmasına neden olmuştur (Foto 1.18-Foto 1.19).

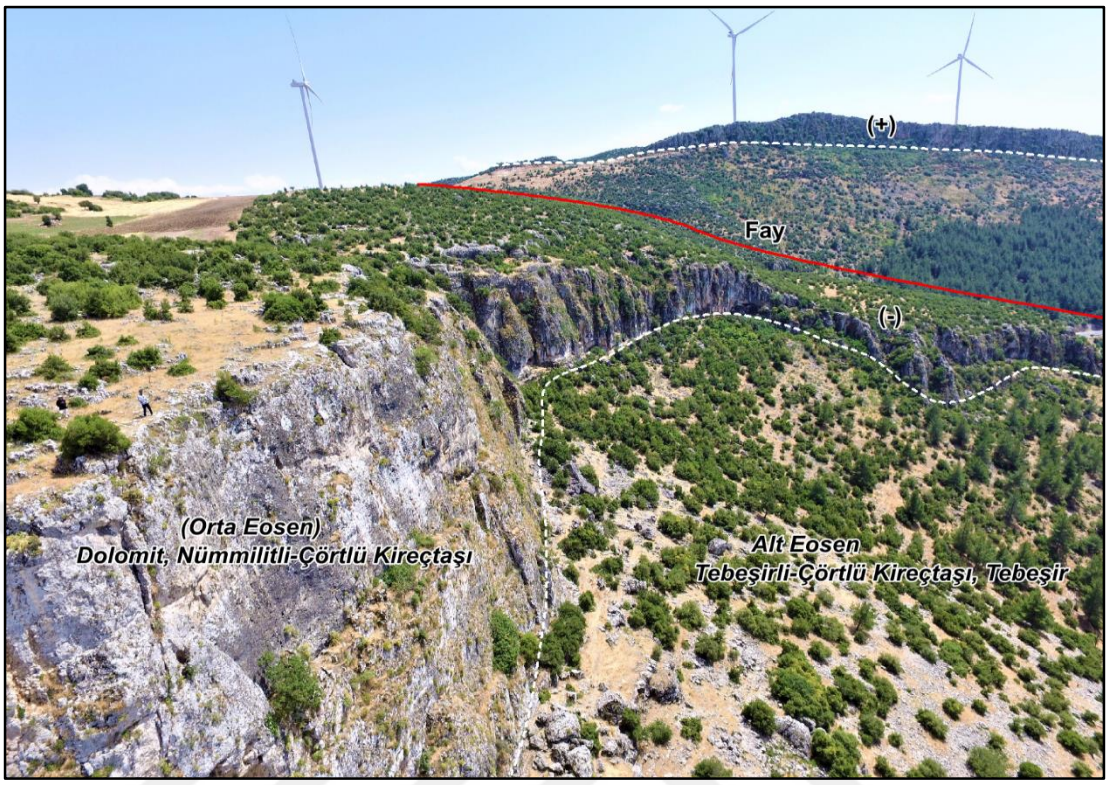


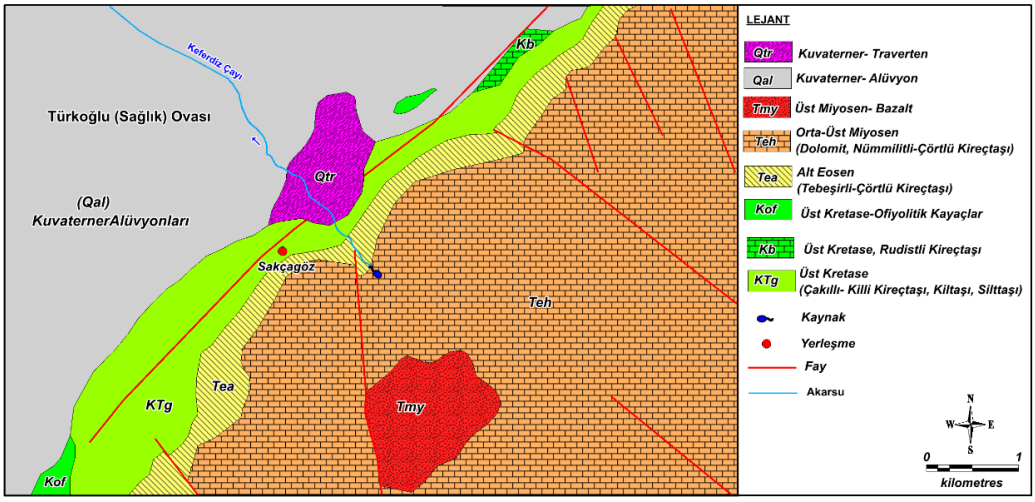
Foto 1. 18: Sakçagöz Yakınlarındaki Ölü Deniz Fayı'nın Oluştuduğu Eğim Kırıklıkları



Foto 1. 19: Şatırhöyük Köyü Yakınlarında Ölü Deniz Fay Zonunda Oluşan Eğim Kırıklıkları

Havzanın güneydoğu kesiminde Ölü Deniz Fayı'nın Orta Eosen kireçtaşını kesmesi sonucu buradaki yüksek alanlar ile Narlı Ovası ve Türkoğlu (Sağlık) Ovası tabanlarının kesiştiği alanlarda ÖDF'nin uzanış doğrultusu boyunca diziliş gösteren

birçok kaynak yer alır. Özellikle güneyde Sakçagöz Segmentini zonunda yer alan Sakçagözü şelaleleri olarak da adlandırılan Sakçagöz kaynağı (yenipınar) havzanın güneydoğusunda yer alan önemli kaynaklardan birini oluşturur. Bu kaynak, Ort-Üst Miyosen dönemine ait dolomit, nümmilitli-çörtlü kireçtaşları ile Alt Eosen dönemine ait tebeşirli-çörtlü kireçtaşlarını kabaca kuzey-güney yönünde kesen bir fayın hemen dibinden çıkış yapar (Harita 1.21-Foto 1.20). Kaynak suları yamaçlardan Sakçagöz Şelaleleri olarak dökülerek, ova tabanında Keferdiz Çayı olarak akışına devam eder (Foto 1.21).



Harita 1. 21: Sakçagöz Kaynağının Yakın Çevresinin Jeolojik Özelikleri (MTA (2018)'nın 1/100 000 ölçekli jeoloji Haritası N37 Paftası'ndan Düzenlenmiştir)

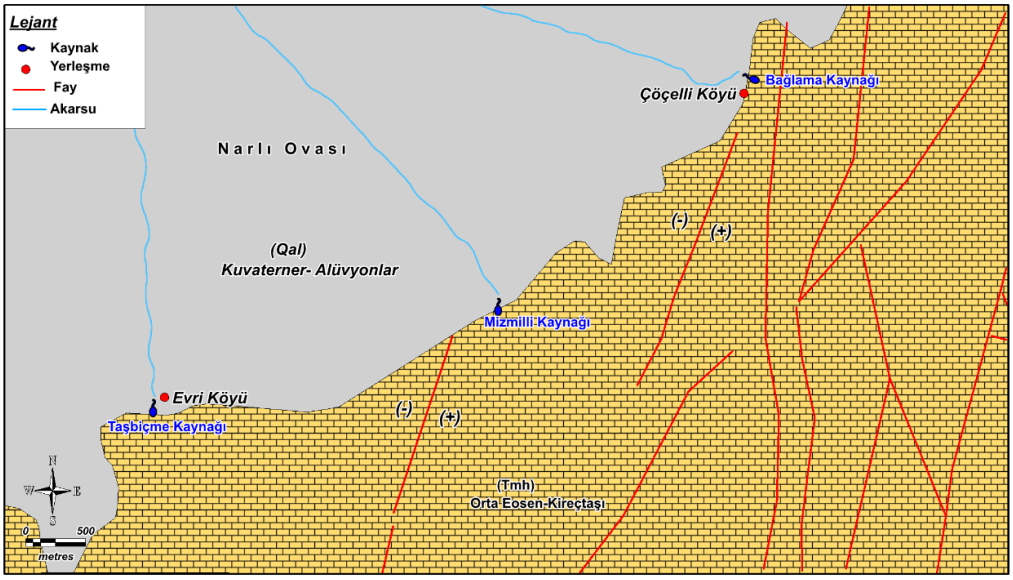


Foto 1. 20: Sakçagöz Kaynağı



Foto 1. 21: Sakçagöz Şelaleleri

Ölü Deniz Fayı'nın diğer segmenti olan Narlı Segmentinin uzanış gösterdiği alanlarda ise Evri Köyü ile Çöçelli Köyü arasında Orta Eosen kireçtaşlarının faylar tarafından yoğun bir şekilde kesildiği görülür. Narlı Ovasının güney kenarında taşbiçme, mizmilli ve bağlama kaynakları, Orta Eosen karstik kireçtaşlarından çıkmakta olup birer fay kaynağıdır (DSİ, 1983:15). (Harita 1.22).



Harita 1. 22: Taşbiçme, Mizmilli ve Bğalama Kaynaklarının Yakın Çevresinin Jeolojik Özellikleri

Taşbiçme, Mizmilli ve Bağlama kaynakları bölgede gerek içme suyu gerekse tarımsal sulama ihtiyacının karşılanmasında önemli yere sahiptir (Foto 1.22, Foto 1.23, Foto 1.24). Kaynakların her birinin yakın çevresinde eski döneme ait höyükler yer almaktadır. Höyükler üzerinde herhangi bir kazı çalışması yapılmadığı için tarihsel kökenleri pek bilinmese de bu su kaynaklarının bu bölgede insanlar tarafından uzun zamandır kullanıldığını göstermesi bakımından oldukça önemlidir. Diğer yandan günümüzde bölgede yer alan yerleşmelerin de burada kurulması ve gelişmesinde burada su kaynaklarının varlığının belirleyici rolü olmuştur.



Foto 1. 22: Taşbiçme Kaynağı

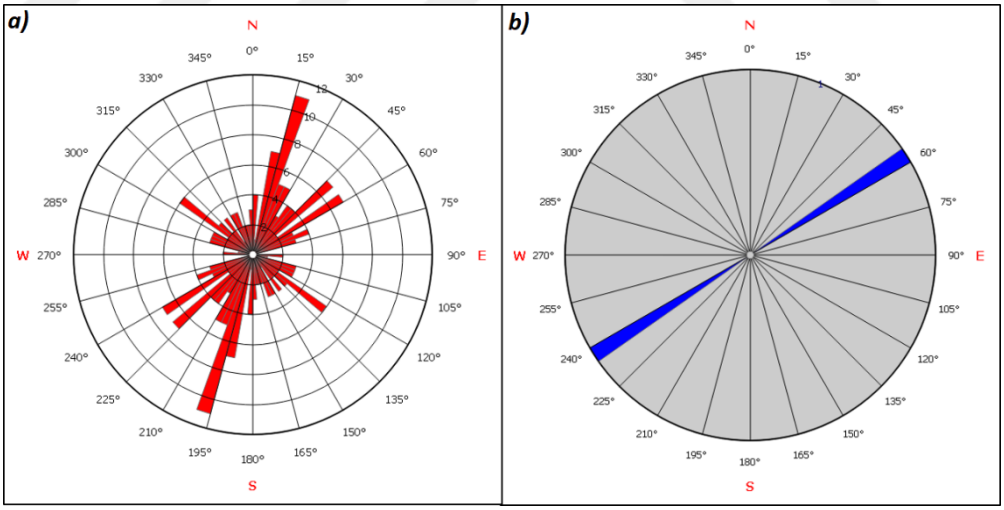


Foto 1. 23: Mizmilli Kaynağı



Foto 1. 24: Bağlama Kaynağı

Kaynakların çıkış noktaları doğrusal bir düzlem üzerinde birleştirildiğinde bu düzlemin açısal yönelimi ile Ölü Deniz Fayı Zonu'nda yer alan fayların açısal yönelimleri arasında büyük bir paralellik olduğu görülmektedir (Şekil 1.12).



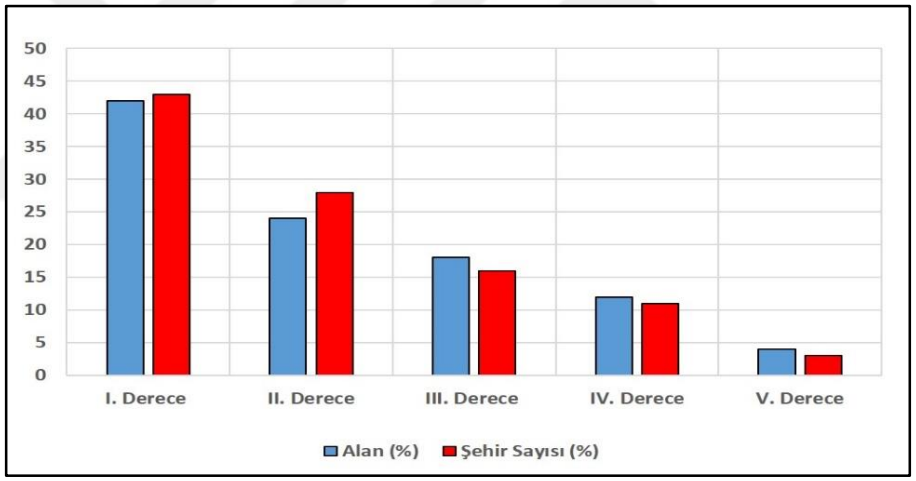
Şekil 1. 12: a) Ölü Deniz Fayı Zonunda Yer Alan Fayların Açısal Yönelimleri. b) Sakçagöz, Taşbiçme, Bağlama ve Mizmilli Kaynaklarının Dağılışının Açısal Yönelimleri

Havza içerisinde Ölü Deniz Fayı Zonunda yer alan fayların uzanış doğrultularının açısal yönelimlerine bakıldığında en yoğun yönelimlerin 195°-210° GB ve 15°-30° KD arasında uzandığı görülmektedir. Fayların diğer en yoğun yönelimlerin ise 225°-240° GB ile 45°-60° KD yönelimleri oluşturmaktadır. Sakçagöz, Taşbiçme, Bağlama ve Mizmilli kaynaklarının doğrusal bir düzlemde

birleştirildiklerinde kaynakların açısal yönelimlerinin ÖDFZ'deki fayların ikincil yönelimleri ile neredeyse aynı yönde diziliş gösterdikleri görülmektedir (Şekil 1.12).

1.1.7. Depremsellik

Ülkemiz, dünya deprem kuşakları içerisinde *"Alp- Himalaya"* veya diğer bir isimle *"Akdeniz Çevresi Deprem Kuşağı"* olarak isimlendirilen ve dünya üzerinde her yıl meydana gelen depremlerin neredeyse % 20-25'inin meydana geldiği en tehlikeli deprem kuşaklarından birinde yer alır. Gerek jeolojik dönemler, gerekse tarihsel depremler ve güncel depremler değerlendirildiğinde ülkemizde deprem tehlikesinin son derece yüksek olduğu görülmektedir (Pampal ve Özmen, 2009:1). Ülkemizdeki toplam yüzölçümün ve toplam şehir sayısının deprem bölgelerine göre dağılışı grafik 1.8'de verilmiştir.



Grafik 1. 8: Ülkemiz Yüzölçümün Deprem Bölgelerine Göre Alansal Dağılışı (Özmen vd; 1997'ye göre düzenlenmiştir).

Ülkemizin deprem bölgelerine göre alansal dağılışları incelendiğinde, ülkemizde toplam yüzölçümün % 42'si, I. dereceden deprem bölgesinde, % 24'ü, II. derecede deprem bölgesi, % 18'i, III. derecede deprem bölgesi, % 12'si, IV. derece deprem bölgesi ve % 4'ü ise V. derece deprem bölgesinde yer alır. Diğer yandan şehirlerimizin deprem bölgelerine göre dağılışına bakıldığında ise şehirlerimizin % 43'ü, I. derecede deprem kuşağında, % 28'i II. derecede deprem kuşağında, % 16'sı, III. derecede deprem kuşağında, % 11'i IV. derece deprem kuşağında ve % 2'si ise V. derecede deprem kuşağında yer alır (Özmen vd; 1997). Ülkemizde barajların da içinde bulunduğu enerji santrallerinin % 75'i deprem açısından oldukça tehlikeli alanlarda

yer almaktadır (Eyidoğan, 2016:55). EM-DAT (*Emergency Event Databese*) verilerine göre ülkemiz, dünya genelinde yaşanan depremlerdeki can kaybı sayısında 9. sırada yer alırken yaşanan ekonomik kayıplarda ise 6. Sırada yer almaktadır. Dünya genelinde diğer doğal afetlere kıyasla can kaybı yaşanmasında depremlerin payı % 58'iken bu oran ülkemizde ise % 61 oranında olduğu görülmektedir (Eyidoğan, 2021:28). EM-DAT verilerine göre 1923-2016 yılları arasında ülkemizde meydana gelen depremler incelendiğinde meydana gelen depremlerin % 80,3'ünün ölüme neden olan depremler olduğu görülmektedir. Meydana gelen bu depremlerin ise % 20'sinden fazlası ise 1000'den fazla ölüme neden olan depremler olduğu görülmüştür (Bahadır ve Uçku, 2018:30). Ülkemizin AFAD veri arşivi incelendiğinde ülkemizde 1900-2020 yılları arasında 4 ve üzeri büyüklükte toplam 9064 deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerin 7 877'si 4-4,9 arası büyüklükte, 1049'u, 5-5,9 arası büyüklükte, 112'si, 6-6,9 arası büyüklükte ve 26'sı ise 7-9 arası büyüklükte olan depremler olduğu görülmüştür (Eyidoğan, 2018:30). Tüm bu göstergeler ülkemizin bulunduğu jeolojik konumunum deprem açısından ne kadar büyük bir risk altında olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

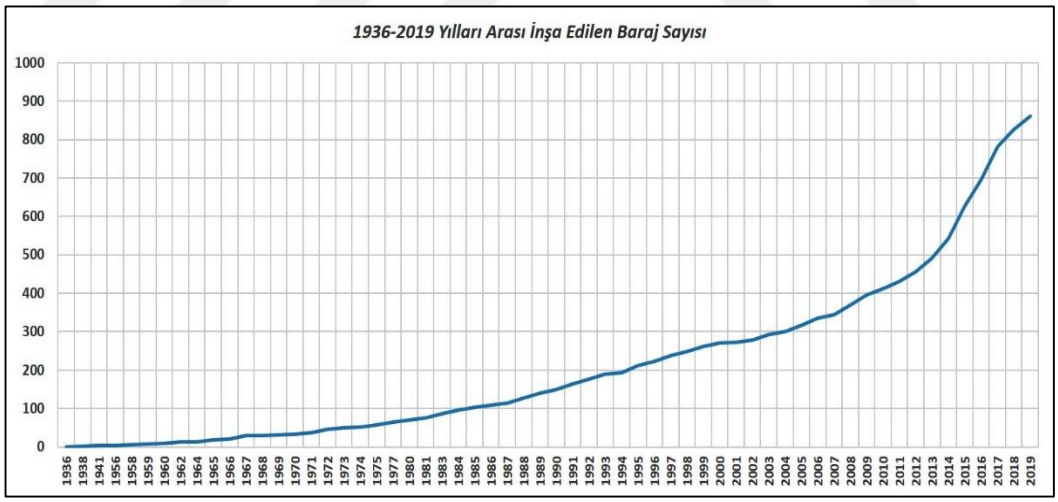
Depremler zeminde hem dikey hem de yatay olarak gelişi güzel hareketler ortaya koyar. Depremlerin baraj üzerinde oluşturacağı gerilmeler ile yer değiştirmeler barajın karakterine bağlı olarak değişiklik gösterir. Barajların depremlerin yıkıcı etkisine ne zaman maruz kalacağı tam olarak bilinmemektedir. Fakat barajların inşa edildiği bölgede meydana gelmiş olan eski deprem kayıtları bölgede gelecekte meydana gelecek olan depremler ile ilgili bir ipucu verebilir. Bu yüzden her baraj ve barajın yapımında kullanılacak olan malzemeler, o barajın yapılacağı yerin jeolojik özelliklerine göre özel olarak projelendirilmelidir. Depremlere karşı dayanaklı barajların yapılabilmesi için o bölgedeki deprem hareketlerinin ve dinamik özelliklerinin bilinmesi ile mümkün olabilir (Keskin vd; 2009:136).

Jeolojik süreçlere bağlı olarak meydana gelen depremlerin, günümüzde nerelerde gerçekleşeceği ve ne kadar şiddette olabilecekleri genel olarak tahmin edilebilse de ne zaman ve ne büyüklükte gerçekleşeceği maalesef tam olarak bilinememektedir. Bu nedenle insan hayatının neredeyse tamamında büyük etkiler yaratan depremlerin su yönetimi açısından da ele alınarak incelenmesi oldukça

önemlidir. Gerek kuraklıkla mücadele gerekse sel ve taşkınlar gibi afetlerin önüne geçilmek gibi çeşitli amaçlara hizmet etmek adına inşa edilen barajlar ve göletler açısından depremler büyük bir risk yaratmaktadır. Çünkü barajlar ve göletler büyük su kütlelerinin depolandığı yerlerdir. Bu yüzden barajlar, diğer yapılara göre deprem gibi doğal afetlere karşı daha hassas bir konumda yer alırlar. Barajların bulunduğu alanlarda meydana gelebilecek olan büyük depremler sonucu baraj gövdelerinde oluşabilecek hasarlar, depolanmış olan milyonlarca metreküp suyun ani ve kontrolsüz bir şekilde boşaltılmasına neden olabilir. Bunun sonucunda mansap yönünde kalan yerleşmeler için yıkıcı etkileri olan büyük sel ve taşkın afetleri ortaya çıkabilir. Hatta bu etkiler depremin yaratacağı etkilerden çok daha kötü sonuçlara yol açabilir (DSİ, 2016: 18). Diğer yandan her ne kadar bilimsel olarak bu konuda henüz bir görüş birliği olmasa da barajlarda biriken devasa su birikintilerinin bulundukları bölgede depremleri tetiklediklerini ileri süren çalışmalar da vardır. Külköylüoğlu (2015)'e göre dünya baraj sayısı bakımından dünyada ikinci ülke olmamıza rağmen ülkemizde maalesef baraj ve deprem ilişkilerini ortaya koyan bu konuda ciddi bir çalışma yapılmamıştır. Fakat Amerika, Çin, İtalya, Hindistan, Zambiya, Yunanistan ve Avustralya gibi ülkelerde son 50 yılı kapsayan dönem içinde ciddi çalışmalar yapılmış (Rothe, 1968; Adams, 1968; Gupta & Rastogi, 1976; Gupta, 1992; Harrington, 2011) ve bu çalışmalarda barajlarda biriken devasa su kütlelerinin bulundukları alandaki depremleri tetiklediklerini tespit etmişlerdir (Külköylüoğlu, 2015:13). Depremler, nasıl ki barajlar üzerinde bazen yıkıcı etkilere sahip olabilirken barajlar da bazı zamanlarda depremlere neden olabilirler. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda barajların tetiklediği ve Rezervuar Kaynaklı Depremsellik (Reservoir Induced Seismicity) RIS, olarak adlandırılan bu deprem türü dünya genelinde 100'den farklı yerde gözlemlenmiştir. Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu (ICOLD)'e göre rezervuar kaynaklı deprem riskinin genellikle 100 metreden daha derin su rezervuarı olan barajlar dikkate alınması gerektiğini belirtmektedir (Tosun, 2015: 192). Rezervuar Kaynaklı Depremsellik (RIS), genel olarak iki durumda meydana geldiği düşünülmektedir. Bunlar rezervuarda biriken suların oluşturduğu ekstra ağırlık ve yeraltına veya bir fay boyunca yerin iç kısımlarına sızan suların çatlaklarda ve yarıklardaki sıvı basıncını değiştirmesi ile ilgilidir. Sismologların bu konudaki ortak görüşlerine göre, bu depremlerin meydana gelmesinde biriken suyun derinliği en

önemli faktördür. Ancak bunun yanında suyun hacminin de önemlidir. Bunun yanında biriken su kütlelerinin, rezervuar alanlarının 10-15 kilometre çevresinde yer alan bölgelerde sismik aktiviteyi artırdığı ve RIS'in rezervuarın doldurulmasını takiben hemen ya da bazen de daha sonra ortaya çıkabilmektedir. Tüm bunların yanında bir bölgenin yerel jeolojik özellikleri ve sismik aktivite tarihi de önemli rol oynamaktadır. Fakat Rezervuar Kaynaklı Depremlerin (RIS)'nin oluşumu ile ilgili hem küresel anlamda hem de spesifik araştırmalar yapılmasına rağmen bu olayın açıklaması bilimsel olarak hala kesin değildir.[7]

Ülkemiz baraj ve gölet sayısı bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Geçmişten günümüze ülkemizde inşa edilen baraj ve göletlerin toplam sayıları incelendiğinde önemli miktarda artışların olduğu görülmektedir (Grafik 1.9 - Grafik 1.10). Bu nedenle gerek tektonik depremlerin barajlar için yarattığı riskler ve gerekse her ne kadar bilimsel çevrelerce henüz kesin bir görüş birliği bulunmasa da rezervuar kaynaklı depremler (RIS) açısından bu yapıların bölgenin sismik aktivitesi üzerindeki etkilerinin neler olabileceği mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.



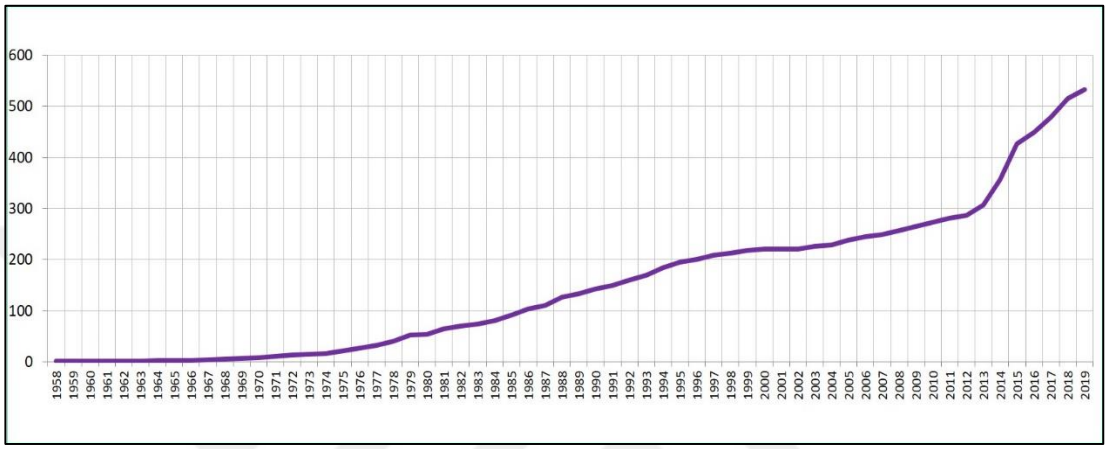
Grafik 1. 9: Ülkemizde 1936-2019 Yılları Arasında Yapımı Tamamlanan Barajların Toplam Sayılarındaki Artış (DSİ, 2019 Resmi İstatistik Verilerine Göre Düzenlenmiştir)

Ülkemizde 1936-2019 yılları arası dönemi kapsayan 83 yıllık dönemde yapımı tamamlanan barajlara bakıldığında bu zaman ülkemizde toplam 861 baraj yapımı

[7] https://archive.internationalrivers.org/resources/a-faultline-runs-through-it-exposing-the-hidden-dangers-of-dam-induced-earthquakes-2645 adresinden 18.11.2021 tarihinde alınmıştır.

gerçekleştirilmiştir. Toplam süre ve yapımı tamamlanan baraj sayıları dikkate alındığında ülkemizde yılda ortalama 10 baraj yapımı gerçekleştirilmiştir (Grafik 1.9).

Ülkemizde 1958-2019 yılları arası dönemde yapımı tamamlanan göletlerin toplam sayıları grafik 1.10'da verilmiştir.

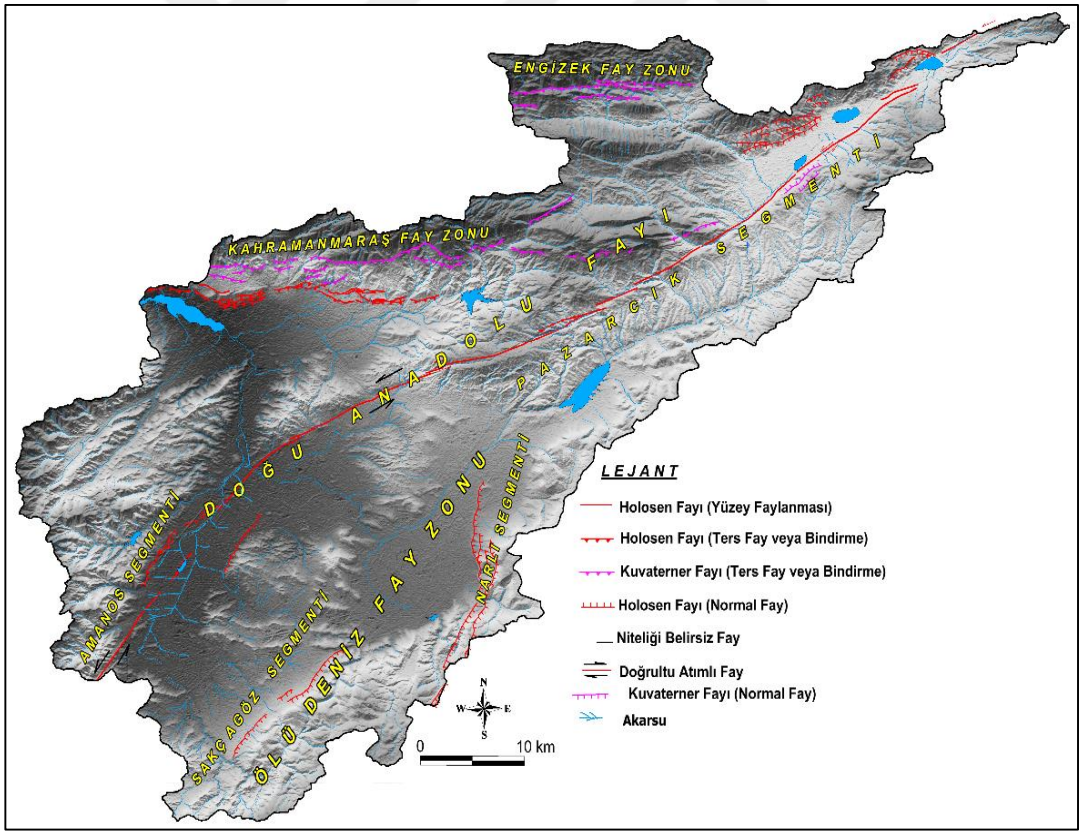


Grafik 1. 10: 1958-2019 Yılları Arasında Ülkemizde Yapımı Tamamlanan Göletlerin Toplam Sayılarındaki Artış (DSİ, 2019 Resmi İstatistik Verilerine Göre Düzenlenmiştir)

1958-2019 yılları arası 61 yıllık dönemde ülkemizde çeşitli amaçlarla toplam 532 gölet inşa edilmiştir. Yapımı tamamlanan gölet sayıları ve süre dikkate alındığında ülkemizde her yıl ortalama 9 gölet inşa edilmiştir (Grafik 1.10).

Geçmiş dönemlerde yaşanan depremlerde yaşanılanlar göstermiştir ki depremler sadece suların depolama tesisleri olan barajlarda değil aynı zamanda iletim boruları ve pompa istasyonlarında da hasarlara neden olmaktadır. Deprem esnasında oluşan yer sarsıntıları, sıvılaşma, faylanma ve toprak kayması gibi birçok olay içme suyu şebekelerinde ciddi zararlara neden olabilmektedir ve deprem esnasında su şebekesinde yaşanan kopmalar, depremden hemen sonra şehirlere su temini konusunda ciddi sorunlar yaratırken aynı zamanda bu durum deprem sonucu enkaz altında kalan canlılar için de boğulma tehlikesi yaratmaktadır (Yıldız, 2019:7). Bu nedenle baraj ve göletlerin yapımında su depolama potansiyeli konusunda her ne kadar klimatik ve hidrografik şartlar dikkate alınsa da bu yapıların kurulduğu yer seçimlerinde deprem tehlikesinin göz önünde bulundurularak jeolojik özelliklerin de dikkate alınması gerekliliği büyük önem arz etmektedir.

Aksu Çayı Havzası depremsellik açısından incelendiğinde ülkemizin en önemli diri faylarından Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Ölü Deniz Fayı (ÖDF) etkisi altında olduğu görülmektedir (Harita 1.23). Diri faylar, deprem üreten tektonik zonları oluşturur. Çünkü diri Faylar, genellikle yakın jeolojik geçmişte hareket etmiş olan ve gelecekte de yine hareket etme potansiyeli barındıran faylardır. Burada yakın jeolojik geçmiş kavramı zaman olarak Kuvaterner dönemi ile sınırlandırılmaktadır ve dolayısıyla başka bir ifade ile Kuvaterner'de hareket etmiş olan faylara diri faylar denilmektedir. Kuvaterner çökelleri üzerinde gözlenen faylanma yüzeyleri diri fayların tanımlanmasında en önemli ölçütler olarak kullanılır (MTA, 2013:4) Havza içerisindeki depremleri üreten DAF ve ÖDF diri fayları yalnızca Aksu Çayı Havzası için değil aynı zamanda ülkemizin tektonik rejiminin açıklanmasında kilit rol oynayan yapıları oluşturmaktadır.



Harita 1. 23: Aksu Çayı Havzasında Bulunan Diri Fayların Dağılışı (Emre vd; 2012)'ye göre düzenlenmiştir).

1.1.7.1. Tarihsel Depremler

Ülkemizde Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)'a ait deprem verilerine göre havza ve yakın çevresinde meydana gelen tarihsel depremler (1900 yılı öncesi) incelendiğinde Aksu Çayı Havzası ve çevresinde birçok büyük depremin meydana geldiği görülmektedir. Havza sismik yönden oldukça aktif bir bölgede yer alır. Havza ve çevresinde meydana gelen tarihsel depremler tablo 1.11'de verilmiştir.

Tablo 1. 11: Aksu Çayı Havzası ve Yakın Çevresinde Görülen Tarihsel Depremler[8]

Milad	Yıl	Yer	Büyüklük (Mercalli Ölçeğine Göre)
M.Ö	37	Antakya	VIII
M.S	37	Antakya	VIII
M.Ö	69	Antakya	IX
M.S	79	Antakya	VII
M.S	110	Antakya, Samandağ	VIII
M.S	115	Antakya ve Yöresi	IX
M.S	117	Antakya	VII
M.S	128	İslahiye, Maraş	VIII
M.Ö	148	Antakya	VIII
M.S	220	Antakya	VIII
M.S	245	Antakya	X
M.S	272	Antakya	VIII
M.S	334	Antakya, Beyrut, Magosa	IX
M.S	341	Antakya	VIII
M.S	345	Antakya	VII
M.S	363	Antakya	V
M.S	367	Antakya, Filistin	IX
M.S	387	Antakya	VI
M.S	396	Antakya	VIII
M.S	458	Antakya ve Kuzey Suriye	IX
M.S	506	Antakya, Samandağ	IX
M.S	518	Antakya	VIII
M.S	526	Antakya, Samandağ	IX
M.S	526	Antakya	VI
M.S	529	Antakya ve yöresi	IX
M.S	553	Antakya	VII
M.S	557	Antakya	VII
M.S	561	Anazarba, Antakya	VIII
M.S	579	Antakya ve yöresi	VII

[8] https://deprem.afad.gov.tr/tarihseldepremler adresinden 18.11.2021 tarihinde alınmıştır.

M.S	581	Antakya	VI
M.S	587	Antakya	IX
M.S	639	Antakya	VII
M.S	716	Antakya	VII
M.S	747	Suriye, Filistin, Antakya	IX
M.S	775	Antakya, Halep	VII
M.S	835	Antakya	VII
M.S	846	Antakya ve Hama	VIII
M.S	847	Şam, Antakya, Musul	IX
M.S	859	Antakya, Lazkiye, Şam, Hama	IX
M.S	867	Antakya	IX
M.S	972	Antakya	VII
M.S	1053	Antakya	VIII
M.S	1063	Trablus, Antakya, Şam	VIII
M.S	1072	Antakya	VIII
M.S	1091	Antakya ve Urfa	VII
M.S	1092	Antakya ve Şam	VIII
M.S	1098	Halep, Antakya	VII
M.S	1114	Ceyhan, Antakya, Maraş	IX
M.S	1114	Maraş, Urfa, Harran	VIII
M.S	1179	Antakya, Trablus, Şam	VIII
M.S	1190	Antakya ve geniş yöresi	VIII
M.S	1212	Antakya	VI
M.S	1514	İçel, Adana, Maraş, Malatya	VII
M.S	1544	Elbistan-Maraş	VIII
M.S	1737	Antakya	VII
M.S	1822	Antakya, İskenderun, Kilis, Halep	IX
M.S	1854	Antakya, Samandağ, Halep	VII
M.S	1872	Antakya	VII
M.S	1872	Antakya ve Halep	VII
M.S	1872	Antakya, Samandağ	IX
M.S	1872	Antakya ve Halep	VII
M.S	1875	Antakya Yöresi	VII
M.S	1894	Antakya Yöresi	V

Havza ve çevresinde meydana gelen 1900 yılı öncesinde meydana gelen depremleri kapsayan eden tarihsel depremler incelendiğinde bölgede büyüklüğü V ile X arasında değişen çok sayıda depremin meydana geldiği görülmektedir. Bu depremlerin büyük bir çoğunluğunun genel olarak havzanın güneydoğu kesiminde bulunan ve büyük bir bölümü havza sınırları dışında kalan Ölü Deniz Fay Zonundaki Antakya ve çevresinde meydana geldiği görülmektedir. Diğer yandan havza içerisinde özellikle Maraş merkezli depremlerin ise havzayı GB-KD yönünde baştanbaşa kateden

Doğu Anadolu Fay Zonunda gerçekleştiği tahmin edilmektedir. Tarihsel depremler kayıtlarına bakıldığında havza içerisinde yer alan Maraş merkezi ile ilgili en eski deprem kaydının M.S. 128 yılında meydana gelen VIII şiddetindeki İslahiye-Maraş depremi olduğu görülmektedir. Havzada gerçekleşen bir diğer deprem ise M.S. 1114 yılında gerçekleşen IX şiddetindeki Ceyhan, Antakya, Maraş depremdir. Yine aynı yıl içerisinde Maraş, Urfa, Harran bölgesinde VIII şiddetinde bir depremin daha gerçekleştiği görülmektedir (Tablo 1.11).

Miladi olarak 1114 yılında gerçekleşen Maraş depremi ve yaratmış olduğu yıkımlar birçok tarihçi tarafından da kaydedilmiştir. Bu büyük depremi kaydeden tarihçilerden biri olan aynı zamanda bir görgü şahidi olan Urfalı Mateos, Vekayinamesinde Maraş depremini ayrıntılı bir şekilde anlatmaktadır. Mateos'un aktardığına göre 1114 yılında 29 Kasım'da bir Pazar günü, herkesin uykuda olduğu bir zamanda gerçekleşen Maraş depreminde şehrin tamamı yıkılmış ve toprak altında kalmış ve bu şehirde yaşayan hiç kimse bu depremden sağ olarak kurtulamamıştır. Halkın kıyamet gününün geldiğini zannettiği bu depremde Maraş'ta yaşayan yaklaşık 40 000 kişi hayatını kaybetmiştir. Depremin hemen ardından şehirde kar yağışının başladığı ve halkı büyük bir acı ve çaresizlik içinde bırakan bu deprem Maraş dışında Adıyaman şehir merkezi ve ilçelerinde de büyük yıkımlara yol açmıştır (Arık, 1992:24; Kesik, 2007:44). Burada anlatılanlar değerlendirildiğinde depremin büyük olasılıkla Doğu Anadolu Fay Zonunda, Amanos Segmenti ya da Pazarcık Segmentinde gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Tarihsel deprem kayıtları incelendiğinde Maraş'ta yaşanan bu yıkıcı depremin ardından 400 yıl sonrasında 1514 yılında VII şiddetinde İçel-Adana- Maraş ve Malatya depremi ve 1544 yılında ise VIII büyüklüğündeki Elbistan-Maraş depreminin meydana geldiği görülmektedir (Tablo 1.11). Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan Maraş şehir merkezinde büyük yıkımlara yol açmış fakat tarihsel deprem kataloglarında yer almayan bir diğer deprem ise Hicri 1210 Miladi olarak 1795 yılında gerçekleşmiş olan Maraş depremidir. Bu depremin varlığı Konya Büyükşehir Belediyesi, Koyunoğlu Kütüphanesi'nde bulunan tarihi bir el yazma eser sayesinde keşfedilmiştir. El yazması eserler arasında bulunan Divan-ı Hasmi isimli eser içerisinde yer alan ve Hafız Ahmet Nuri Bin Hafız Halil tarafından derlenip yazılmış olan "Tarih-i Zelzele-i Mar'aş" isimli el yazması eserde Maraş'ta meydana

gelmiş olan deprem ve ortaya koyduğu yıkımlar ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. El yazması eserde depremin meydana geliş tarihi hicri olarak 17 Cemaziye'l Evvel 1210 olarak belirtilmiştir. Miladi olarak 29 Kasım 1795 yılına denk gelen bu depremde çok sayıda ev, dükkan, camii ve minare yıkılmış ve şehrin % 75'i harap olmuştur. Şehrin içerisinde 400 adımdan daha fazla bir alanın yerin dibine geçtiği ve tarihi Maraş kalesine ait burçlar ve kale içerisinde yer alan hanelerin tümü harap olmuştur. El yazması eserde anlatılan deprem, yaratmış olduğu etkileri bakımından değerlendirildiğinde depremin Mercalli Şiddet ölçeğine göre VIII şiddetinde olduğu kestirilmiştir (Koç, 2010:96; Palutoğlu ve Şaşmaz, 2017:191).

Mercalli ölçeğine göre meydana gelmiş olan VIII ve IX şiddetindeki depremler, Richter ölçeğine göre kıyaslandığında bu depremlerin 6 ile 7 arasındaki şiddete sahip olan depremlere denk gelmektedir. Değiştirilmiş Mercalli ölçeğine göre VIII büyülüğündeki depremlerin su yönetimi açısından değerlendirildiğinde su kuyularda su seviyesinde değişimlere neden olabilirken, IX şiddetinde gerçekleşen depremler ise baraj rezervuarlarında büyük hasarlar oluşturabilecek düzeyde etkileri olabilecek depremlerdir (Kasapoğlu, 2007:33).

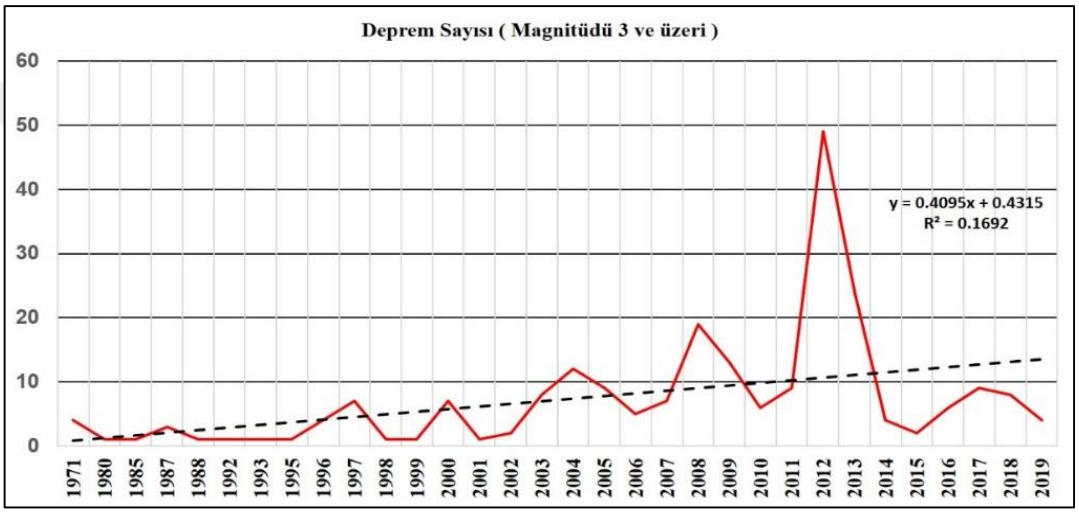
1.1.7.2. Aletsel Dönem Depremleri

Aksu Çayı Havzası'nda meydana gelen aletsel dönem depremler kapsamında havzada 1950-2020 arası zaman dilimini oluşturan 70 yıllık dönem ele alınmıştır. Havza içerisinde meydana gelen tarihsel deprem verileri Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE), Bölgesel Deprem ve Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi'nin online deprem sorgulama sistemi üzerinden elde edilmiş ve tüm değerlendirmeler bu veriler üzerinden gerçekleştirilmiştir.[9]

Aletsel dönem depremlerinin değerlendirilmesinde havza sınırları içerisinde meydana gelmiş olan ve büyüklüğü 3 ve üzeri olan depremler dikkate alınmıştır. Havzası içerisinde en eski deprem kaydı 1971 yılına ait iken bu dönem ile 2020 yılı arasında büyüklüğü 3 ve üzeri olan toplam 230 deprem kaydına ulaşılmıştır. Bu

[9] http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/ adresinden 21.11.2021 tarihinde alınmıştır.

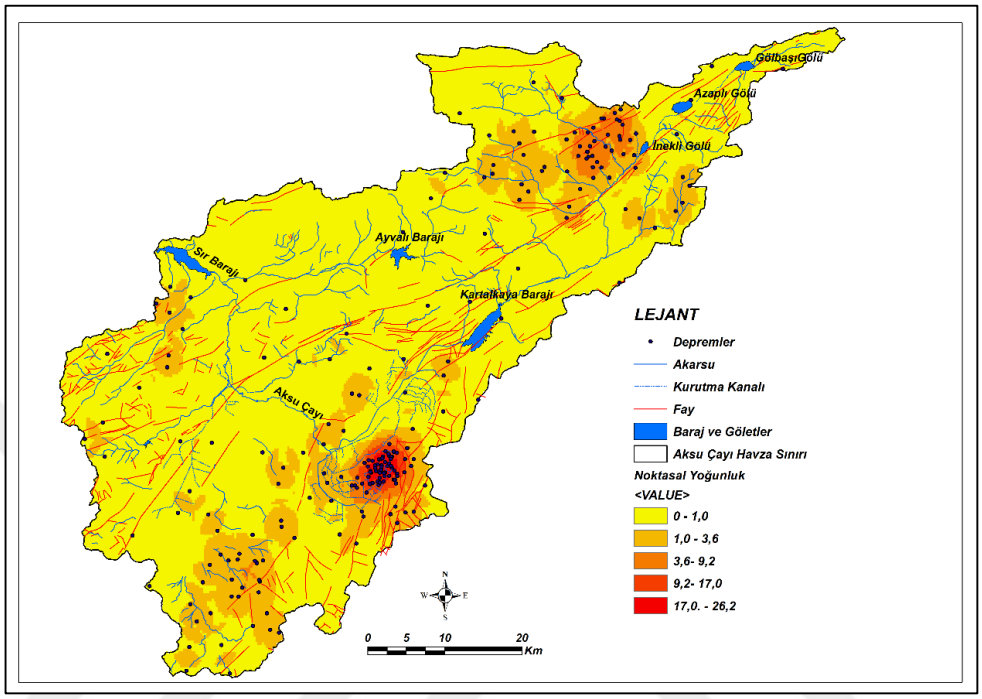
dönemler arasında meydana gelen depremlerin yıllık ortalamasına bakıldığında, ortalama yaklaşık 5 depremin meydana geldiği görülmektedir. Verilen yıllar içerisinde deprem sayıları incelendiğinde en çok depremin 2012 yılında meydana geldiği görülmektedir. Bu yıl içerisinde deprem sayısında ekstrem bir artış görülmüş ve yılda 49 depremin meydana geldiği görülmüştür. En çok depremin yaşandığı ikinci sıradaki yıla bakıldığında 2012 yılının sonrasında toplam 24 deprem ile 2013 yılında meydana geldiği görülmektedir (Grafik 1.11).



Grafik 1. 11:Aksu Çayı Havzası Sınırları İçerisinde Meydana Gelen Depemlerin Yıllara Göre Dağılışı (KRDAE verilerine göre düzenlenmiştir).

Havzada sismik aktivitenin 2002 yılından itibaren artışa geçtiği görülmektedir. 1971-2002 yılları arası ortalama 2.4 deprem meydana gelirken, 2002-2020 yılları arasında ise ortalama 11,4 deprem meydana geldiği görülmüştür. Depremler içerisinde en büyük şiddete sahip olan depremler 5.3 ile iki defa olmak üzere 1971 yılında yaşanmıştır. Daha sonraki en büyük deprem 5.1 ile 2012 yılında yaşanmıştır (Grafik 1.11). Havza içerisinde yaşanan toplam 230 depremin şiddeti değerlendirildiğinde havza içerisinde yaşanan depremlerin ortalama büyüklüğü 3.4'tür. Yaşanan depremlerin derinliği incelendiğinde en derinde meydana gelen deprem 37 km derinlik ile 1971 yılında yaşanmış ve depremin şiddeti ise 4,8 olarak ölçülmüştür. Diğer ikinci en derin deprem ise yine 1971 yılında meydana gelmiş ve 35 km'de gerçekleşmiştir. Bu depremin şiddeti 5.3 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 1.12). Havzada meydana gelen depremlerin derinlikleri incelendiğinde depremlerin meydana gelme derinliği ortalama 5,8 km'dir.

Havza içerisinde 1950-2020 yılları arasında meydana gelen büyüklüğü 3 ve üzeri olan aletsel dönem depremlerin yoğunluk dağılışı harita 1.24'te verilmiştir.



Harita 1. 24: Havza içerisinde 1950-2020 yılı arasında meydana gelen büyüklüğü 3 ve üzeri olan aletsel dönem depremlerin yoğunluk dağılışı

Havza içerisinde meydana gelen depremlerin dağılışı incelendiğinde havza içerisinde depremlerin biri güneydoğu kesiminde biri de kuzeydoğu kesiminde olmak üzere iki bölgede yoğunlaştığı görülmektedir (Harita 1.24). En yoğun depremler havzanın güneydoğu kesiminde yer alan Narlı Ovası'nda bulunan Ördekdede, Osmandede, Hanobası, Çiçek, Karaçay ve Eğlen köylerinin bulunduğu bölgede meydana geldiği görülmekledir. Bu köyler, genelde eski bir höyük çevresinde kurulmuş olan küçük yerleşmeler şeklindedir (Foto 1.25). Bu bölge, Ölü Deniz Fayı'nın kuzeydeki en son uzanımını oluşturan Narlı Segmentinde yer alan fayların etki sahasında yer almaktadır.

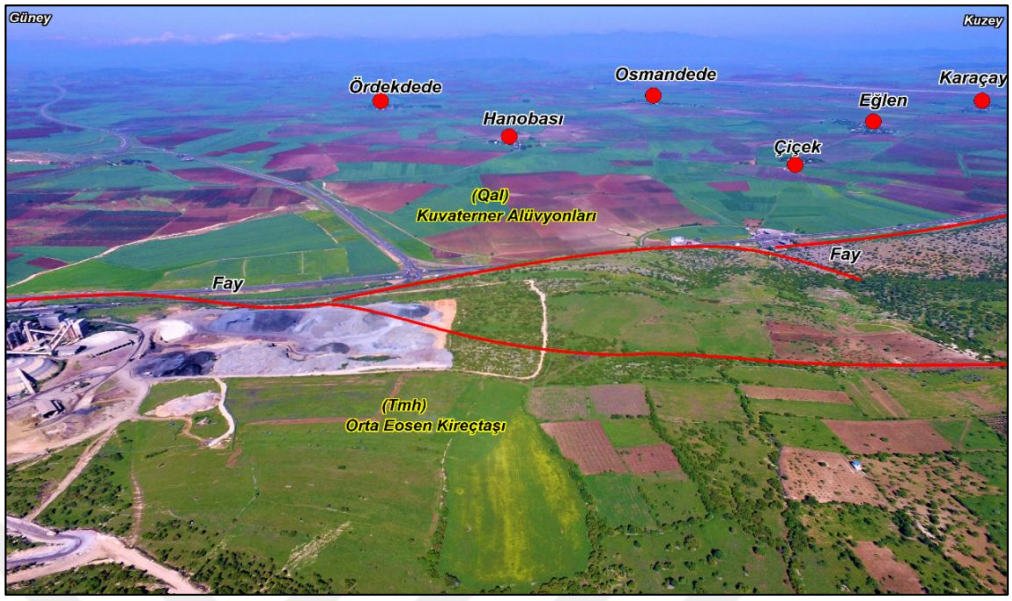


Foto 1. 25: Havza İçerisinde En Yoğun Depremlerin Yaşandığı Bölgede Yer Alan Yerleşmeler

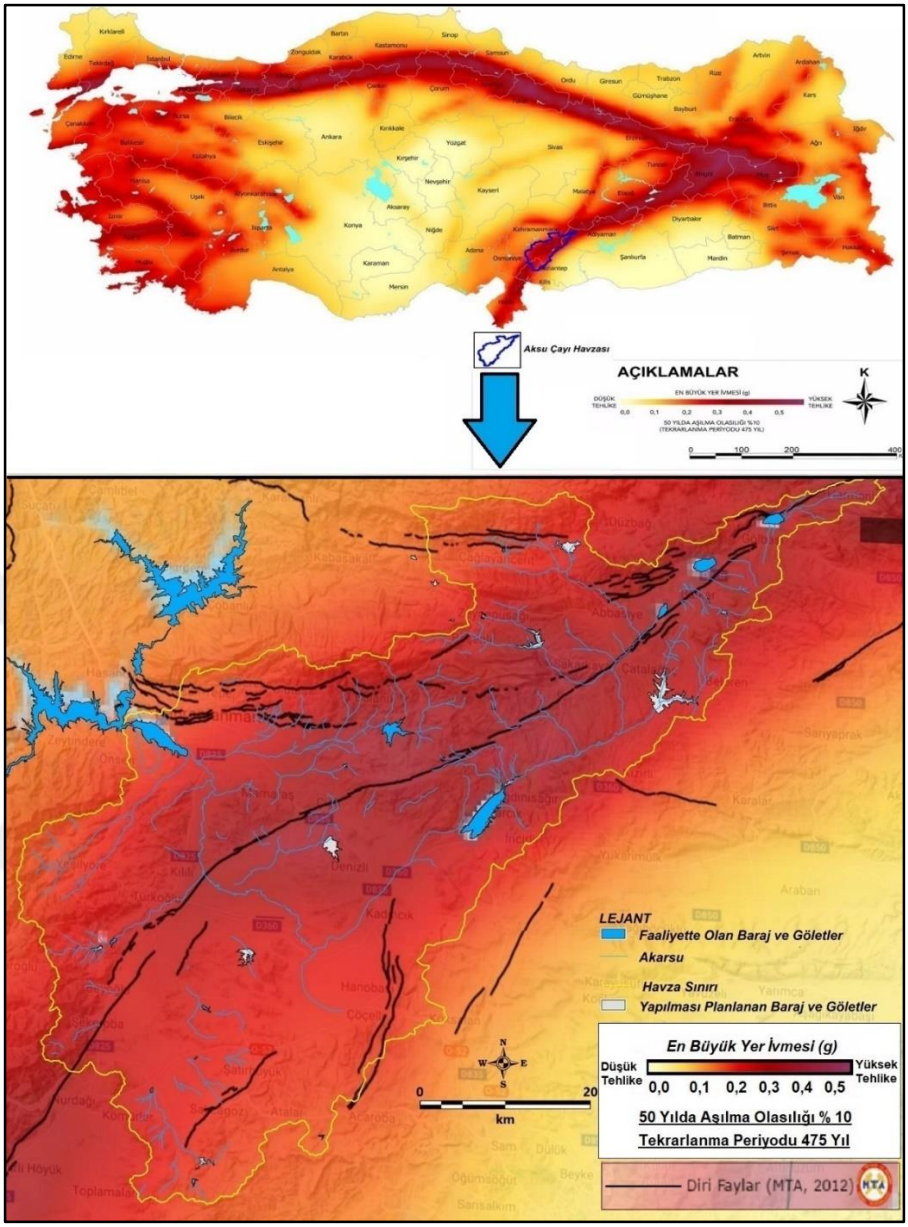
Havzada ikinci en yoğun depremler ise havzanın kuzeydoğu kesiminde yer alan Gölbaşı Depresyonunun kabaca kuzey sınırında yer alan Göynük, Bozlar, Abbasiye ve Bayırlı köylerinin bulunduğu alanlarda meydana gelmiştir. Bölge, Doğu Anadolu Fayı'nın 3-4 km kuzeyinde yer alır. Bölge sismik olarak Doğu Anadolu Fayı'nın, Pazarcık Segmentinin etki alanında bulunmaktadır (Foto 1.26).



Foto 1. 26: Havza İçerisinde En Yoğun Depremlerin Yaşandığı İkinci Bölgede Yer Alan Yerleşmeler

Aletsel dönem depremlere ait tüm kayıtlar incelendiğinde havza içerisinde meydana gelenlerin genel olarak küçük depremler olduğu görülmektedir. Havza içerisinde en büyük deprem 5,3 olup büyüklüğü 6 ve üzeri olan hiçbir depremin meydana gelmediği görülür. Gerek tarihsel gerekse aletsel dönemde meydana gelen depremler incelendiğinde Doğu Anadolu Fayı ve Ölü Deniz Fayı'nda 200 yıllık bir enerji birikiminin olduğu ve sismik açıdan bu bölgede büyük bir deprem tehlikesi potansiyeli bulunmaktadır (Selçuk Biricik ve Korkma, 2001:71). Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan Gölbaşı-Türkoğlu arasında yer alan ve MTA tarafından Doğu Anadolu Fayı'nın Pazarcık Segmenti olarak adlandırılan bölgede yapılan paleosismolojik çalışmalarda bu segmentte meydana gelen en son büyük depremin meydana geliş yılı (M≥7), 371+/30 yıl öncesi olarak belirlenmiştir. Bu bölgedeki büyük depremlerin meydana gelme sıklığı en fazla 403 yıl, en az ise 253+/30 yıl olarak belirlenmiştir. Bu her iki değerin ortalaması alındığında ise büyük depremlerin meydana gelme olasılığı ortalama 328+/30 yıl olarak belirlenmiştir. Gölbaşı-Türkoğlu segmentinde (Pazarcık segmenti) elastik deformasyon enerji birikiminin deprem riski açısından büyük riskli bir döneme girildiği ve büyük depremin yaşanması için son aşamalara gelindiği görülmektedir (Yüksel, 2009:69). Doğu Anadolu Fayı üzerinde aynı segment üzerinde yer alan Kartal Köyü yakınlarında yer alan Göl Alanı mevkiinde Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL) tekniği kullanılarak yapılan çalışmada bu bölgede en son 7-7,5 büyüklüğündeki büyük depremin 1000-1100'lü yıllarda meydana geldiği ve son 900 yıldır yüzey faylanması meydana getirecek herhangi bir depremin yaşanmadığı görülmüştür. Bu nedenle Gölbaşı-Türkoğlu arasında yer alan fay parçasının (Pazarcık segmenti) yakın zamanda büyük bir deprem yaratacak potansiyele sahip, büyük bir sismik boşluk konumunda bulunmaktadır (Erkmen vd; 2009:77).

AFAD tarafından yayınlanan Türkiye Deprem Tehlikeleri Haritalarına göre havzanın bulunduğu bölge tamamen deprem tehlikesinin yüksek olduğu bölgeler olduğu görülmektedir. Havza içerisinde günümüzde faaliyette olan Ayvalı Barajı ile Kartalkaya Barajı ile gelecekte yapılması planlanan Haydarlı Barajı, Kısık Barajı, Aksu Barajı ve Özbek Barajı ile Çınarlı Barajlarının yapılacakları alanlarda deprem tehlikesinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Harita 1.25).



Harita 1. 25: Türkiye Deprem Tehlike Haritalarına Göre Aksu Çayı Havzasının Deprem Tehlike Durumu. (AFAD Tarafından Yayınlanan İnteraktif Türkiye Deprem Tehlike Haritalarına Göre Düzenlenmiştir).

AFAD tarafından 2019 yılında güncellenmiş olan Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nda verilen tüm yerleşmelerin "yüksek deprem tehlikesi" altında olduğu görülmektedir (Harita 1.25).

Palutoğlu ve Şaşmaz (2017), tarafından yapılan çalışmada ampirik bağıntılar üzerinden yapılan değerlendirmelerde Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan fay segmentlerinin uzunluklarına göre üretecekleri depremler hesaplanmıştır. Ortaya

konan deprem büyüklükleri, bölgenin depremsellik özelliklerinin ciddiye alınması gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır (Tablo 1.12).

Tablo 1. 12: Fay Uzunluklarına Göre Üretebilecekleri Deprem Büyüklükleri (Palutoğlu ve Şaşmaz, 2017)

Fayın Adı	Fayın Uzunluğu (km)	Uzunluğuna Göre Üretebileceği En Büyük Deprem Magnitüdü (Mw)
Gölbaşı Segmenti	90	7,3
Amanos Segmenti	40	7,0
Narlı Segmenti	35	6,9
Engizek Fayı	66	7,2
K.Maraş Fay Zonu	30	6,8

Havza içerisinde bulunan diri faylar, deprem potansiyelleri bakımından incelendiğinde havza içerisinde yer alan tüm segmentlerin büyük deprem potansiyeli barındırdığı görülmektedir. Fay segmentleri içerisindeki en düşük deprem 6,8 büyüklüğünde K.Maraş Fay Zonu'nda görülürken, en yüksek deprem ise 7,3 büyüklüğü ile Gölbaşı segmentinde hesaplanmıştır. Fay segmentleri ile ilgili öngörülen diğer faylardaki deprem büyüklüklerinin genel olarak inşa edilen su yapıları açısından oldukça risk oluşturacak düzeyde olduğu görülmüştür. Bu depremle içerisinde Gölbaşı segmentinde yaşanacak olan 7.3 büyüklüğündeki bir depremin Kahramanmaraş şehir merkezinde 9 şiddetinde ve Kahramanmaraş Fay Zonunda yaşanacak olan 6,8 büyüklüğündeki bir depremin ise şehir merkezinde 8 şiddetinde bir etki ortaya çıkaracağı hesaplanmıştır (Palutoğlu ve Şaşmaz, 2017:202).(Tablo 1.12).

Havza için yapılan tüm hesaplamalar ve ortaya konan deprem senaryoları bölgede bulunan barajlar ve göletler için oldukça büyük risk oluşturmaktadır. Çünkü barajların ve diğer su depolama haznelerini oluşturan göletler, depoladıkları büyük su kütleleri nedeniyle mansap tarafında kalan yerleşmeler için can ve mal kaybı açısından potansiyel riskler doğurmaktadır. Kısacası depremler, barajların risk analizlerinin yapılmasında bütün yapının risk derecesini içine alan ve bu analizlerin hesaplanmasında kullanılan temel tehlike katsayılarından birini oluşturur (Ağıralioğlu, 2011:43).

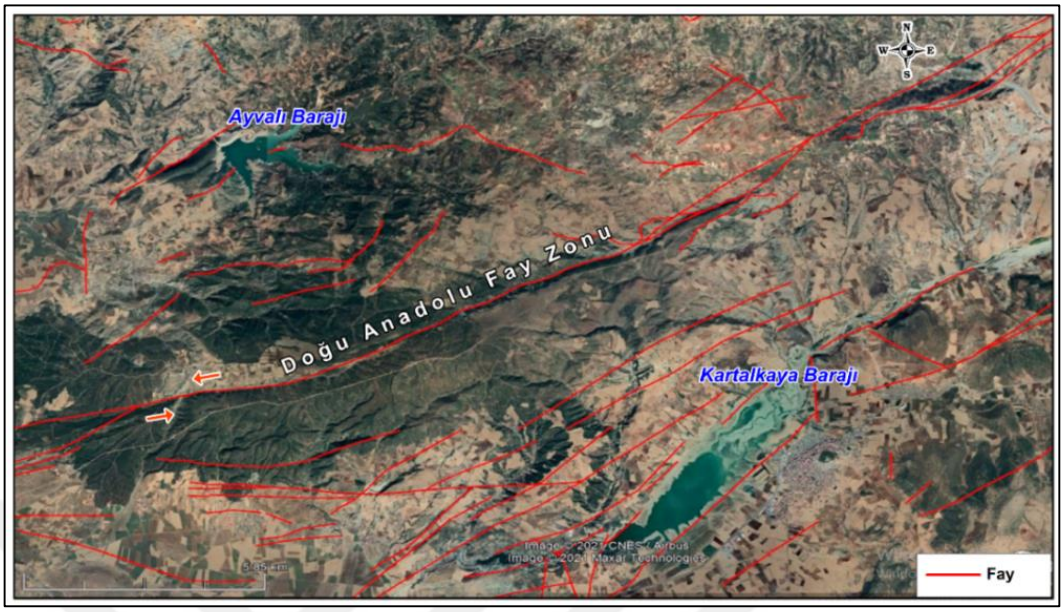
Aksu Çayı Havzası içerisinde toplam iki adet baraj bulunmaktadır. Bu barajlar Kartalkaya Barajı ve Ayvalı Barajıdır. Bunlardan Kartalkaya Barajı 1965-1972 yılları

arasında tarımsal sulama, içme, kullanma ve sanayi suyu temin etmek amacıyla Aksu Çayı üzerinde kurulmuştur. Ayvalı Barajı ise içme, sulama ve taşkın kontrolü amacıyla inşa edilmiş, Aksu Çayı'nın önemli kollarından birini oluşturan Erkenez Çayı üzerinde kurulmuştur (Foto 1.27).



Foto 1. 27: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Barajlar a)Ayvalı Barajı b)Kartalkaya Barajı

Ceyhan Havzası için yapılan baraj yeri sismik tehlike ve risk analiz çalışmaları sonucunda Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan Ayvalı Barajı ve Kartalkaya Barajı'nın sismik tehlike oranlarının yüksek olduğu görülmüştür. Yaşanacak olan büyük bir deprem esnasında bu barajlarda yapısal olarak önemli hasarların ortaya çıkma ihtimallerinin oldukça yüksek olduğu değerlendirilmiştir (Tosun ve Seyrek, 2014:338). Her iki barajın gövde yapıları Doğu Anadolu Fayına kuş uçumu olarak neredeyse eşit mesafede olup yaklaşık 7,5 km mesafede yer alır. Barajlardan Kartalkaya Barajı sismik olarak Doğu Anadolu Fayı'nın etkisi altında yer alırken Ayvalı Barajı ise hem Kahramanmaraş Fay Zonu hem de Doğu Anadolu Fay Zonu etkisinde bulunmaktadır. Özellikle Kartalkaya Barajı ve çevresinde DAF zonu içerisinde ve DAF'a paralel olarak gelişmiş olan birçok fay yer alır (Harita 1.26).



Harita 1. 26: Doğu Anadolu Fayı'na Göre Ayvalı Barajı ve Kartalkaya Barajlarının Konumu

Havza içerisinde yer alan Kartalkaya Barajı, DSİ verilerine göre1968 yılında inşaatına başlanmış ve 1970 yılında hizmete açılmıştır. Fakat bu bölgede tüm sismik aktiviteyi kontrol eden Doğu Anadolu Fayı ilk kez 1969 yılında tanımlanmış ve transform yapısı ise ilk kez Arpat ve Şaroğulu tarafından 1972'de fark edilmiştir (MTA, 2017:25). Dolayısıyla özellikle Kartalkaya Barajı'nın inşaat sürecinin başladığı dönemde burada yer alan Doğu Anadolu Fayı'nın varlığının henüz bilinmediği görülmektedir. Dolayısıyla Doğu Anadolu Fayı'nın Kartalkaya Barajı için yaratmış olduğu deprem tehlikesinin tam olarak analiz edilmesi de pek mümkün olmamıştır. Günümüzde gerek hemen barajın yakınından geçen DAF'ın varlığı gerekse baraj çevresinde bulunan birçok fayın varlığı olası büyük bir deprem esnasında oluşabilecek etkileri bakımından büyük bir risk oluşturmaktadır. Öyleki Kartalkaya Barajı'nın gövdesinin bulunduğu alanda doğrultu atımlı bir fay yer alır (Foto 1.28).

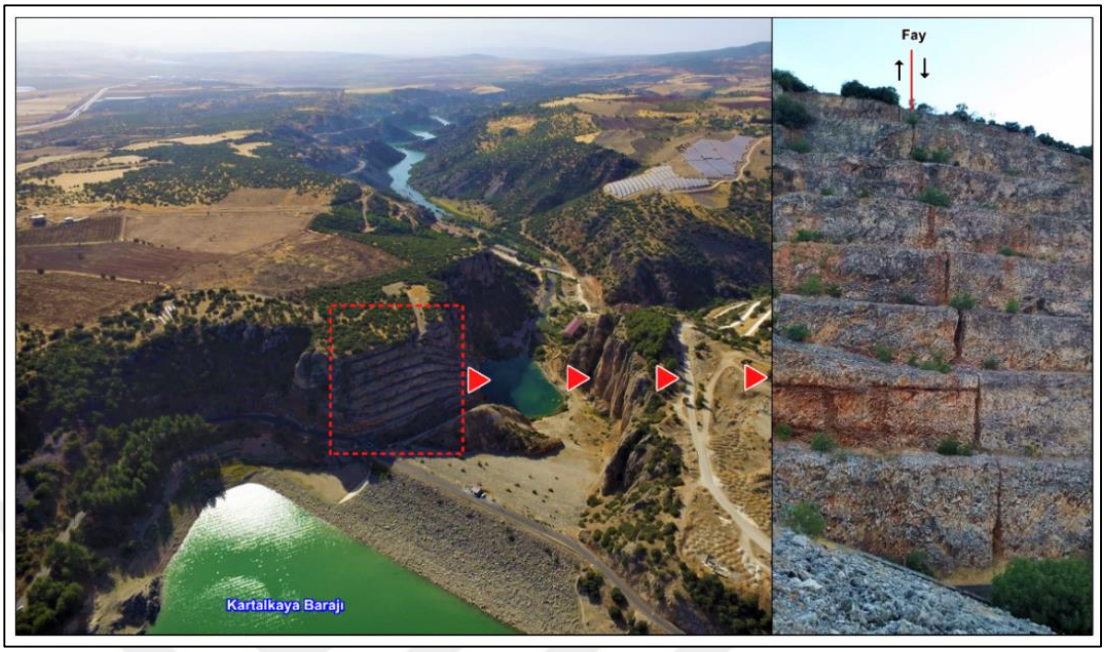


Foto 1. 28: Kartalkaya Barajı Gövdesinin Bulunduğu Alanda Yer Alan Doğrultu Atımlı Fay

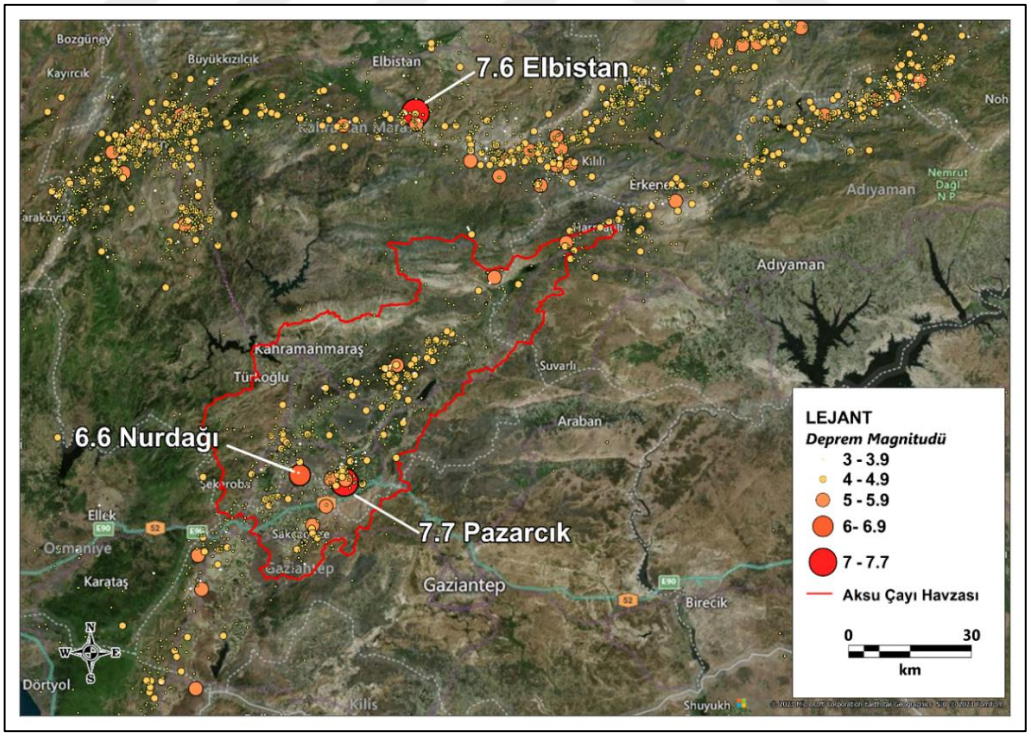
Kartalkaya Barajı için olası büyük bir deprem sonucu barajın yıkılması konusunda gerçekleştirilen iki boyutlu hidrodinamik modellemede barajın yıkılması sonucunda mansap tarafından maksimum 38,1 metre su derinliği ve maksimum 41,5 m/s akım hızına sahip bir taşkın dalgası yaratacağı öngörülmüştür. Burada oluşan taşkın dalgasının yerleşim yerlerine ulaştığında 5 ile 12 metre arasında değişen su derinliği oluşturacağı hesaplanmıştır. Organize Sanayi Bölgesine kadar ulaşacak olan taşkın dalgalarının tarım, sanayi ve yerleşim alanlarının da içinde bulunduğu toplam 272 km^2'lik bir alanı olumsuz yönde etkilemesi beklenmektedir (Kocaman ve Özdemir, 2018:1067).

Kartalkaya barajı hem bulunduğu bölgede Narlı Ovası'ndaki tarımsal sulama suyu hem de Gaziantep şehir merkezinin içme suyu ihtiyacının karşılanmasında oldukça önemli bir yeri vardır. Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi (GASKİ), verilerine göre 2018 yılında barajın Gaziantep'in içme suyu ihtiyacının karşılanmasında payı % 72'dir. Ayrıca Gaziantep'in içme suyu ihtiyaç projeksiyonuna göre şehrin 2050 yılına kadar su ihtiyacının karşılanmasında Kartalkaya Barajı'ndan su alınması öngörülmektedir (Turoğlu vd; 2019:566). Dolayısıyla bölgede oluşabilecek büyük bir deprem sonucu barajın yıkılması sonucu meydana gelecek taşkın tehlikesi dışında barajda oluşabilecek hasarların Kahramanmaraş ve Gaziantep

gibi büyük nüfusları barındıran bu şehirlerde hem içme suyu konusunda hem de tarımsal sulama gibi alanlarda da önemli sıkıntılara yol açması muhtemeldir.

1.1.7.2.1. 6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri

Tez çalışmamızın "Jeoloji" bölümü 2019-2020 yılları arası dönemde yazılmıştır. Jeoloji bölümü içerisinde "Depremsellik" başlığı altında inlecenen birçok bilimsel çalışmada bölge için büyük bir sismik boşluk olduğu ve yakın zamanda bölgede büyük bir deprem riskinin olduğunun altı çizilmiştir (Selçuk Biricik ve Korkmaz; Yılmaz, 2009; Erkmen vd; 2009; Palutoğlu ve Şaşmaz, 2017). Tez çalışmasının tamamlanmasına çoz az bir süre AFAD verilerine göre 6 Şubat 2023 tarihinde bölgede aynı gün içinde büyüklüğü 7'den yüksek olan 2 büyük deprem meydana gelmiştir. Yaşanan depremlerden 7,7 büyüklüğündeki Pazarcık merkezli K.Maraş depremi ile 6,6 büyüklüğündeki Nurdağı Depreminin merkez üssü, çalışma alanını oluşturan Aksu Çayı Havzası sınırları içerisinde yer almaktadır (Harita 1.27).



Harita 1. 27: Aksu Çayı Havzası ve çevresinde 6 Şubat--31 Mart 2023 Tarihleri Arasında Meydana Gelen Büyüklüğü 3 ve üzeri Olan Depremlerin Dağılışı (AFAD Deprem Kataloğu Verilerine Göre Düzenlenmiştir).

Yaşanan bu gelişmelerden dolayı 6 Şubat Depremleri için tez çalışmasına ayrıca bir alt başlık açılma gereği duyulmuştur. Bu bölümde öncelikle 6 Şubat'ta

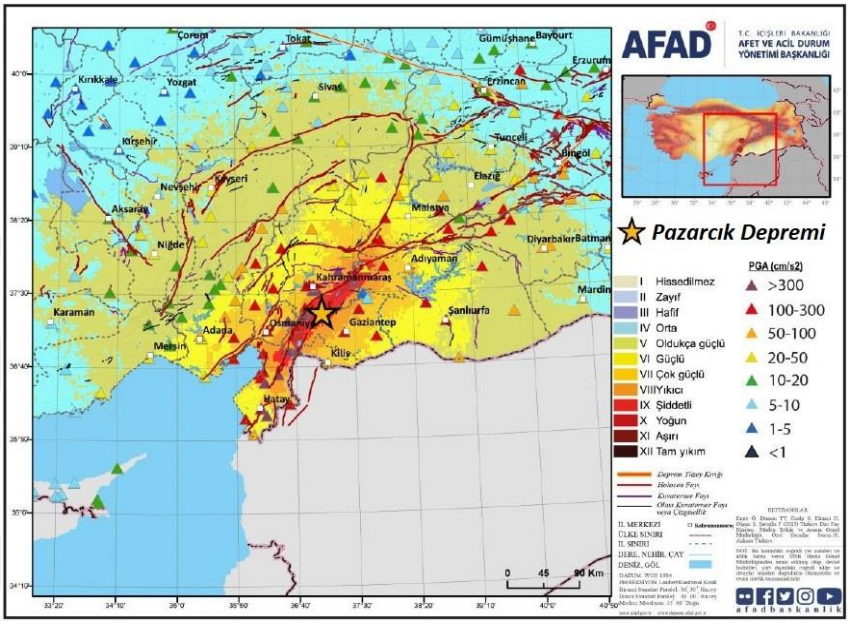
meydana gelen depremler ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Bunun yanında ayrıca deprem sonrası 10-12 Mart tarihlerinde Aksu Çayı Havzası'nda yapılan arazi çalışmaları ile elde edilen bazı bulgulara dayanarak, depremin ortaya koyduğu sonuçlar havzanın su yönetimi açısından değerlendirilmiştir.

Depremlerin merkez üssü ve derinliği konusunda *AFAD* ile *Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE), Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi* verileri arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Örneğin 6 Şubat günü 04.17 yaşanan depremin merkez üssü AFAD'a göre Kahramanmaraş-Pazarcık verilirken Kandilli Rasathanesi'ne göre ise Şehitkâmil (Gaziantep) Sofalaca köyü olarak verilmiştir. Ayrıca 6 Şubat günü 13.24'te meydana gelen diğer 7,6 büyüklüğündeki depremin merkez üssü AFAD'a göre Kahramanmaraş-Elbistan iken Kandilli Rasathanesi'ne göre ise Kahramanmaraş-Ekinözü olarak verilmiştir. Yer isim karmaşasının önüne geçilmesi açısından bu çalışmada AFAD verileri esas alınmış ve tüm değrlendirmeler buna göre yapılmıştır.

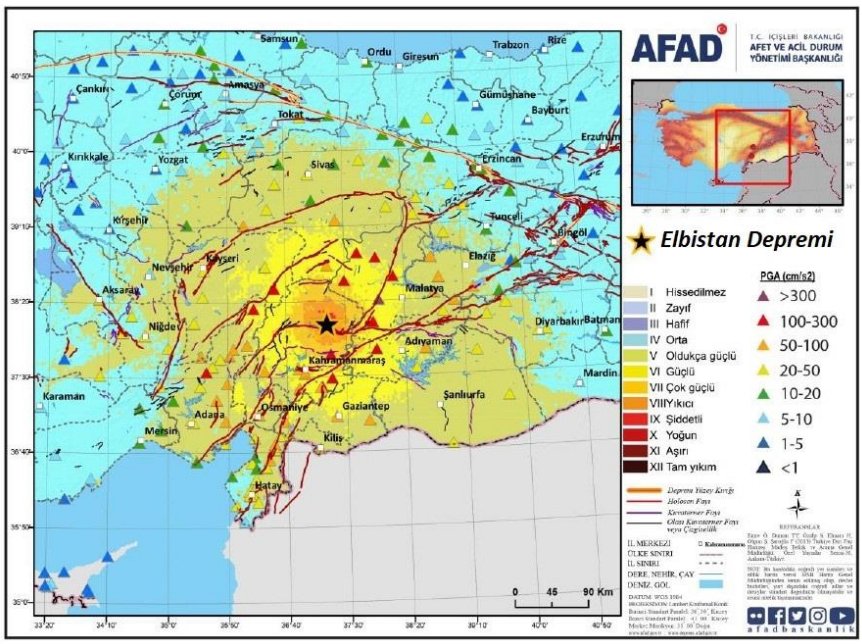
AFAD verilerine göre 6 Şubat tarihinde Türkiye saati ile saat 04.17'de K.Maraş-Pazarcık merkezli 7,7 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Yaşanan bu büyük depremin hemen ardından saat 04.28'de 6,6 büyüklüğünde merkez üssü Nurdağı olan ikinci bir deprem daha yaşanmıştır. Bunun yanında 6 Şubat'ta aynı gün içerisinde saat 13.24'te merkez üssü K.Maraş-Elbistan olan 7,6 büyüklüğünde üçüncü bir büyük deprem daha meydana gelmiştir. Pazarcık merkezli meydana gelen 7,7 büyüklüğündeki deprem Ölüz Deniz Fayı'nın Narlı Segmenti'nde gerçekleşirken, 7,6 büyüklüğündeki Elbistan depremi ise Doğu Anadolu Fayı'ndan ayrılan Çardak Fayı üzerinde gerçekleşmiştir (AFAD, 2023a:4). Ayrıca 20 Şubat 2023 tarihinde Türkiye saati ile 20.04'te Hatay-Yayladağ merkezli 6,4 büyüklüğünde bir deprem daha yaşanmıştır (AFAD, 2023b:1). 6 Şubat'ta meydana gelen depremlerde bölgede bulunan Adana, Adıyaman, Gaziantep, Elazığ, Hatay, K.Maraş, Kilis, Malatya ve Osmaniye, Şanlıurfa illeri olmak üzere toplam 11 il etkilenmiş ve bu illerde ciddi yıkımlara meydana gelmiştir (Harita 1.29, Harita 1.30).Yaşanan depremler nedeniyle 48 binden fazla vatandaş hayatını kaybetmiştir. Depremin etkisiyle iletişim, enerji alt yapıları büyük zarar görmüş ve yarım milyondan fazla bina hasar görmüştür. Depremden etkilenen 11 ildeki toplam nüfus ülke nüfusunun yaklaşık % 16,4'üne denk

gelmektedir. Depremden etkilenen insanların % 96, 7'si il ve ilçe merkezlerinde yaşarken % 3,3'ü ise kırsal mahallelerde yaşamaktadır (Cumhurbaşkanlığı, 2023:6).

6 Şubatta meydana gelen Kahramanmaraş- Pazarcık ve Elbistan depremlerinin bölgede yarattığı şiddetin dağılışı harita 1.28 ve harita 1.29'da verilmiştir.



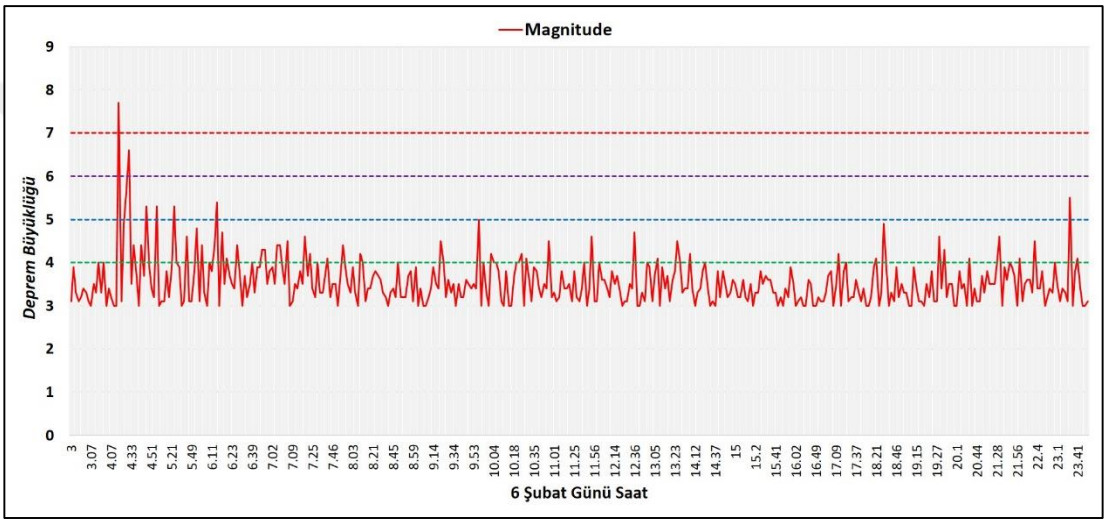
Harita 1. 28: Pazarcık Merkezli 7,7 Büyüklüğündeki Depremin AFAD-RED Tahmini Şiddet Haritası (AFAD, 2023-a)



Harita 1. 29: Elbistan Merkezli 7,6 Büyüklüğündeki Depremin AFAD-RED Tahmini Şiddet Haritası (AFAD, 2023-a).

6 Şubat'ta meydana gelen ve bölgede birçok ili etkileyen 7,7 büyüklüğündeki Pazarcık merkezli ilk büyük yıkıcı deprem Aksu Çayı Havzası sınırları içinde meydana gelmiştir. Havzada meydana gelen 7,7 büyüklüğündeki Pazarcık merkezli deprem sonrasında çok sayıda büyük yıkımlara yol açabilecek büyüklükte artçı depremler de meydana gelmiştir.

Aksu Çayı Havzası'nda 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen büyüklüğü 3 ve üzeri olan depremlerin gün içerisindeki dağılışları grafik 1.12'de verilmiştir.

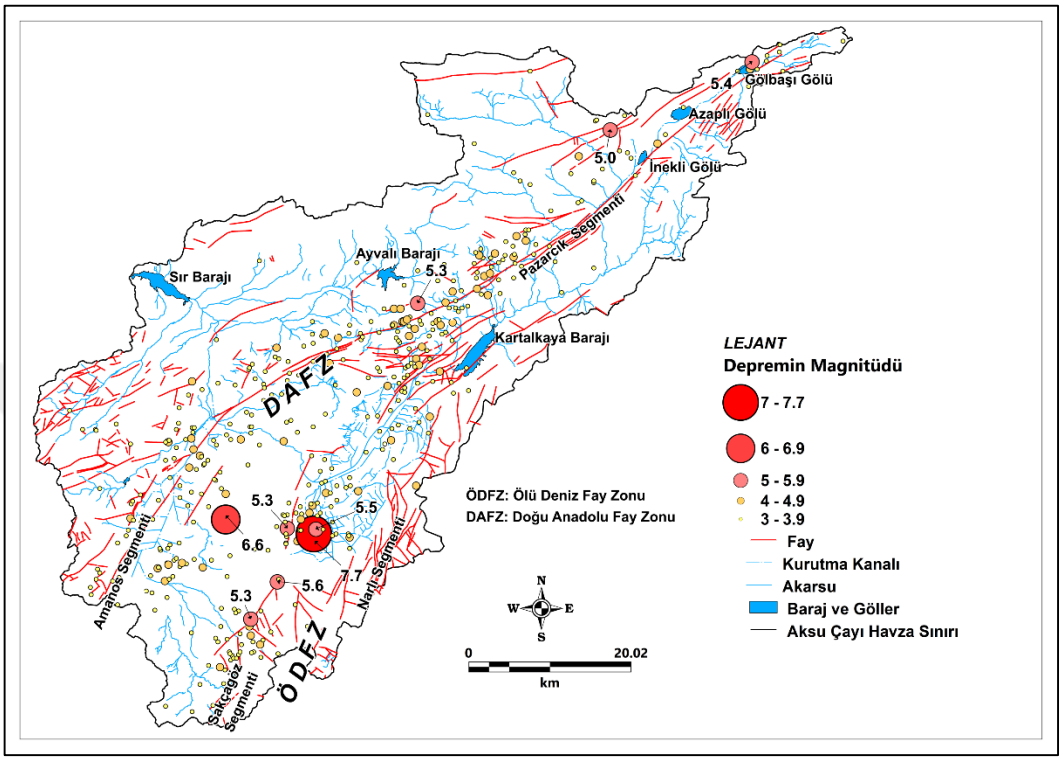


Grafik 1. 12: 6 Şubat Günü Havza İçerisinde Meydana Gelen Büyüküğü 3 ve Üzeri Olan Depremlerin şuDağılışı (AFAD Deprem Kataloğu Verilerine Göre Düzenlenmiştir).

Aksu Çayı Havzası içerisinde meydana gelen depremler incelendiğinde AFAD verilerine göre 6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye saati ile 04.17'de merkez üssü Kahramanmaraş-Pazarcık olan 7,7 büyüklüğündeki depremin hemen ardından saat 04.26'de 5,6 ve saat 4.28'de 6,6 büyüklüğünde Nurdağı merkezli iki büyük artçı deprem daha yaşanmıştır. Bunun yanında aynı gün içinde saat 4.51'de Dulkadiroğlu merkezli 5,3, saat 5.01'de Pazarcık merkezli 5,3 ve saat 5.23'de Nurdağ merkezli 5,3 büyüklüğünde artçı depremler meydana gelmiştir. 6 Şubat günü havzada 7,7 ve 6,6 büyüklüğündeki depremlerin yanında aynı gün içinde büyüklüğü 5 ile 6 arasında olan toplam 7 adet büyük artçı deprem meydana gelmiştir (Grafik 1.12).

Özellikle havzanın güneydoğu kesiminde yoğunlaşan bu depremlerin merkez üssü dağılışları incelendiğinde meydana gelen depremlerin bu bölgede Ölü Deniz Fayı Zonu (ÖDFZ) üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Öte yandan Doğu Anadolu Fay

Zonu (DAFZ) üzerinde büyüklüğü 5 ile 6 arasında olan 3 önemli depremin meydana geldiği görülmektedir (Harita 1.30).



Harita 1. 30: 6 Şubat-31 Mart 2023 Tarihleri Arası Havza İçerisinde Meydana Gelen Büyüklüğü 3 ve Üzeri Olan Depremlerin Dağılışı (AFAD Deprem Kataloğu Verilerine Göre Düzenlenmiştir).

AFAD Deprem Kataloğu Verilerine göre Aksu Çayı Havzası sınırları içerisinde 6 Şubat-31 Mart 2023 tarihleri arasında büyüklüğü 3 ve üzeri olan toplam 460 adet deprem meydana gelmiştir (Tablo 1.13).

Tablo 1. 13: 6 Şubat-31 Mart 2023 Tarihleri Arasında Aksu Çayı Havzasında Meydana Gelen Depremlerin Büyüklüğüne Göre Dağılımları (Depremler AFAD Deprem Kataloğu Verilerine Göre Düzenlenmiştir. Faylar MTA Verilerine Göre Düzenlenmiştir)

Deprem Büyüklük Aralığı	Deprem Sayısı
7-8	1
6-7	1
5-6	7
4-5	70
3-4	381
Toplam	460

Havzada meydana gelen depremlerin büyüklük dağılımlarına bakıldığında 6 Şubat-31 Mart arası tarihlerde 7 ile 8 büyüklüğü arasında (7,7) 1 adet, 6 ile 7 büyüklüğü arasında (6,6), 1 adet 5 ile 6 büyüklüğü arasında 7 adet, 4 ile 5 büyüklüğü

arasında 70 adet ve 3 ile 4 büyüklüğü arasında ise toplam 381 adet deprem meydana gelmiştir (Tablo 1.13). Çok kısa bir zaman diliminde üst üste yaşanan büyük depremler, havzada yer alan Kahramanmaraş il merkezi ve ilçe merkezlerinden Gölbaşı, Pazarcık, Türkoğlu ilçeleri ve birçok kırsal yerleşmede büyük yıkımlara yol açmış ve binlerce can kaybına neden olmuştur (Foto 1.29).



Foto 1. 29: 6 Şubat Depremi Sonrası Kahramanmaraş Şehir Merkezinde Meydana Gelen Bazı Yıkımlar

2020 yılında Kahramanmaraş ili için AFAD tarafınan İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) hazırlanmıştır. Hazırlanan bu planda bölgede 7,5 büyüklüğünde bir deprem senaryosu kullanılmıştır. Raporda bölgenin Ölü Deniz Fayı ve Doğu Anadolu Fayı etkisi altında olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu faylarda 200 yıldır biriken bir enerjinin olduğu ve sismik olarak büyük bir deprem tehlike potansiyelinin olduğunun atı çizilmiştir. Öte yandan bölgedeki yerleşimlerin çoğunluğun zayıf zeminler üzerinde kurulu olmasının yaşanacak bir depremde ortaya çıkacak olan hasarı daha da artıracağı belirtilmiştir. Bölgenin aktif faylara yakınlığı, yeraltı su seviyesinin yüksekliği ve zeminin sıvılaşmaya müsait olma durumu gibi nedenlerden dolayı olası büyük bir depremde Kahramanmaraş şehir merkezinin, Tükoğlu ve Pazarcık ilçelerinin büyük bir bölümünün etkileneceğinin altı çizilmiştir (Kahramanmaraş İRAP, 2020:43). 6

Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş İRAP'ta belirlenen senaryodakine çok yakın büyüklükte bir deprem yaşanmış ve raporda belirlenen alanlarda beklenen o büyük yıkımlar gerçeklemiştir. Deprem sonrası Kahramanmaraş şehir merkezindeki uydu görüntülerine yansıyan görüntüler, meydana gelen yıkımın boyutunu göstermesi bakımından önemlidir (Foto 1.30).



Foto 1. 30: K.Maraş Şehir Merkezinde Meydana Gelen Yıkımın Uydu Görütüsü (Hayrullah Mahallesi)

2020 yılında hazırlanan Kahramanmaraş İRAP raporunda Kahramanmaraş şehri için deprem tehlikesine dikkat çekilmiş ve olası büyük bir bölümde şehirdeki bölgelerin depremden nasıl etkileneceğine dair öngörüler gerçekleştirilmiştir. Ancak raporun hazırlandığı 2020 yılından itibaren bölgede meydana gelen 6 Şubat 2023 tarihindeki büyük depemlerinin yaşandığı tarihe kadar olan dönemde bu konuda kayda değer önleyici bir eylem planı uygulamaya geçirilememiştir.

1.1.7.2.1.1. 6 Şubat Kahramanmaraş Depremlerinin Havzanın Su Yönetimi Açısından Değerlendirilmesi

6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş depremleri yerleşim yerlerindeki konutlarda neden olduğu yıkımın yanında aynı zamanda bölgedeki köprüler, yollar, enerji hatları, içme ve sulama suyu alt yapı sistemlerine de ciddi zarar vermiştir (Foto 1.31).



Foto 1. 31: Deprem Sonrası Zarar Gören Pazarcık-Evri Yolu

Kahramanmaraş şehir merkezinde depremden etkilenen yerlerde şehrin alt yapısında ciddi hasarlar oluşmuştur. 29 Mart 2023 tarihinde Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (KASKİ) tarafından resmi sosyal medya hesabından yayınlanan bilgilendirmede şehirde depremin ilk gününden itibaren toplam 20 579 adet içme suyu arızası ve 3 187 adet ise kanalizasyon arızasının giderildiği ve çalışmaların hala devam ettiği belirtilmiştir. Deprem nedeniyle KASKİ çalışanlarından birçoğunun hayatını kaybetmesi diğer çalışanların da depremzede olması nedeniyle bu arızlalara hızlı bir şekilde müdahale edilememiştir. Bu yüzden özellikle kent merkezlerinde içme ve kullanma suyuna ulaşmakta ciddi sıkıntıların yaşanmasına neden olmuştur. Deprem sonrasında Bursa, Kayseri, Ordu ve Ankara ve Samsun belediyelerine ait Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü'ne bağlı çalışanlardan oluşan ekipler şehre gelerek şehrin alt yapısının toparlanmasına destekte bulunmuşlardır. Ayrıca deprem nedeniyle evlerine giremeyen insanlar çadırlarda yaşamaya başlaması ile deprem bölgelerindeki insanların en öncelikli ihtiyaçlarından

birini içme suyu oluşturmuştur. Deprem bölgesindeki insanlar için AFAD ve birçok sivil toplum kuruluşu ile deprem bölgesi dışında yer alan birçok belediye tarafından çadır, gıda ve kıyafet yardımı yanında hazır şişe su sevkiyatları yapılarak öncelikle bölgedeki insanların içme suyu sorununun çözülmesine çalışılmıştır (Foto 1.32). Öte yandan evleri yıkılan ya da ağır hasar gören ve yaşanan artçı depremler nedeniyle aylarca evlerine giremeyen binlerce insan çadır ve konteyner kentlerde yaşamaya başlamıştır. Böylece ortaya çıkan yeni yaşam alanlarında tuvalet ve duş ihtiyaçları için bölgede ciddi kullanma suyu ihtiyacının da ortaya çıkmasına neden olmuştur.



Foto 1. 32: Deprem Bölgelerine Gönderilen İçme Suyu Yardımları[10]

Deprem bölgesinde su sorunun ortaya çıkmasında şehirlerin alt yapı sistemlerinin bozulması yanında aynı zamanda enerji santrallerinin hasar görmesi, su kaynaklarında ortaya çıkan bulanıklık ve su kaynaklarının isale hatlarında yaşanan hasarlar gibi diğer sorunlar da etkili olmuştur. Deprem sonrası su kaynaklarında meydana gelen ve uzun süre devam eden bulanıklık sorunu nedeniyle birçok su kaynağından içme suyu alımı gerçekleştirilememiştir. Aksu Çayı Havzas içerisinde yer alan birçok su kaynağında meydana gelen bulanıklık sorunu uzun süre devam etmiştir. Harita Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan deprem bölgelerine ait uydu

[10] https://www.ensonhaber.com/gundem/askerler-deprem-bolgelerine-icme-suyu-tasidi adresinden 28.04.2023 tarihinde alınmıştır.

görüntüleri üzerinden yapılan incelemelerde havza içerisinde oluşum bakımından fay kaynağı olan Aksu Çayı'nın kaynağı olan *"Göz"* kaynağı ile Bağlama kaynağı ve Taşbiçme kaynaklarının sularının bulanık olarak aktığı görülmüştür (Foto 1.33).



Foto 1. 33: Deprem Sonrası Su Kaynaklarında Meydana Gelen Bulanıklık

KASKİ tarafından resmi internet sitesinden yayınlanan 11.04.2023 tarihindeki duyuruda Kahramanmaraş şehir merkezindeki içme suyunun deprem öncesi normal değerlere döndüğü belirtilmiştir. Ancak bazı bölgelerde hala bulanıklıktan kaynaklı olarak içme sularında normalleşmenin gerçekleştirilemediği belirtilmiştir (Foto 1.34).



Foto 1. 34. KASKİ Tarafından Deprem Sonrası İçme Suyu İle İlgili Yayınlanan Duyuru[11]

[11] https://www.maraskaski.gov.tr/duyurular/detay.aspx?Id=5546 adresinden 28.04.2023 tarihinde alınmıştır.

Depremin üzerinden yaklaşık 2 aylık bir süre geçmesine rağmen hala bazı bölgelerdeki içme suyu sorunun devam ettiği görülmektedir. Bulanıklık görülen yerler arasında Aksu Mahallesi ve Çağlayancerit merkezleri Aksu Çayı Havzası sınırları içerisinde yer almaktadır. Çağlayancerit ve Aksu Mahallesi içme sularını Aksu Çayı'nın kaynağından karşılamaktadır. Kaynakta devam eden bulanıklıktan dolayı bu bölgelerdeki içme suyu sorunlarının da hala devam ettiği görülmektedir.

6 Şubat depremleri sonrasınra Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan Kartalkaya Barajı gövdesinde de hasarlar oluşmuştur. Kartalkaya Barajı bölgenin en önemli fay zonlarından biri olan Doğu Anadolu Fay Zonu'na kuşuçumu yaklaşık 7,5 km'lik mesafede yer alır. Bu nedenle yaşanan depremlerden etkilenmiş ve 6 Şubat'ta meydana gelen Pazarcık merkezli 7,7 büyüklüğündeki deprem, barajın gövde kısmında bazı deformasyonların oluşmasına neden olmuştur (Foto 1.35).



Foto 1. 35: Kartalkaya Barajı Gövdesinden Geçen Karayolu Üzerinde Meydana Gelen Hasarlar (Foto: Eflahun YILKICI)

Kartalkaya Barajı gövdesinin depremi ufak deformasyonlarla atlatıp gövde yapısının depreme karşı dayanım göstermesi, bölgede yaşanacak olan olası ikinci bir büyük felaketin de önüne geçmiştir. Kartalkaya Barajı, Aksu Çayı Havzası'ndan

Gaziantep şehir merkezine su transferi yapılan bir kaynaktır. GASKİ tarafından yapılan açıklamada barajın terfi hatlarında meydana gelen bazı arızaların hemen giderilerek depremden 24 saat sonrasında Kartalkaya Barajı'ndan su teminine devam edilmeye başlandığı belirtilmiştir.

6 Şubat Depremleri sonrasında yapılan arazi çalışmalarında havzada kara yollarında, kurutma kanallarında ve tarlalarda bölgelere göre farklılık göstermekle birlikte yaklaşık 5 metreyi bulan ötelenmeler olduğu tespit edilmiştir (Foto 1.36).



Foto 1. 36: Çiğli'nin Güneyinde Buğday Tarlalarında Oluşan Ötelenmeler (Foto: Hüseyin TUROĞLU).

Arazide fayın tek bir hat olarak çizgisel uzanış gösterdiği alanlarda arazide ötelenmeler görülürken bazı yerlerde ise iki kola ayrılarak uzandığı bölgelerde ise faylar arasında kalan bölgelerde çökmelere neden olarak düşey yükselti farklarının oluşmasına neden olduğu görülür. Türkoğlu ilçesine bağlı Kılılı Mahallesi'nin güneyinde Türkoğlu Ovası'nda ötelenmeden ziyade daha çok çökmelerin meydana geldiği görülür. Türkoğlu Ovası'nda yer alan Aşağı Kuyumcular köyünün hemen batısında ova tabanında depreme bağlı olarak genişliği 75 metreye kadar ulaşan ve uzunluğu ise 310 metreye ulaşan ve derinliği yaklaşık 1,5 metreyi bulan büyük bir çöküntü alanı meydana gelmiştir. Ova tabanında meydana gelen bu yükselti farklı nedeniyle tarım arazilerine ait tüm sulama sistemlerinin bozulmasına neden olmuştur. Ova tabanında meydana gelen çökme nedeniyle çevresine göre daha çukur bir alanın

ortaya çıkmasıyla ova tabanında yer alan birçok kurutma kanalının suyu bu çöken alana drene olmaya başlamış ve burada zamanla büyük bir göl alanı oluşmaya başlamıştır (Foto 1.37).

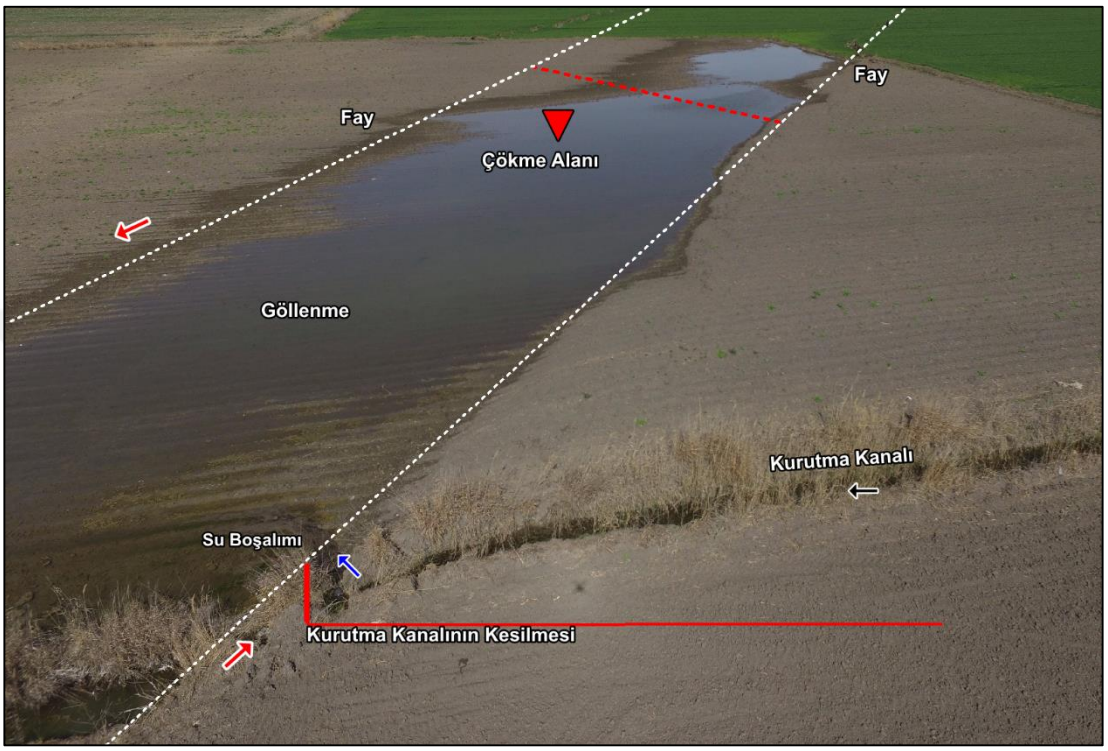


Foto 1. 37: Aşağı Kuyumcular Köyü Yakınlarında Meydana Gelen Çökme ve Göllenme Olayları

Deprem sonrası ova tabanlarında meydana gelen bu çökme ve göllenme olayları o bölgedeki özellikle salma sulama sistemlerinin etkilenmesine neden olmuştur. Göllenme olayının önlenebilmesi ve arazinin tekrar eski şartlara geri dönüştürülmesi oldukça zor ve masraflı bir süreçtir. Dolayısıyla bu durumda ova tabanında çökme ve göllenme olaylarına müdahale edilmediği durumlarda bu durum bölgedeki tarımsal üreticiler için ciddi ürün kayıplarına neden olacağını söylemek mümkündür. Tarımsal açıdan üreticiler açısından her ne kadar önemli sıkıntılara neden olsa da ova tabanında ortaya çıkan bu göllenme olayı, meydana geliş sistemi açısından havza içerisinde faylar ile göl ve bataklık alanlarının oluşum ilişkilerini açıklanması bakımından önemli ipuçları sunmaktadır.

Aksu Çayı Havzası'nda özellikle ovalık alanlarda tarımsal sulama amaçlı inşa edilmiş çok sayıda su kanalları yer almaktadır. Ayrıca ova tabanında yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu alanlarda çok sayıda drenaj kanalları bulunmaktadır. 6

Şubat tarihinde meydana gelen depremler ovalık alanlardaki tarımsal sulama sistemleri de etkilenmiştir. Özellikle fayın uzanış doğrultusuna dik olarak uzanan su kanalları, kurutma kanalları deprem nedeniyle ciddi zararlar görmüştür (Foto 1.38-Foto 1.39).

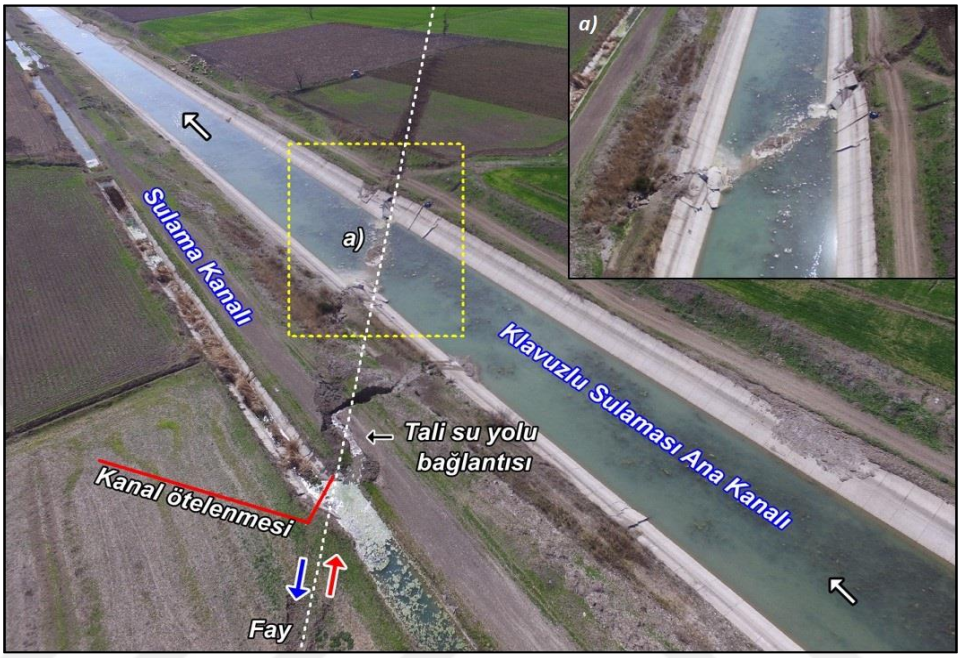


Foto 1. 38: Türkoğlu Ovasında Bulunan Sulama Kanallarında Ötelenmeye Bağlı Oluşan Deformasyonlar



Foto 1. 39: Sulama Kanalında Deprem Sarsıntıları Sonucunda Oluşan Deformasyonlar

Bölgede tarımsal üretimin zarar görmemesi için Deprem sonrası tarımsal sulama sistemlerinde meydana gelen bu hasarların sulama sezonu başlamadan en kısa sürede tamir edilmesi oldukça önemlidir. Aksi takdirde bölgede hem tarımsal sulamada su kayıpları hem de tarımsal üretimde ürün rekolte kayıplarının yaşanması kaçınılmaz görülmektedir.

1.2.JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

Yer şekilleri, dünya üzerinde küresel iklim sistemlerini denetleyen ve makroklima iklim özellikleri içerisinde bölgesel ve yöresel farklılıklar çıkartarak kendi içerisinde mikroklima ortamları yaratan fiziki coğrafya etmenlerinden birini oluşturur (Türkeş, 2010: 378). Öyle ki sıcaklık ve nem açısından belirgin özelliklere sahip olan hava kütleleri de sahip oldukları bu fiziksel özellikleri üzerinde bulunduğu yeryüzünden alır (Erol, 1993:241). Bir bölgenin jeomorfolojik özelliklerinden yükselti, bakı, engebe, dağların kıyıya göre uzanış doğrultusu gibi hususlar o bölge içerisinde sıcaklık ve yağış şartlarını denetleyerek yatay ve dikey yönde iklim özelliklerinin değişmesine neden olurlar. Örneğin bir bölgede yükselti arttıkça sıcaklık, basınç ve nem azalır. Yalnızca bu üç iklim elemanı ile yükselti arasındaki bu ilişki bile özellikle dağlık alanlardaki iklim özellikleri üzerinde karmaşık bir etkinin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Türkeş, 2018:48). Örneğin bir dağın yükselen yamacı boyunca yükseltinin az olduğu yerlerde yağışlar genel olarak yağmur şeklinde görülürken yüksek kesimlerde ise kar yağışının etkili olduğu görülür. Aynı bölgedeki yaşanan yağış türündeki dikey olarak meydana gelen bu değişiklik, o bölgedeki akarsu debileri ve rejimleri üzerinde farklı etkiler ortaya koyabilmektedir. Bunun yanında aslında enlemin bir etkisi olan ancak dağların uzanış yönü ile etkileri ortaya çıkan bakı faktörü, bulunduğu yarımküreye göre yamaçlar üzerindeki etkileri değişiklik göstermekle birlikte dönenceler dışında kalan bölgelerde kuzey ve güney yamaçlarda yıl boyunca sıcaklık ve yağış şartları bakımından farklı iklim özellikleri ortaya çıkabilmektedir. Bu yüzden yeryüzü şekilleri birbirinden farklı olan iki bölgenin iklim özellikleri açısından da birbirinden farklı özellikler göstermesi nedeniyle ve su yönetim planlamaları da buna göre farklılık gösterebilir.

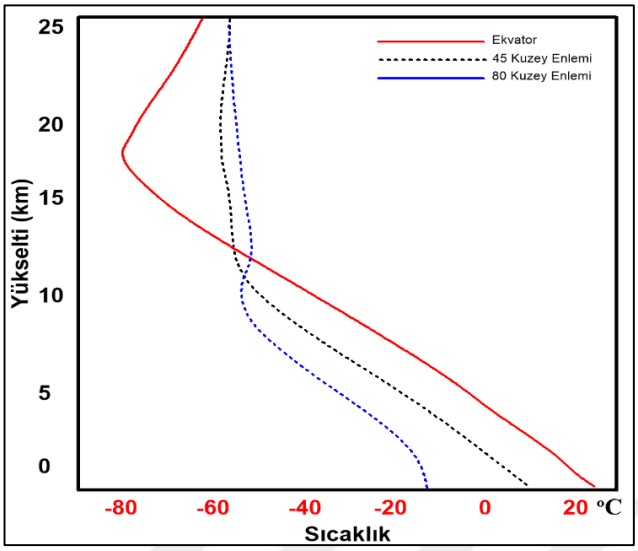
Yer şekillerinin bir bölgede yalnızca iklim özelliklerini belirleyerek sıcaklık ve yağış şartlarını etkilemesi yanında o bölgede etkili olan etken ve süreçlerin işleyişlerini de etkiler. Bir akarsu havzası su yönetimi ölçeğinde düşünüldüğünde özellikle yeryüzü şekillerinin eğim özellikleri yağışlar sonrası gerek yeraltı sularının beslenmesinde etkili olan sızma oranı, gerekse akarsularda vadi kuruluşları, drenaj tipleri, yüzeysel akışa geçen su miktarı, suyun akış hızı ve suyun toplanma süresi gibi özellikleri de etkiler. Ayrıca su yönetimi açısından akarsuların sel ve taşkın gibi afet

boyutu olan durumların ortaya çıkması bölgedeki morfolojik özelliklerin denetiminde gerçekleşir. Diğer yandan havza içerisinde baraj ve gölet yapımına elverişli alanların bulunup bulunmaması ve bunların ekonomik ömürlerini belirleyen erozyon faaliyetleri de yine doğrudan jeomorfolojik özellikler ile ilişkilidir. Akarsu havzaları kendi içinde bir bütün olarak işleyen hidrolojik bir sistem olarak düşünüldüğünde, bir akarsu havzasının jeomorfolojik özelliklerine göre havza içerisindeki işleyiş gösteren hidrolojik sistemlerin de değişiklik göstermesi beklenir. Dolayısıyla bir akarsu havzası için sürdürülebilir bir su yönetiminin ortaya konulabilmesi için o havzanın jeomorfolojik özelliklerinin detaylı bir şekilde ortaya konulması oldukça önemlidir.

1.2.1. Yükselti Özellikleri

Bir yerin genel olarak deniz seviyesine olan dikey uzaklığı ifade den yükselti, bir bölgede gerek iklim şartlarını gerekse bu şartlara göre doğada işleyiş gösteren etken süreçleri de etkiler. İklim özellikleri açısından değerlendirildiğinde yeryüzünde yükseltinin artış gösterdiği yerlerde sıcaklık azalır ve dolayısıyla yükselti ile sıcaklık ters orantılıdır. Yerden yükseldikçe, atmosferdeki hava yoğunluğu azalır ve bu nedenle güneş ışınlarını soğuracak havza molekülü sayısı da azalır. Bu durum, yeryüzünün yaymış olduğu ışınım, hava molekülleri tarafından tutulamadığı için yüksek kesimlerde atmosferin daha az ısınmasına neden olur (Ackerman ve Knox, 2015:70). Sıcaklığın standart atmosferde koşulları içerisinde dikey yöndeki değişimi (lapse rate) oranına bakıldığında genel olarak her 1000 metrede sıcaklık, 6 ºC /6,5 ºC azalır. Bu değişim oranı nem açısından fakir olan kuru hava kütlelerinde her 1000 metrede 9 ºC -10 ºC'ye kadar çıkar. Nemli hava kütlelerinde ise bu değer daha azdır (Atalay, 2013:57). Diğer yandan sıcaklığın bu dikey olarak değişimini ifade eden "lapse rate" oranı dünya üzerinde enlemlere, mevsimlere göre ve bulunduğunuz yükseltiye göre değişiklik gösterebilir (Hartmann, 2016:5).

Atmosferin 25 km'lik alt kesiminde farklı enlemler üzerinde yerden yükseldikçe sıcaklığın standart atmosfer koşulları içerindeki değişim özelikleri şekil 1.13'te gösterilmiştir.

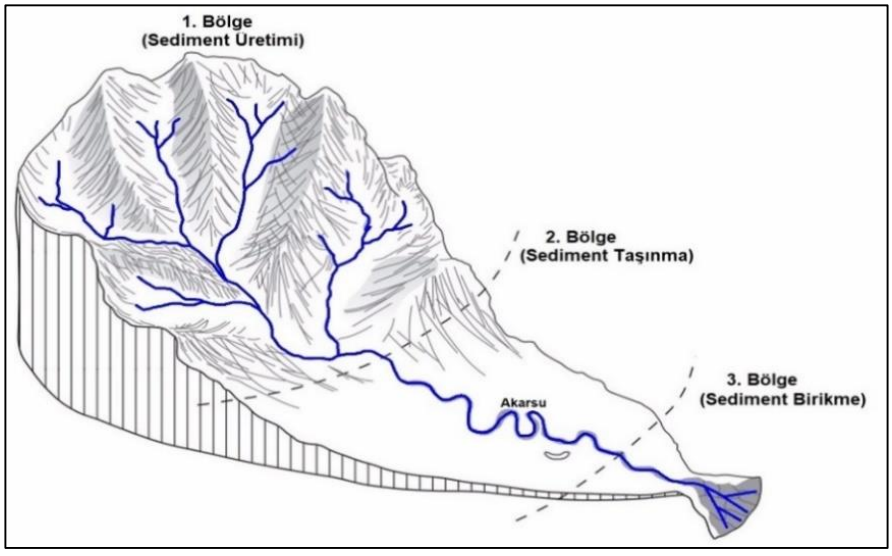


Şekil 1. 13: Atmosferin Alt Katmanlarında Yükselti ile Sıcaklık İlişkisi (Hartmann, 2016'dan düzenlenmiştir).

Yükselti arttıkça atmosferdeki gibi dağların yamacı boyunca da sıcaklık azalır. Fakat dağların yamacı boyunca yükselmeye bağlı olarak sıcaklıkta meydana gelen bu azalma, serbest atmosferdekinden biraz farklılık gösterir. Çünkü dağların yamaçlarındaki kayaçların ısınması, nem ve kar örtüleri gibi etmenler sıcaklık azalmasında değişik etkiler ortaya koyarlar. Dağlarda genel olarak güneşlenme fazla olduğundan, doğrudan gelen güneş ışınları zemindeki kayaçları ısıtırlar ve bunun yanında dağların kütlesel yapıları nedeniyle, dağların bulunduğu yerlerdeki hava, serbest atmosfere göre daha fazla ısınır. Bu nedenle dağların yamacı boyunca yükselti artıkça sıcaklık azalması serbest atmosfere göre daha düşüktür. Diğer yandan sıradağlarda bu etki daha fazla olurken tek dağların olduğu yerlerde ise bu etki daha zayıftır. Ayrıca bu sebepten dolayı geniş plato alanlarındaki sıcaklıklar ile tek dağlar aynı yükseltideki sıcaklıklar kıyaslandığında, yüksek platolardaki sıcaklıkların daha yüksek olduğu görülür. Bu yüzden platolarda kalıcı kar sınırları ve orman üst sınırları tek dağ kütlelerine göre daha yüksek olur (Erol, 1993:81). Dolayısıyla bir havzada jeomorfolojik anlamda yükseltinin ne kadar olduğu kadar yükseltiyi oluşturan bölgenin kütlesel alan özellikleri de su yönetimi açısından önemlidir. Çünkü aynı yükseltide olmasına rağmen yüksek plato alanlarında yağışlar, yağmur olarak görülürken diğer yandan tekil bir zirve olarak yükseliş gösteren dağlık alanlarda ise kar yağışlarının görülmesi mümkündür. Bu yağış türlerindeki farklılık gerek akarsuların akım özelliklerinin gerekse yeraltı sularının beslenmesi gibi hususlar

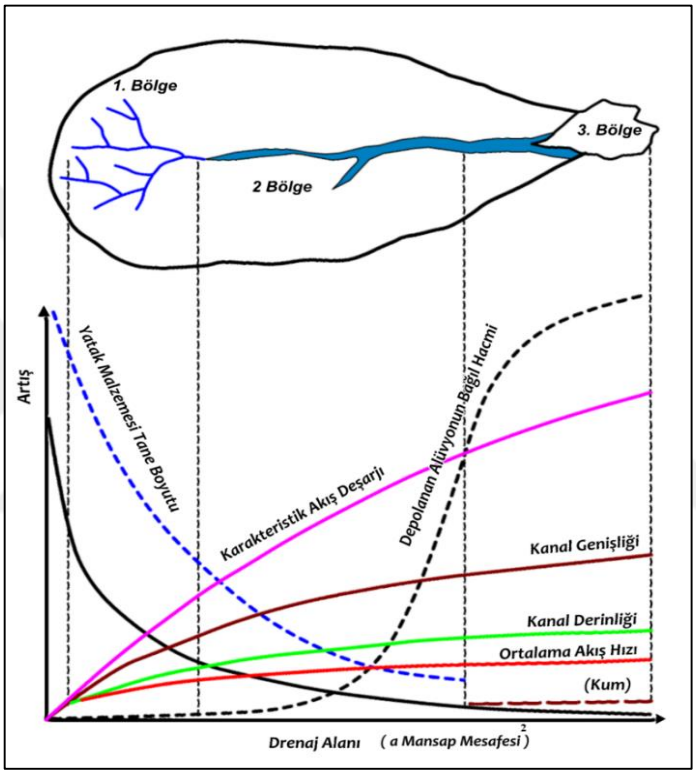
üzerinde önemli etkiler ortaya koyar. Ayrıca bir bölgede yükselti artıkça sıcaklığın azalmasına bağlı olarak havanın, doyma noktasına daha kolay ulaşmasına neden olur. Bu nedenle yükselti arttıkça buna bağlı olarak yağış da artar. Ancak yükseltiye bağlı olarak yağışın artması, belli bir yükseltiye kadar sürebilir dolayısıyla bu yağış artışı sınırsız değildir. Bunun en önemli nedeni, gittikçe yükselen havanın yağış bırakması sonucu gittikçe nem açısından zamanla fakir hale gelmesidir. Belli bir yükselti düzeyine kadar artış gösteren yağış belli bir yükseltiden sonra azalmaya başlar ki bu sınıra *"maksimum yağış üst sınırı"* denir. Bu sınır, çeşitli iklim bölgelerine ve topografya özelliklerine göre değişir. Her ne kadar yükseltinin bir bölgede yağışın artışında etkili olsa da, yükselti ile yağış arasındaki bu ilişkiyi tüm dağlık alanlar için geçerli bir istatistiksel bir ilişkinin ortaya konulması imkânsızdır (Türkeş, 2010:379).

Yükselti bir havzada yalnızca iklim özelliklerini etkilemesinin yanında diğer yandan o bölgede etkili olan flüvyal süreçleri de etkiler. Örneğin bir akarsu havzası içerisinde yükseltiye bağlı olarak havza içerisinde aşındırma, taşıma ve biriktirme süreçlerinin baskın olduğu üç farklı bölge oluşur (Şekil 1.14). Bir akarsu havzası içerisinde yükseltinin en fazla olduğu yukarı çığırda aşındırma, orta çığır kesiminde ise taşınma ve yükseltinin en az olduğu yer olan aşağı çığır kesiminde ise biriktirme faaliyetlerinin ön planda olduğu üç farklı bölge ortaya çıkar (Schumm, 1977; Charlton, 2008:12).



Şekil 1. 14: Bir Akarsu Havzası İçerisinde Yükseltiye Bağlı Olarak Baskın Süreçlere Göre Oluşan Bölgeler (Schumm, 1977 ve Charlton, 2008'den düzenlenmiştir).

Bir akarsu havzası içerisinde yükseltinin en fazla olduğu yukarı çığırdan havzanın yükselti olarak en düşük olduğu aşağı çığıra doğru gidildikçe akarsu boyunca gerek akarsu kanal özellikleri ve gerekse akarsuların taşıdıkları ve depoladıkları malzeme boyutu ve miktarları da değişiklik gösterir. Aşağıda bir akarsu havzası içerisinde bölgelere göre meydana gelen süreçlerin değişim ilişkileri şekil 1.15'te gösterilmiştir.

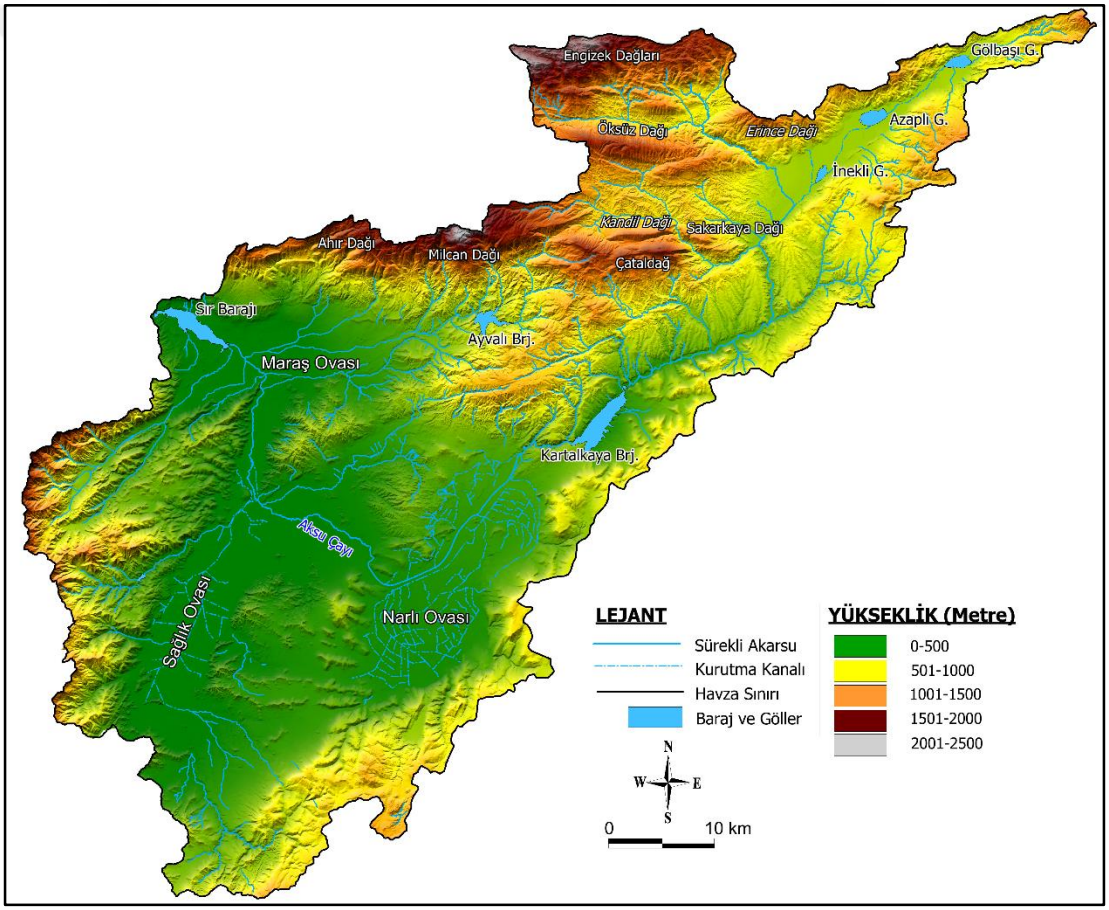


Şekil 1. 15: Bir drenaj havzası boyunca kanal özelliklerindeki değişim özellikleri (Schumm, 1977 ve Charlton, 2008'den düzenlenmiştir).

Havza içerisinde yukarı çığırı oluşturan 1. bölgeden itibaren aşağı çığırı oluşturan 3.bölgeye doğru gidildikçe akarsuların yatak malzemesini oluşturan birimlerin tane boyutları gittikçe küçülmeye başlar. Bunun yanında yine aynı şekilde yukarı çığırdan itibaren aşağı çığıra doğru inildikçe orta çığırı oluşturan 2. bölgeden itibaren depolanan alüvyonların bağıl hacimleri artmaya başlar ve 3. bölge olarak ifade edilen aşağı çığırda ise bu hacim artışı en yüksek seviyeye ulaşır. Ayrıca yine 1.bölgeden itibaren 3. bölge olarak tanımlanan aşağı çığıra doğru akarsuyun kanal genişliği ve derinliği ile ortalama akış hızı da artar (Schumm, 1977 ve Charlton, 2008: 127). (Şekil 1. 15). Dolayısıyla bir akarsuyun gerek akış özellikleri gerekse kanal

özellikleri ile ortaya koyduğu flüvyal süreçler havza içerisinde yükseltiye bağlı olarak bölgeden bölgeye değişiklik gösterirken su yönetimi konusunda yapılması gereken planlamaların da havza içerisinde bölgeden bölgeye değişiklik göstermesi gerekir. Sonuç olarak gerek bir akarsu havzasındaki sıcaklık ve yağış özelliklerini etkilemesi bakımından gerekse havza içerisindeki akarsuyun ortaya koyduğu süreçlerin etkilerini ve dağılışını belirlemesi bakımından yükselti, su yönetimi açısından mutlaka değerlendirilmesi gereken jeomorfolojik özelliklerden birini oluşturur.

Aksu Çayı Havzası'nın genel yükselti özellikleri harita 1.31'de verilmiştir.



Harita 1. 31: Aksu Çayı Havzasının Yükselti Özelliklerinin Dağılışı (Harita Genel Komutanlığı'nın 1/ 25 000 Ölçekli Topografta Haritalarındaki İzohipsler Üzerinden Oluşturulmuştur).

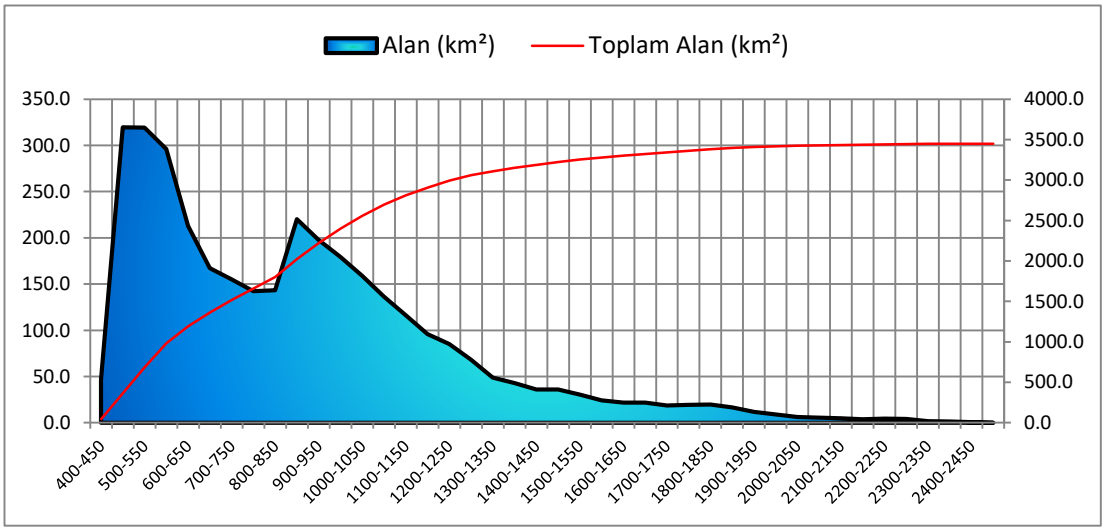
Aksu Çayı Havzasının yükselti özellikleri incelendiğinde havzada yükselti değerlerinin en yüksek 2490 metre ile en düşük 420 metre arasında değiştiği görülür. Yükseltinin en yüksek olduğu yer, havzanın kuzeyinde yer alan Engizek Dağlarında bulunan 2490.3 metrelik Çatna Tepesi'dir. En düşük yükselti ise 420 metre ile Cüceli

Köyü'nün hemen kuzeyinde, Aksu Çayı'nın Ceyhan Nehri'ne bağlandığı noktada yer alır (Harita 1.31). Havzada yükseltinin en fazla olduğu yer ile yükseltinin en düşük olduğu yer arasında toplam 2070 metrelik yükselti farkı bulunur. Bu önemli yükselti farkı, havza içerisinde ortalama dikey olarak toplam 10 ^{o}C'lik bir sıcaklık farkının ortaya çıkmasının mümkün olduğu görülmektedir. Ayrıca bu yükselti farkına bakıldığında Aksu Çayı'nın kuruluş bakımından oldukça genç bir akarsu olduğu ve denge profilinden oldukça uzak olduğu görülmektedir.

Havzanın yükselti basamaklarına göre alansal dağılış miktarı tablo 1.14 ve grafik 1.13'te verilmiştir.

Tablo 1. 14: Aksu Çayı Havzasının Yükselti Basamaklarına Göre Alansal Dağılış Miktarı

Yükselti Aralığı (Metre)	Toplam Alan (km²)	Yüzde (%)
0-500	327.6	9.5
501-1000	2052.8	59.4
1001-1500	852.9	24.7
1501-2000	190.2	5.5
2001-2500	33.3	1.0

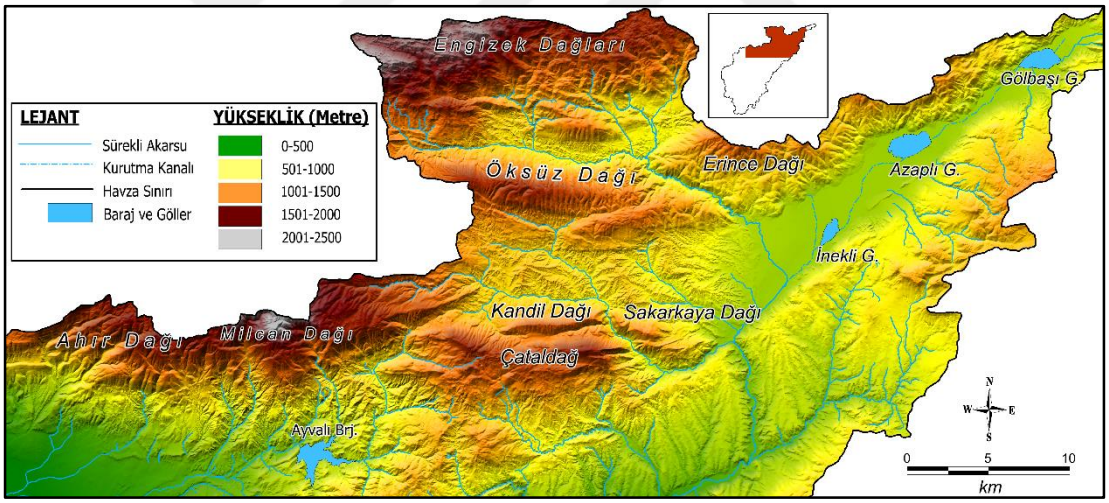


Grafik 1. 13: Aksu Çayı Havzasının Yükselti-Alan Dağılış Grafiği

Havzanın yükselti basamaklarına göre dağılışı incelendiğinde 0-500 metre arasında yer alan alanlar toplam 327.6 km^2'lik bir alan ile havzanın toplam % 9.5'ini oluşturmaktadır. Diğer yandan 501-1000 metre yükseltileri arasında kalan yerlerin ise

toplam 2052 km^2'lik bir alan ile havzanın % 59,4'ünü kaplar. Yükseltinin 1001-1500 metre arasında kalan alanlar ise 852.9 km^2'lik bir alan ile % 24.7'sini, 1501-2000 metre arasında kalan yerler ise 190.2 km^2 ile % 5.5'ini ve 2001-2500 metre arasında kalan yerler ise 33.3 km^2'lik bir alan ile havzanın % 1.0'ini oluşturmaktadır (Tablo 1.14 ve Grafik 1.13).

Havza içerisinde bulunan yüksek ve dağlık alanlar genel olarak havzanın kuzey ve kuzeydoğu kesimleri ile güneybatı kesimlerinde yer alırlar. Havzanın hemen kuzeyinde uzanan ve Kahramanmaraş şehrini adeta kuzeyde bir duvar gibi kuşatan Ahır Dağı (1941 m) ve doğuya doğru gidildiğinde yine aynı sistemin uzantısı olan Milcan Dağı (2301 m), Çataldağ (1723 m), Kandil Dağı (1704 m), Sakarkaya Dağı (1530 m) yer alır. Daha kuzeye doğru gidildiğinde ise Öksüz Dağı (1868 m), Erince Dağı (1654 m) ile en kuzeyde ise Engizek Dağı (2490 m) yer alır (Harita 1. 32).



Harita 1. 32: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Dağlık Alanlar

Havza içerisinde yükseltinin en fazla olduğu alanlar, havzanın en kuzeyde su bölümü çizgisinin geçtiği ve havzanın en kuzeydeki sınırını oluşturan Engizek Dağı bölgesinde yer alır. Aksu Çayı'nın ana kaynağını oluşturan Göz'ün ilk çıkış noktası da Engizek Dağı'nın güney yamaçlarında yer alır. Göz, havzanın en kuzeydeki su bölümü çizgisine yaklaşık 4 km'lik mesafede yer almaktadır. Bu durum Aksu Çayı'nın beslenmesinde oldukça önemli bir debiyi sağlayan Göz kaynağının havza sınırları dışındaki Engizek Dağı bölgesinden gelen yeraltı drenajı ile beslendiğini göstermektedir. Engizek Dağı aynı zaman havza içerisinde en yoğun kar yağışı alan

ve karın en uzun süre yerde kaldığı alanları oluşturur (Foto 1.40). Özellikle İlkbahar mevsiminin sonuna doğru bu bölgede meydana gelen kar erimelerinin Aksu Çayı'nın ilkbahar aylarına ait akım değerleri üzerinde etkisi önemlidir.



Foto 1. 40: Engizek Dağı (Güneyden- Kuzeye Bakış)

Engizek Dağı'nın yüksek kesimlerinde yağmur ve kar erimeleri ile oluşan sular ile kaynak suları en batıda Şarlak Dere, Çottarla Deresi, Eskiköy Dereleri tarafından toplanarak Ulu Dere ismi ile güneyde Akdere'ye ulaştırır. Yine aynı şekilde biraz doğu kesimde ise havza içerisinde kolları en yüksek noktalardan beslenen Çatal Dere sularını Dokuzöz Deresi, Gözün Deresi, Gennioluğu Deresi, Naldöken Deresi, Pamuklu Dere ve Gümüş Dere tüm sularını güneyde Zorkun Deresine ulaştırır. Zorkun Deresi ise derin bir boğaz ile sularını Öksüz Dağı'nın hemen kuzeyinde akış gösteren Akdere'ye ulaştırır (Foto 1.41). Günümüzde Zorkun Deresi üzerinde Zorkun Göleti inşa edilmiş ve Zorkun Derenin kollarından gelen sular burada depolanmaktadır (Foto 1.42-Foto 1.43). Havzanın doğu kesiminde ise Civeivin Dere, Deliyurt Dere, Oturum Dere birleşerek Mercan Dere olarak sularını Akdere'ye bağlar. Ayrıca en doğuda Uzuncaardıç Deresi, Dındırın Dere, Kaymaktutmaz Dere ile birleşerek Aksu Deresi olarak Mercan Dere ve Akdere'nin sularını da alarak Öksüz Dağı ile Erince Dağı

arasından Aksu Çayı'nın ana vadisi olan Aksu Çayı olarak Gölbaşı Depresyonuna açılır (Foto 1.43 - Foto 1.44).



Foto 1. 41: Öksüz Dağı ve Zorkun Dere (Kuzeyden- Güneye Bakış)



Foto 1. 42: Engizek Dağı ve Zorkun Göleti (Kuzeyden- Güneye Bakış)

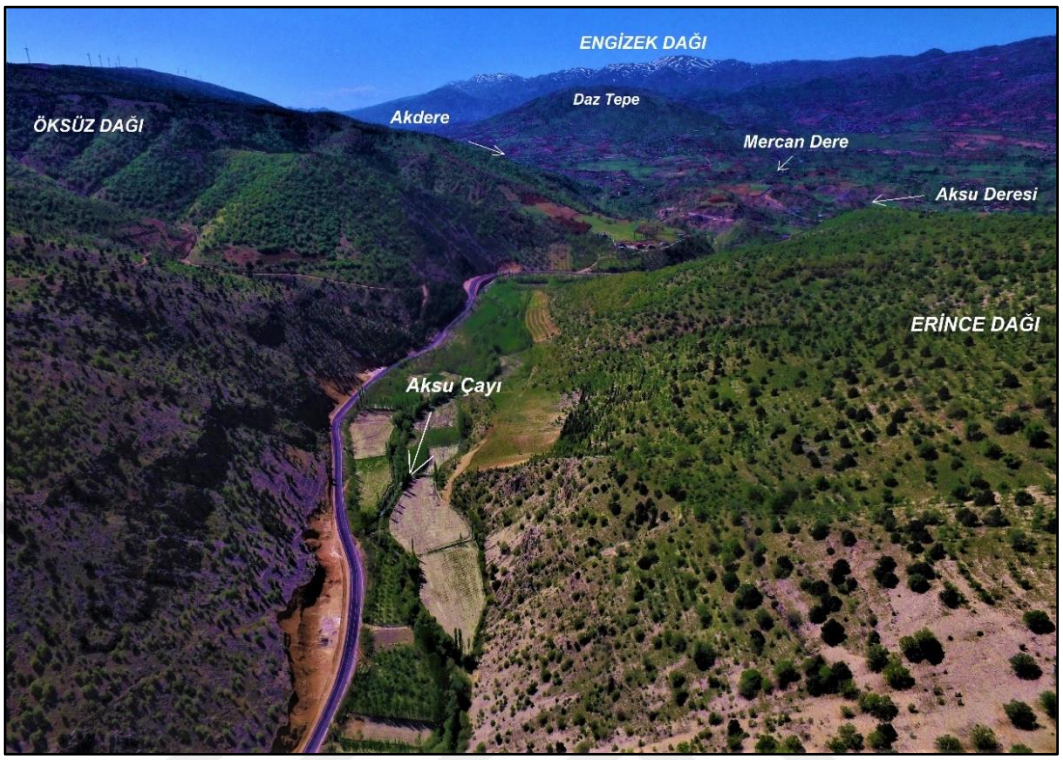


Foto 1. 43: Öksüz Dağı ile Erince Dağı Arasında Akış Gösteren Aksu Çayı Vadisi



Foto 1. 44: Gölbaşı Depresyonuna Açılan Aksu Çayı Vadisi

Öksüz Dağı'nın hemen güneyinde yer alan Kandil Dağı, Sakarkaya Dağı ve Çataldağ gibi havzanın önemli dağlık alanlarını oluşturan bölgenin sularını drene

ederek, Gölbaşı Depresyonu'nda Aksu Çayı'na bağlanan ve Aksu Çayı'nın önemli kollarından birini oluşturan Kısık Dere yer almaktadır. Öksüz Dağı'nın hemen güneyinde yer alan ve Öksüz Dağı'nın güney yamaçları ile Kandil Dağı'nın kuzey yamaçlarında yer alan dereler, Hamza Dere, Söğüt Dere, Kamalak Dere tarafından drene edilerek hepsi birleşip, Boz Dere olarak hemen güneyde yer alan Cacık Dere ile birleşirler. Daha çok Kandil Dağı'nın kuzey yamaçlarından gelen dereleri drene eden Cacık Dere, diğer yanda kuzeyde Öksüz Dağından gelen dereleri drene eden Boz Dere ile birleşerek batıda Kandil Dağı ile doğuda yer alan Sakarkaya Dağı arasından kabaca kuzey-güney yönünde uzanış gösteren ve tipik bir antesedans vadi karakterindeki Kısık Boğazı olarak nitelendirilen derin bir vadi ile geçiş yapar (Foto 1.45).



Foto 1. 45: Kandil Dağı ve Sakarkaya Dağı Arasında Yer Alan Kısık Boğazı (Güneyden Kuzeye Bakış)

Kısık Dere, toplamış olduğu tüm yan kolları bünyesine katarak, güneyde yer alan Kısık Köyünün içinden geçerek biraz daha güneyde, kuzeydoğuya yönelir ve burada Doğu Anadolu Fayı (DAF) zonunu takip ederek Gölbaşı Depresyonu'nun güneybatı ucunda Aksu Çayı ile birleşirler (Foto 1.46, a-b).

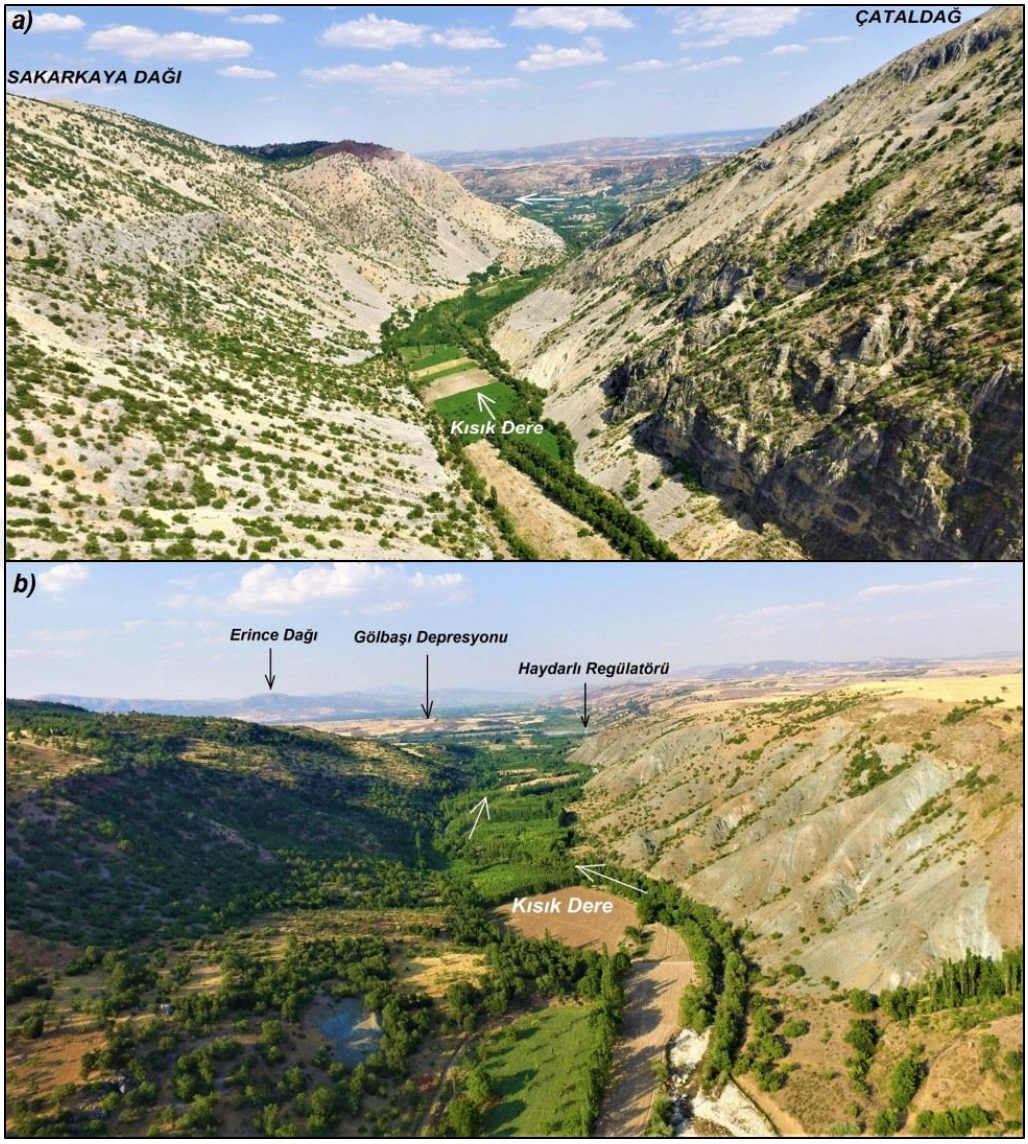


Foto 1. 46: Kısık Dere ve Gölbaşı Depresyonuna Açılış

Aksu Çayı ile Kısık Dere'nin Gölbaşı Depresyonu'ndaki birleşim yerinde günümüzde Haydarlı Regülatörü inşa edilmiş ve iki akarsuyun suları burada biriktirilmektedir. Bu regülatörden itibaren iki akarsuyun suları kanallara alınarak, yaklaşık 8 km'lik bir hat boyunca Aksu Çayı'nın batı yamacı boyunca kanallarla taşındıktan sonra bir Aksu Çayı vadisinin hemen kıyısında kurulmuş olan Hidroelektrik Santraline ulaştırılır. Bu santralden itibaren sular tekrar Aksu Çayı vadisine bırakılır ve buradan da Kartalkaya Barajına ulaşır.

Havza içerisindeki yüksek ve dağlık alanlardan en önemlilerden bir diğerini ise Ahır Dağı oluşturur. Kahramanmaraş şehir merkezinin hemen kuzeyinde bulunan ve

genel olarak doğu-batı yönünde uzanış gösteren Ahır Dağı, havzanın kuzey sınırını oluşturur (Foto 1.47-a-b).



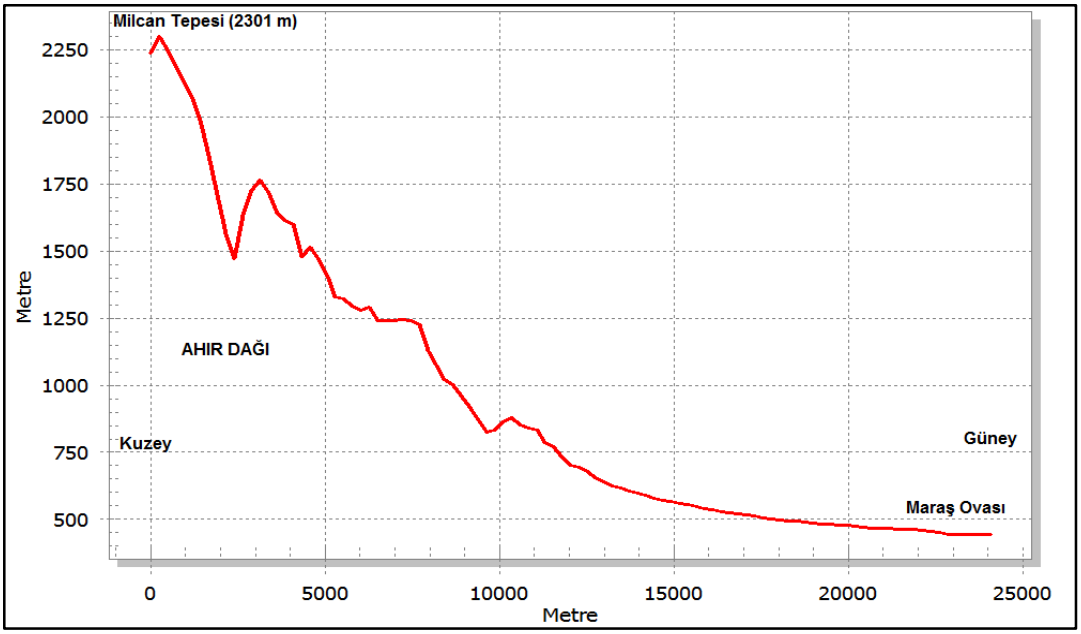
Foto 1. 47: Havzanın Kuzey Sınırını Oluşturan Ahır Dağı

Ahır Dağının güney yamaçlarındaki yüksek kesimlerinden kaynağını alan dereler; batıdan doğuya doğru Tömek Dere, Cancığın Dere, Cephanelik Dere, Kandil Dere, Keklik Dere, Akdere, Nal Dere, Kırkkucak Dere, Kozlu Dere, Milcan Dere, Şemsili Dere ve Erkenez Çayı gibi derelerin birçoğu Kahramanmaraş şehir merkezinden geçerek Maraş Ovası'nda Aksu Çayı ile birleşirler. Ahır Dağının hemen güneyinde yer alan Maraş Ovası, Aksu Çayının havza içerisinde en düşük kotta akış

gösterdiği bölgeyi oluşturur (Foto 1.48). Maraş Ovasının batı kesimini oluşturan bu bölge zaman zaman özellikle kış ve ilkbahar mevsimlerinde Sır Barajının suları altında kalan bölgeyi oluşturur. Yükseltinin 440-450 metrelere kadar düştüğü Maraş Ovasından kuzeye doğru gidildikçe Ahır Dağı yamaçları birden yükselir ve çok kısa mesafede önemli bir yükselti artışları meydana gelerek Ahır Dağının en yüksek noktası Milcan Tepe'de yükselti 2301 metreye kadar çıkar (Profil 1.7).



Foto 1. 48: Kahramanmaraş Şehir Merkezinin Kuzeyinde Yer Alan Ahır Dağı ve Güneyde Yer Alan Maraş Ovası

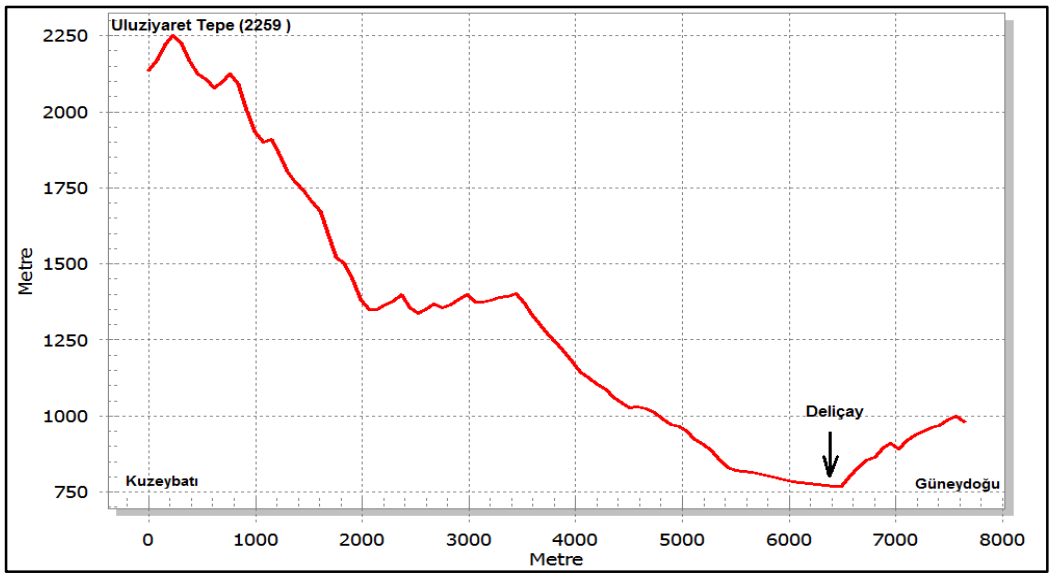


Profil 1. 7: Kuzey-Güney Yönünde Ahır Dağının Yükselti Değişim Profili

Aksu Çayı Havzasının yüksek ve önemli dağlık alanlarından bir diğerini de havzanın güneybatı kesiminde yer alan ve havza içerisinde uzanış gösteren Amanos Dağlarının kuzey kesimleri oluşturur. Aksu Çayının önemli kollarından biri olan Deliçay'ın su toplama havzasını oluşturan bu bölgede Deliçay vadisinde yükselti 750 metrelerde iken kuzeybatı yönünde gittikçe yükselti artarak Çatalkaya Tepe'de 1964 metre ve Uluziyaret Tepe'de ise 2259 metreye kadar ulaşır (Foto 1.49, Profil 1.8).

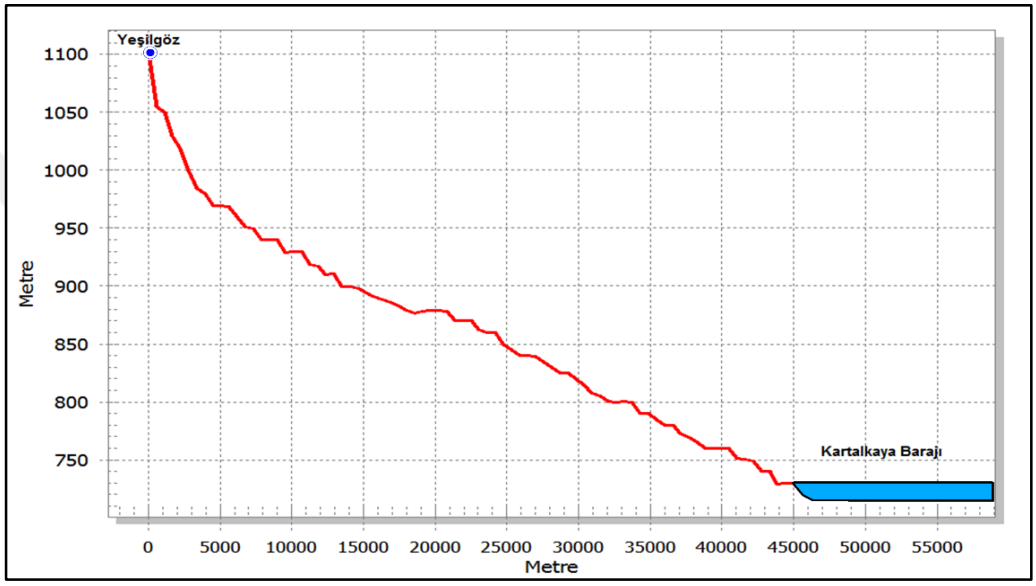


Foto 1. 49: Havza İçerisinde Uzanış Gösteren Amanos Dağları (Güneydoğudan-Kuzeybatıya Bakış)

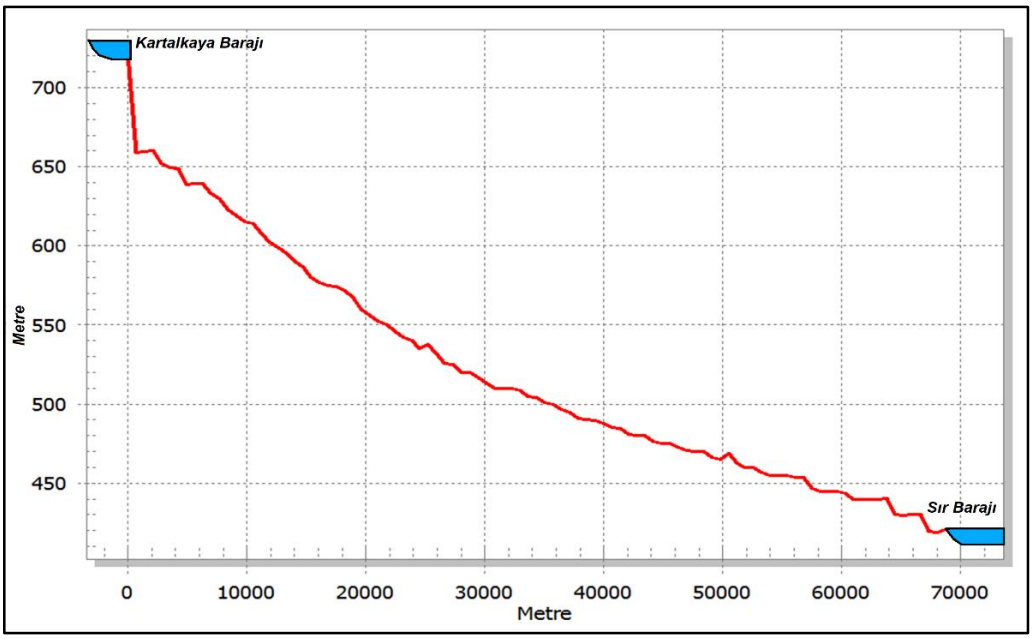


Profil 1. 8: Deliçay ile Uluziyaret Tepe Arasındaki Yükselti Profili

Aksu Çayı, ilk çıkış yeri olan Yeşilgöz kaynağında 1100 metreden itibaren yüzeysel akışa geçerek Aksu Çayı vadisi boyunca yaklaşık 55 km akış gösterdikten sonra Kartalkaya Barajı'na ulaştığında yükselti 720 metreye kadar düşer. Daha sonra buradan itibaren bir Kartalkaya Boğazından geçerek sırasıyla Narlı Ovası ve Maraş Ovasını takip ederek Sır Barajı'na ulaştığında yükselti 420 metreye kadar düştüğü görülür (Profil 1.9 - Profil 1.10).



Profil 1. 9: Yeşilgöz-Kartalkaya Barajı Arasında Aksu Çayı Vadisinin Yükselti Değişim Profili



Profil 1. 10: Kartalkaya Barajı ile Sır Barajı Arasında Aksu Çayı Vadisinin Yükselti Değişim Profili

Havzanın genel olarak kuzeyinde yer alan yüksek ve dağlık alanlar güneyinde ise yükseltinin az olduğu Maraş Ovası, Türkoğlu (Sağlık) Ovası ve Narlı Ovaları yer alır. Havzanın kuzeyinde yer alan yüksek ve dağlık alanlar güney kesimdeki ovalık alanlara göre yağışın daha fazla olduğu alanları oluşturur. Havza içerisinde yer alan Kahramanmaraş şehir merkezi, Türkoğlu, Pazarcık, Nurdağı gibi yerleşmeler daha ovaların kenarlarında yer alır. Genel olarak meteoroloji istasyonları bu şehir merkezlerinde yer aldığından bu dağlık alanlarda meteoroloji gözlem istasyonlarının bulunmaması nedeniyle buralarda düşen yağışlar maalesef kayıt altına alınamamaktadır. Bu durum havzanın toplam gerçek su potansiyeli hesaplanması konusunda önemli bir sınırlılık teşkil etmektedir. Diğer yandan bu bölgeler aynı zamanda yoğun kar yağan alanları oluşturmaktadır. Buralarda kar kalınlıklarını ölçen istasyonların bulunmaması da su potansiyeli hesaplamalarındaki bir diğer önemli sorunlardan birini oluşturmaktadır. Yüksek ve dağlık alanlarda yağan karlar, buralarda sıcaklığın düşük olmasından dolayı yerde kalma süreleri fazladır. Özellikle ilkbahar aylarında sıcaklığın artışına bağlı olarak meydana gelen kar erimelerinin Aksu Çayı'nın akış rejimi üzerindeki etkisi oldukça önemlidir. Aksu Çayı'nın akım değerleri incelendiğinde özellikle ilkbahar mevsiminde kar erimelerine bağlı olarak, Aksu Çayı ve bu yüksek kesimlerden beslenen yan kollardaki akım değerlerinde önemli artışların yaşandığı görülür.

Havzanın kuzeyinde yer alan yüksek dağlık alanlar aynı zamanda engebenin de yüksek olduğu alanları oluşturmaktadır. Buralar havza içerisinde baraj yapımına en uygun alanları oluşturmaktadır. Havza içerisinde yapılması planlanan Kısık Barajı ve Aksu Barajları, kuzeydeki bu dağlık alanlarda yer almaktadır. Ayrıca kuzeyde yer alan dağlık kesimlerde yükseltinin etkisi ile sıcaklığın da düşük olması nedeniyle buralarda kurulacak olan barajlarda yaz mevsiminde buharlaşmaya bağlı olarak su kayıplarının da daha az olması konusunda bir avantaj olacağı söylenebilir. Fakat yükseltinin çok fazla olduğu bu yerlerde bu avantajların yanında yüksek ve dağlık kesimlerin havzanın su bölümü çizgisine çok yakın alanlar olması nedeniyle buralarda kurulacak olan barajların su toplama alanı oldukça dar bir alan oluşturmasına neden olmaktadır. Bu yüzden hem kurulacak olan barajların su potansiyellerin fazla olması hem de tarımsal sulama ya da şehir merkezlerine sağlanacak olan içme sularının ulaştırılmasında enerji

tasarrufunun sağlanması açısından havzada yer alan barajlar biraz daha güneyde yer alan ovalık alanlara yakın kesimdeki yükseltilerde inşa edildiği görülmektedir. Jeomorfolojik olarak yüksek ve dağlık alanların kuzeyde yer alması ve havzanın önemli tarım alanlarını oluşturan ovalık alanların ise güneyde ve yükseltinin daha düşük olduğu yerlerde olması buralarda kurulacak olan baraj ve göletlerdeki suların doğrudan tarımsal sulamada kullanılması konusunda büyük avantaj sağlamaktadır.

1.2.2.Eğim Özellikleri

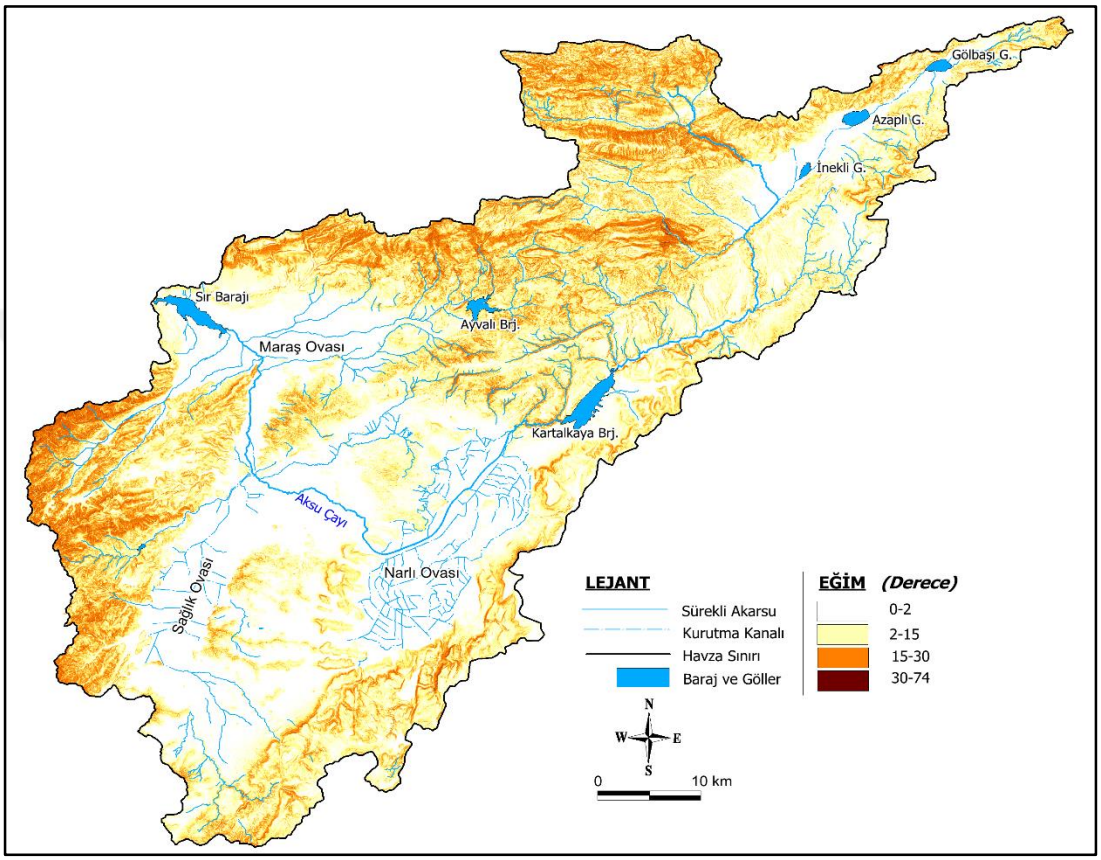
Eğim, genel olarak bir yüzeyin yatay düzlem ile yapmış olduğu açı olarak tanımlanır (Atalay, 2004b:130). Bir başka deyişle iki farklı noktadaki yer alan su yüzeyi arasındaki seviye farkının söz konusu iki nokta arasındaki mesafeye bölünmesi ile elde edilen su yüzeyi eğikliğidir (Bayram, 2000:54). Eğim, bir akarsu havzasındaki hidrolojik anlamda var olan suyun toplam potansiyel enerjisini kinetik enerjiye dönüştüren en önemli faktörlerin başında gelir. Bu yüzden akarsu havzaları hidrolojik bir sistem olarak düşünüldüğünde, yeryüzüne düşen tüm yağış sularının bir akarsu ve yan kollarındaki yüzeysel akış yönü, hızı, aşındırma, taşıma ve biriktirme gibi faaliyetlerin tamamı eğimin kontrolünde geçekleşir. Hata bazı çalışmalarda (Davie and Quinn, 2021), akarsu havzası, topografik anlamda yeryüzüne yağışlarla düşen bütün suyun eğim yönünde aktığı varsayımı ile tanımlandığı görülür. Bir bölgede eğimin arttığı oranda o bölgede buharlaşma ve sızma da azalır. Buna bağlı olarak eğimin yüksek olduğu alanlarda buharlaşma ve sızmanın azalması akım üzerinde artırıcı bir etki yapar (Hoşgören, 1992:72). Ancak eğimin fazla olması yüzeysel akış üzerinde olumlu yönde etkili olurken eğimin az olduğu yerlerde ise sızma artacağından bu durum ise yeraltı sularının beslenmesi üzerinde ise olumlu bir etki yapar.

Bir havzadaki eğim değerleri o bölgenin aşınım döngüsünde hangi aşamada olduğunun ortaya koyması bakımından da önemlidir. Örneğin yatak eğimleri yüksek olan akarsuların bulunduğu yerlerde deniz seviyesinden yüksek olmasına bağlı olarak buralarda vadiler kanyon veya çentik vadiler şeklinde olduğu görülür. Bu özellikteki arazilerde derin yarılmalara bağlı olarak daha engebeli bir arazinin ortaya çıktığı, ani su düşmelerinin olduğu ve buna karşın buralarda herhangi bir taşkın ovasının olmadığı morfolojik özellikler görülür. Diğer yandan aşınım döngüsünün yaşlılık safhasında ise

genel olarak tüm ana akarsulardaki yatak eğimlerinin ortadan kalktığı ve çentik vadilerin yerine mendereslerin oluştuğu ve bu mendereslerin önünde ve geride kalan kesimindeki alanların tamamen taşkın ovası durumuna geçtiği ve buralarda akarsuların akım hızının oldukça düştüğü ve buna bağlı olarak sediment taşınımının ise oldukça az olduğu görülür (Özdemir, 2011:468). Akarsu akımı, İçerisinde su, hava ve sediment yani katı madde barındıran heterojen bir karışım özelliği gösterir. Akım, akarsu yatağını, akarsu yatağı ise akım üzerinde sürekli olarak birbirini etkileyen iki önemli faktördür. Özellikle akarsuların katı madde taşıma gücü suyun hızına bağlı olarak değişir. Suyun hızlı akış gösterdiği alanlarda suyun taşıma gücü artarken aynı şekilde suyun hızının azaldığı yerlerde ise suyun taşıma gücü azalır. Akarsuların deniz, göl ve baraj girişlerinde hızı neredeyse sıfıra yaklaşır ve bu alanlarda genel olarak taşıdığı malzemeleri biriktirirler (Özbek ve Özcan, 2001:1). Bir bölgede suyun hızını ise belirleyen en temel faktörlerin başında ise eğim gelmektedir. Yapılan bazı araştırmalara göre akarsuların aşındırma şiddeti 20º'lik eğime kadar yamaçların eğim oranları ile doğru orantılı olarak artar. Eğimin 40º'ye ulaştığı yerlerde ise aşındırma şiddeti en yüksek seviyeye ulaşır. Fakat eğimin 40º'den fazla olduğu yerlerde ise aşındırma şiddeti üzerinde eğimin etkisi azalmaktadır (Erinç, 2002:387).

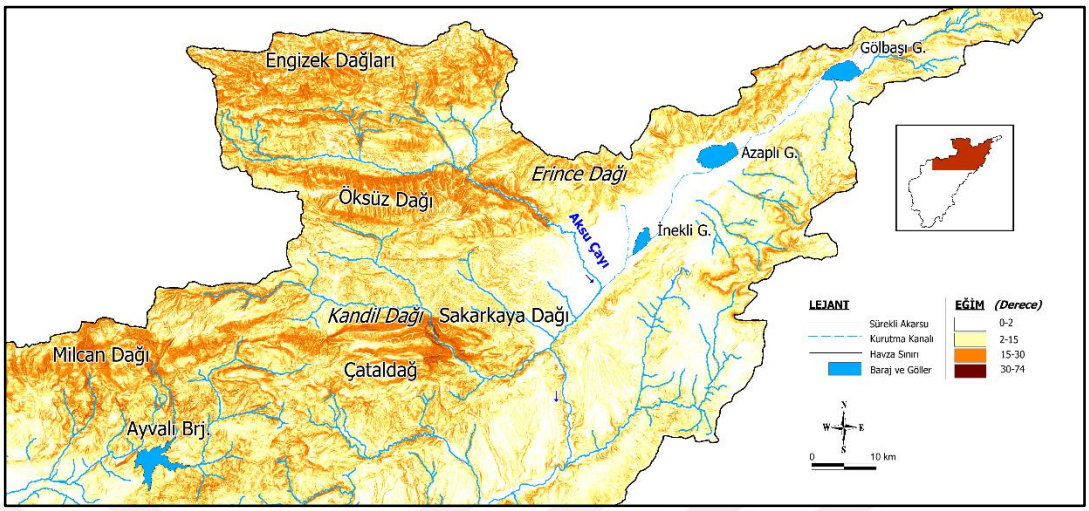
Suyun özellikle afet boyutunu oluşturan sel ve taşkınların incelenmesi açısından da eğim önemli bir özelliktir. Özellikle yüzeysel akış konusunda eğimin etkisi büyüktür. Bir bölgede suyun toplanma zamanı ile eğim özellikleri birbiriyle ters orantılıdır. Eğim değerlerinin yüksek olduğu yerlerde suyun toplanma süresi daha çabuk olur. Buna karşın eğimin az olduğu yerlerde ise suyun toplanma süresi ise daha uzun olur (Özdemir, 2011:466). Bu yüzden eğimin yüksek olduğu alanlarda bir sağanak yağış sonrasında sel ve taşkın olayları daha kısa sürede ortaya çıkarken eğimin az olduğu alanlarda ise yağışlardan belli bir süre geçtikten sonra görülmesi beklenir. Eğimli sahalarda özellikle kar erimeleri ile sağanak yağışların aynı zamana denk geldiği dönemlerde akarsu akımlarında ani yükselmeler yaşanmasına neden olur (Atalay, 1986:23). Özellikle hidrolojik kaynaklı doğal afetlerin önlenmesi için önemli mühendislik yapılarına ihtiyaç duyulur. Bu mühendislik yapılarının inşa edilebilirliği ve bu yapıların maliyetlerini belirleyen en temel faktörlerden birini ise o bölgenin eğim özellikleri oluşturur (Erkal ve Taş, 2013:292).Bu yüzden bir akarsu havzasının su

yönetimi açısından havza içerisinde eğim özelliklerinin dağılışının ortaya konulması önemlidir. Aksu Çayı Havzası'nın eğim özelliklerinin dağılışı harita 1.33'te verilmiştir.



Harita 1. 33: Aksu Çayı Havzasının Eğim Özelliklerinin Dağılışı (Harita Genel Komutanlığı'nın 1/ 25 000 Ölçekli Topografta Haritalarındaki İzohipsler Üzerinden Oluşturulmuştur).

Aksu Çayı Havzasının eğim özellikleri incelendiğinde havzada en yüksek eğimli alanların havzanın kuzey kesimleri ile güneybatı kesimlerinde bulunduğu görülmektedir (Harita 1.33). Bu bölgeler aynı zamanda havzanın önemli yüksek ve dağlık alanlarını oluşturmaktadır. Güneybatı kesimde Amanos Dağlarının kuzey uzantılarını oluşturan dağlık kesimler yer alırken kuzey kesimlerinde ise batıdan doğuya doğru Ahır Dağı, Milcan Dağı, Çataldağ, Kandil Dağı, Sakarkaya Dağları yer alır. Havzanın daha kuzey kesimlerinde ise Engizek Dağı, Öksüz Dağı ve Erince Dağı yer alır. Buralar şiddetli aşınıma bağlı olarak sediment üretim alanlarını oluşturmaktadır. Buralarda şiddetli erozyon alanları görülür (Harita 1.34).



Harita 1. 34: Havzada Yüksek Eğimli Alanların Görüldüğü Kuzeydeki Dağlık Alanların Dağılışı

Havza içerisinde en düşük eğim değerlerinin görüldüğü yerler ise genel olarak havzanın güney kesiminde kalan Maraş Ovası, Narlı Ovası ve Türkoğlu (Sağlık) Ovası gibi düzlük alanlar. Bu düzlük ovalık alanlar, havzanın kuzey kesiminde yer alan yüksek dağlık ve eğimli alanlardan Aksu Çayı ve kolları tarafından getirilen malzemelerin biriktirildiği alanları oluşturur (Harita 1.34). Bu ovalık alanlar havza içerisindeki en önemli tarım alanlarını oluşturan bölgelerdir. Havza içerisinde en çok su tüketimini bu ovalık alanlarda gerçekleştirilen tarımsal sulama faaliyetleri oluşturur. Buna karşın bu ovalık alanlar havza içerisinde en yüksek yer altı su potansiyeline sahip alanları oluştururlar.

Havza içerisinde eğim değerleri incelendiğinde, havzadaki eğim değerleri 4 farklı grupta incelenmiştir. Havzada 30º ve üzeri olan en yüksek eğimli alanlar, havza içerisinde 173.5 km^2'lik alan ile havzanın % 5'ini oluşturur. Diğer yandan havzada eğimin 0º ile 2º arasında yer alan en düşük eğimli alanlar ise 946.1 km^2 ile havzanın %27.4'ünü oluşturur. Bu düşük eğimli alanların bu kadar yüksek oran kaplamasında havzada bulunan geniş ovalık alanların etkisi büyüktür. Havza içerisinde ikinci en düşük eğim grubunu oluşturan 2º ile 15º arasında eğime sahip alanlar 1456.5 km^2 ile havzanın % 42.1'sini kaplayarak havzada en geniş alanda görülen eğim değerlerini oluşturmaktadır. Havzadaki 15º ile 30º arasında eğime sahip olan alanlar ise 880.9 km^2 ile havzanın % 25.5'ini oluşturur (Tablo 1.15).

Tablo 1. 15: Aksu Çayı Havzasında Eğim Aralıklarına Göre Alansal Dağılış Miktarı ve Oranları

Eğim Aralıkları	Toplam Alan (km^2)	Yüzde Oran (%)
0-2	946.1	27.4
2-15	1456.5	42.1
15-30	880.9	25.5
30 >	173.5	5.0

Bir havzanın ortalama eğimi birçok farklı yöntem kullanılarak hesaplanabilmektedir. Bu hesaplamalarda kullanılan formüllerden biri de bir havza içerisindeki eş yükselti eğrileri arasındaki yükselti farkı ile havza içerisinde kalan bu eş yükseltilerin toplam uzunluğunun çarpımının toplam havza alanına bölünmesi elde edilen bir yöntemdir (Wisler, et. all; 1959; Akt: Görcelioğlu, 1982:17). Bu eşitlik şu şeklide formüle edilmektedir:

S_B=[(D * L) / A] Bu eşitlikte gösterilen simgelerin açılımı aşağıda verilmiştir.

S_B: Ortalama Eğim **D:** Esas alınan eşyükselti eğrilerinin yükselti aralığı (km)
L: Esas alınan eş yükseltilerin toplam uzunluğu (km) **A:** Havza alanı (km^2)

Harita Genel Komutanlığı tarafından yayınlanmış olan 1/25 000 ölçekli topografya haritalarına ait izohipsler üzerinden yapılan hesaplamalara göre Aksu Çayı Havzası için

D: 0.01 (km) **L:**7 7043 (km) **A:** 3457 (km^2)

Yukarıda verilen eşitlik üzerinden hesaplandığında Aksu Çayı Havzası'nın ortalama eğimi (**S_B):** 0.22 olarak hesaplanmıştır.

Havzanın en kuzey kesiminde bulunan Engizek Dağı hem yükselti ve hem de eğim değerlerinin yüksek olduğu kesimleri oluşturur. Çağlayancerit'in kuzeyinde yer alan Engizek Dağı'nın güney yamaçlarındaki yüksek ve eğimli yamaçlardan kaynağını alan birçok dere bu bölgede yer alan Akdere, Zorkun Dere, Mercan Dere tarafından toplanarak Öksüz Dağı ile Erince Dağı arasında Aksu Çayı ile birleşerek buradan itibaren Aksu Çayı vadisinde akışını sürdürür. Özellikle Öksüz Dağı'nın kuzey yamaçlarında eğimin oldukça yüksek olması sonucunda burada Öksüz Dağı'ndan Akdere'ye inen birçok kısa boylu dereler tarafından yamaçlar derince kazılmış durumdadır (Foto 1.50).

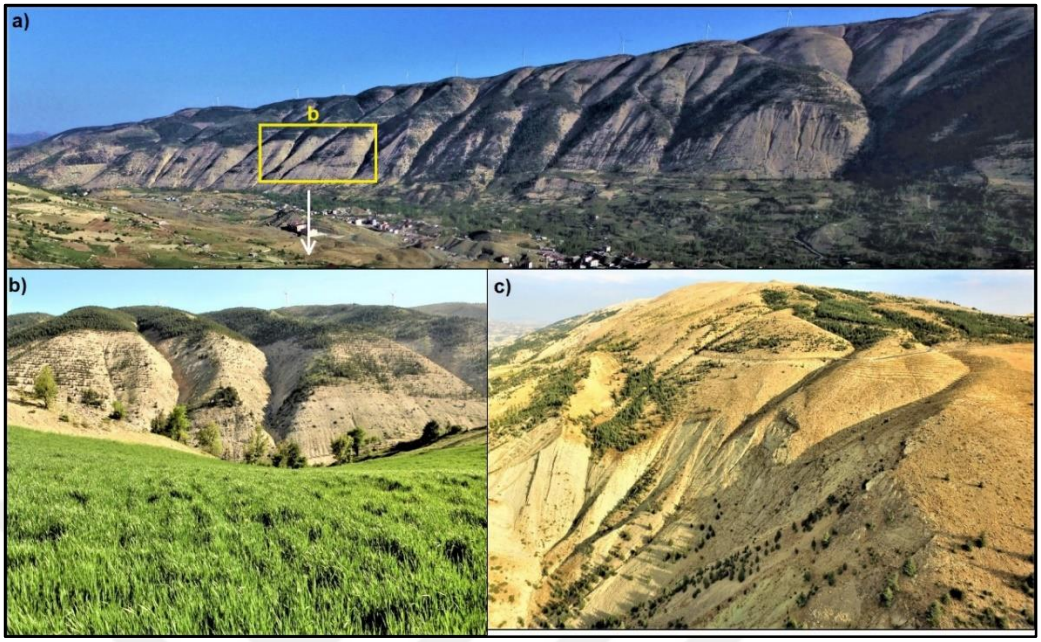


Foto 1. 50: Öksüz Dağı'nın Kuzey Yamaçlarındaki Eğimli Alanlar

Havzanın kuzey kesiminde yer alan eğimin yüksek olduğu alanlardan bir diğeri ise Çataldağ, Kandil Dağı ve Sakarkaya Dağı arasında akış gösteren Kısık Dere'nin vadi yamaçlarıdır. Kandil Dağı ve Çataldağ'ın kuzey ve doğu yamaçları ile Sakarkaya Dağı'nın özellikle batı yamaçları oldukça eğimli alanlardır. Bölgede aynı zamanda önemli yüksek alanları oluşturan bu dağlık alanların bulunduğu bölgeden geçen Kısık Dere Boğazı olarak adlandırılan bu vadi yamaçlarında eğim değerleri 60^{o}-70^{o}'lere kadar çıkar (Foto 1.59-a-c). Dağların yüksek eğimli yamaçlarında yer alan birçok kaynak ve dağların yüksek kesimlerinden kaynağını alan birçok geçici dere, sularını doğrudan Kısık Dere'nin vadi tabanına ulaştırır. Vadi yamaçlarında eğimli alanlardan dökülen derelerin getirdiği sedimentler yer yer vadi yamaçlarında geniş bir birikinti konileri oluştururken bazı yerlerde ise bu sedimentler eğimin azaldığı vadi tabanlarında küçük birikinti konileri oluşturmuştur (Foto 1.51-a). Yüksek ve eğimli yamaçlardan gelen derelerin taşıdığı malzemeler Kısık Dere'nin vadi tabanında alüvyal bir düzlük oluşturmuştur (Foto 1.51-b). Bu vadi tabanında oluşan alüvyal düzlükler, etrafı yüksek ve eğimli dağlarla çevrili olan bu bölge için kısıtlı da olsa bir tarımsal faaliyet alanı oluşturmaktadır.

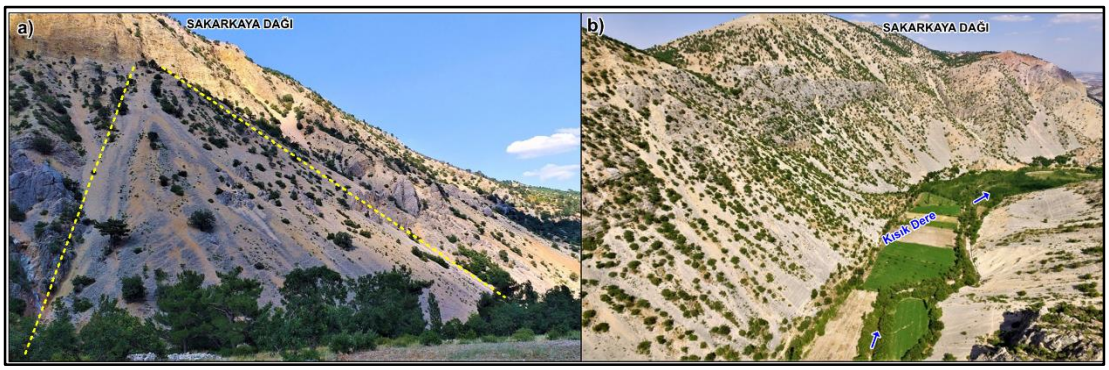


Foto 1. 51: Sakarkaya Dağının Batı Yamaçlarındaki Birikinti Konileri (a) ve Kısık Dere Vadi Tabanı (b)

Sakarkaya Dağı'nın özellikle Kısık Dere vadisine bakan yamaçlarında çok dik eğim değerlerine sahip, büyük birikinti konilerini oluşturan malzemeler oldukça gevşek yapıdadır. Bu kadar eğimli ve gevşek yapıda olması nedeniyle bu yamaçlarda insan ve hayvan yürümesini neredeyse imkansız hale getirmektedir. Yöre halkı bu birikinti konilerinin bu özelliklerinde:n dolayı Sakarkaya Dağı'na, "Çürük Dağ" ismini vermişlerdir (Foto 1.52-a).

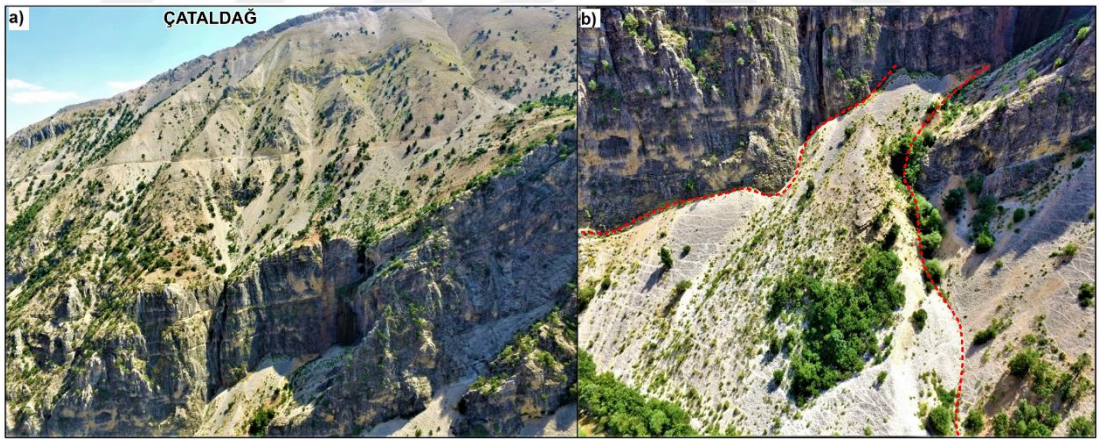


Foto 1. 52: Çataldağ'ın Doğu Yamaçlarındaki Eğimli Alanlar (a) ve Bu Yamaçlarda Görülen Birikinti Konileri (b)

Bu bölgede yüksek dağlık ve eğimli alanlardan taşınan malzemeler yamaçlarda birikinti konileri ve vadi tabanında alüvyal düzlükler oluşturmak dışında Kısık Dere taşıdığı birçok malzemeyi Ünüfün Çayı'ndan gelen malzemeler ile birlikte günümüzde Haydarlı Regülatörü'nün bulunduğu Gölbaşı Depresyonuna ulaştırarak burada biriktirilir (Foto 1.53- a-b).



Foto 1. 53: Kısık Dere'nin Sularının Döküldüğü Haydarlı Regülatörü

Gölbaşı Depresyonu çevresindeki yüksek dağlık ve eğimli alanlardan gelen tüm yan kolları bünyesine katan Aksu Çayı, Haydarlı Regülatörü'nden sonra güney-güneybatı yönünde akış göstererek Çelik Dere, Uzun Dere, Mustulu Dere, Kara Dere ve Killisu Dere'lerini de kendine bağlayarak Kartalkaya Barajı'na dökülür. Söz konusu akarsular tarafından Kartalkaya Barajı'na yoğun olarak sediment transferi gerçekleştirilmektedir. Kartalkaya Barajı, yükselti ve eğim açısından önemli bir eşik noktasında kurulmuştur. Aksu Çayı tarafından oluşturulmuş olan Kartalkaya Boğazı'na kurulan Kartalkaya Barajı'nın mansap kısmından sonra Aksu Çayı, Narlı Ovası'na açılır. Bu bölgede ovaya geçişten dolayı yükselti ve eğimin düşmesinden dolayı Aksu Çayı'nın geniş bir alana yayılmış olan taşkın yatağı içerisinde önemli bir birikim alanları görülür (Foto 1.54). Bu bölgelerde Aksu Çayı yatağı içerisinde birçok yerde kum ocakları kurulmuş ve bu işletilmeler uzun yıllardır buradan kum alımına devam etmektedir (Foto 1.55).

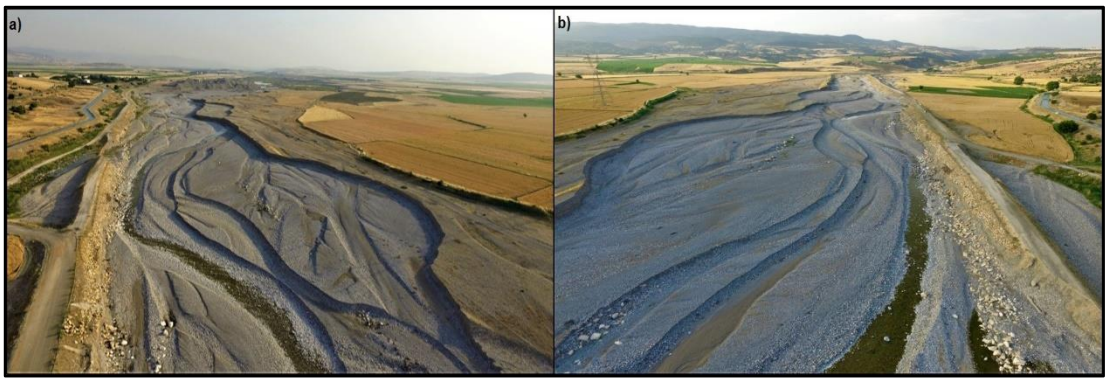


Foto 1. 54: Kartalkaya Barajı'nın Mansabından Sonraki Aksu Çayı'nın Taşkın Yatağında Biriktirdiği Malzemeler



Foto 1. 55: Aksu Çayı'nın Taşkın Yatağı İçerisinde Kurulan Kum Ocakları

Aksu Çayı Havzası'nın kuzeyinde uzanan ve havzayı kuzeyden sınırlandıran Ahır Dağı, havza içerisinde yüksek eğimli alanların bulunduğu bir diğer önemli bölgeyi oluşturur. Doğudan-batıya doğru uzanan Ahır Dağı'nın güney yamaçlarında yer alan yüksek ve eğimli yamaçlardaki birçok dere ve kaynak suları, Aksu Çayı'na akar. Doğu-batı yönünde uzanış gösteren bu dağlık bölgeden, kuzeyden güneye doğru akış gösteren birçok akarsu, Ahır Dağı'nın güneyinde yer alan yükselti ve eğim değerlerinin düşük olduğu Maraş Ovası'na doğru akış gösterir ve ova tabanında Aksu Çayı ile birleşirler. Ancak bu akarsularının çoğunun kaynağını aldığı Ahır Dağı'nın yüksek kesimleri aynı zamanda eğimin yüksek olduğu alanlar olması nedeniyle Ahır Dağı'nın güne yamaçları bu akarsular tarafından derince yarılmıştır. Genelde küçük su toplama alanına sahip olan birçok dere tarafından yağış suları hızlı bir şekilde Maraş Ovası'nda Aksu Çayı'na ulaşır. Kahramanmaraş şehir merkezi, Ahır Dağı'nın güneyinde Maraş Ovası ile yamaç sınırında kurulmuştur. Bu nedenle Ahır Dağı'ndan kaynağını alan birçok dere aynı zamanda Kahramanmaraş şehir merkezi içerisinden

geçer. Bu akarsu yataklarının çoğu şehir merkezine girişlerde kapalı kanallara alınarak buralar yerleşim alanına dönüştürülmüştür. Hatta şehrin bazı önemli caddelerinden Şekerde, Kanlıdere, gibi bazı caddeleri, bugün üzeri kapatılarak, yerleşime açılmış olan derelerin ismi ile anılmaya devam etmektedir. Şehir merkezini etkileyen başlıca akarsuları, batıdan doğuya doğru İğdeliöz, Boğaz Dere, Cancığın Dere, Ağcalı Dere, Akdere, Kerhan Çayı, Erkenez Çayı ve Karaçay bu dereleri oluşturur. Bu dereler aynı zamanda şehir merkezi için sel ve taşkınlar açısından oldukça önemlidir. Bu derelerin morfometrik analizleri üzerinden gerçekleştirilen değerlendirmeler sonucunda Kahramanmaraş şehir merkezi için en büyük sel ve taşkın riski yaratan akarsuların Akdere ve Erkenez Çayı olduğu görülmüştür. Şehir merkezinde geçmişte birçok kez sel ve taşkın afeti yaşanmıştır. Bu yaşanan doğal afetlerin çoğunluğu maddi hasara neden olurken bazılarında ise can kayıpları yaşanmıştır. 1972 yılında yaşanan sel ve taşkın olayında 5 kişi ve 2018 yılında yaşanan sel ve taşkın olayında ise 3 kişi hayatını kaybetmiştir. Can kaybının yaşandığı her iki sel ve taşkın olayının da Akdere havzası içerisinde yaşandığı görülmüştür (Sarıgül ve Turoğlu, 2020:18).

Ahırdağı'ndan kaynağını alan geçici akarsulardan özellikle Akdere ve Keklik Dere eğimin oldukça yüksek olduğu yerlerdir. Bu akarsuların havzaları içerisinde bazı eğim değerleri yamaçlarda ağaçlandırma yapmaya dahi imkan vermeyecek kadar yüksektir. Bu yüzden bu akarsu havzaları içerisinde şiddetli erozyon alanları görülür (Foto 1.56).

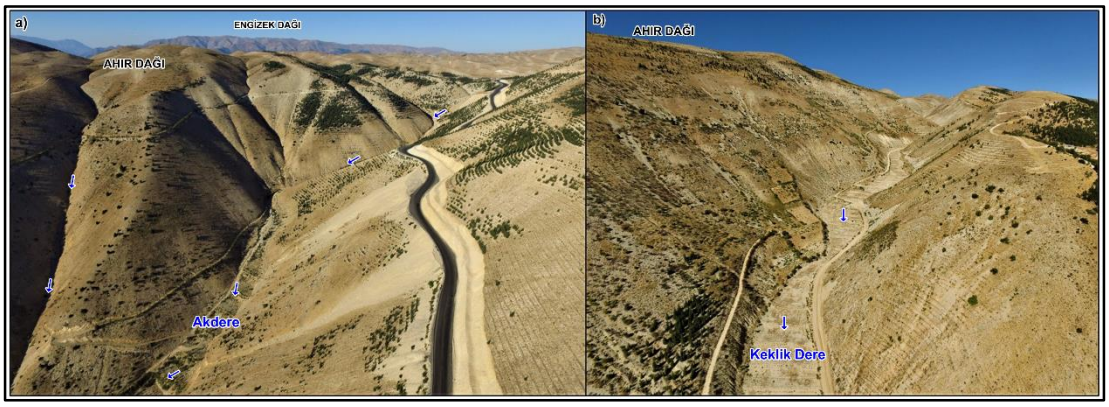


Foto 1. 56: Akdere ve Keklikdere Havzalarındaki Eğimli Alanlar

Akdere'de Havzası içerisinde yer alan Dereli Köyü'nde 1972 yılında yaşanan sel afeti sonrasında vadi tabanında ağaçlandırmalar ile teraslar yapılarak suyun akış hızının azaltılması çalışmaları yapılmıştır. Her ne kadar vadi tabanında akış hızı

kontrol altına alma çalışmaları başarılı sonuçlar vermiş olsa da erozyon sorunu ise hala önemli sorunlardan biri olarak devam etmektedir. Keklik Dere vadi yamaçlarında aynı şekilde ağaçlandırma yapılmasına imkan vermeyecek düzeyde yüksek ve eğimli alanlar yer alır. Özellikle ise yer yer Keklik Dere'nin vadi tabanında yüksek tersip bendleri inşa edilerek akarsuyun akış hızı ve taşıdığı malzemeler kontrol altına alma çalışmaları yapılmıştır (Foto 1.57-b). Yer yer olumlu sonuçlar alınmış olsa da yamaçlardaki oyuntu erozyonu sorunu hala devam etmektedir (Foto 1.57-a).

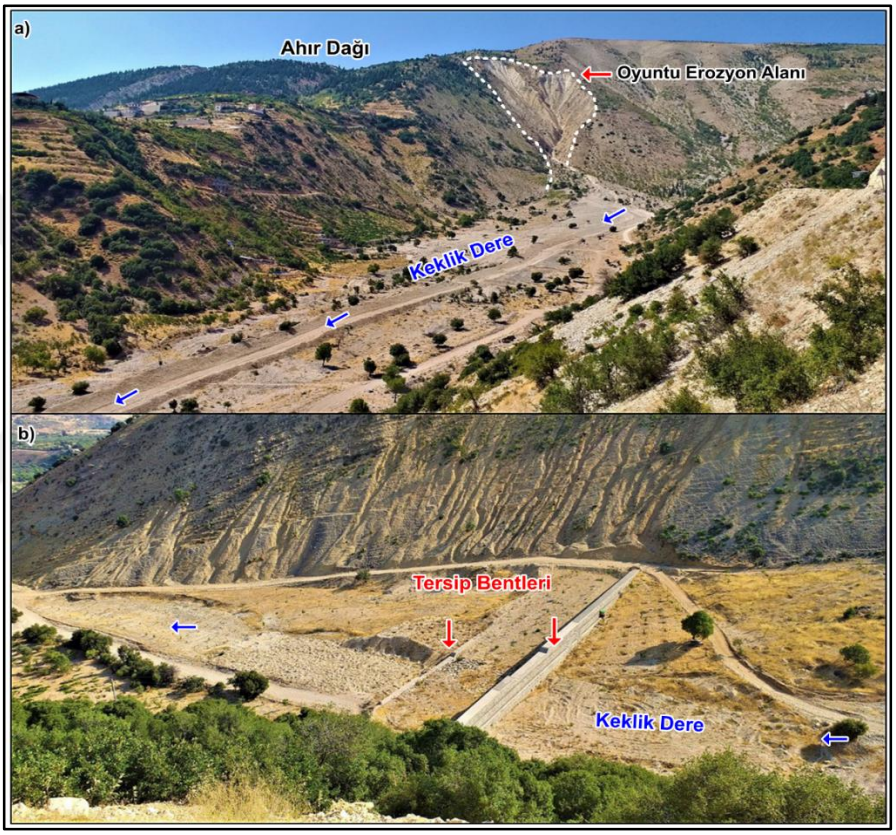


Foto 1. 57: Keklik Dere Vadi Tabanında Kurulan Tersip Bentleri ve Vadi Yamaçlarındaki Erozyon Alanları

Keklik Dere ile Akdere, Ahır Dağı'ndan tüm yan kollarını topladıktan sonra Dereli Köyü yakınlarında birleşerek güneye doğru Akdere olarak akışına devam eder. Akdere ve Keklik Dere'nin birleşim yerin yakınlarında her iki akarsu tarafından getirilmiş ve biriktirilmiş olan önemli vadi tabanlarında önemli alüvyal dolgu depoları yer alır (Foto 1.58-a). Akdere daha da güneyde Kahramanmaraş şehir merkezine girişten itibaren kapalı kanala alınarak (Foto 1.58-b), şehir içerisinden kapalı bir kanal

ile geçirilerek şehrin güneyinde Oklu Dere olarak, Maraş Ovası'nda akış gösteren Aksu Çayı'na dökülür.

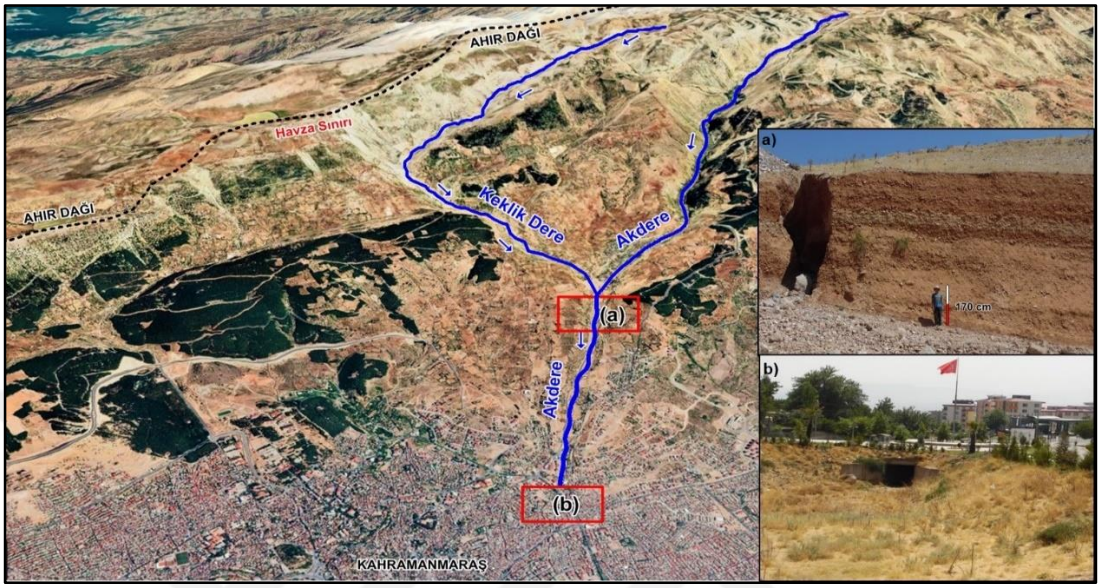


Foto 1. 58: Ahırdağı'ndan Kaynağını Alarak Kahramanmaraş Şehir Merkezine İnen Akdere ve Keklik Dere

Maraş Ovası'ndaki eğim değerlerinin 0^o ile 2^o arasında çok düşük değerlerde olması nedeniyle dolayı Aksu Çayı burada geniş menderesler çizerek akar (Foto 1.59, a-b). Ova tabanındaki bu bölge, özellikle yağışların çok olduğu kış ve ilkbahar mevsimlerinde Sır Barajı'nın su seviyesinin yükselmesine bağlı olarak tamamen sular altında kalırken yaz ve sonbahar aylarında ise barajın su seviyesindeki alçalmaya bağlı olarak bölge tamamen kara haline gelmektedir.

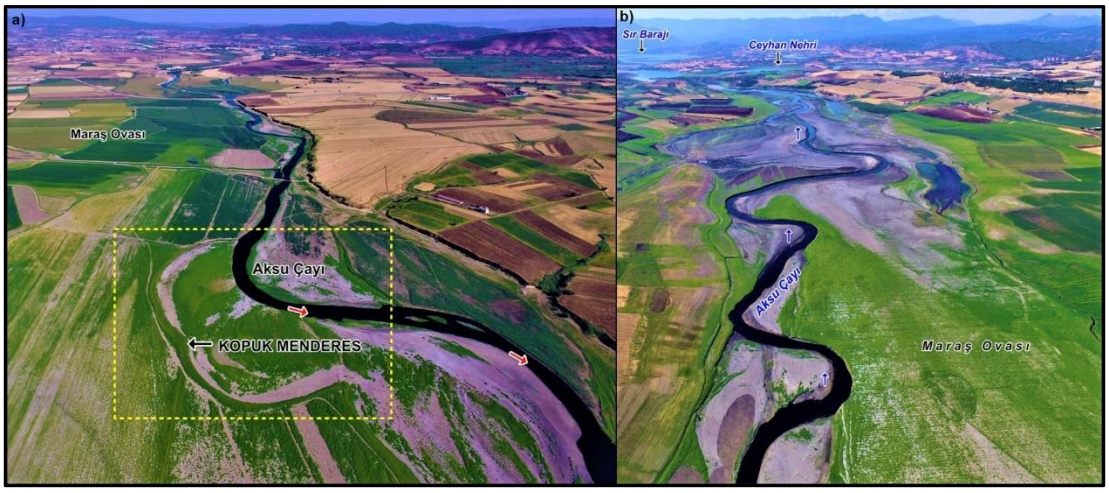


Foto 1. 59: Maraş Ovası'nda Menderesler Çizerek Akış Gösteren Aksu Çayı

Havza içerisinde yüksek eğimli alanların bulunduğu bir diğer bölgeyi ise havzanın güneybatı kesiminde yer alan ve Aksu Çayı'nın önemli kollarından biri olan Deliçay havzasının yukarı çığırında kalan dağlık alanlar oluşturur. Yüksek dağlık ve eğimli alanlardan kaynağını alan dereler doğrudan Deliçay vadi tabanına ulaşır. Bu dereler aşağı çığırda yer alan birçok yerleşme için ciddi sel ve taşkın riski oluşturmaktadır. Özellikle Dönüklü Dere ve Kırıksırlık Dere ve Kümperli Deresi havzanın güneybatısında yer alan yüksek dağlık ve eğim değerlerinin oldukça yüksek olduğu yamaçlardan beslenir. Özellikle yağışların yüksek olduğu kış ve ilkbahar aylarında bu dereler, aşağı çığırda eğim değerlerinin birden düştüğü ve vadi derinliğinin azalmasına bağlı olarak zaman zaman sel ve taşkın olaylarına neden olmaktadır. Devlet Su İşleri (DSİ) 20. Bölge Müdürlüğü tarafından bu dereler üzerine sel ve taşkınlarını önlemek amacıyla birçok tersip bentleri inşa edilmiştir (Foto 1.60).

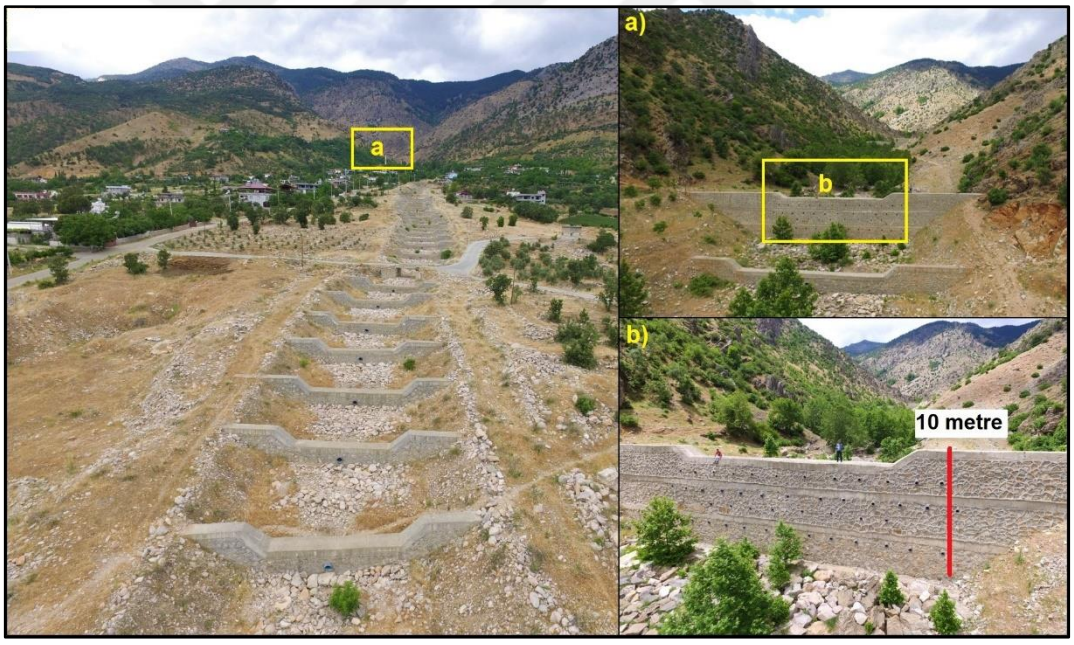


Foto 1. 60: Kırıksırlık Deresi Üzerinde İnşa Edilen Tersip Bentleri (Fatihler Köyü)

Havzanın güneybatı kesiminde yer alan önemli yükseltilerden biri olan Çatalkaya Tepesi (1964 m)'nin zirvesine yakın kesimlerden kaynağını alan Sarımsaklık Dere, Fındıcak Dere, Karamehmet Dere, Doğantaşlık Tepe'nin hemen doğusunda birleşerek Kırıksırlık Dere olarak akışına devam eder ve 660 metre yükseltideki Deliçay'a dökülür. Kırıksırlık Dere, Doğantaşlık Tepe ile Kale Tepe arasındaki dar ve derin vadilerden geçtikten sonra birden yükselti, eğim ve vadi

derinliğinin azaldığı geniş bir birikinti yelpazesine açılır. Derenin bu birikim alanına açılmadan hemen öncesinde vadinin iyice daraldığı yerde inşa edilmiş ve yüksekliği 10 metreye ulaşan büyük tersip bentleri yer alır. Sel ve taşkın açısından oldukça riskli olan bu birikinti yelpazesi alanı içerisinde akış gösteren Kırıksırlık Dere yatağının hemen kıyısında Fatihler Köyü'ne ait yerleşmeler yer almaktadır (Foto 1.60). Havzanın Bu bölgede eğimin yüksek olduğu diğer alanlar ise Kırıksırlık Dere'nin birkaç km mesafede batısında yer alan Dönüklü Dere havzasında içerisinde yer alır. Havzanın batı sınır çizgisinin geçtiği ve bölgenin önemli yükseltilerinden olan Kemaldede Tepe (1894 m) ve Çatalkaya Tepe (1964 m)'nin zirvelerine yakın yerlerdeki yüksek ve eğimli alanlardan kaynağını alan Çatalkaya Dere ile Ancakkaya Dere, birleşerek Dönüklü Deresi ismi ile 720 metre yükseklikte bulunan Deliçay vadisine dökülür. Kırıksırlık Dere'de olduğu gibi Dönüklü Dere'nin yatağı üzerinde birçok tersip bentleri inşa edilmiştir. Dönüklü Dere yatağının her iki kıyısında Fatih Kasabası'na ait yerleşim alanları yer alır (Foto 1.61).

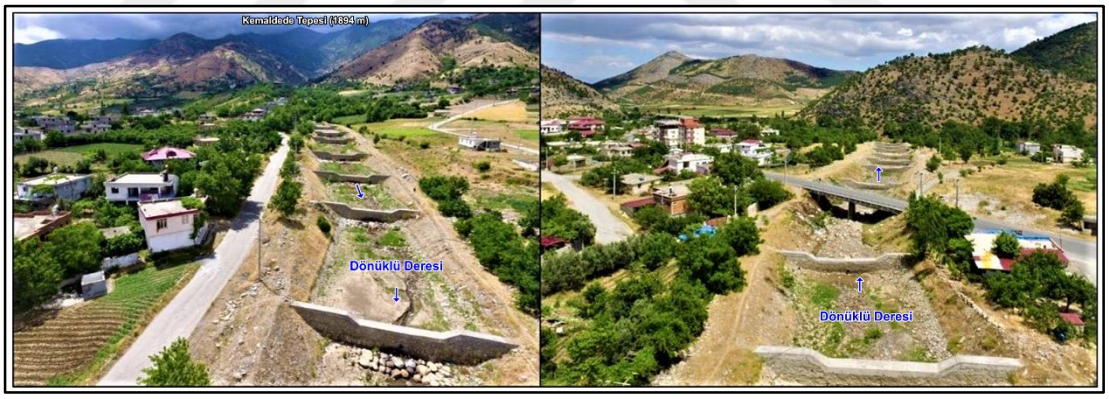


Foto 1. 61: Dönüklü Dere Yatağında İnşa Edilmiş Olan Tersip Bentleri

Bölgedeki yüksek dağlık ve eğimli yamaçlardan kaynaklanan tüm dereler Deliçay'a dökülür. Eğimli yamaçlardan gelen dereler tarafından getirilen malzemeler, Deliçay'ın vadi tabanında alüvyal dolgulardan oluşan düzlükler oluşturmuştur. Bu düzlükler yöre halkı tarafından tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Güneybatı-kuzeydoğu yönünde akış gösteren Deliçay, Maraş Ovası'na açıldığı yerde Sökümburnu Tepesi (638 m)'nin hemen batısında kendisi ile aynı yönde akış gösteren Orçan Çayı ile birleşir ve akışına yine Deliçay olarak devam eder. Maraş Ovası'na 540 metre yükseltiden giriş yapan Deliçay, yüksek ve eğimli yamaçların yer aldığı yukarı

çığırdaki alanlardan getirdiği malzemeleri, ova tabanında biriktirdiği geniş bir taşkın alanı yer alır (Foto 1.62). Sık sık bölgede taşkınların meydana gelmesinden dolayı yöre halkı tarafından "Deliçay" ismi verilen bu akarsu, geçmişte birçok kez özellikle ovada yer alan tarım alanlarına taşkınlarla büyük zarar vermiştir.

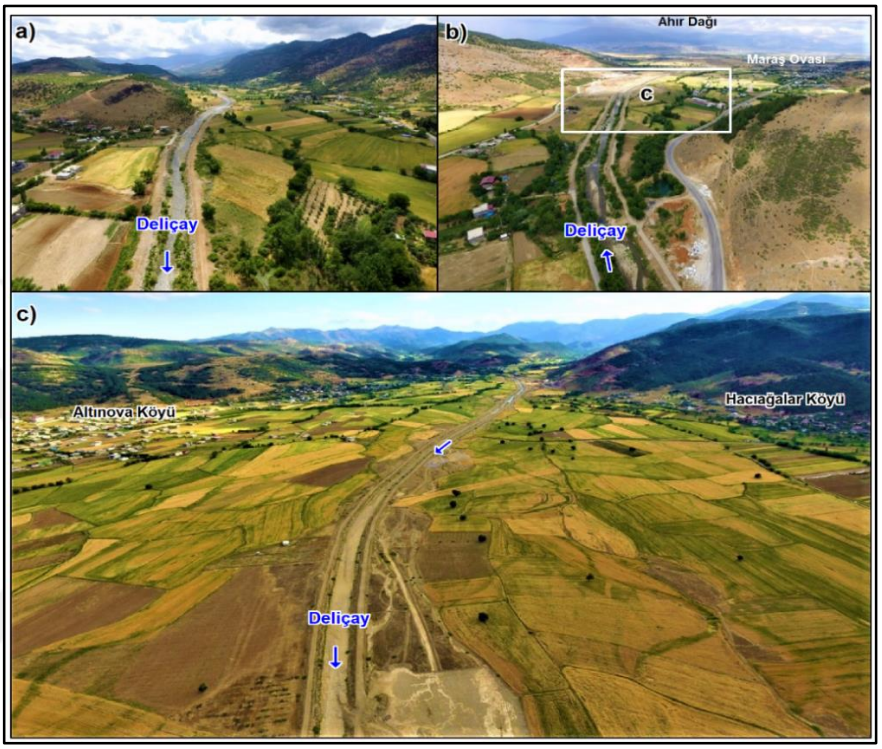


Foto 1. 62: Maraş Ovasına Açılan Deliçay ve Taşkın Yatağı

Geçmişte Deliçay üzerine yapılan iki farklı köprü günümüzde bugünkü Deliçay'ın akış gösterdiği vadisinden uzakta ve iki kuru köprü halinde kalmıştır. Bu durum Deliçay'ın ova tabanında birçok kez yatak değiştirdiğini göstermektedir. Yaşanan taşkınlar sonucunda köprüler alüvyal dolgular içerisinde kalmıştır (Foto 1.63).



Foto 1. 63: Geçmişte Deliçay Üzerine Kurulmuş Olan ve Deliçay'ın Yatak Değiştirmesi ile Boşa Çıkan Köprüler

Havza güneybatı kesiminde eğim değerlerinin yüksek olduğu bölgelerden biri de İmalı Dere ve Kar Dere havzalarının yukarı çığırındaki alanlardır. İmalı Deresi, Türkoğlu ilçe merkezinin güneybatısında bulunan İmalı Köyü'nün batısında bulunan ve bu bölgedeki havzanın güneybatı sınırının da geçtiği Kocadaz Tepe (1649 m) ve Eşekçibeli Tepe (1302 m)'nin doğu yamaçlarındaki Akdere, İliburun Dere, Suçatı Deresi, Aptal Dere ve Kengercik Dere'nin sularını toplayarak İmalı Köyü'nün hemen güneyinde, İmalı Deresi ismi ile bu bölgenin tüm akarsularını drene eder. İmalı Deresi, kuzeydoğu yöndeki akışına devam ederek Türkoğlu ilçe merkezinin içinden geçerek Kılılı Mahallesi yakınlarında Aksu Çayı'na dökülür. İmalı Deresi üzerinde 1995 yılında Kızıliniş Gölet inşa edilmiştir. Bu göletin hemen kuzeyinde yer alan İmalısivrisi Tepesi (1348 m)'nin özellikle güney-doğu yamaçlarında eğim değerleri oldukça yüksektir (Foto 1.64-a). Bu eğimli yamaçlardan doğan dereler, Kızıliniş Göleti'nin mansap kısmından aşağıda kalan bölgede İmalı Deresi'ne katılır. Bu bölgede eğimli yamaçlardan gelen derelerin taşıdığı malzemeler, İmalı Deresi'nin yatak eğimin azalmasına bağlı olarak burada vadi tabanında yer yer alüval dolgu düzlükleri görülür. Bu düzlükler bölge halkı tarafından tarım arazileri olarak kullanılmaktadır (Foto 1.64-b).

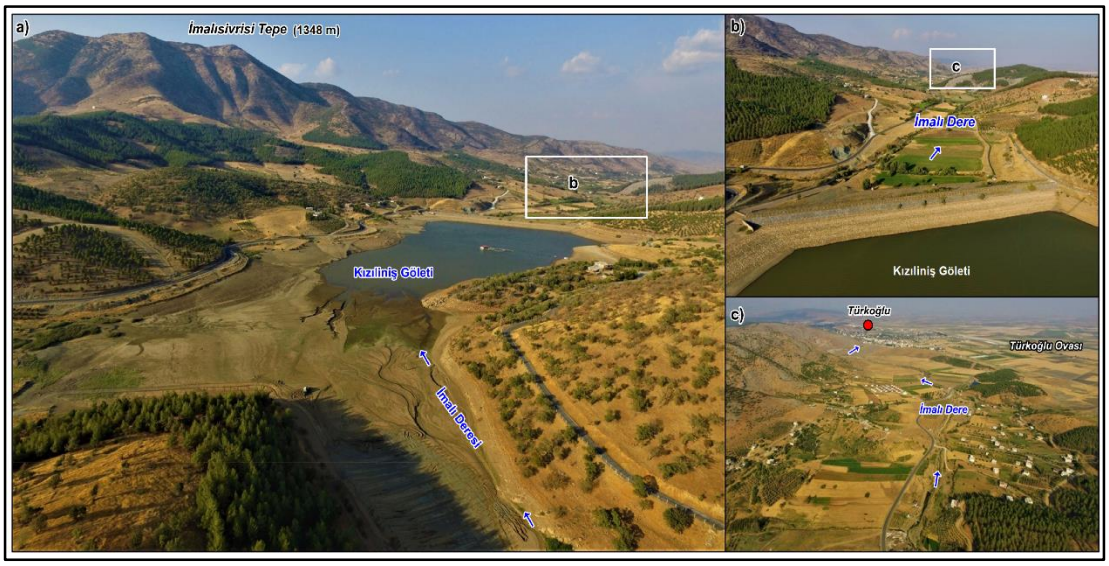


Foto 1. 64: İmalı Deresi ve Üzerinde İnşa Edilen Kızıliniş Göleti

Özellikle İmalı Deresi'nin yukarı çığırındaki yüksek ve eğimli yamaçlarda beslenen birçok yan kol tarafından Kızıliniş Göletine yoğun bir sediment taşınımı vardır (Foto 1.64-a).

İmalı Deresi'nin hemen güneyinde bulunan ve aynı zamanda komşu havzası olan Kar Deresi havzası, havzanın bu gölgedeki eğimli alanların yer aldığı bölgelerden birini oluşturur. Kar Deresi, havzanın güneybatıda su bölümü çizgisinin geçtiği Çataluç Tepe (1436 m), Kamalak Tepe (1630 m), Bakacak Tepe (1530 m) ve İncebel Tepe (1270 m) gibi yüksek tepelerin kuzey-doğu yamaçlarından beslenir. Bu dağlık alanların kuzey-doğu yamaçlarındaki Mehen Dere, Kayadibi Dere, Çamrak Dere, Yıldırcın Dere gibi birçok dere, Dedeler Köyü'nün hemen güneyinde birleşerek Kar Dere ismi ile akışına devam eder. Güneybatı-kuzeydoğu yönünde akış gösteren Kar Dere, yüksek ve eğimli yamaçlardan tüm yan kolları toplayarak, Türkoğlu ilçesine bağlı Şekeroba mahallesi içerisinden geçerek burada kanala alınır ve bu kanal üzerinden doğuda yer alan Türkoğlu (Sağlık) Ovası'na iner. Ova tabanına inmeden önce, Kar Dere üzerinde suyun akış hızı ve malzeme taşınımını kontrol amacıyla çok sayıda tersip bentleri inşa edilmiştir (Foto 1.65-a-b-c).



Foto 1. 65: Kar Dere ve Üzerinde İnşa Edilmiş Olan Tersip Bentleri

Kar Dere, yukarı çığırdan getirdiği yoğun miktardaki malzemenin Türkoğlu Ovası'na döküldüğü yerde geniş bir birikinti yelpazesi oluşturmuştur. Şekeroba mahallesi tam olarak bu yelpaze üzerine kurulmuş olup günümüzde Kar Dere'nin yatağının her iki kıyısında yerleşmeler yer alır (Foto 1.65 –c).

Havza içerisinde eğim değerlerinin 0^o-2^o arasında değiştiği en düşük eğimli alanları havza içerisinde yer alan Maraş Ovası, Narlı Ovası ve Türkoğlu (Sağlık) Ovası oluşturur (Foto, 1.66- Foto, 1.67). Havzanın önemli birikim alanlarını oluşturan bu bölgeler aynı zamanda havza içerisindeki önemli sulu tarım alanlarını oluşturur. Ovalık alanların hepsinde genel olarak düşük eğimde dolayı drenaj problemleri yaşanmasından dolayı ova tabanlarında çok sayıda kurutma kanalları yer almaktadır. Özellikle kurutma kanalları en yoğun olarak Türkoğlu (Sağlık) Ovası'nda bulunan Gavur Gölü Bataklığının bulunduğu alanda yer almaktadır (Foto 1.67-a-b).

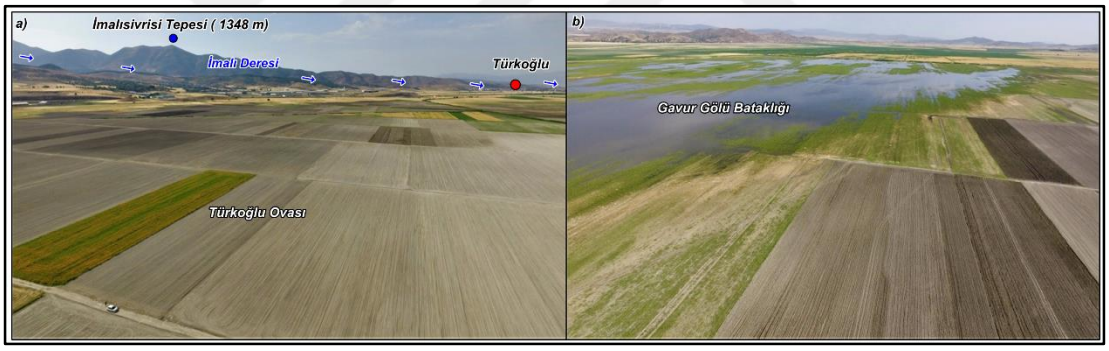


Foto 1. 66: Türkoğlu (Sağlık) Ovası ve Gavur Gölü Bataklığı

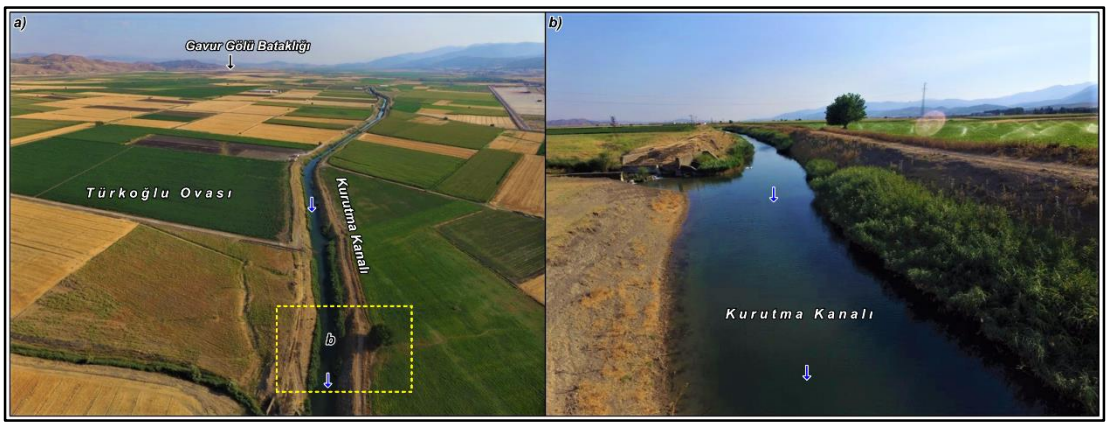


Foto 1. 67: Gavur Bataklığı ve Türkoğlu Ovası'nda Açılan Kurutma Kanalları

1948 yılı hava fotoğrafları üzerinden yapılan incelemelerde burada kurutulmadan önce bu bataklık sahasında 55,8 km^2'lik bir gölün yer aldığı hesaplanmıştır (Gürbüz vd; 2003:3). Buradaki bataklık kurutma işlemine ilk olarak 1949 yılında başlanmıştır (DSİ, 1967:1). Bataklık alanında 5 metre genişliğinde ve 20.00 m^3/sn taşıma kapasitesine sahip ana kurutma kanalı yapılmıştır (Foto 1.67-a-b). Bu kanaldaki akış eğimi oldukça düşük olup 0.0002'dir (Okumuş, 2010:68). Bu ana kurutma kanalına ek olarak birçok yan kurutma kanalları açılmış olmasına rağmen bu bataklık alanı hala kurutulabilmiş değildir. Hala yağışın çok olduğu dönemlerde bu bölgede hala eski bataklık alanında sular birikmeye devam etmektedir (Foto 1.66-b).

Maraş ve Narlı Ovalarında eğim değerlerinin 0^o-2^o gibi düşük eğim değerlerinden dolayı Aksu Çayı, geniş taşkın yatakları oluşturmuştur. Bu taşkın yatağı içerisinde Aksu Çayı örgülü bir yatak deseni oluşturur ve mevsimlik akım değerlerine göre sık sık yatak değiştirir (Foto 1.68-a).

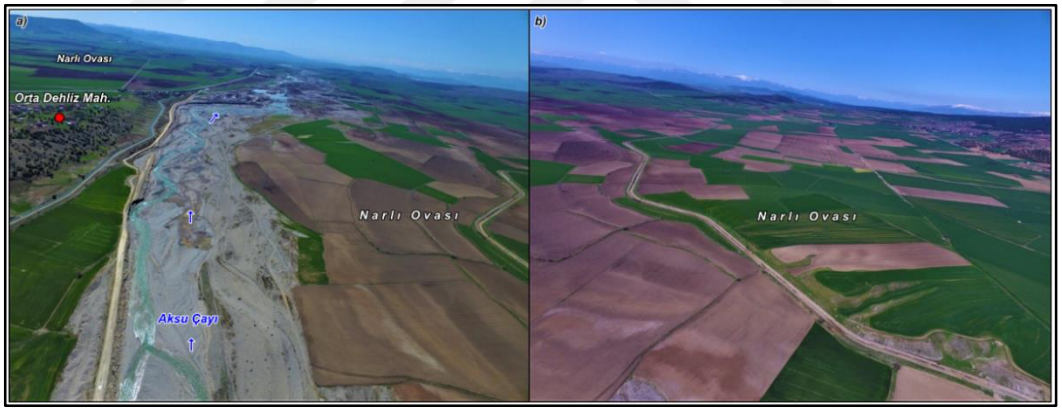


Foto 1. 68: Narlı Ovasında Akış Gösteren Aksu Çayı



Foto 1. 69: Maraş Ovasında Akış Gösteren Aksu Çayı ve Deliçay

Özellikle sık sık ova tabanında taşkınlara neden olması nedeniyle bazı akarsular için a yatak ıslah çalışmaları yapılmıştır. Maraş Ovası'nda özellikle Deliçay, sahip olduğu geniş taşkın alanı kaya dolguları ile iyice daraltılarak adeta bir kanal sistemi içerisine alınmış ve Maraş Ovası'nda bu yatak içerisinde akış göstererek Sır Barajı'na dökülmeden hemen öncesinde Aksu Çayı ile birleşir (Foto 1.69-b).

1.2.3. Bakı Özellikleri

Bir akarsu havzası içerisinde yer alan dağlık alanların yükselti ve eğim özellikleri yanında bu dağlık alanların uzanış doğrultularından kaynaklanan bakı etkisi de su yönetimi açısından incelenmesi gereken önemli jeomorfolojik özelliklerden birini oluşturur. Bakı, genel olarak bir yamacın güneş ışınlarını alma durumu veya güneş ışınlarına göre konumu olarak tanımlanabilir (Atalay, 2004b:42). Bir bölgenin enerji bütçesi açısından oldukça önemli olan bakı, bazı çalışmalarda ise bir *"dağın eğimli yüzeyinin bakmış olduğu yön"* olarak da tanımlandığı görülmektedir (Ackerman and Knox, 2015:70). Akarsular açısından düşünüldüğünde bakı, bir bölgedeki sıcaklık ve yağış miktarı üzerinde etkili olarak, o bölgedeki akarsu akımları üzerinde etkili rol oynar. Özellikle nemli rüzgarlara dönük yamaçlar, diğer yamaçlara göre daha fazla yağış alacağından dolayı, bu yamaçlardaki akarsuların akım değerleri daha yüksektir (Hoşgören, 1992:72). Dağların nemli hava kütlelerine dönük olan yamaçlar, yamaçların dikliği, yüksekliği ve sürekliliği oranında çok yağış alırlar (Erol, 1993:221). Özellikle dağlık alanlarda yağış miktarının dağılışı ile bölgenin bakı şartları arasında sıkı bir ilişki görülür. Orta enlemlerde nemli hava kütlelerine bakan yamaçlar ile diğer kuytu yamaçlar arasında yağış miktarı açısından önemli farklar görülür (Türkeş, 2010:378).Diğer yandan bir bölgeye koşut güneş ışınlarının çeşitli yamaç eğimleri ve yamaçların dönük olduğu yöne göre yere çarpma açıları değişir. Yer şekillerinin bu özelliklerinden dolayı aynı bölgede yerel ısınma farkları ortaya çıkar. İşte yer şekillerinden dolayı ortaya çıkan bu ısınma farklılıkları, o bölgenin bakı özellikleri ile açıklanabilir (Türkeş, 2018:48). Örneğin Kuzey Yarım Küre'de dağların güneye bakan yamaçları, kuzeye bakan yamaçlarına göre daha fazla güneş ışınlarına maruz kaldığından dolayı buralarda güney yamaçlarda sıcaklık daha yüksektir. Güney yamaçlarda alınan güneş enerjisi daha fazla olması nedeniyle buralarda buharlaşma daha fazla ve topraktaki nem ise daha azdır (Ackerman and Knox, 2015:70). Örneğin

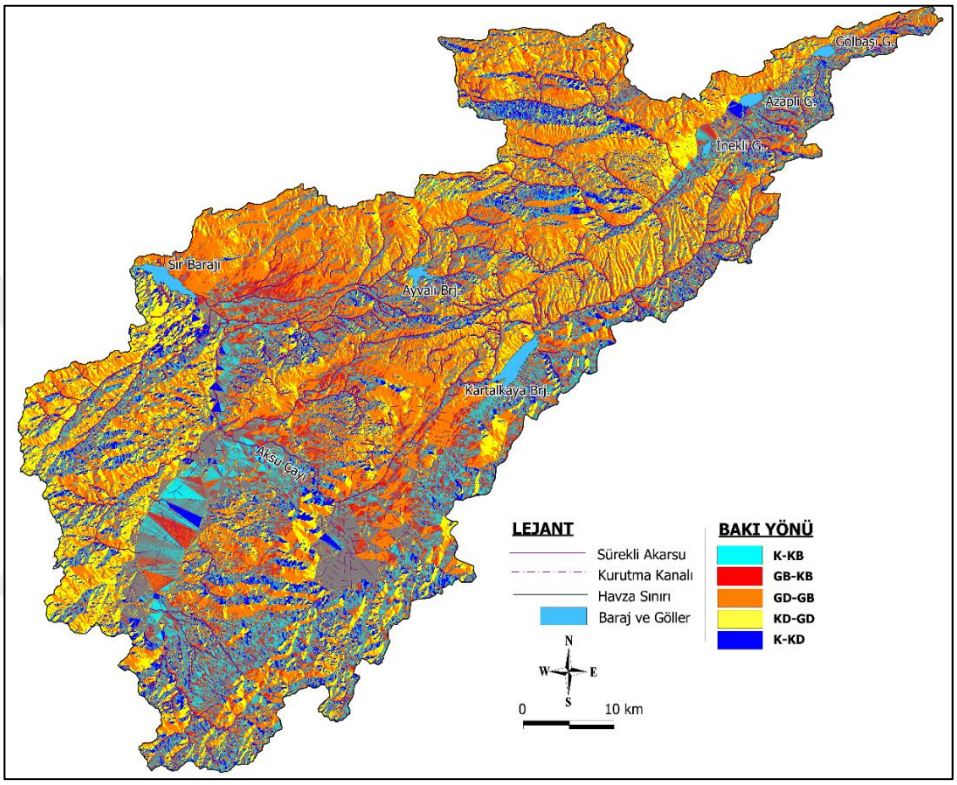
ülkemizde özellikle kış mevsiminde kar yağışı sonrasında dağların güneye bakan yamaçlarında yer alan karlar, sıcaklığın etkisi ile daha çabuk eriyerek akarsuların akımı üzerindeki daha erken sürede etkisi görülür. Ancak diğer yanda kuzey yamaçlardaki karlar ise sıcaklığın bu yamaçlarda daha düşük olmasından dolayı daha geç erir ve kar erimelerinin akarsu akımları üzerinde etkileri daha geç sürede görülebilir. Bunun yanında güney yamaçlardaki sıcaklığın daha yüksek olmasından dolayı dağların bu yamaçlarındaki buharlaşmanın daha fazla olması ve topraktaki nemin ise daha düşük olması yağışlar sonrası suyun toprağa sızması üzerinde olumlu etki yaparak akarsuların bu yamaçlarındaki akımlar üzerinde az da azalmaya neden olabilir.

Bakı, bir bölgedeki toprak ve bitki dağılışı üzerinde de etkilidir. Dağların kuzey ve güney yamaçlarında, güneşten gelen farklı radyasyon nedeniyle her iki yamaç arasında adeta farklı iklim özellikleri görülür. Örneğin Kuzey Yarım Küre'de yüksek enlemlerde dağların güneşe bakan güney yamaçları, daha alçak enlemlerdeki düz alanlarda yetişen bitkileri barındırabilirken diğer yandan dağların kuzeye bakan yamaçlarında ise daha kuzeyde yer alan düz alanlardaki bitki türleri görülebilmektedir. Bakı şartlarından dolayı yaşanan bu olaya ise *"istasyon değiştirme kaidesi"* denmektedir (Atalay, 2008:68). Bu bitkilerin yetişme üst sınırları, türleri ve türlerin boyu, yaprak yapısı hatta yaprağını döküp dökmemesi gibi birçok etmen yağışların intersepsiyon oranlarını da belirler. Dolayısıyla bir akarsu havzasındaki bir dağlık alanın kuzey ve güney yamaçları arasındaki akarsu akımları, suların sızma oranları ve erozyon olayları gibi birçok durum bakının doğrudan ve dolaylı etkisine göre şekillendiği söylenebilir.

Bakı özellikleri örneğin ülkemizde dağların güneye bakan yamaçları daha sıcak ve kuzeye bakan yamaçları ise daha serindir şeklinde bir matematik konum etkisi olarak genel bir kural olarak söylenebilir. Ancak yağış için bu şekilde dağların kuzey ve güney yamaçları arasındaki yağış dağılış ilişkileri konusunda bir genelleme yapılamaz. Çünkü her bölgedeki dağların denize göre konumu ve bölgedeki yerel rüzgarların hangi yönden estiği sorusunun cevabı çok değişkenlik gösterir. Örneğin Akdeniz bölgesinde Toros Dağlarının güney yamaçları daha fazla yağış alırken, Karadeniz'de ise Kuzey Anadolu Dağlarının kuzey yamaçları daha fazla yağış alır. Bu

nedenle su yönetimi açısından yer şekillerinin bakı özellikleri değerlendirilirken her akarsu havzasının kendi özel coğrafi şartları dikkate alınarak su yönetimi planlamaları ona göre yapılmalıdır.

Aksu Çayı Havzası'nın bakı özelliklerinin dağılışı harita 1.35'te gösterilmiştir.



Harita 1. 35: Aksu Çayı Havzası'nın Bakı Özelliklerinin Dağılışı (Harita Genel Komutanlığı'nın 1/ 25 000 Ölçekli Topografta Haritalarındaki İzohipsler Üzerinden Oluşturulmuştur).

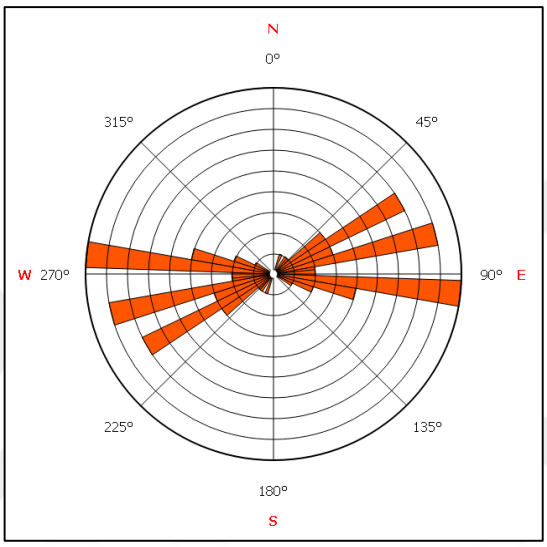
Tablo 1. 16: Aksu Çayı Havzası'nın Oluşturan Yamaçların Bakı Yönlerine Göre Dağılımları

Yönler	Toplam Alan (km²)	Yüzde Oran (%)
K-KB	347.7	10.1
GB-KB	694.6	20.1
GD-GB	979.6	28.3
KD-GD	1005.7	29.1
K-KD	429.4	12.4
Toplam	3457.0	100.0

Havza içerisinde yer alan yamaçların bakı yönlerinin dağılış oranlarına baktığımızda yamaçların en fazla dönük olduğu yönler, % 29.1 ile KD-GD, % 28.3 ile GD-GB, % 20.1 ile GB-KB olduğu görülür. Diğer yandan % 12.4 ile K-KD ve %

10.1 ile K-KB yönleri ise havzadaki yamaçların en az dönük olduğu bakı yönlerini oluşturur (Tablo 1.16).

Havzadaki bakı yönlerini dağılışı üzerinde etkili olan faktörlerin başında dağlık alanların antiklinal eksenlerinin açısal yönelimleri gelir. Havzada yer alan dağlık alanların açısal yönelimleri şekil 1.16'da verilmiştir.



Şekil 1. 16: Havzada Yer Alan Dağlık Alanların Antiklinal Eksenlerinin Açısal Yönelimleri

Havzadaki dağlık alanların antiklinal eksenlerin açısal yönelimlerine bakıldığında genel olarak GB ve KD yönünde uzandığı görülmektedir (Şekil 16). Bu yüzden dağlık alanlardaki akarsular, antiklinal eksenlerinden itibaren genel olarak kuzey ve güney yönlerinde akışa geçmelerine neden olmuştur. Ancak havzanın kuzey sınırını oluşturan Ahır Dağı ve Engizek Dağı gibi önemli dağlık alanların kuzey yamaçların havza sınırları dışında yer alması nedeniyle bu yöndeki yamaçların daha az yer almasına neden olmuştur (Tablo 1.16).

Bakı özelliklerinin o bölgedeki yağışlar üzerindeki etkisinin daha iyi analiz edilebilmesi için o bölgedeki hakim rüzgar yönünün de belirlenmesi önemlidir. Çünkü dağlarının uzanış doğrultuları, bölgedeki sıcaklığın dağılışı üzerindeki etkisi hakkında genel bir değerlendirme yapılmasına imkan verebilirken, yağış özellikleri hakkındaki değerlendirmeler için o bölgedeki nemli hava kütlelerini getiren hakim rüzgar yönünün bilinmesi gerekir. Çünkü bir bölgedeki orografik yağış şartlarını, dağların uzanış doğrultusu ile hakim rüzgarların yönü arasındaki ilişki belirler.

Bir yerin hakim rüzgar yönünün belirlenmesinde temel olarak rüzgarın hangi yönden ne kadar esmiş olduğu sayılar esas alınır. Bu esme sayıları üzerinden çizilen rüzgar gülleri, o bölge için hakim rüzgar yönünü ortaya koyabilir. Bir yerin hakim rüzgar yönü geometrik olarak hesaplanabileceği gibi birçok farklı formüller üzerinden de hesaplanabilir. Bu yöntemlerden biri ise Rubinstein yöntemidir. Bu yöntemde hakim rüzgar yönünün belirlenmesinde saat yönündeki birbirini takip eden yönlere ait esme sayılarının belli özelliklere sahip bir dizin oluşturması beklenir. Bu dizinlerde üçüncü dizin, birinci dizinden, ikinci dizin ise dördüncü dizinden daha büyük olmalıdır. Ayrıca ikinci dizin ile üçüncü dizinlerin toplamı toplam esme sayılarının en az % 25'ini oluşturmalıdır (Avcı, 2020:215).

Aksu Çayı Havzası sınırları içerisinde yer alan Kahramanmaraş şehir merkezi ve Gölbaşı (Adıyaman) ilçesine ait meteoroloji istasyonları verileri üzerinden istasyonlara ait Rubinstein yöntemine göre istasyonların hakim rüzgar yönleri hesaplanmıştır (Tablo 1.17, Tablo 1.18).

Tablo 1. 17: Kahramanmaraş Rüzgar Esme Sayıları (1951-2014)

	Kahramanmaraş Rüzgar Esme Sayıları (1951-2014)								
Yönler	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	Toplam
Esme Sayıları	8.5	9	3.7	3.4	4.5	4.8	4.8	3.6	(%) 100
Yönler	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	
Esme Sayıları	4.1	5.7	4.3	3.6	6.7	11.3	15.1	7	
Dizin					***n1***	***n2***	***n3***	***n4***	

Tablo 1. 18: Gölbaşı (Adıyaman) Rüzgar Esme Sayıları (1984-2014)

	Gölbaşı (Adıyaman) Rüzgar Esme Sayıları (1984-2014)								
Yönler	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	Toplam
Esme Sayıları	2.4	22.7	2.6	10.3	2.1	7.1	1.8	8.3	(%) 100
Dizin	***n1***	***n2***	***n3***	***n4***					
Yönler	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	
Esme Sayıları	0.6	6.5	1.3	12.5	1.8	6.8	1.5	11.6	

İstasyonlara ait esme sayıları Rubinstein dizin kuralına göre incelendiğinde Kahramanmaraş istasyonunda birinci dizin NE'den başladığı görülürken Gölbaşı

istasyonunda ise NNW'den başladığı görülmüştür. Bu yönteme göre hakim rüzgar yönünün hesaplanmasında aşağıda verilen formül kullanılır (Avcı, 2021:215).

$$x_{max} = 1 + \frac{n3 - n1}{(n3 - n1) + (n2 - n4)}$$

Formülde ***(X_{max}):*** Hakim rüzgar yönünü, ***(n1-n2-n3-n4):*** ise dizin sayılarını göstermektedir. Bu formüle göre havza içerisindeki istasyonlara ait hakim rüzgar yönü hesaplamaları tablo 1.19'da verilmiştir.

Tablo 1. 19: Kahramanmaraş ve Gölbaşı İstasyonlarına Ait Rubinstein Yöntemine Göre Hakim Rüzgar Yönlerinin Hesaplanması

Gölbaşı İstasyonu	**NNW**	**N**	**NNE**	**NE**
	2.4	22.7	2.6	10.3
	n1	*n2*	*n3*	*n4*

(X_{max}): 1+ [n3-n1)] / [(n3 – n1) + (n2- n4)]

(X_{max}): 1+ [2,6 - 2,4)] / [(2,6 - 2,4) + (22,7 + 10,3)]

(X_{max}): 1+ (0,2 / 12,6)=1,015

16 yön üzerinden hesaplama yapıldığı için 16 yön arası açı 22,5° olduğundan sonuç 22,5 ile çarpılır.

(X_{max}): 22,5 . 1,015= 22,8

n1: NNW yönünden başladığı için NNW'den 22,8°, saat yönünde gidilerek hakim rüzgar yönünün açısal değeri belirlenmiş olur.

K.Maraş İstasyonu	**WSW**	**W**	**WNW**	**NW**
	6.7	11.3	15.1	7
	n1	*n2*	*n3*	*n4*

(X_{max}): 1+ [n3-n1)] / [(n3 – n1) + (n2- n4)]

(X_{max}): 1+ [15,1 – 6,7)] / [(15,1 – 6,7) + (11,3 + 7)]

(X_{max}): 1+ (8,4 / 12,7)=1,661

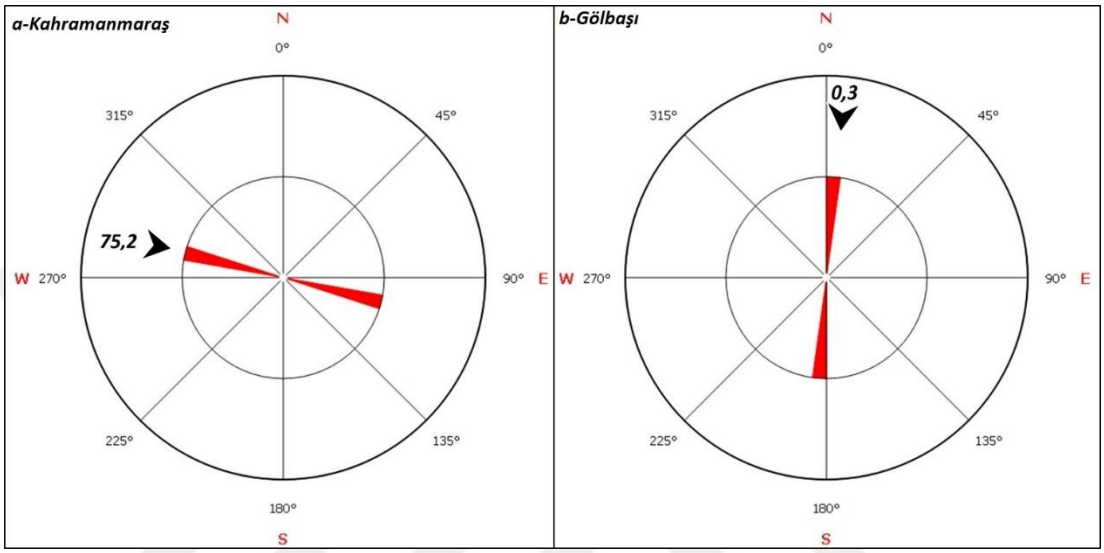
16 yön üzerinden hesaplama yapıldığı için 16 yön arası açı 22,5° olduğundan sonuç 22,5 ile çarpılır.

(X_{max}): 22,5 . 1,661= 37,3

n1: WSW yönünden başladığı için WSW'den 37,3°, saat yönünde gidilerek hakim rüzgar yönünün açısal değeri belirlenmiş olur.

Rubinstein yöntemine göre Kahramanmaraş ve Gölbaşı istasyonlarına ait hesaplanan hakim rüzgar yönleri *GeoRose* uygulaması yardımıyla oluşturulan şekiller ile açısal olarak gösterilmiştir (Şekil 1.17).

.



Şekil 1. 17: Kahramanmaraş ve Gölbaşı İstasyonlarına Ait Hakim Rüzgar Yönlerinin Açısal Değerleri

Kahramanmaraş meteoroloji istasyonun ait hakim rüzgar yönüne bakıldığında 75,2º Kuzeybatı yönü olduğu görülmektedir. Gölbaşı istasyonunun hakim rüzgar yönü ise 0,3º Kuzeydoğu yönünde olduğu görülmüştür (Şekil 1.17). Her iki merkezde de kuzey sektörlü rüzgarların hakim olduğu görülmektedir. Hakim rüzgar yönlerinin açısal yönelimleri incelendiğinde bölgedeki yer şekillerinin uzanış yönlerinin hakim rüzgar yönü üzerindeki etkisi açıkça görülmektedir. Havzada yer alan dağlık alanların antıiklinal eksenlerinin açısal yönelimleri ile Kahramanmaraş şehir merkezine ait hakim rüzgar yönü arasında önemli bir benzerlik olduğu görülmektedir (Şekil 1.16-Şekil 1.17). Öte yandan Kahramanmaraş şehir merkezine ait hakim rüzgar yönü aynı zamanda şehre gelen nemli hava kütlelerinin geliş yönü ile genel olarak aynıdır. Gölbaşı istasyonu ise kabaca GB-KD doğrultudunda uzanan tektonik kökenli Gölbaşı Depresyonun'da yer almaktadır. Gölbaşı Depresyonu batısında Erince Dağı'nın uzantısı bulunması nedeniyle buradaki hakim rüzgar yönü ise kuzey olduğu görülmüştür.

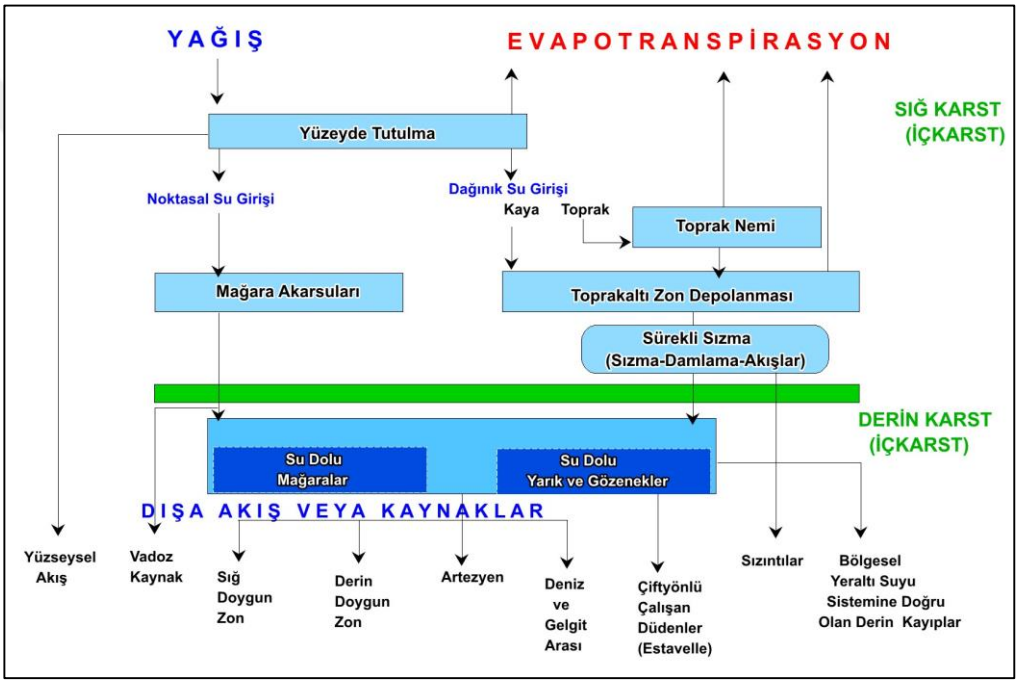
1.2.3.Yüzey Karst Jeomorfolojisi

Karstik araziler, jeomorfolojik anlamda eriyebilen kayaçların suyun çözücü etkisi ile hem yüzeyde hem de yeraltında bozunmasıyla meydana gelen ve kendine özgü yer şekilleri ve drenaj özelliklerine sahip arazilerdir (Jennings, 1971:1). Yaygın olarak kireçtaşı ve dolomit gibi karbonatlı kayaçlarda ve daha dar alanlı olarak ise kaya tuzu, anhidrit ve jips içeren evaporit çökellerde gelişen karstik araziler, genellikle yüzey drenajından yoksun, küçük parçalı şekilde ince bir toprak örtüsüne sahip, içerisinde çok sayıda kapalı depresyon, mağara ve boşluklardan oluşan yeraltı şekiller ağına sahip arazilerdir (Huggett, 2015:391). Karstik arazilerin çoğunda yağışların yeraltına sızması nedeniyle yüzeysel akarsu çok azdır ve bu nedenle buralarda genellikle vadi yoğunluğu azdır. Bu bölgelerde yer yer kör ve çıkmaz vadiler görülür. Bu arazilerde sular genellikle yeraltındaki drenaj sistemlerini takip ederler (Erinç, 2001:96). Karstik arazilerde yüzeysel akış o kadar azdır ki Yugoslav karstında bazı halk dilinde kaynak, dere veya nehir kavramlarını ifade eden kelimeler yoktur (Alagöz, 1944:3).

Karst topografyası morfojenetik bölgelerin aksine iklim özellikleri etkili olmakla birlikte daha ziyade eriyebilen kayaçların varlığına bağlı olarak gelişen bir şekillenme biçimidir (Erinç, 2002:323). Bu özelliği ile karstik araziler, morfojenetik bölgeler içerisinde istisnai alanları oluştururlar. Aynı durum bir akarsu havzası içerisinde su yönetim planlamaları için de geçerli olduğu söylenebilir. Öncelikle karstik arazilerin yoğun olduğu yerlerde bir akarsu havza sınırlarının belirlenmesi zordur. Çünkü karstik sahalarda yer alan karstik aşınım şekillerinden dolin, uvala ve polye gibi kapalı depresyonların varlığı yüzeysel drenaj ağının belirlenmesini güçleştirir. Karstik olmayan arazilerde akarsu havza sınırları doğrudan topografya harita analizleri ile belirlenebilirken karstik sahalarda bu durum biraz daha zordur. Karstik arazilerde yağışın büyük bir bölümün yeraltına sızması ve yeraltı akış sistemleri daha gelişmiştir. Yeraltı akış sistemleri ise yüzeydeki topografyadan bağımsız bir akış göstermektedir (Groves, 2007:46). Karstik arazilerde yeraltı suyu birbirinden bağımsız yeraltı ırmakları olarak, geniş mağara içlerinde yeraltı gölleri ve kalkerler içerisindeki yarık ve çatlak suları şeklinde bulunurlar (Doğan, 1997:47). Yeraltındaki kovuklarda, diaklaz ve çatlaklarda suların birikmesi, litolojik olarak

geçirgen olmayan kayaçlarda da yeraltı suyu ve kaynakların oluşumuna imkan verir. Diaklaz ve boşluk sistemlerinin birbiri ile bağlantılı olmadığı yeraltı suları için genel bir seviye oluşması yerine birbirinden kopuk yer yer yeraltı su depolarının oluşmasına neden olur (Erinç, 2001:87). Bu nedenle karstik alanların su yönetiminde bölgenin iklim özellikleri dışında özellikle karstik arazilerin kendine has morfolojik ve hidrolojik sistemlerin dikkate alınması gerekir (Şekil 1.18.)

Karstik arazilerde gelişen drenaj sistemlerinin işleyişi şekil 1.18'de verilmiştir.

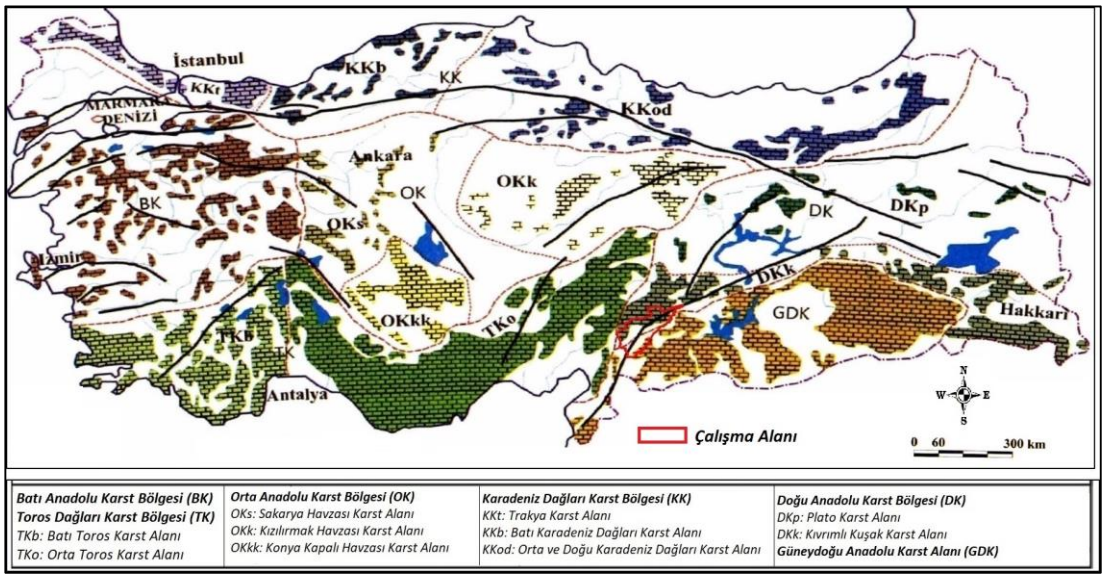


Şekil 1. 18: Karstik Arazilerde Drenaj Sistemi (Ford and Williams, 1989; Huggett, 2015'den düzenlenmiştir).

Karstik arazilerde drenaj sistemlerine dışarıdan su girişleri olan bölgelerde yüzey suları doğrudan yeraltına sızması nedeniyle bu bölgelerde yüzey su potansiyeli oldukça azdır. Buna karşın karstik sistemlerden dışa akış olan bölgelerde ise kaynakların varlığına bağlı olarak su potansiyeli açısından zengin olduğu söylenebilir (Şekil 1.18). Karstik kaynaklar diğer kaynaklara göre su potansiyeli daha yüksektir. Bu nedenle tarihin çok eski dönemlerinden beri Yunanlılar, Persler ve Romalılar gibi birçok uygarlık tarafından şehirlerin içme suları bu kaynaklardan karşılamıştır. Öyleki çok uzak bölgelerdeki bu kaynaklara ait sular, su kemerleri inşa edilerek binlerce yıl boyunca şehirlere taşınmış ve şehirlerin su ihtiyaçları bu şekilde giderilmiştir. Karstik

alanlardaki yeraltı suları, genel olarak beslenme, depolanma ve deşarj süreçlerinin etkisinde olan akiferlerde bulunur. Bu nedenle bu akiferlerdeki su yönetimi mantığı genel olarak bir gölün su yönetimi ile benzerdir. Akiferlerde biriken sular, depolama hacim büyüklüğü ne olursa olsun eğer ki sistemden deşarj edilen su miktarı beslenme alanlarında sisteme giren su miktarından daha fazla ise bu durumda akiferlerin su verimliliği zamanla azalacaktır (Ford and Williams, 2007:441). Öte yandan karstik alanlarda gelişen dolinler, hidrolojik anlamda yüzey sularının derine doğru infiltre olmasında yüzey ile yeraltı arasındaki önemli geçiş ortamlarını oluşturmaktadır. Bu nedenle yerleşim yerlerine yakın yerlerdeki bu alanların çöp depo alanı olarak kullanılması yeraltı sularının kirlenmesi üzerindeki önemli tehdit oluşturmaktadır (Şimşek, 2018: 141) . Bu nedenle karstik arazilerdeki su kaynaklarının yönetiminde bu gibi hususların gözetilmesi önemlidir.

Aksu Çayı Havzası karstik özellikleri bakımından incelendiğinde Nazik ve Tuncer (2010) tarafından belirlenen ülkemizdeki karst bölgelerine göre iki farklı karst bölgesi sınırları içerisinde yer aldığı görülür. Havzanın batısı ve kuzeyi Doğu Anadolu Kıvrımlı Kuşak Karst Alanı (DKk), güneyinde ve doğusunda ise Güney Doğu Anadolu Karst Bölgesi (GDK) özellikleri görülür (Harita 1.36).



Harita 1. 36: Aksu Çayı Havzasının Ülkemizin Karst Bölgelerine Göre Konumu (Nazik ve Tuncer, 2010'dan düzenlenmiştir).

Doğu Anadolu kıvrımlı kuşak karst alanı, Bitlis-Zagros Sütur Zonunda yer alan ve Orta Miyosen'den beri devamlı olarak yükselen ve aynı zamanda kıvrımlanan Güneydoğu Torosların bulunduğu alanda gelişmiştir. Bu alanda paleozoik dönemine ait mermer ve kristalize kireçtaşları ile diğer yandan Jura-Kretase kireçtaşları, yüksek kıvrımlar ve aynı zamanda bindirmeler nedeniyle çoğunlukla 3500-4000 metrelere kadar yükselen bölgede belirgin bir karst taban seviyesi oluşmamıştır. Akarsular tarafından kazılan kıvrımlı kuşak karst alanında genellikle çok dönemli-çok kökenli gelişimi temsil eden karstlaşma gelişmiştir. Bölgede paleo karst ile neo karstik şekiller iç içe geçmiş durumdadır. Tekto-jenetik özellikleri bakımından bölge genelinde orojenik merceksel ve yarılmış karstı andıran karstlaşma görülür. Bölgede karbonatlı kayaçların, karbonatsız kayaçlarla olan stratigrafik konumu nedeniyle çoğu yerde karstik gelişim kesintiye uğramıştır. Bu yüzden bölgede derin ve büyük mağara sistemleri gelişmemiştir (Nazik ve Tuncer, 2010:17).

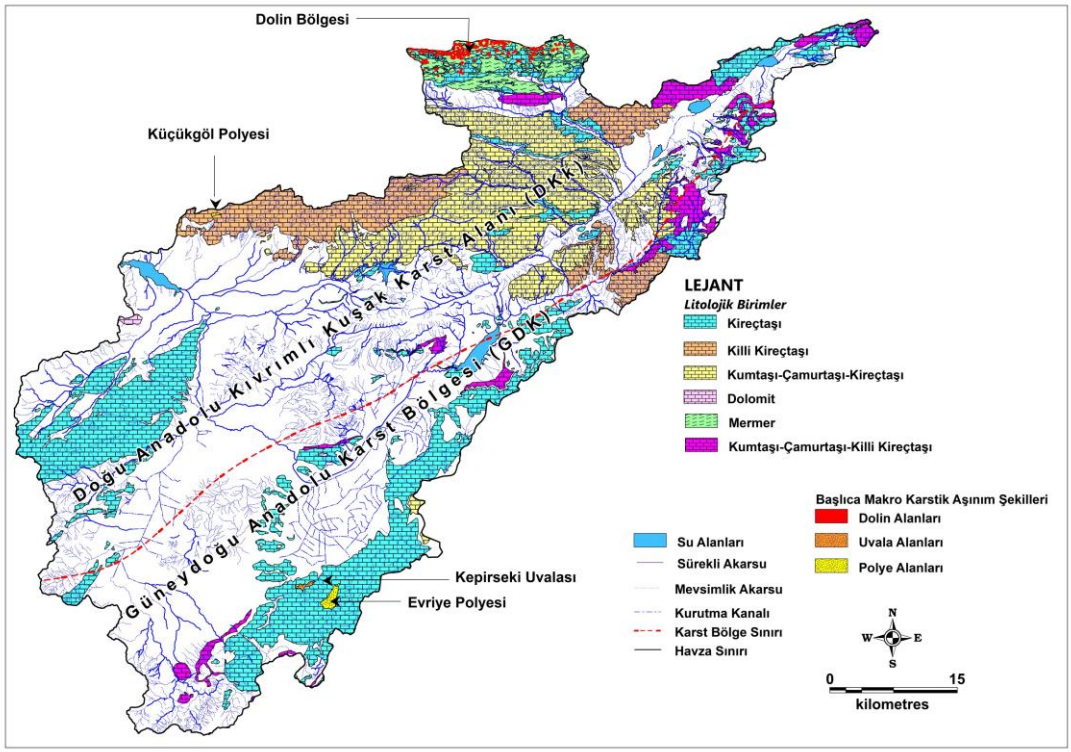
Güneydoğu Anadolu Karst Bölgesi (GDK) ise stabil yatay yapılar üzerinde bulunan Eosen ve Miyosen dönemine ait karbonatlı kayaçların bulunduğu alanlarda gelişmiştir. Akarsular tarafından derince yarılan yatay yapıların genelinde görülen karst daha çok plato karakterlidir. Tekto-jenetik özellikleri açısından orojenik-epirojenik tubüler karst karakterine benzer bir karstlaşmanın gerçekleştiği bölgede Eosen kireçtaşlarının bulunduğu alanlarda yoğun ve derin bir karst gelişirken Miyosen karbonatlarında ise daha çok sığ yüzey karstı gerçekleşmiştir. Karstlaşmada akarsular tarafından derince açılan boğaz vadilerin etkili olduğu paleo ve neo karstik şekiller birbirine karışmış durumdadır. Akarsu seviyelerine bağlı olarak derin vadi kenarlarında çok katlı mağaralar ve karstik kaynaklar oluşmuştur. Diğer yandan vadilerin yukarı yamaçlarında ise diyaklazlara bağlı olarak kuyu şekilli dikey ve vadoz mağaralar oluşmuştur (Nazik ve Tuncer, 2010:17).

Aksu Çayı Havzası içerisinde Doğu Anadolu Kıvrımlı Kuşak Karst alanları (DKk), genel olarak havza içerisinde yükseltinin fazla, sıcaklık şartlarının daha düşük ve kış mevsiminde kar yağışlarının daha yoğun yaşandığı dağlık alanlarda görülmektedir. Aksu Çayı Havzasında kuzey kesimlerinde yer alan yüksek ve dağlık bölgelerden Ahır Dağı, Çataldağ, Sakarkaya Dağı, Öksüz Dağı, Kandil Dağı ve Engizek Dağları'nda bu karst alanına ait özellikleri görmek mümkündür. Diğer yandan

Güney Doğu Anadolu Karst Bölgesi (GDK) ise yükseltinin daha az ve yağış miktarının daha az ve sıcaklık şartlarının daha yüksek olduğu Gaziantep Platosu alanlarında görülmektedir (Harita 1.37.)

Aksu Çayı Havzası'nda bulunan litolojik birimlerin toplam % 42'si karbonatlı birimlerden oluşmaktadır. Bu karbonatlı birimlerin sırasıyla % 42,1'i saf kireçtaşlarından oluşurken, % 29,3'ü ise kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı birimlerinden ve % 13,9'u ise killi kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bunun yanında % 6,9'u kumtaşı, çamurtaşı, killi kireçtaşı birimleri, % 4'ü ise mermer ve % 3,7'si çörtlü kireçtaşları oluşturmaktadır (Harita 1.37.).

Aksu Çayı Havzasında yer alan karbonatlı birimler ile havzada görülen başlıca makro karstik şekillerin dağılışı harita 1.37'de verilmiştir.



Harita 1. 37: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Karbonatlı Birimler ile Makro Karstik Aşınım Şekillerinin Dağılışı

Harita Genel Komutanlığı tarafından 2002 yılında yayınlanan 1/25 000 ölçekli topografya haritaları üzerinden yapılan incelemelerde havza içerisinde toplam makro karstik aşınım şekillerinden olan 240 adet dolin varlığı tespit edilmiştir. Uydu

görüntüleri üzerinden yapılan analizler ve arazi çalışmalarında yerinde yapılan gözlemler sonucunda derinliği 10 metreden az olan ve haritada gösterilemeyen çok sayıda daha dolin bulunduğu tespit edilmiştir. Dolinlerin havza içerisindeki dağılışı incelendiğinde dolinler havzanın en kuzeyinde yer alan ve yükseltinin en fazla olduğu Engizek Dağı bölgesinde ve 1900 metre yükseltiden itibaren görülmeye başlar. Bu bölge dışında dolin varlığı pek görülmez. Dolinlerin litolojik olarak en yoğun Permiyen dönemine ait mermer birimleri ile Üst Kretase dönemine ait kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı birimleri üzerinde geliştikleri görülmüştür (Harita 1.37). Havza içerisinde dolinlerin diğer bölgelere göre bu bölgede yoğun olarak gelişmesinde yükseltinin fazla olmasının etkisi büyüktür. Çünkü yükselme sonucu gençleşen akarsu vadileri, ağızdan kaynağa doğru derinleşmeye başlar. Bunun sonucunda yeraltı su seviyesi alçalmaya başlaması ile bu seviyenin üzerindeki bölgelerde kalan alanlarda sular diaklaz ve diğer çatlak alanlarını takip ederek derine doğru sızmaya başlar. Erime süreçleri bazı bölgelerde dolin ve mağara sistemlerinin gelişmesine neden olur. Bu durum küçük ikincil akarsuları yeraltı yataklarına yönelmesine neden olur. Öte yandan yükselmeye bağlı ana akarsu yatağına gömüldükçe buna bağlı olarak karst taban seviyesini temsil eden yeraltı su seviyesi de alçalır. Bunun sonucunda akarsuların büyük bir kısmı yeraltına çevrilir ve yüzeysel akış oldukça azalır. Buna karşın bölgede mağara, obruk, dolin, kuru ve ölü vadilerin de sayılarında artış görülür (Erinç, 2001:157). Mevcut özellikleri bakımından incelendiğinde Engizek Dağı bölgesindeki karst topografyası, gençlik devresinde olduğunu söylemek mümkündür. Bölgede seyrek de olsa karstik kaynakların varlığı görülür. Bu kaynaklar bölgede küçükbaş hayvancılık faaliyetleri ile uğraşan ve yazın yaylara göç eden köylülerin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamakta önemli yere sahiptir. Havza sınırının yaklaşık 3 km kuzeyinde bölgenin en önemli karstik kaynaklarından Ayran Pınar yer almaktadır. Engizek Dağı'nda Ayınini Tepesi (1709 m)'nin yaklaşık 850 metre kuzeydoğusundan doğan Ayran Pınar karstik kaynakları, Şakşak Dere suları ile birleşerek yaklaşık 2,1 km kuzeybatı yönüne akış gösterdikten sonra Ayran Dağı'nın batısında Subatan mevkiinde bir ponor (düden-subatan) ile yeraltına geçer. Yaklaşık 1 km yeraltı mağarasında akış gösterdikten sonra tekrar Suçıkan mevkiinde yüzeye çıkarak Daçu Dere olarak akışına devam eder. Bölgenin derin karst şekillerinin anlaşılması bakımından Ayran Pınar kaynağı oldukça önemlidir.

Engizek Dağı'nda kartlaşmanın yoğun olarak geliştiği ve çok sayıda dolin oluşum şekillerinin görüldüğü ve haritada "dolinler bölgesi" olarak adlandırılan bölgede litolojik özellikler ve karstlaşma olayları nedeniyle bu gölgede akifer potansiyelleri birbirinden önemli farklılık gösteren sahalar iç içe geçmiş durumdadır. Yapılan incelemelerde bu bölgede pekişmiş formasyonlar üzerinde yeraltı suyu verimlilik derecesi iyi ve özgül debi değerleri 2lt/sn/m'den yüksek gelişen yaygın ve zengin akiferler yer almaktadır. Ancak buralarda yeraltı su seviyesi çok derinlerde olan yerlerdir. Öte yandan aynı bölgede özgül debi değeri 0,1 lt/sn/m'den düşük olan ve yeraltı suyu verimlilik derecesi oldukça zayıf olan birimler yer alır (DSİ, 2015).

Havza içerisinde karstlaşmanın en yayın olduğu diğer bir bölge ise havzanın doğu ve güneydoğu kesimleridir. Bölge, Güney Doğu Anadolu Karst Bölgesi'nde yer alır. Kuzeyde yer alan Engizek Dağı'na göre az derinlik olarak daha sığ olan çok sayıda dolinlerin görüldüğü bölgede aynı zamanda makro karstik şekillerden polye ve uvalalar bulunmaktadır.

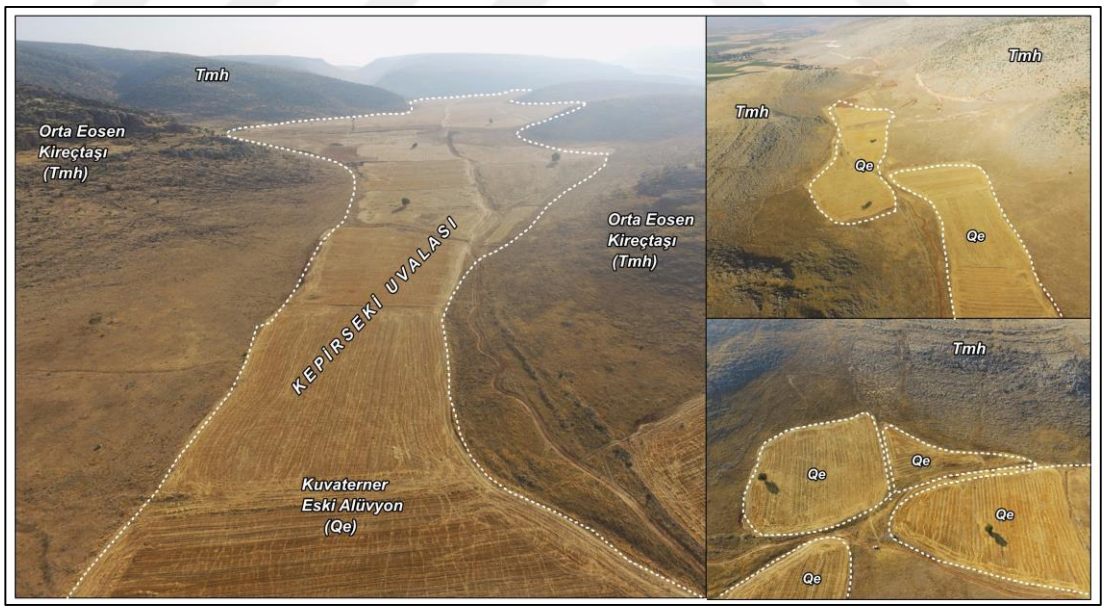


Foto 1. 70: Kepirseki Uvalası

Kepirseki Uvalası, Narlı Ovası'nın güneyinde yer alan Evri Mahallesinin yaklaşık 2 km batısında yer alır. Orta Eosen çörtlü kireçtaşları içerisinde tektono-karstik süreçlerin etkisi ile oluşmuştur. Uvala tabanında akış gösteren Kepirseki Deresi tarafından Hamaz mevkiinde dar bir boğaz ile Narlı Ovası'na dış drenaja açılarak

bozulmuştur (Korkmaz, 2000:113). Uvalanın güney yamaçları kuzey yamaçlarına göre daha diktir. Bu nedenle kuzey yamaçlardan Süpkülü Dere tarafından uvala tabanına bol alüvyon taşınmaktadır. Kurtdede Tepe'nin hemen kuzeyinde dik bir yamaçtan uvalaya inen bu dere uvalanın güney yamacında büyük bir birikinti konisi meydana gelmiştir. Toplam alanı yaklaşık 1 km^2 olan Kepirseki Uvalası, Orta Eosen kireçtaşlarından oluşan dağlık ve taşlık alanlar içerisinde tabanındaki Kuvaterner alüvyonları sayesinde sınırlı da olsa tarımsal faaliyet yapımına imkan veren arazileri oluşturur. Ancak uvala ve çevresinde su kaynaklarının kısıtlı olması nedeniyle buralarda genellikle kuru tarım yapılmaktadır (Foto 1.70).

Havzada alansal olarak en büyük makro karstik aşınım şeklini Evriye Polyesi oluşturur. Narlı Ovası'nın güneyinde bir fay dikliği ile ovadan yükselen plato sahasında yer alan dağlık alandaki Çöv Dağı'nın kuzeyinde yer alır. Güneybatı-kuzeydoğu yönünde yaklaşık 3,5 km'lik bir uzanış gösteren polye güneyden kuzeye doğru gidildikçe daralır. En güneyde doğu-batı genişliği yaklaşık 1,8 km olan polye, kuzeyde iyice daralır bu genişlik 140 metreye kadar düşer (Foto 1.71. Evriye Polyesi, bulunduğu bölgedeki dağlık alanlardaki kayalıklar içerisinde tabanındaki alüvyal topraklar ile adeta bir yaşam adası oluşturmaktadır (Sarıgül ve Şimşek, 2014:644).



Foto 1. 71: Evriye Polyesi

Evriye Polyesi yaklaşık 44 km^2'lik bir havza alanına sahiptir. Polye tabanında eğim güneyden kuzeye doğru azalır. En güneyde polye tabanı 830-840 metrelerde iken en kuzeyde ise 780-770 metreye kadar düşer. Polye kuzeyden Hançer Dere tarafından Narlı Ovasına drenaja açılmış ve bu nedenle polye bozulmuştur (Foto 1.72).



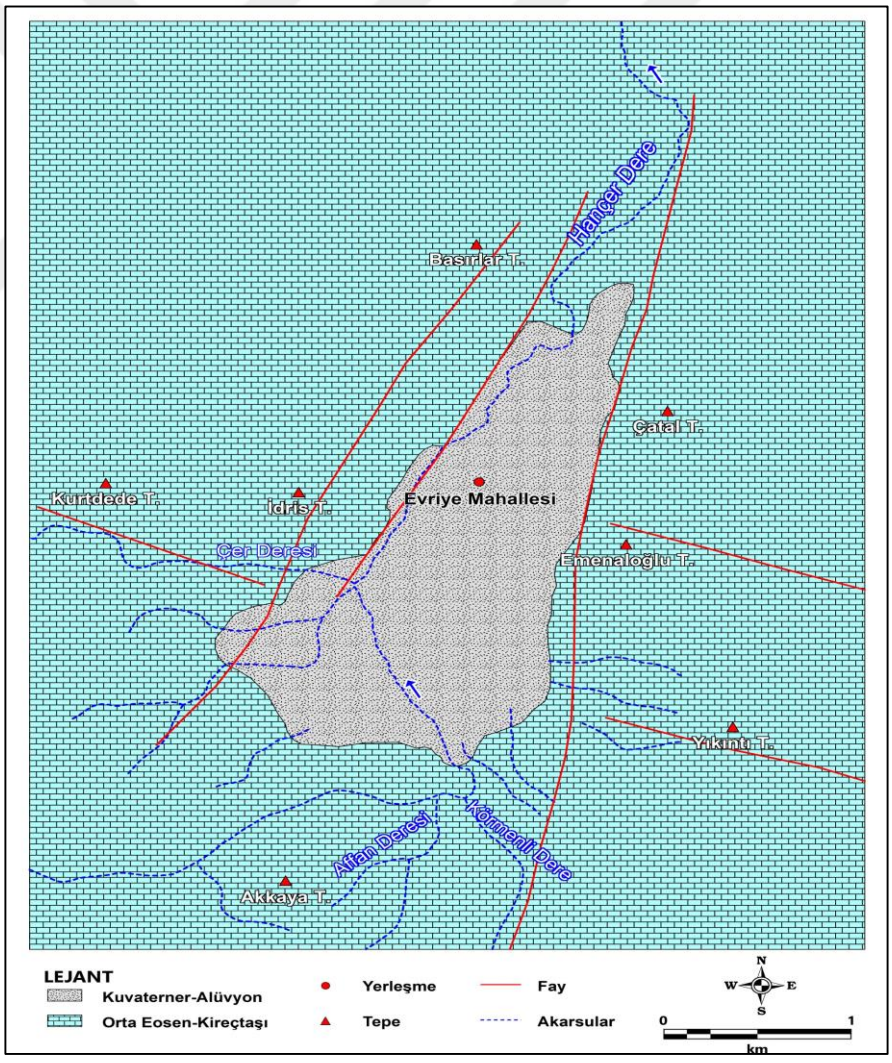
Foto 1. 72: Evriye Polyesi ve Polyeyi Dış Drenaja Bağlayan Hançer Dere

Polye tabanında 3 adet deforme olmuş düden bulunmaktadır (Korkmaz, 2000:112). Polyeyi çevreleyen Orta Eosen kireçtaşı arazilerinde kireçtaşları üzerinde oluklu ve delikli lapyalar ile çok sayıda dolin varlığı görülür (Foto 1.72-Foto 1.73). Dolinlerin içerisinde çoğunlukla tarım faaliyetleri gerçekleştirilmektedir.



Foto 1. 73: Polye Çevresindeki Arazide Görülen Delikli ve Oluklu Lapyalar

Orta Eosen kireçtaşları üzerinde gelişen polyenin oluşumunda tektonizmanın etkisi büyüktür. Polye tabanı, özellikle güneyden polyeye akış gösteren mevsimlik akarsular tarafından taşınan alüvyonlarla doldurulmuştur. Miyo-Pliyosen döneminde tektonik hareketler sonucunda polyenin doğu ve batıdan iki düşey atımlı fay meydana gelmiş ve faylanmanın etkisiyle polye tabanı çökmüş ve Pliyosen'den itibaren başlayan karstlaşma olayları sonucunda polye tabanı daha da alçalmıştır (Harita 1.38). Polyede tektonik hareketlerinin hala etkili olduğu 1976 yılında meydana gelen depremden anlaşılmaktadır. Söz konusu tarihte yaşanan depremde polye tabanında yer alan yerleşim merkezi büyük hasar görmüş ve yerleşim yeri deprem sonrasında kuzeyde yer alan Narlı Ovası'nın güney kenarına taşınmıştır (Korkmaz, 2000:110).



Harita 1. 38: Evriye Polyesi Yakın Çevresinin Jeolojik Özellikleri (MTA, 1/100 000 Ölçekli Jeoloji Haritası N38 Paftasına Göre Düzenlenmiştir).

Deprem sonrası yerleşim yerinin büyük çoğunluğu Narlı Ovası kenarına taşınmış olsa da günümüzde hala polyede yaşamını sürdüren insanlar bulunmaktadır. Deprem sonrası polyede yaşayanlar için "Yukarı Evri" ova kenarında yaşayanlar için ise "Aşağı Evri" ismi kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle tarım ve hayvancılık ile geçimin sağlandığı polyede yaşamın en büyük problemini susuzluk oluşturmaktadır. Polyede yaşayan insanlar içme, kullanma ve tarımsal ve hayvansal sulama su ihtiyaçlarını kendi elleri ile açmış oldukları derinlikleri 8-10 metre olan kuyulardan gidermektedir (Foto 1.74). Polye tabanında yaklaşık 10 civarında kuyu yer almaktadır. Ancak kuyuların bazıları su vermediği için tekrar geri doldurulmuştur. Kuyular çok eski tarihlerde ilkel yöntemlerle ile açılmışlardır. Kuyuların açılma yöntemleri gibi suyun kuyulardan alım yöntemi de ilkel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Köylüler tüm su ihtiyaçlarını kuyuya bir ip yardımı ile sarkıtılan bakraçlar ile almış oldukları su ile sağlanmaktadır. Kuyulardaki su seviyesi oldukça az olup bu kuyuların bazıları yaz aylarında tamamen kurumaktadır.



Foto 1. 74: Evriye Polyesinde İnsanların Su İhtiyaçlarını Giderdikleri Su Kuyularından Bir Örnek

Yaz aylarında kuyuların suyunun tamamen kuruduğu dönemlerde polyede yaşayan insanlar su ihtiyaçlarını yaklaşık 4,5 km uzaklıktaki Aşağı Evri mahallesinden tankerler ile getirdikleri su ile karşılamaktadır (Foto 1.75)



Foto 1. 75: Evriye Polyesine Su Taşımada Kullanılan Su Tankerleri

Karstik yamaçlarda köylüler tarafından küçük su kaynakları üzerine bazı su depolama yapıları inşa edilmiştir. Kaynak debisi çok düşük olduğun depolanan su miktarı oldukça azdır (Foto 1.76).



Foto 1. 76: Evriye Çevresinde Köylüler Tarafından Karstik Yamaçlarda Yapılan Su Depolama Yapıları

Evriye Polyesi ve çevresinde yer alan litolojik birimlerin akifer özellikleri incelendiğinde bu litolojik birimlerde özgül debi değeri 2lt/sn/m'den yüksek ve yeraltı suyu verimlilik derecesi iyi olan yaygın ve zengin akifer görülmektedir. Ancak bu birimlerde yeraltı su seviyesi oldukça derindedir (DSİ, 2015). Bu nedenle Orta Eosen kireçtaşlarını yoğun ve kartlaşmanın gelişmiş olduğu bu bölgede yeraltı su kuyusu açma maliyetleri oldukça yüksektir. Evriye Polyesinin en güneyinde polye tabanından

Gaziantep Hızlı Tren Hattı tünelleri geçirilmiştir. Tünel inşaatını yürüten şirket yetkilileri ile yapılan görüşmede şantiyenin su ihtiyacını gidermek için yeraltı su kuyusu açtıklarını ve açtıkları kuyuda yaklaşık 450 metre derinlikte suya ulaştıklarını belirtmişlerdir. Polyenin güneyinde taban sınırında yükselti yaklaşık 820 metrelerdedir. Kuzeyde yer alan Narlı Ovası güney kenar sınırı ise yaklaşık 550 metre olduğu düşünülürse polyede açılan su kuyusunun derinlik olarak Narlı Ovası tabanından yaklaşık 180 metre daha derine inilerek suya ulaşıldığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla bu bölgedeki karstik arazilerde su seviyesinin çok derinde olması hem kuyu açma maliyetlerini hem de açılan kuyuların işletme maliyetlerinin oldukça yüksek olmasına neden olmaktadır.

Narlı Ovası'nın güney sınırında yer alan Bağlama, Mizmilli ve Taşbiçme kaynakları Orta Eosen kireçtaşlarındaki karstik çatlak ve yarıklardan çıkmaktadır. Bu kaynaklardan Taşbiçme kaynağı 543 m, Mizmilli kaynağı 542 m ve Bağlama kaynağı ise 550 m kotundan Orta Eosen kireçtaşlarındaki çatlak ve yarıklardan doğmaktadır. Eosen kireçtaşlarının ova kıyısında faylanmaya uğraması ve buna paralel olarak, tektonik yarık ve çatlak ile eklemlerin oluşması, yağış sularıyla eritilmesi sonucunda karstlaşma gelişmiş ve böylece kaynaklar oluşmuştur. Ancak kaynaklar karstik arazilerden beslenmesine karşın oluşumunda faylanmanın etkisi nedeniyle bu kaynaklar genel olarak fay kaynakları olarak nitelendirilmektedir. Taşbiçme, Mizmilli ve Bağlama kaynaklarının neredeyse aynı kottan çıkması, Orta Eosen kireçtaşlarında güneybatı-kuzeydoğu yönünde faylanmanın yaşandığını ve bu fay zonunda dik olarak oluşan çatlak ve yarıkların zamanla yeraltı su yolları olarak çalıştığını ortaya koymaktadır. Faylanmanın gerçekleştiği alanın kuzeyinde yani kaynakların hemen kuzeyindeki Narlı Ovası tarafında geçirimsiz killi malzemeler yer almaktadır (DSİ, 1983:13). Bu bölgedeki kaynakların beslenme alanlarını güneyde yer alan karstik araziler oluşturmaktadır.

Bağlama, Mizmilli ve Taşbiçme kaynaklarının suları daha çok bölgede tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Doğrudan ovaya drene olan sular tarımsal sulamaya yönlendirilirken bazı yerlerde ise kaynaklar önünde toplanan su birikintileri içerisine traktörler arkasına bağlanan dalgıçlar yardımı ile kaynaklardan alınan sular borulara taşınarak tarımsal sulama gerçekleştirilmektedir (Foto 1.77- Foto 1.78- Foto 1.79).



Foto 1. 77: Bağlama Kaynağı

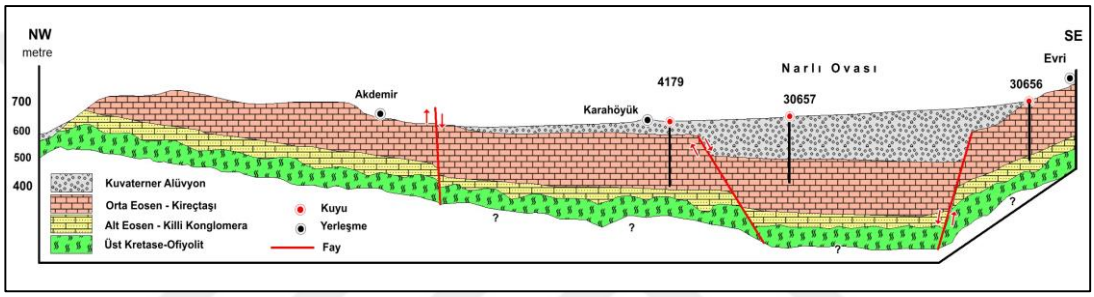


Foto 1. 78: Taşbiçme Kaynağı



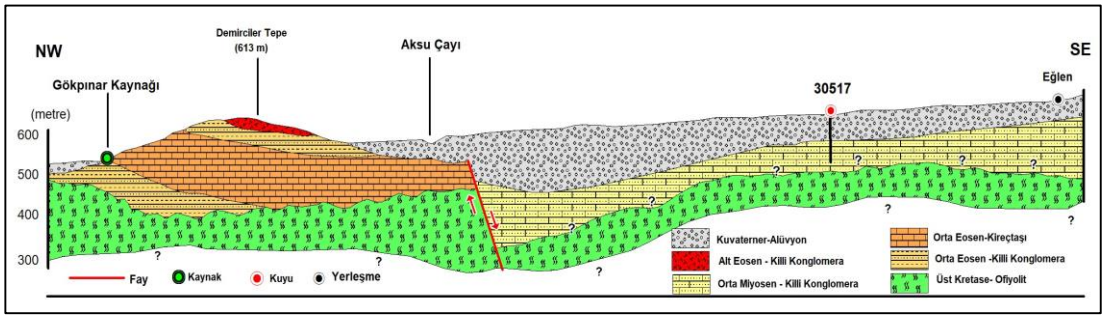
Foto 1. 79: Mizmilli Kaynağı (Evri Mahallesi)

Karstlaşma birimlerini oluşturan Orta Eosen kireçtaşları, Evri Mahallesinin güneybatısına doğru Narlı Ovası tabanında uzanışı devam eder. Faylanmaya bağlı olarak bugünkü ova tabanı çökmüş ve küçük graben alanı meydana gelmiştir. Çökelen alanlar Kuvaterner alüvyonları ile dolmuş ve Narlı Ovası'nın oluşumuna ortam hazırlamıştır. Kuvaterner alüvyonları altında yer alan Orta Eosen kireçtaşları altta Alt Eosen killi konglomeralar ile sınırlandırılır. Ova tabanında açılan su kuyuları, alüvyonlar altında yer alan Orta Eosen kireçtaşı formasyonlarındaki akiferlerden suyu almaktadır (Profil 1.11.). (DSİ, 1983).



Profil 1. 11: Evri –Akdemir Mahallesi Arasındaki Litolojik Birimlerin Stratigrafik Özellikleri (DSİ, 1983'den Düzenlenmiştir).

Havzadaki önemli karstik kaynaklardan birini de Gökpınar kaynaklarıdır. Demirciler Köyü'nün hemen kuzeyinde ve yaklaşık 522 metre kotundan çıkan bu kaynaklar iki ayrı noktadan çıkış yapar. Kaynakların akımları Aksu Çayı akımlarına göre paralellik göstermektedir (DSİ, 1983:12).



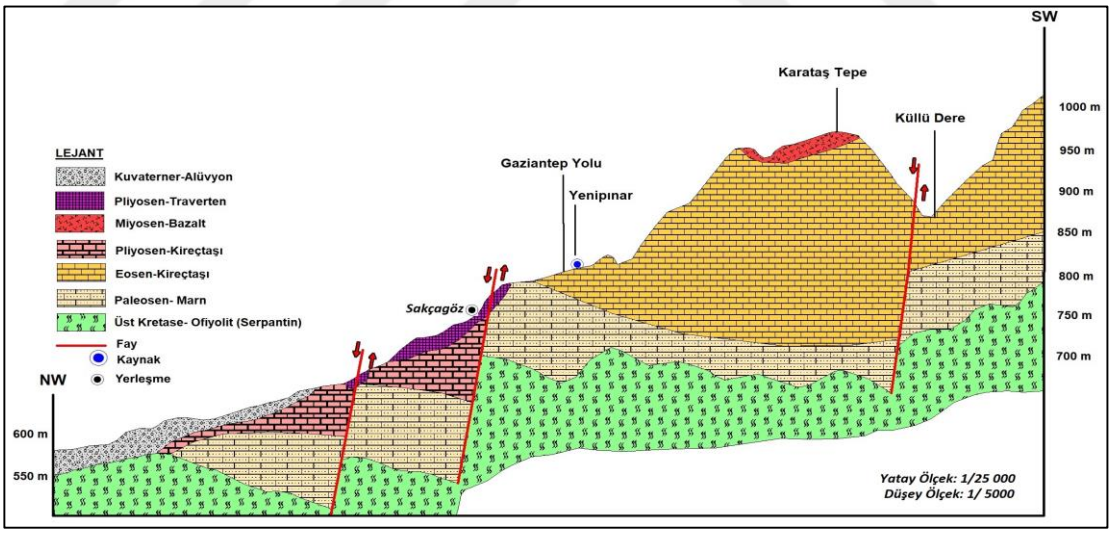
Profil 1. 12: Gökpınar Kaynakları Çevresindeki Litolojik Birimlerin Stratigrafik Özellikleri (DSİ, 1983'den Yeniden Düzenlenmiştir).

Orta Eosen karstik kireçtaşlarından çıkan bu kaynakların akifer beslenim sistemi içerisinde alüvyonlar da yer almaktadır (DSİ, 1983:23).(Profil 1.12). Kaynaklar Demiciler köyünün hemen doğusundan geçen kuzeydoğu-güneybatı

yönünde bir fay hattından doğar. Gökpınar kaynaklarının faylanma ile Narlı Ovası'ndaki yeraltı suyundan beslendiği düşülmektedir (Korkmaz, 2000:42).

Bölgede yeraltı sularının tespit edilmesi ve işletilmesi açısından Kuvaterner-alüvyonları ile Orta Eosen kireçtaşı birimleri oldukça önemlidir. Bağlama, Mizmilli ve Taşbiçme kaynakları ve bölgedeki yeraltı su kuyularının içinde bulunduğu Gaziantep'e kadar yayılış gösteren Eosen kireçtaşı arazileri ile Narlı-Gökpınar-Çiçek Köyü arasında kalan bölgedeki alüvyon ve bunun yanında yer yer irtibatlı kireçtaşları iki farklı sistem olarak işleyiş göstermektedir (DSİ, 1988:23).

Havzanın güneydoğu kesiminde yer alan Sakçagöz Mahallesi çevresinde Eosen kireçtaşlarının yayılış gösterdiği alanlarda da karstlaşma yaygındır. Bölgenin önemli su kaynaklarından birini oluşturan ve aynı zamanda Sakçagöz şelalelerinin kaynağını oluşturan Yenipınar kaynağı, yaklaşık 810 metre kotunda, Eosen kireçtaşlarındaki yarık ve çatlaklardan birçok farklı gözden çıkar. Kaynağın akımı kuzeybatıya doğrudur (DSİ, 1988). (Profil 1.13.).

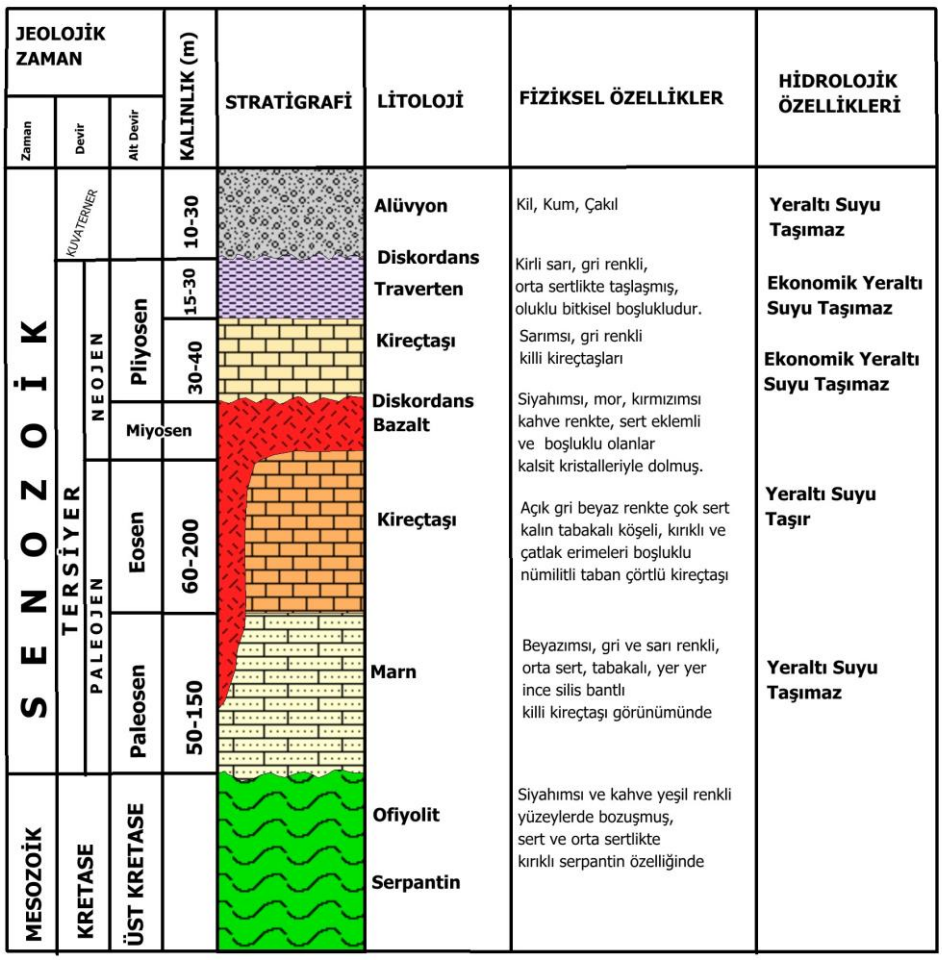


Profil 1. 13: Sakçagöz (Yenipınar) Kaynağı ve Çevresindeki Litolojik Birimlerin Stratigrafik Özellikleri (DSİ, 1988'den Yeniden Düzenlenmiştir).

Sakçagöz kaynağı Ölü Deniz Fayı zonunda kalan bölge içerisinde yer alır. Bölge düşey yönde birçok farklı bloklara ayrılmıştır. Post Miyosen'de çökmelere bağlı olarak güney bloklar yükselirken kuzey bloklar da ise alçalma meydana gelmiştir. Bölgede 85-100 metre arasında düşey atım tespit edilmiştir (Korkmaz, 20001:93). Bu

düşey yönde blokların yer değiştirmesi ile ortaya çıkan eğim kırıkları yamaçlardan doğan Yenipınar kaynağı, fay dikliğinden bir şelale olarak dökülmesine neden olmuştur (Profil 1.13).

DSİ tarafından 1988 yılında hazırlanan "*Sakçagöz ve Çevresinin Karst Hideolojeolojik Etüt Ara Raporu"* bilgilerine göre bölgede ekonomik yeraltı suyu işletimine uygun olan litolojik birimleri kalınlığı 60 ile 200 metre arasında değişen Eosen kireçtaşları birimleri oluşturmaktadır. Bu yüzden bölgede yeraltı suyu arama faaliyetlerinde Eosen kireçtaşlarına kadar olan derinliğe inilmesi gerektiği görülür Eosen kireçtaşları altta Paleosen marnları üzerinde yer alır (DSİ, 1988). (Şekil 1.19).



Şekil 1. 19:Sakçagöz ve Yakın Çevresindeki Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri (DSİ, 1988'den Yeniden Düzenlenmiştir).

1.3.İKLİM ÖZELLİKLERİ

Dünyamız çeşitli gazlardan oluşan bir gaz örtüsü tarafından çepeçevre kuşatılmış durumdadır. Gezegenimizde canlı yaşamına imkan veren ve aynı zamanda yeryüzündeki tüm doğal ve beşeri süreçleri de doğrudan ya da dolaylı yönden etkileyen bu gaz örtüsüne atmosfer denir. Kendi içinde oldukça karmaşık bir sistemi barındıran bu atmosfer, aynı şekilde karmaşık etkenler tarafından da denetlendiğinden dünya üzerindeki özellikleri her yerde aynı değildir. Çünkü atmosfer sahip olduğu özellikleri bakımından yeryüzündeki etken ve süreçleri etkilerken diğer yandan yeryüzündeki zemin özelliklerinden de etkilenir. Bu durum yeryüzünde birbirinden dikey ve yatay yönde farklı hava koşullarının yaşandığı belli bölgelerin ortaya çıkmasına neden olur. İşte geniş bir bölgede etkili olan ve uzun yıllar boyunca değişmeyen bu ortalama hava koşullarına "iklim" denir. Başka bir ifadeyle iklim gün içinde kısa süreli etkili olan günlük hava olaylarının uzun zaman içindeki ortalamasını ifade eder. Bu uzun zaman ortalamaları o bölgedeki tekdüze bir sürekliliği ifade etmekte olup bazı durumlarda o bölgedeki tüm hava tiplerinin özelliklerini tam olarak ortaya koymayabilir. Burada uzun zaman ifadesi 300-500 yıllık zaman dilimlerini ifade eder (Erol, 1993:10). Bir yerdeki iklim verilerinden dikkate alınması gereken bu verilere ait ortalamalar, ekstremler ve frekanslardır. Bunlar içerisinde ortalamalar genel olarak 30 yıllık olarak hesaplanırlar fakat diğer yandan ekstremler ve bunların frekansları ise özellikle mühendislik uygulamaları için risk değerlendirme konularında oldukça önemlidir (Rohli and Vega, 2018:5). İklim koşulları, bir bölgeden bir diğerine değişebilir ve bu koşulların kombinasyonlarında önemli bir mekânsal farklılıklar bulunur. İklim verilerindeki sıcaklık, güneşlenme, nem ve basınç özelliklerindeki farklı kombinasyonlar, yeryüzünde farklı iklim tiplerinin de ortaya çıkmasına neden olur (Singh, 2006:4).

Hava olayları ile iklim arasında en önemli farkı "zaman" oluşturur. Atmosferdeki kısa süreli olaylar ve süreçler "hava olayları" olarak adlandırılırken, iklim ise bunun uzun süreli olanları ifade eder. Ancak bir iklim tanımı uzun yılların ortalamasını ifade etmesi yanında aşırı olayları, sıklık tanımları ile değişkenlikleri ve olasılıkları da içermek zorundadır. Bu yüzden artık son yıllarda iklim tanımlarında hava olaylarının ortalama durumu yerine hava olaylarının uç değerler ile ortalama

değerleri gibi uzun yıllara dayalı istatistiklerle karakterize edilen sentezi olarak ifadesi tercih edilmektedir (Türkeş, 1997). İklim başka bir ifadeyle bir bölgedeki havanın sentezidir ve bir bölgenin iklimi o bölgedeki ölçülebilir hava unsurlarının özelliklerine göre tanımlanır. Bu unsurlar içerisinde en önemlilerini sıcaklık ve yağış oluşturur. Bu iki faktör iklim bölgesinde yer alan bitki, hayvan ve toprak tiplerinin dağılışını büyük ölçüde öncelikle o bölgeye ait yerel iklim özellikleri belirler (Hartmann, 2016:2). Ayrıca sıcaklık ve yağış özelliklerindeki farklılıklar, su kaynaklarının potansiyeli, çeşitliliği, devamlılıklarını, kayıp oranlarını ve su kalitesi gibi konularının birbiriyle olan etkileşimlerini belirler (Turoğlu, 2014:98; Turoğlu, 2016).

İklim, bir bölgedeki flora, fauna ve toprak türlerini belirleyerek genel anlamda o bölgeye ait kendi ekosistemlerini oluşturur. Çünkü her toprak, bitki ve hayvan türünün yaşaması için belli bir sıcaklık ve belli bir su varlığı gereklidir. Bunun yanında her iklim bölgesi, sahip olduğu özelliklere göre doğada yeryüzünü şekillendiren etken ve süreçlerin türü ile bunların dikey ve yatay yöndeki dağılışını da belirler. Örneğin, nemli ılıman iklim bölgelerinde akarsular, glasiyal iklim bölgelerinde buzullar ve kurak iklim bölgelerinde ise rüzgarın şekillendirici etkilerinin daha baskın olduğu görülür. Bu durum sonuç olarak yeryüzünde iklim farklılıklardan kaynaklı topografya farklılıkları ile birbirinden ayrılan morfojenetik veya morfoklimatik bölgeler olarak adlandırılan bazı bölgelerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Erinç, 2002:312). Her morfojenetik bölgenin kendi içinde fiziksel çözülme, kimyasal çözülme, kütle hareketleri gibi hem doğayı hem de insan hayatını etkileyen birçok olayların dağılışı bu bölgeler arasında önemli farklılıklar gösterir.

Yeryüzündeki her iklim, kendi içerisinde sıcaklık ve yağış özelikleri bakımından farklılık gösterir. Bazı iklimlerde hem sıcaklık hem de yağış fazla iken bazı yerlerde sıcaklık daha fazla, yağış az olabilir. Bazı durumlarda ise bunun tam tersi durumlar olabilir. Su yönetimi açısından düşünüldüğünde bir bölgedeki tatlı su kaynaklarının brüt potansiyelini yağışlar oluşturur. Sıcaklık ise bu brüt potansiyel üzerindeki en büyük kayıpları oluşturur. Bu yüzden her iklimin sıcaklık ve yağış özelliklerine göre o iklim bölgesinde uygulanacak olan su yönetim planının da buna göre farklılık göstermesi beklenir.

Bir bölgedeki su potansiyeli ile bölgenin iklim özellikleri arasında sıkı bir ilişki vardır. Çünkü yeryüzündeki tatlı su kaynaklarının kökenini yağışlar oluşturur. Su, yaşamın her alanında olmazsa olmaz bir yere sahip olduğundan bu nedenle iklim özellikleri bir yerdeki yalnızca doğal süreçleri değil aynı zamanda insan hayatının her alanında doğrudan ya da dolaylı yönde bir etkiye sahip olduğunu söylemek mümkündür. Örneğin bir yerin iklim özellikleri, o bölgedeki yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış, bu yağışın türü ve yıl içerisindeki dağılışı, buharlaşma miktarı yanında o bölgedeki doğal bitki örtüsü, toprak özellikleri, kalıcı kar sınırı, orman üst ve alt sınırı, tarım üst sınırı, yerleşme üst sınırı gibi çok sayıda alanda etkisini gösterir. Bunun yanında o bölgedeki insanların gerçekleştirdiği tarım ve hayvancılık faaliyetleri, sanayi, enerji üretimi gibi ekonomik faaliyetlerinin yanında diğer yandan giyim kuşam özellikleri, beslenme alışkanlıkları gibi birçok kültürel özellikleri üzerinde de belirleyici bir etkiye sahiptir. Ayrıca insanların yaşamında büyük yıkımlara yok açan doğal afetler dahi o bölgenin iklimi ile doğrudan ilişkilidir. Öyleki yeryüzünde günümüzde tanımlanmış olan 31 doğal afetin 28'ini meteorolojik kökenli doğal afetler oluşturmaktadır (AFAD). Dolayısıyla yeryüzünde bu kadar çeşitli ve geniş alanda etkili olan iklim faktörü bir bölgedeki su yönetiminin en temel altlığını oluşturduğunu söylemek mümkündür. Örneğin bazı bölgelerde su kıtlığı ile mücadele etmek ön planda yer alırken bazı bölgelerde ise su fazlalığı ile baş etmek ön planda yer almaktadır. İklim özelliklerinin Dünya üzerinde bir bölgenin sahip olduğu coğrafi özelliklerine bağlı olarak gelişen sıcaklık ve yağış kombinasyonlarına göre çok çeşitli iklimlerin ortaya çıktığı düşünüldüğünde her iklim türüne özel ayrı bir su yönetim planının uygulanması gerekliliği de açıkça ortaya çıkmaktadır.

İklim koşulları dünya genelinde çok çeşitli olup bölgeden bölgeye değişirler. Bunun yanında bir bölgedeki iklim koşulları bir bölgeden başka bir bölgeye değişmesinin yanı sıra aynı zamanda zaman içerisinde doğal olarak değişken bir yapıya sahiptir. Dünyanın sahip olduğu son derece uzun bir geçmiş tarihi içerisinde daha insanlar bu gezegende yaşamadıkları dönemlerde dahi iklimler değişmiştir. Sıcak dönemden, soğuk döneme, yağışlı dönemden kurak döneme ya da bunların tam tersi yönde gelişen pek çok değişim yaşanmıştır. Jeolojik kayıtlar içerisinde bu değişimleri gösteren çok sayıda veri kaynakları bulunmaktadır. Günümüzde birçok bilim adamı

tarafından dile getirilen ve tartışılan küresel iklim değişikliği sorunu ise geçmiş dönemlerde yaşanan iklim değişimlerinden farklı olarak doğal olan iklim değişimlerin sınırlarını aşacak kadar iklimin insanlar tarafından değiştirilmesidir. Ayrıca bu değişimler çok uzun bir zaman dilimini kapsayarak yüzyıllar boyunca devam edecektir. Bu değişim iklimde ortaya koyacağı bilinmeyen bu sürecin etkisi yalnızca insanların değil diğer birçok canlı oluşumla içinler de önemli yıkıcı sonuçları olacaktır (Lutgens, Trabuck, Tasa, 2014:494).

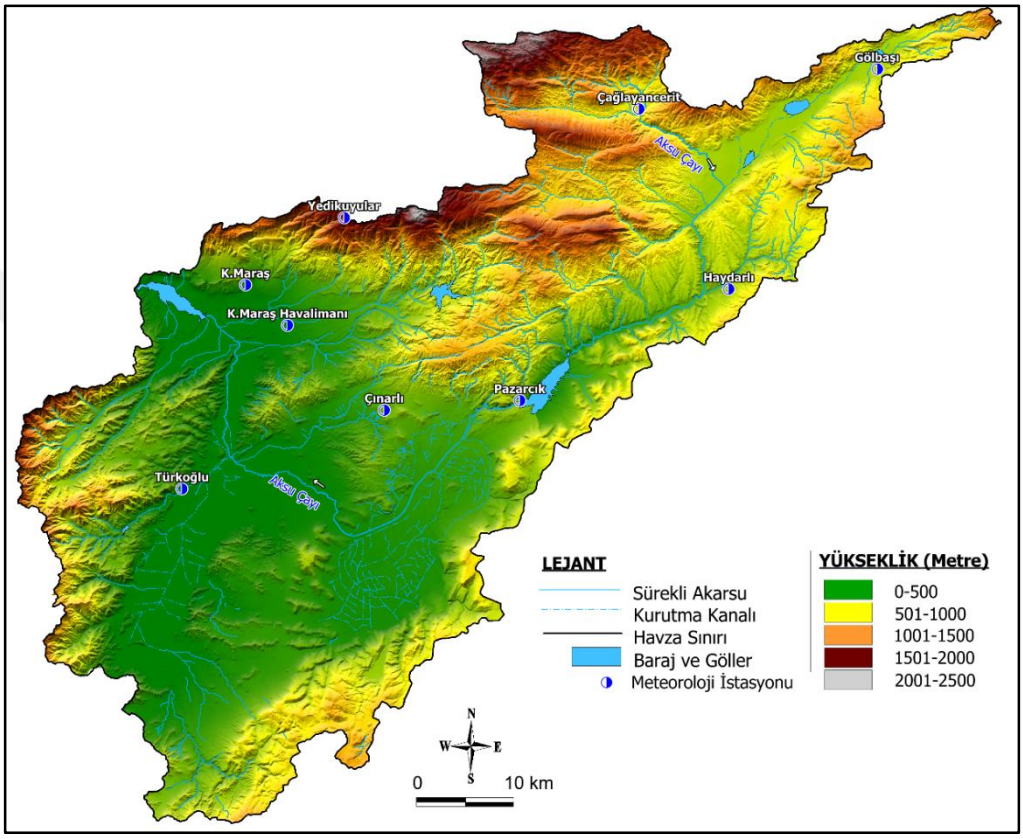
Jeolojik ve jeomorfolojik etkileri iyi bilinen doğal iklim değişikliği olarak en son bilinen iklim değişiklikler Kuvaterner'deki buzul ve buzularası dönemlerde yaşanmıştır. Fakat ilk kez 19. Yüzyılın ortalarından itibaren iklimlerin doğal değişebilirliğine ek olarak sera gazı birikimine bağlı olarak ilk kez insan etkisi ile iklimlerin değişmeye başladığı bir döneme girilmiştir. Bu yüzden günümüzdeki iklim değişiklikleri insan etkilerini de dikkate alarak tanımlanabilmektedir. Örneğin günümüzde İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde iklim değişikliği, "Karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucuda iklimde oluşan değişiklik" olarak tanımlanmıştır. Buna ek olarak Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)-(IPCC)'nin ikinci değerlendirme raporunda da küresel iklim üzerinde insanın önemli bir etkisinin bulunduğu ve iklimin geçen yüzyıl boyunca değiştiği belirtilmiştir (Türkeş, 2000: 1). Birleşmiş Milletler bünyesinde yer alan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), 1990 yılından itibaren 5-6 yıllık periyotlarla iklim değişikliği konusunda oldukça kapsamlı değerlendirme raporları yayınlamaktadır (Şen, 2013:19). IPCC 1. Çalışma Grubu 5. Değerlendirme Raporu'nda da küresel ısınmanın olduğu kesin bir şekilde kabul edilmiş ve 1950'yılından beri gözlenen iklim değişikliklerinin çoğunun on yıllardan bin yıllık döneme kadar daha önce hiç görülmemiş düzeyde yüksek olduğu dile getirilmiştir. Bu periyotta sera gazlarının atmosferdeki oranın arttığı ve buna bağlı olarak atmosfer ve okyanusların ısındığı, kar ve buzulların azaldığı ve ortalama deniz seviyesinin yükseldiği belirtilmiştir (Türkeş, 2013:10).

IPCC, en son yayınlanan 6. raporu 27 Şubat, 2022 yılında yayınlamıştır. Bu rapora göre son kırk yılın her biri 1850 yılından beri bir önceki on yıldan daha sıcak olmuştur. İnsan kaynaklı yaşanan bu iklim değişikliği artan toprak buharlaşması sebebiyle bazı bölgelerde tarımsal ve ekolojik kuraklıkların artmasına neden olmuştur. Küresel ısınmadaki her artış iklimlerdeki ekstrem değişiklikleri daha da artırmıştır. Örneğin küresel anlamda her 0.5 °C'lik sıcaklık artışının sıcak hava dalgaları, yoğun yağışlar ile bazı bölgelerde tarımsal ve ekolojik kuraklıkları da içine alan sıcaklık yoğunluklarında ve sıklığında açıkça belirgin artışlara neden olmaktadır. Bu miktardaki bir sıcaklık artışının bazı bölgelerde meteorolojik kuraklık ve hidrolojik kuraklıkların sıklığı ve yoğunluğunu da artırmaktadır. Rapora göre Asya kıtası hariç tüm kıtalarda 1850-1900 dönemine kıyasla daha sık ve/veya daha şiddetli tarımsal ve ekolojik kuraklıkların yaşanacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca bazı bölgelerde mevsimlik ortalama yağışlarda da belirgin bir azalma ve artış yaşanmaktadır. Daha sıcak bir iklimin çok yağışlı, çok kurak hava ve iklim olayları ile mevsimlik taşkın ve kuraklık etkilerini de yoğunlaştırmaktadır (SYGM, 2022).

IPCC 6. Raporunda da belirtildiği üzere etkileri bölgeden bölgeye göre farklılık göstermekle birlikte küresel anlamda iklim sistemlerinde bir değişimin yaşandığı ve halen devam eden bu değişim sürecinin etkilerinin ise gelecekte insan ve doğal yaşam için çok daha karmaşık sonuçlar doğuracağı görülmektedir. İklim değişikliği ile ilgili gelecek için geliştirilen senaryolar ve öngörülerin çoğu kuraklık gibi suyun azlığı ya da sel ve taşkın gibi suyun fazlalığı ile alakalı olup doğrudan ya da dolaylı olarak su ve su yönetimini ilgilendiren olayları oluşturduğu görülmektedir. Su yönetimi açısından düşünüldüğünde bir yerdeki iklime bağlı olarak yağış miktarına ya da yağışların yıl içerisindeki dağılışına insanın müdahale edebilmesi pek mümkün değildir. Bu nedenle insanlar ancak yalnızca yağışlar sonrası yeryüzüne inen sular üzerinde bir yönetim imkanına sahiptir. Dolayısıyla insanlar iklim süreçlerine doğrudan müdahale edemeyeceği için tüm su yönetim planlarını da o bölgenin iklim koşullarına göre düzenlemesi gerekir.

Aksu Çayı Havzası'nda sürdürülebilir bir su yönetimi planlamasının yapılabilmesi için öncelikle havzanın iklim özelliklerinin ortaya konulması büyük önem taşır. Bu kapsamda Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Meteorolojik Veri Bilgi

Satış ve Sunum Sistemi (MEVBİS) üzerinden havza içerisinde yer alan mevcut meteoroloji gözlem istasyonları belirlenmiştir. MEVBİS'e göre havza içerisinde yer alan meteoroloji gözlem istasyonlarının havza içerisindeki dağılışı harita 1.39'da verilmiştir.



Harita 1. 39: Aksu Çayı Havzası İçerisinde Yer Alan Meteoroloji Gözlem İstasyonlarının Dağılışı

Havza içerisinde yer alan meteoroloji gözlem istasyonlarından, Pazarcık (2012), Çağlayancerit (2014), Türkoğlu (2014), Çınarlı (2019), Gölbaşı Orman (Haydarlı) (2016), Yedikuyular (2020) istasyonları yakın zamanda kurulduklarından maalesef bu istasyonlara ait uzun dönem iklim verileri bulunmamaktadır. Bu istasyonlar içerisinde sadece 17255'nolu Kahramanmaraş (1970) ve 17871'nolu Gölbaşı (1984) istasyonları uzun dönem veri kayıtlarına sahiptir (Harita 1.39). Bu nedenle havzanın uzun yıllar iklim özellikleri yalnızca bu istasyona ait veriler üzerinden incelenmiştir.

Havza içerisinde yer alan meteoroloji gözlem istasyonlarına ait bilgiler tablo 1.20'de verilmiştir.

Tablo 1. 20: Aksu Çayı Havzası Sınırları İçerisinde Yer Alan Meteoroloji Gözlem İstasyon Bilgileri (https://adana.mgm.gov.tr/istasyonlar.aspx)

İstasyon Adı	İstasyon No	İl	İlçe	Bulunan Sensörler	Gözlem Türü	Rakım* (Metre)
Gölbaşı	17871	Adıyaman	Gölbaşı	R,B,TS,Y	OMGİ	900
Gölbaşı Orman	19080	Adıyaman	Gölbaşı	R,S,N,Y	OMGİ	1007
Pazarcık	18157	K.Maraş	Pazarcık	R,S,B,Y	OMGİ	787
Çınarlı	18988	K.Maraş	Pazarcık	-	OMGİ	693
Türkoğlu	18282	K.Maraş	Türkoğlu	R,N,Y	OMGİ	535
Elmalar	18866	K.Maraş	Dulkadiroğlu	R,S,N,TS	OMGİ	925
Çağlayancerit	18279	K.Maraş	Çağlayancerit	R,N,Y,KY	OMGİ	1001
Kahramanmaraş	17255	K.Maraş	Onikişubat	R,B,TS,Y	OMGİ	572
Yedkikuyular	19908	K.Maraş	Dulkadiroğlu	-	OMGİ	1871
K,Maraş Havalimanı	17256	K.Maraş	Onikişubat	-	H-OMGİ	525

Kısaltmaların Açıklaması:
R: Rüzgâr **S:** Sıcaklık **N:** Nem **Y:** Yağış **B:**Basınç **TS:** Toprak Sıcaklığı **KY:** Kar Yüksekliği
OMGİ: Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu
H–OMGİ: Havaalanı Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu
*Meteroloji istasyonlarının rakım bilgileri MEVBİS üzerinden alınmıştır.

Aksu Çayı Havzası sınırları içerisinde yer alan meteoroloji gözlem istasyonlarına ait ölçümler üzerinden havzanın iklim verilerinden sıcaklık, yağış, buharlaşma, gibi özellikler incelenmiştir. İncelenen tüm iklim verileri 17255'nolu Kahramanmaraş Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Havzanın genel iklim tipinin belirlemek ve iklim tipindeki değişim eğilimlerinin ortaya koyulması amacıyla sıcaklık özelliklerinin uzun dönem aylık ve yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık eğilimleri ortaya konulmuştur. Diğer yandan yağışların aylık ortalama ve yıllık toplam yağışların eğilimi ile yağışların dönemsel dağılış özellikleri ve yağışlı gün sayılarının uzun dönem eğilimleri ortaya konulmuştur. Ayrıca yağışlar içerisinde uzun dönem kar yağışlı gün sayılarının eğilimleri ortaya konulmuştur. Bunun yanında aylık ve yıllık toplam buharlaşma özellikleri de incelenmiştir. Diğer yandan havzanın Thornthwaite yöntemine göre bu bilançosu hesaplamaları yapılarak aylık ve yıllık su fazlası ve su eksiği oranları ortaya konulmuş ve bunların tümü su yönetimi açısından değerlendirilmiştir.

1.3.1. Sıcaklık Özellikleri

Sıcaklık, yeryüzündeki buharlaşmaya neden olması bakımından yeryüzündeki hidrolojik döngüyü başlatan en önemli faktörlerin başında gelir. Yalnızca buharlaşma değil aynı zamanda bir hava kütlesinin yağış bırakabilmesi de yine aynı şekilde sıcaklık ile yakın ilişkilidir. Bir başka bir ifadeyle yeryüzündeki su kaynaklarını oluşturan yağışların oluşması ve bu yağışlar sonrası biriken yeryüzündeki suların buharlaşarak tekrar atmosfere dönerek su kayıplarının yaşanmasında sıcaklık önemli bir faktördür. Bu açıdan bir akarsu havzasındaki su yönetiminin temelini de yağışlarla yeryüzüne düşen su miktarı ile buharlaşma ile yaşanan su kaybı miktarı arasındaki denge oluşturur. Örneğin ülkemizde yıllık ortalama yağışlarla gelen toplam 501 km^3 suyun toplam 274 km^3'ü buharlaşma ile tekrardan atmosfere dönmektedir. Başka bir deyişle ülkemizin toplam su potansiyelinin yaklaşık % 55'i buharlaşma ile kaybolmaktadır (OBKP, 2018:24). Bu nedenle bir yerde su potansiyeli üzerindeki en önemli kayıplar sıcaklık sayesinde olur ve genel olarak su yönetim planları da sıcaklığın etkisi ile buharlaşmadan geriye kalan sular üzerinden yapılır. Bunun yanında sıcaklık bir bölgede basıncın değişmesine neden olarak rüzgârın oluşumuna neden olarak böylece atmosfer içerisinde sıcaklık ve nem dolaşımına da imkan verir. Dolayısıyla sıcaklık bir bölgenin hidrolojik döngüsündeki dinamik gücün temelini oluşturur. Bir yerde sıcaklık değiştiği anda orada zincirleme olarak hava olayları da değişir. Ayrıca sıcaklık, dünya üzerinde gerek doğal ortam sistemlere gerekse insan faaliyetlerine yön vermesi bakımından yeryüzündeki su kullanım oranlarını da belirler. Bu yüzden bir bölge için sürdürülebilir bir su yönetimi ilkesinin belirlenebilmesi için o bölgedeki su döngüsünde etkili olan dinamikleri ve bunların doğal ve beşeri etkilerini doğru tanımlamak gerekir. Sonuç olarak bir bölgedeki iklim olaylarını ve buna bağlı olarak ortaya çıkan doğal ve beşeri sistemleri etkileyen su döngüsündeki süreçleri başlatan ve yöneten faktörlerin başında ise sıcaklık gelir.

Yeryüzü ve atmosferdeki sıcaklığın ana kaynağını güneş ışınları oluşturur. Basit şekilde ifade etmek gerekirse sıcaklık, bir bölgedeki havanın (veya bir maddenin) ortalama kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür (Ahrens, 2009: 30). Sıcaklık, en yaygın olarak tanınan iklim değişkenidir. Dünya üzerinde küresel ortalama sıcaklık yaklaşık 15 °C'dir (Hartmann, 2016:3). Ancak sıcaklık dünyanın her yerinde aynı değildir.

Çünkü sıcaklığın yeryüzündeki dağılışı birçok farklı etmene bağlıdır. Örneğin sıcaklığın yeryüzündeki yatay dağılışını belirlemede enlem ve karasallık (kara ve denizlerin dağılışı) gibi faktörler etkili olurken dikey olarak dağılışını belirlemede ise yükselti en temel faktörleri oluşturur (Erol, 1993:71). Dünya üzerinde bu kadar değişik iklim tipinin ortaya çıkması sıcaklığın dünya üzerindeki bölgesel dağılımın farklı olmasının bir sonucudur (Vaughn, 2005: 85). Yeryüzündeki sıcaklık özelliklerin aylık ve yıllık dağılımlarının farklı olması hiç şüphesiz aynı zamanda yağış özelliklerindeki farklılıkları da belirlemektedir. O halde her iklim bölgesi kendi içinde bir sıcaklık ve yağış dengesi üzerine kurulu bir hidrolojik sisteme sahip olduğunu da söylemek mümkündür. Ülkesel sıcaklık trend analizleri üzerine yapılan çalışmalarda genel olarak gündüz sıcaklıklarında pek bir değişiklik olmazken buna karşın gece sıcaklıklarında artış olduğu görülmüştür. Ayrıca küresel ısınmanın etkisi ile kar yağışları, yağmur yağışlarına dönüştüğü belirlenmiştir. Yağmur ve kar yağışlarının yeryüzündeki su kaynaklarını beslenme etkileri farklı olduğundan sızma ve taşkın gibi olayları etkileyerek havzaların su bütçelerini bozmaktadır (Gönenç, 2006:70). Dolayısıyla bir bölgedeki sıcaklık özelliklerinin aylık ve yıllık oranları ile yağış dengelerinde ortaya çıkan bu farklı varyasyonların ortaya konulması, o bölgelerin su yönetimi konusunda yapılacak planlamalara da yön vermesi bakımından önemlidir.

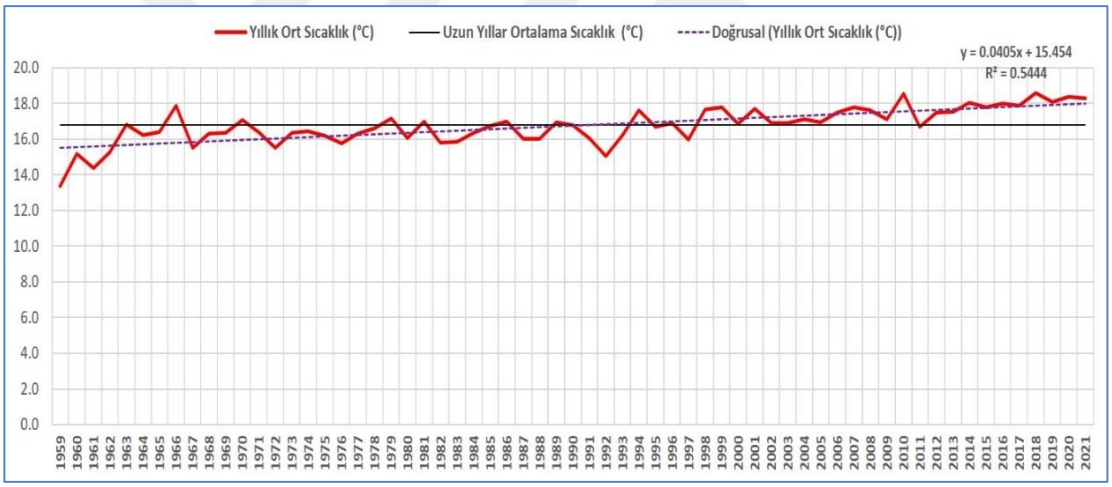
1.3.1.1. Yıllık Sıcaklık Özellikleri

Aksu Çayı Havzası'nın yıllık ortalama ve maksimum ve minimum sıcaklık özellikleri havza sınırları içerisinde meteoroloji istasyonlarının yakın dönemde açılmış olmaları nedeniyle, istasyonlar içerisinde sadece uzun dönem veri kayıtları 17255'nolu Kahramanmaraş ve 17871'nolu Gölbaşı istasyonlarına ait veriler oluşturduğundan sıcaklık özellikleri bu istasyonlar üzerinden incelenmiştir. Bu istasyonlardan Kahramanmaraş istasyonu 572 metrede yer almakta olup havzanın orta kesiminde bulunur ve daha çok ovalık alandaki iklimsel şartları temsil eder. Gölbaşı istasyonu ise havzanın kuzeydoğu kesiminde ve 900 metrede yer alırken bulunduğu konum itibariyle daha çok platoluk alanların sıcaklık özellikleri temsil eder. Havzanın kuzey kesimlerinde bulunan Ahır Dağı, Öksüz Dağı, Engizek Dağı, Kandil Dağı, Çataldağ ve Sakarkaya Dağı gibi yüksek dağlık alanların bulunduğu bölgelerde maalesef meteoroloji istasyonu yer almadığından buralara ait sıcaklık değerlendirmeleri

maalesef gerçekleştirilememiştir. Yıllık sıcaklık özelliklerinin değerlendirilmesi istasyonlara ait günlük sıcaklık veriler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Kahramanmaraş meteoroloji istasyonunda 1959-2021 yılları arası döneme ait veriler incelenirken Gölbaşı istasyonunda ise 1986-2021 yılları arası döneme ait veriler incelenmiştir.

1.3.1.1.1. Yıllık Ortalama Sıcaklıklar

Havzanın yıllık ortalama sıcaklıkları incelendiğinde Kahramanmaraş istasyonuna ait 1959-2021 yılları arası 63 yıllık dönem incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklık 16,8 ˚C olduğu görülmüştür. İncelenen dönem içerisinde en düşük yıllık ortalama sıcaklık 13,4 ˚C ile 1959 yılında kaydedilirken en yüksek yıllık ortalama sıcaklık ise 18,6 ˚C ile 2018 yılında kaydedilmiştir. Yıllık ortalama sıcaklıklar arasında toplam 5,2 ˚C'lik sapma olduğu görülmektedir (Grafik 1.14).

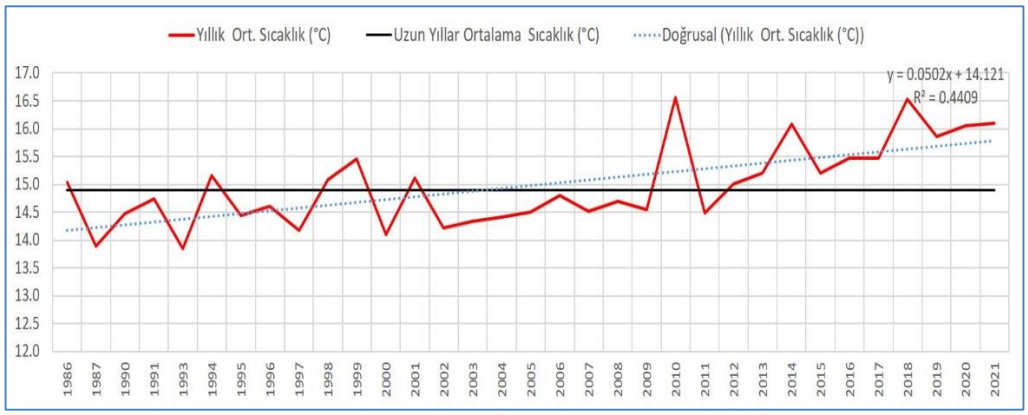


Grafik 1. 14: K.Maraş İstasyonuna Ait Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Dağılışı (1959-2021) (MGM)

1959-2021 yılları arası dönem kendi içerisinde 1959-1990 ve 1990-2021 olarak iki döneme ayrılarak yıllık ortalama sıcaklıkları karşılaştırılmıştır. Buna göre 1959-1990 yılları arası dönem yıllık ortalama sıcaklık 16,2 ˚C iken 1990-2021 yılları arası döneme ait yıllık ortalama sıcaklık ise 17,3 ˚C olduğu görülmüştür. Buna göre Kahramanmaraş meteoroloji istasyonu veri kayıtlarına göre havzada sıcaklık son 32 yıl içerisinde bir önceki aynı döneme göre 1,1 ˚C arttığı görülmektedir. Ayrıca yılık ortalama sıcaklıklar incelendiğinde 1959-1990 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıkların uzun yıllar ortalama sıcaklık olan 16,8 ˚C'nin sadece 7 yıl üzerine çıktığı görülürken 1990-2021 yılları arasında ise toplam 25 yılın ortalama sıcaklığının 16,8

˚C üzerine çıktığı görülmektedir. İncelenen dönemler içerisinde Aksu Çayı Havzası'nda yıllık sıcaklık ortalama değerlerinin artış eğiliminde olduğu görülmektedir (Grafik 1.14). Kahramanmaraş istasyonu bulunduğu konum ve yükselti itibariyle genel olarak havza içerisinde yer alan ve önemli tarım alanlarını oluşturan Maraş Ovası ve Türkoğlu Ovası'nda görülen sıcaklık şartlarını temsil eder. Bu bölgelerde gerçekleştirilen tarımsal faaliyetlerdeki sulama suyu kullanımı, havza içerisinde en çok su tüketim alanlarını oluşturur. Bu yüzden bu bölgede yaşanan sıcaklık artışlarından dolayı gelecek dönemler için tarımsal sulamada daha çok su ihtiyacının ortaya çıkması ve buna bağlı olarak su tüketiminde ise tarımsal sulamada kullanılan su miktarının daha da artmasına neden olacağı öngörülmektedir.

Havza içerisinde yer alan bir diğer meteoroloji istasyonu ise Gölbaşı istasyonudur. Gölbaşı istasyonunda 1986-2021 yılları arası döneme ait yıllık sıcaklıklar incelendiğinde bu dönemler arasında yıllık sıcaklık ortalamanın 14,9 ˚C olduğu görülmüştür. Ancak belirtilen dönemler içerisinde 1988-1989 ve 1992 yıllarına ait sıcaklık verileri kaydedilmediğinden bu yıllar değerlendirme dışında tutulmuştur. Yükseltinin fazla olmasından dolayı Gölbaşı istasyonunun bulunduğu bölgedeki sıcaklık ortalamalarının K.Maraş istasyonuna göre daha düşük olduğu görülmektedir. Gölbaşı istasyonunda 1986-2021 yılları arası dönemde ölçülen en yüksek yıllık ortalama sıcaklık 16,6 ˚C olarak 2010 yılında, en düşük yıllık ortalama sıcaklık ise 13,9 ˚C olarak 1993 yılında ölçülmüştür. Yıllık ortalama sıcaklıkların 1986-2021 yılları arası dönemde toplam 2,7 ˚C'lik bir salınım yaptığı görülmektedir (Grafik 1.15).



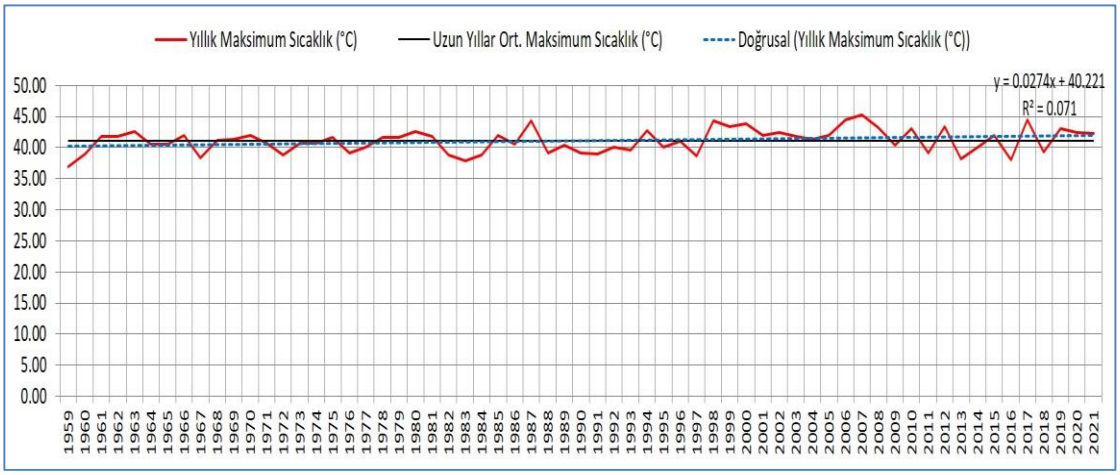
Grafik 1. 15: Gölbaşı İstasyonuna Ait Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Dağılış (1986-2021). (MGM).

Gölbaşı istasyonun bulunduğu bölgede havza içerisinde yer alan Azaplı Gölü, İnekli Gölü ve Gölbaşı Gölü yer almaktadır. Bu yüzden bu bölgedeki sıcaklıklar, bu göllerde meydana gelen buharlaşma miktarı ve su seviyelerini belirlemesi bakımından önemlidir. Bunun yanında diğer yandan Gölbaşı Depresyonu içerisinde yapılan tarım faaliyetlerindeki sulama suyu ihtiyacını belirlemesi bakımından da önemlidir.

1.3.1.1.2. Yıllık Maksimum Sıcaklıklar

Bir bölgedeki ortalama sıcaklıklar her ne kadar bir bölgenin iklimi özellikleri hakkında genel bir fikir verse de yıl içerisinde görülen en yüksek sıcaklıkların bilinmesi de oldukça önemlidir. Çünkü yıl içerisinde ortaya çıkan en yüksek sıcaklıklar o yıl içerisinde sıcaklıkta ortaya çıkabilecek ekstrem durumun üst sınırını oluşturur. Her ne kadar sıcaklığın yıl içerisindeki dağılışı önemli olsa da bunun yanında yıl içerisinde ortaya çıkabilecek olan maksimum sıcaklıklar, yıl içerisinde özellikle su yönetimi açısından ortaya çıkabilecek olan kriz durumlarına karşı alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi açısından önemlidir. Bu anlamda Aksu Çayı içerisinde yer alan istasyonlarda yıllara göre ölçülen maksimum sıcaklık değerleri incelenmiş ve bu sıcaklıkların dönemsel karşılaştırılmaları gerçekleştirilmiştir.

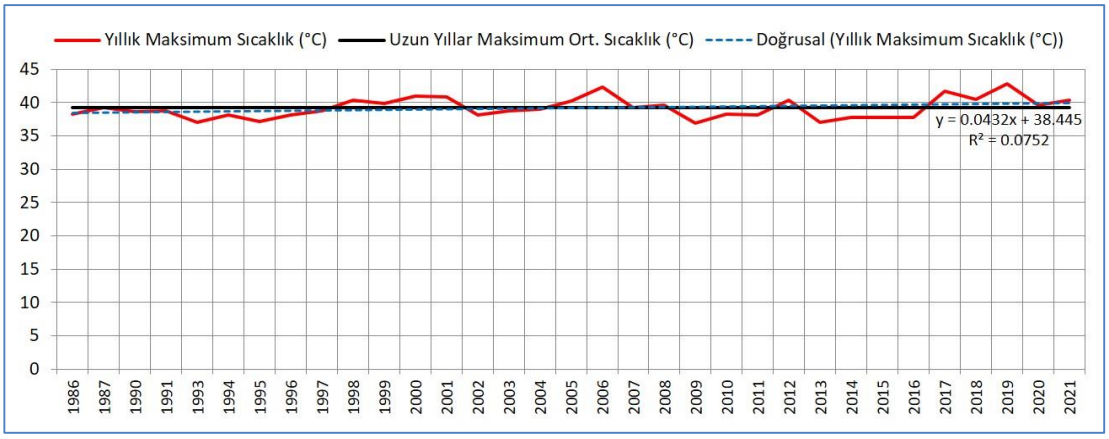
K.Maraş meteoroloji istasyonuna ait 1959-2021 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum sıcaklıklar incelendiğinde belirtilen dönem içerisinde ölçülen maksimum sıcaklık 45,2 ˚C olarak ile 2007 yılında ölçülmüştür. Aynı dönem içerisinde ise ölçülen en düşük maksimum sıcaklık 37 ˚C ile 1959 yılında görülmüştür. 1959-2021 yılları arasında ölçülen maksimum sıcaklıkların uzun yıllar ortalaması ise 41 ˚C'dir. Yıllık maksimum sıcaklıkların uzun yıllar arası dönemde 8,2 ˚C'lik bir salınım yaptığı görülmektedir (Grafik 1.16).



Grafik 1. 16: K.Maraş Meteoroloji İstasyonunda Yıllık Maksimum Sıcaklıkların Dağılışı (1959-2021), (MGM).

1959-2021 yılları arası 63 yıllık dönemde görülen maksimum sıcaklıkların 1959-1990 dönemi ve 1990-2021 yılları dönem olarak iki ayrı dönem ortalamaları karşılaştırılmıştır. Buna göre ilk dönemi oluşturan 1959-1990 yılları arasında ölçülen maksimum sıcaklıkların ortalaması 40,5 ˚C iken 1990-2021 yılları arası dönemde ölçülen maksimum sıcaklıkların ortalaması ise 41,5 ˚C olduğu görülmüştür. Dolayısıyla maksimum sıcaklıkların son dönemde bir artış içerisinde olduğu görülmektedir (Grafik 1.16).

Havzanın kuzeydoğu kesiminde yer alan Gölbaşı istasyonundaki maksimum sıcaklıkların dağılışı ise grafik 1.17'de verilmiştir.



Grafik 1. 17: Gölbaşı Meteoroloji İstasyonunda Yıllık Maksimum Sıcaklıkların Dağılışı (1986-2021), (MGM).

Gölbaşı'nda 1986-2021 yılları arası dönemde ölçülen en yüksek yıllık maksimum sıcaklık 42,8 ˚C'dir. Aynı önem içerisinde ölçülen en düşük maksimum yıllık sıcaklık ise 36,9 ˚C'dir. İncelenen dönem içerisinde görülen yıllık maksimum sıcaklıkların ortalaması ise 39,2 ˚C'dir. Gölbaşı istasyonu verilerine göre Gölbaşı'nda görülen yıllık maksimum sıcaklıkların 1986-2021 yılları arası dönemde 5,9 ˚C'lik bir salınım yaptığı görülmektedir. Kahramanmaraş istasyonu ile kıyaslandığında Gölbaşı istasyonunda hem yıllık maksimum sıcaklık değerlerinin hem de sıcaklıkların salınım değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür (Grafik 1.17). Gölbaşı istasyonunda belirtilen dönemler içerisinde 1988-1989 ve 1992 yıllarına ait sıcaklık verileri kaydedilmediğinden bu yıllar değerlendirme dışında tutulmuştur.

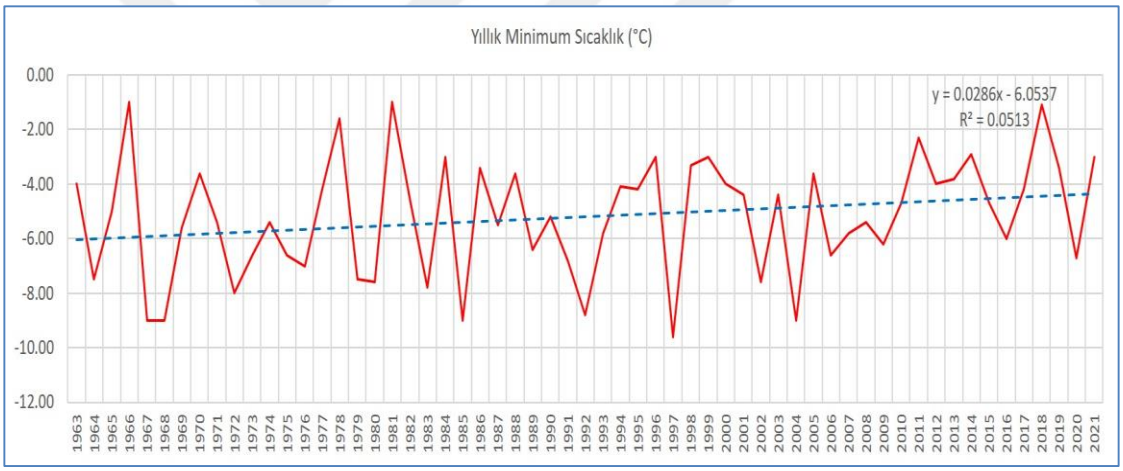
1.3.1.1.3. Yıllık Minimum Sıcaklıklar

Yıl içerisinde görülen minimum sıcaklık değerleri genel olarak yılın en soğuk dönemlerini ifade ederler. Bir yerde sıcaklıkların düşmesi demek özellikle yıl içerisinde görülen minimum sıcaklıklar ülkemizde genelde kış mevsimlerinde görülür. Bu dönemde sıcaklıkların ciddi anlamda düşmesi demek kışın düşen yağışların belli bir bölümünün kar şeklinde düşmesine neden olur. Bu durum kış mevsimindeki akarsu akımları üzerinde genel olarak kısmen bir azalmaya neden olurken diğer yandan ise ilkbahar aylarında ise kar erimlerine bağlı olarak akımların yükselmesine neden olarak yaz kuraklığına bağlı olarak akım düşmelerini az da olsa ötelemesine neden olurlar. Öte yandan kar erimelerinin özellikle su kaynaklarının beslenmesi açısından yağmur yağışlarına göre daha verimli olduğu bilinmektedir. Ayrıca düşük sıcaklıklar kar yağışlarına neden olması yanında karın yerde kalması süresi üzerinde de etkili olurlar. Karla kaplı yüzeylerde güneş ışınlarının daha fazla yansıması sonucu bu bölgeler karla kaplı olmayan bölgelere göre ise daha soğuk olmasına neden olurlar (Türkeş, 2001:192). Dolayısıyla bir bölgedeki minimum sıcaklıklar ve bu sıcaklıkların yıllara göre eğilimleri o bölgedeki su döngüsündeki bazı dengeleri değiştireceğinden su bütçesi üzerindeki etkileri önemlidir.

Yıllık minimum sıcaklıklar Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan Kahramanmaraş ve Gölbaşı istasyonları üzerinden değerlendirilmiştir. Ancak havza içerisinde yer alan Ahır Dağı, Milcan Dağı, Öksüz Dağı, Sakarkaya Dağı, Kandil Dağı ve Engizek Dağ

gibi yüksek dağlık alanların bulunduğu kesimlerde istasyon olmadığından maalesef havza içerisinde görülen gerçek minimum sıcaklıklar kayıtlarda yer almamaktadır. Söz konusu bu alanlar havza içerisinde sıcaklığın en düşük olduğu ve bu nedenle en çok kar yağışlarının görüldüğü bölgeleri oluşturmaktadır.

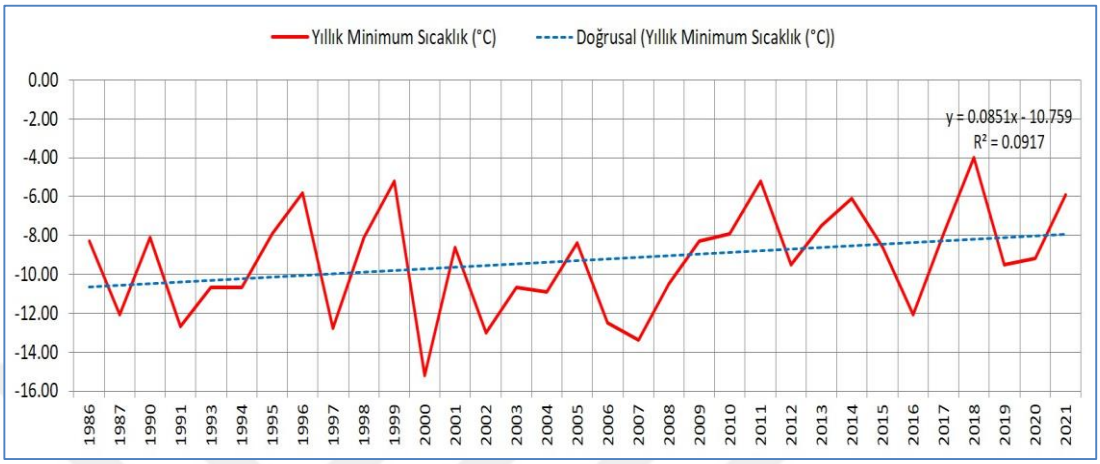
Kahramanmaraş istasyonu verilerine göre yıllık minimum sıcaklıklar incelendiğinde 1963-2021 yılları arası dönemde kayıtlara geçen en düşük minimum sıcaklık -9,6 ˚C ile 1997 yılında görülmüştür. Ayrıca bu değerlere çok yakın olan diğer en düşük minimum sıcaklar ise -9 ˚C ile 1967, 1968, 1985 ve 2004 yıllarında görülmüştür (Grafik 1.18). En yüksek minimum sıcaklık değerleri ise -1 ˚C ile 1966 ve 1981 yıllarında ölçülmüştür. Yıllık minimum sıcaklık değerlerinde toplam 8 ˚C'lik salınım yaptığı görülmektedir.



Grafik 1. 18: Kahramanmaraş Meteoroloji İstasyonunda Yıllık Minimum Sıcaklıkların Dağılışı (1963-2021), (MGM).

Yıllık minimum sıcaklıklar 1963-2021 yılları arası dönemde yılık minimum sıcakların ortalaması -5,2 ˚C olduğu görülmüştür. Veriler 1963-1992 ve 1992-2021 yılları arası 30'ar yıllık dönemler olarak karşılaştırıldığında ise 1963-1992 arası dönemde yıllık minimum sıcaklıkların ortalaması -5,6 ˚C iken 1992-2021 yılları arası ikinci dönemde ise -4,8 ˚C olduğu görülmüştür. Ancak minimum sıcaklıkların genel anlamda bir atış eğiliminde olduğu görülmektedir. Özellikle 2004'den sonraki dönemde minimum sıcaklıklarındaki sıcaklık değerlerinin bir artış eğiliminde olduğu görülmüştür (Grafik 1.18).

Gölbaşı istasyonuna ait yıllık minimum sıcaklıkların dağılış ise grafik 1.19'da verilmiştir.



Grafik 1. 19: Kahramanmaraş Meteoroloji İstasyonunda Yıllık Minimum Sıcaklıkların Dağılışı (1986-2021), (MGM).

Gölbaşı istasyonunda 1986-2021 yılları arası dönemde görülen yıllık minimum sıcaklıklar incelendiğinde bu dönem içerisinde görülen en düşük yıllık minimum sıcaklık -15,5 ˚C ile 2000 yılında görülmüştür. En yüksek yıllık minimum sıcaklık ise -4 ºC ile 2018 yılında görülmüştür. Minimum sıcaklıklar incelenen dönem içerisinde 11,5 ˚C salınım göstermektedir. Yıllık minimum sıcaklıklar yıllara göre değişkenlik göstermekle birlikte bu dönemde görülen yıllık minimum sıcaklıkların ortalaması -9,3 ˚C'dir. Yıllık minimum sıcaklıkların yıllara göre eğilimine bakıldığında genel olarak bir artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Gölbaşı istasyonunda belirtilen dönemler içerisinde 1988-1989 ve 1992 yıllarına ait sıcaklık verileri kaydedilmediğinden bu yıllar değerlendirme dışında tutulmuştur (Grafik 1.19).

1.3.1.2. Aylık Sıcaklık Özellikleri

Bir yerdeki su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanımı için hem mevcut su tüketimi hem de suyun gelecek nesillerin de su ihtiyaçlarını karşılamak üzere su kaynaklarını bir sonraki nesillere aktarılması gerekir. Bu yüzden su yönetimi hem su taleplerini hem de su kaynaklarının yönetimini gerektirir (Gönenç, 2006:7). Bu nedenle yıl içerisindeki su talepleri aylık sıcaklık özelliklerine göre değişiklik gösterir. Aynı zamanda su kaynakları üzerinde buharlaşmaya bağlı olarak meydana gelen su kayıpları da aylık sıcaklık özelliklerine göre değişir. Dolayısıyla yıllık ortalama

sıcaklıkların yanında yıl içerisinde aylık sıcaklık özellikleri de önemlidir. Çünkü yıl içerisinde sıcaklık ve yağış özellikleri ile insanların su talepleri de mevsim özelliklerinden dolayı aydan aya farklılık gösterir. Örneğin yaz aylarında sıcaklığın en yüksek olduğu zamanlarda aynı zamanda su tüketiminin en fazla olduğu zaman dilimini oluşturmaktadır. Özellikle yaz aylarında tarımda sulama ihtiyacının artması sonucu en çok su tüketimi de bu aylarda olmaktadır. Bu yüzden genellikle yağışların düştüğü kış aylarındaki sıcaklıklar yağışın yağmur ya da kar şeklinde olması üzerinde etkili olurken diğer yandan yağışlı dönemden sonraki aylarda görülen sıcaklıklar ise yağışlar sonrası oluşan suların birikme ve kayıp oranları belirlemesi bakımından önemlidir.

Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan istasyonlar üzerinden bu bölgelerde görülen ortalama, maksimum ve minimum aylık sıcaklık özellikleri ayrı ayrı incelenmiştir.

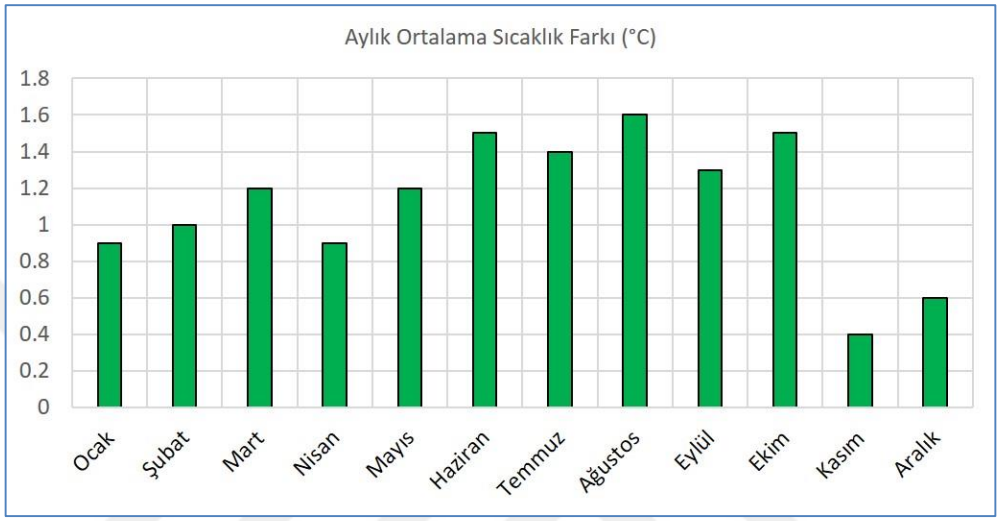
1.3.1.2.1. Aylık Ortalama Sıcaklık Özellikleri

Kahramanmaraş istasyonuna ait ortalama sıcaklıklar incelendiğinden 1959-2021 yılları arası dönemde en düşük ortalama sıcaklık 4,8 ˚C ile Ocak ayında görülmektedir. Bunu 6,2 ˚C ile Şubat ayı ve 6,7 ˚C ile Aralık ayı takip etmektedir. En yüksek aylık ortalama sıcaklık ise 28,4 ˚C ile Ağustos ayında görülmektedir. Bunu 28,3 ˚C ile Temmuz ayı takip etmektedir. Kahramanmaraş'ta sıcaklığın en yüksek olduğu Ağustos ayı ile ortalama sıcaklığın en düşük olduğu Ocak ayı arasında 23,6 ˚C sıcaklık farkı bulunur (Grafik 1.20).



Grafik 1. 20: Kahramanmaraş İstasyonuna Göre Aylık Ortalama Sıcaklıklar (1959-2021). (MGM)

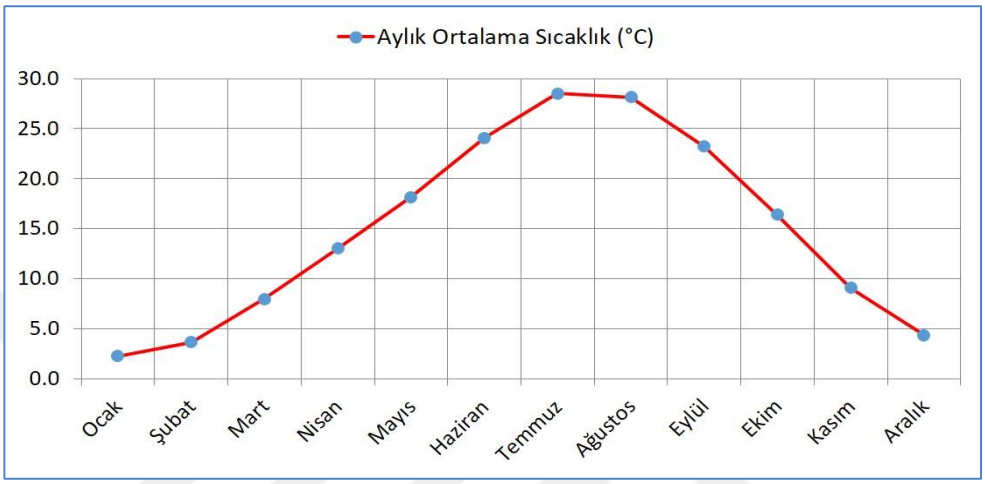
Kahramanmaraş istasyonuna ait 1959-2021 yılları arası aylık ortalama sıcaklık verileri 1959-1990 ve 1990-2021 arası iki farklı 32 yıllık dönemlere göre karşılaştırılmış ve aylara göre ortalama sıcaklıklarda yaşanan değişimler ortaya konulmuştur (Grafik 1.21).



Grafik 1. 21: 1959-1990 ve 1990-2021 Arası Dönemlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Değişim Miktarları

Aylık ortalama sıcaklıkların dönemsel karşılaştırması sonucunda 1990-2021 yılları arası dönemde tüm aylardaki aylık ortalama sıcaklıkların 1959-1990 dönemine göre arttığı görülmüştür. En çok artış gösteren aylara bakıldığında 1,6 ˚C ile Ağustos, 1,5 ˚C ile Haziran, 1,5 ˚C ile Ekim ve 1,4 ˚C ile de Temmuz aylarında yaşandığı görülmektedir (Grafik 8). Genellikle yaz aylarında yaşanan bu artışlar diğer yandan kış aylarında ise Ocak ayında 0,9 ˚C ve Şubat ayında ise 1,0 ˚C artış gözlenmektedir. Buna kış aylarında artan ortalama sıcaklıkların gelecekte kar yağışları üzerinde etkileri bakımından önemlidir. Bu dönemlerde yaşanan sıcaklık artışlarının devam etmesi durumunda gelecekte kar yağışlarının yağmur şekline dönüşmesine neden olarak havzanın su bütçesi üzerinde önemli değişimlere neden olabilir. Diğer yandan aynı şekilde özellikle yaz aylarında yaşanan artışlar da havzada özellikle yaz sıcaklıklarının daha da artması nedeniyle bu dönemde gerçekleşen buharlaşma oranlarını artırabilir. Bu nedenle yaz ve kış aylarında yaşanan sıcaklık artışlarının havzadaki su yönetimi üzerinde farklı etkiler yaratabileceğini unutmamak gerekir.

Gölbaşı istasyonuna ait aylık ortalama sıcaklıkları ise grafik 1.22'de verilmiştir.



Grafik 1. 22: Gölbaşı İstasyonuna Göre Aylık Ortalama Sıcaklıklar (1986-2021). (MGM).

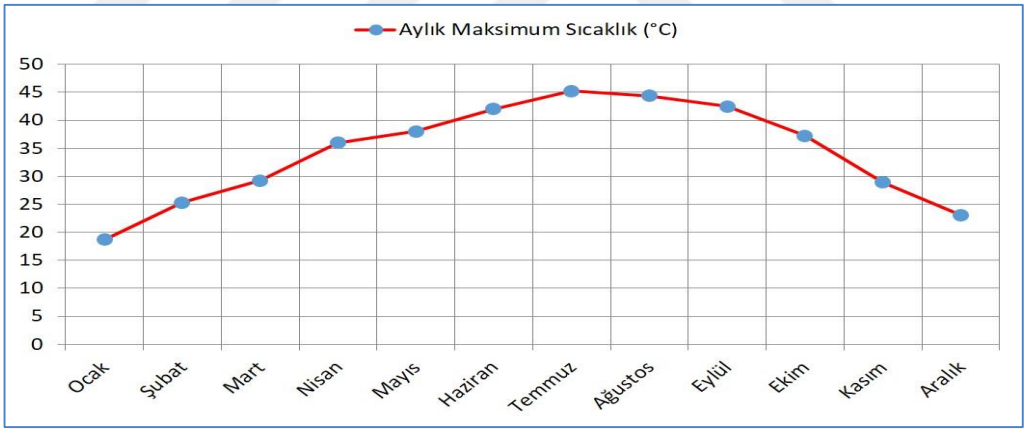
Gölbaşı istasyonuna ait aylık ortalama sıcaklıklar incelendiğinde en yüksek ortalama sıcaklıklar 28.5 ˚C ile Temmuz ayı ile ve 28,1 ˚C ile Ağustos ayında ve 24,1 ˚C ile de Haziran aylarında görülmektedir. En düşük ortalama sıcaklıklar ise kış aylarında olup Ocak ayında 2,2 ˚C, Şubat ayında 3,6 ˚C ve Aralık ayında ise 4,4 ˚C olduğu görülmüştür. Gölbaşı istasyonu bulunduğu konum itibariyle Kahramanmaraş istasyonundan daha yüksek bir konumda olmasına rağmen Gölbaşı istasyonundaki Ağustos aylarındaki aylık ortalama sıcaklıkların Kahramanmaraş'tan daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca burada en yüksek aylık ortalama sıcaklıkların Temmuz ayına denk geldiği görülmektedir. Gölbaşında görülen yıllık sıcaklık farkına bakıldığında en yüksek Temmuz ayı ile en düşük sıcaklıkların görüldüğü Ocak ayı arasında 26,3 ˚C'lik bir sıcaklık farkının olduğu görülmektedir. Sıcaklık farkları üzerinden değerlendirildiğinde Gölbaşı istasyonunun karasallık etkisinin daha fazla olduğu görülmektedir (Grafik 1.22).

1.3.1.2.2. Aylık Maksimum Sıcaklık Özellikleri

Aylık maksimum sıcaklıklar, özellikle yağışın az olduğu dönemlerde su yönetimi açısından sıkıntılı dönemlerin oluşmasına neden olabilir. Çünkü iklimdeki

yağış değişkenliğine bağlı olarak zaten hali hazırda az olan su varlığı, aynı zamanda yaşanan maksimum sıcaklıklardan dolayı tüketim taleplerindeki artışların yaşanması sonucu bu dönemlerde su yönetimi açısından dar boğazların yaşandığı zaman dilimlerine neden olabilir. Bu nedenle aylık maksimum sıcaklıkların incelenmesi bir bölgenin su yönetimi açısından büyük önem arz etmektedir.

Havza içerisinde yer alan Kahramanmaraş meteoroloji istasyonu verileri incelendiğinde en yüksek aylık maksimum sıcaklık 45,2 ˚C ile Temmuz ayında yaşandığı görülmektedir. Bunu 44,4 ˚C ile Ağustos, 42,5 ˚C ile Eylül ayı takip etmektedir. En düşük aylık maksimum sıcaklıklar ise kış aylarında görülmüş olup Ocak ayında 18,7 ˚C ve Aralık ayında ise 23,1 ˚C'dir. En yüksek aylık maksimum sıcaklık ile en düşük aylık maksimum sıcaklıklar arasındaki fark 34,4 ˚C'dir. Kahramanmaraş'ta ölçülen aylık maksimum sıcaklıkların ortalaması ise 34,4 ˚C'dir (Grafik 1.23).

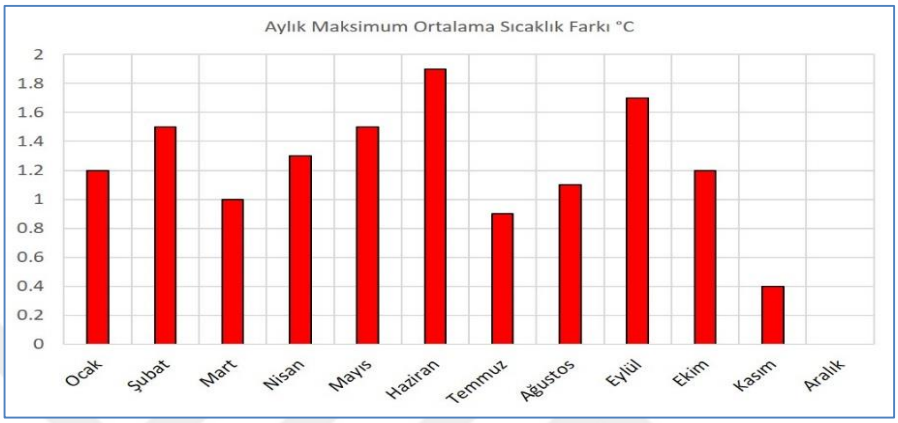


Grafik 1. 23: Kahramanmaraş İstasyonuna Göre Aylık Maksimum Sıcaklıklar (1959-2021). (MGM).

1959-2021 yılları arası dönem kaydedilen aylık maksimum sıcaklıklar 1959-1990 yılları ve 1990-2021 yılları arası 32 yıllık dönemler olarak karşılaştırıldığında bu her iki dönem arasında ölçülen en yüksek aylık maksimum sıcaklıklar ilk dönemde 44,3 ˚C iken ikinci dönemde ise 45,2 ˚C olarak ölçülmüştür. Diğer yandan yine aynı şekilde bu dönemler içerisinde 1959-1990 yılları arası dönemde aylık maksimum sıcaklıkların ortalaması 40,6 ˚C iken 1990-2021 yılları dönemde ölçülen aylık maksimum sıcaklıkların ortalaması ise 41,6 ˚C'dir. Diğer yandan ölçülen en düşük aylık maksimum sıcaklıklar açısından değerlendirildiğinde ise 1959-1990 yılları arası

dönemde en düşük aylık maksimum sıcaklık 37 ˚C iken 1990-2021 yılları döneme ise 38 ˚C olduğu görülmüştür (Grafik 1.23).

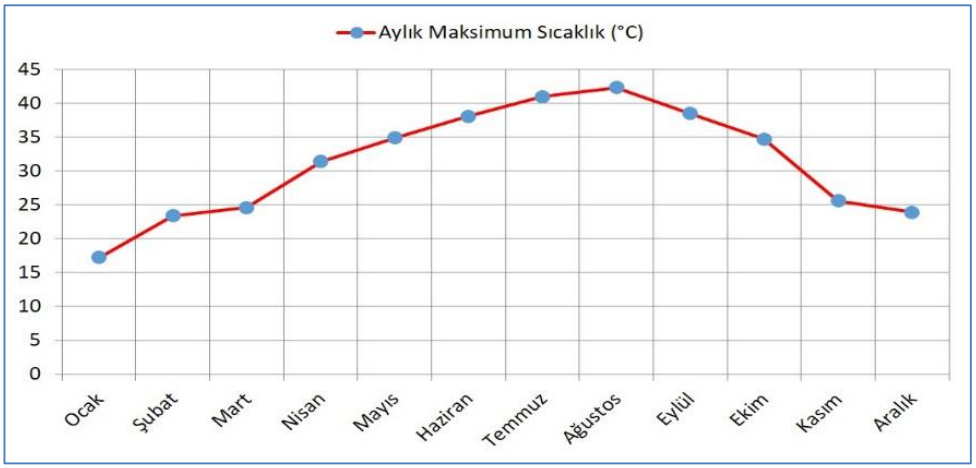
Kahramanmaraş'ta 1959-1990 yılları ve 1990-2021 yılları arası dönemlerin arasında aylık maksimum ortalama sıcaklık değişimleri grafik 1.24'te verilmiştir.



Grafik 1. 24: K.Maraş'ta 1959-1990 yılları ve 1990-2021 yılları arası dönemlerde maksimum ortalama sıcaklık değişimleri

Kahramanmaraş'ta aylık maksimum ortalama sıcaklıklar kıyaslandığında 1959-1990 yılına göre kıyaslandığında 1990-2021 yılları arası 32 yıllık dönemde en yüksek sıcaklık artışı 1,9 °C ile Haziran ve 1,7 °C ile Eylül aylarında yaşanmıştır. Temmuz, Aralık ve Kasım ayları dışında tüm aylarda aylık maksimum sıcaklık 1 °C ile 1,9 °C arasında değişen sıcaklık artışları meydana gelmiştir (Grafik 1.24).

Gölbaşı istasyonunda ölçülen aylık maksimum sıcaklıklar grafik 1.25'te verilmiştir.



Grafik 1. 25: Gölbaşı İstasyonuna Göre Aylık Maksimum Sıcaklıklar (1986-2021). (MGM).

Gölbaşı istasyonuna bakıldığında yıl içerisinde en yüksek aylık maksimum sıcaklık 42,3 ˚C ile Ağustos ayında ölçülmüştür. Bunu 41 ˚C ile Temmuz ayı ve 38,5 ˚C ile Eylül ayı takip etmektedir. En düşük aylık maksimum sıcaklıklar ise 17,2 ˚C ile Ocak, 23,9 ˚C ile Şubat ve 23,9 ˚C ile Aralık aylarında görülmüştür. Aylık maksimum sıcaklığın en yüksek olduğu Temmuz ayı ile en düşük olduğu Ocak ayı arasında toplam 25,1 ˚C'lik bir sıcaklık farkı olduğu görülmektedir (Grafik 1.25). Gölbaşı'nda ölçülen aylık maksimum sıcaklık farkının Kahramanmaraş istasyonuna göre daha düşük olduğu görülmüştür. Buna göre Kahramanmaraş istasyonunda özellikle yaz aylarında görülen aylık maksimum sıcaklıkların daha yüksek olduğu görülmektedir.

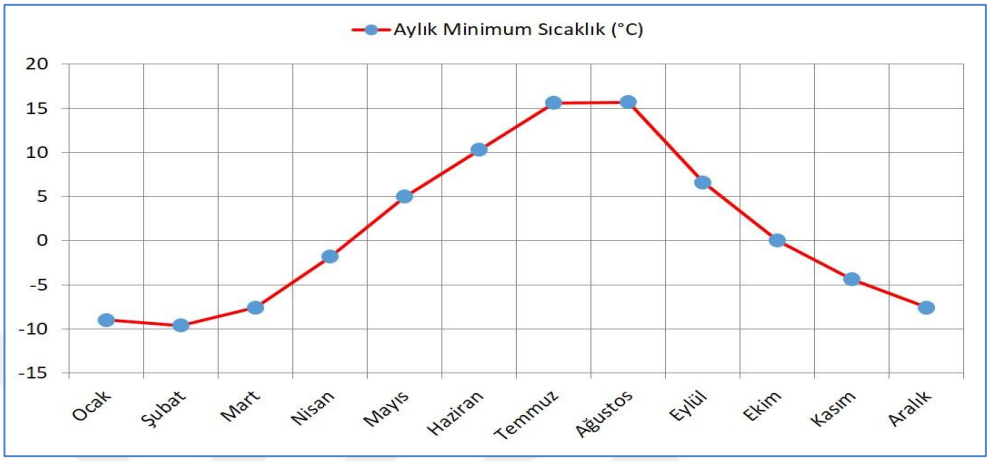
1.3.1.2.3. Aylık Minimum Sıcaklık Özellikleri

Aksu Çayı Havzası içerisinde özellikle havzanın kuzeyinde görülen yüksek ve dağlık alanlarda uzun dönem veri kayıtlarını ölçen maalesef bir meteoroloji istasyonu yer almadığında havza içerisinde görülen aylık minimum sıcaklıklar incelenen istasyonlar üzerinden tam olarak maalesef yansıtılamadığını belirtmek gerekir. Çünkü Aksu Çayı Havzası içerisinde incelenen meteoroloji istasyonlarından Kahramanmaraş istasyonunda yükselti 572 metre iken Gölbaşı istasyonunda ise 900 metredir. Ancak havza içerisinde yer alan dağlık alanlar 2400 metrelere kadar çıkmaktadır.

Havza içerisinde bulunan meteroloji istasyonlarından Yedikuyular istasyonu 1871 metre yükseltisi ile en yüksek noktada kurulmuş olan istasyonu oluşturur. Ancak ilk veri kayıtlarına 2020 yılı itibariyle başlaması nedeniyle maalesef bu istasyon üzerinde iklim değerlendirmesi yapacak kadar veri kaydı bulunmadığından bu bölgelere ait sıcaklık verileri değerlendirilememiştir. Dolayısıyla havza içerisinde aylık minimum sıcaklıklar ile ilgili bu istasyonlarda tutulan uzun döneme ait veri kayıtları üzerinden incelenmesi daha isabetli değerlendirmelerin yapılabilmesi açısından önemli olduğunu belirtmek gerekir.

Havza içerisinde Kahramanmaraş istasyonunda ölçülen aylık minimum sıcaklıklara bakıldığında havzada en düşük minimum sıcaklık -9,6 ˚C ile Şubat ayında olduğu görülmüştür. Diğer yandan Ocak ayı da -9 ˚C ile diğer en düşük aylık minimum sıcaklığın olduğu aydır. Bu ayları -7,6 ˚C ile Aralık ve Mart ayları oluşturur. En yüksek

aylık minimum sıcaklıklar ise 15,7 ˚C ile Ağustos ve 15,6 ˚C ile Temmuz ayında görülmüştür. Aylık minimum sıcaklık farkına bakıldığında ise toplam 25,3 ˚C 'dir (Grafik 1.26).

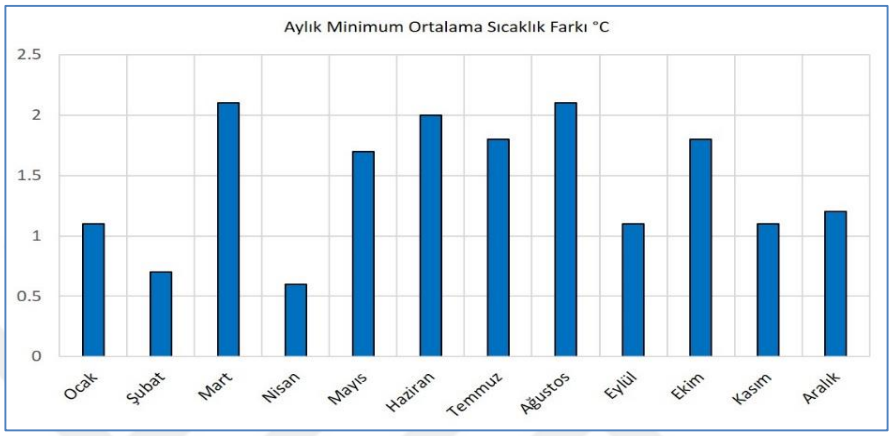


Grafik 1. 26: Kahramanmaraş İstasyonuna Göre Aylık Minimum Sıcaklıklar (1963-2021). (MGM).

Kahramanmaraş istasyonu 1963-2021 yılları arası aylık minimum sıcaklıklar 30'ar yıllık dönemlerde karşılaştırıldığında 1963-1992 dönemlerinde ölçülen en düşük aylık minimum sıcaklık -9 ˚C iken 1992-2021 yılları arası dönemde ise -9,6 ˚C olduğu görülmüştür. Yine aynı dönemler içerisinde aylık minimum sıcaklık ortalamaları açısından kıyaslandığında 1963-1992 yılları arası dönemde aylık minimum sıcaklıkların ortalaması -5,6 ˚C iken 1992-2021 yılları arası dönemde ise -4,8 ˚C olduğu görülmüştür. Dönemsel kıyaslamalarda ölçülen en düşük minimum sıcaklık değerleri birbirine çok yakın olduğu görülürken diğer yandan aylık minimum sıcaklık ortalamaları açısından 0,8 ˚C bir artış olduğu görülmüştür. Tüm yıl içerisinde görülen aylık minimum sıcaklıklarda toplam 7 ayın sıcaklıklarının 0 ˚C ile -9,6 ˚C arasında değiştiği görülmüştür.

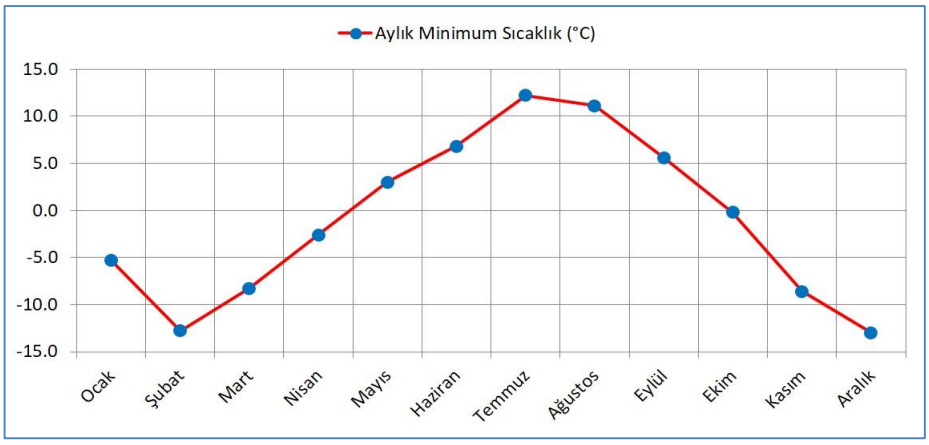
Kahramanmaraş istasyonu 1963-2021 yılları arası aylık minimum sıcaklıklar 1963-1992 yılları arası ve 1992-2021 yılları arası olmak üzere 30'ar yıllık iki farklı dönemlerde karşılaştırılmış ve aylık minimum ortalama sıcaklıkların aylara göre değişimleri ortaya konulmuştur. Aylık minimum ortalama sıcaklıklarda tüm aylarda bir önceki döneme göre bir artış olduğu görülmüştür. Bu sıcaklık artışları 0,6 ˚C ile 2,1 ˚C arasında değiştiği görülür. En düşük sıcaklık artışı 0,6 ˚C ile Nisan ve 0,7 ˚C ile

Şubat aylarında yaşanırken en yüksek artışlar ise 2,12 ˚C ile Ağustos ve 2 ˚C ile Haziran aylarında yaşandığı görülmüştür. Nisan ve Şubat ayları dışında geri kalan tüm aylarda aylık minimum ortalama sıcaklıkların son dönemde 1,1 ˚C ile 2,1 ˚C arasında değişen miktarlarda artış olduğu görülmüştür (Grafik 1.27).



Grafik 1. 27: K.Maraş'ta 1963-1992 yılları ve 1992-2021 yılları arası dönemlerde minimum ortalama sıcaklık değişimleri

Gölbaşı istasyonunda ölçülen aylık minimum sıcaklık değerlerine bakıldığında ise en düşük sıcaklık -13 ˚C ile Aralık ayında olduğu görülmüştür. Diğer en düşük sıcaklıklar ise -12,8 ˚C ile Şubat ayı, -8,6 ˚C ile Kasım ayı ve -8,3 ˚C ile Mart ayında görülmüştür. Ocak ayında ise -5,3 ˚C olduğu görülmüştür. En yüksek aylık minimum sıcaklıklar ise 12,2 ˚C ile Temmuz ayında ve 11,1 ˚C ile Ağustos ayında görülmüştür. En düşük aylık minimum sıcaklık ile en yüksek aylık minimum sıcaklık arasında 25,2 ˚C fark olduğu görülmektedir (Grafik 1.28).



Grafik 1. 28: Gölbaşı İstasyonuna Göre En Düşük Aylık Minimum Sıcaklıklar (1986-2021). (MGM).

Gölbaşı istasyonu ile Kahramanmaraş istasyonları kıyaslandığında Gölbaşı'nda en düşük aylık minimum ortalama sıcaklıklar ile en yüksek aylık minimum ortalama sıcaklıkların yükseltinin de etkisi ile daha düşük olduğu görülmüştür. Ancak diğer yanda her iki istasyonda en düşük aylık minimum sıcaklık ile en yüksek minimum sıcaklık farkının 0,1 ˚C ile neredeyse aynı olduğu görülmüştür.

1.3.1.3. Günlük Sıcaklık Özellikleri

İklim bir bölgede uzun yıllar etkili olan olayların ortalama durumunu ifade etse de her iklimin özelliklerinin temeli günlük yaşanan hava olaylarına dayanır. Dolayısıyla her iklim bulunduğu bölgede uzun yıllar boyunca etkili olan günlük hava olaylarının şiddet ve frekanslarına göre şekillenir. Bunun yanında bir bölgede zaman içerisinde meydana gelen iklim değişimleri de ilk olarak hava olaylarında kendini hissettirmeye başlar. Bu nedenle herhangi bir bölgede görülen günlük hava olaylarının şiddet ve frekans seyri o bölgedeki iklimin gelecekteki durumu hakkında bir öngörüde bulunmak için önemli ipuçları barındırır. Gerek iklim gerekse canlılar tarafından oldukça önemli olan günlük hava olaylarından "günlük sıcaklıklar" özelliklerine göre bazı gruplandırmalar yapılmıştır. Bu gruplandırmalara *"sayılı günler"* denmektedir. Günlük sıcaklıklar bakımından sayılı günler ve özellikleri şunlardır (Tablo 1.21).

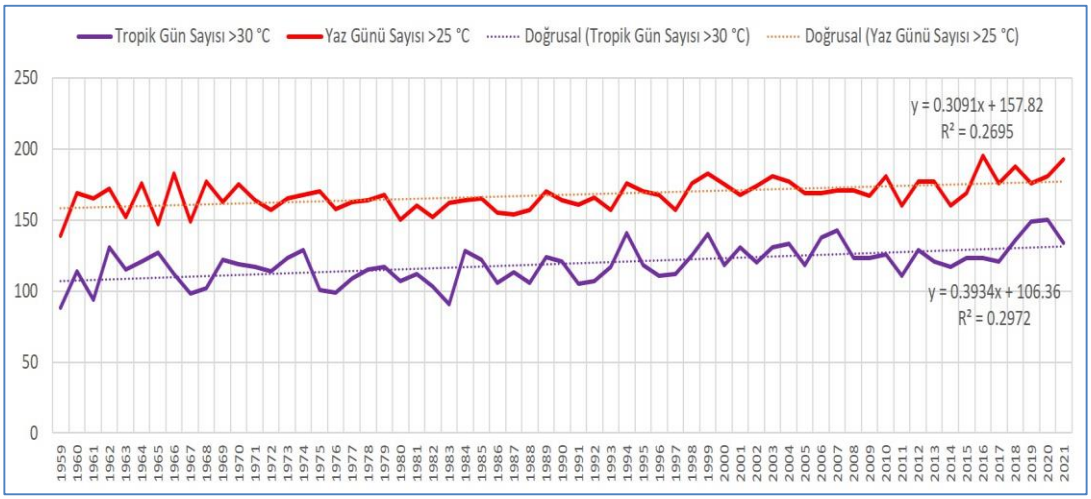
Tablo 1. 21: Günlük Sıcaklık Bakımından Sayılı Günler ve Özellikleri (Erol, 1993:64).

Sayılı Gün	Özellik
Tropik Gün	Günlük en yüksek sıcaklık 30 °C'nin üzerine çıktığı gün
Yaz Günü	Günlük en yüksek sıcaklık 25 °C'nin üzerine çıktığı gün
Donlu Gün	Günlük en düşük sıcaklık 0 °C'nin altında indiği gün
Şiddetli Donlu Gün	Günlük en düşük sıcaklık -12 °C'nin altında indiği gün
Kış Günü	Günlük sıcaklığın 0 °C'nin üzerine hiç çıkmadığı gün

Sayılı günlerden sıcak dönem sayılı günlerinden tropik ve yaz günü etkileri bakımından su yönetimi açısından daha çok sıkıntılı zamanlar yaratan günler olduğunu söylemek mümkündür. Çünkü daha çok sıcaklığın yüksek olduğu dönemleri ifade ederler. Sıcaklık yeryüzündeki su kaynakları üzerinde buharlaşma yoluyla en büyük kaybı veren iklim elemanıdır. Özellikle çok sıcak günlerde göllerde, barajlarda ve hatta sulama kanallarındaki sular üzerinde buharlaşma kayıplarının artmasına neden olurken

diğer yandan özellikle tarım alanında bitkilerin sulama ihtiyacının daha artmasına neden olur. Ayrıca sıcaklığın yüksek olduğu dönemlerde kar yağışlarının azalmasına neden olarak yağış türü üzerinde de belirleyici etkileri olabilmektedir. Bazı dönemlerde ise kış mevsimi sonrası ani artan sıcaklıklarla birlikte hızlı kar erimelerine neden olurlar. Böylece su kaynaklarının kar yağışından yeterince beslenememesine neden olurken ani kar erimeleri yaşanan bölgelerde ise sel ve taşkınlara neden olduğu görülmektedir. Buna karşın bir bölgede görülen soğuk dönem sayılı günlerini oluşturan donlu gün, şiddetli donlu gün ve kış günü sayılarının fazla olması yaz günü ve tropik gün sayılarındaki artışın su yönetiminde ortaya çıkaracağı sorunlara karşın bu günler de aynı derece olumlu etkiler ortaya koyduğu söylenebilir. Sıcaklıkların düşmesi hem kar yağışlarına neden olarak su kaynaklarının daha verimli beslenmesine neden olurken diğer yandan buharlaşma ile kayıpların da azalmasına neden olurlar. Bu nedenle günlük sıcaklıklar bakımından sayılı günlerin sayısı ve şiddeti su yönetimi açısından oldukça önemlidir.

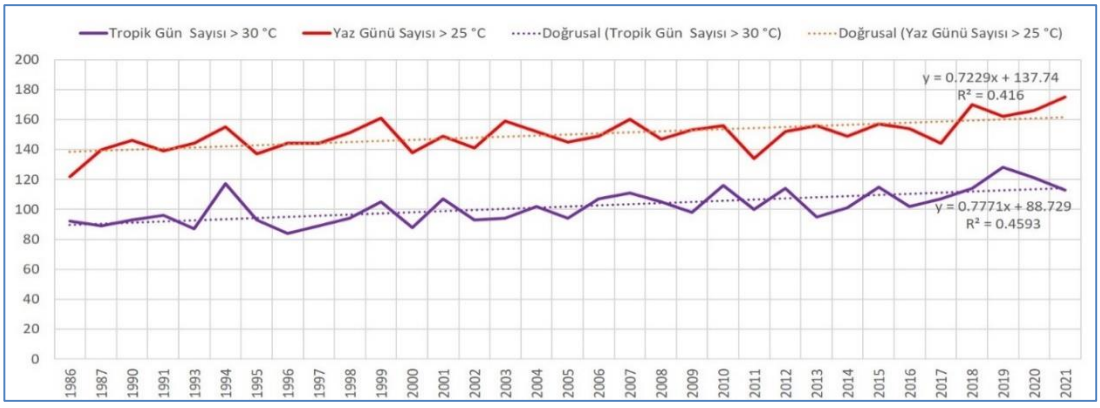
Aksu Çayı Havzası içerisindeki günlük sıcaklık bakımından sayılı gün özellikleri Kahramanmaraş ve Gölbaşı istasyonları üzerinden ayrı ayrı ele alınarak incelenmiş ve havza içerisindeki sayılı gün sayıları ortaya konularak yıllık trendleri ortaya konulmuştur. Kahramanmaraş'ta görülen tropik gün ve yaz günü sayıları grafik 1.29'da verilmiştir.



Grafik 1. 29: K.Maraş İstasyonuna Göre Tropik Gün ve Yaz Günü Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (1959-2021)

Kahramanmaraş'ta 1959-2021 yılları arası 63 yıllık dönemde görülen ortalama tropik gün sayısı 119 gün iken ortalama yaz günü ise 168 gündür. Bu dönem içerisinde en düşük tropik gün sayısı 88 gün ile 1959 yılında görülürken en yüksek tropik gün sayısı ise 150 gün ile 2020 yılında görülmüştür. Diğer yandan yaz günü sayısında ise en düşük 139 gün ile 1959 yılında görülürken diğer yandan en yüksek yaz günü sayısı ise 195 gün ile 2016 yılında görülmüştür. Kahramamaraş istasyonu 1959-2021 yılları arası 63 yıllık döneme ait veriler bulunduğundan sayılı günler 1959-1990 ve 1990-2021 yılları arası 32'şer yıllık dönemler olarak karşılaştırılmıştır. Buna göre 1959-1990 yılları arası dönemde ortalama tropik gün sayısı 113 gün iken 1990-2021 yılları arası dönemde ise 125 güne yükseldiği görülmüştür. Diğer yandan aynı şekilde 1959-1990 yılları arası dönemde görülen ortalama yaz günü sayısı 162 gün iken, 1990-2021 yılları arası dönemde ise 173 güne yükseldiği görülmüştür. Kahramanmaraş'ta gerek tropik gün sayısı gerekse yaz günü sayılarına bakıldığında yıllara göre bir artış eğilimi içerisinde olduğu görülmektedir (Grafik 1.29).

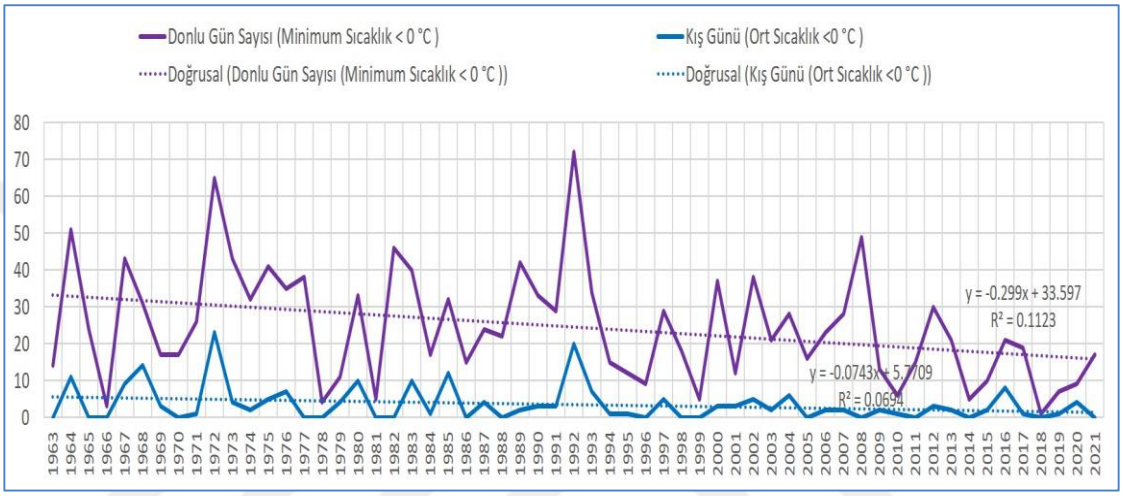
Gölbaşı istasyonunda ise 1986-2021 yılları arası dönemde ortalama tropik gün sayısı 102 gün iken ortalama yaz günü sayısı ise 150 gün odluğu görülmüştür. En düşük tropik gün sayısı 84 gün ile 1996 yılında görülürken en yüksek tropik gün sayısı ise 128 gün ile 2019 yılında görülmüştür. Diğer yandan yaz günü sayılarına bakıldığında ise en düşük yaz günü 122 gün ile 1986 yılında görülürken diğer yandan en yüksek yaz günü ise 175 gün ile 2021 yılında görülmüştür. Gölbaşı'nda gerek tropik gün sayısı gerekse yaz günü sayılarına bakıldığında yıllara göre bir artış eğilimi içerisinde olduğu görülmektedir (Grafik 1.30).



Grafik 1. 30: Gölbaşı İstasyonuna Göre Tropik Gün ve Yaz Günü Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (1986-2021)

Havza içerisinde daha çok soğuk iklim özelliklerini yansıtan "donlu gün, şiddetli donlu gün ve kış günü sayıları" da ayrı ayrı incelenmiş ve yıllara göre dağılışları ortaya konmuştur.

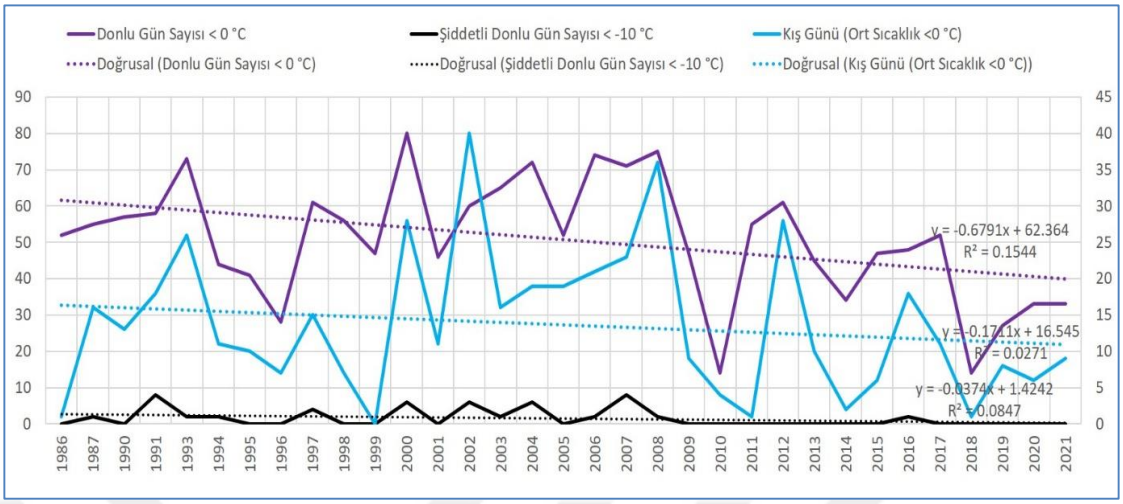
Kahramanmaraş'ta görülen donlu gün, şiddetli donlu gün ve kış günü sayıları grafik 1.31'de verilmiştir.



Grafik 1. 31: K.Maraş İstasyonuna Göre Donlu Gün ve Kış Günü Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (1963-2021)

Kahramanmaraş'ta 1963-2021 yılları arası dönemde görülen ortalama kış günü sayısı 4 gün iken ortalama donlu gün sayısı 25 gündür. Kahramanmaraş'ta görülen en düşük minimum sıcaklık -9,6 °C olduğundan incelenen dönem içerisinde şiddetli donlu gün yaşanmadığı görülmüştür. 1963-2021 yılları arası dönemdeki donlu gün ve kış günü sayıları 1963-1992 ve 1992-2021 yılları arası olmak üzere 30'ar yıllık dönemler olarak karşılaştırılmıştır. Buna göre 1963-1992 yılları arası dönemde ortalama kış günü sayısı 3 gün iken 1992-2021 yılları arası dönemde 2'güne düşmüştür. Diğer yandan 1963-1992 yılları arası dönemde ortalama donlu gün sayısı 30 gün iken, 1992-2021 yılları arası dönemde ise 21 güne gerilediği görülmüştür. En yüksek kış günü 23 gün ile 1972 yılında görülürken en yüksek donlu gün sayısı ise 72 gün ile 1992 yılında görülmüştür. Ancak genel olarak bakıldığında Kahramanmaraş'ta kış günü sayısı ve donlu gün sayılarının bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir (Grafik 1.31).

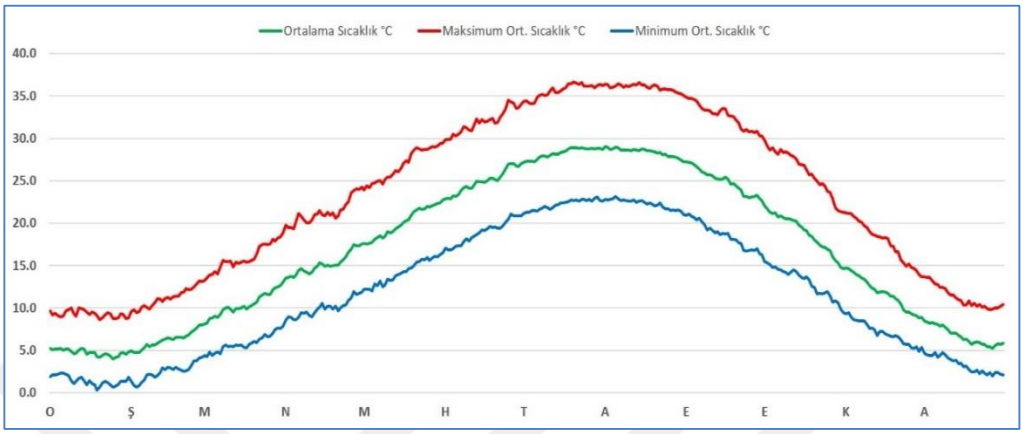
Gölbaşı'nda görülen soğuk dönem sayılı günleri olan donlu gün, şiddetli donlu gün ve kış günü sayılarının yıllara göre dağılışı grafik 1.32'de verilmiştir.



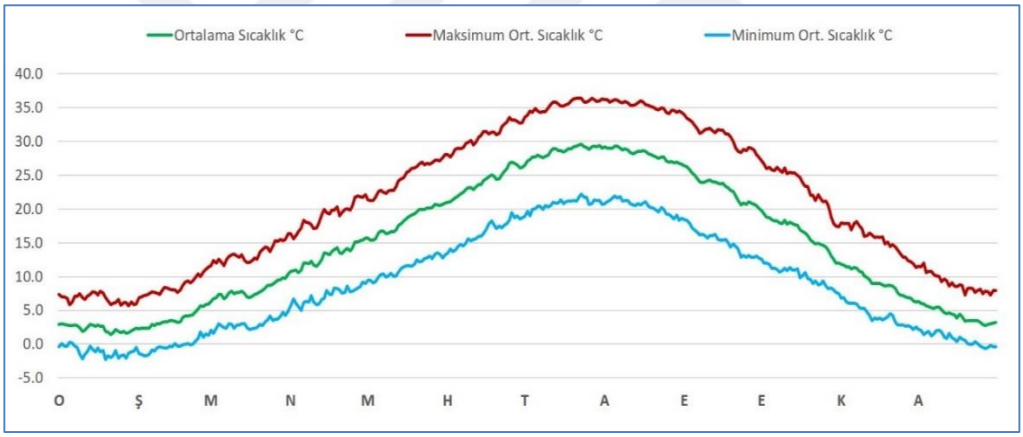
Grafik 1. 32: Gölbaşı İstasyonuna Göre Donlu Gün, Şiddetli Donlu Gün ve Kış Günü Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (1963-2021)

Gölbaşında donlu gün sayılarının dağılışına bakıldığında 1986-2021 yılları arasında ortalama 51 gün dolu gün yaşandığı görülmüştür. Aynı dönem içerisinde en yüksek donlu sayısı 2000 yılında görülürken en düşük donlu gün sayısı ise 14 gün ile 2010 yılında yaşandığı görülmüştür. Şiddetli donlu gün sayısına bakıldığında 1986-2021 yılları arasında ortalama 1 gün şiddetli donlu gün yaşandığı görülürken incelenen dönem içerisinde 20 yılda hiç şiddetli donlu gün yaşanmamıştır. En yüksek şiddetli donlu gün ise 4 gün ile 1991 yılı ve 2007 yıllarında görülmüştür. Kış günü sayıları incelendiğinde ise 19586-2021 yılları arasında ortalama 14 gün kış günü yaşanmıştır. En yüksek kış günü 40 gün ile 2002 yılında yaşanmıştır. Soğuk dönem sayılı günlerinden donlu gün, şiddetli donlu gün ve kış günü sayılarının incelenen dönemler içerisinde genel olarak bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir (Grafik 1.32).

Kahramanmaraş ve Gölbaşı istasyonlarında kaydedilen yıl içerisinde aylara göre günlük sıcaklıkların dağılışı grafik 1.33 ve 1.34'te verilmiştir.



Grafik 1. 33: Kahramanmaraş'ta Günlük Sıcaklıkların Yıl İçerisindeki Dağılışı (1959-2021).



Grafik 1. 34: Gölbaşı'nda Günlük Sıcaklıkların yıl İçerisindeki Dağılışı (1986-2021).

Kahramanmaraş'ta günlük ortalama sıcaklıklar incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklık 16,8 °C olarak hesaplanmıştır. Yıl içerisinde en yüksek günlük ortalama sıcaklık 29 °C ile 1 Ağustos'ta görülürken en düşük günlük ortalama sıcaklık ise 4 °C ile 25 Ocak'ta görülmüştür. Bunun yanında günlük maksimum ortalama sıcaklıklar incelendiğinde günlük maksimum sıcaklıkların ortalaması 23,1 °C olarak hesaplanmıştır. Günlük maksimum ortalama sıcaklıklar içerisinde en yüksek sıcaklık 36,6 °C ile Temmuz ayının 20. ve 23. günü ile Ağustos ayının 14. gününde görülürken en düşük maksimum ortalama sıcaklık ise 8,6 °C ile Ocak ayının 20. gününde görülmüştür. Günlük minimum ortalama sıcaklıklar incelendiğinde yıllık minimum ortalama sıcaklık 11,7 °C olarak hesaplanmıştır. Günlük minimum ortalama

sıcaklıkların yıl içerisinde dağılışına bakıldığında en düşük minimum ortalama sıcaklıklar 0,3 °C ile 19 Ocak'ta görülürken en yüksek minimum ortalama sıcaklıklar ise 23,2 °C ile 5 Ağustos'ta görülmüştür (Grafik 1.33).

Gölbaşı istasyonunda günlük ortalama sıcaklıklar incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklık 15 °C olduğu görülmüştür. Diğer yandan günlük ortalama sıcaklıklar incelendiğinde en yüksek ortalama sıcaklık 29,6 °C ile 23 Temmuz'da görülürken en düşük ortalama sıcaklık ise 21 Ocak'ta olduğu görülmüştür. Günlük maksimum ortalama sıcaklıklar incelendiğine ise en yüksek maksimum ortalama sıcaklık 36,4 °C ile 21-22 Temmuz'da görülürken, en düşük maksimum ortalama sıcaklıklar ise 5,6 °C ile 28 Ocak'ta olduğu görülmüştür. Günlük minimum ortalama sıcaklıklarda ise yıllık ortalama 11,7 °C'dir. Yıl içerisinde görülen en düşük minimum ortalama sıcaklık -2,3 °C ile 19 Ocak'ta görülürken en yüksek minimum ortalama sıcaklık ise 22,2 °C ile 23 Temmuz'da olduğu görülmüştür (Grafik 1.34).

1.3.2. Yağış Özellikleri

Bir bölgenin su yönetimi açısından düşünüldüğünde bir yerdeki mevcut tatlı su kaynaklarının kökenini atmosferik yağışlar oluşturur. Atmosferik yağışların kökenini ise yeryüzünden buharlaşan sular oluşturmaktadır. Yeryüzünden suların buharlaşma ile su buharı olarak atmosfere yükselmesi ile bulutlar oluşur ve daha sonra sıcaklığın azalmasına bağlı olarak meydana gelen yoğunlaşma sonucu bulutlarda bulunan su buharının sıvı ya da katı su tanecikleri olarak tekrar yeryüzüne inmesi olayı iklim elemanlarından yağışı oluşturur. En basit tanımla yağış, atmosferdeki suyun yer yüzüne ulaşması için serbest bırakılması durumudur (Davie and Quinn, 2021:19). Atmosferde sis ve bulutları meydana getiren 0,001 mm ile 0,040 mm çapında olan çok küçük su tanecikleri yoğunlaşmanın etkisi ile daha da büyüyerek ağırlaşır ve bulut içerisinde meydana gelen dikey hava hareketlerine karşı gelebildikleri için yere doğru düşmeye başlarlar. Atmosfer içerisinde uzun veya kısa mesafelerden yeryüzüne düşen bu taneciklere "yağış" denir (Erol, 1993: 201). Bu tanecikler genel olarak sıcaklığın 0 °C'nin altında olduğu zamanlarda katı (kar, dolu, kırağı) ve 0 °C üzerinde olduğu zamanlarda ise sıvı (yağmur, çiy) tanecikler halinde düşerler. Bunlar içerisinde yağmurun ölçülmesi diğerlerine göre daha kolay olmasına karşın yağış diğer diğer

şekillerinin ölçülmesi daha zordur (Davie and Quinn, 2021:19). Her ne kadar insanlar tarafından yeryüzüne düşen herhangi bir su damlası yağmur olarak ifade edilse de meteorologlara göre çapı 0,5 mm'ye eşit veya 0,5 mm'den büyük çaptaki su tanecikleri yağmur olarak kabul edilir (Ahrens, 2009: 175). Buna karşın çapı 0,5 mm 'den küçük olan su taneciklerine ise "çisenti" adı verilir (Ackerman and Knox, 2015:132). Hatta bulutlardaki su tanecikleri 0,02 mm'den küçük olduğunda su tanecikler bulutlarda asılı tutulabilir (Türkeş, 2018:316).

Atmosferde bulunan su buharının çeşitli şekillerde yeryüzüne düşmesi sonucu oluşan yağışların yeryüzündeki dağılımı bölgeden bölgeye ve zamana göre değişiklik gösterir. Yeryüzündeki yağışların oluşum ve genel dağılışını etkileyen etmenler genel olarak ikiye ayrılır. Bunları, kütlelerinin nemlilik ve kararlık düzeyleri, genel atmosfer sirkülasyonu içerisindeki konveksiyon ve konverjans veya subsidans ve diverjans alanları ile hava kütleleri ve basınç merkezlerinin mevsimlik değişim özelliklerine göre konumlarını belirleyen yer küresel veya küresel etmenler ile diğer yanda bu etmenlerin denetlediği geniş çaplı küresel yağış dağılışı içerisindeki bölgesel ve yöresel değişiklere neden olan yer şekilleri, yükselti, bakı, denize olan uzaklık, kıyının konumu ile kıyı akıntıları ile ormanlar gibi fiziki coğrafya etmenleri ve özellikleri oluşturur (Türkeş, 2010:378). Özellikle ülkemizde genel olarak aynı enlem aralığında yer almasına rağmen iki farklı akarsu havzasında farklı yağış özelliklerinin görülmesi iki havza arasındaki yağışların daha çok fiziki coğrafya etmenler tarafından denetlendiğini ortaya koyar. Öyleki bu fiziki coğrafya etmenlerinin etkisi ile bir akarsu havzasındaki yağış miktarının dikey ve yatay yöndeki dağılışı bir farklı olmasına neden olur. Su yönetimi açısından değerlendirildiğinde yalnızca yağış miktarı değil aynı zamanda yağışların türü, yıl içerisindeki dağılış özellikleri, yağış şiddeti gibi faktörler de önemlidir. Öyleki yıllara göre toplam yağış miktarı aynı olmasına rağmen yağışların yağmur ya da kar olarak düşmesi veya yıl içerisindeki yağışlı gün sayılarındaki değişimlerine bağlı olarak değişen yağışın şiddeti ve hatta yağışların yıl içerisindeki aylara göre farklı aylarda düşmesi gibi durumlardaki farklı özelliklerin su yönetimi açısından farklı sonuçları ortaya çıkabilir. Çünkü söz konusu bu faktörlerdeki değişikliklere bağlı olarak atmosferden aynı miktarda yere düşen yağışın, yeryüzünde buharlaşma, sızma ve yüzeysel akış ve depolanma miktarı değişiklik gösterebilir. Böylece toplam aynı yağış miktarı düşmesine rağmen hidrolojik döngüdeki değerlerde

ortaya çıkan farklılıklardan dolayı iki farklı havzada iki farklı su bütçesi ortaya çıkabilir. Bu yüzden su yönetimi açısından yağışların bu özelliklerinin de göz önünde bulundurulması önemlidir. Ancak sonuç olarak yağışların türü ve zamansal ve mekânsal dağılışları değişkenlik gösterse de sonuçta yeryüzünde ve yeraltında biriken su miktarı su yönetimindeki en temel girdiyi oluşturur ve tüm planlamalar bunun üzerine kuruludur. Bu biriken su miktarında olası değişimler, su yönetiminde yapılan tüm hesaplamaların değişmesine neden olabilir. Örneğin, ülkemizin toplam su potansiyeli hesaplamalarında kullanılan yağış verileri 1951-2000 yılları arasındaki ortalamalara göre 643 mm olarak kabul edilerek yapılan hesaplamalarda 501 milyar m^3 su potansiyelimiz olduğu kabul edilirken, 1981-2010 yılları arası yağış verilerine göre ise ortalama yağış 574 mm olarak hesaplanmış ve buna göre toplam su potansiyelimiz ise 450 milyar m^3 su potansiyelimiz olduğu hesaplanmıştır (OBKP, 2018:2). Yağış ortalamalarında meydana gelen bu küçük değişiklik bile ülkemizin toplam su potansiyelinin hesaplamalara göre yaklaşık 51 milyar m^3 suyun azalmasına neden olmuştur. Bu azalma miktarı ülkemizin günümüzde kullanmış olduğu toplam su miktarına yakın bir miktardır. Kaldı ki ülkemiz için yapılan bu su potansiyeli hesaplamalarında yağışın türü, şiddeti ve yıl içerisindeki dağılış özellikleri göz ardı edilerek doğrudan yıllık toplam yağış üzerinden yapılan bir hesaplama olduğunu da belirtmek gerekir. Dolayısıyla doğrudan yıllık toplam yağışlarda ortaya çıkan dalgalanmalar dahi, genel anlamda su yönetim hesaplamaları ve planlamalarında kökten değişiklere yol açabileceğini unutmamak gerekir. Bu yüzden bir bölgenin su yönetimi açısından iklim özelliklerinden yağış özelliklerinin doğru bir şekilde ortaya konulması oldukça önemli bir gerekliliktir.

Aksu Çayı Havzası'nda yağış özellikleri su yönetimi açısından değerlendirilmiştir. Bu kapsamda havza sınırları içerisinde yer alan Kahramanmaraş ve Gölbaşı meteoroloji istasyonlarına ait veriler üzerinden aylık ve yıllık toplam yağış miktarları incelenmiş ve yağışın aylık ve yıllık toplam yağışların trendleri ortaya konulmuştur. Buna ek olarak "Thissesen poligon yöntemi" ve "aritmetik ortalama yöntemleri" kullanılarak havzanın alansal ortalama yağış miktarı belirlenmiştir. Bunun yanında aylık ve yıllık toplam yağışlı gün sayıları incelenerek ve yıllara göre yağışlı gün eğilimleri ortaya konmuştur. Ayrıca havzadaki yağış türü özelliklerini belirlemek

üzere yıllık toplam kar yağışlı gün sayıları da incelenerek yıllık kar yağışlı gün eğilimleri ortaya konmuştur.

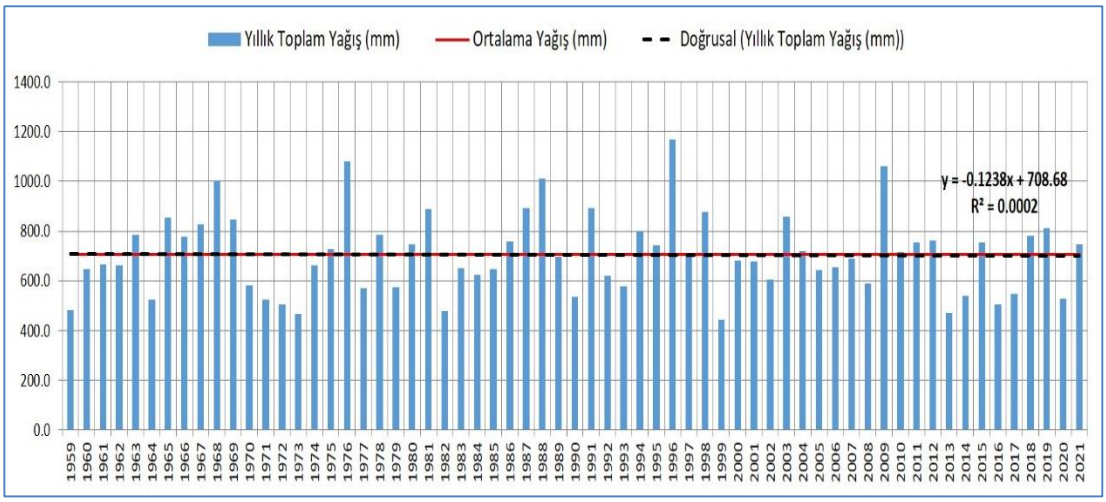
1.3.2.1. Yıllık Toplam Yağış Özellikleri

Bir yerin yıllık toplam yağış miktarı, bulunduğu bölgenin yağış alma potansiyelini göstermesi bakımından önemlidir. Ancak yıllık toplam yağış miktarı su kaynaklarının beslenmesine katkıda bulunan toplam yağışı ifade etmeyebilir. Yıllık yağış miktarının yanında yağışın şiddeti, yıl içerisindeki dağılışı ve frekansı gibi özellikler de önemlidir (Turoğlu, 2013; Turoğlu, 2014:100; Turoğlu, 2019:536). Yıllık toplam yağış miktarı, yağış potansiyeli gösterse de yalnızca yıllık toplam yağış miktarı üzerinden yağışın alansal dağılışı hakkında yorum yapılması pek mümkün değildir. Bu nedenle ülkemiz açısından ya da bir akarsu havzası bakımından düşünüldüğünde toplam yağış miktarı genel hesaplamalar açısından önemli bir veri olmasına karşın coğrafi farklılıklardan dolayı yağışın dağılışı ve bu yağışlardan su yönetimi açısından faydalanma oranları bölgesel olarak farklılık gösterebilir. Bu nedenle bölgesel yıllık toplam yağış miktarından ziyade bunun yanında yağışın mekânsal ve zamansal değişim özelliklerinin belirlenmesi su yönetimi açısından daha önem arz etmektedir. Örneğin bir akarsu havzası açısından belirlenen yıllık toplam yağış miktarı oldukça yüksek olmasına rağmen özellikle çok geniş havzalarda havza içerisinde bir yerde su fazlasından kaynaklı bazı sorunlar yaşanırken bazı yerlerde ise su kıtlığından kaynaklı su yönetim sorunları ortaya çıkabilir. Bu yüzden bölgeler, iller ya da havzalar bazında su transfer projelerinin planlanması açısından yağışın dağılışı ne kadar yerel ölçekte ortaya konulabilirse planlamaların da o kadar tutarlı olması beklenir.

Su yönetimi açısından düşünüldüğünde bir yerin yağış alma durumuna müdahale edilmesi pek mümkün değildir. Bu yüzden yıllık toplam yağış miktarı genel olarak su yönetimindeki en önemli bağımsız değişkenlerden birini oluşturur. Bu nedenle genel olarak tüm su yönetim planlamaları bölgenin coğrafi şartlarına göre gerçekleşen yıllık toplam yağış miktarına göre düzenlenir. Ancak yalnızca yıllık toplam yağış miktarı üzerinden yapılan su yönetim planlaması ilkeleri her bölge için aynı doğrulukta sonuçlar vermeyebilir. Çünkü yıllık toplam yağış değerleri aynı olmasına rağmen diğer yandan jeolojik, jeomorfolojik ve klimatik özelliklerden bakımından her bölge birbirinden farklı özellikler ortaya koyabilir. Bu yüzden yıllık

toplam yağış o bölgedeki toplam brüt su potansiyelini belirlemesi bakımından önemli olsa da kullanılabilir net su potansiyelini yağışlardan sonra sıcaklığa bağlı olarak buharlaşma, zeminin bitki örtüsü, engebe durumu ve geçirgenlik özelliklerine göre tutulma ve sızma ile yüzeysel akışa geçme gibi durumları belirlediğini belirtmek gerekir. Bunun yanında yıllık toplam yağış miktarında görülen uzun dönem eğilimler, bölgenin iklim özelliklerindeki değişim özelliklerini ortaya koyması açısından da önemlidir. Aksu Çayı Havzası sınırları içerisinde birçok meteoroloji gözlem istasyonu yer almasına rağmen bunlar içerisinde çoğunluğu yeni açılmış olan otomatik gözlem istasyonları olup maalesef veri kayıtları yıllara göre düzensiz olup, çok kısa bir dönemi kapsamaktadır. Bu istasyonlara ait ölçülen zaman aralıklarına göre yıllık toplam yağış miktarları incelendiğinde Pazarcık 709 mm (2015-2021), Çağlayancerit 969 mm (2015-2021), Türkoğlu 709 mm (2015-2021), Çınarlı 492,6 mm (2021) ve Gölbaşı Orman 1068 mm (2017-2021) olduğu görülmüştür. Aksu Çayı Havzası'nın uzun yıllara ait yıllık toplam yağış özellikleri uzun dönem rasat kayıtları bulunan Kahramanmaraş ve Gölbaşı meteoroloji gözlem istasyonları üzerinden incelenmiştir.

Kahramanmaraş meteoroloji istasyonu verilerine göre 1959-2021 yılları arası dönem için ortalama yıllık toplam yağış miktarı 704.7 mm'dir. İncelenen dönem içerisinde en yüksek yıllık toplam yağış 1169 mm ile 1996 yılında görülürken en düşük yıllık toplam yağış ise 442,7 mm ile 1999 yılında görülmüştür. Yıllara göre yıllık toplam yağış miktarında 726, 3 mm'lik bir salınım görülmektedir (Grafik 1.35).

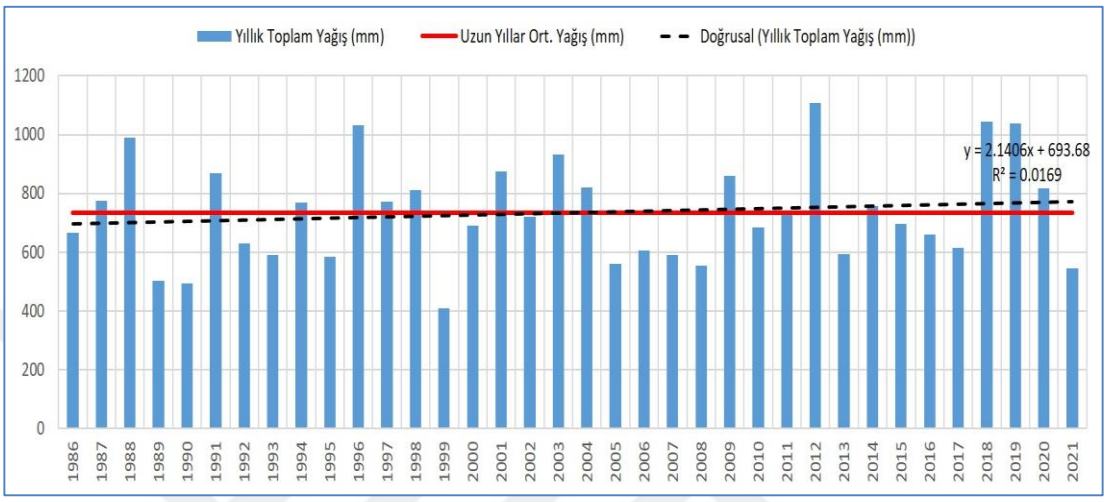


Grafik 1. 35: K.Maraş İstasyonuna Göre Yıllık Toplam Yağışın Dağılışı (1959-2021). (MGM).

1959-2021 yılları arası dönemde 1968, 1976, 1988, 1996 ve 2009 yıllarında olmak üzere toplam 5 yılın toplam yağışları 1000 mm üzerine çıktığı görülmektedir. Buna göre Kahramanmaraş'ta ortalama 10 yılda bir yağışlı dönem yaşandığı görülmektedir. Diğer yandan 1959, 1973, 1982, 1999 ve 2013 yıllarında ise toplam 5 yıla ait yağışlar 500 mm'nin altına düştüğü görülmektedir. Buna göre ortalama 14 yılda bir de kurak dönemin yaşandığı görülmektedir. Genel olarak yıllık toplam yağışların eğilimlerine bakıldığında 1959-2021 yılları arasında genel olarak yıllık toplam yağış miktarı eğilimlerine bakıldığında önemli bir değişimin olmadığı görülmektedir. 63 yıllık dönem yağışları kendi içerisinde 1959-1990 ve 1990-2021 yılları olarak 32'şer yıllık iki farklı dönem ortalamaları kıyaslandığında 1959-1990 yılları arası ortalama yıllık toplam yağış 702,5 mm iken 1990-2021 yılları arası dönemde ise ortalama yıllık toplam yağışın 701,7 mm olduğu görülmektedir. Dolayısıyla Kahramanmaraş'ta yıllık toplam yağış miktarında önemli bir değişimin olmadığı görülmektedir. İncelenen 63 yıllık dönem içerisinde 29 yılın yıllık toplam yağışları uzun dönem ortalama yağış olan 704,7 mm'nin üzerinde yağışlar düşerken diğer yandan 34 yılın yağışları ise ortalama yağışın altında olmuştur. Uzun dönem yağışlarda fark edilebilir bir değişim olmamasına rağmen yıllık toplam yağışların çok kısa zamanlı önemli salınımlar gösterdiğini söylemek mümkündür. Örneğin Kahramanmaraş'ta en yüksek yıllık yağış miktarı 1169 mm ile 1996 yılında görülürken hemen 3 yıl sonra 1999 yılında ise 442,7 mm ile en düşük yağışın görülebildiği değişken bir frekansa sahip olduğu görülmektedir (Grafik 1.35).

Gölbaşı'nda 1986-2021 yılları arası yağışlar incelendiğinde yıllık ortalama yağış 733,2 mm olduğu görülmüştür. En yüksek yıllık toplam yağış 1108,6 mm ile 2012 yılında görülürken en düşük yıllık toplam yağış ise 408,6 mm ile 1998 yılında görülmüştür. Ancak 1998 yılında rasat verileri incelendiğinde Mayıs ayında yağış ölçümünün yapılmadığı görülmektedir. Mayıs ayı yağış bakımından maksimum 155 mm ve ortalama 45 mm yağış alan bir ay olduğu görülmektedir. Bu yüzden en düşük yağış olarak ikinci en düşük değer olan 1990 yılına ait 492,8 kabul edilmiştir.1986-2021 yılları arası 36 yıllık periyotta yıllık toplam yağışlarda 1996, 2012, 2018 ve 2019 yıllarında olmak üzere toplam 4 yılın yağış miktarının 1000 mm'nin üzerine çıktığı görülürken diğer yandan 1990 ve 1998 yıllarında olmak üzere toplam 2 yılın yağışların

da toplam yağışın 500 mm altında düştüğü görülmektedir. Genel olarak yıllara göre incelenen dönem içerisinde yıllık toplam yağışlarda önemli bir değişim eğilimi görülmemiştir (Grafik 1.36).



Grafik 1. 36: Gölbaşı İstasyonuna Göre Yıllık Toplam Yağışın Dağılışı (1986-2021). (MGM).

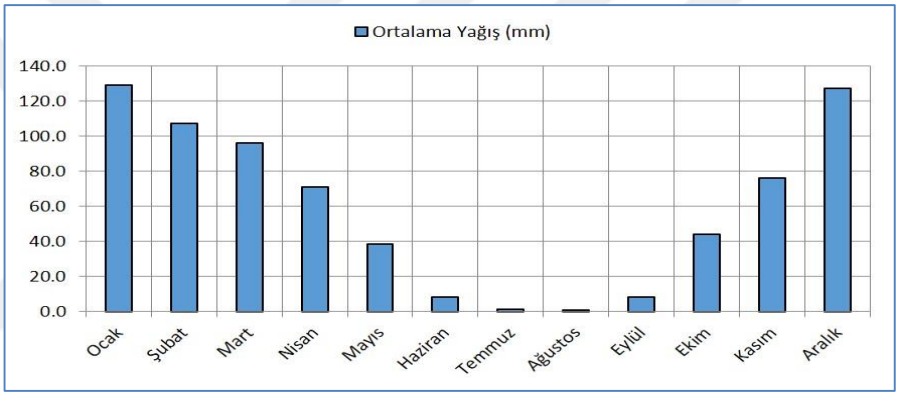
En yüksek ve en düşük yağış değerleri incelendiğinde toplam 615,8 mm'lik bir salınım yaptığı görülmektedir. Gölbaşı ve çevresini oluşturan bölgede meydana gelen yağışlar havza içerisinde yer alan İnekli, Azaplı ve Gölbaşı gölleri ile Kartalkaya Barajı'nın beslenmesi bakımından önemlidir.

1.3.2.2. Aylık Toplam Yağış Özellikleri

İklim özelliklerinden bir yerin yıllık toplam yağış miktarı kadar yağışın yıl içerisindeki aylara göre dağılışı da su yönetimi açısından önemlidir. Çünkü yağışın yıl içerisinde aylara göre dağılışı, yağışların yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının beslenmesi açısından etkileri farklı olabilir. Örneğin özellikle tarımsal faaliyetler açısından düşünüldüğünde tarım ürünlerinin su isteğinin en fazla olduğu dönemde yağışların az ya da hiç olmaması durumunda tarımsal sulama kullanılan su miktarının artmasına neden olabilir. Diğer yandan yağışların sıcaklığın en düşük olduğu dönemlerde toprak neminin fazla olması, yağışlar sonrası oluşan sular üzerindeki buharlaşma ve sızma kayıplarının da azalması bakımından akarsu akımları, baraj ve göl gibi yüzeysel su kaynaklarının beslenmesi üzerinde daha olumlu sonuçlar ortaya koyar. Ayrıca yağışların çok olduğu dönemler, genel olarak havanın bulutluluk oranlarının da fazla olduğu dönemleri oluşturur. Bu nedenle yağışların yıl içerisinde

çok kısa bir dönem içerisinde düşmesi ve ardından gelen uzun dönem yağışsız zaman diliminde su kaynakları üzerinde buharlaşma ile doğrudan su kayıpların artmasına neden olur. Bunun yanında yağışın yıl içerisindeki dağılışını ifade eden yağış rejimi özellikleri akarsuların akım rejimleri üzerinde de etkili olur. Akarsuların akım rejimi açısından düzenli ya da düzensiz rejim özelliklerine sahip olmaları yağışın yıl içerisindeki dağılışı ile yakın ilişkilidir. Bu durum akarsular üzerinde ulaşım, su ürünleri yetiştiriciliği ve turizm gibi faaliyetler üzerinde de etkileri görülür.

Kahramanmaraş'ta 1959-2021 yılı arası dönemde görülen yıl içerisinde aylık ortalama yağışın dağılışı grafik 1.37'de verilmiştir.



Grafik 1. 37: Kahramanmaraş'ta 1959-2021 Yılları Arası Dönemde Aylık Ortalama Yağışın Dağılışı (MGM).

Kahramanmaraş'ta aylık ortalama yağışlar incelendiğinde yıl içerisinde en çok yağışın 129 mm ile Ocak ayında düştüğü görülmektedir. Bunu 127 mm ile Aralık ayı ve 107 mm ile Şubat ayı takip etmektedir. En düşük yağışlar ise 0,9 mm ile Ağustos, 1,0 mm ile Temmuz ve 8,0 mm ile Haziran ayıda düşmektedir (Grafik 1.37). Genel olarak kış mevsiminde yağışların çok olduğu ve yağış rejiminin düzensiz olduğu görülür. Aylık ortalama yağışların oransal olarak dağılışı ise tablo 1.22'de verilmiştir.

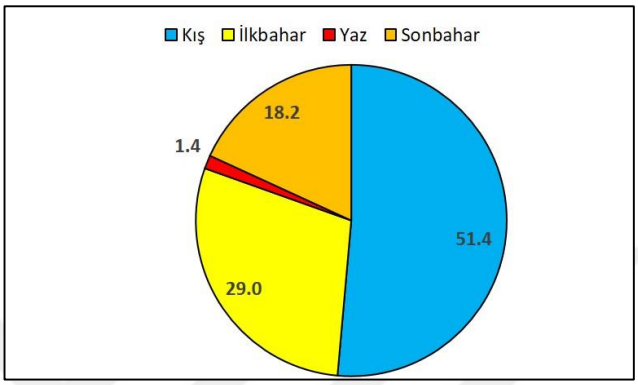
Tablo 1. 22: Kahramanmaraş'ta Aylık Ortalama Yağışların Oransal Dağılışları

	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Yağış (%)	18.3	15.2	13.6	10.0	5.4	1.1	0.1	0.1	1.2	6.2	10.8	18.0

Kahramanmaraş'ta yıllık toplam yağışın % 18,3'ü Ocak, 18,0'i Aralık ve % 15,2'si de Şubat ayında düşmektedir. Kış aylarını oluşturan bu dönemde düşen yağışlar

yıllık toplam yağışın % 51,5'ini oluşturur. Mayıs ayı ile Kasım ayı arasındaki aylarda yağışın oldukça az olduğu ve bu dönemde toplam 6 aya ait yağışlar yıllık yağışın sadece % 14,1'ini oluşturur (Tablo 1.22).

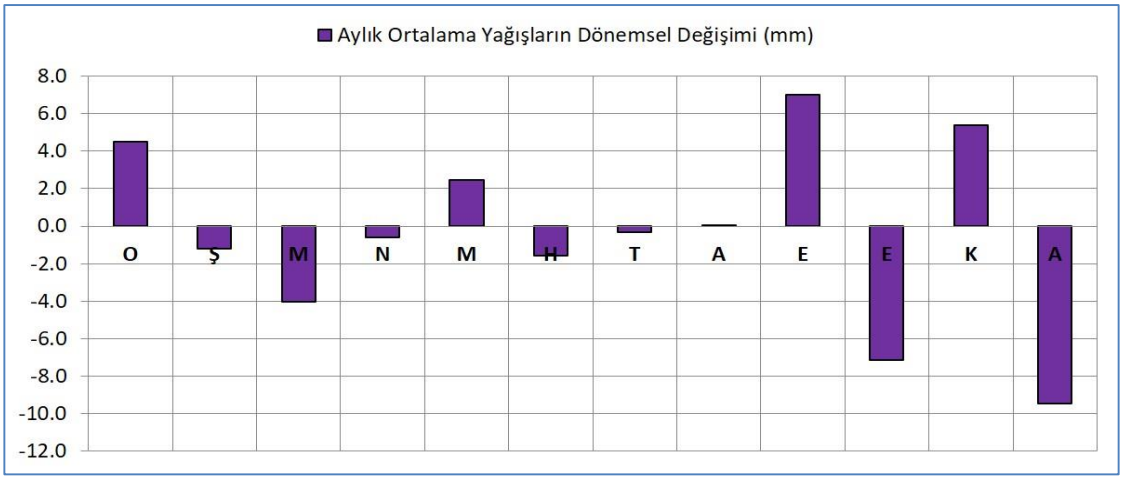
Yağışın mevsimlere göre dağılış oranları ise grafik 1.38'te verilmiştir.



Grafik 1. 38: Kahramanamraş'ta Yağışı Mevsimlere Göre Dağılış Oranları (%)

Kahramanmaraş'ta yağışların mevsimsel olarak dağılışına bakıldığında % 51,4'ü Kış (Aralık, Ocak, Şubat), % 29'u İlkbahar (Mart, Nisan, Mayıs), % 18,2'si Sonbahar (Eylül, Ekim, Kasım) ve % 1,4'ü de Yaz (Haziran, Temmuz, Ağustos) mevsiminde düştüğü görülmektedir (Grafik 1.38).

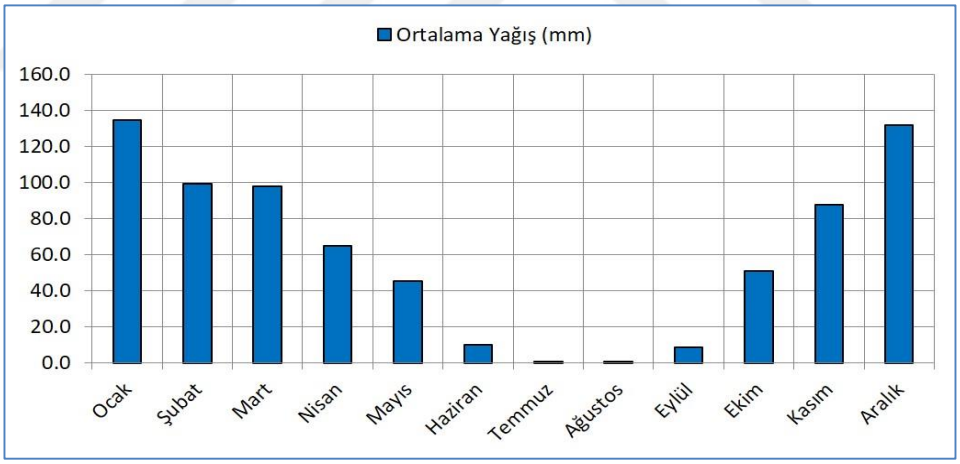
Kahramanmaraş'ta aylık ortalama yağışların dönemsel değişim oranlarını belirlemek üzere 1959-2021 arası dönem 1959-1990 ve 1990-2021 yılları arası iki farklı dönemler karşılaştırılmıştır. 32 yıllık dönemler içerisinde aylık ortalama yağışlarda meydana gelen değişimler grafik 1.39'da verilmiştir.



Grafik 1. 39: Kahramanmaraş'ta aylık ortalama yağışların dönemsel değişim oranları

Aylık ortalama yağışlar 1959-1990 yılına kıyasla 1990-2021 yılları arası dönemle kıyaslandığında son 32 yıllık dönemde Eylül (7,0 mm), Kasım (5,4 mm) ve Ocak (4,5 mm), aylarında aylık ortalama yağışlarda artış olduğu görülmüştür. Buna karşın diğer aylarda ise genel olarak yağışlarda bir azalma olduğu görülmüştür. En çok yağışın azaldığı aylar sırasıyla Aralık (9,4 mm), Ekim (7,2 mm) ve Mart (4,0 mm) aylar olmuştur. Kahramanmaraş'ta aylar bazında azalan ve artan yağış oranları kıyaslandığında yıllık toplam yağışlarda pek önemli bir değişiklik olmadığı fakat yağışın aylar içerisinde değişimi bölgenin yağış rejiminde bir değişimin olduğuna işaret etmesi bakımından önemlidir (Grafik 1.39).

Gölbaşı'na ait 1986-2021 yılları arası dönemde aylık ortalama yağışlar incelendiğinde en yüksek yağışlar 134,7 mm ile Ocak ayında düştüğü görülmektedir. Bunu 131,6 mm ile Aralık ayı, 99,8 mm ile Şubat ayı ve 98,1 mm ile de Mart ayı takip etmektedir. En düşük yağışlar ise Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında düşmektedir (Grafik 1.40).



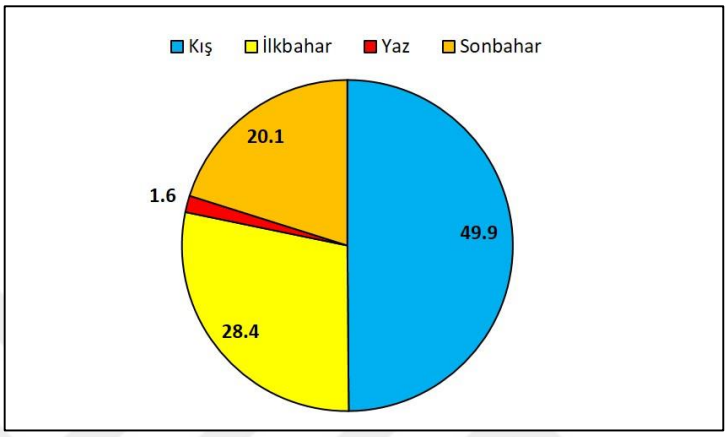
Grafik 1. 40: Gölbaşı'nda 1986-2021 Yılları Arası Dönemde Aylık Ortalama Yağışın Dağılışı (MGM).

Aylık ortalama yağışların oransal dağılışları ise tablo 1.23'te verilmiştir.

Tablo 1. 23: Gölbaşı'nda Aylık Ortalama Yağışların Oransal Dağılışları

	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Yağış (%)	18.4	13.6	13.4	8.8	6.2	1.4	0.1	0.1	1.2	6.9	12.0	17.9

Gölbaşı'nda yıllık toplam yağışın yıl içerisinde aylara göre dağılış oranlarına bakıldığında yağışların % 18,4'ü Ocak, % 17,9'u Aralık ve % 13,6'sı ise Şubat ayında olmak üzere yıllık toplam yağışın 49,9'unun kış aylarında düştüğü görülmektedir (Tablo 1.23).Yağışların mevsimlere göre dağılışı ise grafik 1.41'de verilmiştir.



Grafik 1. 41: Gölbaşı'nda Yağışların Mevsimlere Göre Dağılış Oranları (%)

Gölbaşı'ndaki yağışların mevsimsel dağılışına bakıldığında ise yıllık toplam yağışın % 49,9'u Kış, % 28'i İlkbahar, % 20'si Sonbahar ve % 1,6'sı da Yaz mevsiminde düştüğü görülmektedir (Grafik 1.41).

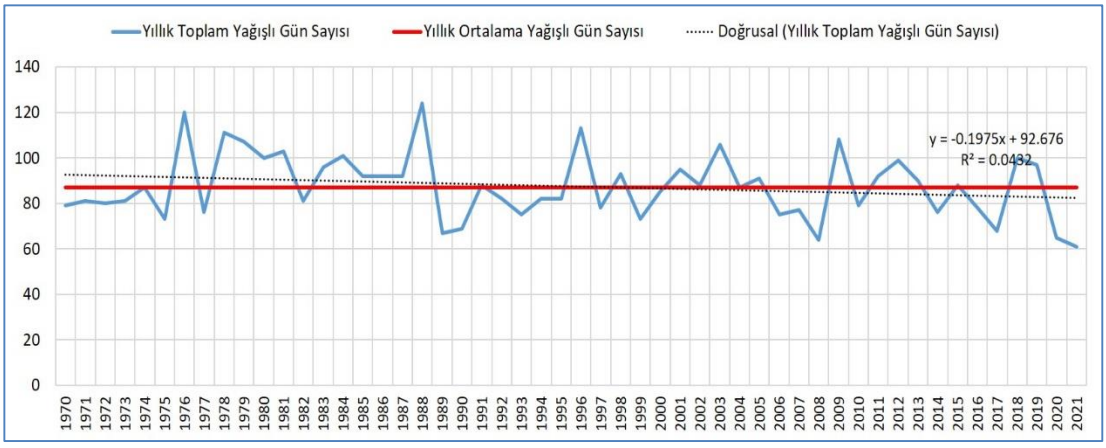
Kahramanmaraş ve Gölbaşı istasyonları yağış verilerine göre her iki merkezde de yağışların mevsimlere göre dağılışı birbirine benzer olduğu ve bu nedenle yağış rejimi olarak aynı özelliklere sahip oldukları görülmektedir.

1.3.2.3. Yağışlı Gün Sayıları

Bir yerin iklim özelliklerine bağlı olarak yağışın yıllara göre hatta yıl içerisinde aylara göre değişkenlik gösteren bir yapıya sahip olmasından kaynaklanan belirsizlik su yönetim planlamalarındaki en temel sorunlardan birini oluşturur. Toplam yağış miktarı su yönetimi açısından genel bir veri oluşturmasına karşın yağışların kendi içindeki değişkenleri oluşturan yağışın süresi, şiddeti, sıklığı gibi özellikler de önemlidir. Örneğin yağışların şiddet olarak sınıflandırılmasına bakıldığında bir saat içinde düşen toplam yağış miktarı 0,2-2,25 mm arasında ise "hafif şiddetli", 2,5 mm - 7,6 mm arasındaki yağışlara "orta şiddetli", ve 7,6 mm'den daha düşen yağışlara ise "şiddetli yağış" olarak adlandırılır (Ackerman and Knox, 2015:133). O halde bir bölge etkili olan yağışların bazen süreleri eşit olsa da düşen yağış miktarları farklı olabilir.

Diğer yanda yağış süreleri birbirinden farklı olsa da düşen yağış miktarları birbirine eşit olabilir. Böylesi durumlarda yıllık toplam yağış miktarı aynı olan iki farklı merkezlerde veya aynı yere ait farklı senelerde yağışlı gün sayıları üzerinden yağış şiddeti hakkında genel bir değerlendirme yapmak mümkündür. Çünkü iki farklı zaman dilimini oluşturan sürelerde aynı miktarda yağışın düştüğü durumlarda süre olarak az olan yerde daha şiddetli yağışların düştüğü söylenebilir. Bu nedenle yağış konusu su yönetimi açısından değerlendirildiğinde kendi içinde çok karmaşık özellikler barındırır öyleki yıllık toplam yağış miktarından ziyade yağışın bu özelliklerindeki meydana gelen değişimler de o bölgenin iklim özelliklerinde meydana gelen değişimlerin göstergeler olarak değerlendirilebilir. Kuşkusuz yağışa ait tüm bu özelliklerin ortaya konulabilmesi için çok sayıda yağışölçer ile yağışlar ile ilgili ayrıntılı veri kayıtları ile mümkündür. İstenilen sayıda ve düzeyde ayrıntı veri kayıtlarının bulunmadığı durumlarda genel olarak bu durumlar ile ilgili değerlendirmeleri yağışlı gün sayıları üzerinden yapmak mümkündür. Bu kapsamda Aksu Çayı Havzası'nda yıllara göre yağışlı gün sayıları ve eğilimler incelenmiş ve yılık yağış miktarları ile yağışlı gün kıyaslamaları yapılarak su yönetimi açısından değerlendirilmiştir.

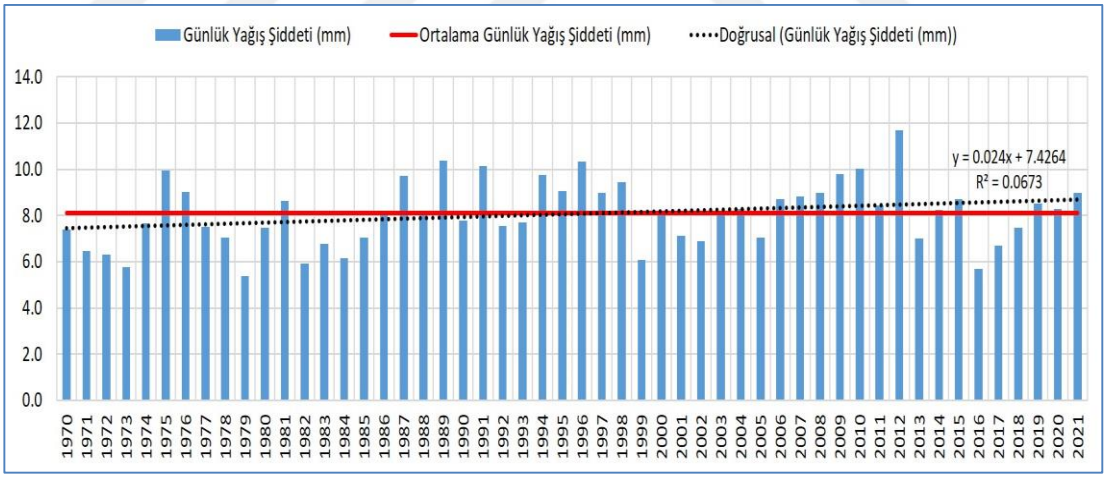
Kahramanmaraş meteoroloji istasyonu verilerine göre 1970-2021 yılları arası döneme ait yağışlı gün sayıları grafik 1.42'de verilmiştir. Yağışlı gün verileri 1970-2016 yılına kadar olanlar manuel ölçüm istasyonlarına ait iken 2016 yılı sonrası veriler otomatik ölçüm istasyon verilerine aittir.



Grafik 1. 42: Kahramanmaraş'ta Yağışlı Gün Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (MGM).

1970-2021 yılları arası dönem incelendiğinde Kahramanmaraş'ta ortalama yağışlı gün sayısı 87 gündür. En yüksek yağışlı gün sayısı 124 gün ile 1988 yılında görülürken en düşük yağışlı gün sayısı ise 61 gün ile 2021 yılında görülmüştür. İncelenen dönem arasında yağışlı gün sayılarında toplam 63 günlük bir salınım olduğu görülmüştür. 1970-2021 yılı arası dönem 26'şar yıllık iki farklı dönemde incelendiğinde 1970-1995 yılı arası dönemde ortalama yağışlı gün sayısı 89 gün, maksimum yağışlı gün sayısı 124 gün ve minimum yağışlı gün sayısı ise 67 gün olduğu görülürken 1996-2021 yılları arası dönemde ise ortalama yağışlı gün sayısı 86, maksimum yağışlı gün sayısı 113 gün ve minimum yağışlı gün sayısı ise 61 gündür. Genel olarak toplam yağışlı gün sayılarının az da olsa bir azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir (Grafik 1.42).

1970-2021 yılları arası dönemde yıllık toplam yağış miktarını yıllık yağışlı gün sayısına bölerek genel olarak yıllara göre günlük yağış şiddeti ortaya çıkarılmış ve bunun yıllara göre dağılımı grafik 1.43'de verilmiştir.



Grafik 1. 43: Kahramanmaraş'ta Yıllara Göre Ortalama Günlük Yağış Şiddetinin Dağılışı

1970-2021 yılları arası dönemde toplam yağışların toplam yağışlı gün sayılarına bölünmesi il elde edilen uzun yıllar ortalama günlük yağış şiddeti 8,1 mm olarak hesaplanmıştır. Aynı dönem içerisinde yıl içerisinde en yüksek ortalama günlük yağış şiddeti 11,7 mm ile 2012 yılında görülmüştür. Daha sonra bunu sırasıyla 10, 4 mm ile 1989 yılında, 10,3 mm ile 1996 yılında ve 10,0 mm ile 1975 ve 2010 yıllarında görülmüştür. En düşük günlük yağış şiddeti ise 5,4 ile 1979 yılında görülmüştür

(Grafik 1.43). Yıllar içerisinde 1169 mm ile yıllık toplam yağışın en fazla düştüğü 1996 yılında günlük yağış şiddeti, yıllık toplam yağışın 695,2mm düştüğü 1989 yılından daha düşük olduğu görülmüştür. Çünkü 1996 yılında toplam yağışlı gün sayısı 113 gün iken 1989 yılında ise toplam yağışlı gün sayısı 67'dir. Bu durum yağışlı gün sayılarının yağış şiddeti üzerinden ne kadar etkili olduğunu göstermesi bakımından önemli bir göstergedir. Kahramanmaraş'ta yağışlı sün sayılarının yıl içerisinde aylara göre dağılım özellikleri tablo 1.24'te verilmiştir.

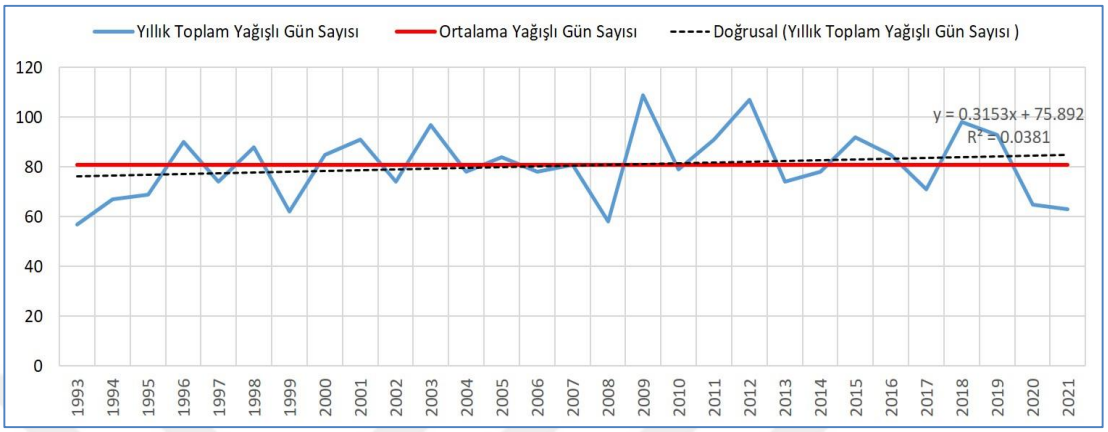
Tablo 1. 24: Kahramanmaraş'ta Yıllık Yağışı Gün Sayılarının Aylara Göre Dağılış Özellikleri (MGM).

Aylar	Maksimum Yağışlı Gün Sayısı	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	Minimum Yağışlı Gün Sayısı
Ocak	25	12	2
Şubat	22	12	3
Mart	23	12	5
Nisan	21	11	4
Mayıs	18	8	2
Haziran	8	3	0
Temmuz	3	1	0
Ağustos	3	1	0
Eylül	7	2	0
Ekim	13	7	1
Kasım	18	9	0
Aralık	22	12	0

Yağışlı gün sayılarının aylara göre dağılımına bakıldığından en yüksek maksimum yağışlı günlerin 25 gün ile Ocak ayında görülmüştür. Bunu 23 gün ile Mart ayı ve 22 gün ile Aralık ve Şubat ayları takip etmektedir. Ancak bu aylardaki minimum yağışlı gün sayıları dikkate alındığında yağış gün sayılarının 18 ile 23 gün arasında değişen oranlarda salınım yapabildiği görülmektedir. Diğer yandan ortalama yağışlı gün sayılarının dağılımına bakıldığında ise en yüksek 12 gün ortalama ile Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında görülmektedir. Buna karşın ortalama Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları ise en az ortalama yağışlı gün sayılarının görüldüğü ayları oluşturmaktadır (Tablo 1.24).

Gölbaşı'na ait 1993-2021 yılları arasında yıllık yağışlı gün sayıları incelendiğinde ortalama yağışlı gün sayısı 81 gün olduğu görülmüştür. En yüksek yağışlı gün sayısı 109 gün ile 2009 yılında görülmüştür. Bunu 107 gün ile 2012 yılı ve 98 gün ile 2018 yılı ve 97 gün ile 2003 yılları takip eder. En düşük yağışlı gün sayısı ise 57 gün ile 1993 yılında ve 58 gün ile 2008 yılında görülmüştür. İncelenen dönem

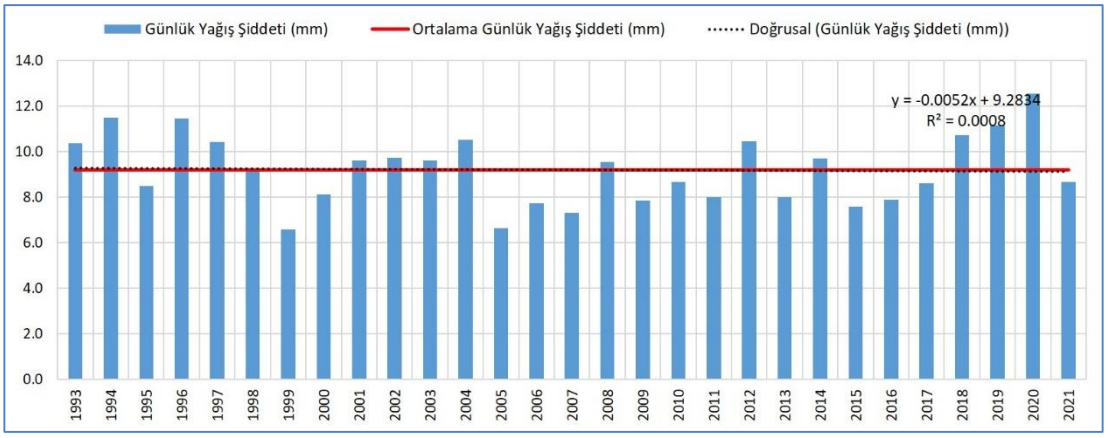
içerisinde yağışlı gün sayılarında 57 günlük bir salınım olduğu görülmektedir (Grafik 1.44).



Grafik 1. 44: Gölbaşı'nda Görülen Yağışlı Gün Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (MGM).

Yağışlı gün sayılarının yıllara göre oldukça değişken bir yapıda olduğu da görülmektedir. Örneğin 2008 yılında toplam 58 gün yağışlı gün görülürken hemen ardından 2009 yılında toplam yağışlı sün sayının 109 güne yükseldiği görülmüştür. Yağışlı gün sayılarının 1993-2021 yılları arası dönemdeki dağılışına bakıldığında genel olarak az da bir artış eğilimi içinde olduğu görülmektedir (Grafik1.44).

Gölbaşı'nda yıllık toplam yağış miktarının yıllık yağışlı gün sayısına bölünmesi ile elde dilen yıllara ait günlük yağış şiddeti hesaplanmıştır. Buna göre incelenen dönem içerisinde ortalama günlük yağış şiddeti 9,2 mm olduğu görülmüştür (Grafik 1.45).



Grafik 1. 45: Gölbaşı'nda Yıllara Göre Ortalama Günlük Yağış Şiddetinin Dağılışı

Yıllar içerisinde en yüksek ortalama yağış şiddeti 12,7 mm ile 2020 yılında görülürken diğer yandan bu yılı 11,5 mm ile 1994 ve 1996 yılları takip etmektedir. En düşük ortalama yağış şiddeti ise 6,6 mm ile 1996 yılında ve 6,7 mm ile 2005 yıllarında görülmüştür (Grafik 1.45).

Gölbaşı'nda yağışlı gün sayılarının aylara göre dağılımları tablo 1.25'de verilmiştir.

Tablo 1. 25: Gölbaşı'nda Yıllık Yağışlı Gün Sayılarının Aylara Göre Dağılış Özellikleri (MGM).

Aylar	Maksimum Yağışlı Gün Sayısı	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	Minimum Yağışlı Gün Sayısı
Ocak	23	12	5
Şubat	21	11	1
Mart	21	10	1
Nisan	18	10	3
Mayıs	14	7	0
Haziran	7	2	0
Temmuz	5	1	0
Ağustos	3	1	0
Eylül	5	2	0
Ekim	13	7	0
Kasım	15	8	0
Aralık	21	11	0

Gölbaşı'nda 1993-2021 yılları arası dönemde yağışlı gün sayılarının aylara göre dağılımları incelendiğinde ortalama yağışlı gün sayısı en fazla 12 gün ile Ocak ayında görülmüştür. Bunu 11'er gün ile Şubat ve Aralık ayı ve 10'ar gün ile Mart ve Nisan ayları takip etmektedir. Diğer yandan en düşük ortalama yağışlı gün sayıları da 1 gün ile Temmuz-Ağustos ayı ve 2 gün ile Eylül ayında görülmektedir. Diğer yandan en yüksek yağışlı gün sayılarının 23 gün ile Ocak, 21 gün ile Aralık, Şubat ve Mart aylarında yaşandığı görülür. En yüksek yağışlı gün sayılarının görüldüğü ayları oluşturan Ocak, Aralık, Şubat ve Mart aylarının en düşük yağışlı gün sayıları dikkate alındığında yağışlı gün sayılarında toplam 18 gün ile 21 gün arasında salınımlar olduğu görülmektedir (Tablo 1.25).

Kahramanmaraş ile Gölbaşı'na ait yağışlı gün sayıları incelendiğinde Aksu Çayı Havzası'nda akarsuların akım özellikleri üzerinde yağmur yağışlarının etkisinin büyük olduğu açıkça görülmektedir. Buna bağlı olarak morfolojik anlamda havzanın daha çok flüvyal süreçler tarafından şekillendirildiğini söylemek mümkündür.

1.3.2.4.Kar Yağışlı Gün Sayıları

Bir bölgedeki yağış özellikleri bulunduğu enleme ve yükseltiye bağlı olarak değişen sıcaklık özelliklerinden dolayı farklı yağış türlerde gerçekleşebilir. Özellikle alçak enlemlerde ve yükseltinin az olduğu yerlerde genel olarak yağışlar yağmur şeklinde gerçekleşirken buna karşın yüksek enlemlerde ve yükseltinin fazla olduğu dağlık alanlarda görülen yağışlar ise daha çok kar şeklinde olmaktadır. Bu durumun ortaya çıkmasının en önemli nedeni yağışın oluştuğu dönemdeki havanın sıcaklık özelliklerinin farklı olmasıdır. Eğer bulut tabanından yer seviyesine kadar sıcaklık 0 °C'nin üzerinde ise genel olarak yağışlar sıvı su tanecikler şeklinde yani yağmur olarak düşerken diğer yandan bulut tabanından yeryüzüne kadar olan mesafede sıcaklık 0 °C'nin altında ise yağışlar kar şeklinde gerçekleşir. Nasıl ki yağmurun şiddet olarak bir sınıflaması var ise kar için de bir şiddet sınıflaması mevcuttur. Örneğin 1 saatlik yağan karın yüksekliği 0,5 cm'den az ise "hafif şiddetli kar", 0,5 cm ile 4 cm arasında değişiyor ise "orta şiddetli kar" ve eğer ki 4 cm'den yüksek ise "şiddetli kar" olarak ifade edilir (Ackerman and Knox, 2015:134). Ancak yağış şiddeti yerleşim yerleri ve yüksek dağlık alanlar için ayrı ayrı değerlendirilir. Kar yağışı sonrası havza sıcaklığı 0°C'nin altında kaldığı sürece yağan karlar uzun süre yerde erimeden kalabilirler. Bu depolama haline "kar örtüsü" adı verilir. Bir hidrolog açısından kar örtüsü, birçok açıdan değerlendirilebilir yüksek alanlarda depolanmış su anlamına gelir. Kar yağışları ile ilgili değerlendirmeleri için meteorolojik anlamda gerekli olan verileri bir yerdeki kar yağışlı gün sayıları, karın derinliği ve şiddeti ile toplam kar yağışlı günlerin kar veya yağmur şeklindeki tüm yağışlı gün toplamına oranını ifade eden "nivometrik sabit" verileri oluşturur (Gürer, 1980:36).

Kar yağışlarının ölçülmesi yağmuru ölçmeye nazaran daha zordur. Otomatik meteoroloji gözlem istasyonu (OMGİ), kar yağışını ölçmemektedir. Çünkü karın derinliği çok kısa mesafelerde değişmesinden dolayı karın derinliğini doğru bir şekilde ölçebilmek oldukça zordur. Kar ölçümlerinin yapıldığı yerler, karın sürüklenerek yer değiştirme ve yerden kaldırılma olasılığının en az olduğu yerlerde yapılması gerekir. Çünkü kar taneleri rüzgar tarafından hem yağış esnasında hem de yere ulaştıktan sonra yağmur tanelerine göre daha kolay sürüklenir. Karın ölçülmesinde birçok farklı yöntem kullanılmasına rağmen genel olarak kullanılan standart yöntem 16´´x16´´

ebatlarında beyaza boyanmış bir kar tahtası kullanılmasıdır. Kartahtası üzerinde biriken karlar yeni kar yağma ihtimaline karşın en az günde bir defa ondalık birimleri olan bir cetvelle ölçülür. Bunun yanında kar yağışları ayrıca donmuş yağışa eşdeğer sıvı miktarı olarak da raporlanır. Toplanan karlar eritilerek biriken suyun değeri bir inç veya santimetre cinsinden ölçülür. Genel olarak 10 cm karın bir cm suya eşit olduğu kabul edilir. Ancak bu değer pek çok etmene bağlı olarak değişme ihtimalinden dolayı her zaman geçerli değildir. ABD'de yapılan 30 yıllık bir klimatolojik ölçüm sonuçlarına göre bu oranın 8 ile 16 arasında değiştiği görülmüştür (Ackerman and Knox, 2015:148; Davie and Quinn,2021:35).

Kar yağışına bağlı olarak ile mevsimlik olarak gelen suyun doğru tahmin edilmesi için arazi gözlemleri, kar örtüsünün derinliği, yoğunluğu karın su eşdeğeri ölçülerek karda depolanan suyun hacmi ortaya konulması ile mümkündür. Kar örtüsünün eşdeğeri olan toplam su kar örtüsünün yoğunluğu ile kar kalınlığın ölçülmesi ile bulunur (Bayazıt, 1995:23). Karın eş değeri olan su miktarı, akarsuların akım tahmin modellerinde kullanılan en ağırlıklı faktördür. Özellikle ilkbahar mevsiminde yaşanacak olan taşkın tahminleri açısından havzadaki kar örtüsünün su eşdeğeri yanında toprağın nem durumu, havzadaki yağış ve sıcaklık durumu ve baz akım değerleri önemlidir. Genel olarak kar erimelerinin tamamı akarsu akımlarına dahil olmaz çünkü kar erimelerinden gelen su ile topraktaki nem eksikliği giderildikten sonra yüzeysel akış başlar. Bu nedenle taşkın akımları, kar ölçümleri elde edilen su hesaplamalarından daha az olması beklenir (Gürer, 1979;82; Türksoy, 1979:113; Gürer, 1980: 40).

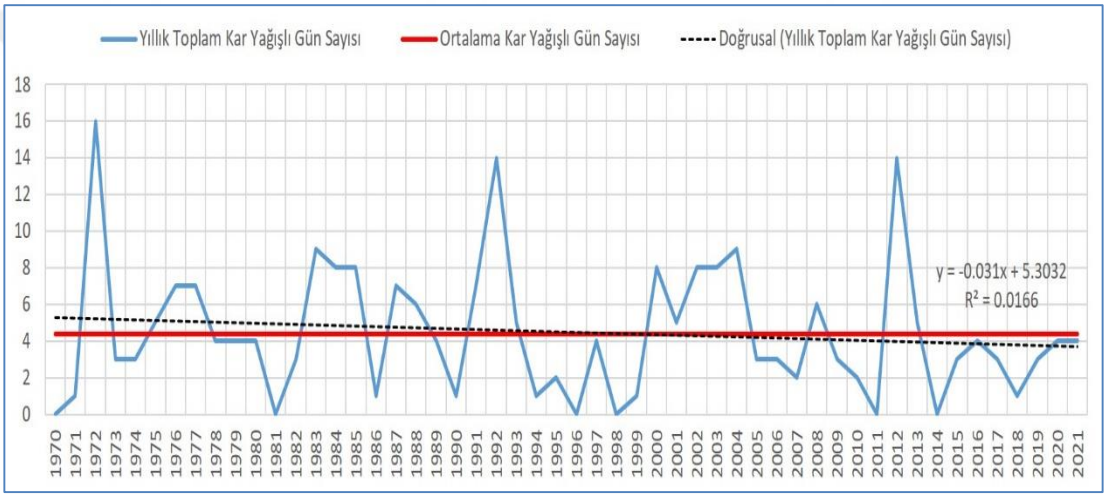
Su yönetimi açısından düşünüldüğünde kar yağışı ile kar örtüsünün kalınlığı ile bu örtü içinde depolanan suyun akarsu akımlarına geçme zamanı ve süreleri önemlidir. Çünkü kar yağışları sonrası havanın sıcaklık durumuna göre kar erimeleri bazen çabucak gerçekleşirken bazen de uzun zaman sonra akarsu akımlarına dahil olurlar. Genel olarak yükseltinin az olduğu yerlerdeki kar örtüleri daha erken erimesi nedeniyle buradaki kar yağışları akarsu akımlarında daha kısa sürede kendini hissettirirken yüksek dağlık kesimlerdeki kar örtüleri ise sıcaklığın buralarda daha düşük olması nedeniyle kar yağışından aylar sonra akarsu akımlarında etkileri görülür. Bu durum akarsuların akım rejimlerine de etki ederler. Öyleki ilkbahar ve yaz

başlarındaki kar erimelerine bağlı olarak akımlarda yükselmelerin yaşandığı "kar rejimli akarsular" oluşur. Kar yağışlarından sonraki dönemde hava sıcaklığının kademeli olarak artış gösterdiği yerlerde kar erimelerine bağlı olarak akarsu akımları da kademeli olarak yükselirken diğer yandan sıcaklıkların hızlı bir şekilde artış gösterdiği yerlerde ise ani kar erimelerine bağlı olarak taşkınların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Böylece özellikle ilkbahar mevsiminde yaşanan taşkınların yönetilebilmesi açısından kar yağışlarının incelenmesi önemlidir. Dağlık alanlarda biriken kar örtüleri erime sezonuna girilmesi ile akarsu akımlarında ve dolayısıyla barajlardaki su seviyelerinde bir artışa neden olur. Kar erimeleri sonucu ortaya çıkabilecek debilerin hacim olarak hesaplanabilmesi için çeşitli modellerle gerçekleştirilebilir. Kar yağışları, akımlar üzerindeki etkileri açısından diğer yağış türlerin farklı özellikler gösterir. Çünkü karlar yağışının hemen ardından akımlara karışmazlar. Belli bir dönem havza içerisinde belli bir yerde depolanırlar ve daha sonradan akıma dahil olurlar. Bir yerde kar yağışları ile ilgili su hesaplamaları yapılabilmesi için en az 5 yıllık kar ölçümlerinin yapılmış ve bu ölçümlere devam edilmiş olması gerekir. Kar yağışları sulama, taşkın kontrolü, hidroelektrik santrallerinin işletilmesi, yağış havzalarının ve meraların korunması ve şehirlerin içme sularının planlanması gibi birçok çok açıdan önem arz eder. Örneğin kat yağışları üzerinden yapılan hesaplamalarla sulama için gelecek olan su miktarının hesaplanarak sulamanın buna göre planlanmasında, diğer yandan taşkın oluşturma potansiyeli oluşturma potansiyeli oluşan kar yağışlarında taşkın tesislerinin buna göre önceden hazırlanması açısından önemlidir. Ayrıca kar erimeleri ile barajlara gelecek olan su potansiyelinin belirlenerek, ilkbaharda meydana gelecek olan sağanak yağışların da hesaba katılarak bu dönem için barajlarda taşkın kontrolü için bırakılması gereken boş hacim hesaplamaları açısından da önemlidir. Kar erimeleri sonucu meydana gelecek olan akım araştırmaları için ortaya konulması gereken iki önemli konu vardır. Bunlar karların erimesi için gerekli olan mevcut sıcaklığın ne olduğu ve bunun yanına kar erimlerin sonucunda ne kadar bir akımın meydana geleceği konusudur. Ancak sadece yağan kar yağışları değil, kışın beklenenden daha az kar yağışlarının düşmesi de su yönetim planlamaları açısından önemlidir. Örneğin kışın kurak geçen yıllarda meralardaki verim daha düşük olacağından böyle dönemlerde meralara salınacak hayvan sayısında azaltmaya gitmek gibi planlamalar için de kar yağışlarının takibi

önemlidir (Usul, 1979:104; Köknel, 1979:4; Gürer, 1979: 79; Uysal, vd; 2021:343; Gürer ve Uçar, 2013:93).

Kar yağışları da aynı yağmur yağışlarında olduğu gibi yıllara göre değişkenlik gösterir. Bu yüzden su yönetimi açısından uzun yıllar bir bölgedeki kar yağışlı gün sayıları ve eğilimlerinin ortaya konulması önemlidir. Kar yağışlı gün, gün içerisinde en az 1 cm kar yağışının düştüğü zamanları ifa eder (Gürer, 1980:37).

Kahramanmaraş'ta 1970-2021 yılları arası dönemde yılık toplam kar yağışlı gün sayılarının yıllara göre dağılışı grafik 1.46'da verilmiştir.

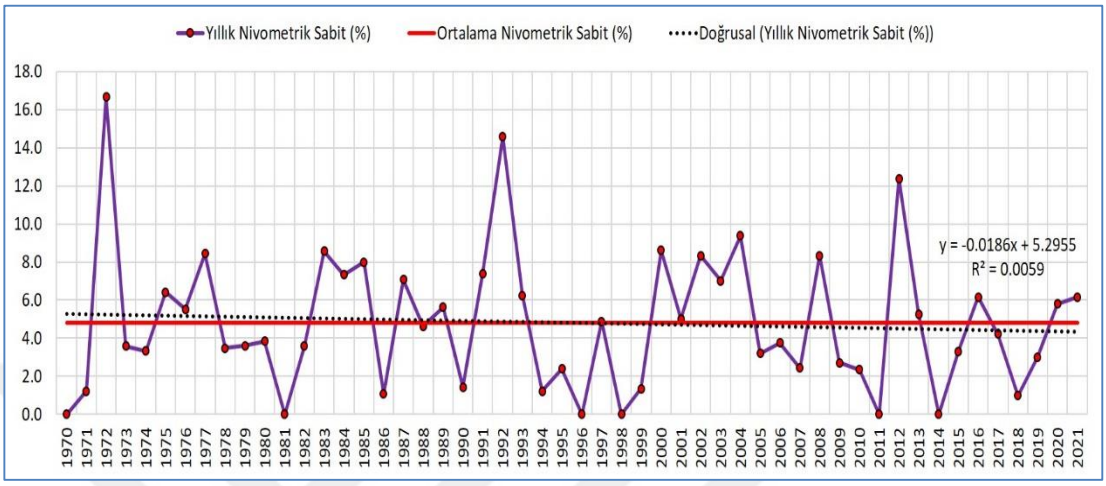


Grafik 1. 46: Kahramanmaraş'a ait yıllık toplam kar yağışlı gün sayılarının yıllara göre dağılışı (MGM).

1970-2021 yılları arası dönemde yıllık kar yağışı gün sayılarına bakıldığından en çok 16 gün ile 1972 yılında yaşanmıştır. Daha sonra bunu 14 gün ile 1992 ve 2012 yılları takip etmektedir. Yılık kar yağışlı günlerin yıllara göre pik yaptığı zamanlara bakıldığından 1972, 1992, 2012 yılları olmak üzere genel olarak 20 yıllık dönemlerde kar yağışının fazla olduğu dönemler yaşandığı görülmektedir. Diğer yandan incelenen dönem içerisinde 1970, 1981, 1996, 1998 ve 2011 ile 2014 yıllarında hiç kar yağışının olmadığı görülmektedir. Kahramanmaraş'ta incelenen dönem içerisinden ortalama kar yağışlı gün sayısının 4 gün'dür. Genel olarak kar yağışlı gün sayılarının yıllara göre eğilimleri incelendiğinde bir azalma eğilimi içinde olduğu görülmektedir (Grafik 1.46).

Kahramanmaraş'ta kar yağışlı günlerin, toplam yağışlı günler çerisindeki oranlar da önemlidir. Bu kapsamda toplam kar yağışlı günlerin, yıllık kar ve yağmur

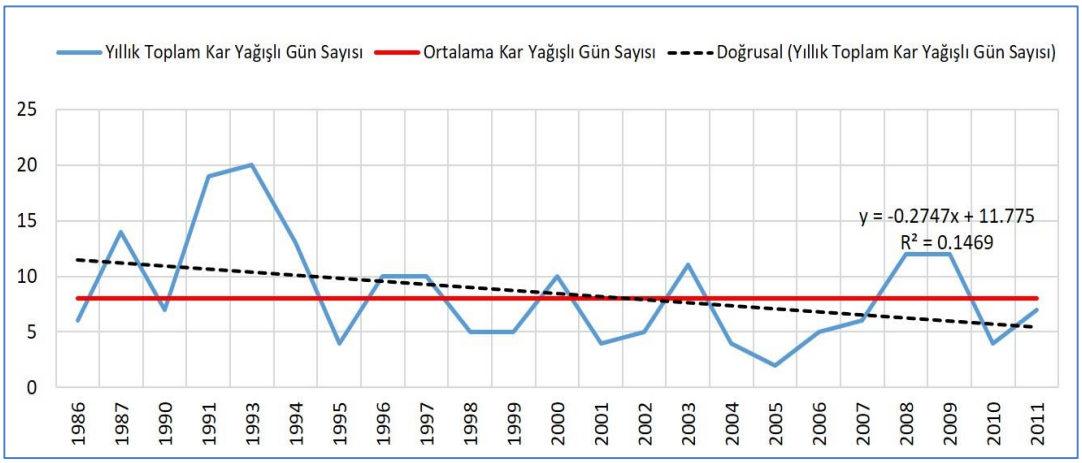
yağışlı günlerin birlikte toplamına oranını ifade eden "nivometrik sabit" oranlarının yıllara göre göre dağılışı da incelenmiştir (Grafik 1.47).



Grafik 1. 47: Kahramanmaraş'ta Yıllara Göre Nivometrik Sabit Oranlarının Dağılışı

1970-2021 yılları arasında nivometrik sabit oranlarının dağılışına bakıldığında en yüksek oran 1972 yılında % 16,7, 1992 yılında %14,6 ve 2012 yılında % 12,4 olduğu görülmüştür. Genel olarak nivometrik sabit oranlarının bir azama eğilimi içinde olduğu görülmektedir. İncelenen dönem içerisinde ortalama nivometrik sabit oranı % 4,8 olduğu görülmüştür. Buna göre Kahramanmaraş'ın yıllık toplam yağışlar içerisinde kar yağışlı günlerin oranının azaldığı ve su kaynaklarının beslenmesinde kar sularının payının giderek daha da azaldığı söylenebilir (Grafik 1.47).

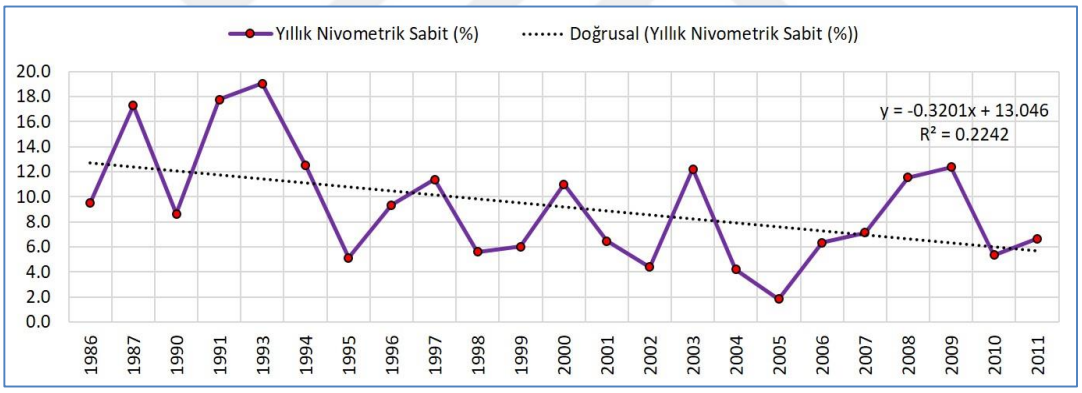
Gölbaşı'na ait yıllık toplam kar yağışlı gün sayıları grafik 1.48'de verilmiştir.



Grafik 1. 48: Gölbaşı'da Yılık Toplam Kar Yağışlı Gün Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı

Gölbaşı'nda yıllık toplam kar yağışlı gün verileri maalesef Kahramanmaraş'a göre daha kısa döneme ait verilere ulaşılabilmiştir. 1986-2011 yılları arası dönemde (1988-1989 ve 1992 yılları hariç) Gölbaşında görülen yıllık toplam kar yağışlı gün sayıları incelendiğinde en yüksek kar yağışlı gün 20 gün ile 1993 yılında görülmüştür. Daha sonra 19 gün ile 1991 yılı, 14 gün ile 1987 yılı ve 13 gün ile 1994 yılı gelmektedir. İncelenen dönem içerisinde en düşük kar yağışlı gün sayısı 2 gün ile 2005 yılında düştüğü görülmektedir. 1986-2021 yılları arasında görülen ortalama yıllık toplam yağış süresi 8 gündür. Genel olarak incelenen dönem içerisinde kar yağışlı gün sayılarında bir azalma eğilimi içinde olduğu görülmektedir (Grafik 1.48).

Gölbaşı'nda karlı yağışların toplam yağmurlu ve karlı yağışların birlikte toplamına oranını ifade eden yıllık nivometrik sabit oranları ise grafik 1.49'da verilmiştir.



Grafik 1. 49: Gölbaşı'nda Nivometrik Sabit Oranlarının Yıllara göre Dağılışı

Gölbaşı'nda kar yağışlı gün sayılarını toplam yağış gün sayıları içindeki oranlarına bakıldığında en yüksek nivometrik sabit oranı % 19 ile 1993 yılında görülmüştür. Diğer yandan bunu % 17,8 ile 1991 yılı ve % 17,3 ile 1987 yılı takip etmektedir. Diğer yandan en düşük oranlar ise % 4,2 ile 2004 yılında ve % 4,4 ile 2002 yılında görülmüştür. Genel olarak incelenen dönem içerisinde ortalama nivometrik sabit oranı % 9'dur. Ancak 1986-2011 yılları arası dönem verilerine göre nivometrik oranların genel olarak bir azalma eğilimi içerisinde olduğu görülmektedir. Gölbaşı'ndaki kar yağışlı gün sayıları ve nivometrik sabit oranları açısından değerlendirildiğinde Kahramanmaraş'a göre, daha yüksek olduğu görülürken diğer yandan azalma eğilimleri ise aynı şekilde daha fazla olduğu görülmektedir (Grafik

1.49). Tüm bu göstergeler Aksu Çayı Havzası'nda iklim özellikleri bakımından gelecekte kar yağışlı gün sayılarında azalmaya bağlı olarak su kaynaklarının beslenmesinde kar sularının payının daha da azalacağı ve yağmur yağışlarının daha etkili olduğu dönemlerin beklediği öngörülmektedir. Ancak burada şunu belirtmek gerekir ki incelenen istasyonların rakımları Kahramanmaraş için 572 m, Gölbaşı istasyonu için 900 metredir. Aksu Çayı Havzası içerisinde asıl kar yağışlarının görüldüğü ve su kaynaklarının beslenmesi açısından daha kalın kar örtülerinin meydana geldiği yerleri havza içerisinde yükseltinin daha fazla olduğu dağlık alanlar oluşturmaktadır. Bu nedenle havza içerisindeki Ahır Dağı, Milcan Dağı, Engizek Dağı, Sakarkaya Dağı, Kandil Dağı, Çataldağ ve Erince Dağı gibi yüksek alanlarda kar yağışlı gün sayılarının, karın yerde kalma süresi, kar derinliği ve nivometrik sabit oranlarının daha da yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Fakat bu bölgelerde yeterli sayıda kar ölçümü yapılan istasyonlar bulunmamaktadır. Kurulan istasyonlardan bazılarında ise veri kayıtlar daha çok yeni olduğundan maalesef değerlendirmelerde kapsam dışı bırakılmıştır. Dolayısıyla yalnızca Kahramanmaraş ve Gölbaşı istasyonları üzerinden kar yağışlarının değerlendirilmesi tam olarak doğru sonuçlar vermeyebilir. Bu yüzden Aksu Çayı Havzası'nın su yönetimi açısından kar yağışlarının su bütçesi kapsamında değerlendirmelerinde daha doğru hesaplamaların yapılabilmesi için özellikle bu dağlık alanlarda kar ölçümlerinin yapılması büyük önem arz etmektedir.

1.3.2.5. Havzanın Alansal Yağış Hesaplamaları

Su kaynakları ile ilgili yapılması planlanan tüm tesisler için öncelikle yağış değerlerine ihtiyaç vardır. Çünkü akış değerlerinin hesaplanabilmesi için yağışların bilinmesi ilk adımı oluşturur. Örneğin bir akarsu ıslah çalışmaları için akım değerlerinin belirlenmesi, erozyon-sel ve kontrol çalışmalarının planlanması, inşa edilecek olan bir barajın su toplama potansiyelinin hesaplanması ve bir havzadaki bitkilerin su gereksinimlerinin belirlenmesi ve sulamanın planlanabilmesi gibi birçok konuda o bölgedeki yağış değerlerinin bilinmesi gerekir (Görcelioğlu, 1983:222). Ancak bir havza için yağış değerleri ile ilgili doğrudan bir meteoroloji gözlem istasyonunu kullanmak hesaplamalar açısından doğru sonuçlar vermeyebilir. Çünkü bir bölgede meteorolojik gözlem istasyonları tarafından ölçülen yağış değerleri genel

olarak istasyonun bulunduğu noktada ölçülen değerleri gösterir. Bu yüzden gözlem istasyonları tarafından ölçülen yağış değerleri noktasal bir değerdir. Ancak hidrolojik çalışmalarda örneğin bir havza ölçekli çalışmada alansal ortalama yağış değeri gerekir (Usul, 2017:61). Çok küçük alanlarda yapılacak olan hidrolojik çalışmalar için havza içerisinde ya da yakınlarda yer alan bir istasyona ait yıllık toplam yağış miktarı yeterli olabilirken ancak bir havza olarak çalışma alanı büyüdükçe alansal ortalama yağışın bilinmesi önemlidir. Bu yüzden bir havzaya düşen ortalama alansal yağış hesaplaması için birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. Bunlardan en yaygın olanları aşağıda verilmiştir (Dumlu, vd; 2006:13).

1-Aritmetik Ortalama

2- Poligon (Thiessen) Yöntemi

3-Eş Yağış (İsoheyt) Eğrileri Yöntemi

Aritmetik Ortalama Yöntemi: Bu yönteme göre, bir havza içerisinde yer alan tüm ölçme istasyonlarındaki ölçülen toplam yağış değerlerinin ölçme istasyonlarına bölünmesi ile elde edilir ve bu bulunan yağış değeri havzanın ortalama yağış değeri kabul edilir. Ancak bu yöntemle elde edilen sonuçlar bazı durumlarda hatalı sonuçlara neden olabilir. Örneğin bir ovada yer alan istasyonların eşit aralıklarla dağılmaması sonucu elde edilen ortalama yağış değeri hatalı olabilir (Dumlu, vd; 2006:14). Bu yaklaşımın güvenilir bir şekilde kullanılabilmesi için istasyonlara ait en yüksek yağış değeri ile en düşük yağış değerleri arasındaki farkın, en yüksek yağış değerine bölünmesi ile elde edilecek olan bağıl hatanı 0,10'dan daha küçük olması gerekir (Şen, 2003a:112). Bu nedenle bu yöntem engebenin fazla olmadığı daha çok düz arazilerde ve çok sayıda istasyonların bulunduğu alanlarda daha uygun sonuçlar verir. Dağlık alanlarda ve yağışın homojen dağılmadığı bölgelerde bu yöntem hatalı sonuçlar verebilir. Bu yüzden aritmetik ortalama yağış yöntemi, genel olarak 500 km^2'den küçük havzalarda daha çok yağışın homojen dağılış gösterdiği düz alanlarda ve istasyon sayısının çok olduğu durumlarda kullanılması daha uygundur (Gençer, vd; 2005:150). Dolayısıyla bu yöntemde kullanılan istasyon sayısı arttıkça bir havzaya ait elde edilen ortalama yağış miktarının güvenirliğinin de arttığını söylemek mümkündür.

Aksu Çayı Havzası'nın aritmetik ortalama yöntemine göre ortalama yağışı hesaplama formülü aşağıda verilmiştir.

$$P: [(X_1 + X_2 + X_3 + ... + X_n) / n]$$

(***P:*** Aritmetik ortalama yağış ***X:***İstasyon ***n:*** Toplam istasyon sayısı)

Aksu Çayı Havzası içerisinde Kahramanmaraş ve Gölbaşı olmak üzere uzun yıllar yağış ölçümleri yapan iki meteoroloji gözlem istasyonu yer almaktadır. Bu gözlem istasyonlarında Kahramanmaraş için 1959-2021 yılları arası ortalama yıllık toplam yağış miktarı704,7 mm'dir. Gölbaşı istasyonunda ise 1986-2021 yılları arası dönem için ortalama yıllık toplam yağış 733,2 mm'dir. Buna göre Aksu Çayı Havzası'nın aritmetik ortalama yağışı;

P: (733,2 + 704,7) / 2 ***P= 718,9 mm'dir.***

Şen (2003)'ün bu yöntemin güvenilir bir şekilde kullanılabilmesi için belirtmiş olduğu bağı hata kat sayısına bakıldığında en yüksek yağış değeri 733,2 ile ne düşük yağış değeri 704,7 mm olduğu göre;

$$B_h: (X_{enb} - X_{enk}) / X_{enb}$$

B_h**:** Bağıl hata katsayısı

X_{enb}: 733,2 mm (En yüksek yağış miktarı) X_{enk}: 704,7 mm (En düşük yağış değeri)

B_h: (733,2 - 704,7) / 733,2 = ***0,03*** 'dür.

Aks Çayı Havzası içerisinde aritmetik ortalama yağış miktarı için hesaplanan bağıl hata kat sayısının güvenilir olarak kullanılabilmesi için belirtilen 0,10'dan düşük olduğu dolayısıyla bu katsayı kuralına göre güvenilir bir yöntem olduğu görülmüştür. Ancak Aksu Çayı Havzası'nın özellikle kuzey kesimlerinde yer alan dağlık alanların varlığı ve havzanın alanının 3 457 km^2 olarak büyük bir yüz ölçüme sahip olması ve bu kadar geniş bir alan için hesaplamada sadece 2 istasyonun kullanılması bu yöntem ile hesaplanan ortalama yağış miktarı konusundaki güvenirliği düşürmektedir.

Thiessen Poligon Yöntemi: Bu yöntem ilk kez 1912 yılında Thiessen tarafından geliştirilmiş olup, genel olarak bir bölgedeki yağış istasyonlarının temsil ettiği bir alt alan belirlenerek her istasyonun yağış olarak temsil ettiği alan sınırları belirlenmiş olur (Şen, 2003a:113). Başka bir ifade ile bu yöntemin temelinde her bir yağış istasyonun ölçüm değerlerinin yakındaki komşu istasyona olan hangi mesafeye kadar geçerli olduğunun belirlenmesi varsayımı yatmaktadır. Bu yöntemde genel olarak bir istasyona ait ölçüm değerlerinin komşu istasyona olan mesafenin yarısına kadar olan mesafe için geçerli olduğu kabul edilir. Thiessen yönteminde poligonlar çizilirken havza dışında yer alan meteorolojik istasyonlardan da faydalanılabilir. Genel anlamda bu yöntem ile çizilen poligonlar yağış değerleri değişse de alanlar değişmeyeceği için bir kez çizilmesi yeterli olur. Fakat zaman içerisinde havzada yeni istasyonların açılması durumuna poligon alanları değişeceği için poligon alanlarının yeniden çizilmesi gerekir (Görcelioğlu, 1983:224). Thiessen yöntemi genel olarak aritmetik yönteme göre daha iyi sonuçlar verir. Genel olarak 500 km^2 ile 5000 km^2 arasındaki bölgelerde uygulanabilen bu yöntem istasyonların uniform dağılmamasından kaynaklı etkileri de hesaba katar (Bayazıt, 1995:31). Ancak yağışların düşük olduğu alanlarda çokgenlerin büyük alanlara sahip olması havzaya düşen ortalama yağış hesaplamalarında taraflı bir etki ortaya koyacağından bazı hataların çıkmasına neden olabilir (Şen, 2003a:114).

Bu yöntemin uygulanmasında öncelikle yağış istasyonları bir üçgen oluşturacak şekilde birleştirilir. Daha sonra bu üçgenlerin kenar ortalarından bir dikme geçirilerek poligonlar oluşturulur. Böylece her poligon belli bir yağış değerini ifade eden ayrı alanı oluşturur. Son olarak bu alanlar ve bu alanlar içerisinde kalan istasyonlara ait yağış değerleri ile aşağıda verilen formül yardımıyla havzanın ortalama yağış değeri hesaplanır (Dumlu, vd; 2006:14).

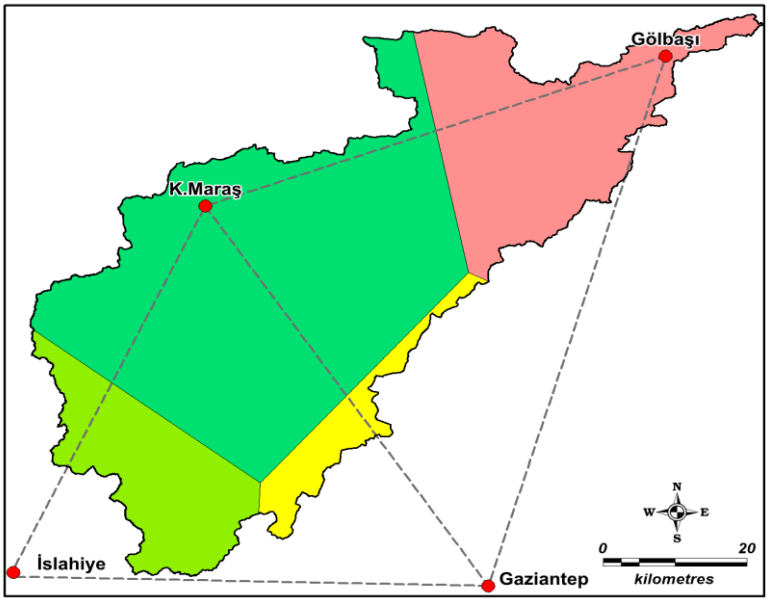
$$P_{ort}: (S_1 + P_1 + S_2 + P_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots S_n + P_n) / A$$

P_{ort}: Havzaya düşen ortalama yağış miktarı **S:** Her bir poligon alanı

P: Her poligon içerisindeki istasyona ait toplam yağış **A:** Havzanın toplam alanı

Thiessen Yöntemi ile Aksu Çayı'nın ortalama yağış hesaplaması yapılabilmesi için havza sınırları içerisinde yağış değerleri kullanılabilecek istasyon sayısı yetersiz olması nedeniyle havza sınırları dışında yer alan istasyonlar da kullanılmıştır.

Kullanılan istasyonlarda Kahramanmaraş ve Gölbaşı istasyonları havza sınırları içerisinde yer alırken diğer yandan İslahiye ve Gaziantep merkez istasyonları havza sınırları dışında yer almaktadır. İstasyonlara ait Thiessen poligon alanı oluşturma işlemi MapInfo Professional 11.0 yazılımına ait *"Voronoi"* eş uzaklık alanlarının belirlenmesi modülü üzerinden oluşturulmuştur. Aksu Çayı Havzası için Thiessen poligon yöntemi için kullanılan istasyonlar ve bu istasyonlara ait poligon alanları harita 1.40'ta verilmiştir.



Harita 1. 40: Aksu Çayı Havzasına Ait Oluşturulan Thiessen Poligon Alanlarının Dağılışı

Bu yöntemde her istasyon için oluşturulan poligon alanı ile o istasyona ait ortalama yağış miktarı çarpılır. Daha sonra bu çarpımların toplamı, toplam havza alanına bölünmesi ile havzaya ait ortalama yağış elde edilir (Tablo 1.26).

Tablo 1. 26: Thiessen Yöntemine Göre Aksu Çayı Havzası'na Ait Ortalama Yağış Hesaplaması

	S	***P***		
	Poligon Alanı (km²)	***İstasyona ait ortalama yağış (mm)***	***S.P***	***P_{ort}:*** (Ortalama Yağış) ***Σ(S.P) / (A)***
K.Maraş	1954	704.7	1 376 984	***717.7 (mm)***
Gaziantep	190	552.8	105 032	
Gölbaşı	820	733.2	601 224	
İslahiye	493	806.9	397 801	
Toplam Alan (A)	3 457	-	2 481 042	

Thiessen yöntemine göre havzanın ortalama yağışı 717,7 mm olarak hesaplanmıştır (Tablo 1.26). Ancak genel olarak 2015 yılından sonra havza içerisinde yer alan ancak rasat süreleri kısa olan otomatik istasyonları oluşturan Pazarcık 709 mm (2015-2021), Çağlayancerit 969 mm (2015-2021), Türkoğlu 709 mm (2015-2021), Çınarlı 492,6 mm (2021) ve Gölbaşı Orman 1068 mm (2017-2021) istasyonları da dahil edilerek Thiessen yöntemine ait ayrıca bir ortalama yağış hesaplaması yapılmıştır. Bu hesaplamalarda ek olarak havza sınırları dışında yer alan 19176 nolu Sof Dağı istasyonu da kullanılmıştır (Tablo 1.27).

Tablo 1. 27: Havza içerisinde yer alan tüm istasyon verileri üzerinden Thiessen Yöntemine Göre Aksu Çayı Havzası'na Ait Ortalama Yağış Hesaplaması

	S	***P***		
	Poligon Alanı (km²)	***İstasyona ait ortalama yağış (mm)***	***S.P***	***$P_{ort:}$*** (Ortalama Yağış) ***Σ(S.P) / (A)***
K.Maraş	257,8	705.6	181 904	
Türkoğlu	1092	709.6	774 883	
Çınarlı	493,3	492	242 704	
Pazarcık	404.1	472	190 735	
Gölbaşı Orman	297,9	1068	318 157	
Yedikuyular	204,6	455	93 093	***697.1 (mm)***
Çağlayancerit	431,8	969.6	418 673	
Gölbaşı	172,4	736.4	126 919	
Sof Dağı	103,1	611	62 994	
Toplam Alan (A)	3 457	-	2 410 062	

Havza içerisinde yer alan tüm istasyonlar üzerinden yapılan hesaplamaya göre Aksu Çayı Havzası'nın ortalama yağışının 697,1 mm olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü üzere Thiessen yöntemine göre istasyon sayıları arttıkça ve poligon alan genişliği daraldıkça yağış değerlerinde azalmalar olduğu görülmüştür. Her ne kadar otomatik istasyonlarına ait eldeki veriler süre olarak sağlıklı bir yıllık ortalama yağış verisi için uygun olmasa da istasyon sayılarındaki artışa bağlı olarak havzanın ortalama yağış değerlerinde değişimler yaşandığını ortaya koyması bakımından önemlidir.

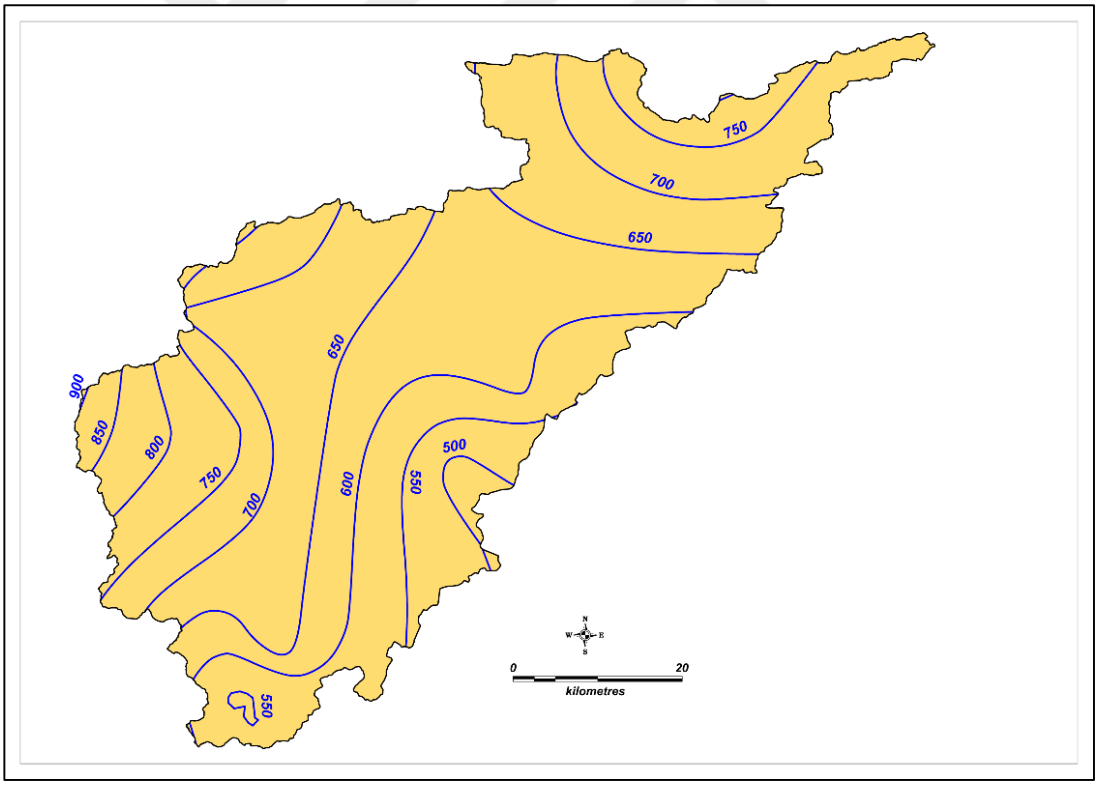
***İzoheyt (Eş Yağış Eğrileri) Yöntemi*:** Bu yöntemde yağış miktarı aynı olan istasyonları birleştirilerek izoheyt (eş yağış eğrileri) çizilir. Ardışık iki izoheyt arasında

kalan alandaki yağış miktarının iki izoheyte ait yağış değerlerinin ortalamasına eşit olduğu kabul edilir ve bunların ağırlıklı ortalaması alınarak alansal ortalama yağış elde edilmiş olur. Bu yöntem dağlık alanlarda görülen orografik yağışların olduğu yerler için diğer yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verir (Bayazıt, 1995:31). Bu yüzden imkan olan her yer için bu yöntem tercih edilmelidir. Özellikle yeraltı sularının yüzeyden doğal olarak beslenme hesaplamaları için izoheyt haritalarına ihtiyaç duyulur (Şen, 2003a:117). Bu yöntem ile ortalama yağış hesaplamalarında aşağıda verilen formül kullanılır.

$$P_{ort}: (S_1 \,.\, P_1 + S_2 \,.\, P_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots S_n \,.\, P_n) \,/\, \Sigma P$$

P_{ort}: Ortalama yağış (mm) ***S_1:*** Ardışık iki izoheyt değerinin ortalaması (mm)
P: Ardışık iki izoheyt arası toplam alan ($km^{2)}$ ***ΣP*:** Havzanın toplam alanı ($km^{2)}$

Aksu Çayı Havzası içerisinde izoheytlerin dağılışı harita 1.41'de verilmiştir.



Harita 1. 41: Aksu Çayı Havzası İçerisinde İzoheytlerin Dağılışı (DSİ, 2015 Verilerine Göre Düzenlenmiştir)

Havza içerisinde uzun dönem yağış ölçümü gerçekleştirilen istasyon sayısı az olduğundan bu hesaplamada DSİ 20. Bölge Müdürlüğü tarafından 2015 yılında hazırlanan Ceyhan Havzası Hidrojeoloji Raporu çalışmasında Ceyhan havzasının

tümü için belirlenmiş olan izoheytler kullanılmıştır (Harita 1.41). Buna göre Aksu Çayı Havzası'nda izoheytlerin 450 mm ile 950 mm arasında değiştiği görülmektedir. Bu izoheytler üzerinden Aksu Çayı Havzası'nın ortalama yağış hesaplaması gerçekleştirilmiştir (Tablo 1.28).

Tablo 1. 28: İzoheyt Yöntemine Göre Aksu Çayı Havzasının Ortalama Yağış Hesaplaması

Eş yağış limitleri (mm)	İki İzoheyt ortalaması (mm)	İki İzoheyt arası alan (km²)	Yağış hacmi (mm.km²)	Ortalama havza yağış miktarı (mm)
	S	***P***	***S.P***	**(P_{ort}): ΣSP/ΣP**
450-500	475	39,9	18 953,9	**662**
500-550	525	189,2	99 330	
550-600	575	493,3	283 647,5	
600-650	625	809,1	505 687,5	
650-700	675	904,9	610 807,5	
700-750	725	599,5	434 637,5	
750-800	775	283,6	219 790	
800-850	825	95,35	78 663,8	
850-900	875	41,4	362 77,5	
900-950	925	0,7	647,5	
Toplam		**Σ P** : 3 457	**Σ SP**: 2,288,443	

İzoheyt yöntemine göre Aksu Çayı Havzası'nın alansal ortalama yağış miktarı 662 mm olarak hesaplanmıştır. Bu yönteme göre yapılan hesaplama sonucunda havzanın ortalama yağış miktarı aritmetik ortalama yöntemi (718,9 mm) ve Thiessen yöntemine göre (717,7 mm) hesaplanan ortalama yağış değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür (Tablo 1.28). Bu durumun ortaya çıkmasında havza içerisindeki yükselti basamaklarının dağılışının rolü büyüktür. İzhoyet değerlerinin genel olarak havza içerisinde yükseltiye bağlı olarak artış gösterdiği görülmektedir. Ancak Aksu Çayı Havzası'nın toplam alan içerisinde % 68,4'lük bir bölümünün yükselti olarak 1000 metre altında kalan bölgeler oluşturmaktadır. Thiessen yönteminde meteoroloji istasyon sayılarında değişme olmadığı sürece aynı poligon alanları üzerinden hesaplamalar basit şekilde yapılabilirken, izoheyt yönteminde zaman içerisinde yağış değerlerinde meydana gelen değişimlere bağlı olarak izoheytlerin yeniden çizilmesi ve buna göre hesaplamaların yeniden yapılması gerekir (Yılmaz, 1991:31).

1.3.2.6. Buharlaşma Özellikleri

Sıcaklığın etkisi ile genel olarak suyun katı ve sıvı halden gaz haline geçmesi olarak tanımlanan buharlaşma (evaporasyon), bir yerin yağışlara bağlı ortaya çıkan toplam brüt su potansiyeli üzerindeki en büyük kayıpları oluşturur. Bu nedenle bir bölgedeki kullanılabilir net su potansiyelini belirlemesi açısından buharlaşma, su yönetimi çalışmalarında incelenmesi gereken en önemli konulardan birini oluşturur. Dünya genelinde akarsu, göl ve yer yüzeyinden olmak üzere yılda ortalama 62 000 km^3 su buharlaştığı tahmin edilmektedir. Deniz ve okyanuslardan ise bu miktarın yaklaşık 5 katı daha fazla bir buharlaşma meydana gelir. Genel olarak büyük ölçekte buharlaşan sular, hidrolojik döngünün çalışması açısından büyük faydalar sağlarken genel olarak biriktirme haznesi gibi küçük ölçekte daha çok zararları olduğu görülür. Mühendislik çalışmalarında su bütçesi denkleminde genel olarak bir kayıp olarak girilen buharlaşma bu yüzden günlere hatta aylara göre önceden tespit edilmesi su yönetimi açısından önemlidir (Şen, 2003a:77). Buharlaşma yüzeylerine göre sınıflandırıldığında genel olarak bunlar yeryüzünde yer alan su kütlelerindeki buharlaşma, yağışın daha yere ulaşmadan gerçekleşen doğrudan buharlaşma ile yüzeysel akıştan buharlaşma ve yeraltı suyundan (toprak neminden) buharlaşma olmak üzere toplam 4 ayrı grupta incelenir (Gürer ve Günyaktı, 2020:94).

Buharlaşma genel olarak birçok etmen tarafından denetlenmektedir. Bunları genel olarak su miktarı, sıcaklık, buhar basıncındaki farklılıklar, güneş ışınları, havanın nem oranı, rüzgar hızı, barometrik basınç durumu ve suyun kimyasal özellikleri gibi faktörler oluşturur (Dumlu vd; 2006:22). Genel kural olarak 1 gram suyun buharlaşabilmesi için ortamın sıcaklık derecesine göre gerekli ısının 539-593 kalori arasında değiştiği kabul edilir. Sıcaklık arttıkça buharlaşma artarken havanın basıncı azaldıkça buharlaşma artar. Büyük su kütlelerindeki buharlaşma miktarı, suların derinlik ve yüzey genişliğine göre değişir. Derinliği az olan sularda buharlaşma miktarı, havanın durumuna göre daha hızlı değişim gösterirken derin sularda bu durum tam tersidir. Derin sular hava sıcaklığında yaşanan değişimlere daha geç uyum gösterdikleri için derin sulardaki buharlaşma miktarı sığ sulara göre yazın daha az ve kışın daha fazladır. Genel olarak su yüzeylerindeki buharlaşan su miktarları, su yüzeyine düşen yağışlardan daha fazladır. Ayrıca suyun kimyasal özellikleri de

buharlaşma miktarı üzerinde etkili olmaktadır. Buna göre yeryüzündeki tatlı su kaynaklarında meydana gelen buharlaşma, tuzlu sulara göre daha fazladır. Su yüzeyinde buharlaşmayı etkileyen çok sayıda faktörün yer alması nedeniyle, bu alanlardaki buharlaşmayı ölçmek oldukça zordur (Bayazıt, 1995: 45).

Buharlaşma miktarının ölçülmesinde doğrudan ve dolayı ölçümler olmak üzere geliştirilmiş birçok farklı yöntem uygulanmaktadır. Bunlar içerisinde doğrudan ölçüm yöntemlerini Türbulans (eddy) yöntemi, aerodinamik profil ve Bowen oranı yöntemi oluşturur. Bu üç farklı yöntemlerin hepsi de mikrometeorolojik ölçüm teknikleridir. Türbulans yönteminde gelen olarak düşey rüzgar hızı ve sıcaklık profilleri yanında bir yüzey üzerindeki su buharı da ölçülür. Düşey rüzgar hareketinin oluşturduğu tübulansların da hesaba katılabilmesi için bunların mikrosaniye gibi çok kısa zaman dilimlerinde ölçülmeleri gerekmektedir. Bu yüzden bu yöntemin uygulanması için hızlı tepki sürelerine sahip olan son derece hassas ve ayrıntılı ölçüm yapabilen mikrometeorolojik donanımlara ihtiyaç vardır. Bu yöntemde çok küçük alanlara ait ölçümler yapılabildiği için bu ölçümlerin bir havza ölçeğinde genelleme yapabilmek zordur. Aerodimanik profil yöntemi ise bir yüzey üzerindeki ayrıntılı enerji dengesi bilgisine dayalı olan bir yöntemdir. Bu yöntemin temelinde buharlaşma için gerekli olan enerji miktarı hesaplanarak, gerçek buharlaşma miktarı hesaplanması mantığı yer alır. Bu yöntemde gerekli olan ölçümler ise düşey nem gradyanlarını veren sıcaklık ile nemdeki değişikliklerdir. Bu yöntemde genel olarak atmosferin nötr ve kararlı bir yapıda olduğu var sayılır ki bu her iki koşulda gerçekte her zaman uygulanabilir değildir. Bowen oranı yönteminde ise aerodinamik profil yöntemine benzerdir fakat atmosferik koşullar hakkında pek bilgi vermez. Bowen oranı, hissedilebilir ısının gizli ısıya oranını ifade eder. Bu yöntemde bir yüzey üzerindeki net radyasyon, toprak ısı akısı ile sıcaklık ve nem gradyanına ait ayrıntılı ölçümler gerekir. Elde edilen ölçümlerin doğal varsayımlarının yapılabilmesi için ise 30 dakikalık ölçümlerin ortalamasının alınması gerekmektedir. Buharlaşmayı doğrudan ölçmeye yönelik geliştirilen bu mikrometeorolojik yöntemlerin mekânsal kapsamları sınırlıdır. Bu nedenle buharlaşma oranlarının değerlendirilmesinde olukça hassas bir yapıda olan bu yöntemler bu sebeple tahmin tekniklerinin kalibrasyonu için bir standart olarak

kullanılırlar. Uzun bir süre güvenilebilecek bir yöntem olmaması nedeniyle hidroloji için bir sorun teşkil etmektedir (Davie and Quinn, 2021:57).

Buharlaşma ölçümünde kullanılan en yaygın kullanılan yöntem "buharlaşma tavası" yöntemidir. Dolaylı ölçüm tekniklerinden biri olan buharlaşma tavası yöntemi, serbest su yüzeyinde buharlaşma miktarını belirlemede en uygun yöntemi oluşturur. Ülkemizde ve birçok ülkede en çok kullanılan yöntemlerden biri olan bu yöntemde genel olarak kullanılan tava tipi A sınıfı tava alanı 1 m^2 olan ve derinliği 25 cm'dir. Bu yöntemde tava 20 cm derinliğinde bir su ile doldurulur ve su yüzeyindeki alçalmalar bir limnimetre ile ölçülür ve bu şekilde buharlaşma miktarı belirlenmiş olur. Buharlaşma tavası yerden 15 cm yukarda bir noktaya yerleştirilmeli ve su miktarı genel olarak tavadaki su yüzeyi tavanın üst kenarından 5-8 cm aşağıda olacak şekilde günlük su eklenmelidir. Ancak genel olarak bu tavalardaki buharlaşma miktarı geniş su haznelerini oluşturan göl ve baraj gibi alanlarla aynı olmaz. Çünkü tavada yer alan suyun derinliği az olduğu için hava sıcaklığında yaşanan değişimleri daha kolay izleyebilir. Ayrıca diğer yandan tavadan ısının yansıması, tavanın kenarlarından ısı alışverişi olmasının yanı sıra çevrenin az nemli olması gibi durumlar da buharlaşmayı etkiler. Bunun için aradaki farkı azaltmak için tavanın üzerine 6 cm aralıklı elek teli koymak ya da tavayı ucuna kadar toprağa gömmek veya su üzerinde yüzdürmek gibi çok çeşitli önlemler düşünülmüştür. Bu yöntemlerle elde edilen sonuçlar büyük göllerde meydana gelen buharlaşma miktarına yakın sonuçlar elde edilse de sonuçlar genel olarak kararlı değildir. Günümüzde en çok denenmiş olan A sınıfı tavaların kullanılması ve göl ve baraj gibi alanlardaki buharlaşma miktarına geçilmesi için bazı kat sayıların kullanılması tavsiye edilmektedir. Örneğin A sınıfı tavalar için yıllık buharlaşma kat sayısı 0,7 kabul edilmektedir. Bu değerin değişim sınırı genel olarak 0,6 ile 0,8 arasında olduğu ve 0,7 kat sayısının kabul edilmesi ile buharlaşma ölçümünde yapılacak olan hata oranı yaklaşık % 15 altında kalır. Buna göre tavadaki yıllık buharlaşma miktarının % 70'nin, tava yakınlarında yer alan göldeki yıllık buharlaşma miktarına eşit olacağı kabul edilmektedir. Aylık buharlaşma hesaplamalarında ise tava katsayıları geniş sınırlar içerisinde değişir ki İlkbahar'da küçük ve Sonbahar'da ise yüksek değerler alınır. Bir bölgedeki buharlaşmanın genel

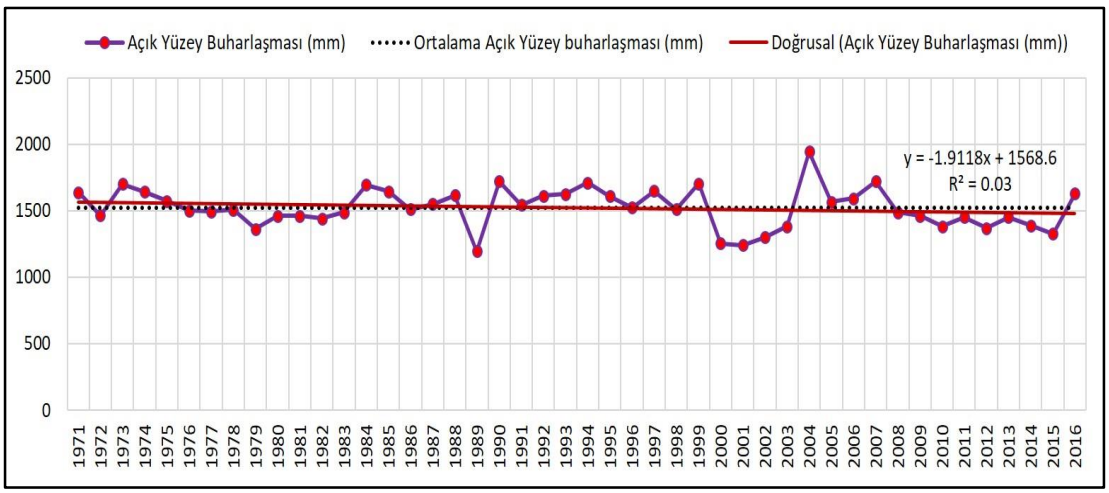
olarak doğruya en yakın ölçümlerin yapılabilmesi için en az 5000 km^2'de bir buharlaşma tavasının yerleştirilmesi uygun görülmektedir (Bayazıt, 1995: 49).

Buharlaşma genel olarak aynı süreçlerin etkisinde gerçekleşmiş olsa da buharlaşmanın gerçekleştiği alanlara göre değişik isimlerle adlandırıldıkları da görülür. Genel olarak çıplak bir zemin üzerinde meydana gelen buharlaşma için *"evaporasyon"* ifadesi kullanılırken bitkilerin kökleri ile topraktan almış oldukları suyu yapraklarından buhar olarak atmosfere vermesi olayına ise *"transpirasyon"* adı verilir. Buna karşın hem çıplak zeminde hem de bitkilerde terleme yoluyla gerçekleşen her iki şekilde birlikte gerçekleşen buharlaşma ise *"evapotranspirasyon"* olarak adlandırılır. Diğer yandan bazen bitkiler üzerine düşen yağışların bir kesimi ağaçların tepe çatısına düşer ve orada alıkonularak orada buharlaşmasına neden olur. Bu şekilde gerçekleşen buharlaşma olayına ise *"intersepsiyon"* adı verilir (Atalay, 1986: 4).

Bir bölgedeki buharlaşma miktarı kullanılabilir net su miktarını belirlemesi yanında aynı zamanda toplam yağış ile toplam buharlaşma arasındaki ilişkiler, o bölgenin kuraklık düzeyini de belirlemesi açısından önemlidir. Hidrolojik döngü üzerindeki buharlaşmanın etkileri büyük ölçüde bir yerin iklim özelliklerine bağlı olarak sıcaklık ve su miktarına bağlı olarak gerçekleşir. Örneğin nemli ve ılıman bölgelerde özellikle kış mevsiminde sıcaklığın düşük olmasından dolayı buharlaşma, hidrolojik döngünün küçük bir bileşenini oluştururken yaz aylarına ise sıcaklığın artışına bağlı olarak artan enerji nedeniyle bu süreç tam tersine döner. Buharlaşmada potansiyel genel olarak o bölgede var olan suyun miktarı ile sınırlıdır. Sıcaklığın çok yüksek olduğu ancak buharlaşacak suyun az olduğu yerlerde dolayısıyla gerçekleşen gerçek buharlaşma miktarı düşüktür. Bu yüzden bir yerdeki buharlaşma kavramının anlamsal ayrımında kullanılan temel husus suyun varlığı ya da eksikliğidir. Buna göre buharlaşma kavramı kendi içinde farklı tanımların ortaya çıkmasına neden olur. Göl, akarsu, okyanus su kütlelerinde meydana gelen buharlaşmalar "açık su buharlaşması" (*open water evaporation*) olarak tanımlanırken diğer yandan kara yüzeyinde su kaynakları kısıtlı olmadığında gerçekleşecek toplam buharlaşma ise "potansiyel buharlaşma" (*potential evaporation*) olarak ifade edilmektedir. Potansiyel buharlaşma genel olarak kara alanlarında toprakta nemin bulunduğu ve su kaynağı açısından bir eksikliğin bulunmadığı zamanlarda gerçekleşen buharlaşmadır. Diğer yandan eğer ki

bir bölgede yeterli miktarda su varlığının olmadığı durumlarda ise potansiyel buharlaşmadan daha az bir buharlaşma gerçekleşir ki buna da "gerçek buharlaşma" *(actual evaporation*) adı verilir. Bir bölgede genel olarak koşullar çok nemli olduğunda açık su buharlaşması, genel olarak potansiyel buharlaşmaya eşit olur ve aksi durumda ise genel olarak potansiyel buharlaşmadan daha az buharlaşma gerçekleşecektir. Hidrolojide genel olarak açık su buharlaşması ve gerçek buharlaşma kullanılır. Ancak gerçek buharlaşmayı hesaplayabilmek için de potansiyel buharlaşmayı bilmek gerekir (Davie and Quinn, 2021:49).

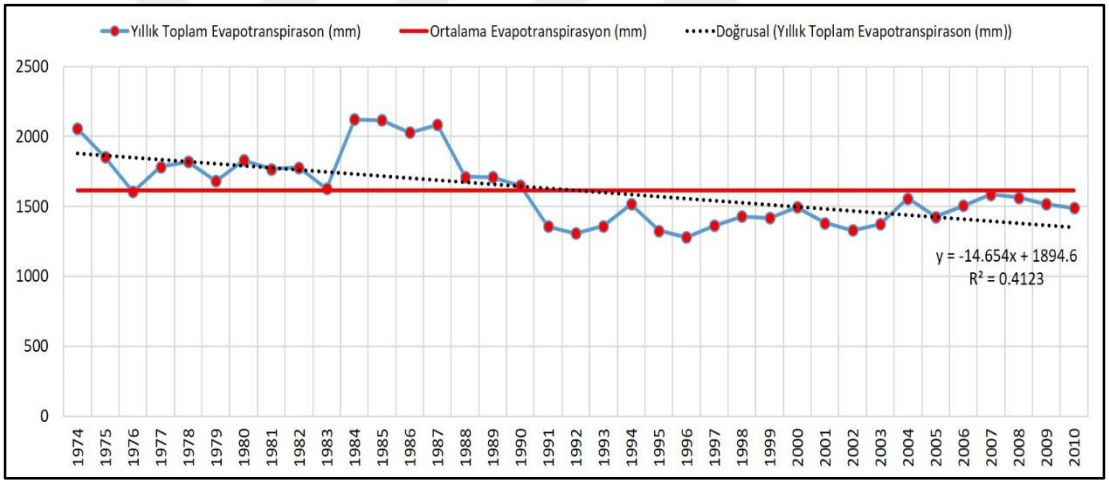
Aksu Çayı Havzası içerisinde buharlaşma ölçümü sadece Kahramanmaraş ve Gölbaşı istasyonlarında gerçekleştirilmektedir. Ancak bu istasyonlardaki ölçüm değerleri çok sağlıklı veriler olduğunu söylemek mümkün değildir. Çünkü yıllara göre ölçüm verileri arasında bir standartın bulunmadığı görülmektedir. Örneğin açık yüzey buharlaşmaları bazı yıllar Mart ayından başlatılmış iken bazı aylar Nisan ayından başlatıldığı görülmektedir. Diğer yandan yine aynı açık yüzey buharlaşmalarında bazı yıllar Aralık aylarında da ölçümler yapılırken bazı yıllarda ise Aralık ayına ölçümler yapılmamıştır. Bu yüzden eldeki veriler üzerinden yıllara göre bir eğilim analizi yapmak iklim analizleri üzerine bazı yanlış yorumların yapılmasına yol açma riski bulundurmaktadır. Diğer yandan tüm uğraşlara rağmen istasyonların 2010 yılı sonrasına buharlaşma verilerine ulaşılamamıştır. Kahramanmaraş'a ait açık yüzey buharlaşma miktarının yıllara göre dağılışı grafik 1.50'de verilmiştir.



Grafik 1. 50: Kahramanmaraş İstasyonuna Göre Yıllık Toplam Açık Yüzey Buharlaşma Miktarı (MGM).

Kahramanmaraş'ın açık yüzey buharlaşma ölçümleri genel olarak Nisan-Kasım ayları arası dönemlerde ölçülmektedir. Açık yüzey buharlaşma miktarları incelendiğinde 1971-2016 yılları arasında ortalama toplam 1523,6 mm buharlaşma olduğu görülmektedir. İncelenen dönem içerisinde maksimum açık yüzey buharlaşma miktarı 1944,6 mm ile 2004 yılında görülür iken minimum açık yüzey buharlaşması ise 1193,8 mm ile 1989 yılında görülmüştür. Genel olarak yıllara göre toplam açık yüzey buharlaşma miktarı eğilimlerinde çok az da olsa bir artış eğilimi olduğu görülmektedir (Grafik 1.50). Havza içerisinde yer alan Gölbaşı istasyonuna ait açık yüzey buharlaşma verilerine ise ulaşılamamıştır.

Kahramanmaraş istasyonuna ait 1974-2010 yılları arası dönemde yıllık toplam evapotranspirasyon miktarının yıllara göre dağılışı grafik 1.51'de verilmiştir.

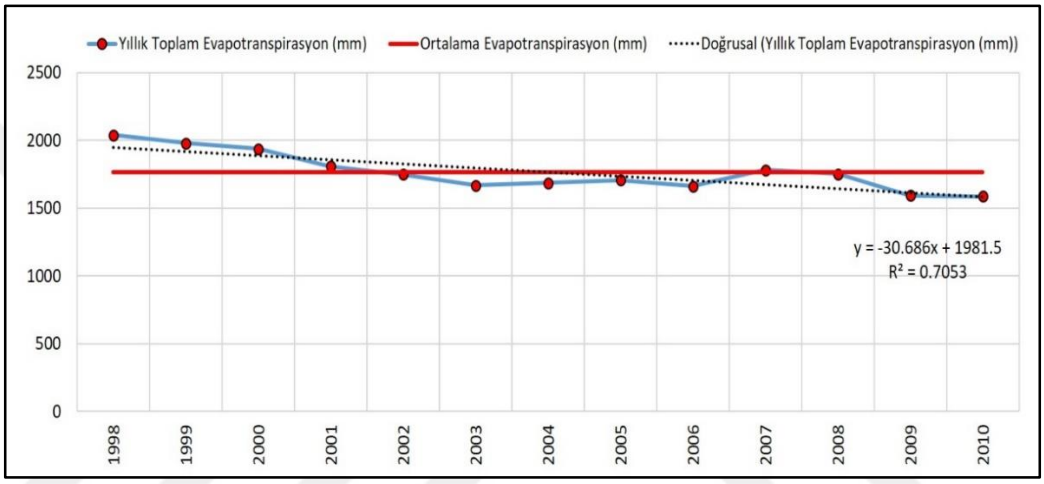


Grafik 1. 51: Kahramanmaraş İstasyonuna Göre Yıllık Toplam Evapotranspirayon Miktarı (MGM).

Kahramanmaraş'ta yıllık toplam evapotranspirasyon miktarının yıllara göre dağılışı incelendiğinde 1974-2010 yılları arası dönemde uzun yıllar evapotranspirasyon miktarının ortalama 1616,1 mm olduğu görülmüştür. İncelenen dönem içerisinde en yüksek yıllık evapotranspirasyon miktarı 2121 mm ile 1984 yılında ölçülürken en düşük yıllık evapotranspirasyon değeri ise 1280,9 mm ile 1996 yılında ölçülmüştür. İstasyon verilerine göre söz konusu dönem içerisinde Kahramanmaraş'ta yıllık toplam evapotranspirasyon miktarının önemli bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir (Grafik 1.51). Kahramanmaraş istasyonuna ait sıcaklık verileri incelendiğinde yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıkların

artış eğiliminde olduğu görülürken yıllık toplam evapotranspirasyon değerlerinin azalma eğilimi içerisinde olması pek tutarlı bir durum değildir. Bu durum, buharlaşma verilerinin güvenirliğinin sorgulanması gerektiğine işaret etmektedir.

Gölbaşı istasyonuna ait kısa bir dönem olsa da 1998-2010 yılları arası yıllık toplam evapotranspirasyon verilerine ulaşılabilmiştir. Yıllık toplam evapotranspirasyon miktarının yıllara göre dağılışı grafik 1.52'de verilmiştir.



Grafik 1. 52: Gölbaşı İstasyonuna Göre Yıllık Toplam Evapotranspirayon Miktarı (MGM).

Gölbaşı istasyonuna ait ölçüm değerleri maalesef çok kısa bir döneme ait verileri oluşturmaktadır. Ölçüm yapılan 1998-2010 yılları arası kısa dönem içerisinde ölçülen yıllık toplam evapotranspirasyon miktarının ortalaması 1766,6 mm olduğu görülmüştür. İncelenen yıllar içerisinde maksimum yıllık evapotranspirasyon miktarı 2039 mm ile 1998 yılında görülürken diğer yandan en düşük yıllık evapotranspirasyon miktarı ise 2010 yılında ölçülmüştür. Gölbaşı istasyonuna ait yıllık evapotranspirasyon değerlerinin genel olarak bir azalma eğiliminde olduğu görülmüştür (Grafik 1.52).

1.3.2.7. Thornthwaite Yöntemine Göre Havzanın Su Bilançosunun Hesaplanması

Bir yerin yalnızca yağış miktarına bakılarak bir yerin nemli ya da kuru bir iklime sahip olduğunu bilemeyiz. Bunun için yağışın, o bölgedeki buharlaşma ve terleme için gerekli olan sudan daha fazla mı yoksa daha az mı olduğunu bilmek gerekir. İklim özelliklerinden yağış ile evapotranspirasyon ikisi de aynı derecede önemli elemanlardır. Yağış da evapotranspirasyon da farklı meteorolojik nedenlere

bağlı olarak yıl içerisinde miktarları ve dağılımları genel olarak aynı değildir. Bu iki elemandan yağış, meteorologların ayrıntılı olarak araştırdığı kesinlikle bir fiziksel süreçtir ve yağışlar, yağışölçerler tarafından kabul edilebilir bir doğrulukta ölçülebilmektedir. Ancak toprak yüzeyinden gelen buharlaşma ve bitkilerden gelen terlemeyi ifade eden "evapotranspirasyon" yağışın tam tersine yeryüzünden atmosfere doğru taşınan suyu temsil eder. Evapotranspirasyon da genel olarak bir fiziksel süreçtir fakat bitkilerin terlemeyi de temsil etmesi bakımından genel olarak biyolojik bir kontrole tabidir. Bu yüzden evapotranspirayonun farklı bir yöntemle ölçülmesi gerekir (Thornthwaite, 1948). Bu anlamda bir bölgenin aylık potansiyel evapotranspirasyon ve gerçek evapotranspirayon miktarını hesaplamak için birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden en yalın olan Thorthwaite yöntemidir. Bu yöntemde günlük veya aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış miktarı ile yeryüzünde absorbe edilen güneş radyasyonu şiddeti ve süresi ile enlem ve tarih bilgileri gibi değişkenler kullanılır. Aynı zamanda toprak-nem dengesine dayanan bir iklim sınıflandırması da kabul edilen bu yöntemde temel olarak, ölçülen yağış miktarı ile hesaplanan evapotranspirasyon değişkenleri kullanılır. Evapotranspirasyon hesaplaması için ise sıcaklık ve güneş radyasyonu değişkenleri kullanılır (Türkeş, 2010:565). Thornthwaite yöntemine göre yapılan iklim sınıflandırmaları genel olarak sıcaklık, yağış ve evapotranspirasyondan oluşan üçlü değişken arasındaki ilişkilere dayanarak yapılır (İrcan ve Duman, 2021:74). Thornthwaite yöntemi, genel olarak bir bölgede sınırsız suyun varlığı ile bitkilerin su kullanımını öngören potansiyel evapotranspirasyon (ETP) kavramına dayanır. Potansiyel evapotranspirasyon genel olarak sıcaklık arttıkça sıcaklığa bağlı olarak artan ve sıcaklığın azaldığı zamanlarda ise azalan teorik bir değerdir. Gerçek evapotranspirasyon değeri ise bitkiler tarafından kullanılan gerçek su tüketimini gösterir (MGM, 2016:6). Bu yöntemde her ne kadar bir bölgenin iklim tipi belirlenmesi amaçlanmış olsa da bu yöntem özellikle uygulama bakımından hidrojeoloji, su kaynaklarının geliştirilmesi ve tarım gibi birçok farklı alanda evapotranspirasyonun doğrudan hesaplanamadığı yerlerde yaygın olarak kullanıldığı görülür (Birsoy ve Ölgen, 1992: 155).Thornthwaite (1948), geliştirmiş olduğu yönteminde bir yerin su bütçesini hesaplamak amaçlı birçok farklı eşitlik geliştirmiştir. Bu eşitlikler üzerinden elde edilen sonuçlara göre yağış etkinlik indisi (YEİ), sıcaklık tesiri indisi (STİ) ile nemlilik indisi (Nİ) ve denizellik-karasallık (DKİ) gibi çeşitli

indisler oluşturulmuştur (Tablo 1.29- Tablo 1.30- Tablo 1.31). Bu indislerin belirlenebilmesi için öncelikle incelenen istasyona ait bir su bilançosu tablosu hazırlanmaktadır (Yılmaz, 2020: 171).

Tablo 1. 29: Nemlilik İndisine Karşılık Gelen Thornthwaite İklim Türleri (Carter ve Mather (1966)'e göre Essenwanger (2001) temel alınarak yeniden düzenlenmiştir (Türkeş, 2010:566).

Nemlilik İndisi		İklim Türü
≥ 100	A	Çok Nemli
80-100	B_4	Nemli
60-80	B_3	Nemli
40-60	B_2	Nemli
20-40	B_1	Nemli
0-20	C_2	Yarınemli
-20 ile 0	C_1	Kuru-yarınemli
-40 ile -20	D	Yarıkurak
-60 ile -40	E	Kurak

Tablo 1. 30: Thornthwaite Yöntemine Göre Etkili Olan Nemin Mevsimlik Değişimi. (Carter ve Mather (1966)'e göre Essenwanger (2001) temel alınarak yeniden düzenlenmiştir (Türkeş, 2010:567).

Kurak İklimler (C_1, D, E)		I_h
d	Su fazlası yok ya da çok az	0-16.7
S	Kışın orta düzeyde su fazlası	16.7-33.3
w	Yazın orta düzeyde su fazlası	16.7-33.3
S_2	Kışın yüksek (şiddetli) su fazlası	> 33.3
W_2	Yazın yüksek su fazlası	> 33.3
Nemli İklimler (A, B, C_2)		I_a
d	Su açığı yok ya da çok az	0-10
s	Yazın orta düzeyde su açığı	10-20
w	Kışın orta düzeyde su açığı	10-20
s_2	Yazın yüksek (şiddetli) su açığı	>20
w_2	Kışın yüksek su açığı	> 20

Tablo 1. 31: Sıcaklık Etkinlik İndisi ve Sıcaklık Rejimi İndisi İçin Kabul Edilen Sınıflandırma. Marther 81974)'e Göre Yeniden Düzenlenmiştir (Türkeş, 2010:568).

Sıcaklık etkinliği PE (cm)	İklim Türü		Sıcaklık Rejimi %	Tip
114	A´	Megatermal	48.0	a´
114.0 - 99.7	$B´_4$	Dördüncü Mesotermal	48.0-51.9	b´
99.7 - 85.5	$B´_3$	Üçüncü Mesotermal	51.9-56.3	b´
85.5 - 71.2	$B´_2$	İkinci Mesotermal	56.3-61.6	b´
71.2 - 57.0	$B´_1$	Birinci Mesotermal	61.6-68.0	b´
57.0 - 42.7	$C´_2$	İkinci Mikrotermal	68.0-76.3	c´
42.7 - 28.5	$C´_1$	Birinci Mikrotermal	76.3-88.0	c´
28.5 -14.2	D´	Tundra	88.0-100	c´
-	E´	Donlu	-	d´

Ortaya çıkan su bilançosu tablosu üzerinden yıllık su fazlası (s), yıllık su noksanı (d) ile yıllık potansiyel evapotranspirasyon (n), nemlilik indisi (Ih) ve kuraklık indisi (Ia) elde edilir. Elde edilen bu değerlere göre göre her istasyona için 4 farklı tasnifler yapılarak bunlar birleştirilir ve "tümleşik iklim sınıfı" elde edilir (Yılmaz ve Çiçek, 2016: 3976).

Sıcaklık ve yağış özellikleri ile evapotranspirayon arasındaki ilişkiye dayanan formüllerin kullanıldığı bu yöntemin en büyük avantajı, toprakta biriken suyun yıl içerisindeki değişimini ve potansiyel evapotranspirasyon miktarını verebilmesidir. Ancak bu yöntem, pek çok hesaplama işlemini gerektirmesi ve bunun çok uzun zaman alması ise bu yöntemin dezavantajını oluşturmaktadır. (Çiçek, 1995:78).Thornthwaite yöntemi iklim çalışmaları açısından oldukça önemli olmasına karşın ileri düzey klimatoloji ve hidroloji bilgisi gerektirdiğinden işlem bakımından karmaşıktır (Türkeş, 2010:567). Ancak son zamanlarda bu yöntem için geliştirilen birçok farklı uygulamalar ile bu hesaplamaları yapmak artık daha kolay ve kısa sürede gerçekleştirilebilir hale gelmiştir. Bu çalışmada da Thornthwaite yöntemi için Elazığ Orman Toprak Laboratuvar Müdürü, M. Edip KORATEŞ tarafından 2001 yılında geliştirilmiş olan Excel uygulaması kullanılmış ve tüm hesaplamalar bu uygulama üzerinden gerçekleştirilmiştir. Aksu Çayı Havzası'nın su bütçesi değerlendirmesi için gerekli olan su bilanço tablosu oluşturulmuş ve bunun yanı sıra istasyonlara ait su bilanço grafikleri oluşturulmuştur (Tablo 1.32-1.33). Ancak uzun izahat gerektiren işlem basamaklarının detaylarına girilmemiştir.

Havzanın su bütçesi ile ilgili değerlendirmeler Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan ve aynı zaman da iklim değerlendirmelerinde kullanılan, uzun dönem rasat verilerine sahip olan Kahramanmaraş ve Gölbaşı (Adıyaman) meteoroloji gözlem istasyon verileri üzerinden oluşturulan su bilançosu tablosu ve su bilanço grafikleri üzerinden gerçekleştirilmiştir.

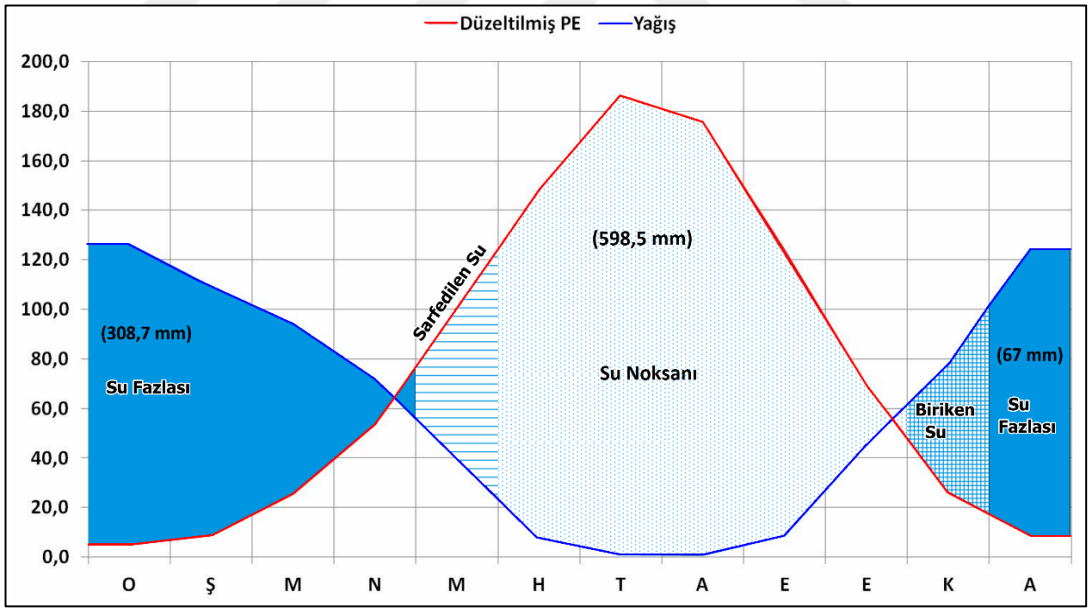
Tablo 1. 32: Kahramanmaraş İstasyonu Su Bilanço Tablosu

KAHRAMANMARAŞ THORNTHWAİTE SU BİLANÇO TABLOSU														
İli		K.Maraş			**Enlem**			37 K		**Ölçüm Yılları**		1959-2017		
İlçesi		Merkez			**Boylam**			36 D		**Rakım**		572 m		
Bilanço elemanları		**A Y L A R**												
		I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	**Yıllık**
Sıcaklık	°C	4,8	6,4	10,4	15,1	20,1	24,9	28,2	28,3	24,8	18,7	11,6	6,6	16,7
Sıcaklık indisi	i	0,9	1,5	3,0	5,3	8,2	11,4	13,7	13,8	11,3	7,4	3,6	1,5	81,6
Düzeltilmemiş PE	mm.	6,1	10,3	24,8	48,7	81,7	120,3	149,5	150,2	119,5	71,7	30,2	10,9	
Güneşlenme süresine göre PE tashih emsali		0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	
Düzeltilmiş PE	PET	5,3	8,7	25,5	53,5	99,8	147,8	186,3	175,7	123,6	69,2	25,7	9,1	930,2
Yağış	y	126,4	109,4	94,0	71,9	39,6	8,2	1,0	0,8	8,6	45,7	77,7	124,1	707,4
Depo Değişikliği	Dd	-	-	-	-	-60,2	-39,8	-	-	-	-	52,0	48,0	
Depolama	D	100,0	100,0	100,0	100,0	39,8	-	-	-	-	-	52,0	100,0	100,0
Gerçek Evapotranspirasyon	GET	5,3	8,7	25,5	53,5	99,8	48,0	1,0	0,8	8,6	45,7	25,7	9,1	331,7
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	99,8	185,3	174,9	115,0	23,5	-	-	598,5
Su Fazlası	Sf	121,1	100,7	68,5	18,4	-	-	-	-	-	-	-	67,0	375,7
Yüzeysel Akış	Yü1	94,1	110,9	84,6	43,4	9,2	-	-	-	-	-	-	33,5	375,7
" "	Yü2	77,4	89,1	78,8	48,6	24,3	12,1	6,1	3,0	1,5	0,8	0,4	33,7	375,7
Nemlilik Oranı	Ne	23,0	11,6	2,7	0,3	-0,6	-0,9	-1,0	-1,0	-0,9	-0,3	2,0	12,7	
İklim Tipi	C2 B'3 s2 b'3 : Yarı Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, Okyanus iklimine yakın iklim													

Tablo 1. 33: Gölbaşı (Adıyaman) İstasyonu Su Bilanço Tablosu

GÖLBAŞI THORNTHWAİTE SU BİLANÇO TABLOSU														
İli		Adıyaman			**Enlem**			37 K		**Ölçme Yılları**			1968-2017	
İlçesi		Gölbaşı			**Boylam**			37 D		**Rakım**			900	
Bilanço elemanları					**A**	**Y**	**L**	**A**	**R**					
		I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	**Yıllık**
Sıcaklık	*°C*	*2,2*	*3,5*	*7,7*	*12,9*	*18,0*	*24,0*	*28,5*	*28,1*	*22,9*	*16,2*	*9,0*	*4,1*	*14,8*
Sıcaklık indisi	*i*	*0,3*	*0,6*	*1,9*	*4,2*	*7,0*	*10,7*	*13,9*	*13,6*	*10,0*	*5,9*	*2,4*	*0,7*	*71,4*
Düzeltilmemiş PE	*mm.*	*2,4*	*5,0*	*18,1*	*41,8*	*71,9*	*114,7*	*151,8*	*148,7*	*106,3*	*60,6*	*23,3*	*6,5*	
Güneşlenme süresine göre PE tashih emsali		*0,86*	*0,84*	*1,03*	*1,10*	*1,22*	*1,23*	*1,25*	*1,17*	*1,03*	*0,97*	*0,85*	*0,83*	
Düzeltilmiş PE	*PET*	*2,0*	*4,2*	*18,6*	*46,0*	*87,8*	*140,9*	*189,2*	*173,8*	*110,0*	*58,5*	*19,8*	*5,4*	*856,3*
Yağış	*y*	*139,9*	*101,4*	*91,8*	*62,2*	*47,3*	*9,4*	*1,1*	*0,8*	*10,1*	*51,9*	*85,7*	*127,4*	*729,0*
Depo Değişikliği	*Dd*	-	-	-	-	*-40,5*	*-59,5*	-	-	-	-	*65,9*	*34,1*	
Depolama	*D*	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*59,5*	-	-	-	-	-	*65,9*	*100,0*	*100,0*
Gerçek Evapotranspirasyon	*GET*	*2,0*	*4,2*	*18,6*	*46,0*	*87,8*	*68,9*	*1,1*	*0,8*	*10,1*	*51,9*	*19,8*	*5,4*	*316,7*
Su Noksanı	*Sn*	-	-	-	-	-	*72,1*	*188,1*	*173,0*	*99,9*	*6,6*	-	-	*539,6*
Su Fazlası	*Sf*	*137,9*	*97,2*	*73,2*	*16,2*	-	-	-	-	-	-	-	87,9	*412,3*
Yüzeysel Akış	*Yü1*	*112,9*	*117,5*	*85,2*	*44,7*	*8,1*	-	-	-	-	-	-	*43,9*	*412,3*
" "	*Yü2*	*91,0*	*94,1*	*83,6*	*49,9*	*25,0*	*12,5*	*6,2*	*3,1*	*1,6*	*0,8*	*0,4*	*44,1*	*412,3*
Nemlilik Oranı	*Ne*	*68,0*	*23,0*	*3,9*	*0,4*	*-0,5*	*-0,9*	*-1,0*	*-1,0*	*-0,9*	*-0,1*	*3,3*	*22,6*	
İklim Tipi	*C2 B'3 s2 b'2 : Yarı Nemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, Karasal iklime yakın iklim*													

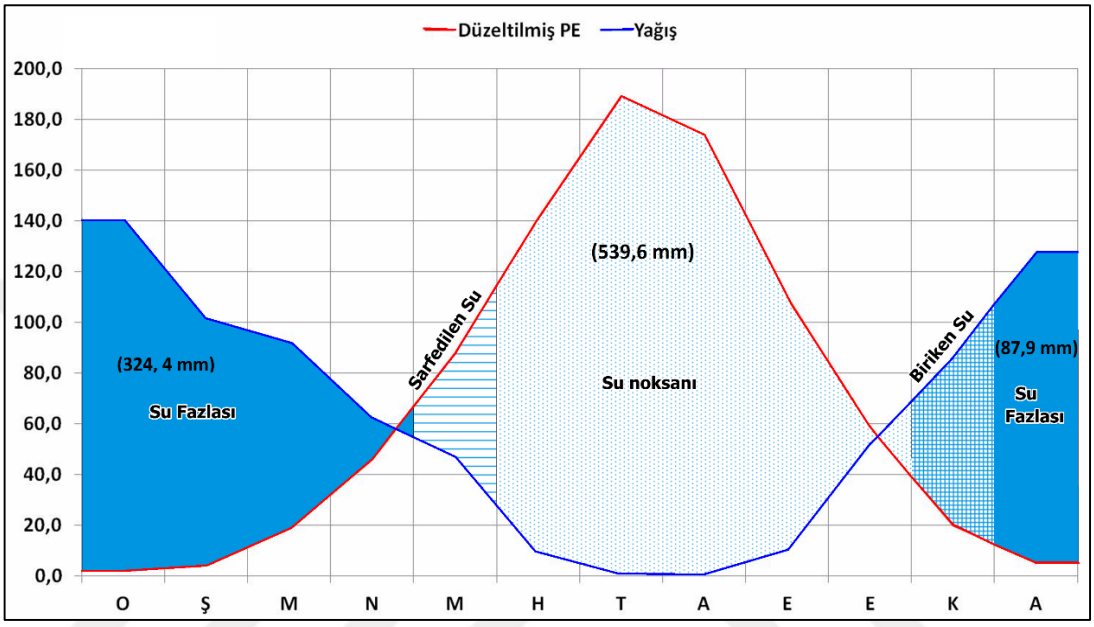
Thornthwaite yöntemine göre Kahramanmaraş istasyonu verilerine göre oluşturulan su bilançosu tablosu incelendiğinde Kahramanmaraş'ın iklim olarak, (C2 *B'3 s2 b'3) tipinde Yarınemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), yani Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, Okyanus iklimine yakın iklim"* özelliklerine sahip olduğu görülmektedir. Kahramanmaraş'ta gerçek evapotranspirasyonun (GET) yıllık toplam 331,7 mm ve Düzeltilmiş Potansiyel Evapotranspirasyonun (PET) ise 930,2 mm olduğu görülmüştür. Yüzeysel akışın ise yıllık toplam 375,7 mm olduğu hesaplanmıştır. Hesaplamada kullanılan yıllık ortalama toplam 707,4 mm yağış düşünüldüğünde yağışın toplam 53'ünün yüzeysel akışa geçtiği görülmektedir (Tablo 33).Kahramanmaraş'ın Potansiyel Evapotranspirasyon ile Yağış değerleri kıyaslandığında bu istasyonda Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında olma üzere yıllık toplam 375,7 mm toplam su fazlası olduğu görülmektedir. Diğer yandan Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında olmak üzere ise yıllık toplam 598,5 mm su noksanı olduğu görülmektedir (Grafik 1.53).



Grafik 1. 53: Kahramanmaraş'ın Su Bilanço Grafiği

Gölbaşı istasyonuna bakıldığında bu istasyonun ise Thornthwaite yöntemine göre iklim olarak (*C2 B'3 s2 b'2) tipinde Yarınemli, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, Karasal iklime yakın iklim* özelliklerine sahip olduğu görülmektedir. Gölbaşı'nda yıllık gerçek evapotranspirasyon (GET) toplam 316,7 mm iken yıllık Düzeltilmiş Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) ise

856,3 mm olduğu görülmektedir. Yıllık yüzeysel akışa geçen toplam su miktarının ise 412,3 mm olduğu görülmektedir. Gölbaşı istasyonundaki yıllık ortalama toplam yağış'ın 729 mm olduğu düşünüldüğünde toplam yağışın % 56'sının yüzeysel akışa geçtiği görülmektedir (Grafik 1.54).



Grafik 1. 54: Gölbaşı'nın Su Bilanço Grafiği

Gölbaşı'nın Potansiyel Evapotranspirasyon ile Yağış değerleri kıyaslandığında bu istasyonda Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında olma üzere yıllık toplam 412,3 mm toplam su fazlası olduğu görülmektedir. Diğer yandan Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında olmak üzere ise yıllık toplam 539,6 mm, su noksanı olduğu görülmektedir (Grafik 1.54).

1.5.BİTKİ ÖRTÜSÜ

Orman ile su kaynaklarının verimi arasındaki ilişkinin olduğu bilgisi çok eski tarihlerden itibaren bilindiği düşünülse de bitki örtüsü ile su verimi artışı arasındaki ilişkiler üzerine çeşitli araştırma yöntemlerinden kaynaklanan farklılıklardan dolayı bu konu 1950'li yıllara kadar birçok tartışma konusu olmuştur. Ancak 1950'li yıllardan itibaren dünyanın birçok yerinde yapılan yüzlerce araştırma, ormanların havzalarındaki su verimini artırıcı etkiler yaptığını ortaya koymuştur. Örneğin, Beyaz Rusya'da ormanlık alanlarla kaplı olan havzalarının su verimlerinin, ormansız havzalara göre su verimlerinin yaklaşık iki kat fazla olduğu ve orman örtüsünde her % 10'luk bir artışın yıllık ortalama akışta 12-17 mm bir akım artışına neden olduğu görülmüştür. Wooldridge (1974)'ün yapmış olduğu çalışmada ise ABD'de yer alan ormanlık alanlardaki su veriminin, ormansız alanlara göre ortalama 6 kat daha fazla olduğu görülmüştür (Görcelioğlu, 1992:19). Dolayısıyla orman örtüsünün su verimini artırdığı açıkça ifade edilse de bu görüşü kabul etmeyip karşı çıkanlar da bulunmaktadır. Özhan (1994); Görcelioğlu (1992)'nun ormanların su verimini artırdığı düşüncesinin aksini ileri sürmüştür. Özhan (1994)'e göre bir yerdeki su verimini etkileyen iklim özelliklerinden yağış tipi, yağış şiddeti ve yıl içerisindeki dağılışı, sıcaklık, jeolojik yapı ile yer şekilleri, toprak ve havza büyüklüğü gibi kavramlar dikkate alınmadan yalnızca su verimi ile orman örtüsü yüzdesi ile ilişkilendirildiğinde o zaman orman örtüsü fazla olan havzalarda su veriminin de yüksek olduğu düşüncesi doğru olabilir. Ancak orman örtüsü ile su verimi arasındaki ilişkinin araştırılmasında uygulanan yöntemin yanlışlığından dolayı araştırmacılar bu düşünceye kapılmıştır. Zira ormanlar zaten doğal olarak yağışın fazla olduğu yerlerde yetişmektedir. Bu nedenle yağışın bol olduğu yerlerde su veriminin de fazla olacağı açıktır. Bu yüzden ormanlar ile su verimi arasındaki ilişkinin araştırılmasında karşılaştırılan iki farklı havzanın orman örtüsü dışında diğer havzanın tüm faktörlerinin benzer özelliklerde olması zorunluluğu vardır. Yapılan birçok uygulamalı çalışmada ormanlık alanlardaki yağışların önemli bir bölümünün intersepsiyon ve transpirasyon yoluyla kayba uğradığı ve orman örtüsünün su tüketiminin artırdığı ve dolayısıyla o bölgelerde su verimini düşürdüğünü ortaya koymuştur (Özhan, 1994:74).

Bir bölgenin toplam brüt su potansiyelini genel olarak o bölgede etkili olan iklim özelliklerinden öncelikle yağış miktarı belirler. Ancak yağışların atmosferden yeryüzüne düşerken daha toprak ile buluşmadan önce yerdeki bitki örtüsü üzerine düşer ve yağışın önemli bir bölümü burada alıkonulur. Yağışın bitkiler tarafından yakalanarak tutulan sular, yere düşmeden geri tekrar buharlaşarak atmosfere döner. Bitkiler tarafından yağışın alıkonularak tekrar buharlaşma yolu ile atmosfere geri dönmesi olayına *"intersepsiyon"* denir. Bazen yağışlar bitkilerin kanopi (bitkilerin tepe tacı) tarafından tutulur ve nihayetinde zemine düşer. Buna ise *"bitkiden yağış"* (throuhfall) adı verilir. Ayrıca yağmur suları bitkilerin dal ve yaprak saplarından bitkinin gövdesine doğru hareket ederek gövde üzerinden akış ile zeminde yer alan toprağa ulaşır. Buna ise *"gövde akışı"* (streamflow) denir (Foto1.80). Bu durum bir ormanlık, çalılık ya da otlak alanlarında hatta her türlü zemindeki bitki döküntüleri üzerinde bile görülebilir (Davie and Quinn, 2021:70).

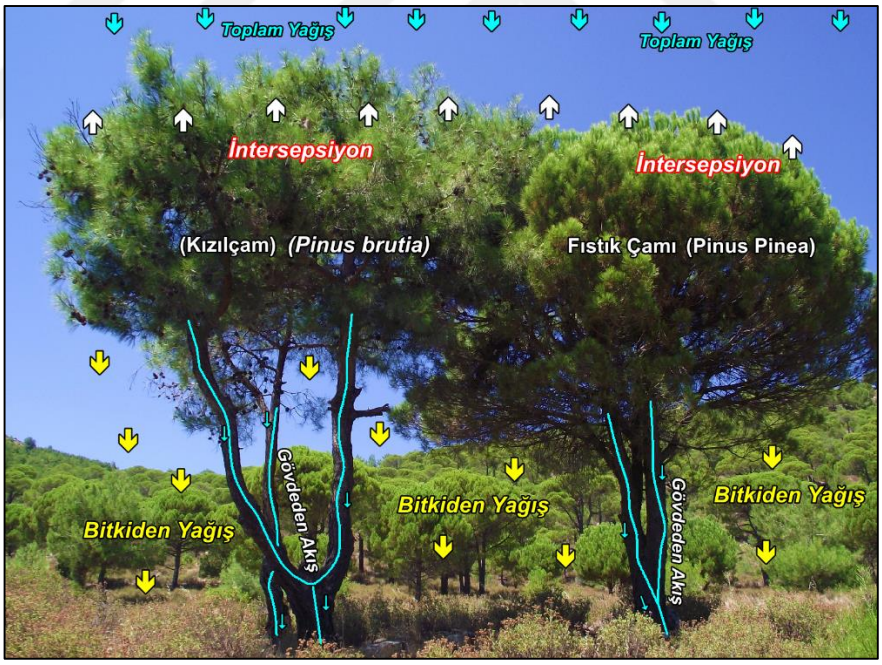


Foto 1. 80: İntersepsiyon Süreci ve Bileşenleri

İklim özelliklerine göre ot, çalı ya da ağaç gibi farklı formasyonların toprak üzerinde oluşturduğu örtü durumuna göre bitkiler tarafından tutulan yağışlara bağlı intersepsiyon kayıpları da bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir. Bu nedenle bitki örtüsü, bir havzada meydana gelen yağışların, atmosferden düşerken daha zemin ile

buluşmadan önce yağışın yüzeysel akış ve sızma gibi süreçler başlamadan önce su döngüsü üzerinde etki eden bir faktördür. Bazı bitki türlerine ait intersepsiyon oranları tablo 1.34'te verilmiştir.

Tablo 1. 34: Bazı Bitki Türlerinin İntersepsiyon Kaybı Değerleri (Tanyel, 2019:5).

Ağaç Türü		İntersepsiyon Kaybı (%)	Çalışma Alanı	Araştırmacı
Çam (Diğer)	(*Pinus radiata* D.Don.)	18,7	Avustralya	Smith (1972)
	(*Pinus pinaster* Ait.)	11	Portekiz	Valente vd. (1997)
	(*Pinus pseudostrobus* Lindl.)	19,2	Meksika	Silva ve Rodreiguez (2001)
	(*Pinus taeda* L)	19	Birleşik Amerika	Gavazzi vd. (2016)
Karaçam	(*Pinus nigra* Arnold)	28,3	Türkiye	Özhan (1982)
	(*Pinus nigra var.maritima* Ait.Melville)	32,3	İngiltere	Roberts vd. (1982)
	(*Pinus nigra* Arnold)	27,7	Türkiye	Aydın vd. (2018)
Kayın	(*Fagus sylvatica* L.)	21	Belçika	Staelens vd. (2008)
	(*Fagus orientalis* Lipsky)	32,1	İran	Ahmedi vd. (2009)
	(*Fagus orientalis* Lipsky)	11,7	İran	Nezamdoost vd. (2018)
Ladin	(*Picea sitchensis* Bong.)	30	İskoçya	Ford ve Deans (1978)
	(*Picea abies* L. Karst.)	34,2	Fransa	Viville vd. (1993)
	(*Picea abies* L. Karst.)	23,3	İran	Nezamdoost vd. (2018)
Meşe	(*Quercus dschorochensis* K. Koch.)	15,6	Türkiye	Özhan (1982)
	(*Quercus castaneifolia* C.A. Mey.)	24,6	İran	Hosseini G Bahmani vd. (2012)
	(*Quercus sp.*)	13,6	Meksika	Silva ve Rodreiguez (2001)
	(*Quercus suber* L.)	20,5	Birleşik Amerika	Xiao vd. (2000b)
Ökaliptus	(*Eucalyptus globulus* Labill.)	17	Portekiz	Valente vd. (1997)
	(*Eucalyptus dunnii* Maiden)	8,9	Brezilya	Momolli vd. (2019)
Sarıçam	(*Pinus sylvestris* L)	31,3	İngiltere	Roberts vd. (1982)
	(*Pinus sylvestris* L)	20,2	Türkiye	Aydın vd. (2018)

Tanyel (2019)'un vermiş olduğu sonuçlara göre dünya üzerinde farklı ülkelerde ve farklı bitki türleri üzerindeki intersepsiyon oranları incelendiğinde en yüksek intersepsiyon oranlarının % 34,2 ile ladin, % 32,3 ile karaçam ve % 32,1 ile kayınlarda olduğu görülmüştür (Tablo 1.34). Görüldüğü gibi yıllık toplam yağışların neredeyse yaklaşık 3'te 1'inin intersepsiyon ile tutulduğu görülmektedir. Genel olarak intersepsiyon değerlerinin üst sınırı iğne yapraklı ağaç türlerinde % 36 iken geniş yapraklı ağaç türlerinde ise % 20 ve çayır vejetasyonunda ise % 17'dir. Ayrıca intersepsiyon oranları türlerin doğal yaş sınıflarına göre yaklaşık % 300 civarında bir değişim gösterebilmektedir (Çepel, 1986:20). Bu oranlar intersepsiyonun, su yönetimi açısından ne kadar önemli olduğunu ortaya koyması bakımından önemlidir. Hiç şüphesiz dünya üzerinde tüm bitkiler farklı türler olarak farklı intersepsiyon değerlerine sahip olacağı söylemek mümkün. Diğer yandan aynı tür bitkilerin bile yaşı, şekli ve kapalılık durumu aynı olmadığı durumlarda dahi aynı tür bitkilerin bile birbirine göre farklı intersepsiyon değerlerine sahip olacağı söylenebilir. Örneğin yaprağını döken ağaçların mevsimlere göre yaprak durumu değişeceğinden

mevsimlere göre intersepsiyon değerlerinin de değişebileceğini ifade etmek mümkündür. Özellikle yağışların süresi ve şiddeti de önemlidir. Çünkü çisenti şeklinde yağan ve çok kısa süre etkili olan yağışların genel olarak intserpsiyona oranının daha fazla olması beklenir. Öte yandan yaprağını döken ağaçların yerde oluşturduğu ölü örtü katmanının, yaprağını dökmeyen iğne yapraklı ağaçlara göre daha fazla olacağından bu durumun da intersepsiyon üzerinde etkisinin olacağını söylemek mümkündür. Ormanlık alanlarda yer alan ölü örtü, toprağın absorbe edemediği fazla sular, bu örtü altında eğim yönünde hareket ederek, yüzeysel akış ile meydana gelecek erozyon riskini de azaltır. Bu yüzden ormanların, su kaynaklarını düzenli olarak besleme yanında diğer yandan sel olasılığını da azaltıcı bir etkisi vardır (Gülcü, vd., 2008:62). Ayrıca şunu da belirtmek gerekir ki bir bölgedeki tüm yağış suları, orman ekosistemi içerisindeki bir döngüyü tamamladıktan sonra içme ve kullanma suyu olarak kullanıma hazır hale gelmektedir (Akyol ve Tolunay, 2011:329).

Ülkemizde, Belgrad Orman sahasında, Ortadere yağış havzasında normal kapalılığa sahip Meşe ve Kayın karışık ormanları üzerine yapılan bir araştırmada orman tepe çatısının yapraklı olduğu dönemlerde toplam 34 ve yapraksız olduğu dönemlerde ise toplam 46 adet yağış ölçümü yapılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçlarına göre ağaçların yapraklı olduğu dönemlerde orman altı ya da başka bir ifadeyle bitkiden yağış oranı % 75,4 iken yapraklarını döktüğü dönemde ise bu oran % 82,7 olduğu görülmüştür (Özhan vd., 2011:26).

Özellikle yaprağını döken ağaç türlerinden oluşan ormanlık alanlarda ağaçların yaprak dökme durumu ve buna bağlı olarak değişen intersepsiyon durumlarının bilinmesi bir baraj havzasındaki gerek su üretimi gerekse erozyon önleme çalışmaları açısından oldukça önemlidir (Yurtseven, vd., 2013:24). Ayrıca ormanlar yalnızca yağmurları değil kar yağışları üzerinde de etkilidir. Genel olarak kar yağışları esnasında yaprağını döken ağaçlar yağan karın yaklaşık % 10'unu intersepsiyon ile tutarken ibreli ağaçlarda ise bu oran % 25'e kadar çıkmaktadır. Diğer yandan ormanların güneş ışınlarına karşı gölgeleme etkisi yaratması ile kar erimelerini geciktirmektedir. Anderson (1969) tarafından yapılan bir araştırmada ormanların gölgeleme etkisi ile kar erimelerini % 40 ve derelerdeki taşkınları ise % 10 oranında azalttığı görülmüştür (Görcelioğlu, 1996: 18).

Bitkilerin yağışın zemine ulaşma oranı üzerinde etkisi olduğu gibi toprakta biriken suların kullanımı üzerinde de etkisi vardır. Orman vejetasyonunu oluşturan bitkiler, kökleri ile topraktan almış olduğu suları fotosentez esnasında yapraklarından buharlaştırarak *"transpirasyon"* denilen olan gerçekleşir. Transpirasyon ile meydana gelen su kaybı miktarı iklim, ağacın türü ve yaşı ile toprağın nem durumlarına göre değişir. Transpirasyon miktarı ile toprakta su miktarı arasında önemli bir ilişki vardır. Toprak su ile doygun olduğu zamanlarda transpirasyon miktarının da fazla iken toprakta nemin düştüğü zamanlarda ise transpirasyon miktarı da düşmektedir. Item (1973) tarafından geniş yapraklı ağaç türleri üzerinde yapılan çalışmalarda toprak suyla doygun olduğu zamanlarda ormanın transpirasyon miktarının günlük ortalama 8 mm iken topraktaki nemin % 30'a düştüğü zamanlarda ise ormanların günlük transpirasyon miktarının 1 mm'ye düştüğü görülmüştür. Dolayısıyla bitkilerin topraktaki su azalmaya başladığı anda bitkilerin de bu konuda önemli bir duyarlılık göstererek transpirasyon oranlarını düşürdüğü görülmektedir (Çepel, 1986: 20).

Sukachev (1968)'in step kuşağında yer alan bir meşe ağaçlandırma alanında transpirasyon kayıplarını ölçmek üzere yapmış olduğu çalışmanın sonuçları tablo 1.35 'te verilmiştir (Çepel, 1986:21).

Tablo 1. 35: Meşe Ağaçlarında Transpirasyon Yoluyla Su Kayıp Oranları (Sukachev, 1968).

Meşçere Yaşı	15	16	17	18
Nem Koşulları	Nemli	Kurak	Çok Kurak	Çok Nemli
Yıllık Transpirasyon (mm)	177	135	116	276

Sukachev (1968)'in yapmış olduğu çalışma sonuçlarına göre çok kurak yerlerde yıllık 116 mm olan transpirasyon miktarının çok nemli bölgelerde 276 mm'ye kadar yükseldiği görülmektedir. Bu çalışmaya göre meşe ormanlarında nemlilik oranı arttıkça yıllık transpirasyon oranının da arttığı görülmektedir (Tablo 1.35). Bu durumun Item (1973)'ün yapmış olduğu çalışması ile ortaya koyduğu topraktaki nemin azaldıkça bitkilerdeki transpirasyon oranın azaldığı bilgisini de destekler niteliktedir.

Ormanlar, tatlı su kaynaklarını oluşturan taban suyu, akarsu, göl, gölet ve barajların sularının temizlenmesini ve su kaynaklarının düzenli ve sürekli olmasını

sağlar. Ancak ormanlık alanların ormansız alanlara göre su verimini olumsuz yönde etkilese de suyun az olduğu zaman dilimlerinde su kaynaklarını besler ve su kalitesini ise artırır. Bir diğer yandan ormanların en önemli fonksiyonlarından biri ise erozyonu önlemektir. Fakat erozyonu önleme konusunda en iyi fonksiyona sahip olan ormanlar su verimi açısından aynı derecede iyi değildir. Bu yüzden ormanların hidrolojik fonksiyonları ile erozyonu önleme fonksiyonları genellikle bir çatışma halindedir. Akarsu su toplama havzalarında baraj, göl ve gölet gibi ortamlarda daha çok su olması talep edilirken diğer yandan arazi şartlarının eğimli olduğu yerlerde de erozyonun olumsuz etkilerinden de korunması gerekir. Örneğin erozyon önleme açısından intersepsiyon oranının fazla olduğu daha yoğu göğüs yüzeyi olan ormanlar tercih edilirken su koruma amaçlı ormanlarda ise daha az göğüs yüzeyinin olması gerekir. Erozyonu önlemede daha çok katmanlı bir yapı istenirken su koruma amaçlı ormanlarda ise daha çok aynı yaşta bir koru ormanı olması gerekir. Bu yüzden orman alanları fonksiyon olarak her iki işlevi yerine getirecek şekilde dengelenerek kullanılmalıdır (OSİB, 2017:11). Gerek ulusal gerekse uluslararası birçok çalışmada orman ve içme suyu kalitesi arasındaki ilişkinin altı çizilmiştir. Bu çalışmalardan en önemlilerinden biri 2007 yılında yapılan Avrupa Ormanlarının Korunması 5. Bakanlar Konferansıdır. Bu konferans sonrasında alınan kararlarda bir bölüm "orman ve su" başlığı altında verilmiştir. Alınan kararlarda, heyelan, erozyon ve çığ gibi doğal afetlerin etkilerinin azaltılması, su miktarı ve kalitesinin korunması ve taşkınların azaltılması, çölleşme ile mücadelede ve toprakların korunmasında ormanların ve orman yönetiminin rolüne dikkat çekilmiştir. Aynı şekilde Avrupa Ormanları 6. Bakanlar Konferansı'nda benzer kararlar alınmıştır. Bu toplantıda ormanların ve ormanların sürdürülebilir yönetiminin iklim değişikliğine uyuma katkı sunarak iklim değişikliği etkilerinin azaltılmasında, doğal afetlere karşı toplumu ve toplumsal alt yapıyı koruduğu ve hammadde üretimi, enerji arzı, toprak ve su koruma gibi farklı ekosistem hizmetleri sağladığı belirtilerek su veriminde ormanların rollerinin altı tekrar çizilmiştir. Bu kapsamda ülkemizde de 2011 yılına kadar Orman Bakanlığı, Çevre Bakanlığı ile birlikte bir çatı altında iken bu tarihten itibaren ayrılarak Orman Bakanlığı ayrılarak Orman ve Su İşleri Bakanlığı kurulmuştur. Ancak bu adıma rağmen Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü ile Orman Genel Müdürlüğü (OGM) yanında ayrıca Su İşleri Genel Müdürlüğü Kurulmuştur. Böylece aynı alanda çok

başlılık ve yetki çelişkilerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bakanlığın ismi Orman ve Su İşleri Bakanlığı olmasına rağmen maalesef Orman ve Su, ayrı ayrı değerlendirilmeye devam etmektedir (Türker ve Coşkun, 2011:326).

Bir yerdeki yağış havzasındaki suyun nicelik ve nitelik özelikleri üzerinde havzanın ekolojik özellikleri arasında karmaşık bir ilişki vardır. Bu yüzden orman ekosistemleri ile su ekonomisi bilançoları arasındaki ilişkiler de karmaşıktır. Bu karmaşık konuya açıklık getirilebilmesi ise bir yağış havzasının su ekonomisine etki eden iklim, yer şekilleri, toprak özellikleri ve bitki örtüsü özelliklerini ve bunların karşılıklı ilişkilerinin ekolojik olarak bir bütün olarak ele alınması gerekir. Bitki örtüsü "*transpirasyon"* ve "*intersepsiyon"* yoluyla genel olarak önemli miktarda bir su tüketimi gerçekleştirir. Bu nedenle önemli su yapılarından biri olan ve genel olarak nitelikli bir toplama kapasitesine sahip olan alanlarda inşa edilen barajların yakın ve uzak çevrelerinde yer alan bölgelerin topraklarının erozyona karşı korunması için ağaçlandırma çalışmaları dünya genelinde gerçekleştirilen bir uygulamadır. Bu nedenle barajların çevresinde yapılan ağaçlandırmalar ile barajlardaki suyun tüketimini sağlayan bir ekosistem yaratılıp yaratılmadığı konusu önemlidir. Örneğin bir ormanın günlük ortalama 2 ile 3,5 mm yağışı transpirasyon ile harcadığı ve yıllık toplam yağışın ise % 15-30'unu intersepsiyon tarafından kayba uğrattığı görülmüştür. (Çepel, 1986: 18). İntersepsiyon ve transpirasyon değerleri düşünülürse bitki örtüsünün bir havzadaki su verimi açısından ne kadar önemli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Su yönetimi açısından düşünüldüğünde bu anlamda su yetersizliği olan havzalarda çevre dengesi bozulmadan bitkilerin yönetimi ile veriminin artırılması mümkündür. Bu kapsamda intersepsiyon azaltılması ve su veriminin artırılması amacıyla ormanların düzenli olarak traşlanması ve iğne yapraklı türlerin bulunduğu yerlerde ekolojik şartlar elverdiği ölçüde kışın yaprağını döken ağaç türlerin getirilmesi uygulanabilir. Diğer yandan transpirasyon kayıplarını azaltmak için ise daha az toprak nemini kullanacak sığ köklü bitkilerinin seçilmesi gibi uygulamalar yapılabilir. Bu anlamda havza bir bütün olarak ele alınarak entegre havza yönetim planları uygulanmalı ve orman kaynakları çok yönlü amaçlar için planlanmalıdır (Parlak, 2011:357).

Aksu Çayı Havzası'nda yer alan bitki örtüsü özellikleri su yönetimi açısından incelenmiştir. Bu kapsamda havza içerisinde yer alan bitki türleri ve bu türlerin alansal dağılışı ile bitkilerin kapalılık özellikleri ele alınarak ayrı ayrı incelenmiş ve bu özellikler havzanın su yönetimi açısından değerlendirilmiştir.

1.5.1.Havzada Görülen Bitki Formasyonları

Ülkemiz sahip olduğu coğrafi konum özellikleri gereği okyanusal, akdeniz ve karasal iklim gibi çeşitli iklim özelliklerinin görüldüğü bir bölgede yer alır. Her iklim kendine özgü ayrışma, toprak oluşumu, bitki ve hayvanların o bölgeye yerleşmesini ve bunların yaşamlarını kontrol ederek kendi bölgesi içerisinde belli bir besin zinciri, enerji ve madde dolaşımın oluşmasını sağlayarak buna sistemlere uygun canlı toplulukları ve popülasyonları oluşturur. Bu sebeplerden dolayı ülkemizin iklim çeşitliliğinden kaynaklı ülkemizde de doğal olarak farklı fitocoğrafya bölgeleri ortaya çıkmıştır (Atalay, 1994:112). Ülkemizde flora bölgelerinin sınıflandırılmasında geçmişten günümüze birçok farklı ölçütlere göre çeşitli sınıflamalar yapılmıştır. Bu sınıflamalar içerisinde Davis (1965 ve 1971) ile Zohary (1971-1973) tarafından yapılan sınıflandırmalar dikkat çekicidir. Zohary'nin yapmış olduğu sınıflamada günümüzdeki flora ve vejetasyon özelliklerinin yanı sıra aynı zamanda geçmiş flora özellikleri de dikkate alınmıştır. Davis'in yapmış olduğu sınıflandırmada ise yalnızca bugünkü flora ve vejetasyon dikkate alınmıştır. Davis, yapmış olduğu sınıflamada daha çok günümüzdeki flora ve vejetasyonu dikkate alırken, Zohary tarafından yapılan sınıflamada ise yapmış olduğu sınıflamada Davis'in ölçütlerine ek olarak geçmişteki flora tarihini de dikkate almıştır. Çalışmada Davis'in floristik bölgeleri esas alınmış ve tüm değerlendirmeler bu sınıflandırmaya göre yapılmıştır.

Ülkemizdeki flora bölge sınırları sınıflamada kullanılan ölçütlere göre değişiklik gösterse de ülkemizde genel olarak 3 farklı flora bölgesi görülür. Bunlar:

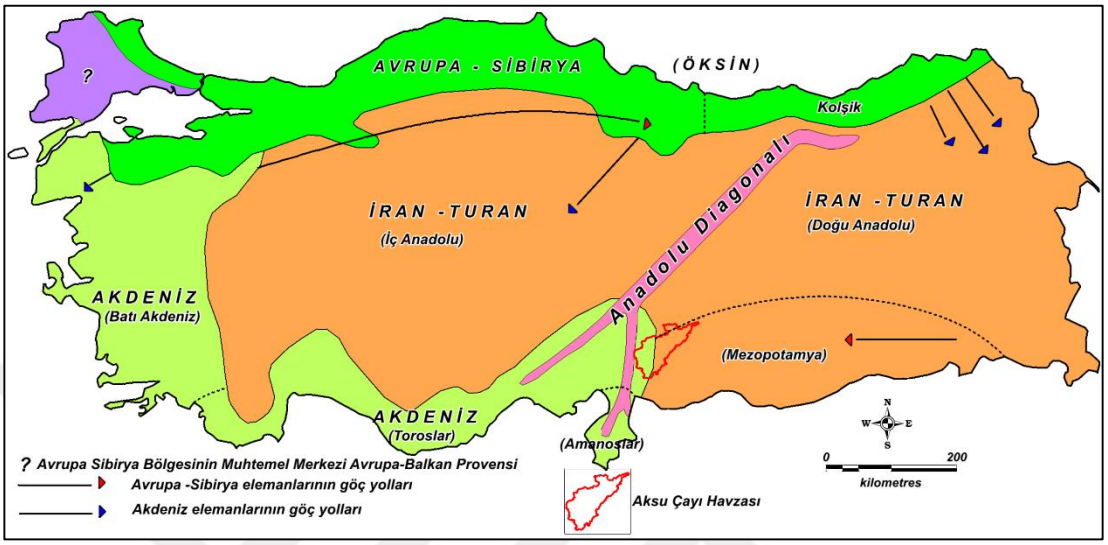
1-Avrupa Sibirya

2-Akdeniz Bölgesi

3-İran-Turan Bölgesi

Bu flora bölgelerine ek olarak 1971 yılında ise Davis tarafından *"Anadolu Diagonalı"* kavramı eklenmiştir (Avcı, 1993:225).

Aksu Çayı Havzası'nın ülkemizdeki flora bölgelerine göre konumu harita 1.42'de verilmiştir.

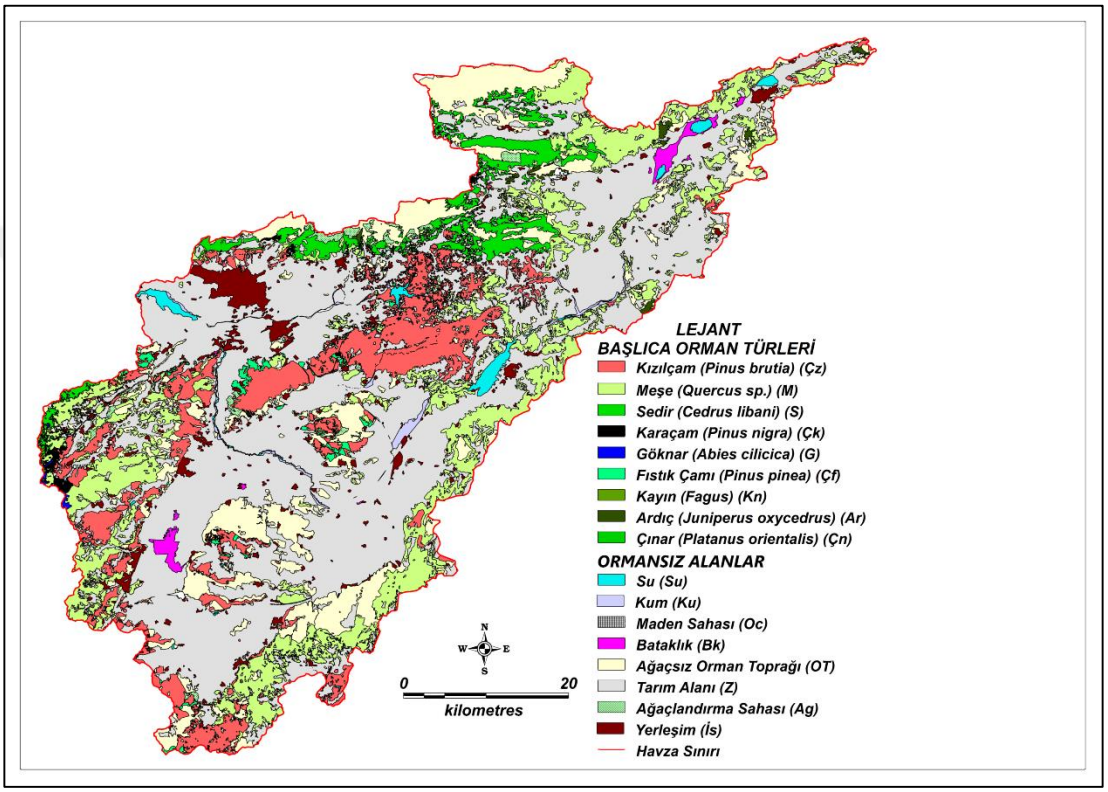


Harita 1. 42: Davis'e göre Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Anadolu Diagonalı (Avcı, 1993'den düzenlenmiştir).

Aksu Çayı Havzası, bulunduğu coğrafi konum olarak ülkemizdeki flora bölgelerinden İran-Turan flora bölgesi ile Akdeniz flora bölgesinin kesiştiği bölgede yer almaktadır. Havzanın batısında Akdeniz (Toroslar) flora bölgesi, kuzeyinde İran-Turan (Doğu Anadolu) ve doğusunda ise İran-Turan (Mezopotamya) flora bölgesi yer almaktadır. Havzanın hemen batı sınırında ise Davis tarafından tanımlanmış olan Anadolu Diagonalı geçmektedir (Harita 1. 42). Bulunduğu konum itibariyle havza Akdeniz ve Karasal iklim bölgesinin de kesişim bölgesinde yer alır. Batıda daha çok Akdeniz fitocoğrafya bölgesine ait vejetasyon formasyonlarına ait türleri görülürken doğuya doğru gidildikçe karasallığın etkisine bağlı olarak Güneydoğu Anadolu (Mezopotamya) fitocoğrafya bölgesine ait vejetasyom formasyonlarına ait türlere geçilir. Havzada yaygın olarak görülen formasyonları Akdeniz fitocoğrafya elemanları oluşturur. Havzanın geniş bir yüzölçümü sahip olması ve yer şekillerinin çeşitliliğine bağlı olarak ortaya çıkan iklim özelliklerinin etkisi ile havzada batıdan doğuya doğru gidildikçe bitki çeşitliği ve yoğunluğu azalır. Havzanın alçak kesimlerini oluşturan ve aynı zamanda önemli tarım alanlarını oluşturan Maraş Ovası, Narlı Ovası ve Türkoğlu (Sağlık) Ovası gibi düzlük alanlarda daha çok otsu türler görülürken çalı ve ağaç formasyonlarına ait doğal bitki örtüsünü görmek pek mümkün değildir. Genel olarak

ovalık alanların kenar sınırlarından yaklaşık 450-500 metrelerden itibaren çalı ve ağaç formasyonları görülmeye başlar (Harita 1.43).

Havzada görülen başlıca vejetasyon formasyonlarının dağılışı harita 1.43'te verilmiştir.



Harita 1. 43: Aksu Çayı Havzası'nda Görülen Başlıca Vejetasyon Formasyonlarının Dağılışı (Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne Bağlı İşletme Şefliklerinin Hazırlamış Olduğu Amenajman Haritalarından Düzenlenmiştir.)

Havza içerisinde yayılış gösteren vejetasyon formasyonlarının alansal dağılışlarına bakıldığında havza içerisinde 526,1 km^2'lik alan ile en yaygın olarak meşe formasyonlarının olduğu görülmektedir. Havzanın toplam % 15'ini kaplayan meşe ormanlarının büyük bölümü bozulmuş karakterde ormanlardır. Bu yüzden meşelik alanların çoğu çalı formasyonundaki meşeliklerden oluşur ve genel olarak birçok maki türleri ile birlikte çoğu zaman karışık halde bulunduğunda maki türlerinin dağılış alanları haritada meşe formasyonu içerisinde verilmiştir. Havzada ikinci en yaygın olarak görülen formasyon ise kızılçam (*Pinus brutia*) formasyonlarıdır. Havza içerisinde toplam kapladığı toplam 369,1 km^2'lik bir alan ile havzanın yaklaşık % 10,6'sını oluşturmaktadır. Yer yer maki türleri ile karışık halde bulunan kızılçamların

büyük bir bölümü ağaçlandırma çalışmaları ile meydana gelmiş ormanlardan oluşmaktadır. Havzada yaygın olarak görülen diğer formasyonlar ise sırasıyla Sedir (*Cedrus libani*) % 3,8, Fıstıkçamı (*Pinus pine*a) % 0,5, Ardıç (*Juniperus oxycedrus*), Karaçam (*Pinus nigra*) % 0,2, Göknar (A*bies cilicica*) % 0.07, Kayın (*Fagus*) % 0,05'dir (Tablo 1.36).

Tablo 1. 36: Aksu Çayı Havzasında Görülen Formasyonların Alansal Dağılış Oranları (Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne Bağlı İşletme Şefliklerinin Hazırlamış Olduğu Amenajman Haritaları Üzerinden Hesaplanmıştır.)

Orman Formasyonu Adı	**Alan (km²)**	**%**
Meşe (*Quercus sp.*)	526.1	15.22
Kızılçam (*Pinus brutia)*	369.1	10.68
Sedir (*Cedrus libani*)	132.4	3.83
Fıstık Çamı (*Pinus pinea*)	19.7	0.57
Ardıç (*Juniperus oxycedrus)*	10.8	0.31
Karaçam (*Pinus nigra*)	8.7	0.25
Göknar (*Abies cilicica*)	2.3	0.07
Kayın (*Fagus sp.*)	1.9	0.05
Çınar (*Platanus oreintalis*)	0.2	0.01
Toplam	***1071.2***	***31.00***
Ormansız Alanlar		
Ağaçlandırma Sahası	24.6	0.71
Ağaçsız Orman Toprağı	458.4	13.26
Maden	0.7	0.02
Yerleşim	118.4	3.42
Su	29.7	0.86
Kum	14.6	0.42
Tarım Arazisi	1718	49.70
Bataklık	21.4	0.62
Toplam	**2385.8**	**69.00**

Havza içerisinde görülen orman formasyonların alansal olarak hesaplandığında Aksu Çayı Havzası'nın yaklaşık % 30'u ormanlarla kaplı olduğu görülmektedir. Toplam orman varlığının % 50.6'sı kışın yaprağın dökmeyen Kızılçam (*Pinus brutia*), Sedir (*Cedrus libani*), Fıstık Çamı (*Pinus pinea*), Ardıç (*Juniperus oxycedrus*) ve Göknar (*Abies cilicica*) gibi iğne yapraklı türlerden oluşmaktadır. Diğer % 49,4'lük bölüm ise kışın yaprağını döken Meşe (*Quercus sp.*), Kayın (*Fagus orientalis*), ve Çınar (*Platanus orientalis*) gibi türlerden oluşmaktadır (Tablo 1. 36).

1.5.1.1. Orman Formasyonu

Aksu Çayı Havzası genel olarak Akdeniz iklimi ve Akdeniz iklimi ile Karasal iklim arası geçiş özelliklerinin görüldüğü bir bölgede yer alır. Akdeniz iklim şartlarının etkili olduğu alanlarda fitocoğrafik özelliklere bakıldığında genellikle Torosların güneye bakan yamaçlarında Akdeniz flora bölgesi, Akdeniz ardı alanlarda ise Akdeniz-İran Turan geçiş özellikleri görülürken İç Anadolu tarafına bakan yerlerde ise İran-Turan fitocoğrafyasına dâhil edilebilir. Bu nedenle Akdeniz iklim bölgesinde farklı flora bölgelerine ait formasyonları görmek mümkündür. Burada yetişen vejetasyonlar genel olarak Asıl Akdeniz ve Akdeniz Dağ Kuşağı olmak üzere iki ayrı gruba ayrılmaktadır. (Atalay, 1994:203).

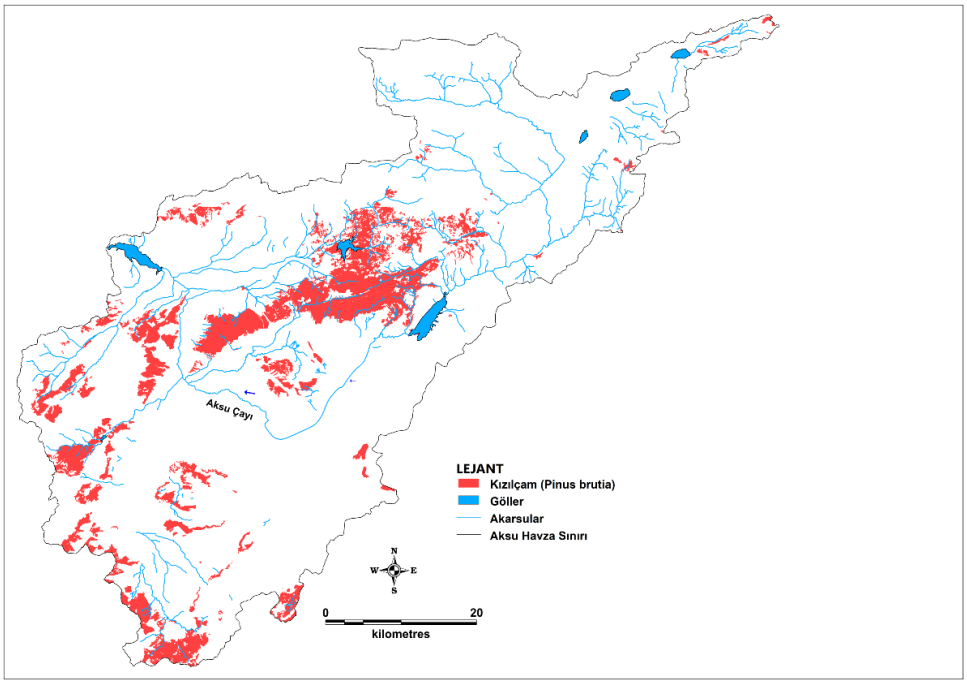
Asıl Akdeniz Vejetasyon Kuşağı, Akdeniz Bölgesi'nde genel olarak Toros Dağları'nın güney yamaçlarında yükseltinin 1000-1200 metrelere kadar yükseldiği yerler ile iç kesimlere doğru uzanan oluklarda ise 1000 metreye kadar olan bölgelerde görülen formasyonları oluşturur (Atalay, 1994:203). Bu kuşağın karakteristik ormanlarını kızılçam (Pinus *brutia*) ormanları oluşturur.

1.5.1.1.1. Kızılçam Ormanları

Kızılçamlar, Akdeniz iklim bölgesinin klimaks çam türü olup, sıcaklık ve ışık isteği fazla ve kuraklığa karşı oldukça dayanıklı bir ağaç türüdür. Yaz kuraklığının yaşandığı dönemlerde büyümesini durdurma yeteneğine sahip olan bu ağaçlar, suyun yeterli olduğu alanlarda ise oldukça hızlı bir gelişme gösterir. Kızılçamlar ülkemizde en hızlı büyüme gösteren ağaç türü olduğundan, hızlı bir yayılma yeteneğine sahiptir. Asıl Akdeniz Kuşağı'nda tahribatın olmadığı alanlarda yaygın olarak tamamen kızılçamlardan oluşan ormanlar görülür. Ancak kızılçamların tahrip edildiği yerlerde ise maki ve garig formasyonları ile karışık halde bulunurlar. Makilerin tamamen sahaya hakim olduğu alanlarda makiler, kızılçamların yetişmesine izin vermediğinden kızılçamlar ortam çekilir. Ancak seyrek maki toplulukları arasında maki türlerine göre daha hızlı büyüyen kızılçamlar makilikleri gölgesi altına alarak tekrardan ortama hakim olurlar. Böylece kızılçam ormanlarının bulunduğu alanlarda makiler genel olarak ormanaltı çalı katı halinde kalırlar (Atalay, 2004:160). Alçak kesimlerde tahribatın olduğu alanlarda maki ve garig türleri ile karışım yapan kızılçam ormanları yükseltinin arttığı kesimlerde ise Akdeniz Dağ Kuşağı formasyonlarından sedir

(*Cedrus* libani), göknar (*Abies cilicica*), karaçam (*Pinus nigra*) ve ardıç (*Juniperus oxycedrus, Juniperus excelsa, Juniperus communis*) türleri ile karışım yapar (Atalay, 1994:207).

Aksu Çayı Havzası'nda görülen kızılçamların yayılış alanları harita 1.44'te verilmiştir.



Harita 1. 44: Aksu Çayı Havzası'nda Kızılçamların Yayılış Alanları (Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne Bağlı İşletme Şefliklerinin Hazırlamış Olduğu Amenajman Haritalarına Göre Düzenlenmiştir.)

Kızılçamlar, Aksu Çayı Havzası içerisinde toplam % 10.6'lık bir alan kaplamaktadır (Harita 1.44). Havzanın toplam bitki örtüsü içerisindeki oranı ise % 34,4 'dür. Havzada meşe formasyonlarından sonra en yaygın ikinci formasyonu kızılçamlar oluşturur. Ancak havza içerisindeki kızılçamların büyük çoğunluğu ağaçlandırma faaliyetleri sonucu oluşan yapay ormanlardan oluşmaktadır.

Havza içerisinde kızılçamların dağılış gösterdiği alanlara bakıldığında havzanın ve kuzeyinde yer alan Ahır Dağı'nın güney yamaçlarında bulunan Tekeyatağı Tepesi (1300 m) ve Mal Tepe (1145 m) yamaçlarında Kahramanmaraş şehir merkezinin hemen kuzeyinden itibaren başlayarak 1300 metrelere kadar olan

alanlarda yer yer maki alanları ile karışık halde ve parçalı bir yayılış gösterir (Foto 1.81).



Foto 1. 81: Ahır Dağı'nın Güney Yamaçlarında Yer Alan Kızılçam Ormanları

Ahır Dağı'nın güney yamaçlarında görülen kızılçam ormanlarının geneli ağaçlandırmalar ile oluşturulmuş yapay ormanlardır (Foto 1.80). Ahır Dağı'nın alçak kesimlerindeki dik yamaçlarda yayılış gösteren ve yer yer makiler ile karışık halde bulunan kızılçam ormanları, burada ortaya koymuş oldukları intersepsiyon etkileri, hemen güneyde yer alan şehir merkezinde yaşanacak olan sel ve taşkın olayları açısından oldukça önemlidir. Bu yüzden bu bölgedeki kızılçam ormanlarının yönetiminde erozyon ve sel kontrol fonksiyonları göz önünde bulundurularak planlamaların buna göre yapılması önemlidir.

Havzanın orta kesimlerinde ise Ayvalı Barajı ile Kartalkaya Barajı arasında kalan bölgede Şerefoğlu köyü ile Büyüknacar ve Kazanlıpınar köyleri arasında güneybatı kuzeydoğu yönünde yaklaşık 41 km'lik bir alanda 1400 metre yüksekliklere kadar yayılış gösterir. Maraş Ovasının doğu sınırında yer alan Şerefoğlu köyü yakınlarından itibaren kuzeydoğuya doğru gittikçe yükselti artış gösterir. Şerefoğlu köyünden kuzeydoğuya doğru gidildiğinde Kapıçam bölgesinde yer alan Hartlap Tepe (847 m), Köroğlu Tepe (903 m), Beyazhöyük Tepe (830 m), Cindardoruğu Tepe (964

m), Oluçalanı Tepe (1139 m), Gökgeçitbaşı Tepe (1291 m), Curamahmut Tepe (1109 m)'nin bulunduğu bölgeler, kızılçamların yaygın olarak görüldüğü başlıca alanları oluşturur (Foto 1.82). Bu alanlar havza içerisinde kızılçamların en geniş alan kapladığı bölgeyi oluşturmaktadır.



Foto 1. 82: Kapıçam Bölgesinde Yayılış Gösteren Kızılçam Ormanları

Havza içerisinde diğer yayılış alanlarını ise uzanış gösteren Antakya-Kahramanmaraş grabeninin doğusunda kalan bölgelerde Hacımusafa Mahallesi ile Türkoğlu ilçe merkezi arasında Alican Yücesi Tepe (894 m), Kocakuz Tepe (681 m), Alıçlıseki Tepe (684 m)'nin bulunduğu alanlar ile havzanın güneybatısında ise Yeşilyöre Köyü'nün batısında Karakaya Tepe (1079 m) ile Doluca Köyün'ünün güneybatısında Yelliçam Tepe (1160 m)'nin bulunduğu alanlar oluşturur.

İmalı ve Kızıliniş köylerinin güneyinde Alıçlı Tepe (675 m), Kodamazı Tepe (918 m) ile Yalaktaşı Tepe (952 m) çevrelerinde kızılçamların yayılışları görülür. Bu bölgelerdeki ormanlar genel olarak ağaçlandırma sonucu oluşturulmuş genç ormanlar olup bulundukları alanlar İmalı Dere üzerinde sulama amaçlı inşa edilmiş olan Kızıliniş Göletinin su toplama havzasını oluşturur. Antakya-Maraş grabeninin havza içerisinde uzanış gösterdiği alanlarda Maraş Ovası ile Türkoğlu (Sağlık) Ovalık alanların batısında kalan ve kabaca kuzey güney yönünde uzanış gösteren tepelik alanlarda görülür (Foto 1.83).



Foto 1. 83: İmalı Deresi'nin Güneyinde Alıçalan Tepesi (675 m) Yer Alan Kızılçam Ormanları

Havzanın güneyinde ise havzanın güney sınırını oluşturan tepelik alanların bulunduğu Belpınar köyünün güneyinde Tülümen Tepe (670 m), Memiş Tepe (580 m), Kiraz Tepe (607 m) ile Bademli köyünün batısında kalan İncebel Tepe (1270 m), Kızılbayır Tepe (1080 m) ve Kaplankaya Tepe (970 m)'nin bulunduğu alanlar kızılçamların diğer yayılış alanlarını oluşturur. Burada genç kızılçamlar yer yer yoğun bir maki örtüsü karışım yaparlar (Foto 1. 84).



Foto 1. 84: Bademli Köyü Çevresinde Görülen Kızılçam ve Maki Karışımı Formasyonları

Ayrıca havzanın doğu kesiminde Narlı Ovası'ndan itibaren doğuya doğru gittikçe yükseltinin artış gösteren Erikli Tepe (1152 m)'nin batı yamaçlarında

kızılçamlar ile maki türlerinin karışık halde bulunduğu formasyonları görmek mümkündür. Burada kızılçamların iyi boylandığı yerlerde ortama kızılçamlar hakim olur iken diğer ortamlarda ise daha çok makilerin ortama hakim olduğu görülmektedir (Foto 1.85).

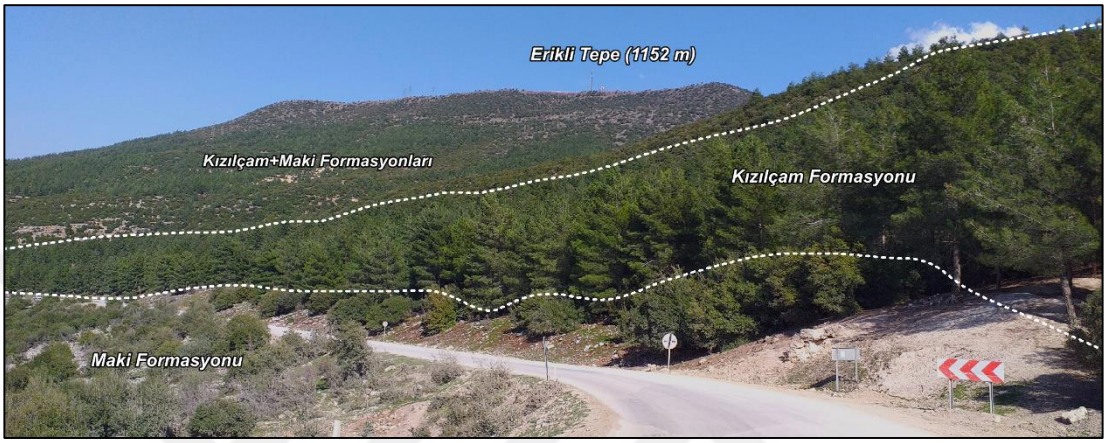


Foto 1. 85: Erikli Tepe Yamaçlarında Görülen Kızılçam ve Maki Formasyonları

Erikli Tepe (1152 m)'nin batı yamaçlarında kızılçam ve maki formasyonlarının varlığına bağlı olarak bu bölgede bitki örtüsü yoğunluğu görülürken doğu kesimlerindeki platoluk alanda ise çalı ve ağaç formasyonları birdenbire seyrekleşir ve tipik bozkır (step) türlerinin ortama hâkim olmaya başladığı görülür.

1.5.1.1.2. Akdeniz Dağ Kuşağı Ormanları

Akdeniz iklim bölgesinde Torosların güneye bakan yamaçlarında yükseltinin 1000-2000 metre arasında olan bölgelerde karasallığın etkili olduğu iç kesimlerde ise 1000 metrelerden başlayıp 2000-2200 metrelere kadar olan bölgelerde Akdeniz Dağ Kuşağı ormanlarını oluşturan ve genellikle iğne yapraklılardan oluşan saf ve karışık halde bulunan karaçam (*Pinus nigra*), sedir (*Cedrus libani*), göknar (*Abies cilicica*), Ardıç (*Juniperus excelya*, *Juniperus foetidissima*) ormanları görülür (Atalay, 1994:209).

Aksu Çayı Havzası içerisinde Akdeniz Dağ Kuşağı ormanlarının kapladığı alan oldukça az olup havza içerisindeki kapladıkları oran toplam % 4,4'dür. Bu oran içerisindeki türleri ise % 3,8 ile Sedir (*Cedrus libani*), % 0,3 ile Ardıç (*Juniperus*

oxycedrus), % 0,2 ile Karaçam (*Pinus nigra*) ve % 0,07 ile Göknar (*Abies cilicica*) oluşturur. Bu ormanların geneli bozulmuş karakterde ormanlardır.

Havza içerisinde Akdeniz Dağ kuşağına ait türlerden en yaygın olarak Sedir ormanları yer alır. Genel olarak havza içerisinde yükselti ve eğimin fazla olduğu kuzeyde Ahır Dağı, Kandil Dağı, Öksüz Dağı ve Engizek Dağı gibi dağlık alanların güney yamaçlarında ortalama 1000 metrelerden başlayarak 1900 metrelere kadar olan yerlerde yayılış gösterir. Buralardaki sedir ormanlarının çoğunluğu ağaçlandırma sonucu oluşturulmuş genç yaştaki yapay ormanlardan oluşur (Foto 1.86, Foto 1.87).



Foto 1. 86: Küçüknacar'ın Kuzeydoğusunda Yer Alan Eşekçi Tepe(1400 m) Yamaçlarında Görülen Sedir Ormanları



Foto 1. 87: Ahırdağ'ın Güney Yamaçlarında Ağaçlandırma ile Oluşturulmuş Sedir (Cedrus libani) Ormanları

Bazı bölgelerde doğal iklim şartlarına bağlı olarak yetişmiş olan iyi gelişmiş sedir ormanlarını da görmek mümkündür. Ahır Dağı'nın kuzeydoğu yamaçlarında yer alan Küçüknacar Köyü yakınlarında tahribatın olmadığı yerlerde yetişkin sedir ormanlarını görmek mümkündür (Foto 1.88).

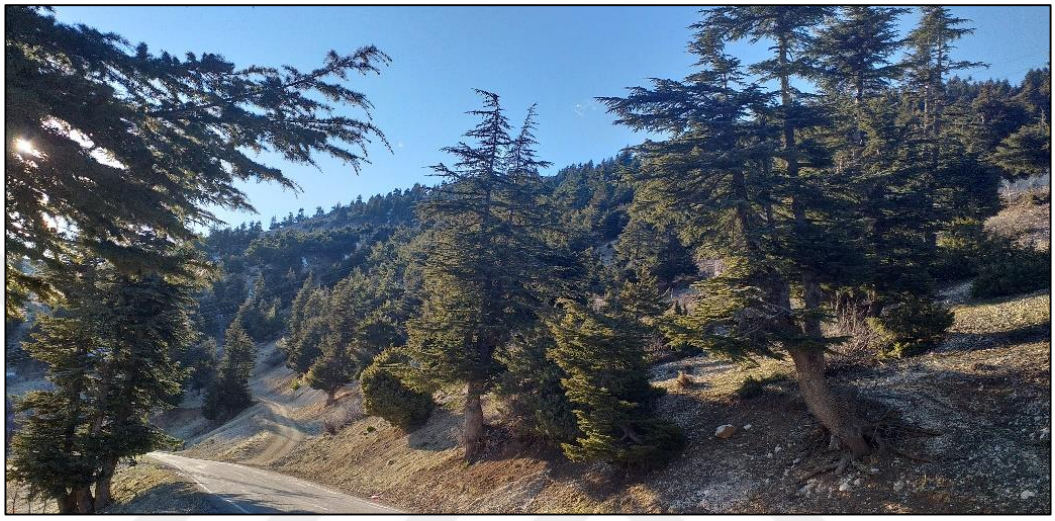


Foto 1. 88: Küçüknacar Yakınlarında Yayılış Gösteren Sedir (Cedrus libani) Ormanları

Akdeniz Dağ kuşağı ormanlarını oluşturan türlerin doğal olarak yetiştiği ve en iyi gelişim gösterdiği yerler havzanın güneybatı kesiminde bulunan Deliçay Havzası'nın yüksek kesimleri oluşturur. Bu bölge Amanos Dağlarının kuzey kesimlerinin havza içerisinde sokulduğu alandır. Bu bölge aynı zamanda ülkemizin flora bölgeleri sınıflandırmasında Davis tarafından "Anadolu Diagonalı" olarak adlandırılan bölge ile sınır oluşturur. Havzanın güneybatı sınırını oluşturan Çatalkaya Tepe (1964 m), Kemaldede Tepe (1894 m), Karlık Tepe (1725 m), Köle Tepe (1905 m), Garipkabir Tepe (1830 m), Kıcılı Tepe (1818 m), Hareketgaman Tepe (1841 m) gibi alanlar sedir, karaçam, göknar, ardıç ormanların iç içe geçtiği karışık ormanlar oluşturur. Ayrıca Asıl Akdeniz Kuşağı ile Akdeniz Dağ Kuşağı'na geçişte tahribatın olmadığı yerlerde mazı meşesi (*Quercus infectoria*) ve saçlı meşe (Quercus cerris) türlerinden oluşan karışık meşe ormanları yer alır. Hatta bazı bölgelerde bu meşe ormanları ile iğne yapraklı ormanlar karışık halde bulunurlar (Foto 1.89, Foto 1.90).

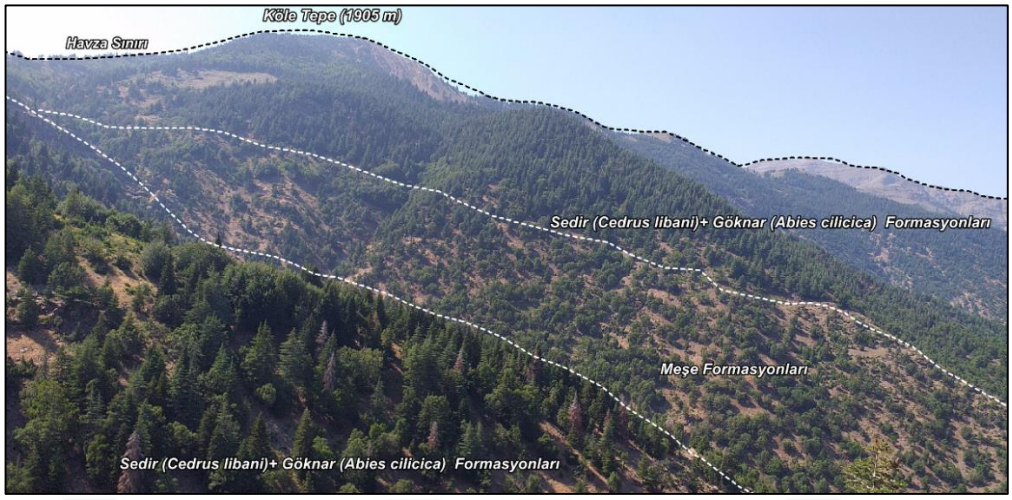


Foto 1. 89: Köle Tepe (1905 m)'nin Güney Yamaçlarında Görülen Sedir, Göknar ve Meşe Orman Karışımları



Foto 1. 90: Elhencik Tepe (1566 m) Yamaçlarında Görülen Karaçam Ormanları

Akdeniz Dağ kuşağı ormanlarını oluşturan Karaçam (*Pinus nigra*), sedir (*Cedrus libani*), göknar (*Abies cilicica*), Ardıç (*Juniperus excelya*, *Juniperus foetidissima*) gibi iğne yapraklı türler içerisinde özellikle dağların kuzeye bakan yamaçlarda yer yer kayın (*Fagus orientalis*), kayacık (*Ostrya carpinifolia*), gürgen (*Carpinus orientalis*) ve akçaağaç gibi geniş yapraklı türlerin de olduğu görülür.

Ayrıca havza içerisinde Hacıağalar Köyü'nün hemen batısında iklim şartlarına bağlı olarak yetişmiş doğal fıstık çamı (*Pinus pinea*) ormanları bulunur. Bazı yerlerde kızılçamlar ile karışık halde bulunan fıstıkçamı ormanları genel olarak burada saf fıstıkçamı ormanı özelliği gösterir (Foto 1.91-a-b). Havza içerisinde toplam 19,7 km^2'lik bir alan kaplayan bu ormanların Hacıağalar bölgesi dışındakiler, ağaçlandırma ile oluşturulmuş genç fidanlıklardan meydana gelmektedir.

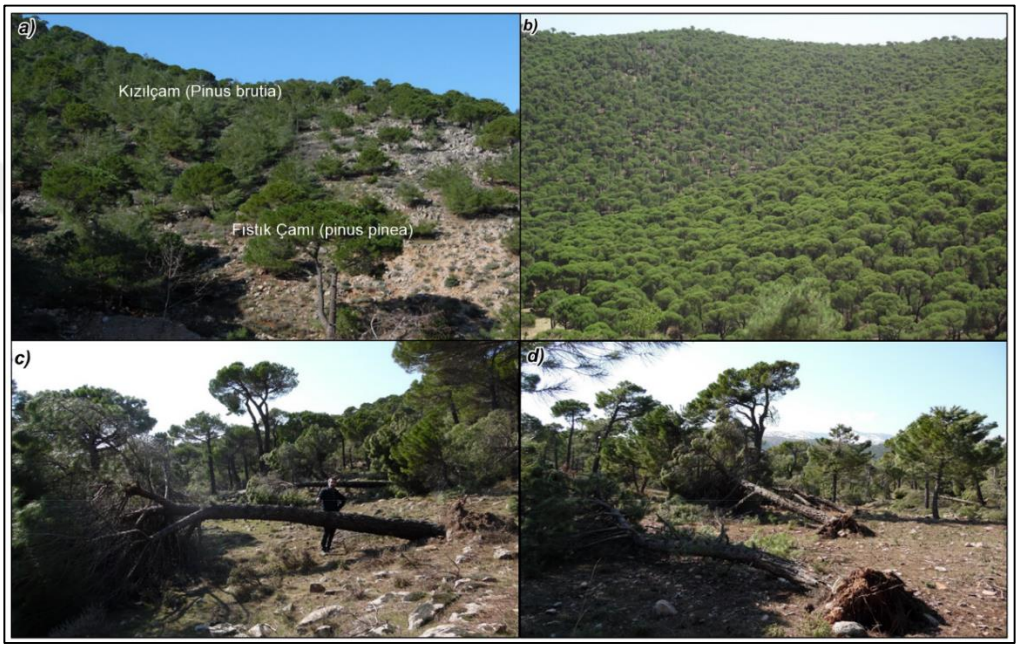


Foto 1. 91: Hacıağalar Köyünün Batısında Yer Alan Fıstık Çamı (Pinus pinea) Ormanları

Fıstık çamı ormanlarının iyi gelişmiş olduğu yerlerde bölgede yoğun bir orman oluşturur. Özellikle fizyolojik görünümü nedeniyle bu ormanların bulunduğu alanlarda intersepsiyon oranları oldukça yüksektir. Bu özellikleri nedeniyle özellikle yoğun kar yağışlarının olduğu dönemlerde yoğun kar intersepsiyonuna sebep olmaları nedeniyle bazı zamanlar üzerinde oluşan karın ağırlığı nedeniyle fıstıkçamlarının bazılarının köklerinden sökülerek devrilmelerine neden oldukları görülür (Foto 1.91-c-d).

1.5.1.2. Çalı Formasyonu

Çalı formasyonu Akdeniz Fitocoğrafya Bölgesine ait doğal bitki örtüsü olmayıp genel olarak tahribata bağlı olarak gelişen sekonder süksesyon elemanlarını oluştururlar. Bunlar genel olarak Akdeniz Bölgesi'nde Torosların güneye bakan

yamaçlarında yer yer bazı yerlerde 1000 metrelere kadar çıkar. Çalı formasyonu kendi içinde Maki ve Garig (Frigana) olarak iki guruba ayrılır (Atalay, 2002:117).

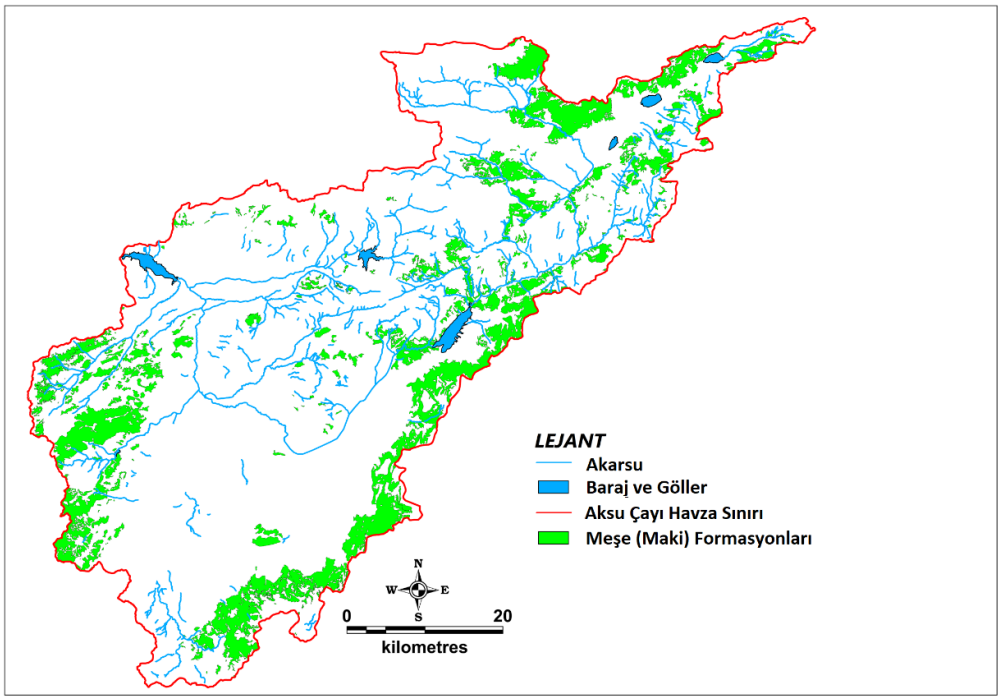
1.5.1.2.1. Maki Vejetasyonu

Genel olarak Akdeniz alt kuşağında yer alan ve yıl boyunca yeşil kalabilen maki türleri, çoğunlukla derin bir kök sistemine sahip olmaları nedeniyle doğada sığ topraklı, taşlık ve kayalık arazilerde yetişebilme ve oldukça hızlı bir büyüme özelliğine sahiptir. Ayrıca makiler derin bir kök sistemine sahip olması nedeniyle orman yangınlarından sonra tekrar kök sürgünü ile hızlı bir şekilde kendini yenileme özelliğine sahip çalı türleridir. Makiler bazı araştırmacılara göre (Turill, 1929; Schwarz, 1936; Pavari, 1958; Peşmen, 1971; Dönmez, 1968-1979) kızılçamların tahrip edilmesi ile gelişen sekonder bir süksesyon olduğunu ileri sürerken diğer yandan bazı araştırmacılara göre (Rıklı, 1943; Walter, 1962) makileri bir primer süksesyon olduğunu ileri sürmüşlerdir (Atalay,1994:185). Atalay (2004)'e göre makiler kızılçamların tahrip edildiği sahalarda gelişen ağaççık ve çalı örtüsüdür. Bu nedenle diğer Akdeniz ülkelerinde görülen makiler gibi primer bir süksesyon olmayıp genellikle kızılçamların sürekli tahrip edildiği yerlerde gelişen ve ortama yerleşmiş olan çalı topluluğu olduğundan makiler sekonder bir süksesyondur (Atalay, 2004:160).

Genel olarak başlıca maki topluluğunu oluşturan başlıca türler şunlardır; kermez meşesi (*Quercus coccifera*), Sandal (*Arbutus andrachne*), koca yemiş (*Arbutus unedo*), keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*), keçiboğan (*Calicotome villosa*), defne (*Laurus nobilis*), mersin (*Mrytus communis*), zeytin (*Olea europa*), karaçalı (*Paliurus spina-christi*), sakız (*Pistacia lentiscus*), menengiç (*Pistacia terebinthus*) zakkum (*Nerium oleander*), erguvan (*Cercis siliquastrum*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), hayıt (*Vitex angus castus*), tespih (*Styrax officinalis*) vs.'dir. Bu sayılan türler içerisinde karaçalı, hayıt ve erguvan dışındaki türler yaprağını döken türler olup diğer türlerin hepsi yıl boyunca yeşil olan türlerdir (Atalay, 1994:187; Atalay, 2004:160). Bu türler içerisinde bazıları ortam koşullarına göre bazı yerlerde çalı formunda iken bazı yerlerde ise uzun boylu ağaçlar haline gelebilmektedir. Peşmen (1971)'e göre maki türleri içerisinde kermez meşesi (*Quercus coccifera*), Sakız ağacı (*Pistacia lentiscus*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), mersin (*Mrytus communis*) gibi türlerin nemli dere yamaçlarında ve orman içlerinde 7-8 metreye kadar uzayan ağaçlar haline

gelebilirken açık alanlarda ise genel olarak çalı formunda kaldıklarını ifade etmiştir. Aynı şekilde Oflas (1974) da yapmış olduğu çalışmasında bir maki türü olan tespih (*Styrax officinalis*) türünün tahribatın olmadığı bölgelerde 9 metreye kadar uzadığını belirtmiştir. Ancak bu türler uzun boylu ağaçlar haline gelseler de kızılçamlar gibi geniş gövde yapmamaktadır (Atalay, 1994:186). Makiler genel olarak 1-1500 metre arasındaki yükseltilerde yayılış gösterseler büyük çoğunluğunun 1-1000 arasında yoğunlaştığı görülür. Buna karşın bazı türler ise 1600-1900 metrelere kadar çıkabilmektedir (Kaya ve Aladağ, 2009:76).

Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan maki türlerini oluşturan çalı formasyonları genel olarak kızılçam ve meşe ormanları ile karışık halde bulunurlar. Özellikle bozulmuş karakterdeki meşeliklerin bulunduğu alanlar neredeyse tamamen makilerin hakim olduğu bölgeler ile özdeştir. Bu yüzden maki türlerini oluşturan çalı toplulukları meşelik formasyonlar içerisinde birlikte verilmiştir. Havza içerisinde toplam % 15'lik bir alan kaplayan bu formasyonlar havzanın neredeyse genelinde görmek mümkündür. Havza içerisinde meşe formasyonlarının dağılışı harita 1.45' te verilmiştir.



Harita 1. 45: Aksu Çayı Havzası'nda Çalı Formasyonlarının Dağılışı (Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne Bağlı İşletme Şefliklerinin Hazırlamış Olduğu Amenajman Haritalarından Düzenlenmiştir.)

Makiler, havzanın batı kesimlerinde yükseltinin ve nemin fazla olduğu bazı yerlerde genelde boylu ağaçlar halinde oldukları görülürken diğer yandan havzanın doğu kesimlerinde yağışın da azalmasına ve tahribatın da etkisi ile çoğunlukla tipik bir çalı görünümündedir. Bu formasyonlar yalnızca meşe türleri değil aynı zamanda içerisinde birçok farklı maki türlerini de barındırırlar. Örneğin havzanın doğu kesiminde geniş alanlarda yayılış gösteren maki formasyonları içerisinde kermez meşesi (*Quercus coccifera*) ve tespih (*Styrax officinalis*), Sakız ağacı (*Pistacia lentiscus*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), karaçalı (*Paliurus spina-christi*), menengiç (*Pistacia terebinthus*) ve Ardıç (*Juniperus oxycedrus*), Sumak (*Rhus coriaria*), karışık halde bulunur (Foto 1.92).



Foto 1. 92: Havzanın Doğusunda Yer Alan Erikli Tepe Eteklerinde Yayılış Gösteren Maki Türleri

Maki türlerinin havza içerisinde yayılış gösterdiği alanlara bakıldığında formasyonun en tipik karakteristik özellikleri havzanın doğu sınırına yakın bölgelerde görülür. Havzanın doğu sınırına yakın bölgedeki Narlı Ovası ile Gaziantep Platosu'na geçiş bölgesinde bulunan Erikli Tepe (1152 m)'nin batı yamaçlarında yoğun bir maki örtüsü ile kaplı alanlar yer alır Bu bölgede teşbih çalısı (*Styrax officinalis*), dışında kalan türlerin geneli yaprağını dökmeyen ve yıl boyunca yeşil yapraklı kalan kermez meşesi (*Quercus coccifera*), türlerinden oluşur. Bu yüzden yoğun bir maki örtüsü ile

kaplı olan bu bölgede yıl boyunca intersepsiyon oranlarının yüksek ve yüzeysel akış oranlarının düşük olduğunu söylemek mümkündür (Foto 1.92).

Makiler Havzada kızılçamların yoğun olarak tahrip edildiği yerlerde genel olarak çalı formunda görülen maki türleri, Ahır Dağı'nın güney yamaçlarında nemin daha fazla olduğu ve tahribatın fazla olmadığı alanlarda yer yer kızılçam ormanları ile birlikte karışık halde bulunurlar ve buralardaki maki türleri havzanın doğusundakilere nazaran daha uzun boylu olup, 5-6 metre boyuna ulaştıkları görülür (Foto 1.93-a-b). Makilerin kızılçamlar ile birlikte daha çok karışık oldukları yerlerde bitki örtüsü daha çok katmanlı bir yapı gösterir. Bitki örtüsündeki bu özellik erozyon açısından olumlu bir özellik iken yağışlar üzerindeki intersepsiyon kayıplarının daha da artmasına ve ormanaltı yağış oranının ise azalmasında etkili bir rol oynar.



Foto 1. 93: Ayvalı Barajı'nın kuzeydoğusunda yer alan Karaçalı Mevkiinde Görülen Kızılçam ve Maki Formasyonları

Havza içerisinde zaman zaman çalı formunda bir örtü olarak zaman zaman da kızılçamlar ile birlikte karışık bir halde bulunan meşe formasyonları bazı yerlerde ise özellikle kuzey yamaçlarda nemin fazla ve tahribatın az olduğu yerlerde buralarda kermez meşesi (*Quercus coccifera*) yerine daha nemli koşulları seven saçlı meşe

(*Quercus cerris*) türleri ortama hâkim olur. Özellikle havzanın kuzeybatı kesiminde Deliçay Havzası içerisinde yer alan Önsen Hopuru, Dadağlı ve Kümperli çevresindeki tepelerin bakının da etkisi ile kuzey yamaçlarında saf meşe ormanlarını görmek mümkündür (Foto 1.94). Saçlı meşelerin tahrip edildiği yerlerde ise yer yer maki türlerinden tesbih çalı (*Styrax officinalis*), formasyonlarının ortama yerleştiği görülür (Foto 1.95).

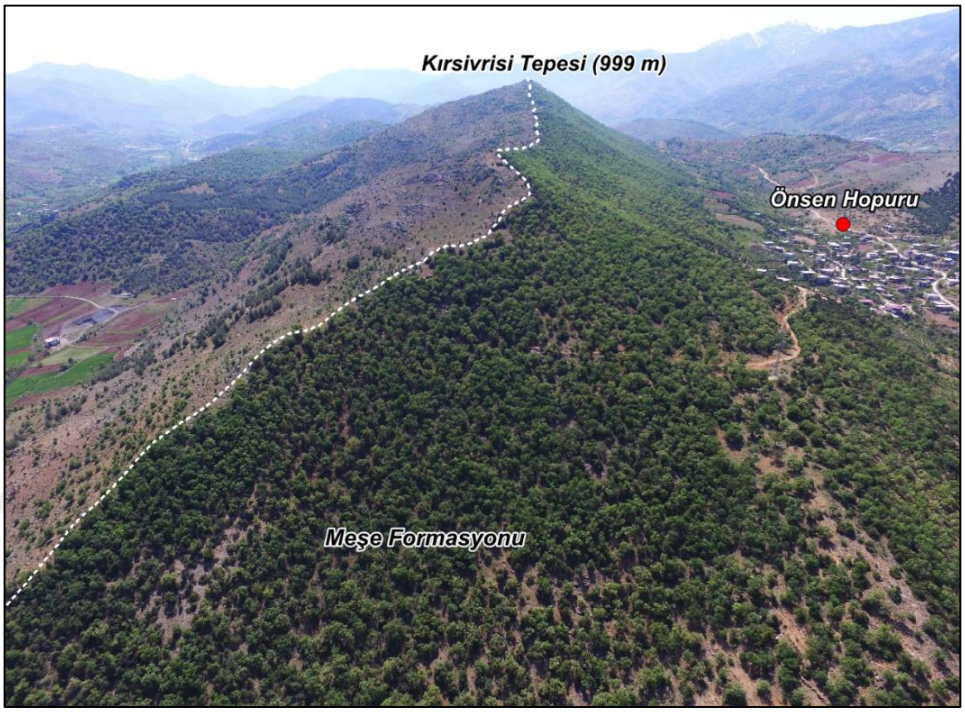


Foto 1. 94: Önsen Hopuru Köyü Kayınlarında Görülen Karışık Meşe Ormanları



Foto 1. 95: Kümperli Köyü Yakınlarında Görülen Tesbih Çalısı Formasyonları

Havza içerisinde yükseltinin en fazla olduğu sahaları oluşturan kuzey kesimlerde ise özellikle Çağlayancerit bölgesinde Öksüz Dağı'nın kuzey yamaçları ile Erince Dağı'nın ve Engizek Dağı'nın güney yamaçlarında yer yer bozulmuş karakterde meşelik alanları görmek mümkündür (Foto 1.96, Foto 1.97).

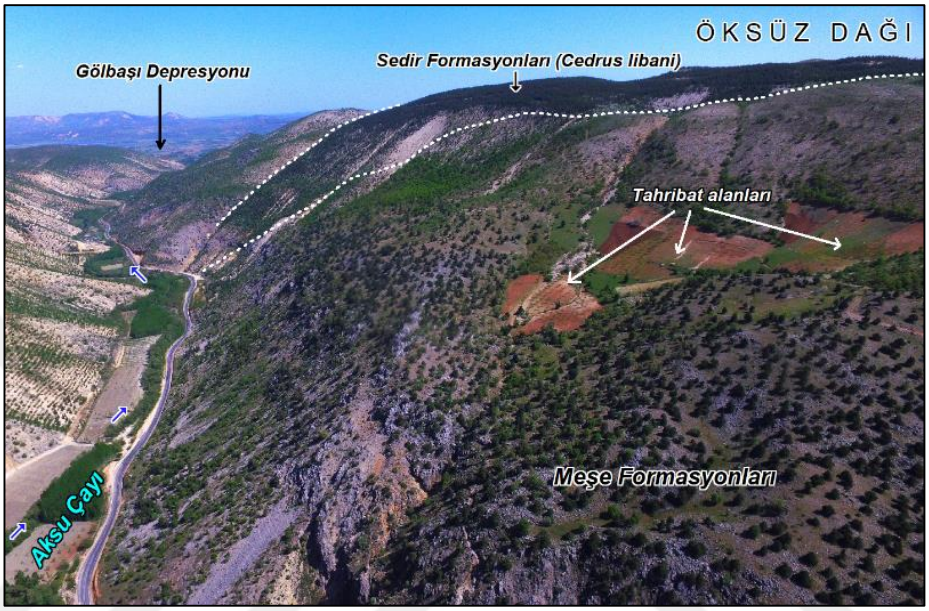


Foto 1. 96: Öksüz Dağının Kuzey Yamaçlarında Yer Alan Meşe Formasyonları



Foto 1. 97: Erince Dağının Güney Yamaçlarında Yer Alan Meşe Formasyonları

Meşe formasyonları bazı bölgelerde ardıç ve sedir türleri karışık halde görülür. Buralarda görülen meşeliklerin çok seyrek ve cılız yapıda olmaları ve arazinin eğimli bir yapıya sahip olması nedeniyle bu alanlar aynı zamanda erozyon riskinin yüksek olduğu alanları oluşturmaktadır. Bu gibi yerlerde ormanların erozyonu önleme fonksiyonları ön planda tutulması gereken alanlardır (Foto 1.97).

1.5.1.2.2. Garig Fromasyonu

Garig veya Frigana olarak da adlandırılan bu formayon, Akdeniz iklim bölgesinde maki vejetasyonunun tahrip edildiği veya makilerin aşırı otlatma sonucu diz boyu kadar yüksekliğindeki çalı topluluğundan oluşmaktadır. Bu formasyona ait türler daha kurak şartlarda çok az bir nem ile yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilen ve güneş ışığını seven boyları genellikle boyları 50 cm ile 1 metre arasında değişen bodur çalı topluluklarıdır. Genellikle bu türler derin bir kök yapısına sahip olup toprak-bitki arasındaki su dengesini kurabilmek kış dönemine ait büyük yapraklarını yaz dönemine ait küçük yapraklar ile değiştirerek terleme yüzeylerini azaltma yeteneğine sahiptir. Ancak şunu da belirtmek gerekir ki makiler içerisinde yer alan bazı maki türleri bazen maki bazen de garig türü içerisinde değerlendirilmektedir. Genel olarak bu vejetasyonların ayrımında genel olarak dış görünüşler dikkate alınmaktadır. Örneğin bir maki türü olan kermez meşesi (*Quercus coccifera*), eğer boyu diz boyu yüksekliğinde ise ve garigler içerisinde yer alıyorsa bu tür garig vejetasyonu içerisinde sayılmaktadır. Garigler, kızılçam ve makilerin tahrip edilerek doğal dengenin yok edildiği ve erozyon sonucu toprak katmanının neredeyse tamamen aşınarak ortadan kaldırıldığı ve ana materyalin ortaya çıktığı yerlerde ilk ortaya çıkan ve bu alanlarda yaygınlaşan türlerdir. (Atalay, 1994:196).

Garig formasyonu kendi içinde çok çeşitli türler barındırır. Keçiboğan (*Calycotome villosa*), Tüylü Laden (*Cistus creticus*), küçük yapraklı laden (*Cistus parviflorus*), Ada Çayı (*Salvia fruticosa*), Beyaz kekik (*Corydothymus capitatus*), Funda (*Erica manipuliflora*), Sütleyen (*Euphorbia acanthothamnos*), Kır Gülü (*Fumana thymifolia*), Boyacı katırtırnağı (*Genista acanthocloda*), Abdestbozan (Sarcopoterium *spinosum*), vb. türler garig formasyonuna ait başlıca türlerini oluşturur (Kaya ve Aladağ, 2009: 77).

Havzada görülen başlıca garig türlerinden bazılarını tüylü laden (*Cistus creticus*), abdestbozan (*Sarcopoterium spinosum*), sarıçiçekli yasemin (*Jasminum fruticans*) gibi türler oluşturur (Foto 1.98- Foto 1.99).

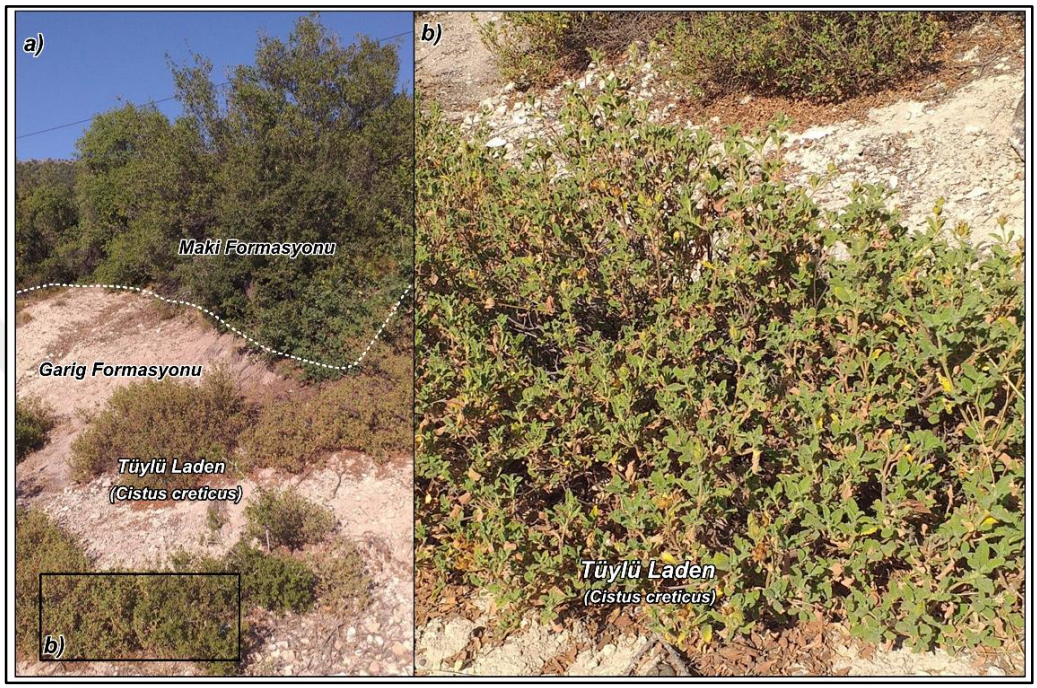


Foto 1. 98: Karabıyıklı Köyü Yakınlarında Garig Formasyonuna Ait Tüylü Laden (Cistus creticus) Türleri

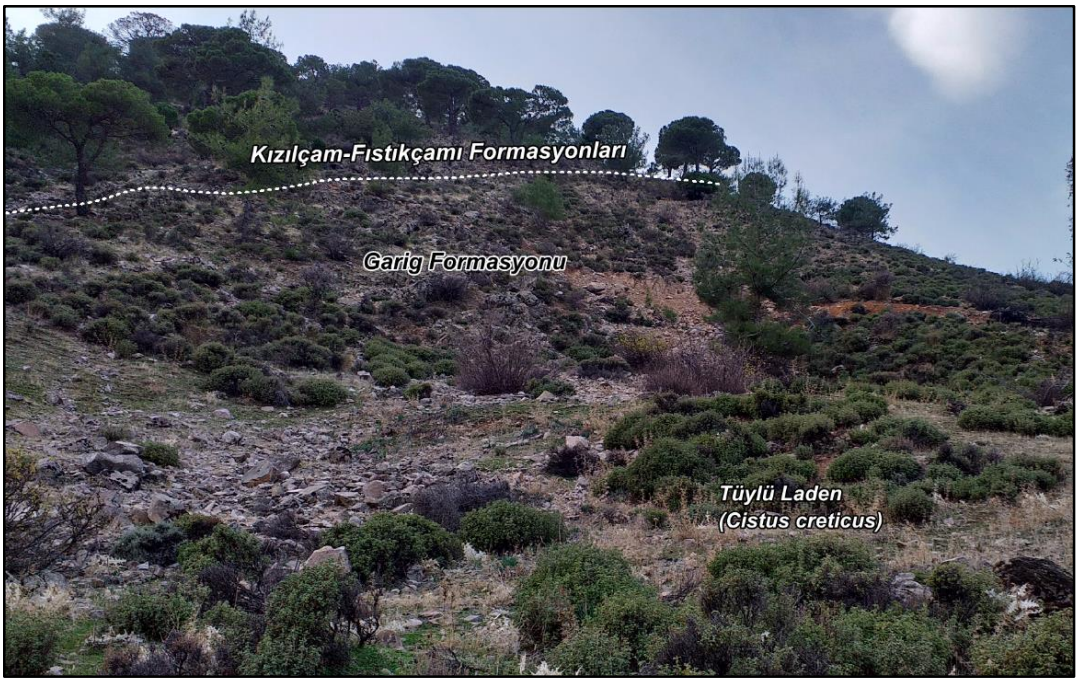


Foto 1. 99: Hacıağalar Köyünün Kuzeybatısında Keyişdirseği Tepesi (980 m)'nin Güney Yamaçlarında Görülen Garig Formasyonuna Ait Tüylü Laden (*Cistus creticus*) Türleri

Havza içerisinde görülen garig formasyonlarının dağılışına bakıldığında genel olarak havza içerisindeki maki formasyonlarının tahribat edildiği yerlerde neredeyse maki türleri ile yer yer iç içe görülürler. Özellikle havzanın doğu kesimlerinde Çöçelli, Karabıyıklı, Salmanlı, Damlataş, Memişkahya, İncirli ve Ulubahçe köylerinin bulunduğu alanlarda makilerin tahrip edildiği alanlarda garig formasyonuna ait türleri görmek mümkündür. Diğer yandan havza içerisinde kızılçam ve maki alanlarının yoğun tahrip edildiği yerlerde ise bazı maki türleri (kermez meşesi, keçiboğan vb.) boylanamayarak garig formasyonu formunda oldukları görülür.

1.5.1.3. Ot Formasyonu

Akdeniz Bölgesi'ndeki ot formasyonları genel olarak 2000-2200 metrelerdeki orman üst sınırından itibaren başlayan subalpin çayır kuşağında yer alan ot toplulukları ile Akdeniz dağ kuşağındaki ormanların tahrip edilmesi ile oluşmuş antrpojen bozkılar formasyonları oluşturur. Subalpin çayır kuşağında uzun zamandır hayvancılık faaliyetlerine bağlı olarak meydana gelen tahribatlar sonucunda burada daha çok hayvanların sevmediği dikenli ve acı ot türleri yer alır. Bu yüzden buralarda daha çok İran-Turan step elemanları hakim duruma geçer. Genel olarak Akdeniz Bölgesi'inde Torosların orman üst sınırlarından itibaren görülen ot formasyonları daha çok İç Anadolu bölgesine ait bozkır manzarası sunar. Buralarda Akdeniz iklimine ait türler genel olarak ikinci plana geçerek daha çok İran-Turan flora bölgesine ait step türler ön plana geçer. Buralarda daha çok yastık şekilli, acı ve dikenli yapıdaki ot türleri yayılış gösterir. Akdeniz ardı dağ kuşağındaki ormanların tahrip edildiği yerlerde ise İran-Turan flora bölgesine ait türlerden yazın sararan ot toplulukları ön plana çıkar (Atalay, 1994:216; Atalay ve Mortan, 1995:348).

Havza içerisinde özellikle yükseltinin fazla olduğu dağlık alanlarda ormanların tahrip edildiği yerlerde görülen başlıca ot formasyonlarını geven (*Astragalus*), kekik (*Tyhmus*) ve Çobanyastığı (*Acantholimon*) gibi türleri oluşturur (Foto 1.100-a-b-c).

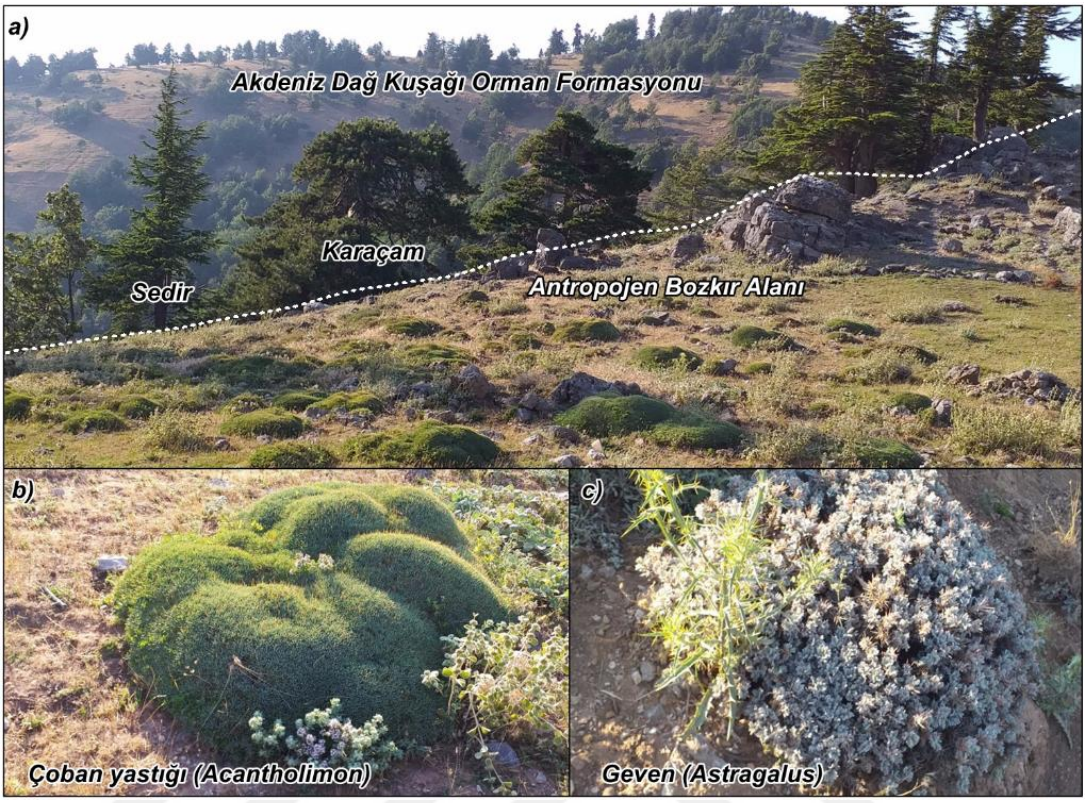


Foto 1. 100: Havzanın Güneybatı Kesiminde Elhencik Mevkiinde Görülen Başlıca Ot Formasyonları

Akdeniz Dağ kuşağının tahrip edildiği yerlerde görülen bu ot formasyonlarını havzanın kuzeyinde yer alan Ahır Dağı'nın güney yamaçlarında Çardakkayaa Tepe (1515 m), Öksüz Dağı'nın güney yamaçlarında Ziyaret Tepe (1894 m) ve havzanın güney batı kesiminde Kaman Tepe (1754 m)'nin kuzeyindeki bölgelerde yer yer görmek mümkündür.

Ayrıca havzanın doğu kesiminde Gaziantep platosuna geçiş bölgesinde yer alan Karabıyıklı-Beşçeşme köyü arasında kalan platoluk alanda iklime bağlı olarak yağışın azalması sonucu buralarda İran-Turan flora bölgesine mensup sığırkuyruğu (*Verbascum thapsus*), Göz dikeni (*Eryngium creticum*) gibi tipik bozkır formasyonlarına ait türlerin ortama hakim oldukları görülür (Foto 1.101. a-b).

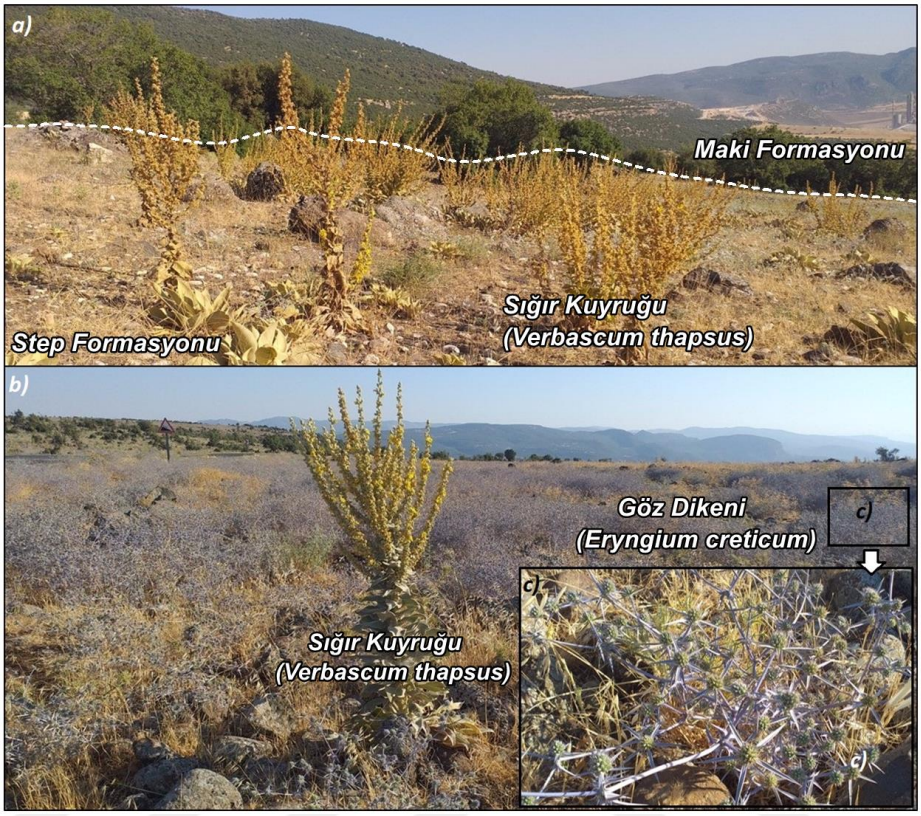


Foto 1. 101: Karabıyıklı ve Beşçeşme Köyü Çevresinde Görülen Ot Formasyonları

Bu bölgelerde yağışın azalmasına bağlı olarak doğal bozkır elemanlarının görüldüğü gibi diğer yandan buralarda makilerin çok şiddetli tahrip edildiği alanlarda da yine bozkır formasyonlarına ait türleri görmek mümkündür (Foto 1.100-a).

1.5.2. Bitki Örtüsünün Kapalılık Durumu

Bir bölgede, bitki örtüsünün su yönetimi açısından değerlendirilmesinde bölgedeki mevcut bitki örtüsünün boyu, yaprak özellikleri ve hatta yaprağını döküp dökmeme gibi karakeristik özellikleri yanında aynı zamanda bu bitkilerin bir araya gelerek oluşturdukları orman örtüsünün yoğunluk özellikleri de önemlidir. Bir yerdeki ormanların alansal dağılışları kadar bu alan içerisindeki yer alan ormanların nitelik durumları da önemlidir. Ormanları oluşturan türlerin transpirasyon yoluyla gerçekleştirdikleri su tüketimleri bitkilerin ekolojik özellikleri ile alakalı iken atmosferden yeryüzüne düşen yağışlar üzerindeki ortaya koydukları intersepsiyon etkileri, ormanların tepe kapalılık özellikleri ile çok yakın ilişkilidir. Bu yüzden

havzadaki ormanların su yönetimi açısından değerlendirilmesinde ormanların tepe kapalılık özelliklerinin ortaya konulması önemlidir.

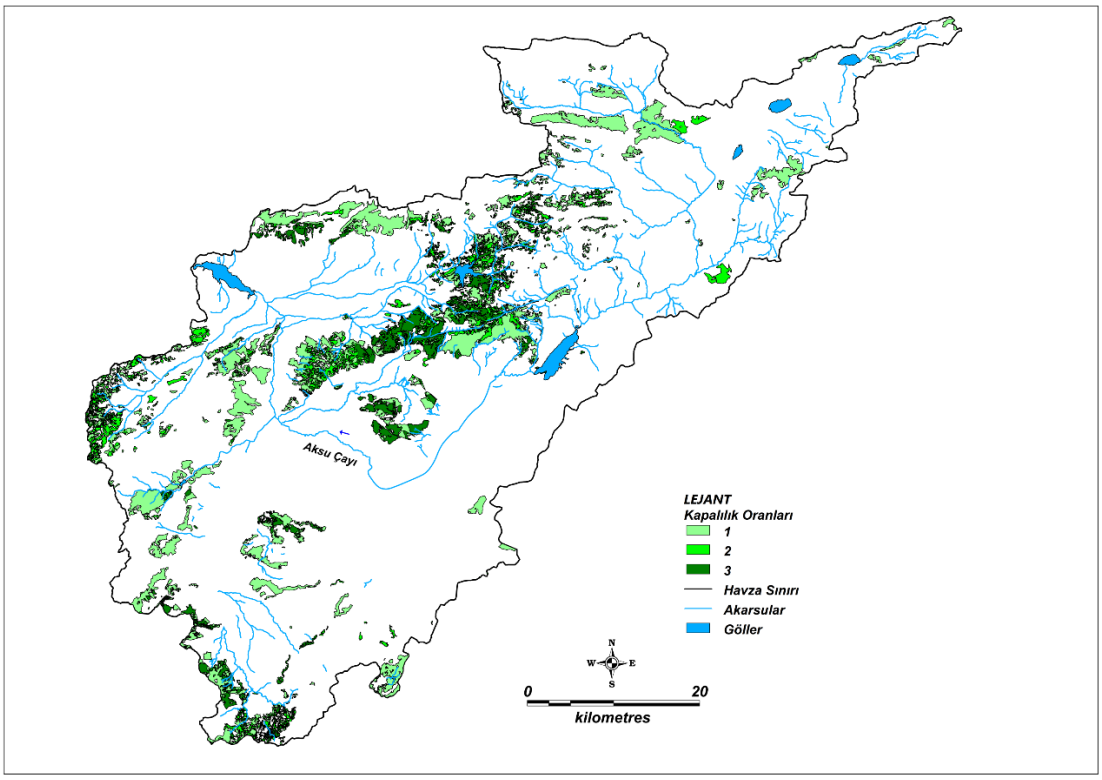
Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın 2017 yılında yayınladığı "Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslara" göre ormanlarda tepe kapalılığı % 1 ile % 10 olanlar "boşluklu kapalı ormanlar" olarak adlandırılırken tepe kapalılığı % 11 ile % 40 arasında olanlarda kapalılık "1", % 41 ile % 70 arasında olanlarda kapalılık "2" ve % 71 ile % 100 arasında olan ormanlarda ise kapalılık "3" olarak kabul edilir (OSİB, 2017:17). Ormanların kapalılık durumuna göre fonksiyonel verimlilik dereceleri ise aşağıda tablo 1.37'de verilmiştir.

Tablo 1. 37: Ormanların Kapalılık Durumuna Göre Fonksiyonel Verimlilik Dereceleri ((OSİB, 2017: 155).

Kapalılık Durumu	Erozyon Önleme	İklim Koruma	İçme Suyu Koruma	Kullanma Suyu Koruma	Su Kaynaklarını Koruma
Boşluklu kapalı Kapalılık % 1-10	1	2	1	2	1
1 Kapalı (Kapalılık % 11-40)	2	2	2	3	2
2 Kapalı (Kapalılık % 41-70)	3	3	3	2	3
3 Kapalı Kapalılık % 71-100)	4	4	4	2	4
Fonksiyonel Etkinlik Düzeyi: 0-Yok, 1-Az, 2-Orta, 3-Yüksek, 4-Çok Yüksek					

Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından yayınlanan *"Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslara"* göre ormanların kapalılık oranları arttıkça ormanların erozyon önleme, iklim koruma, içme suyu koruma ve su kaynaklarının koruma fonksiyonlarındaki verimlilik derecesinin arttığı görülmektedir (Tablo 1.37).

Aksu Çayı Havzasında yer alan ormanların kapalılık özelliklerine göre dağılışı harita 1.46'da verilmiştir.



Harita 1. 46: Aksu Çayı Havzasındaki Ormanların Tepe Kapalılık Durumlarına Göre Dağılış Özellikleri Dağılışı (Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne Bağlı İşletme Şefliklerinin Hazırlamış Olduğu Amenajman Haritalarından Düzenlenmiştir.)

Aksu Çayı Havzası'ndaki ormanlık alanların kapalılık durumlarına bakıldığında genel olarak ormanların % 64,5'inin "1" düzeyinde, % 16,5'inin "2" düzeyinde ve % 19'unun ise "3" düzeyinde kapalılığa sahip olduğu görülmüştür (Harita 1.46). Buna göre havzadaki ormanların % 65'inin erozyon önleme, iklim koruma, içme suyu koruma ve su kaynaklarının koruma fonksiyonlarındaki verimlilik derecesinin "az", % 16,5'inde ise "orta" ve % 19'unda ise "yüksek" olduğu görülmüştür.

1.5.3. NDVI Analizleri

Bir bölgedeki su yönetim planlamaları genel olarak o bölgedeki doğal ve beşeri sistemlerin işleyişi özelliklerine göre belirlenir. Her iki sistemde stabil olmayıp zaman içerisinde değişen ve gelişen bazı özelliklere sahiptir. Yerküre üzerindeki yüzey

üzerinde bulunan özellik türünü ifade eden arazi örtüsü bu anlamda her iki sistemin işleyişinden etkilenen ve sonuçları itibariyle su yönetimi üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri olan faktörlerden biridir. Yerküreyi bir sistem olarak algılama konusunda arazi örtüsü hakkında zamanında ve doğru bilgilere sahip olmak birçok planlama ve yönetim açısından oldukça önemlidir. Günümüzde bir bölgeye ait arazi örtüsü uzaktan algılama görüntülerinden doğrudan elde edilebilmektedir (Lillesand, vd; 2018:611). Uzaktan algılama teknikleri karar destek çalışmaları, doğal kaynakların korunması, sürdürülebilir tarım ve çevre ile konumsal analizler ve geleceğe dönük planlamaların yapılmasında kolaylıkla kullanılabildiği için günümüzde kullanımı oldukça yaygınlaşmaktadır (Gündoğdu ve Bantchina, 2018:46). Uydu görüntüleri üzerinden uzaktan algılama teknikleri kullanılarak artık bir bölgedeki su alanları, buzul alanları çıplak alanlar, kayalık alanlar, çalılık ve orman vb. gibi arazi örtüsüne ait birçok özellik belirlenebilmektedir. Yeryüzündeki nesneler içerisinde bitki örtüsü uzaktan algılama teknikleri ile en kolay ve sağlıklı olarak tanımlanabilen ve incelenebilen objelerin başında gelir (Duran, 2007:9). Bu anlamda bitki örtüsü özelliklerin belirlenmesi ile ilgili geliştirilmiş birçok farklı indeks (*Yaprak alan indeksi, Bant oranlama indeksi, Bitki ayrım indeksi, Normalize edilmiş fark bitki indeksi,* vb.) bulunmaktadır. Bu indekslerden yaygın olarak kullanılanlardan biri de "Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi" (NDVI)'dir. NDVI analizleri bitki örtüsünün izlenmesi yanında arazi kullanımı, tarım alanlarının ve iklim değişikliklerine bağlı olarak meydana gelen ormansızlaşmanın izlenmesi gibi alanlarda da avantajlar sunan bir yöntemdir (Şekertekin vd; 2015:109). Bu indekste, bitkilerin farklı ölçeklerde gelişiminin izlenmesinde ve değerlendirilmesinde kullanılan önemli göstergelerden biridir (Li ve Lin; 2019:87).Kızılötesi bant bölgesinde bitkilerin verdiği yüksek yansıma özelliklerinin kullanılarak geliştirilmiş olan NDVI analizi, yakın kızıltötesi bant ile görünür bant bölgesi arasındaki farkın, bu elde edilen değerlerin toplamına bölünmesi ile elde edilir (Okçu, 1999:52). Bitki varlığını incelemek üzere geliştirilen NDVI analizlerinde yakın kızılötesi (NIR) ile görünür kırmızı (R) bantları arasındaki zıtlığın artırılması için iki bantta yer alan bilgiler tek bantta toplanır ve hesaplanmasında aşağıdaki verilen formül kullanılır (Inglada, 2016:96).

NDVI : (NIR-R) / (NIR + R)

Landsat-7 ETM+ uydusunda bu eşitlikte verilen NIR, 3. banta (B3), R ise 4. banta (B4) denk gelmektedir. Dolayısıyla NDVI analizi aşağıda verilen şekilde de formüle edildiği görülür (Doğan vd; 2014:48).

$$NDVI = (B4-B3) / (B4+B3)$$

Landsat-8 OLI uydu görüntülerinde ise yakın kızılötesi (NIR), 5.banta (B5), görünür kırmızı (R) ise 4. banta (B4) denk gelmektedir. Bu yüzden Landsat-8 uydu görüntülerinde ise aşağıda verilen formül kullanılır (Gündoğdu ve Bantchina, 2018:48).

$$NDVI : (NIR-R) / (NIR + R)$$

$$NDVI = (B5-B4) / (B5+B4)$$

NDVI analizlerinde bitki örtüsünün yoğun olduğu bölgelere denk gelen piksellerin yüksel sayısal değerlere sahi olduğu görülürken, bitki örtüsünün seyrek olduğu alanlara denk gelen piksellerde ise düşük sayısal değerlere sahip olması beklenir (Kandemir, 2010:5). NDVI analizlerinde elde edilen değerler -1 ile +1 arasında yer alır. İndeks değerleri ne kadar yüksek olursa bitkilerdeki klorofil içeriği o kadar yüksek olduğu anlamına gelir (Yengoh vd; 2015:11). Bu değerlerde 0'dan küçük olan değerler su ve nemli toprak alanlarını, 0 ile 0.3 arası arasındaki değerler ise çıplak toprak, kayalık, çalılık ve otlaklar ile kaplı alanları 0.3 ile 0.5 arasındaki değerler seyrek ağaç ve ağaççık türlerin hakim olduğu, kısmen sağlıklı bitki türleri ile kaplı alanları gösterirken ve 0.5'den büyük değerlere sahip olan yerler ise ağırlıklı tarım bitkileri ve bunun yanında geniş yapraklı ağaç türleri ve sıkı kapalılığa sahip sağlıklı orman alanlarını göstermektedir (Gülci vd; 2019:107).

Aksu Çayı Havzası'nda arazi örtüsünde meydana gelen değişimlerin ortaya konulması amacıyla1990 ve 2020 yıllarına ait NDVI analizleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analizlerde sınıf eşiklerinin belirlenmesinde Gülci ve arkadaşları (2019) tarafından kullanılan sınıflama sınırları kullanılmıştır.

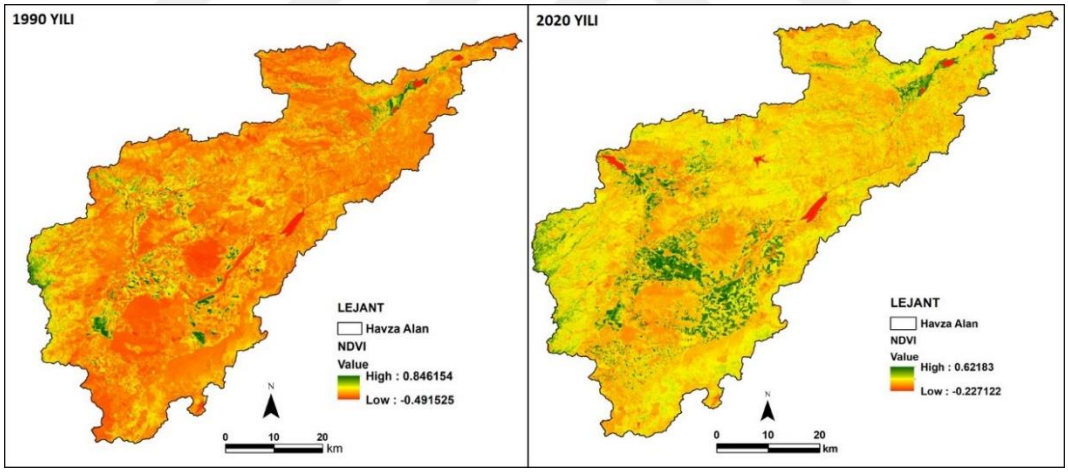
Aksu Çay Havzası'nın NDVI analizlerinde1990 yılı için *Landsat 4-5 TM* görüntüleri ve 2020 yılın için ise *Landsat 8 OLI/TRIS* yıllarına ait uydu görüntüleri

kullanılmıştır. NDVI analizlerinde kullanılan uydu görüntülerine ait bilgiler tablo 1.38'de verilmiştir.

Tablo 1. 38: NDVI Analizlerinde Kullanılan Uydu Görüntü Bilgisi

Yıl	***Uydu Görüntüsü***	***Görüntü Tarihi***
1990	*LT05_L1TP_174034_19900705_20170613_01_T1_B3* *LT05_L1TP_174034_19900705_20170613_01_T1_B4*	05.07.1990
2020	*LC08_L1TP_174034_20200707_20200721_01_T1_B4* *LC08_L1TP_174034_20200707_20200721_01_T1_B5*	07.07.2020
Path: 174 Row: 34 Çözünürlük:30*30		

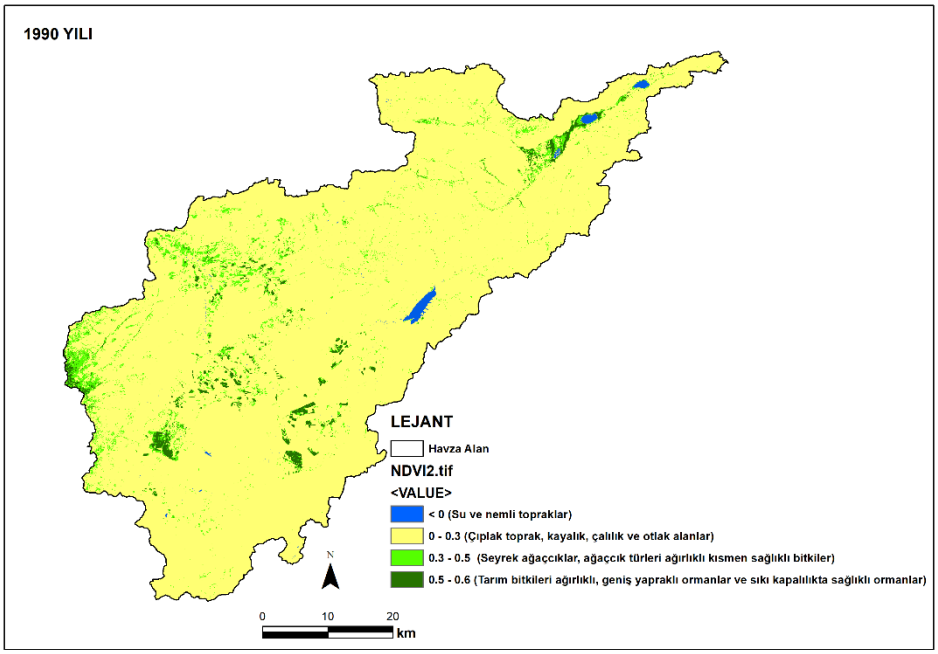
Aksu Çayı Havzası'na ait NDVI analiz sonuçlarına göre en yüksek NDVI değeri 0,8 olduğu görülürken en düşük değer ise -0,4 olduğu görülmüştür. 2020 yılı için gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre ise en yüksek NDVI değeri 0,6 olduğu görülürken en düşük değer ise 0,2 olduğu görülmüştür (Harita 1.47).



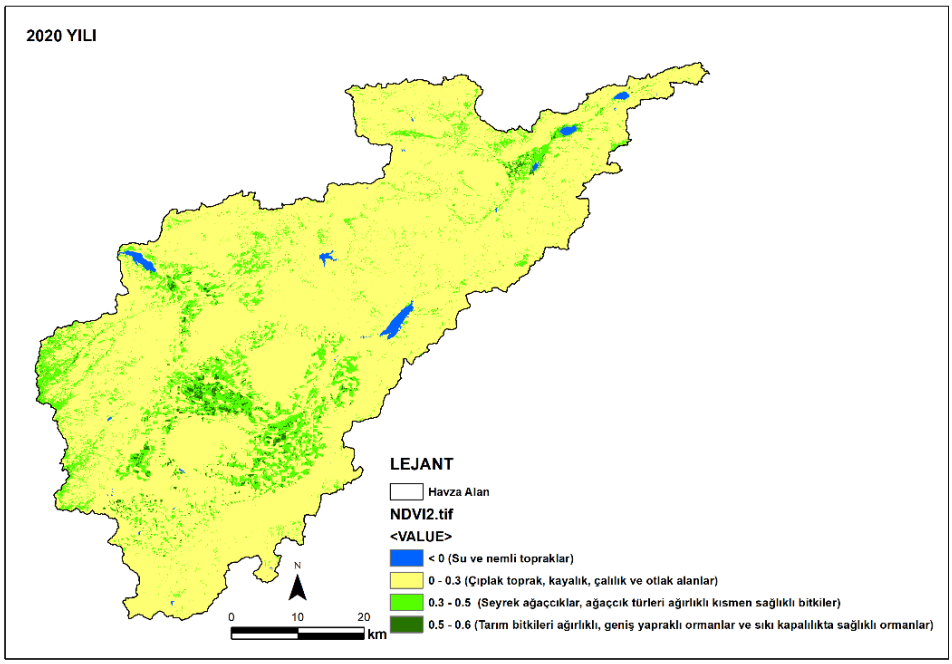
Harita 1. 47: Aksu Çayı Havzasının 1990 ve 2020 Yıllarına Ait NDVI Analiz Sonuçlarına Göre Arazi Örtü Yoğunluğu

1990 yılından 2020 yılına gelindiğinde NDVI analiz değerlerindeki en yüksek değerin 0,8'den 0,6'ya gerilediği görülürken en düşük değer olan -0,4'ün ise -0,2'ye yükseldiği görülmektedir. Havzada 1990 yılındaki dönemde bitki örtüsü açısından yoksun alanların 2020 yılına göre daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak havza içerisinde meydana gelen değişimlerin yalnızca uç değerlerdeki değişimden ziyade ara değerler arasında nasıl bir değişimin olduğunun ortaya konması havzanın arazi örtüsünde meydana gelen değişimleri anlamak açısından daha faydalı sonuçlar

vermesi mümkündür. Bu nedenle +1 ile – 1 arasındaki NDVI değerleri kendi içinde 4 ayrı sınıfta değerlendirilmiş ve her sınıf için değişim oranları ayrı ayrı ele alınmıştır (Harita 1.48 ve Harita 1.49).



Harita 1. 48: Aksu Çayı Havzası'nın 1990 Yılına Ait NDVI Analizine Göre Arazi Örtü Durumu



Harita 1. 49: Aksu Çayı Havzası'nın 2020 Yılına Ait NDVI Analizine Arazi Örtü Durumu

1990 ve 2020 yılları için gerçekleştirilen NDVI analiz sonuçlarına göre Aksu Çay Havzası'na ait arazi örtü durumları tablo 1.39'da verilmiştir.

Tablo 1. 39: Aksu Çayı Havzası'nda 1990 ve 2020 Yılları Arasında Meydana Gelen Arazi Örtüsü Değişim Oranları

NDVI Sınıfları	***1990 (%)***	***2020 (%)***	***Değişim (%)***
< 0 (Su ve nemli topraklar).	0.4	0.7	+ 54.0
0-0.3 (Çıplak toprak, kayalık, çalılık ve otlaklarla kaplı alanlar).	93.7	87.2	- 6.9
0.3-0.5 (Seyrek ağaçlar, ağaççık türleri ağırlıklı ve kısmen sağlıklı bitki türleri ile kaplı alanlar).	4.2	11.1	+ 163.9
0.5 < (Tarım bitkileri ağırlıklı, geniş yapraklı ağaç çeşitleri, kapalılık durumu iyi sağlıklı ormanlar).	1.7	1.0	- 42.0

Aksu Çayı Havzası'nda NDVI analiz değerlerinin 0'ın altında olduğu alanları ifade su ve nemli toprak alanları 1990 yılında % 0,4 oranında yer kaplarken 2020 yılına geldiğinde bu oran % 0,7'ye yükselerek toplamda % 54 artış yaşandığı görülmüştür. Bu artışın en önemli sebeplerinden biri havza içerisinde 1990 yılından içme suyu, enerji üretimi ve tarımsal sulama gibi çeşitli amaçlarla inşa edilmiş birçok baraj ve göletin olmasından kaynaklanmaktadır. Havza içerisinde 1990 yılından sonra 19911 yılında Sır Barajı (kısmen havza içerisinde), 1995 yılında Kızıliniş Göleti, 1998 yılında Balıkalan Göleti, 2007 yılında Ayvalı Barajı ve Yamaçoba Göleti, 2012 yılında Zorkun Göleti ve 2018 yılında Hamidiye Göleti gibi birçok su depolama alanının inşa edilmiştir. Diğer yandan NDVI değerlerinin 0 ile 0.3 arasında olduğu alanlar ise 1990 yılında % 93,7 iken 2020 yılında % 87,2'ye gerilemiştir. Bu alanlar genel olarak çıplak toprak, kayalık, çalılık ve otlakların bulunduğu alanları ifade etmektedir. Söz konusu dönemde bu alanlarda % 6.9'luk bir azalma gerçekleşmiştir. Bu azalmada ağaçlandırma faaliyetleri ile açık alanların az da olsa çalı formunda olsa bitki örtüsü ile kaplı alanlar haline geldiğini ifade etmek mümkündür. Havza içerisinde 1990 yılı ile 2020 yılı arasında en çok değişim gösteren alanların NDVI değerlerinin 0.3 ile 0.5 arasında olduğu alanlara denk gelen seyrek ağaçların olduğu ve daha çok ağaççık

türlerin hakim olduğu alanlarda yaşanmıştır. Bu alanlarda kısmen sağlıklı bitki türleri de görülür.1990 yılından % 4,2 oranında yer kaplayan yerler 2020 yılına gelindiğinde % 11,1'e yükselmiştir. Buna göre bir önceki döneme göre bu alanlarda % 163,9 oranında bir artış olduğu görülmüştür. Bu alanların artış göstermesinde bir önceki dönemde yapılmış olan ağaçlandırma çalışmalarının etkilerinin görülmeye başlamasından kaynaklı bir artış olduğunu söylemek mümkündür. Çünkü havza içerisindeki ormanların büyük çoğunluğu, genel olarak ağaçlandırma ile oluşturulmuş genç ve yapay ormanlardan oluşmaktadır. NDVI değerlerinin 0.5'ten yüksek olduğu alanlar ise 1990 yılında % 1.7 iken 2020 yılına gelindiğinde ise % 1'e gerilemiş ve toplamda % 42 azalmıştır (Tablo 1.39). Bu gruptaki azalmaların ortaya çıkmasında son dönemlerde özellikle ovalık alanlardaki tarımsal faaliyetlerin azalmasına bağlı olarak bu alanların azaldığını söylemek mümkündür.

Havzanın kuzeyinde en önemli dağlık alanlardan birini oluşturan Ahır Dağı üzerinde yapılan bir çalışmada Avrupa Birliği CORINE Arazi Örtüsü Sınıflandırma sistemi (CORINE Land Cover Classification-LCC) referans alınarak oluşturulan arazi kullanım/örtüsünün 1986-2013 yılları arasındaki değişimler incelenmiştir. Buna göre 1986-2013 yılları arasındaki dönemde arazi kullanım/örtüsünün değişimi tablo 1.40'da verilmiştir.

Tablo 1. 40: Ahır Dağının Arazi Kullanım/Örtüsü Alanlarının 1986-2013 Yılları Arası Dönemde Değişim Oranları (Doygun vd; 2014:726).

	1986		**2013**		
	ha	***%***	***ha***	***%***	***Değişim (%)***
Kentsel Yapılar	958.2	0.98	5324.2	5.45	456.1
Ekilebilir Alanlar	27966.1	28.62	15983.4	16.36	-42.8
Sürekli Ürünler	20503.4	20.99	25413.8	26.01	23.9
İğne Yapraklı Ormanlar	4927.3	5.04	7336.5	7.51	49.0
Geniş Yapraklı Ormanlar	12343.2	12.63	4651.5	4.76	-62.3
Dağ Stepleri	11380.4	11.65	197781.7	20.25	73.8
Seyrek Bitkili Alanlar	14156.4	14.49	9885.8	10.12	-30.2
Çıplak Kayalıklar	4894.7	5.01	7098.3	7.27	45.1
Karasal Su Yüzeyi	573.8	0.59	2228.9	2.28	286.4

Ahır Dağı üzerinde en yüksek değişimin % 456,1 oranı kentsel yapılarda artış olduğu görülmüştür. Ekilebilir alanlar % 42,8 geniş yapraklı ormanlar % 62,3 seyrek bitkili alanlar ise % 30,2 oranında azalırken, sürekli ürünlerin alanları % 23,9 iğne

yapraklı ormanlar % 49, dağ stepleri % 73,8, çıplak kayalıklar % 45,1 ve karasal su yüzey alanları ise % 286,4 oranında artış yaşandığı görülmüştür (Tablo 1.41). Bu değişimin ortaya çıkmasında özellikle 600-1200 metreler arasında yazlık konut yapımları ile buralardaki meraların bahçelere dönüştürülmesi ve 1300 metreden daha yüksek alanlarda ise hayvancılık faaliyetlerinin arazi örtüsünün yoğun bir baskı altında olduğu belirtilmiştir (Doygun vd; 2014:726).

1.6.TOPRAK ÖZELLİKLERİ

Su, insanların yaşaması için ne kadar hayati öneme sahip ise insanların beslenmesi açısından tarımsal faaliyetlerin yürütülebilmesi için toprak da aynı şekilde hayati bir öneme sahiptir. Çünkü bir bölgede artan nüfus ile birlikte içme ve kullanma suyu ihtiyacının yanında artan nüfusun beslenme ihtiyacının da ortaya çıktığı görülür. Toprak, sürekli çoğalan dünya nüfusu ve yükselen yaşam standartlarına dair artan gıda ihtiyaçlarını karşılaması açısından tüm tarımsal sistemlerin kritik bir parçasını oluşturur (Hatfield, 2014:61).Toprakta bitkilerin yetişebilmesi, çeşitli biyolojik aktivitelerin devam edebilmesi ve özellikle iyon alışverişinin sağlanması açısından toprakta belli bir suyun bulunması gerekir. Aksi takdirde tamamen nemini kaybetmiş topraklarda söz konusu tüm aktiviteler son bulur. Toprağın katı kesiminde bulunan su, bitki gelişimi üzerinde fiziksel ve kimyasal olarak çeşitli etkiler ortaya koyar. Dolayısıyla toprak oluşumdaki çok sayıda dinamik süreçleri açıklanabilmesi, suyun çeşitli yönleriyle anlaşılmasına bağlıdır. Toprakta suyun tutulması iki farklı şekilde (adhezyon ve kohezyon) olmaktadır. Bunlar "adhezyon" toprak parçacıklarının yüzeylerindeki moleküllerin suyu çekmesi ile tutulan suyu; kohezyon ise su molekküllerinin birbirini çekmesi ile tutulan suyu ifade eder (Mater, 1998:124). Toprakta tutulan sulardan *"adhezyon suyu"* toprakta hareketsiz olup bitki tarafından kullanılamaz. Öte yandan *"kohezyon suyu"* ise adhezyon suyuna göre az da hareketli olduğundan bu sular bitkiler tarafından kullanılabilir sulardır. Toprağın dışını saran kohezyon suya ait moleküller yüksek enerjiye sahiplerdir. Bitkiler tarafından bu suyun kullanılması ile bu su giderek azalır ve su filmi incelir. Suyun belli bir noktaya kadar bitkiler tarafından tüketilmesi sonucu su miktarı iyice azalır ve artık bitkiler tarafından su alınamaz hale gelir. Buna bağlı olarak bitkiler sararmaya başlar ki buna *"devamlı solma noktası"* denir. Diğer yandan topraktaki suyun yerçekimi ile uzaklaşmasından sonra suyun bir kısmı topraktaki bazı ince gözenekler tarafından tutulur. Toprakta bu şekilde tutulan suya ise *"tarla kapasitesi"* denir (Atalay, 2011:26).

Su ile toprak arasında çok hassas bir denge bulunmaktadır. Örneğin tamamen nemden yoksun arazilerde tarımsal üretim mümkün olmadığı gibi bazı durumlarda ise bilinçsiz sulama teknikleri ile aşırı suyun verildiği verimli tarım topraklarında, tuzlanma (çoraklaşma) ve gleyleşme gibi sorunlara yol açarak tarım arazilerinde ciddi

problemlere yol açmaktadır. Çünkü kurak bölgelerde tarım alanları sulandıkları zamandan hemen sonra şiddetli buharlaşma meydana gelir. Toprağın fazla sulandığı durumlarda toprağın alt katlarında biriken tuzlar kapilarite olayı sonrasında toprağın yüzeyine çıkar ve suyun buharlaşması ile tuzlar toprak yüzeyinde kalır. Toprak yüzeyinde biriken bu tuzlar bitkilerin tuzluluğa karşı tolerans sınırlarını aştıkları zamanda bitkiler zamanla kurumaya başlar. Dolayısıyla drenajın yetersiz olduğu alanlarda gerek sulama suyunda bulunan tuzlar gerekse aşırı sulama sonrası toprağın alt katlarından yüzeye yükselen tuzlar nedeniyle topraklarda tuzlaşma (çoraklaşma) meydana gelir (Atalay, 2011:258). Ayrıca toprağın şiddetli erozyona uğradığı alanlarda taşınan rüsubatlar, o bölgede inşa edilmiş olan su göleti ve barajların ekonomik ömürlerinin kısa olmasına neden olmaktadır. Diğer yandan insanların tarımsal üretimde verimi artırma amaçlı zararlı türlere karşı kullanılan kimyasalları oluşturan pestisitler, amacına uygun ve gerekli dozlarda uygulandığında insanlar açısından fayda sağlarken öte yandan bilinçsiz kullanımlar sonucunda ise toprak ve sucul ekosistemlere de zararlar verebilmektedir (Atmaca, 2016: 3). Bu yüzden bir havzanın su yönetimi planlamalarının sürdürülebilirliği açısından su ve toprak kaynaklarının birlikte değerlendirilmesi önemlidir.

2021 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından düzenlenen "I. Su Şurası" Çalışma Belgesi verilerine göre ülkemizin 2020 yılındaki toplam su tüketiminin sektörel dağılımına bakıldığında % 12'si içme ve kullanma, % 11 sanayi ve % 77'sinin ise tarımsal sulamada kullanıldığı belirtilmiştir. Bunun yanında ülkemizin sahip olduğu toplam 8,5 milyon ha tarım arazisinin % 78'2'sinin sulama imkânına sahip iken % 22'8'inin ise sulanamadığı belirtilmiştir (BSŞ, 2021:17). Buna göre ülkemizde tarımsal sulama faaliyetlerinde kullanılan toplam su tüketiminin içme ve kullanma suyu ile sanayide kullanılan su miktarının 3 katından daha fazla olduğu görülmektedir. Dolayısıyla su yönetiminde tarımsal sulama faaliyetlerinin ayrıca üzerinde durulması gereken önemli bir konu olduğu görülmektedir. Öte yandan ülkemizin günümüzde sulama imkânına sahip olmayan toplam 1,85 milyon ha tarım arazilerine de sulama imkanının sunulması durumunda ülkemizin toplam su tüketiminin daha da artması ve su yönetimi ile ilgili gelecekteki denklemlerin değişmesi beklenmektedir.

Ülkemizde tarım alanları ile su kaynakları potansiyelleri dağılımı arasında bazı bölgelerde bir uyumsuzluk vardır. Örneğin havzalar arasın iklim farklılıklarından kaynaklanan su potansiyellerinin farklı olması nedeniyle su varlığı açısından zengin olan havzalardan suyun yetersiz olduğu havzalara su transfer projeleri planlanabilir. Bu yüzden her havzanın topraklarının tarımsal potansiyelleri ve toplam su potansiyellerinin ortaya konulması önemlidir. Öyleki su transferi projeleri büyük havzalar arasında olabileceği gibi bazı durumlarda bir havzanın kendi içerisinde bile su transfer projelerine ihtiyaç duyulabilmektedir. Çünkü tarımsal üretim yalnızca beslenme açısından değil diğer yandan birçok sanayi dalı için hammadde kaynağı üretmesi bakımından ekonomik anlamda da önemli bir sektördür. Su kaynaklarının kısıtlı olduğu yerlerde ise bazı durumlarda içme suyu ihtiyacı ile tarımsal sulama ihtiyaçlarının çatıştığı durumlarda içme suyu ihtiyaçlarının öncelenmesi ile tarımsal faaliyetlerin ikinci plana atıldığı görülür.

Küresel iklim değişikliğinin yeryüzündeki su kaynakları üzerindeki etkilerinin belirsizliği su yönetimindeki belirsizlikleri de artırmaktadır. Sulama suyunun sınırlı ve pahalı olduğu yerlerde su tasarrufu sağlayabilecek yeni yöntemlerden biri de optimum bitki deseninin belirlenmesidir. Optimum bitki deseninin belirlenmesi ile tarımsal alanlarda kısıtlı su kaynakları ile aynı su miktarı ile maksimum gelir elde etmek mümkün olur (Karaca Bilgen vd; 2019:108). Günümüzde ülkemizde farklı iklim özelliklerinin görüldüğü bazı tarım bölgelerinde aynı tarım ürünlerinin yetiştirildiği görülmektedir. Ancak her iklimin kendi özelliğine göre ortaya çıkan toplam su potansiyeli farklı olabildiği gibi çeşitli tarım ürünlerinin yetiştirilme dönemlerindeki su ihtiyaçları da birbirinden farklıdır. Dolayısıyla su yönetimi açısından sürdürülebilir bir su yönetimi planlaması yapabilmek için tarımsal sulamada vahşi sulama gibi ilkel teknikleri yerine daha verimli sulama teknikleri kullanmanın yanında havzanın su varlığına göre seçilen tarım ürünlerinin de önemi büyüktür. Bitkilerin su tüketim verileri bir bölgedeki sulama projelerinde dikkate alınan en temel verilerden birini oluşturmaktadır. Çünkü su kaynaklarının kısıtlı olduğu alanlarda su ihtiyacı fazla olan ürünlerin yetiştirilme çabaları hem su yönetimi hem de tarımsal üretim açısından olumsuz sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Gün geçtikçe artan nüfusun su ve gıda taleplerinin karşılanması, su kaynaklarının yönetiminde başarının

sağlanması tarımsal faaliyetlerde suyun etkin yönetimine bağlıdır. Bu yüzden tarımsal sulamada suların doğru bir biçimde yönetilebilmesi, sulama yapılan tarım alanlarındaki arazilerin toplulaştırılması, sulama ve drenaj gibi tarımsal alt yapı sistemlerinin kurulması ve doğru işletilmesi ile mümkündür. Bu sistemlerin işletilmesinde, kuraklığın izlenmesi ve çeşitli hidrolojik modellerin oluşturulabilmesi için en temel veriyi ise bitki su tüketim verileri oluşturur. Bitki su tüketimleri iklim bölgesine, yetiştirilen bitkinin türüne ve gelişim dönemlerine ve tarımsal üretimde gerçekleştirilen uygulamalara göre değişiklik gösterir (TAGEM-DSİ, 2017:1). Dolayısıyla su yönetimi açısından toprak kaynaklarının değerlendirilmesinde toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, iklim özellikleri, seçilen tarım ürünü ve uygulanan sulama teknikleri gibi birçok faktörün bir arada değerlendirilmesi gerekir.

Aksu Çayı Havzası'nda su yönetimi amaçlı öncelikle Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan, Adıyaman İli Arazi Varlığı (1982), Gaziantep İli Arazi Varlığı (1992) ve Kahramanmaraş İli Arazi Varlığı (1997), Raporları üzerinden havzada bulunan arazi tipleri ve büyük toprak grupları belirlenerek bu toprak gruplarının fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenerek, alansal dağılışları ortaya konulmuştur. Diğer yandan bu toprak gruplarının tarımsal açıdan sınıfları belirlenmiştir. Ayrıca havzanın erozyon ve arazi kullanım özellikleri belirlenmiş ve havzanın su yönetimi açısından değerlendirmeleri yapılmıştır.

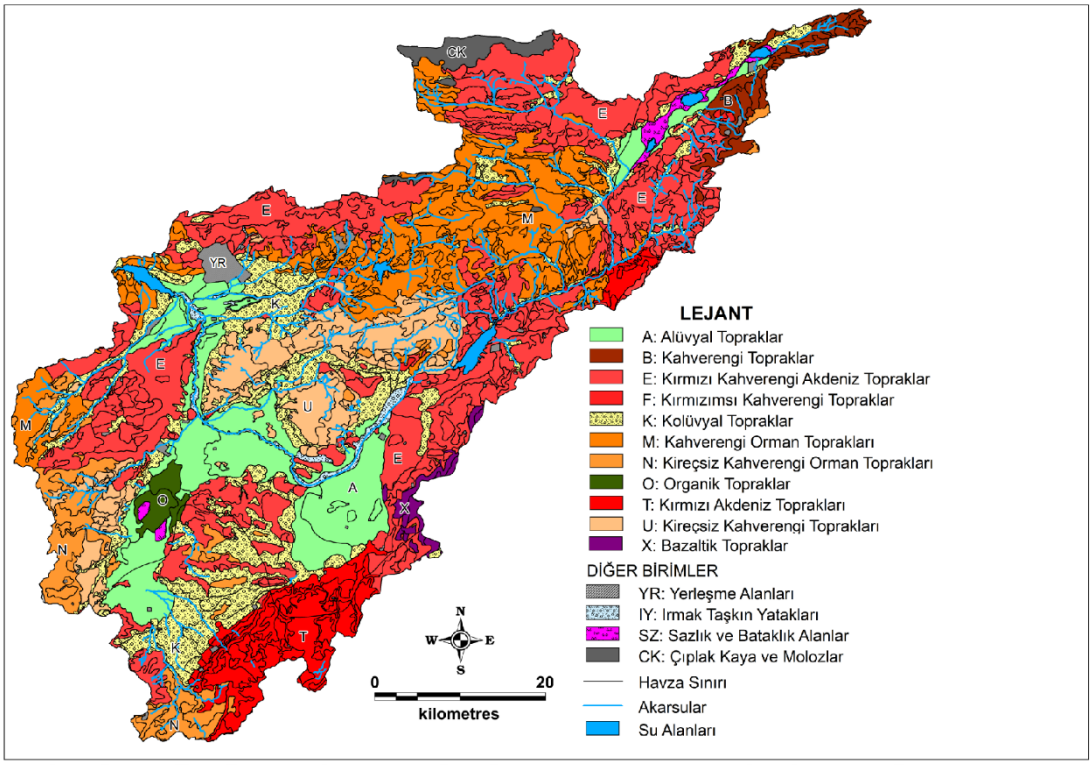
1.6.1. Büyük Toprak Grupları

Yeryüzünde klimatik ve jeomorfolojik özellikler bakımından bölgeler arasında birbirine göre farklılık görülür. Buna bağlı olarak yeryüzünde bölgelere göre oluşan toprak türü ve özellikleri de farklılık gösterir. Bu nedenle topraklar fiziksel ve kimyasal açıdan sahip oldukları özelliklere göre birçok sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Toprağın bünyesi (tesktürü), kalınlığı, rengi, verimliliği ve genetik özellikleri dikkat alarak topraklar kendi içinde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma sistemlerinden dünyada en çok kabul edilen sınıfladırmalardan biri genetik sınıflandırma sistemidir. Genetik sınıflandırma toprağın oluşumunda etkili olan iklim, bitki örtüsü, topografya ve ana materyal özellikleri ile zaman gibi faktörler dikkate alınır. Modern toprak biliminin 1920'lerde ABD'de gelişmeye başlaması ile birlikte

bazı Rus pedologların da görüşleri dikkate alınarak 1938 yılında ABD Tarım Bakanlığı tarafından toprakla 30 büyük gruba ayrılmıştır. Daha sonra bu sınıflandırma dünya genelindeki benzer klimatik ve jeomorfolojik özellikler dikkate alınarak ve daha da basitleştirilerek 18 büyük toprak grubuna ayrılmıştır. 1938 yılında geliştirilen ve ilk kapsamlı bir şekilde gerçekleştirilen toprak sınıflandırma sistemi 1949'da yeniden revize edilerek ABD'de yayınlanmıştır. 1950'lerden itibaren ABD National Cooperative tarafından uzun bir çalışma sonucunda 1960 yılında 7. Uluslararası Toprak Kongresinde yeni bir toprak sınıflandırması sunulmuştur. 1960 yılında sunulan 7. Toprak Yaklaşımı, aynı zamanda toprakların 7 kez sınıflandırma ve revizyonunu da ifade etmektedir. Daha sonraki zamanlarda 1964, 1965 ve 1967 yıllarında bu sınıflandırma sistemine yeni ilaveler yapılmıştır. Bu sisteme son olarak "Toprak Taksonomisi" adı verilmiş ve 1975 yılında ABD Tarım Bakanlığı Toprak Muhafaza Servisi tarafından yayınlanmıştır. Bu geliştirilen yeni toprak sınıflandırma sisteminde topraklar takımlara (order), takımlar ise alt takımlara (suborder), alt takımlar da büyük gruplara ve alt gruplara ayrılırken bunlar ise familya ve serilere ve sonunda en küçük birim olan pedonlara ayrılır (Yener ve Güvendi, 2010:991; Atalay, 2011:262).

Eski toprak sınıflandırma sistemlerinde daha çok toprağı oluşturan faktörler dikkate alınırken yeni sınıflama sisteminde ise bizzat toprağın kendisindeki gözlemlenebilen ve ölçülebilen kriterler dikkate alınmıştır. Eski sistemlerde daha çok kuramsal *pedojenetik* sınıflandırma görülürken yeni sınıflandırma sisteminde ise daha çok gerçeklere dayalı *genetik morfometrik* özellikler görülür (Dinç, 1980:87). Geliştirilen yeni sistemdeki terminoloji ve kavramlar eski sisteme göre önemli ölçüde farklılık gösterir. Bu yüzden eski ve yeni sistem arasında kullanılan kelime ve terminoloji bakımından köklü değişiklikler görülür. Bu yüzden eski sistemi yeni sisteme ya da yeni sistemi eski sisteme tam olarak uydurmak mümkün değildir (Atalay, 2011:262). Bu yüzden bu çalışmada havzada yer alan topraklar ülkemizde de yaygın olarak kullanılan *"1949 Toprak Sınıflandırma Sistemi"* olarak adlandırılan eski sisteme göre sınıflandırılarak verilmiştir. Bu sınıflandırma sistemine göre topraklar *Zonal, Azonal ve İntrazonal* olarak 3 takıma ayrılmıştır. Bu takımlar da kendi içinde alt takımlara ve alt takımlar ise büyük toprak gruplarına ayrılmıştır.

Aksu Çayı Havzası'nda yer alan büyük toprak grupları ve alansal dağılışları harita 1.50 ve tablo 1.41'de verilmiştir.



Harita 1. 50: Aksu Çayı Havzası'nda Görülen Başlıca Büyük Toprak Tipleri (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir).

Tablo 1. 41: Aksu Çayı Havzasında Görülen Büyük Toprak Tiplerinin Alansal Dağılış Oranları (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir)

	Toprak Türü	***Alan (%)***
1	Kımızı Kahverengi Akdeniz Toprakları (E)	32,3
2	Kahverengi Orman Toprakları (M)	15,1
3	Kolüvyal Topraklar (K)	13,6
4	Alüvyal Topraklar (A)	11,2
5	Kireçsiz Kahverengi Topraklar (U)	8,6
6	Kırmızı Akdeniz Toprakları (T)	6,6
7	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları (N)	5,2
8	Kahverengi Toprakları (B)	2,3
9	Irmak Taşkın Alanları (IY)	1,3
10	Organik Topraklar (O)	0,9
11	Bazaltik Topraklar (X)	0,8
12	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar (F)	0,1

1.6.1.1. Zonal Topraklar

Zonal topraklar, düz ve düze yakın alanlarda drenajın iyi olduğu bölgelerde ve iklim şartları altında gelişmiş ve fiziksel ve kimyasal yönden ABC horizonlarına sahip olgun topraklardır (Atalay, 2004a:189). Bu toprakların yeryüzündeki yayılış alanları genel olarak iklim ve vejetasyon kuşakları ile uyumlu oldukları görülür (Atalay, 2011:234).

Havza içerisinde iklim, anakaya ve topografya çeşitliliğinin fazla olması nedeniyle görülen toprak grupları da çeşitlilik gösterir. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan, Adıyaman İli Arazi Varlığı (1982), Gaziantep İli Arazi Varlığı (1992) ve Kahramanmaraş İli Arazi Varlığı (1997), Raporu Haritaları üzerinden yapılan incelemelere göre havzada görülen başlıca zonal toprakları; *kırmızı akdeniz toprakları (T), kahverengi topraklar (B), kırmızımsı kahverengi topraklar (F)* ve *bazaltik (X) topraklar* oluşturur (Harita 1.50). Bu toprak gruplarının genel olarak başlıca özellikleri şöyledir.

6.1.1.1. Kırmızı Akdeniz Toprakları (T)

Akdeniz ikliminin görüldüğü bölgelerde yağışın 600 metreden yüksek olduğu yerlerde kireç taşı, dolomit, kalkerli kumtaşı, kalkerli kum ve çakıl depoları ile kalkerli kiltaşı, mercanlı kireçtaşları ve kalkerli konglomeralar ile kısmen de kil taşı ve volkanik kayaçlar gibi ana kayalar üzerinde görülen bu topraklar ABC horizonlarına sahiptir. B horizonunda toprakta blok, prizmatik yapı görülürken ped yüzeylerine veya boşluklarda ise kalın kil zarları görülür. B horizonunda killerin ağırlıklı olduğu bu topraklar çeşitli derinliklere sahiplerdir. Nemli ve az nemli iklim özellikleri şartları altında oluşan bu topraklar, yılın büyük bir bölümünde kurudur. Ancak bu toprakların bulunduğu bölgelerde ortalama yağış 500-1100 metre arasında değişir. Bu toprakların görüldüğü yerlerde genel olarak doğal bitki örtüsü ot, maki çalılıkları ve çeşitli orman ağaçları oluşturur (Kahramamaraş İl Arazi Varlığı, 1997: 22). Kırmızı Akdeniz toprakları kapladığı alan bakımından havza içerisindeki yayılış oranı % 6,6'dır. Kırmızı Akdeniz topraklarının havza içerisindeki yayılış alanlarına bakıldığında havzanın güney-güneydoğu kesiminde genellikle Orta Eosen-Üst Eosen dönemime ait krieçtaşlarının bulunduğu alanlarda yayılış gösterir. Havzanın güneydoğu kesimlerindeki kireçtaşlarından oluşan platoluk alanlarda yayılış gösteren bu topraklar

bölgedeki Demirler, İkizkuyu, Atalar, Bayatlı, Yamaçoba, Sarılar, İskenderli ve Eskişarkaya köylerinin bulundukları alanlarda görmek mümkündür (Foto 1.102).



Foto 1. 102: Sarılar Köyü Yakınlarında Görülen Kırmızı Akdeniz Toprakları

Genellikle bu bölgelerde maki çalılıklarının altında gelişen bu topraklar bazı bölgelerde çalılıkların tahrip edilerek tarıma açıldığı yerlerde bağcılık, badem, zeytin ve antep fıstığı yetiştiriciliği ile yer yer buğday tarımı yapıldığı görülür (Foto 1.102).

1.6.1.1.2. Kahverengi Topraklar (B)

Kalsifikasyon olayının etkili olduğu bu topraklar profillerinde yoğun olarak kalsiyum barındıran genel olarak ABC horizonlu topraklardır. Erozyonun etkili olduğu sahalarda ise genellikle AC horizonlarına sahip oldukları görülür. Doğal drenaj özellikleri ise iyidir. A1 horizonu genellikle 10-15 cm kalınlığında granüler yapıda olan bu topraklar kahverengi veya grimsi kahverengi renklerde görülebilir. Üzerinde yetişen doğal bitki örtüsü ise daha çok kısa boylu otlar ile orta boylu çayılar oluşturur. Bu yüzden organik madde içeriği açısından orta olan bu topraklar reaksiyon olarak nötr veya kalevi özellik gösterir. B horizonuna geçildiğinde renk açık kahverenginden koyu kahverengine doğru değişim gösterir ve yapı olarak kaba yuvarlak köşeli bir özellik gösterir. Bu topraklar yazın uzun bir dönem kuru kalır ve bu süreçte topraktaki kimyasal ve biyolojik süreçler oldukça yavaştır. İklim olarak serin veya kışlar soğuk ve yağışların sıcak mevsime isabet ettiği yarı kurak iklim özelliklerinin etkili olduğu yerlerde görülür. Toprak profilinde baştan aşağı sertleşmiş kireç birikme katı ve hatta

bunun da altında bazen jips birikim katı görülebilir. Yıllık ortalama yağışın 250-400 mm arasında değiştiği yerlerde görülen bu topraklarda kireç ($CaCO_3$) birikimi sierozem topraklara göre daha derinlerde görülür (Kahramanmaraş İl Arazi Varlığı, 1997: 21). Kahverengi toprakların havza içindeki kapladıkları alan % 2,3'tür. Kahverengi toprakların havza içindeki yayılış alanlarına bakıldığında bu toprakları Gölbaşı Depresyonu'nun doğu kesimlerinde yer alan Yukarı Karaburun, Örenli, Çakmak ve Harmanlı köylerinin bulunduğu alanlarda görmek mümkündür.

1.6.1.1.3. Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları (E)

Bu topraklar genel olarak Kırmızı Akdeniz Toprakları ile Kahverengi Toprakların karışık halidir. Bu topraklar ABC horizonuna sahip topraklardır. Gelişmiş A1 horizonuna sahip olan bu topraklar organik madde yönünden orta derecede zengindir. Organik maddeler ile mineraller birbirine iyice karışmış durumdadır. A1 horizonu kırmızı veya kahverengi renkte olup yapı olarak köşeli blok ve prizmatik bir özellik gösterir.B1 horizonunda taşınarak gelmiş olan killerden oluşan zarlar görülür. Baz saturasyonu % 35'den fazla olup bu oran derinlik arttıkça daha da artış gösterir. Kurak olan dönemlerde A ve B horizonları sert bir hal alır. Genellikle doğal bitki örtüsü olarak ot, maki ve çeşitli orman ağaçları altında geliştikleri görülür. Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları genel olarak nemli ve az nemli iklim şartlarının etkili olduğu yerlerde görülür. Genel olarak yılın birçok ayında bu topraklar kuru haldedir ancak yağışlı dönemlerde ise nemli oldukları görülür. Bu toprakların görüldüğü yerlerde yıllık ortalama yağışlar 400-1000 mm arasında değişmektedir. Anakaya olarak özellikle sert kalkerle üzerinde gelişir. Ancak hafif dağlık alanlarda granit, kil, kumtaşı, çeşitli metamorfikler, fliş, kireçtaşları üzerinde geliştikleri de görülür. Diğer yandan yükseltinin az olduğu yaylalarda ve ovalarda ise bazik karakterdeki andezitik ve bazaltik kayalar-granit, kiltaşı, çimentolaşmamış olan kum taşları ve konglomeralar ile marnlı depolar ve çeşitli sedimanter kayalar ile çakıllı, kumlu ve killi genç sedimanter depolar ile kumlu kil taşları üzerinde görülürler (Kahramanmaraş, İl Arazi Varlığı Raporu, 1997:23). Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları, havza içerisinde % 32,3'lük bir oran ile en geniş yayılış gösteren toprak türünü oluşturmaktadır.

Havza içerisinde bu toprakların yayılış alanlarına bakıldığında genellikle havzanın yüksek kesimlerinde yayılış gösterdiği görülür. Havzanın kuzeyinde Ahır Dağı'nın yüksek kesimlerinde Orta Eosen, kireçtaşı-killi kireçtaşları üzerinde, Öksüz Dağının kuzey yamaçlarında Orta Eosen, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşları üzerinde, Erince Dağlarının güney yamaçlarında Alt Oligosen kireçtaşları üzerinde ve Engizek Dağı'nın güney yamaçlarında Permiyen dönemine ait mermer ve Alt Miyosen dönemine ait çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı birimlerinin bulundukları alanda yayıldıkları görülür (Foto 1.103).



Foto 1. 103: Öksüz Dağı'nın Kuzey Yamaçlarında Görülen Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları

Ayrıca Pazarcık ilçe merkezinin bulunduğu alanlar ve hemen doğusunda kalan bölgeler ile kuzeydoğusunda yer alan Haydarlı, Küçükören, Çatalağaç, Kösüklü, Belören ve Çelik köylerinin bulunduğu alanlar ise diğer yayılış alanlarını oluşturur. Bunun yanında havza içerisinde ova tabanlarında yer alan Üst Kretase dönemine ait Ofiyolitik melanjlar ile İmalı Deresi ile Orçan Çayı arasında kalan tepelik alanlardaki Triyas dönemine ait kireçtaşları üzerinde oluşan bu topraklarda yöre halkı tarafından genel olarak tahıl tarımı yer yer bağcılık ve meyvecilik gibi tarımsal faaliyetler sürdürülür.

1.6.1.1.4. Bazaltik Toprakları (X)

Bazaltik topraklar, aynı oluşum şartları altında kireçtaşı üzerinde oluşan kahverengi ve kırmızı-kahverengi topraklar ile büyük benzerlik gösterir. Genellikle orta derin bir profil yapısına sahip olan bu topraklar ağır killi bir bünye sahip olmaları nedeniyle iyi bir profil gelişimi göstermezler. A horizonunda toprak yapısı granüler

yapıdan blok yapıya kadar değişim gösterir. B horizonu ise toprak daha ince bünyeli ve blok yapıdadır. Çoğu yerde kireçsiz olan bu topraklar reaksiyon olarak nötr ile kalevi arasında değişir. Organik madde açısından oldukça fakir olan bu toprakların katyon değiştirme kapasiteleri oldukça yüksektir. Su tutma kapasiteleri oldukça iyi olan bu topraklar, diğer birçok fiziksel özellikleri pekiyi olmadığından dolayı verimliliği düşüktür. Ancak sulu ve kuru şartlarda meyve ve tarla bitkileri yetiştirilebilmektedir. Ancak bu toprakların bulunduğu alanlarda sürüm yapılması gerektiğinde taşlık yapıda olması nedeniyle taşlardan temizlenmesi gerekmektedir. Fiziksel olarak kireçtaşları üzerinde gelişen topraklara göre daha kötüdür (Kahramanmaraş, İl Arazi Varlığı Raporu, 1997:23). Bazaltik topraklar, havza içerisinde % 0,8'lik bir oranla oldukça sınırlı bir alanda yayılış gösterir.



Foto 1. 104: Karabıyıklı Köyünün Doğusunda Görülen Bazaltik Topraklar

Havzanın doğu sınırında Gaziantep Platosu'na geçiş bölgesinde yer alan Karabıyıklı, Akçakoyunlu, İğdeli köylerinin doğusunda Orta Miyosen dönemine ait Yavuzeli Bazaltları üzerinde görülen bu topraklar oldukça taşlı bir özellik gösterir. Taşların temizlendiği alanlarda bu topraklar üzerinde yer yer tahıl ve zeytin tarımının yapıldığı görülür (Foto 1.104).

1.6.1.1.5. Kırmızı Kahverengi Toprakları (F)

Bu toprak türleri özellikleri bakımından solumun rengi dışında kahverengi topraklar ile hemen hemen aynı özellikler gösterir. A horizonu karakteristik olarak kırmızımsı kahverengi veya kırmızımsı renkte olup genellikle yumuşaktır. B horizonu ise renk olarak kırmızı veya kırmızımsı kahverengi olup A horizonuna göre daha ağır bünyeli ve sıkı özelliktedir. B horizonu altında genellikle çimentolaşmamış yumuşak özellikte bir $CaCO_3$ birikme katmanı görülür. Toprakların drenaj özellikleri genel olarak iyidir. Doğal bitki örtüsü olarak uzunca otlar ve çalılıklar altında gelişen bu topraklar çeşitli ana kayalar üzerinde gelişebilir (Kahramanmaraş, İl Arazi Varlığı Raporu, 1997:20). Kırmızı Kahverengi Topraklar havza içerisinde % 0,1'lik oranla oldukça sınırlı bir alanda görülür.

1.6.1.2. Azonal Topraklar

Azonal toprakların bulundukları alanda bir yandan sürekli olarak erozyon ve diğer yandan da sürekli birikmenin olmasından dolayı bu topraklarda horizonlar gelişmemiştir. Bu topraklar genellikle eğimli yamaçlarda, sürekli taşkın millenmenin meydana geldiği taşkın ovalarında genç alüvyal ve volkanik depolar üzerinde oluşan topraklardır. Öte yandan yeni oluşmuş volkanik depolar ile tortul depoların yüzeye yeni çıktığı alanlarda toprak oluşumu için yeterli zaman geçmemiş olması da gençlik evresindeki bu topraklarda horizonların oluşmasına engel olan diğer bir faktörü oluşturur (Atalay, 2011:261). Taşkın ve erozyon olaylarının durduğu veya son derece yavaşladığı alanlarda sığ da olsa bir A horizonunun oluştuğu görülebilir (Atalay, 2004a:197). Havzada görülen başlıca azonal toprakları *alüvyal topraklar* ile *kolüvyal topraklar* oluşturur.

1.6.1.2.1. Alüvyal Topraklar

Alüvyal topraklar, yüzey sularının tabanlarında veya etki ettikleri alanda akarsularca taşınarak biriktirilmiş genç sedimentler üzerinde düz ve düze yakın alanlarda A-C profilli topraklardır. Bu toprakların mineral bileşimleri genel olarak akarsu havzalarındaki litolojik birimler ile jeolojik dönemlerde toprak gelişimi esnasında erozyon ve birikme süreçlerina bağlı olarak heterojen bir özellik gösterir. Azonal topraklarda horizyon ya hiç yoktur ya da çok az belirgindir. Bu topraklarda üst kısımlar ile alt kısımlar arasında belirsiz geçişler bulunur. Genellikle ince bünyeli ve taban suyu ise düşey geçirgenlik azdır. Toprağın üst kısımları nemli olup organik

madde yönünden zengin topraklardır. Kaba bünyeli olan yerlerde drenaj özellikleri iyi geliştiğinden toprağın üst kısımları çabuk kurur. Üzerindeki gelişen bitki örtüsü bulunduğu bölgenin iklimine bağlı olmakla birlikte bu topraklarda iklime uygun her türlü kültür bitkisinin yetişmesine elverişli topraklardır (Kahramanmaraş, İl Arazi Varlığı Raporu, 1997:18). Alüvyal topraklarda dikey yönde bazı bölgelerde yarı olgun toprakların da olduğu görülebilir. Bu yarı olgun topraklar bölgede alüvyonlaşmanın kesintiye uğraması ile toprak oluşumunun başladığı ve daha sonra tekrar sahanın birikmeye uğrayarak millenmesi ile pedojenezin kesintiye uğradığını göstermektedir (Atalay, 2011:437). Aksu Çayı Havzası içerisinde özellikle eğimin az olduğu düz ve düze yakın alanları oluşturan ovalık alanlarda alüvyal toprakları görmek mümkündür. Havza içerisindeki Maraş Ovası, Narlı Ovası ve Türkoğlu (Sağlık) Ovası ile Gölbaşı Depresyonu tabanında yer alan alüvyal toprakların yaygın olarak görüldüğü yerler havzanın önemli tarım alanlarını oluşturur (Foto1.105-Foto 1.106).

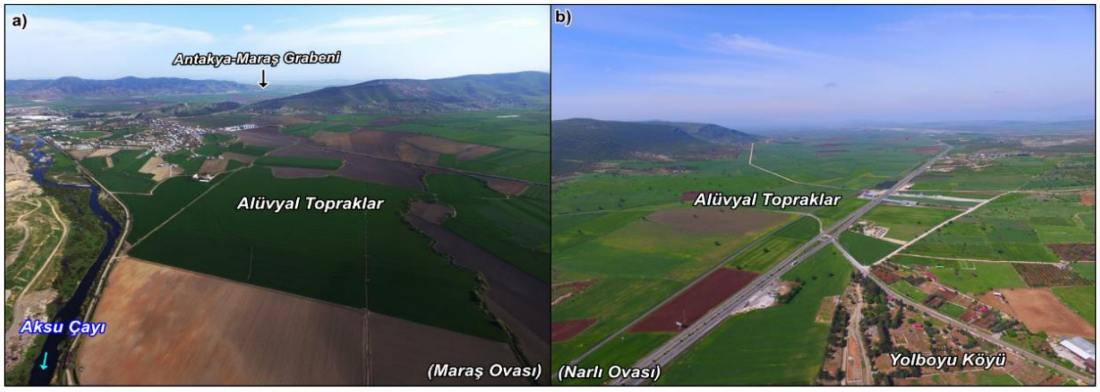


Foto 1. 105: Kahramanmaraş ve Narlı Ovalarında Yayılış Gösteren Alüvyal Topraklar

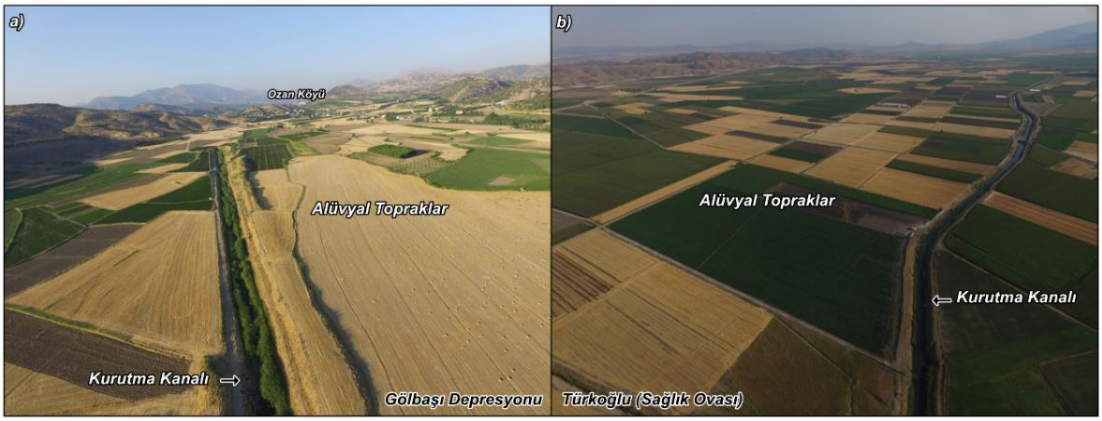


Foto 1. 106: Gölbaşı Depresyonu ve Türkoğlu Ovasında Yayılış Gösteren Alüvyal Topraklar ve Kurutma Kanalları

Bu topraklar tarım açısından oldukça verimli olup tarımsal sulamanın en yaygın olarak yapıldığı yerleri oluşturur. Bu toprakların yaygın olduğu ovalarda tarımsal açıdan en büyük problemlerinden birini taban suyu seviyesinin yüksek olması ve drenajın kötü olması oluşturur. Bu yüzden ovalık alanlardaki bu sorunu çözmek için ova tabanlarında çok sayıda kurutma kanalları açılmış durumdadır (Foto 1.105 a-b). Tarımsal açıdan önemli olan bu topraklar havza içerisinde % 11,2'lik bir alan kaplar.

1.6.1.2.2. Kolüvyal Topraklar (K)

Kolüvyal topraklar, dağların yamaçlarında ve eteklerinde gerek yüzeysel akıma geçen suların gerekse yerçekiminin etkisi ile taşınan çakıllı, taşlı ve kumlu malzemeler yamaçların eteklerinde birikmesi ile oluşur. Kolüvyal depolarda sık sık renk ve malzeme boyutunda değişmeleri görmek mümkündür. Kolüvyal depolardaki malzemelerin boyutları bölgede meydana gelen erozyon faaliyetlerinin şiddetini ortaya koyması bakımından önemlidir. Örneğin kolüvyal depolardaki malzemeler eğer iri boyuttaki malzemelerden meydana geliyorsa bölgede şiddetli erozyonun meydana geldiğini işaret eder. Eğer bu depolardaki malzemeler ince boyutlu malzemelerden oluşuyor ise o zaman da erozyon faaliyetlerinin yavaş olduğu söylenebilir (Atalay, 2011:437).

Kolüvyal topraklar genellikle A-C horizonlu geç topraklardır. Toprak özellikleri bakımından çevrede yer alan yüksek kesimlerdeki arazi toprakları ile benzerlik gösterse de ana materyallerde derecelenme hiç yok ya da çok az olduğu görülür. Dik eğimli ve vadi ağızlarında bulunan kolüvyal topraklarda toprak oranı oldukça az olup daha çok kaba taş molozları yer alır. Yüzeysel akışın azaldığı oranlarda kolüvyal depolardaki parçaların boyutları da küçülür. Eğimin azaldığı yerlerde alüvyum parçaları seviyesine geldiğinde bu gibi alanlarda kolüvyal topraklar ile alüvyal topraklar geçişli olarak birbirine karışırlar. Bazı zamanlarda taşkınlara maruz kalmış olsalar da eğim ve bünye nedeniyle drenajları iyi olduğundan bu topraklarda tuzluluk ve sodiklik gibi problemler görülmez (Kahramanmaraş, İl Arazi Varlığı Raporu, 1997:19). Havza içerisinde yer alan dağlık alanların ve eğimli yamaçların varlığına bağlı olarak kolüvyal depoları yer yer bütün dağlık alanların yamaçlarında görmek mümkündür. Yüksek dağlık ve eğimli yamaçlardan gelen

akarsuların düzlük alanlara açıldığı yerlerde oluşturduğu birikinti koni ve yelpazeler oluşturduğu alanlarda kolüvyal toprakları görmek mümkündür (Foto 1.107-Foto 1.108).

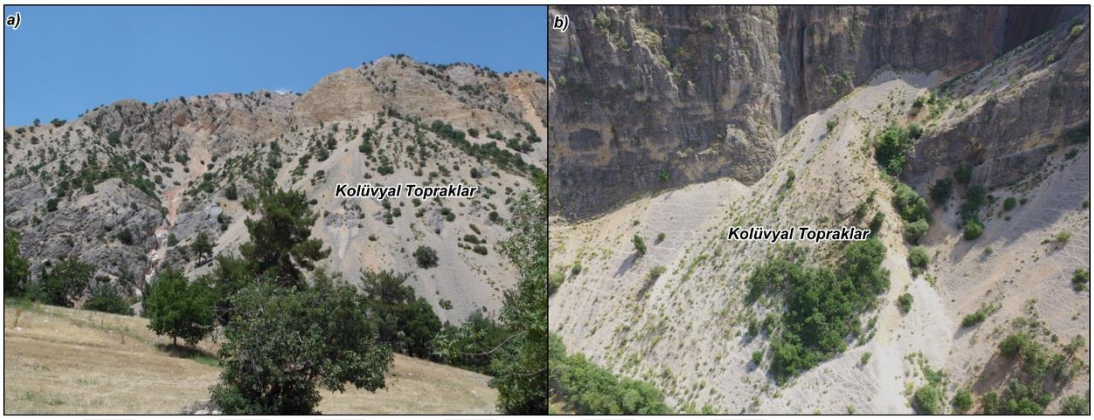


Foto 1. 107: Kısık Dere'nin Vadi Yamaçlarında Görülen Kolüvyal Depolar Üzerinde Görülen Kolüvyal Topraklar

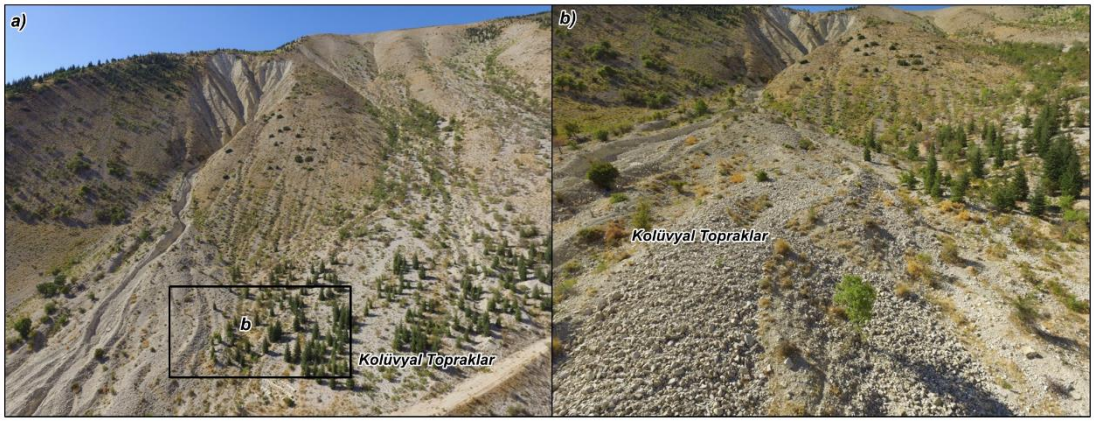


Foto 1. 108: Ahır Dağı'nın Güney Yamaçlarında Keklik Dere'nin Vadi Yamaçlarında Görülen Kolüvyal Topraklar

Havza içerisinde Kolüvyal toprakların başlıca görüldüğü yerlere bakıldığında bu yerleri; Ahır Dağı'nın güney yamaçlarında Erkenez Çayı'nın Maraş Ovası'na açıldığı alanlarda, Narlı Ovası içerisinde yer alan ofiyolitik arazilerden oluşan tepelik alanların ova sınırlarında, Antakya-Maraş grabeninin batı kesimlerinde yer alan akarsuların graben tabanına döküldüğü yerler ile Aksu Çayı'nın Öksüz Dağı ve Erince Dağı arasından Gölbaşı Depresyonu'na açıldığı alanlar oluşturduğu görülür. Bunun dışında havza içerisinde bulunan Engizek Dağı, Erince Dağı, Öksüz Dağı, Kandil Dağı, Çataldağ ve Sakarkaya Dağı gibi dağlık alanların yamaçlarındaki derelerin vadi tabanlarına döküldüğü alanlarda oluşturduğu birikinti koni ve yelpazelerinin

bulunduğu alanlarda da yer yer görmek mümkündür. Ayrıca havzanın güneybatı kesiminde Deliçay ve Orçan Çayı'nın vadi yamaçlarında da kolüvyal toprakları görmek mümkündür. Kolüvyal topraklar havza içerisinde % 13,6'lık bir oranla en yaygın üçüncü toprak türünü oluşturur.

1.6.1.3.İntrazonal Topraklar

İntrazonal topraklar genellikle aşınmanın olduğu eğimli alanlarda ana materyalin etkilerini; taşkın ve millenmeye uğrayan alanlarda ise drenaj ve birikme şartlarının etkisini yansıtan topraklardır. Eğimli yamaçlarda sürekli aşınmanın olduğu yerlerde toprak devamlı olarak başlangıç safhasında kalmasına neden olur. Böylece bu gibi alanlarda toprakların özelliklerinde ana materyalin özelliklerinin ön plana çıkmasına neden olurlar. Örneğin, tuzlu ve alkali özellikteki evaporit çökellerinin bulunduğu alanlarda tuzlu-alkali (*halomorfoik*), kireçtaşlarının yaygın olduğu yerlerde ise kireçli topraklar (*kalsimorfik*) görülürken ultrabazik-ultramafik kütlelerin (peridodit, serpantin, gabro) yaygın olduğu alanlarda ise killi-kireçli ve şiddetli alkalen reaksiyon gösteren topraklar görülür. Diğer yandan proklastik özellikteki volkanik malzemelerin olduğu alanlarda kumlu ve çakıllı topraklar görülürken kolüvyal malzemelerin sahalarda ise fizyolojik derinliği fazla olan taşlı ve çakıllı topraklar (*litolosol*) görülür (Atalay, 2011:413). Kapalı havzalarda ise taban suyu seviyesinin yüksek olduğu alanlarda ise hidromorfik topraklar görülür (Atalay, 2004a:194).

Aksu Çayı Havzası'nda görülen başlıca intrazonal toprak türlerini kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi topraklar ve organik topraklar oluşturur.

1.6.1.3.1. Kahverengi Orman Toprakları (M)

Kahverengi orman toprakları, kireç bakımından zengin ana materyaller üzerinde ve geniş yapraklı ormanlar altında oluşur. Bu toprakların oluşumunda kalsifikasyon ve podzollaşma süreçlerinin etkisi görülür. A horizonu iyi derece gelişmiş olup koyu kahverengiye dalgalıdır. Reaksiyon olarak genellikle kalevi ve bazen de nötr yapıda olan bu topraklar gözenekli ve granüler yapıya sahiptir. Kil birimi oldukça az olan bu topraklar drenaj özellikleri iyidir. Bu toprakların oluşum alanlar genellikle orman veya otlak alanları olarak kullanılır. Tarıma alınan alanlarda temel

ve bölgesel ürünler yetiştirilmekte olup verim açısından oldukça iyi bir özellik gösterir (Kahramanmaraş İl Arazi Varlığı, 1997:20). Kahverengi orman topraklarının havza içerisinde kapladığı alan % 15,1'dir.

Kahverengi orman topraklarının havza içerisinde dağılışına bakıldığında genellikle Ayvalı Barajı ile Kartalkaya Barajı'nın su toplama alanlarını oluşturan tepelik ve dağlık alanlarda yaygın olarak dağılış gösterir. Havzanın orta kesiminde Erkenez Çayı Havzası içerisinde yer alan Gafarlı, Akyar, Bulanık, Kuzucak, Kazanlıpınar, Edikli ve Emiruşağı köylerinin bulunduğu alanlar kahverengi orman topraklarının yayılış gösterdiği alanları oluşturur. Diğer yandan Kartalkaya Barajı'nın hemen kuzeyinde yer alan Gök Dere, Koca Dere ve Kısık Dere ve Cacık Dereleri havzalarının yüksek kesimlerini oluşturan dağlık alanlarda yer alan Büyüknacar, Karaağaç, Çamlıca, Zeynepuşağı, Sakarkaya, Dokuzçınar, Oruçpınar köylerinin bulunduğu bölgeler, kahverengi orman topraklarının yayılış gösterdiği diğer alanlardır. Havzanın en yüksek kesimlerini oluşturan Engizek Dağının batı kesiminde yer alan Soğukpınar çevresinde de bu toprakları görmek mümkündür. Ayrıca havzanın güneybatı kesiminde Deliçay havzası içerisinde bulunan Kümperli, Öztürk ve Doluca köylerinin batısında yüksek dağlık alanlarda sedir, karaçam ve meşe ormanları altında geniş yayılış alanlarını görmek de mümkündür.

1.6.1.3.2. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları (N)

Kireçsiz kahverengi orman toprakları, A, (B), C horizonlu topraklardır. Genellikle geniş yapraklı ormanlar altında gelişir ve bu topraklar renk olarak kahverengi veya koyu kahverengidir. Yapı olarak granüler veya yuvarlak, köşeli bloka yapı özellikleri gösterir. A horizonunun iyi geliştiği bu topraklarda A horizonu gözenekli bir yapıya sahiptir. B horizonu ise geliştiği yerlerde oldukça zayıftır. Horizon sınırları geçişli olan bu topraklarda genel olarak kil birikimi ya hiç yoktur ya da çok az bulunur (Kahramanmaraş İl Arazi Varlığı, 1997:20). Kireçsiz kahverengi orman topraklarının havza içerisinde kapladığı alanlar % 5,2'dir.

Havza içerisinde kireçsiz kahverengi toprakları genellikle havzanın güneyinde kesimlerinde görmek mümkündür. Havzanın güneyinde Antakya-Maraş grabeninin batısında yer alan İmalı, Sarılar, Karapınar ve Dedeler köylerinin bulunduğu alanlar

kireçsiz kahverengi toprakların geniş yayılış gösterdiği alanlardır. Diğer yandan havzanın en güney uç kesiminde yer alan Durmuşlar, Hamidiye ve Atmalı köylerinin bulunduğu alanlar ise bu toprakların yayılış gösterdiği diğer alanları oluşturur.

1.6.1.3.3. Kireçsiz Kahverengi Topraklar (U)

Kireçsiz kahverengi topraklar, A, (B), C horizonlu topraklardır. Toprağın A horizonu kahverengi, kırmızımsı kahverengi, grimsi kahverengi renklerinde olup genel olarak yumuşak kıvamdadır. B horizonunda normal kireç yıkanmış durumdadır ve bu horizonda toprak daha ağır bünyeli ve daha sert yapıda olup kahverengi veya kırmızımsı kahverengidir. Reaksiyon olarak nötr ve kalevidir. Doğal bitki örtüsünün çalı, ot ve yaprağını döken orman örtüsü altında görülürler. Doğal drenajları genellikle iyi olan bu topraklar asit ana materyal üzerinde oluşabildiği gibi bazı yerlerde kireçtaşları üzerinde de oluştukları görülür (Kahramanmaraş İl Arazi Varlığı, 1997:21). Kireçsiz kahverengi toprakların havza içerisinde kapladıkları alan % 8,6'dır.

Kireçsiz kahverengi topraklar, Maraş Ovası'nın doğusunda yer alan Şerefoğlu, Karacasu, Güzelyurt, Dedeömer, Çiğli ile Kartal, Çiğli, Yeniyurt köylerinin bulunduğu alanlarda Üst Kretase dönemime ait Ofiyolitik melanj arazileri üzerinde bulunan kızılçam ormanları altında yayılış gösterir. Ayrıca daha güneyde Akçalı, Kızıleniş köylerinin bulunduğu alanlarda Triyas dönemine ait kireçtaşları ile Alt-Üst Ordovisiyen dönemine ait şeyller üzerinde da görmek mümkündür.

1.6.1.3.4. Organik Topraklar

Organik topraklar veya turba olarak adlandırılan bu topraklar genellikle göl kenarlarında suyu seven bitki atıklarının birikmesi ile oluşan topraklardır. Bitki atıkları su içerisinde oksijen açısından yetersiz ortamlarda yavaş yavaş çürümesi sonucu bu çürüyen malzemelerden oluşan bir organik kat meydana gelir (Atalay, 2011: 433). Organik toprakların tasnifi üzerine birçok çalışmalar yapılmıştır. Ancak bu araştırmalarda genetik sınıflandırmadan ziyade daha çok organik maddeyi oluşturan malzemenin cinsine, ayrışma derecesine ve pozisyonuna göre sınıflandırmalar yapılmıştır. Organik topraklar genel olarak AG profiline sahip topraklardır. A horizonunun kalınlığı 30 cm'den fazladır. A horizonundaki organik madde kil miktarının % 50'den fazla olduğu durumlarda % 30'dan fazla; kil miktarı % 50'den az

olduğu durumlarda ise organik madde miktarı % 20-30 civarındadır. Organik topraklardaki G horizonu, redüksiyon (gley) horizonu olup renk olarak koyu gri, mavi veya yeşil olup genellikle bu katman ıslaktır. Bu topraklar içerisindeki kil oranına bağlı olarak organik madde oranının % 95'lere kadar çıktığı topraklardır. Organik toprakların baz saturasyonu çok değişiktir. Bu toprakların bulunduğu alanlarda drenaj özellikleri oldukça kötüdür. Bu toprakların bulunduğu alanlarda taban suyunun 40-50 cm aşağıda olması beklenir. Taban suyunun daha da aşağılara indiği durumlarda toprağın hava ile temasında ayrışma sonucu yanma olayları gerçekleşir. Bu arazilerde taban suyu kontrolü, iklim ve sulama suyu dikkate alındığı takdirde sebzecilik alanında son derece verim elde edilebilecek alanladır (Kahramanmaraş İl Arazi Varlığı, 1997:19). Organik toprakları, havzanın güneyinde Türkoğlu (Sağlık) Ovası'nda yer alan eski Gavur Gölü Bataklığı alanında geniş yayılış alanı gösterir (Foto 1.109).

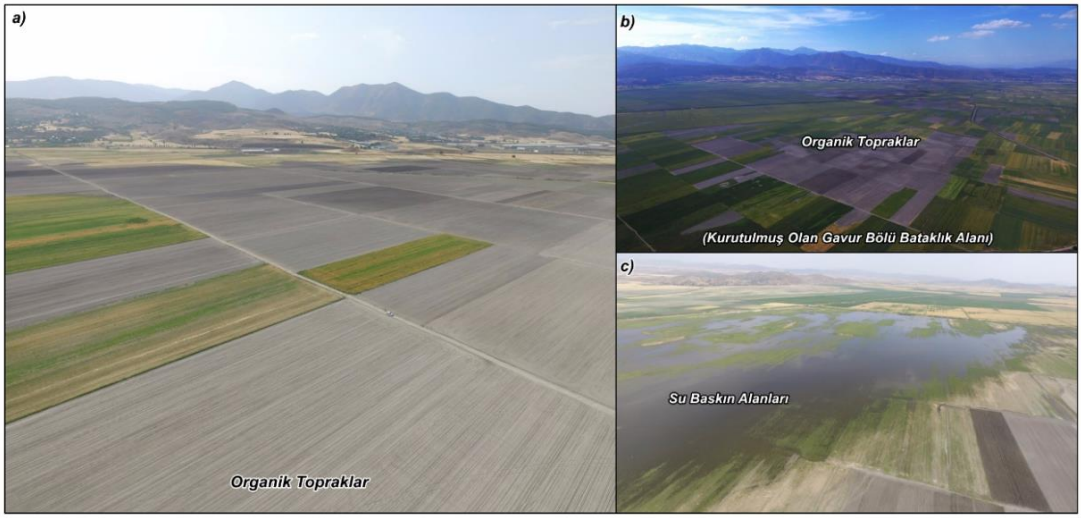


Foto 1. 109: Kurutulmuş Olan Gavur Gölü Bataklık Alanında Görülen Organik Topraklar

Gavur Gölü Bataklığı'nın kurutulma işlemlerine 1949 yılında başlanmıştır. Büyük Göl ve Küçük Göl olarak iki farklı göl alanı bulunan bataklık alanında kurutma sonrasında 6023 hektar tarım arazisi elde edilmiştir. Ancak bu alanların yaklaşık % 45'lik bir dilimi uzun zaman tarım arazisi olarak kullanılamamıştır.1967 yılında DSİ tarafından yayınlanan Gavur Gölü Kurutma Sahası Verimlilik Raporu'nda 1966 yılında kurutma işlemlerine rağmen çevredeki dağlık alanlardan gelen derelerin getirdiği taşkın suları nedeniyle göllenmenin devam etmesi ve ilkbahar mevsiminden itibaren başlayıp ekim ayının sonuna kadar göllenen bu suların drene edilememesinden

dolayı 2800-2900 hektar alanın tarımsal olarak kullanılamadığı belirtilmiştir. Bataklık alanını kurutmak üzere toplam 32,4 km ana kanal ve 47,7 km lateral kanal olmak üzere toplam 80,1 km uzunluğunda kurutma kanalları açılmıştır (Foto 1.110).Bu kanalların eğimi % 0.02 ile % 3 arasında olup 4 metre taban genişliğine ve 1-1,5 duvar yüksekliğine sahiptir (DSİ, 1967:5).

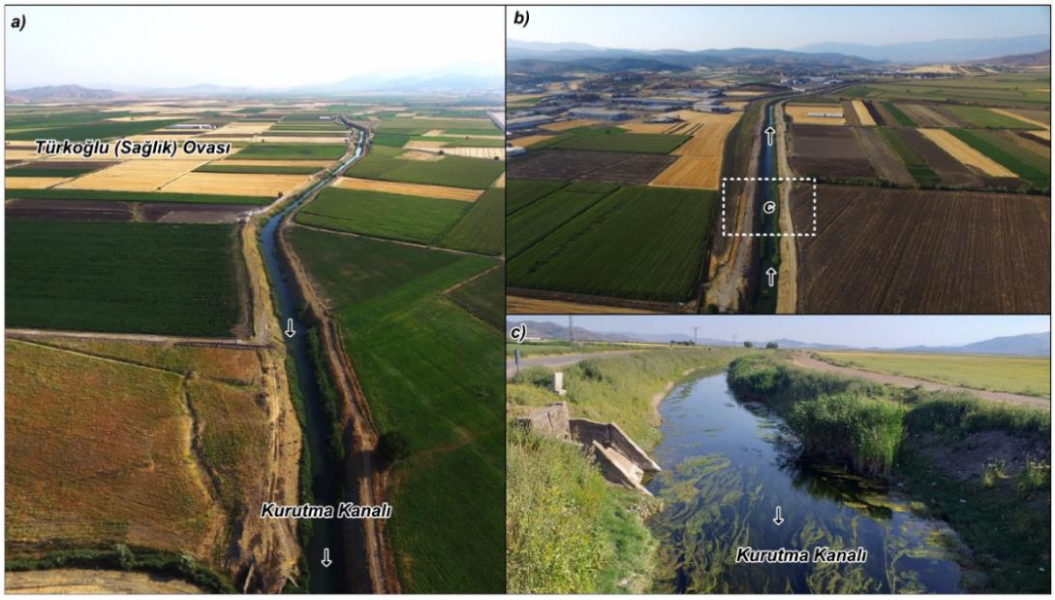


Foto 1. 110: Gavur Gölü Bataklığını Islah Etmek Amaçlı Açılan Kurutma Kanalları

1949 yılında başlatılan ve daha sonraki yıllarda birçok yeni projelendirmeler ile yapılan tüm çabalara rağmen Gavur Gölü Bataklığı tam olarak kurutulamamıştır Günümüzde hala ilkbahar aylarında Gavur Gölü Bataklık sahasında su baskınlarının olduğu ve birçok tarım alanının sular altında görülmektedir (Foto 1.111).

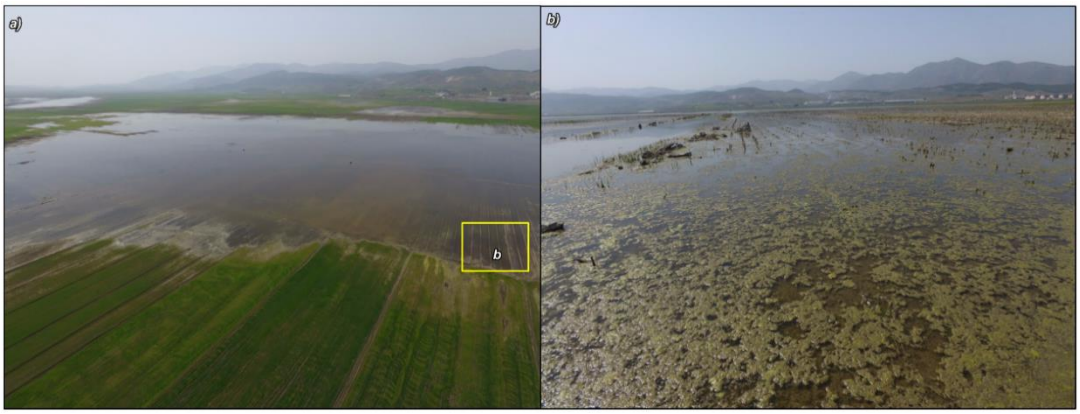


Foto 1. 111: Gavur Gölü Batak Alanında İlkbahar'da Meydana Gelen Su Baskınları (2022 Yılı Nisan Ayı)

Tarım alanlarını işgal eden bu sular, bazı yıllar yaz aylarının sonuna kadar bölgede kaldıkları görülmektedir (Foto 1.111 a-b). Eski Gavur Gölü Bataklık alanında tarımsal açıdan en önemli sorunları drenaj sorunu ve organik topraklarda görülen yangınlar oluşturmaktadır. Drenaj kanallarındaki eğimin çok az olması bataklık alanından suyun tahliye edilmesi işlemini zorlaştırmaktadır. Öyleki bazı dönemlerde drenaj kanalları akış yönünün tersine çalıştığı durumlar da ortaya çıkmaktadır. Kurutma kanallarının tersi yönde çalıştığı dönemlerde köylüler tarafından bu kanalların önü toprak setlerle kapatılarak yağış sularının bataklık sahasına doğru hareketi engellenmektedir. Ayrıca özellikle yaz mevsiminde kurutma kanalı içerisindeki sular çiftçiler tarafından pompalar yardımıyla alınarak tarım sulamada kullanılmaktadır.

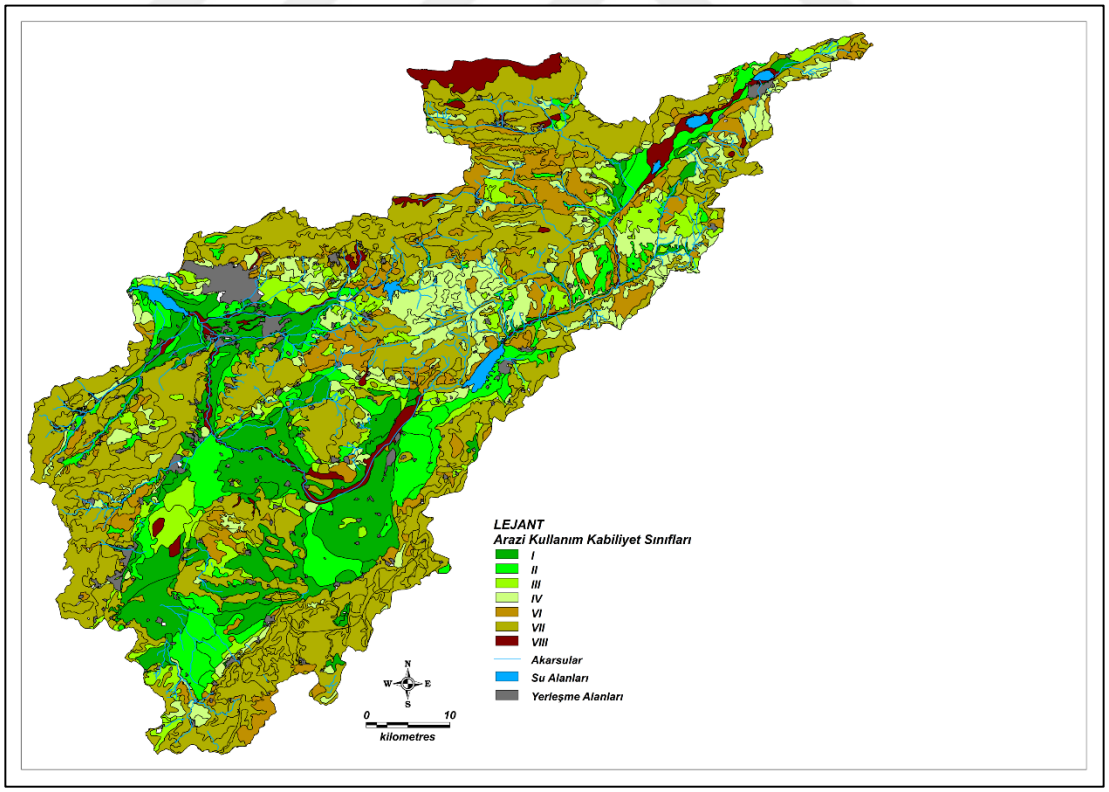
Gavur Gölü Bataklığı alanında kurutma işlemlerinin başladığı dönemde taban suyu kontrol edilmeden aşırı drenaj gerçekleştirilmesi sonucunda kurutulan alanlardaki organik topraklarda bulunduğu alanlarda sık sık yangınların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Kurutma işlemleri sonrası elde edilen organik toprakların bulunduğu alanlarda 846 hektar alanın tamamen yangına uğramıştır. Bu topraklarda meydana gelen yangınlar sonrasında 1 metre derinliğe kadar olan toprakların tamamen yandığı görülmüştür. Kurutma sahasında elde edilen organik toprakların % 30'u çıkan yangınlar sonucu yanmışlardır (DSİ, 1967:7).

1.6.2. Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıflaması

Bir bölgedeki toprak özellikleri çeşitli kurum ve kuruluşların ve çeşitli meslek gruplarının amaçlarına göre birçok farklı açıdan sınıflandırmaya ve yorumlamaya tabi tutulabilir. Bu sınıflandırmalardan ve yorumlamalardan biri de arazilerin daha çok tarımsal amaçlarla derecelendirildiği *"arazi kullanma kabiliyet sınıflama"* şeklidir. Bu sınıflamada "kabiliyet" ifadesi kültür bitkileri için uygulanan toprak idare sistemlerine neredeyse aynı karşılığa denk gelen toprakların bir arada gruplandırmasını temsil eder. Arazi kabiliyet sınıflandırmasında arazideki tarımsal üretimdeki zarar ve sınırlamalar, erozyon durumu, yaşlık ile kök bölgesindeki toprak sınıflandırması ve iklim özellikleri dikkate alınmaktadır. Ancak bu sınıflandırma da iklim özellikleri değerlendirme dışında bırakılmıştır. Tüm bu özellikler üzerinden yapılan değerlendirmeler sonucunda

8 adet Arazi Kullanma Kabiliyet sınıfı belirlenmiştir. Bu sınıfların (I, II, III, IV. sınıflar) ilk dört sınıfını iyi bir toprak yönetimi altında bölgeye adapte olmuş kültür bitkileri ile orman, mera ve çayır bitkilerinin iyi bir şekilde yetiştirilme imkanı olan arazileri oluşturur. Diğer yandan V, VI ve VII. sınıflar ise bölgeye adapte olmuş yerli bitkilerin yetiştirilmesine elverişli arazilerdir. Bu sınıflar içerisinde V. ve VI. sınıflarda bazı toprak ve su koruma önlemleri alındığı takdirde bazı özel bitkilerin de yetiştirilmesi mümkündür. VII. sınıf arazilerde çok pahalı ıslak çalışmaları yapıldığı takdirde bu sınıftaki arazilerde de ürün elde edilebilir olsa da ekonomik olarak pek uygun değildir. VIII. sınıf araziler ise daha çok yaban hayatının gelişmesi ve dinlenme amaçlı alanlar olarak kullanılması uygun alanlardır (Kahramanmaraş İli Arazi Varlığı Raporu, 1997:26).

Aksu Çayı Havzasının Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıflarına göre arazi sınıflarının dağılışları harita 1.51'de verilmiştir.



Harita 1. 51: Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıflamasına Göre Aksu Çayı Havzasının Arazi Sınıflarının Dağılışı. (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir).

Arazi Kabiliyet Kullanım Sınıflarının bir bölgedeki dağılımları tamamen o bölgenin coğrafik özelliklerine göre çeşitlilik gösterir. Çünkü arazi kabiliyet sınıflamasında jeolojik, jeomorfolojik, klimatik, hidrolojik, bitki örtüsü ve beşeri faktörler gibi çok çeşitli faktörlerin etkisi altında gelişen şartlara göre oluşur. Bu yüzden bu arazi sınıfları coğrafi şartlara göre şekillendiğinden dağılımları da karmaşıktır. Örneğin tarımsal açıdan en verimli I. sınıf araziler ile en verimsiz olan VIII. sınıf araziler yan yana yer alabilir (Foto 1.112).



Foto 1. 112: Türkoğlu-Kılılı Mahallesi Yakınlarında Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıflarına Ait Bazı Örnekler

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli Arazi Varlığı Raporlarına göre Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıflarına göre arazi özellikleri genel olarak şöyledir:

Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıflamasına göre I. sınıf araziler genel olarak topografyanın düz ya düze yakın olduğu su ve rüzgar erozyonu etkileri yok denecek azdır. Bu sınıftaki toprakların derinliği fazla ve drenaj durumları ise genel olarak iyidir. Bu arazilerde taşlık, tuzluluk ve sodiklik gibi sorunlar yoktur. Su tutma kapasiteleri yüksek olan bu arazilerde tarımsal verimlilikleri oldukça iyi olup gübreleme işlemlerine çok iyi cevap verirler. İşlenmesi oldukça kolay verim açısından da oldukça iyi olan bu topraklar çok çeşitli bitkilerin yetiştirilmesine uygun topraklardır. Genel

olarak havza içerisindeki ovalık alanlarda yer alan alüvyal toprakların bulunduğu alanlar yayılış gösteren bu toprakların havza içerisinde kapladığı alan % 14,9'dur (Harita 1.51). Havza içerisindeki Maraş Ovası, Narlı Ovası ve Türkoğlu Ovası arazileri havza içerisindeki başlıca I. sınıf arazileri oluşturur (Foto 1.113 a-b). I. sınıf araziler tarımsal açıdan son derece öneme sahip alanlar olmasına rağmen günümüzde bu araziler üzerinde en büyük tehdit şehirleşmedir. Tarım arazileri üzerinde konut ve fabrikaların yapılması ve zaman içerisinde Kahramanmaraş şehir merkezinin Maraş Ovası'na doğru yönelmesi tarımsal açıdan son derece önemli topraklar betonlaşmanın etkisi ile elden çıkmaktadır (Foto 1.113-c-d).



Foto 1. 113: Birinci Sınıf Araziler ve Üzerinde Kurulmuş Olan Fabrikalar ve Konutlar

II. sınıf arazilerdeki topraklar ise I. sınıf arazilere göre hava ve su ilişkilerini iyileştirmek için bazı koruma uygulamaları gerektiren topraklardır. Dikkatli bir toprak yönetimi gerektiren bu arazilerdeki tarımsal üretim üzerindeki sınırlamalar ve çözümü için yapılması gereken uygulamalar kolayca halledilebilir durumdadır. Bu arazilerde görülen sorunların başında hafif eğim, orta derecede su ve rüzgar erozyonu, idealden biraz daha az toprak derinliği, hafiften orta dereceye kadar değişen tuzluluk, ara sıra görülen taşkın zararları ile basit drenaj uygulamaları ile ortadan kaldırılabilecek orta

derecede yaşlık problemi gibi durumlar görülür. Bu sınıftaki araziler, çiftçilere I. sınıftaki arazilerden daha az geniş bir bitki seçimi imkanı sunar. Ayrıca bu topraklar üzerinde iklimsel bazı sınırlandırmalar da görülebilir (Foto 1.114).Havza içerisine genellikle I. sınıf arazileri oluşturan ovalık alanların kenar kesimlerinde görülen bu arazilerin havzadaki toplam oranı ise % 10,5'dir (Harita 1.51). Bu arazilerde kültür bitkileri, çayır ve orman olarak kullanılabilirler.



Foto 1. 114: Kurtlar Köyü'nün Doğusunda Maraş Ovası Çevresinde Görülen II. Sınıf Araziler

III. sınıf arazilerdeki sınırlamalar ve genel olarak II. Sınıf arazilere göre daha fazladır. Kültür bitkileri için kullanıldıklarından bu arazilerde koruma önlemlerini uygulamak ve bu önemleri sürdürmek genellikle zordur. Bu araziler de kültür bitkileri, çayır ve orman olarak kullanılabilirler. Ancak bu arazilerde ortaya çıkan sınırlamalar ürün miktarını, ekim, dikim ve hasat zamanını ve bitki seçimlerini sınırlandırır. Bu arazilerde görülen başlıca sıkıntılar, orta derecede eğim, şiddetli su ve rüzgar erozyonu veya geçmişteki şiddetli erozyonların ters etkileri, ürünlere zarar veren sık taşkınların yaşanması, toprağın alt katların görülen düşük geçirgenlik, drenajdan sonra bir süre devam eden göllenme, düşük nem tutma kapasitesi ve kolayca düzeltilemeyen verimlilik ile orta derecede sodiklik ve tuzluluk problemleridir. Havza içerisinde parçalı bir dağılış gösteren bu sınıfa giren arazilerin oranı havzadaki oranı % 7,4'tür (Harita 1.51).

IV. sınıf arazilerin toprakları III. sınıftaki arazilere göre kısıtlılık daha fazla olup, bitki seçimi ise çok daha sınırlıdır. Bu sınıftaki toprakla sadece birkaç bitki için uygundur ve uzun sürede girdilere göre elde edilen verim düşüktür. Bu sınıftaki

arazilerde dik eğim, şiddetli su ve rüzgar erozyonuna maruz kalma, geçmişteki şiddetli erozyonların etkileri, düşük nem tutma kapasitesi, sık sık yaşanan ve ürünlere zarar eren taşkınlar, drenajdan sonraki su göllenmeleri ve aşırı yaşlılık ile şiddetli erozyon ve sodiklik problemlerinden dolayı bu arazilerdeki kültür bitkilerinin yetiştirme imkanlarını önemli ölçüde sınırlandırır. Havza içerisindeki bu toprakların oranı % 10,6'dır (Harita 1.51).

V. sınıf araziler yetişmesi mümkün olan bitki çeşitliliğini oldukça kısıtlayan sınırlamalar vardır. Bu sınıftaki arazilerde topraklar genellikle düz alanlarda görülür ve topraklar yaştır. Bunun yanında sık sık sel basmaları ve taşlılık ise diğer görülen önemli problemlerden bazılarıdır. Bu sınıftaki araziler sık sık taşkınların yaşandığı ve normal kültür bitkilerinin yetişmesine engel olan taban araziler, düz ve düze yakın taşlı ve kayalı topraklar, drenajın kültür bitkisi yetişmesi için uygun olmadığı ancak toprakların ot ve ağaç yetiştirmeye uygun olduğu göllenme alanlardan oluşur. İl Arazi Varlığı Raporlarına ait toprak haritalarında havza içerisinde bu sınıfa ait arazilerin verilmediği görülmüştür (Harita 1.51).

VI. sınıf araziler; dik eğim, ciddi erozyon zararları, geçmişteki erozyonların etkileri ile taşlılık, sığ kök bölgesi, aşırı yaşlılık ve ya taşkınlar, düşük nem tutma kapasitesi ile tuzluluk ve sodiklik gibi sorunları olan arazilerdir. Bu söz konusu sınırlandırmalardan biri veya birkaçı nedeniyle bu topraklar kültür bitkilerinin yetiştirilmesine uygun değildir. Bu toprakların bulunduğu alanlar daha çok mera, çayır ve orman olarak kullanılmaya uygun arazilerdir. Bu sınıfa giren toprakların fiziksel şartları gerektiğinde kireçleme, tohumlama, gübreleme, kontur karıkları ile drenaj saptırma yapıları ile su dağıtıcıları ve su kontrolü gibi çayı ve mera iyileştirmelerinin uygulanmasını kolay kılar. Havza içerisinde bu sınıfa giren arazilerin oranı % 10'dur (Harita 1.51). Bu sınıfa giren toprakların fiziksel şartları gerektiğinde tohumlama, gübreleme, kireçleme, kontur karıkları ile drenaj saptırma yapıları ile su dağıtıcıları ve su kontrolü gibi çayı ve mera iyileştirmelerinin uygulanması zor olan arazilerdir. Bu arazilerdeki en önemli sınırlandırmalar; çok dik eğim, erozyon, sığ toprak, taşlılık, yaşlık ile tuzluluk ve sodikliktir. Bu sınırlandırmalardan dolayı bu sınıfa giren arazilerde kültür bitkisinin yetiştirilmesi mümkün değildir. Bu araziler, uygun bir toprak yönetimi ile mera veya orman olarak kullanılması uygun alanlardır. VII. sınıf

araziler havza içerisinde % 43 oran ile kapladığı alan olarak en yaygın görülen arazilerdir (Harita 1.51). Havzanın önemli dağlık kesimlerini oluşturan Ahır Dağı, Öksüz Dağı, Engizek Dağı, Erince Dağı, Kandil Dağı, Sakarkaya Dağı gibi bölgelerde bu arazileri yoğun olarak görmek mümkündür (Foto 1.115).

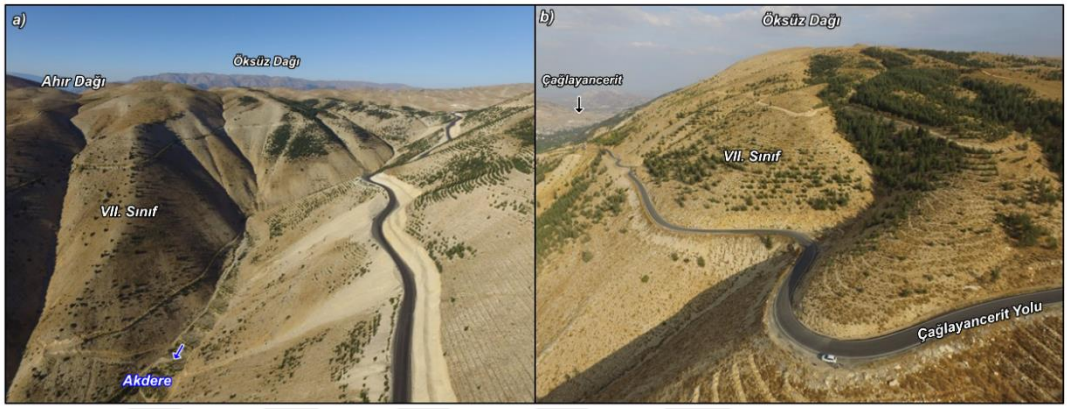


Foto 1. 115: Ahır Dağı ve Öksüz Dağı'nda Görülen VII. Sınır Araziler

VIII. sınıf arazilerde ise kültür bitkileri, otlak veya ağaçlar için yapılacak olan amenajman çalışmaları maliyetlerinden daha yüksek getirisi olmayan alanlardır. Bu sınıftaki arazilerde görülen başlıca sınırlandırmalar erozyon zararları, yaş toprak, düşük nem tutma kapasitesi, taşlılık ile tuzluluk ve sodikliktir. Bu sınırlandırmalar düzeltilemeyecek kadar yüksek düzeydedir. Genellikle kayalıklar, ırmak yatakları, eski maden sahaları, kumsallar ve çıplak kayalık alanlardır (Harita 1.51). Havza içerisinde VIII. arazilere ait bazı alanlar foto 1.116'da verilmiştir.

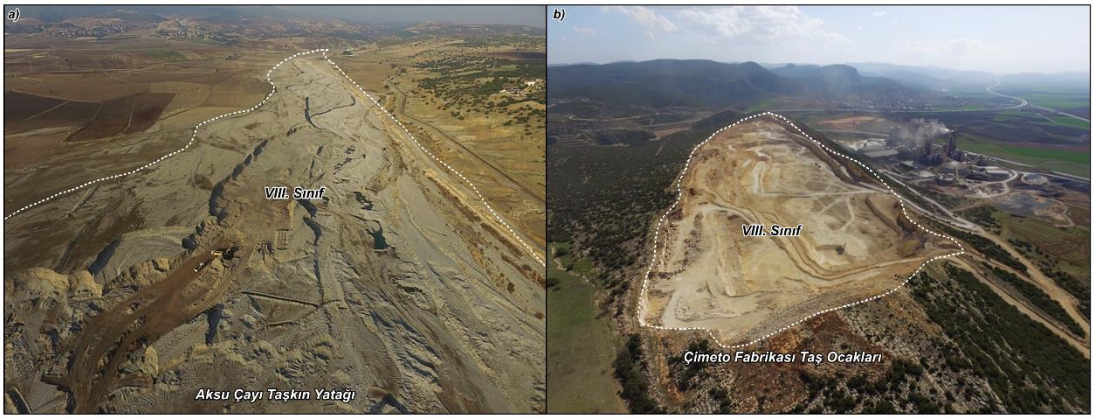


Foto 1. 116: Eski Narlı Yakınlarında Yer Alan Aksu Çayı Taşkın Yatağı (a) ve Karabıyıklı Köyü Yakınlarında Faaliyet Gösteren Taş Ocakları (b)

VIII. sınıf arazilerde tarımsal açıdan ekonomik anlamda pek getirisi olmayan ve daha çok yaban hayatının ve insanlar tarafından dinlenme amaçlı kullanılabilir alanlardır. Bu sınıfa giren arazilerin havza içerisinde kapladığı oran % 3,6'dır.

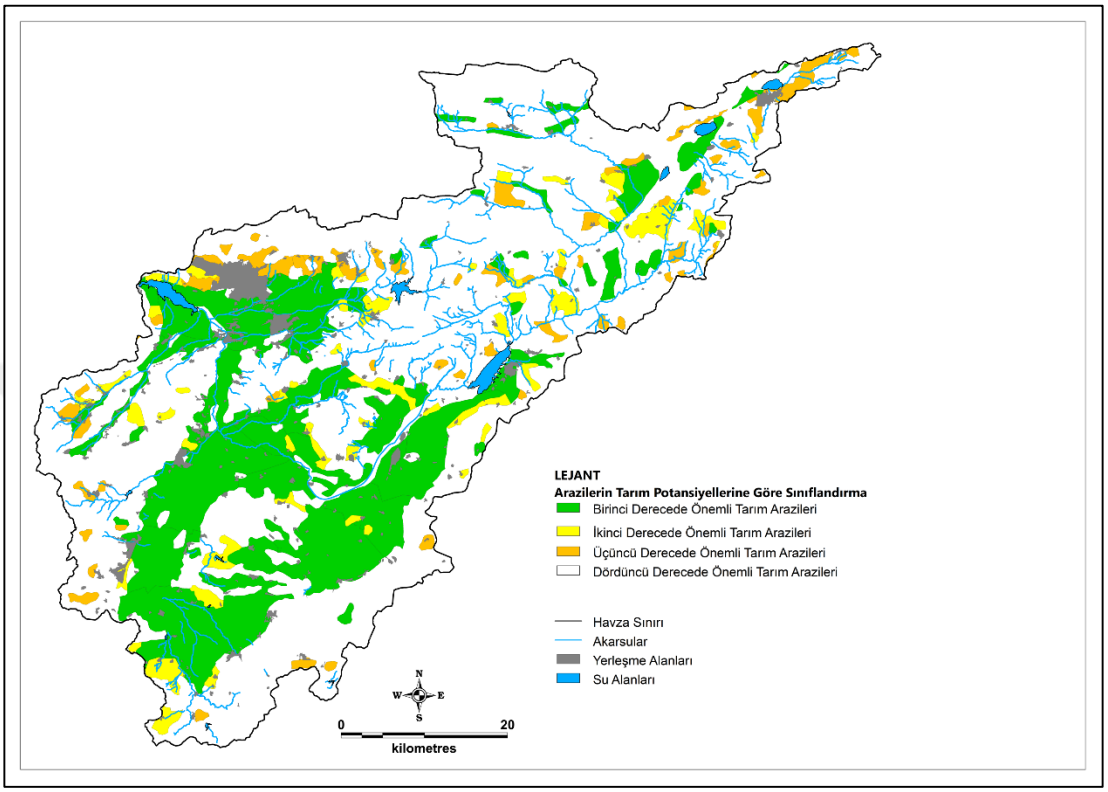
Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıflamasına göre I. ve IV. sınıflar arasında yer alan araziler işlemeli tarıma elverişli arazileri oluştururken V. ve VII. sınıf arasındaki araziler ise işlemeli tarıma elverişsiz arazileri oluşturmaktadır. VIII. sınıf araziler genellikle tarıma elverişsiz arazileri oluşturmaktadır. Buna göre Aksu Çayı Havzası'ndaki arazilerin % 43,4'ü işlemeli tarıma elverişli iken % 53'ü ise işlemeli tarıma elverişsiz arazilerden oluşmaktadır. Diğer yandan VIII. sınıfa giren ve tarıma elverişsiz araziler ise % 3,6'dır.

Arazi kabiliyet sınıflamasında temel amaç doğal dengenin korunarak araziden en fazla fayda sağlanması amacıdır. Bu sınıflamada genel olarak iklim koşulları, toprak derinliği, verimliliği, yer şekilleri özellikleri gibi birçok hususların dikkate alınması gerekir (Atalay, 2004b:24). Dolayısıyla arazi kabiliyet sınıflaması bir havza bazında su yönetimi açısından düşünüldüğünde havza içerisinde işleyen doğal etken ve süreçlerin dikkate alınmasını ve bu süreçlere olumsuz anlamda müdahaleyi engeller. Aksu Çayı Havzası'nda özellikle tarım ve hayvancılıkla geçimlerini sürdüren köylerin bulunduğu alanda çiftçilerin tarımsal faaliyetleri yerine getirirken arazilerin çoğunluğunda Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıflaması özelliklerinin dikkate alınmadığı görülmektedir. Örneğin orman veya mera olarak kullanılması gereken yerlerde tarımsal üretim yapmak, işlemeli tarıma elverişli olmayan bu arazilerde işlemeli tarım faaliyetleri yaparak bölgede erozyonu artıran ve doğal dengeyi bozan bazı uygulamalar görülmektedir. Ayrıca havza içerisinde yer alan tüm arazi sınıflarında erozyon ve taşkın zararları ve tuzluluk ile sodiklik sorunları önemli sorunlardır. Bu sorunların ortaya çıkması veya çözümünde su yönetimi oldukça önemlidir. Dolayısıyla havzada söz konusu arazi sınıflarına uygun olarak arazi kullanımının gerçekleştirilmesi hem toprak, hem de su yönetimi hem de bölgenin tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliği açısından da büyük önem arz etmektedir.

1.6.3. Arazilerin Tarım Potansiyellerine Göre Sınıflandırılması

Arazilerin tarımsal potansiyellerine göre sınıflandırılmasında toprak özellikleri topografya ve iklim şartları ile mevcut sulama durumu ve arazilerin kullanım şekilleri dikkate alınarak yapılmıştır. Bu sınıflamaya göre 4 farklı sınıf belirlenmiştir. *"Birinci derecede önemli tarım arazileri"* mutlak tarım arazilerini oluşturur. Bu sınıftaki araziler fundalık ve ormanlar dışında kalan arazi kabiliyet kullanma sınıfına göre I. ve II. sınıf araziler ile diğer sınıflar içerisindeki yeterli sulama imkanına sahip olan arazileri kapsamaktadır. Bu arazilerde çeşitli bitkilerin yetişmesi için gerekli olan toprak derinliğine sahiptir. Bunun yanında toprak sıcaklığı ve toprak reaksiyonu kültür bitkilerinin yetiştirilmesine elverişli arazilerdir. Bu arazilerde topraklarda taban suyu ya hiç bulunmaz veya bitkilerin yetişmesine imkan verecek derinliktedir. Ayrıca bu toprakların geçirgenliği topraktaki sulamayı sınırlandıracak düzeyde az değildir. Toprak yüzeyinde toprak sürüm katına taşlılık ise % 10'un altındadır. Eğim oldukça az olmasına rağmen buralarda erozyon tarımsal üretimi etkileyecek düzeyde bir problem yaratmaz. *"İkinci derecede önemli tarım arazileri"* ise arazi kabiliyet sınıflamasında III. sınıf arazileri oluşturan ve yetersiz sulama imkânlarına sahip olmayan arazilerdir. Genellikle tahıl, baklagil, yağlı tohumlar ve endüstriyel bitkiler, yumrulu bitkiler ve meyve ile yem bitkilerin yaygın olarak yetiştirildiği topraklardır. *"Üçüncü derecede önemli tarım arazileri"* ne baktığımızda ise bu araziler arazi kabiliyet kullanma sınıflanmasında IV. sınıf ve sonraki sınıflardaki arazilerde tesis edilen bağ-bahçe ve özel ürünler arazilerini oluşturmaktadır. Genellikle havzada bu arazilerde antep fıstığı (Pistacia *vera*) ve zeytin (Olea *europaea*) yetiştirilmektedir. *"Dördüncü derecede önemli tarım arazileri"* ise genellikle sürüme elverişli olmayan ya da çok az elverişli olan bağ-bahçe ve özel ürün arazileri dışında kalan ve arazi kabiliyet sınıflamasına göre IV. sınıf ile VIII. sınıf araziler arasında kalan tüm sınıflarda orman arazilerinin tamamı bu gruba girerler. Genellikle ormanlar ve fundalıklar ile kaplı olan herhangi bir sulama imkanı bulunmayan ve ayrıca bağ-bahçe ve özel bir ürün tesis edilmeyen tüm alanlar bu sınıfa girmektedir (Kahramanmaraş İli Arazi Varlığı Raporu, 1997:47).

Havzadaki arazilerin tarım potansiyellerine göre sınıfların dağılışları harita 1.50'de verilmiştir.



Harita 1. 52: Havzada Yer Alan Arazilerin Tarım Potansiyellerine Göre Dağılışı (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir.

Havzadaki arazilerin tarım potansiyellerine göre kapladıkları alan ve oranlar ise tablo 1.42'de verilmiştir

Tablo 1. 42: Aksu Çayı Havzasındaki Tarımsal Potansiyellerine Göre Arazi Sınıflarının Dağılış (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir).

	Toplam Alan (km²)	Oran (%)
I. Derecede Önemli Tarım Alanları	967	28.0
II. Derecede Önemli Tarım Alanları	175.4	5.1
III. Derecede Önemli Tarım Alanları	148.8	4.3
IV. Derecede Önemli Tarım Alanları	2028.3	58.7
Yerleşme Alanı	109.5	3.2
Su Alanı	28	0.8
Toplam	3457	100.0

Havza içerisinde arazilerin tarımsal potansiyellerine göre sınıfların dağılış oranlarına bakıldığında havzada yaygın olarak görülen sınıfın % 58,7 ile *"IV.*

Derecede Önemli Tarım Alanları" olduğu görülmektedir. Yaklaşık 2028,3 km^2'lik bir alan kaplayan bu arazilerin havza içerisindeki oranı düşünüldüğünde havzanın önemli bir bölümün tarımsal anlamda pek bir getirisi olmayan arazilerden oluştuğu görülmektedir. Havzada kapladığı alan bakımından ikinci en yaygın olarak görülen diğer sınıf ise % 28 mutlak tarım arazilerini oluşturan *"I. Derecede Önemli Tarım Alanları"* oluşturur. Bu sınıftaki araziler havza içerisinde yer alan önemli ovalık alanlarda bulunan ve bölgenin ekonomisinde önemli bir yere sahip olan arazilerdir. Özellikle yılda iki verim alınan bu arazilerde buğday, mısır ve pamuk, mısır gibi ürünler yetiştirildiği görülür. Havzada diğer sınıfların dağılış oranlarına bakıldığında % 5,1 ile "*II. Derecede Önemli Tarım Alanları"* ve % 4,3 ile *"III. Derecede Önemli Tarım Alanları"* olduğu görülmektedir. Havza içerisinde sulama imkanlarının gelişmesi ile bu sınıf oranlarının gelecekte değişebileceğini unutmamak gerekir. Dolayısıyla su yönetimi bir havzadaki arazi kullanma kabiliyet sınıf oranlarını belirlemesi açısından da önemlidir. Arazi kullanma kabiliyet sınıflaması içerisinde "*II. Derecede Önemli Tarım Alanları"* yetersiz sulama imkanlarına sahip olması nedeniyle sulama ile ilgili yapılacak planlamalarda bu bölgelere öncelik verilmesi tarımsal üretim açısından önemlidir (Harita 1.52-Tablo 1.42).

1.6.4. Erozyon Özellikleri

Hidrolojik sistem olarak düşünüldüğünde bir akarsu havzası, başlıca girdinin yağış ve çıktının ise akım olarak ele alındığı açık bir sistem şeklinde havzaların çıkışında tek çıktı akım değildir. Çünkü akarsular meydana getirdiği yüzeysel akış ile birlikte taşıdığı suların yanında aynı zamanda havzadan sağladığı bazı sedimentler ve kimyasal maddeler de taşırlar (Strahler, 1964; Akt: Görcelioğlu, 1982:7). Bu yüzden bazı çalışmalarda akarsu havzası: "Suyu, sedimenti ve çözünmüş malzemeleri ortak bir çıkışa doğru tahliye eden alan" olarak tanımlandığı görülür (Fitzapatric, 2017:44-1). Dolayısıyla bir akarsu havzası içerisinde sürekli yer değiştiren yalnızca su değil, beraberinde toprağı da taşıdığı anlaşılmaktadır. Toprağın bu şekilde akarsular tarafından aşındırılması ve başka bir ortama taşınması olayına ise "erozyon" denir. Daha genel bir tanımla erozyon; su, rüzgar, buzul, yerçekimi ve dalga ile yeryüzünün aşınması olayıdır. Doğal koşullar altında kendiliğinde gelişen erozyona "*jeolojik erozyon"* adı verilir. Bu erozyon sürecinde oluşan toprak ile taşınan toprak arasında

genel olarak bir denge vardır. Fakat insan faaliyetleri sonucu gerçekleşen yanlış arazi kullanımı, bitki örtüsünün tahribi ile oluşan erozyona ise *"şiddetli erozyon"* veya *"toprak erozyonu"* adı verilir (Atalay, 2004b:148).Erozyon üzerinde çok çeşitli faktörlerin etkisi vardır. Örneğin iklim, jeolojik, jeomorfolojik, bitki örtüsü, toprak ve beşeri faaliyetler gibi faktörlerin erozyon üzerinde ayrı ayrı etkileri vardır. Bunlar içerisinde insanların yanlış arazi kullanımı erozyonu artıran önemli bir sebeptir. Bu bağlamda ele alındığında erozyon, insan kontrolünde olan doğal bir süreç olarak tanımlanabilir (Erkal ve Taş, 2013:109). Erozyon gerek insanlar gerekse toplumlar açısından ekonomik ve ekolojik açıdan önemli etkileri olan bir olaydır. İnsanların doğal çevre üzerindeki olumsuz müdahaleleri sonucunda gün geçtikçe hız kazanan ve büyük boyutlara ulaşan erozyon, karmaşık bir olaydır. Erozyonun önlenmesi ya da başka bir ifadeyle normal düzeylere indirilebilmesi büyük emek ve harcamalar gerektiren işlemlerdir (Görcelioğlu, 1982:2). Bu anlamda erozyonun insanlar ve doğa açısından zararlar çok eski tarihlerden beri bilinmektedir. Örneğin erozyon tehlikelerine ilk dikkat çeken kişi, aynı zamanda toprak bilimi, pedolojinin de kurucusu olan Dokuchaev (1877) olmuştur. Daha sonra erozyon üzerine ilk deneysel çalışmalar ise Wollny (1895), Kozmenko (1909-1910) , Bennett ve Chapline (1928) tarafından gerçekleştirildi (Zachar, 1982:11). Bu çalışmalardan günümüze gelene kadar süreç içerisinde gerek arazide doğrudan ölçümler gerekse laboratuvar ortamında uygulanan yöntemler ve matematiksel modellemelerle yapılan erozyon ile ilgili çalışmalarda oldukça önemli bir artış olmuştur. Bu anlamda erozyon ile ilgili geliştirilen yöntemlerde çeşitlilik de oldukça artmıştır. Erozyon ile ilgili yapılan çalışmalarda erozyon bölgesinin bazen iklimine bazen yer şekillerine bazen de bitki örtüsü ve toprak özellikleri üzerinde durulduğu görülür. Bu yüzden erozyon çalışmalarının ele alınış biçimi ve erozyonun çeşidine göre erozyon çalışmalarında farklı yöntemler kullanılabilmektedir (Demir ve Yıldız, 2014:368).

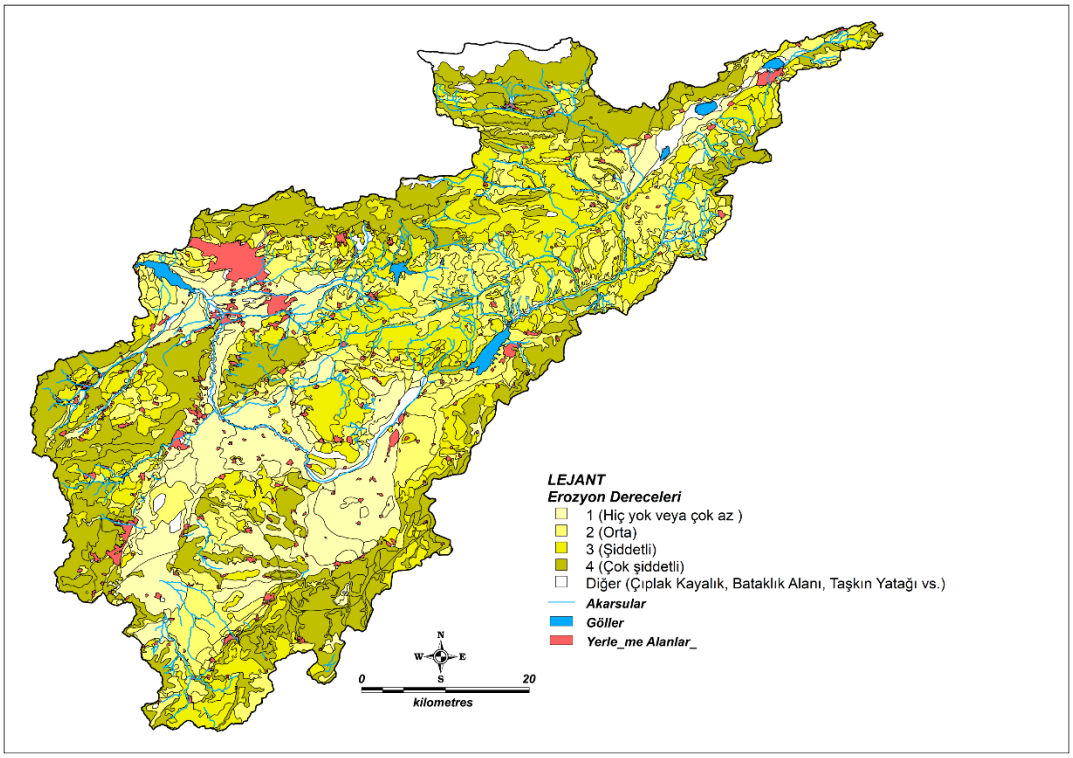
2019 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan *"Ulusal Erozyon Değerlendirme Sisteminin Doğal Kaynak Planlama Çalışmaları ile Entegre Edilmesi Çalıştayı Sonuç Bildirgesi'nde*" erozyon; günümüzde toprak kaynaklarını tehdit eden en ciddi küresel problemlerden biri olduğu belirtilmiştir (TOB, 2019). Aynı bildirgede yoğun nüfus artışı ile gelişen kentleşme ve yanlış arazi kullanımı ile

bunun yanında iklim değişikliğinin etkisi ile yağışların şiddetinde meydana gelen artışlar ve doğal ekosistem ve bitki örtüsünün insan eliyle tahrip edilmesinin erozyon alanlarının artmasına neden olduğunun altı çizilmiştir.

Toprak, bitkilerin yaşamını sürdürebilmesi için gerekli olan en önemli doğal kaynaklardan biridir. Ayrıca günümüz şartlarında tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi, mineral açısından zengin ve azçok derin toprakların varlığına bağlıdır. Günümüzdeki yanlış arazi kullanımı toprak ve su arasında bulunan doğal dengeyi bozan bir etkiye sahiptir (Pektezel, 2015:133). Erozyon, zaman içerisinde çok yavaş bir şekilde gelişen aşınma ve taşınma olaylarının yanında ayrıca kirletme potansiyeli de olan jeomorfolojik bir süreçtir. Örneğin gübre kullanılan tarım alanlarında erozyon sonucunda içerisinde kimyasallar barındıran toprakların bulunduğu alanlardan aşındırılması ile içerisindeki fosforun yüzey sularına ulaştığı alanlarda ötrofikasyona neden olur (Gönenç, 2006:100). Ayrıca su yönetiminde önemli yere sahip olan barajların su rezervuarlarının bulunduğu alanlara erozyon ile taşınan rüsubat malzemelerinin beklenenden fazla olması durumunda barajların ekonomik ömrünün beklenenden daha kısa olmasına neden olur (Kalkan, 2018:1164). Bu durum gerek içme-kullanma suyu ve gerek tarımsal sulama hizmetleri ve enerji üretimi üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Demir ve Biroğlu, 2018:1247). Gerek sulama, gerekse enerji üretimi ve taşkın kontrolü gibi birçok farklı amaçla inşa edilmiş olan barajlar ekonomik yönden çok büyük maliyetler gerektiren yapılardır. Bu yüzden erozyon sonuçları bakımından ekonomik açıdan etkileri de büyüktür.

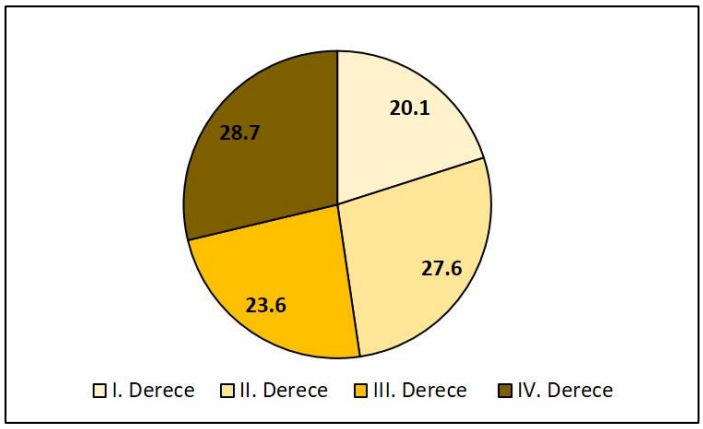
Erozyon; nedenleri, çeşitleri ve sonuçları bakımından oldukça karmaşık ve geniş kapsamlı ele alınması gereken süreçtir. Bu yüzden herhangi bir bölgede erozyon olayının incelenmesinde o bölgenin tüm doğal ve beşeri bileşenlerin ayrı ayrı ortaya konulması ve üzerinde kapsamlı çalışmaların yapılması gerekir. Bu çalışmada havza içerisinde erozyona neden genel sebepleri üzerinde durulmuş olup havzanın erozyon durumu hakkında genel durum tespitleri yapılmış ve erozyonun havzadaki su yönetimi açısından etkileri değerlendirilmiştir. Aksu Çayı Havzası kendi içerisinde iklim, jeolojik, jeomorfolojik özellikler ile bitki örtüsü, toprak ve arazi kullanım özelliklerine göre erozyon derecelerinin konumsal dağılış durumu da farklılık gösterir.

Aksu Çayı Havzası'nda görülen arazilerin erozyon derece sınıflarına göre dağılışı harita 1.53'te verilmiştir.



Harita 1. 53: Aksu Çayı Havzasında Görülen Erozyonun Derece Sınıflarına Göre Dağılışı (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir).

Aksu Çayı Havzası'nda erozyon derecelerine göre sınıfların dağılış oranları grafik 1.55'te verilmiştir.



Grafik 1. 55: Aksu Çayı Havzası'nda erozyon derecelerine göre sınıfların dağılış oranları (%) (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Adıyaman (1982), Gaziantep (1992), K.Maraş (1997) İli 1/100 000 Ölçekli Arazi Varlığı Haritalarına Göre Düzenlenmiştir).(Yüzde oranlar yerleşme ve su alanlarının dışında kalan araziler üzerinden hesaplanmıştır).

Havza içerisinde I. derecede erozyon sınıfları genel olarak havza içerisinde yer alan düz ve düze yakın alanlardaki bölgelerde görülür. Genellikle havza içerisinde Maraş Ovası, Narlı Ovası ve Türkoğlu (Sağlık) Ovası gibi alanların olduğu alanlar erozyonun ya hiç olmadığı ya da çok az olan I. derece erozyon alanlarının görüldüğü yerleri oluşturur (Harita 1.53). Havza içerisinde bu alanların oranı % 20,1'dir (Grafik 1.55).

Havza içerisinde ovalık alanlardan dağlık alanlara geçildikçe eğimin artmasına bağlı olarak erozyon derecelerinin de arttığı görülmektedir. Ovalık alanların hemen kenar kesimlerinden itibaren eğimin görece ovalık alanlara göre biraz daha fazla olduğu yerlerde orta derecede erozyonun görüldüğü II. derece erozyon alanlarını yer alır. II. derece erozyon alanlarının havza içerisindeki kapladığı oran % 27,8'dir. Havza içerisinde şiddetli erozyon alanlarını oluşturan III. derece erozyon alanları havza içerisinde % 23,6'lik bir alan kaplarken öte yandan çok şiddetli erozyon alanlarını oluşturan IV. derece erozyon alanları ise havza içerisinde % 28,7'lik bir alan kaplar (Grafik 1.55). Havzanın geneli düşünüldüğünde havzanın % 52,3'ünde şiddetli ve çok şiddetli erozyon alanı olduğu görülmektedir.

Eğimin % 15'e kadar olduğu alanlar genel olarak erozyon açısından az sorunlu alanlar olduğu kabul edilir (Gönenç, 2006:101). Buna göre havza genelinin eğim değerlerine bakıldığında havzanın % 30'unun eğim değerlerinin % 15 üzerindeki alanlardan oluşmaktadır. Havzanın genel ortalama eğimi ise % 22 olarak hesaplanmıştır. Ancak eğim değerlerinin yanında bitki örtüsünün tahrip edilmesi ve yanlış arazi kullanımları havzada erozyonu artıran diğer önemli sebepler olduğu görülmektedir.

Havza içerisinde özellikle yüksek ve eğimli sahaların yer aldığı dağlık alanları oluşturan kuzeyde Ahır Dağı, Engizek Dağı, Öksüz Dağı, Kandil Dağı, Çataldağ ve Sakarkaya Dağları ile Erince Dağı gibi alanlarda eğimin yüksek ve bitki örtüsünün zayıf ya da hiç olmadığı alanların varlığı nedeniyle buralar erozyonun en şiddetli görüldüğü alanları oluşturur. Dağlık alanlardan eğimin etkisi ile hızlı bir şekilde akarsulara karışan dereler yamaçlarda derin oyuntu erozyonları meydana getirir. Bu sebepler buralar havza içerisinde en önemli sediment üretim alanlarını oluşturur.

Ahır Dağı yamaçları Orta Eosen kireçtaşı, killi kireçtaşları (Tmt) birimlerinden oluşmaktadır. Bu birimlerde geçirgenlik oranı % 25 olup, oldukça düşüktür. Bu yüzden Ahı Dağı yamaçlarında yer alan Keklik Dere havzası erozyonun en şiddetli olduğu alanlardan birini oluşturur. Bu havzada eğim değerleri oldukça yüksek ve bitki örtüsünün zayıf olmasından dolayı şiddetli erozyon görülür (Foto 1.117-a). Bazı alanlarda eğim değerleri bölgede ağaçlandırma çalışmalarını kısıtlayacak düzeyde yüksektir (Foto 1.117-b).

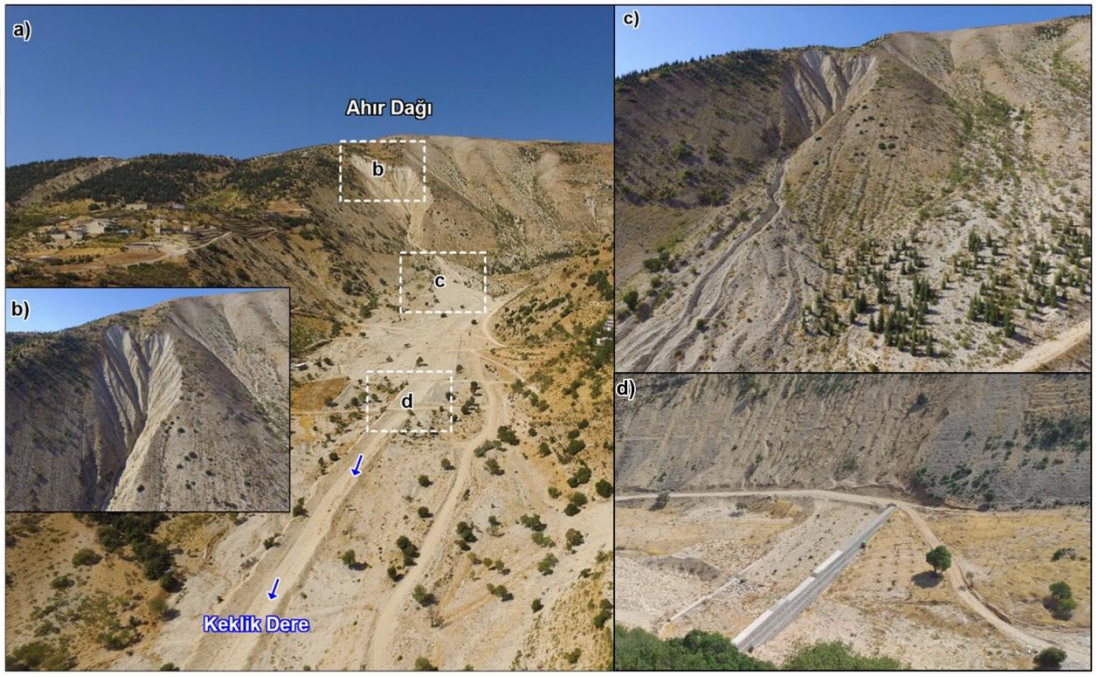


Foto 1. 117: Keklik Dere Mevkiinde Görülen Şiddetli Erozyon Alanları

Ahır Dağı'nın yüksek ve eğimli yamaçlarından Keklik Dere vadisinin tabanına gelen malzemeler, vadi tabanlarında yer alan birçok bağ-bahçe tarım yapılan alanların da rüsubatla işgal edilmesine neden olmuştur. Ahır Dağı'nın yüksek zirvelerinin ve eğimli yamaçların bulunduğu alanlarda özellikle kış mevsiminde uzun süre kar altında kalan bu alanlar özellikle ilkbahar mevsiminde havaların ısınmasına bağlı olarak kar erimelerinin de etkisi ile iyice gevşeyen malzemeler eğimin yüksek olmasına bağlı olarak vadi tabanlarına akmaktadır. Vadi yamaçlarında ağaçlandırma çalışmaları yapılmış ve sediment taşınımını durdurmak için vadi tabanlarında tersip bentleri inşa edilmiştir (Foto 1.117-d). Vadi tabanlarında da ağaçlandırma çalışmaları yapılmış

ancak yüksek ve eğimli yamaçlardan gelen malzemeler nedeniyle ağaçlandırma faaliyetlerinde pek başarı elde edilememiştir.

Keklik Deresi'nin vadi tabanında çok kalın bir rüsubat depoları yer almaktadır. Buralardaki malzemelerde gözeneklilik oldukça yüksek olması nedeniyle buralardaki yağış sularının çoğunluğu yeraltına sızarak akım daha çok yeraltından devam eder. Erozyonla taşınan ve vadi tabanında biriken kalın rüsubat depoları üzerinde bölge halkı tarafından yer yer tarım alanına dönüştürülerek buralarda zeytin ve ceviz yetiştiriciliği yapıldığı görülür (Foto 1.118).



Foto 1. 118: Keklik Dere Vadi Tabanında Biriken Rüsubat Depoları Üzerinde Yetiştirilen Ceviz ve Zeytin Bahçeleri

Ahır Dağı'nda şiddetli erozyonun görüldüğü alanlardan bir diğerini ise Akdere Havzası oluşturur. Akdere vadisinin yamaçları oldukça eğimli yamaçlarında oluşur. Akdere'nin kaynağını aldığı alanlar bazı yerlerde (Kaya Tepe 2008 m) 2000 metreye çıkar. Birçok yan koldan gelen suları da kendi bünyesinde toplayan Akdere güneybatı yöndeki akışına devam ederek 800 metre yükseltide Dereli Köyü yakınlarında Keklik Dere ile birleşir. Daha sonra Akdere olarak yoluna devam eder. Kahramanmaraş şehir merkezine giriş yapmadan önce vadi tabanında birkaç tersip bentleri bulunan Akdere yaklaşık 670 metrede kapalı kanala girer (Foto 1.119 a-b). Kahramanmaraş şehir merkezini boydan boya kapalı kanaldan geçerek güneyde Oklu Dere ismi ile 440 metre kotunda Maraş Ovası'nda Aksu Çayı'na bağlanır.



Foto 1. 119: Akdere Üzerinde Kurulan Tersip Bendi ve Akdere'nin Şehre Girişte Bağlandığı Kapalı Kanal Girişi

Akdere, kaynağını aldığı Ahır Dağı yamaçları oldukça dik eğimli ve bitki örtüsü açısından oldukça zayıf alanlardır. Aynı zamanda bu bölgelerdeki araziler Orta Eosen dönemine ait kireçtaşları ve killi kireçtaşları (Tmt) birimlerinden oluşur (Foto 1.120 a-b). Bu birimlerde geçirgenlik % 15 olup geçirgenlik oranı oldukça düşüktür. Tüm bu bileşenler havzada erozyon açısından dezavantaj oluşturan faktörlerdir. Bu nedenle Ahır Dağı yamaçlarından Akdere vadisi tabanına yoğun olarak rüsubat taşınımı gerçekleşir (Foto 1.120 c).

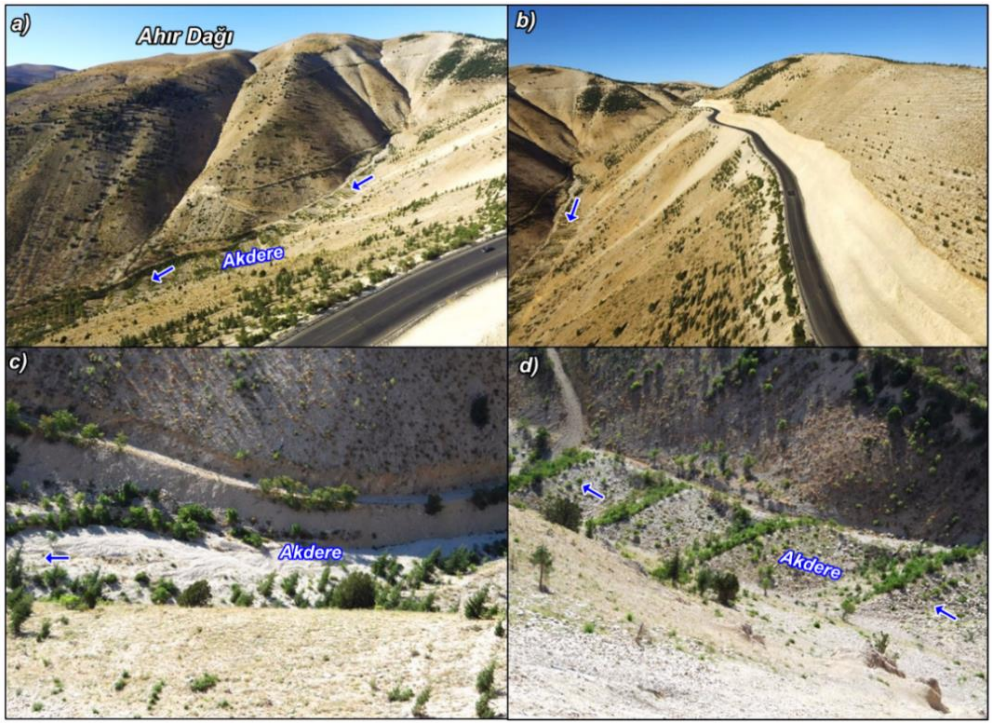


Foto 1. 120: Akdere Mevkiinde Görülen Şiddetli Erozyon Alanları ve Vadi Tabında Kurulan Bitki Setleri

Rüsubat taşınımını ve sel felaketlerini önlemek amacıyla Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü tarafından "Yeşil Kuşak Projesi" kapsamında Akdere Havzası Islah Çalışmaları yapılmış vadi tabanına bitkilerden oluşan setler oluşturulmuştur (Foto 1.120-d). Bitki setleri ile gerçekleştirilen bu ıslah çalışması ile vadi tabanlarında rüsubat taşınımı büyük ölçüde durdurulmuştur. Ancak yamaçlarda şiddetli erozyon faaliyetleri devam etmektedir.

Akdere Havzası jeomorfolojik yapısı nedeniyle şehir merkezi açısından büyük sel riski taşıyan bir bölgedir. Kahramanmaraş şehir merkezini etkileyen dereler içerisinde morfometrik analiz sonuçlarına göre en yüksek sel ve taşkın duyarlılığına sahip havzayı oluşturmaktadır (Sarıgül ve Turoğlu, 2020:12). Akdere Havzası'nda geçmişten günümüzde can ve mal kaybının yaşandığı birçok sel ve taşkın olayı yaşanmıştır. Havzada yaşanan en eski sel ve taşkın olayı kayı 1972 yılına aittir. Akdere Havzası ıslah çalışmaları kapsamında dikilen bilgi panosuna göre 1972 yılında Akdere yatağı içerisinde kurulmuş olan Dereli Köyü'nde yaşanan sel ve taşkın olayında 27 ev sel ile gelen rüsubatla dolmuş, 80 küçükbaş hayvan telef olmuş ve bu olay da 5 kişi ise hayatını kaybetmiştir (Foto 1.121). Sel felaketinden sonra Dereli köyünün yeri değiştirilmiştir.



Foto 1. 121: Akdere Islah Çalışmaları Bilgi Panosu ve 1972 Yılında Yaşanan Sel ve Taşkın İle İlgili Bilgiler

Akdere Havzası ıslah çalışmaları kapsamında dikilen bilgi panosuna göre Dereli Köyü'nde 15 Nisan 1972 yılında yaşanan sel felaketinde Dereli'yi etkileyen sel sel sularının % 40'ının rüsubat dolu olduğu belirtilmiştir. Ayrıca sel suları ile birlikte gelen 1 milyon 408 bin m^3 rüsubatın geldiği ve bu gelen malzemelerin 27 evi doldurarak kullanılamaz hale geldiği bildirilmiştir. Tüm bunlar bölgede o dönemde yaşanan erozyon şiddetini göstermesi bakımından önemlidir. Yine aynı şekilde sel felaketinin 15 Nisan tarihinde yaşanması ve sel olayının yaşandığı tarihte vadi tabanında 4-5 metre kar örtüsünün olduğu bilgisi de bulunmaktadır. Dolayısıyla yaşanan sel olayında kar erimelerinin de etkisinin büyük olduğu görülmektedir. Akdere Havzası ıslah çalışmaları kapsamında 1995-1997 yılları arasında Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğünün verilerine göre havzaya sedir, kızılçam, akasya, ceviz, badem, mahlep, kuşburnu, aylantus, kapari korunga ve çeşitli meyvelerden oluşan 2 milyon 433 bin adet fidan dikilmiştir (Foto 1.121). Yeşil Kuşak Projesi ile Akdere Havzası'nda yapılan bu ıslah çalışmaları ile sel felaketi büyük ölçüde önlenmiş olsa da havzada yer alan Ahır Dağı yamaçlarında görülen şiddetli erozyon olayları hala devam etmektedir.

Havza içerisinde şiddetli erozyonların görüldüğü bir diğer alanı ise Öksüz Dağı'nın bulunduğu alanlar oluşturur (Foto 1.122).



Foto 1. 122: Öksüz Dağı'nda Görülen Şiddetli Erozyon Alanları

Öksüz Dağı, Orta Eosen kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı (Tma) birimlerinden oluşur. Bu birimlerin geçirgenliği % 20 oranın da olup oldukça düşüktür. Litolojik olarak düşük geçirgenliğe sahip malzemelerden oluşan Öksüz Dağı yamaçlarında aynı zamanda yükselti ve eğimin fazla olması, bitki örtüsünün zayıf ya da hiç bulunmadığı alanlarda yamaçlar derin bir şekilde yarılmalar olduğu görülür (Foto 1.121 a-b). Doğu-batı yönünde uzanış gösteren Öksüz Dağı'nda özellikle kuzey yamaçlarda eğimin daha fazla olması nedeniyle buralarda erozyon güney yamaçlara göre daha şiddetlidir. Kuzey kesimlerde yer yer eğim 90º'ye yaklaşır (Foto 1.121-c). Erozyonun şiddetli olduğu bu alanlarda sedir ağaçlarından oluşan geniş ağaçlandırma sahası yer almaktadır. Öksüz Dağı'nın yüksek kesimlerinde görece eğimin yamaçlara göre daha az olduğu alanlarda ağaçlandırma çalışmaları olumlu sonuçlar vermiştir. Öksüz Dağı zirvelerinde 1800 metrelerden kaynağı alan dereler, dik yamaçlarından aniden inen dereler, yamaçlardan kopardıkları malzemeleri hemen kuzeyde yer alan, 1000-1100 metrelerde akış gösteren ve Aksu Çayı'nın önemli kollarından biri olan Akdere'ye taşır.

Havzanın en kuzey kesiminde yer alan ve aynı zamanda en yüksek kesimini oluşturan Engizek Dağı'nın güney yamaçları, havzada şiddetli erozyon görülen alanlardan bir diğerini oluşturur (Foto 1.123).



Foto 1. 123: Engizek Dağı'nın Güney Yamaçlarında Görülen Oyuntu Erozyon Alanları

Engizek Dağı'nda yaygın olarak litolojik birimleri Üst Kretase dönemine ait kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı birimleri (Kb) oluşturur. Bu birimlerde geçirgenlik % 15 oranında olup oldukça düşüktür. Bu birimler içerisinde yer yer Permiyen dönemine ait mermer (Pç) birimleri yer alır. Bu birimlerde geçirgenlik oranı % 40 oranında olup diğer birimlere göre oldukça yüksektir. Engizek Dağı'nın zirvelerine doğru gidildikçe tamamen çıplak kayalık alanları görmek mümkündür. Yamaçlarda eğim değerlerinin yüksek olması ve aynı zamanda yamaçları oluşturan Üst Kretase dönemine ait birimlerin geçirgenlik oranlarının düşük olması yanında buralarda bitki örtüsünün tahrip edilmiş olması ve bu eğimli alanlarda köylüler tarafından işlemeli tarım yapılması gibi yanlış arazi kullanımında etkisi ile yamaçlarda ciddi oyuntu erozyonu yaşanan alanlar görülür (Foto 1.123 a-b-c). Havzanın kuzeyinde ve aynı zamanda havza sınırını da oluşturan Çatna Tepe (2490 m) ve Camalın Dağı (2428 m) zirvelerinden kaynağını alan Çatal Dere ile diğer dereleri oluşturan Gözün Deresi, Gennioğlu Deresi ve Naldöken Deresi, buralarda en çok rüsubat taşıyan dereler oluşturur. Bölge, yükseltisi nedeniyle havza içerisinde karın en uzun yerde kaldığı alanları oluşturur. Özellikle ilkbahar aylarında eriyen karların etkisi ile erozyonun en şiddetli olduğu zaman dilimlerini bu dönemler oluşturur. Bu bölgedeki dereler yüksek kesimlerden aldıkları rüsubatları Zorkun Deresi yatağına ve ilçe merkezi içerisinde biriktirir. İlçe merkezine ait 55 evin geçmişte yaşanan taşkın ve rüsubatlardan etkilendiği görülmüştür (DSİ, 1997:8). Çağlayancerit ilçe merkezi açısından ciddi sel ve taşkın riski oluşturan Zorkun Deresi üzerinden günümüzde Zorkun Göleti inşa edilmiş ve ilçe merkezi açısından sel felaketi riski büyük ölçüde önlenmiştir. Engizek Dağı'nın biraz doğu kesimindeki yamaçlarda ise yüksekliği 1985 metrelere uzanan zirvelerden kaynağını alan Kozlu Dere, Deliyurt Deresi ve Karamemedin Deresi tarafından toplanan sular, Mercan Deresi'ne ulaşır. Bu kesimde erozyon batı yamaçlara oranla daha az şiddettedir. Bölgenin en önemli akarsularını oluşturan Akdere ile Mercan Dere ve Aksu Deresi, Aksu Mahallesi yakınların birleşerek Aksu Çayı ismi olarak akışına devam eder.

Aksu Çayı'nın önemli kollarından biri olan Kısık Dere, havza içerisinde şiddetli erozyon görülen havzalardan bir diğerini oluşturur. Havanın önemli dağlık alanlarından Kandil Dağı (1704 m), Çataldağ (1953 m) ve Sakarkaya Dağı (1550 m)

arasından derin bir boğazla geçen Kısık Dere'nin vadi yamaçlarında eğim yer yer % 70'lere ulaşır. Bölgede yüksek alanları oluşturan Kandil Dağı, Çataldağ ve Sakarkaya Dağı, litolojik olarak Orta Eosen dönemine ait kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı (Tma) birimlerinden oluşur. Bu birimlerde geçirgenlik % 20'dir. Bu alanlarda geçirgenliğin düşük, yükselti ve eğimin fazla olması nedeniyle Kısık Dere vadisi yamaçlarından vadi tabanına ciddi malzeme taşınımı gerçekleşir. Ayrıca hemen kuzeyde yer Öksüz Dağı ile Kandi Dağı arasındaki alanın sularını drene eden Cacık Dere ve Boz Dere havzalarındaki litolojik birimler ise Orta Miyosen dönemine ait kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı (Tyş) birimlerinden oluşur. Bu birimlerde ise geçirgenlik % 5 ile 15 arasında değişir. Geçirgenliğin oldukça düşük olması nedeniyle buralarda yağışın büyük bir bölümünün yüzeysel akışa geçmesi ve bitki örtüsü açısından bu bölgelerin zayıf ve bazı yerlerde hiç bitki örtüsünün bulunmaması nedeniyle buralarda şiddetli erozyon alanları görülür. Cacık Dere ve Boz Dere bu bölgedeki aşındırdıkları malzemeleri Kısık Dere'ye taşırlar. Kısık Dere vadi tabanında geniş bir alüvyal dolgu alanı yer alır. Aynı zamanda dağlık alanlardan Çataldağ (1953 m) ve Sakarkaya Dağı (1550 m) yamaçlarından inen dereler doğrudan yaklaşık 1000 metrelerde akış gösteren Kısık Dere vadisine ulaşır. Bu dağlık alanların yamaçlarından gelen malzemeler, Kısık Dere vasi yamaçlarında geniş birikinti koni ve yelpazeleri oluşturur (Foto 1.124 a-b-c).

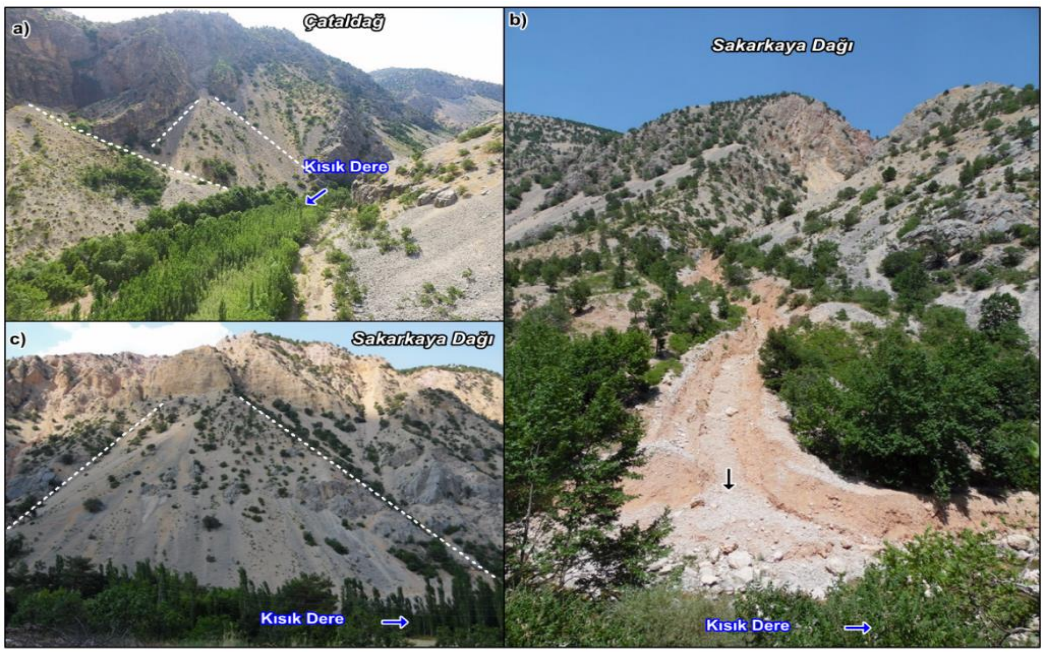


Foto 1. 124: Kısık Dere Vadisinde Görülen Şiddetli Erozyon Alanları

Kısık Dere'nin yukarı çığırındaki yan kollarını oluşturan Kandil Deresi, Cacık Dere, Gücük Dere ve Akbayır Deresi havzalarında eskiden tamamen ormanlık alanlarla kaplı alanların tahrip edilmesi ile ormanlık alanların meralara, çalılıklara ve bozuk karakterde ormana dönüştürülmesi ile buralarda doğal denge büyük ölçüde bozulmuştur. Yüzeye düşen yağışların büyük bir kısmı yüzeysel akışa geçmesi nedeniyle buralarda şiddetli yüzey erozyonu görülür. Söz konusu dereler içerisinde Cacık Dere, Gücük Dere ve Akbayır Deresi tarafından taşınan rüsubatın tamamı yüzeysel erozyonundan kaynaklanırken Kandil Deresi'nde ise taşınan rüsubatın % 40'ını yüzeysel erozyondan kaynaklanır. Ayrıca Kandil Dere'sinde 500 metrelik uzunlukta bir oyuntu erozyonu ve 1 km uzunlukta ise kıyı erozyonu alanları yer alır. Akarsu yataklarında biriken malzemeler nedeniyle kapasite kayıplarının yaşanması sonucunda taşkın arazileri yerleşim yerleri ve tarım alanlarına yayılarak bölge halkına zarar vermektedir. Taşkınlar genellikle ilkbahar aylarında düşen yağışlar ve çevredeki yüksek kesimlerde bulunan karların erimesi ile genelde ilkbahar aylarında yaşanmaktadır (DSİ, 1999:7). Tüm bu dereler toplanarak Kısık Deresi'ne bağlanır.

Kısık Dere'nin vadi yamaçlarında oluşan birikinti konilerinin eğimi çok yüksek olması ve bu malzemelerin oldukça gevşek yapıda olmasından dolayı bazı yerlerde üzerinde yürümek neredeyse imkansızdır. Gerek yamaçlardan gelen sürekli malzemelerin varlığı gerekse yamaçlarda biriken malzemelerin gevşek yapısından dolayı Sakarkaya Dağı, yöre haklı tarafından *"Çürük Dağ"* olarak adlandırılmaktadır. Kısık Dere, bölgedeki tüm dereleri bünyesinde toplayarak Gölbaşı Depresyonu''da Aksu Çayı ile birleşir. Aksu Çayı Havzası'nın yukarı çığırında yer alan yüksek ve eğimli alanları oluşturan Engizek Dağı, Öksüz Dağı, Erince Dağı, Sakarkaya Dağı, Kandil Dağı ve Çataldağ gibi dağlık alanlar Aksu Çayı ve kollarının taşıdığı sedimentlerin önemli kaynaklarını oluşturur. Bu bölgedeki erozyonla aşınarak taşınan malzemeleri taşıyan tüm yan kollar yüklerini Aksu Çayı'na taşır. Tüm yan kollardan havzanın ana akarsuyu olan Aksu Çayı'na gelen malzemeler ise Pazarcık ilçe merkezinin hemen batısında Aksu Çayı üzerinde kurulmuş olan Kartalkaya Barajı'na taşınır. 1970 yılında açılmış olan ve uzun zamandır akarsular tarafından taşınan sedimentlerin birikim alanı haline gelen Kartalkaya Barajı'nın su tutma kapasitesini önemli ölçüde azaltmıştır (Foto 125 a-b). Kartalkaya Barajı havzasında meydana gelen

şiddetli erozyonlar nedeniyle Kartalkaya Barajı için belirlenen ölü hacim kapasitesi planlanan süreden çok daha kısa bir zamanda dolmuştur. Dolayısıyla baraj için dipsavak kotundan daha yüksekte yeni bir dipsavak ihtiyacının ortaya çıkmasına neden olmuştur (DSİ, 1995:1).

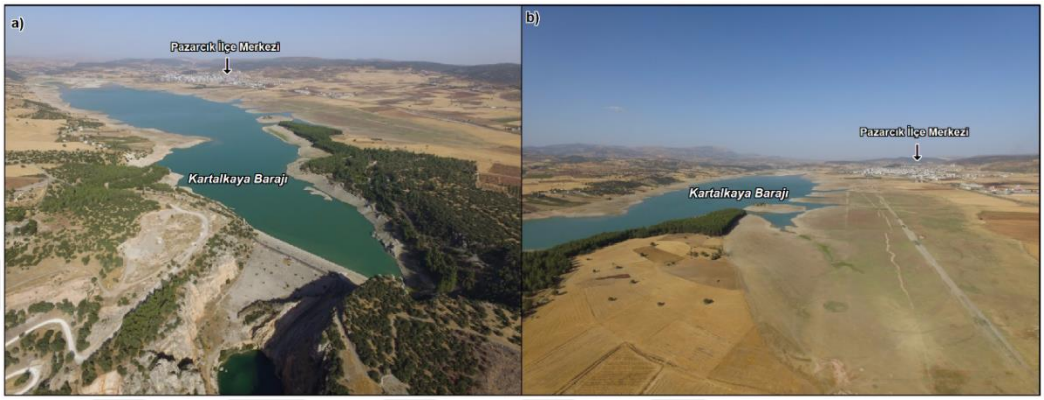


Foto 1. 125: Kartalkaya Barajı

Kartalkaya Barajı gerek içme suyu ve gerekse tarımsal sulama suyu açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Gaziantep' şehrinin içme suyu ihtiyacının karşılanmasında havza dışına su transferinde önemli yere sahip olan baraj, aynı zamanda Narlı Ovası'nda yapılan tarımsal faaliyetlerde sulama suyu olarak da kullanılmaktadır. Ancak Kartalkaya Barajı'nın en önemli problemlerinden birini erozyon oluşturmaktadır. Kartalkaya Barajı'nda DSİ 20. Bölge müdürlüğü tarafından yapılan ölçümlere göre yılda ortalama 1573 m^3/km^2 rüsubat geldiği tespit edilmiştir. Bunun sonucunda baraj için rüsubat kontrolü gündeme gelmiş ve bu kapsamda Kartalkaya Barajı'na en çok rüsubat getiren 5 adet dere üzerinde etütler yapılmıştır. Bu dereleri; Killisu Deresi, Geçgeç Deresi, Kısık Deresi, Harabın Deresi, Ünitin (Ünüfün) Deresi oluşturmaktadır. Kısık Dere için yapılan hesaplamada derenin tüm havzası dikkate alınmamış, gelecekte yapılması planlanan Kısık Barajı mansabından sonraki alan dikkate alınmıştır. Baraja taşınan rüsubatın neredeyse tamamına yakını bu derelerden taşındığı tespit edilmiştir. Kartalkaya Barajı'na rüsubat taşıyan bu dereler için 50 yıllık projeksiyonlar yapılarak baraja gelecek olan rüsubat miktarları hesaplanmıştır (DSİ, 1995: 1). Derelere göre baraja 50 yıl içinde taşınması beklenen rüsubat miktarları tablo 1.43'te verilmiştir.

Tablo 1. 43: Kartalkaya Barajı'na Rüsubat Taşıyan Derelerin 50 Yıllık Projeksiyona Göre Derelerden Baraja Taşınması Öngörülen Rüsubat Miktarları (DSİ, 1995).

	Yıllık Rüsubat Miktarı (m^3/km^2)	Havza Alanı (km^2)	Süre (Yıl)	Rüsubat Miktarı (m^3/km^2)
Killisu Deresi	1000	43.5	50	2 175 000
Geçgeç Deresi	1000	55.5	50	2 775 000
Kısık Deresi	600	26	50	780 000
Harabın Deresi	1000	7.5	50	375 000
Ünitin Deresi	600	27	50	810 000
Toplam				**6 915 000**

Derelerin 50 yıllık projeksiyona göre bu süre içerisinde Kartalkaya Barajı'na en çok rüsubat taşıması beklenen akarsuyun 2,775 milyon m^3/km^2 ile Geçgeç Deresi olduğu görülmektedir. Diğer yandan bunu 2,175 milyon m^3/km^2 ile Killisu Deresi takip etmektedir. Diğer derelere bakıldığında Ünitin Deresi ise 810 bin m^3/km^2, Kısık Dere 780 bin m^3/km^2 ve Harabın Deresi ise 375 bin m^3/km^2 rüsubatın baraja taşınması beklenmektedir (Tablo 1.43). Söz konusu derelerden bazıları üzerinde tersip benleri inşa edilerek derelerden gelen rüsubatların baraja ulaşması büyük ölçüde engellenmiştir. Ancak havza genelinde erozyon olaylarını durdurmak ya da azaltmak ancak uzun vadede planlamalar gerektiren boyutlardadır.

Kartalkaya Barajı'nın ilk batımetri haritası 1975 yılında üretilmiştir. Daha sonraki üretilen batımetri haritası ise 2005 yılında üretilmiştir. 30 yıllık dönemde Kartalkaya Barajı'nda biriken ortalama rüsubat malzemesinin yıllık ortalama hacmi 674 061 m^3 olduğu hesaplanmıştır (Tanyaş vd; 2015:596). Kartalkaya Barajı havzası için Yüksel vd; (2008) tarafından uzaktan algılama ile erozyon riskinin belirlenmesi çalışmasında havzanın potansiyel erozyon risk durumuna bakıldığında % 18'inde düşük, % 34,1'inde orta ve % 47,8'inde ise yüksek potansiyel erozyon riski olduğu belirtilirken diğer yandan havzada gerçek toprak erozyon risklerine bakıldığında ise % 34'ünde düşük risk, % 35'ide orta risk ve % 31'inde ise yüksek riskli alanların bulunduğu belirtilmiştir. Ancak yapılan bu çalışmada su kanalları ile Aksu Çayı Havzası'na bağlanmış olan Gölbaşı Depresyonu kapsam dışında tutulmuştur.

Havzanın güneybatı kesiminde yer alan ve Aksu Çayı'nın önemli kollarından birini oluşturan Deliçay havzası da şiddetli erozyon görülen alanlardan birini oluşturur. Özellikle Deliçay'ın yukarı çığırında yer alan ve kuzey-batı kesimleri oluşturan yüksek ve eğimli alanlardan kaynağını alan yan kollardan Deliçay'a şiddetli rüsubat taşınımı geçekleşmektedir. Deliçay havzası içerisinde gerek sel ve taşkın gerekse rüsubat taşınımı açısından en önemli dereleri Kırıksırlık Deresi, Dönüklü Deresi ve Kümperli Dereleri oluşturur. Deliçay'ın yukarı çığırında yer alan bu dereler çok yüksek kotlardan kaynağını alırlar. Kırıksırlık Deresi kuzeyde yer alan Çatalkaya Tepe (1964 m)'den itibaren toplamış olduğu suları hemen güneydoğusunda 660 metre kotunda akış gösteren Deliçay'a ulaştırır. Doğantaşlık Tepe (1240 m) ile Kale Tepe (1295 m) arasında Fındıcak Deresi'ni de bünyesine katan Kırıksırlık Deresi, Fatih mahallesinin içinden geçerek Deliçay'a ulaşan bu dere taşkın ve rüsubat zararları yönünden en önemli dereyi oluşturur. (Foto 1.126 a-b-c). Kırıksırlık Deresi gerek yerleşmeler ve gerekse tarım alanları için büyük bir risk oluşturmaktadır. DSİ tarafından Kırıksırlık Deresi üzerinde 2013-2014 yıllarında çok sayıda tersip bentleri inşa edilerek bölgedeki taşkın ve rüsubat taşınımı önemli ölçüde kontrol altına alınmış durumdadır(Foto 1.126).

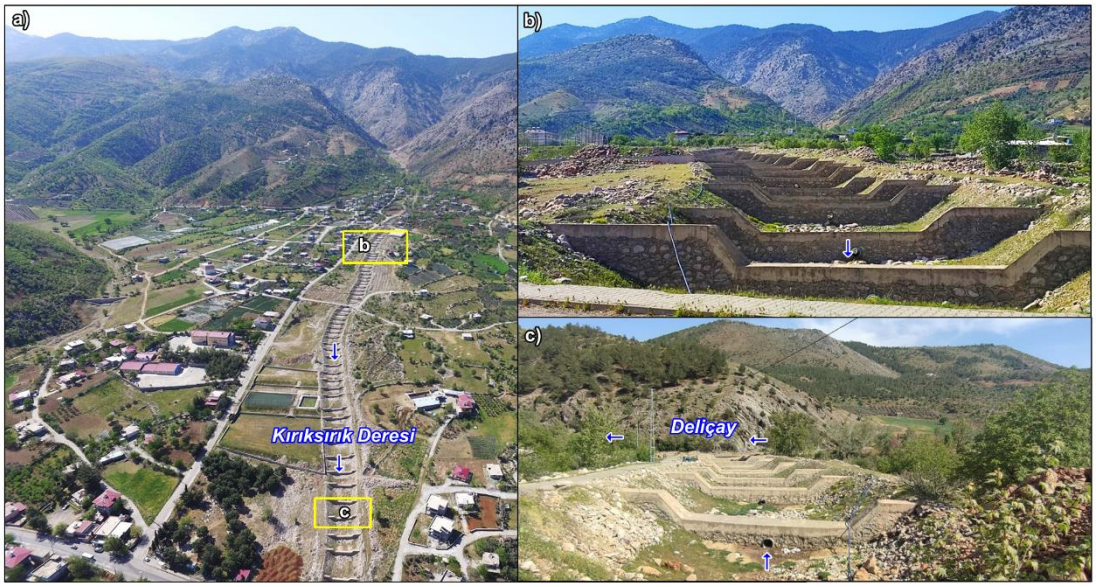


Foto 1. 126: Kırıksırlık Deresi Üzerinde Taşkın ve Rüsubat Taşınımını Engellemek İçin İnşa Edilen Tersip Bentleri.

Kırıksırlık Dere'de ortalama mecra eğimi % 19'dur. Yukarı havzada ise bu eğim değerleri % 22'ye ulaşır. Derenin aşağı çığırında Fatih Mahallesi ile Deliçay arasında 1750 metrelik kısımda ise eğim % 11'dir. Derenin sağ ve sol sahili köylüler tarafından yerleşim alanı olarak işgal edilmiştir (Foto 1.125-a). Deliçay deresinin ana mecrası boyunca ortalama eğim % 7dir. Bu eğim kaynak tarafında % 15-25 iken orta kesimlerde % 5 ve mansapta ise % 2'dir. Kırıksırlık Deresi'nde genel olarak yüzey erozyonu görülmekte olup, herhangi bir oyuntu erozyonu görülmemektedir (DSİ, 2012).

Deliçay havzasında yer alan diğer önemli kollarını ise Dönüklü Deresi ve Kümperli Deresi oluşturur. Bu derelerden Dönüklü Deresi kaynağını Çatalkaya Tepe (1964 m) ve Kemaldede Tepesi (1894 m) gibi önemli yükseltilerden alan yan kolları bünyesinde toplayarak Fatih Mahallesi, Konukevler Obası, Yolçatı ve Sarnıç Oba, İncirli Oba yerleşmeleri içerisinden geçerek güneyde, 710 metrelerde akış gösteren Deliçay'a drene eder. Derelerin Deliçay deresine döküldüğü yerde büyük bir rüsubat konisi oluşturur. Mecra genişliği kaynak tarafında 15-25 m arasında değişir. Dönüklü Deresi'nin ortalama mecra eğimi % 19 olup bu değerler yukarı havzada % 25'lere kadar çıkar. Derenin Deliçay'a döküldüğü yerde ise eğim % 7'lere kadar düşer. Eğimin oldukça düşük olduğu bu kesimde dere yatağı yetersizdir. Dönüklü Deresinde Konukevler ve Yolçatı obası yakınlarında 2 km'lik bir bölümünde kıyı oyulmaları, yan kolları üzerinde ise 300 metreye ulaşan oyuntu erozyon alanları görülür. Oyuntu ve yüzey erozyonundan kaynaklanan rüsubatlar derenin Deliçay'a bağlandığı yerin yakınlarında yerleşim yerleri içerisinde ve Deliçay vadisi içerisinde birikmektedir (DSİ, 2012).

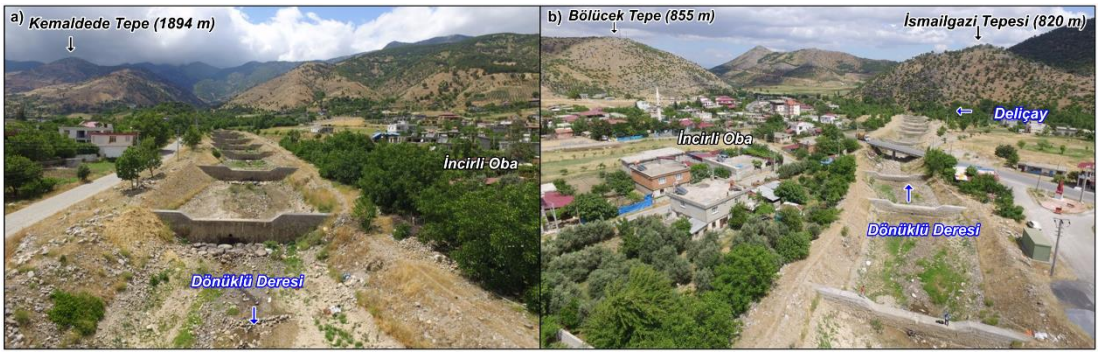


Foto 1. 127: Dönüklü Deresi Üzerinde İnşa Edilen Tensip Bentleri ve Hemen Kıyısında Kurulan Yerleşmeler

DSİ tarafından 2014-2015 yıllarında Dönüklü Deresi üzerinde taşkın ve rüsubat kontrol amaçlı çok sayıda tersip bentleri inşa edilmiştir (Foto 1.127-a-b).

Havzanın güneybatı kesiminde en yüksek kesimi oluşturan Uluziyaret Tepesi (2259 m)'den kaynağını alan Karlık Dere, Kıvradak Derelerinin birleşerek Çatak Dere olarak akışına devam eden bu dereler Kümperli Köyü yakınlarında Kümperli Deresi ismi ile akışına devam ederek Bağrıaçıklar mahallesinden geçerek Karazap Tepe (790 m)'nin hemen kuzeyinde 730 metre yükseklikte Deliçay vadisine birleşir. Kümperli Dere'nün ortalama mecra eğimi % 14 olup, yukarı havzada % 25'lere kadar yükselir. Fakat aşağı çığırda Deliçay ile birleşim yerinde rüsubat konisi üzerinde eğim % 3'lere kadar düşer. Bu nedenle aşağı çığırda dere yatağı yetersizdir. Kümperli Dere'nin mecra genişliği 15-25 metre arasında değişir. Genel olarak bu genişlik aşağı yukarı çığırdan aşağı çığıra doğru artış gösterir. Kümperli Deresi üzerinde Kümperli Köyü yakınlarında 1500 metrelik oyuntu erozyonu ve aşağı çığırda ise Bağrıaçıklar mahallesi yakınlarında ise 1800 metrelik kıyı oyulmaları mevcuttur. Yüzey erozyonu ve oyuntu erozyonlarından kaynaklanan rüsubatlar, Kümperli Deresi'nin Deliçay ile birleşim yeri yakınlarında yerleşim yerleri içerisinde ve Deliçay vadisi içinde birikmektedir. Bölgede DSİ tarafından yapılan taşkın ve rüsubat kontrolü amaçlı incelemelerde bölgede diğer derelerden Tıngır Deresi üzerinde 150 m, İncirli Deresi üzerinde 250 m, Tomas Deresi üzerinde 1900 m,'lik oyuntu erozyon alanlarının olduğu tespit edilmiştir (DSİ, 2012).

Deliçay'ın ana yan kollarından birini Orçan Çayı oluşturur (Foto 1.128 a-c). Orçan Çayı Hodubeli Tepe (1395 m)'den kaynağını alan ve güneybatı-kuzeydoğu yönünde Deliçay'a paralel olarak akış gösterir. Deliçay Havzası'nın doğu kesimlerindeki yan kolları bünyesinde toplayan Orçan Çayı, Tıngırlı Mahallesi yakınlarında Deliçay ile birleşir (Foto 1.128 d). Orçan Çayı'nın ana kolunda ortalama mecra eğimi % 3 ile % 5 arasında değişir. Yukarı havzada % 25'lere çıkan eğim değerleri, aşağı çığırda ise % 1-2 seviyesine kadar düşmektedir. Orçan Çayı'nın mecra genişliği genellikle 100-300 metre arasında değişir. Genellikle her iki tarafında tarım arazilerinin yer aldığı bu akarsuyun mecra genişliği Deliçay'a bileşme yerine yakın alanlarda 750 metrelere kadar genişler. Orçan Çayı üzerinde Delicek Köyü'nden Yeşilyöre'ye kadar olan bölge ile Karacoluk Deresi ile Orçan Çayı'nın birleştiği

alandan Dolca Köyü'ne kadar olan bölgede yer yer rüsubat birikintileri görülür. Bu iki bölge arasında 1500 metrelik oyuntu erozyon alanları görülür. İlerleyen dönemlerde ise yer yer kıyı erozyonları ve yamaç göçmeleri olması beklenmektedir. Orçan Çayı'nın yan kollarından Delicek Deresi üzerinde 600 m, Karacaoluk Deresi üzerinde 900 m, Kırmakaya Deresi üzerinde 250 m ve Kuyu Deresi üzerinde ise 1350 m'lik oyuntu erozyon alanları yer almaktadır (DSİ, 1992:17). Orçan Çayı'nın bazı yan kolları üzerinde tersip bentleri inşa edilerek bu derelere ait sular kanallar ile Orçan Çayı'na ulaştırılmaktadır (Foto 1.128- b)



Foto 1. 128: Orçan Çayı Üzerinde İnşa Edilen Tersip Bentleri ve Deliçay ile Birleşim Yeri

Deliçay ve kolları üzerinde meydana gelen taşkınlar ve rüsubat taşınımları genellikle kış ve ilkbahar aylarında meydana gelmektedir. Deliçay ve yan kolları üzerinde biriken rüsubatın % 40'ını yüzey erozyonu oluşturmaktadır. Özellikle ilkbahar aylarında yüksek dağlık alanlardaki kar erimelerinin de yağışlar ile birleşmesi ile en fazla rüsubat taşınımı bu aylarda gerçekleşmektedir. Neredeyse her yıl taşkınların meydana geldiği Deliçay havzasında zararlı taşkınların meydana gelme süresi ise 4-5 yılda bir tekrarlanmaktadır. En son zararlı taşkınların 1993, 1996, 2003 ve 2010 yıllarında meydana gelmiştir. Meydana gelen taşkınlarda yan kollardan önemli ölçüde Deliçay vadisine rüsubat taşınmaktadır. 4-5 yıllık dönemlerde

tekrarlanan şiddetli taşkınlarda 1 990 ha arazi olumsuz olarak etkilenmektedir (DSİ, 2012).

Deliçay havzası içerisinde DSİ tarafından gerek sel ve taşkın gerekse rüsubat taşınımını azaltmak amaçlı yan kollar üzerinde birçok tersip bentleri ve kanallar inşa edilmiştir. Bunun yanında yatak ıslah çalışmaları kapsamında Maraş Ovası'nda tarım alanları içerisinde geniş bir taşkın yatağı içerisinde akış gösteren Deliçay,'ın tarım alanlarında yaratacağı taşkın zararlarının önüne geçilmesi için taşkın yatağının doğu ve batı kesimlerden sınırlandırılarak yatağı daraltılarak akım kontrol altına alınmıştır. Taşkın yatağı yer yer 500 metreye kadar geniş alanlara yayılan Deliçay yatağı, yatak ıslah çalışmaları sonucunda bazı yerlerde akarsu yatağı 20-30 metreye kadar daraltılmıştır (Foto 1.129 a-b). Ancak Deliçay'ın çevrede yer alan tarım alanları için oluşturduğu taşkın riski hala devam etmektedir.



Foto 1. 129: Maraş Ovası'nda Akış Gösteren Deliçay.

Günümüzde Deliçay vadisinin hemen yakınlarından hafriyat alımları gerçekleştirildiği görülmektedir. Bazı yerlerde bilinçsiz hafriyat alımları sonucunda akarsu yatağı tabanından daha derine inen çukurluklar oluşmuş durumdadır. Akarsu yatağının genelde kumlu malzemelerden oluşması nedeniyle buralarda geçirgenlik yüksektir. Bu nedenle Deliçay'ın ana vadisinde akan suların hemen akarsu vadisi

kıyısında hafriyat alımı ile oluşan çukur bölgelere sızarak burada büyük göllerin oluşmasına neden olmaktadır (Foto 1.129-d). Akarsu tabanından büyük çapta meydana gelen su sızıntılarının olması akarsu yatağı kenarında oluşturulan bentlerin altını oyarak bentlerin zayıflamasına neden olmaktadır. Bu durum su seviyesinin yüksek olduğu dönemlerde olası taşkın risklerini artırmaktadır. Aynı şekilde Deliçay'ın hemen çevresinde tarım alanlarının varlığına bağlı olarak burada tarım yapan çiftçiler tarafından Deliçay'dan tarımsal sulama suyu almak için akarsu yatağı kenarlarında birçok noktada kontrolsüz hendekler açılmıştır (Foto 1.129-c). Kurak dönemlerde açılan bu hendekler daha fazla su almak için çiftçiler tarafından zaman zaman daha da genişletilmektedir. Fakat sulama sezonu sonrasında bu hendekler tekrar kapatılmadığı için su seviyesinin yüksek olduğu dönemlerde buralarda taşkınların oluşmasına ve verimli tarım alanlarının rüsubatlar tarafından kaplanarak tarım alanlarına zarar verdiği görülmektedir.

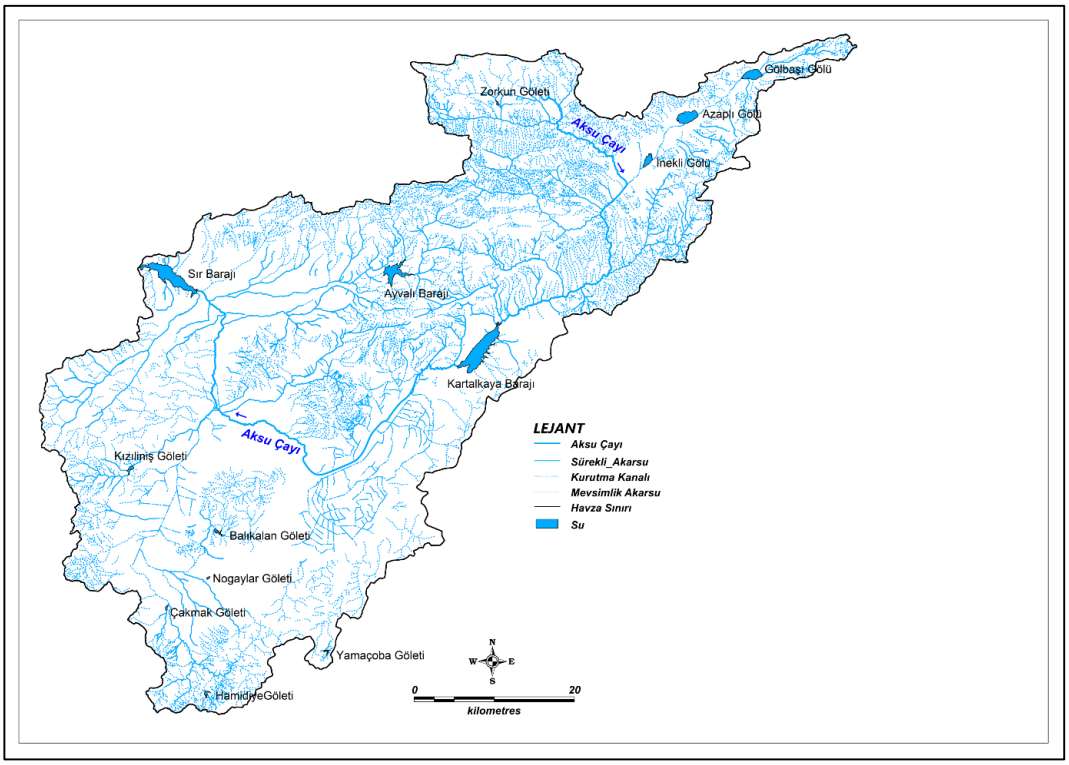
İKİNCİ BÖLÜM

2. AKSU ÇAYI HAVZASINDA SU KAYNAKLARININ MEVCUT DURUMU

Bir havzada sürdürülebilir bir su yönetim planlaması yapılabilmesi için havza içerisinde yer alan ve hidrolojik çevrimin bir parçası olan akarsular, göller ve kaynaklar ve yeraltı suları gibi doğal hidrografik özelliklerin ortaya konulması gereklidir. Çünkü hidrografik unsurlar bir havzadaki hidrolojik sistemin işleyişine bağlı olarak ortaya çıkan sonuçları göstermesi bakımından önemlidir. Ayrıca su yönetiminin en önemli girdisini oluşturan ve brüt su potansiyelini oluşturan yağışların bölgedeki iklim, bitki örtüsü, yer şekilleri, toprak ve litolojik özellikleri gibi tüm coğrafi unsurların etkileri sonrası elde edilen kullanılabilir net su potansiyeli çıktıları ortaya koyması bakımından da önemlidir. Hidrografik özellikler bu bakımdan belli bir akarsu havzasında coğrafi unsurların o bölgedeki hidrolojik çevrim üzerindeki ne denli etkili olduğunu ortaya koyması bakımından da önemli bir göstergeyi ifade eder. Ayrıca bir akarsu havzası içerisinde doğal ve beşeri sistemlerde yaşanan değişimlerin bölgenin hidrolojik sisteminde ve dolayısıyla su yönetiminde ne gibi etkiler ortaya koyduğunu da yine ilk olarak hidrografik unsurlar üzerinden tespit etmek mümkündür. Bu yüzden doğal hidrografik unsurların sahip oldukları su potansiyelleri ile bu potansiyeller üzerindeki bulunan risk ve avantajlar su yönetim planlamalarına yön veren ana bileşenleri oluştururlar.

Bir akarsu havzasında su yönetiminde doğal hidrografik özelliklerin yanında insanlar tarafından inşa edilmiş ve gelecekte inşa edilmesi planlanan baraj ve göletlerin de dikkate alınması gerekir. Akarsuların toplam havza alanı ve su potansiyelleri ile akarsu rejimleri gibi özellikler havza içerisinde inşa edilecek olan baraj ve göletlerin su potansiyelleri belirlemesi üzerinde önemli rol oynar. Ayrıca baraj ve gölet gibi su yapılarının inşa edilmesi havza içerisindeki su potansiyelinin alansal dağılışı ve potansiyeli üzerinde önemli değişiklikler ortaya koyma potansiyeline sahiptir. Ayrıca baraj ve gölet inşa edilmesi ile bölgede yüzey ve yeraltı su kullanımları üzerinde de etkili olan faktörlerdir. Örneğin tarım sulamada yoğun yeraltı su kullanımlarının görüldüğü yerlerde özellikle yaz aylarında yeraltı su seviyesinin düşmesine bağlı

olarak birçok kaynakta akım azalması veya yer yer tamamen kaynakların sularının kuruduğu görülmektedir. Bu yüzden tarımsal sulama amaçlı inşa edilen baraj ve göletlerden bölge insanına tarımsal sulama suyunun verilmesi ile insanların daha ekonomik olan yüzey sulama sistemlerine yönelmesi ile yeraltı su kullanımlarının da önüne geçer. Bu durum kaynakların akım rejimleri ve dolayısıyla bölgede kaynaklardan beslenen akarsuların da akım özellikleri üzerinde olumlu sonuçlar ortaya koyabilir. Dolayısıyla bu anlamda beşeri faaliyetler hidrolojik sistemleri de etkiler. Buna karşın aynı şekilde bir akarsu üzerinde inşa edilen baraj ve göletler nedeniyle inşa edilen yapıların mansap kısmında kalan akarsuların akımları da olumsuz etkilenebilmektedir. Bu yüzden sürdürülebilir bir su yönetimi için bir akarsu havzasındaki tüm süreçlerin birlikte değerlendirilmesi gerekir. Bu nedenle Aksu Çayı Havzası'nda tüm hidrografik unsurlar birlikte ele alınmıştır. Bu kapsamda havzanın hidrografik özellikleri; akarsular, göller, kaynaklar ve yeraltı suları gibi doğal hidrografik özellikler ile beşeri faaliyetler sonucu sonradan hidrolojik sisteme dâhil olmuş olan barajlar ve göletler ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir. Havzada günümüzdeki hidrografik özelliklerin güncel durumu harita 2.1'de verilmiştir.



Harita 2. 1: Aksu Çayı Havzası'nda Mevcut Hidrografik Unsurların Dağılışı

Aksu Çayı Havzası'nda günümüzde 4 adet doğal daimi göl, içme suyu, enerji üretimi, tarımsal sulama ve taşkın kontrol amaçlı inşa edilmiş 3 adet baraj ve 7 adet gölet yer almaktadır (Harita 2.1). Çalışmada verilen hidrografik unsurlar ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir. Diğer yandan havzadaki kaynaklar ve yeraltı suları ise ayrıca ele alınmıştır.

2.1. Akarsular

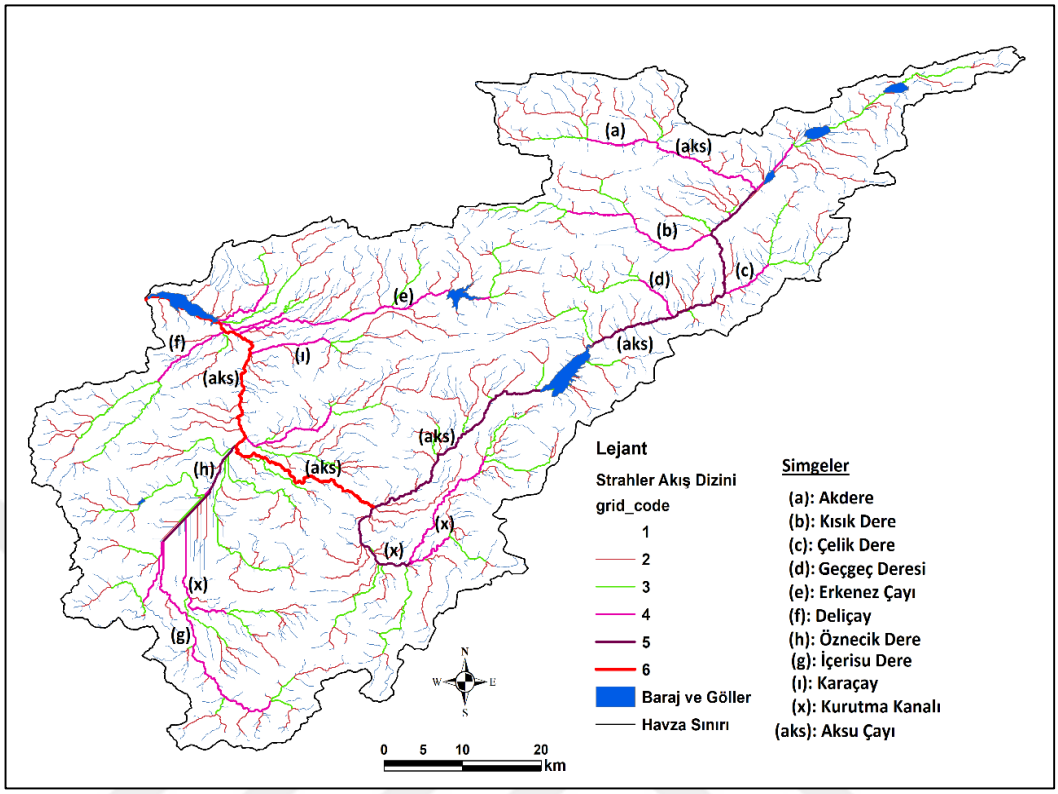
Aksu Çayı Havzasına ait akarsular Harita Genel Komutanlığı'nın 2002 yılında basımı yapılmış olan 38 adet 1/25 000 ölçekli topografya haritaları üzerinden elde edilmiştir. Haritaların oluşturulmasında CBS yazılımlarından *MapInfo Pro 17.0* yazılımı kullanılmış ve uzunluk ve alan hesaplamaları ise *"Turkish Coordinate Systems (UTM 6 Degree k = 0,9996 – ED50)"* projeksiyonuna göre gerçekleştirilmiştir. Yapılan hesaplamalara göre Aksu Çayı Havzası'nda toplam akarsu uzunluğu 5046 km'dir. Bu akarsuların 1154 km'si sürekli akarsular ve 3892 km'si ise mevsimlik akarsuları oluşturmaktadır.

Ayrıca *USG-EarthExplore* veri tabanı üzerinden elde edilen DEM (*Digital Elevation*) verileri üzerinden CBS yazılımlarından *ArcMap 10.5* yazılımı kullanılarak Aksu Çayı Havzası'na ait *"Strahler Stream Order Analizi"* gerçekleştirilerek akarsuların dizin sayıları ve uzunlukları hesaplanmıştır (Tablo 2.1- Harita 2.2).

Tablo 2. 1: Strahler Stream Order Analizi Yapılan Dem Verileri Bilgileri

Görüntü Kimliği	Görüntü Adı
Entity ID: SRTM1N37E036V3 Publication Date: 2014-09-23 00:00:00-05 Resolution: 1-ARC	n37_e036_1arc_v3 https://earthexplorer.usgs.gov/
Entity ID: SRTM1N37E037V3 Publication Date: 2014-09-23 00:00:00-05 Resolution: 1-ARC	n37_e037_1arc_v3 https://earthexplorer.usgs.gov/

Aksu Çayı Havzası'nda en yüksek dizin sayısı, 6 ile havzanın ana akarsuyu olan Aksu Çayı'nda görülmüştür. Bunun yanında Aksu Çayı'nın önemli yan kollarından Öznecik Deresinin 5 dizin, Akdere, Kısık Dere, Çelik Dere, Erkenez Çayı, Karaçay ve Deliçay'ın ise 4 dizine sahip olduğu görülmüştür (Harita 2.2).



Harita 2. 2: Aksu Çayı Havzasındaki Akarsuların Strahler Yöntemine Göre Dizin Sayıları

Strahler yöntemine göre herhangi bir yan kolu bulunmayan fakat az da olsa belli bir akışa sahip olan segmentler 1. dizin olarak adlandırılır. İki adet 1. dizin birleşmesi durumunda 2. Dizin ortaya çıkar. İki adet 2. dizinin birleşmesi ile 3. dizin oluşur. Bu yöntemde herhangi bir dizin kendisinden daha küçük ya da büyük bir dizin ile birleşirse dizin değerinde herhangi bir artış meydana gelmez. Ancak dizin sayıları birbirine denk olan iki dizin birleştiği durumlarda dizin sayılarında meydana gelir (Strahler, 1952). Strahler yönteminde küçük dizinlerin etkisi genel olarak göz ardı edilmiştir (Özdemir, 2011:458). Bu yüzden dizin sayısı aynı olan akarsuların akım potansiyellerinin birbirinden farklı olma ihtimalinin olduğunu unutmamak gerekir.

Aksu Çayı Havzası'nda Strahler yöntemine göre dizin sayılarının toplam uzunlukları ise tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2. 2: Aksu Çayı Havzası'nda Strahler Dizin Sayılarının Toplam Uzunlukları

	Strahler Yöntemine Göre Dizin Sayısı						
	1.Dizin	2.Dizin	3.Dizin	4.Dizin	5.Dizin	6.Dizin	Toplam (km)
Uzunluk (km)	1646,3	860,0	389,5	228,4	97,4	51,2	5 046

Strahler yöntemine göre elde edilen dizin sayılarının ve uzunluklarının dağılış özelliklerine bakıldığında Aksu Çayı Havzası'nda dizin değeri dağlık alanlardan ovalık alanlara doğru gidildikçe büyüdüğü görülür. Diğer yandan dizin sayıları yükseldikçe ise dizin akış uzunluğunun azaldığı görülür. Havzada akarsu dizinlerinin uzunluklarına bakıldığında 1 dizinler 1646,3 km, 2. dizinler 860 km, 3. dizinler 389,5 km, 4. dizinler 228,4 km, 5. dizinler 97,4 km ve 6. dizinler ise 51,2 km olduğu görülmüştür (Tablo 2.2).

Bir akarsuda dizin sayısı arttıkça genel olarak yatağında toplamış olduğu su potansiyeli de artar. Bu nedenle ovalık alanlarda akarsuların dizin sayılarının yükselmesi ve buna bağlı olarak vadi derinliklerinin azalmasına bağlı olarak buralar taşkın riski yüksek alanları oluşturur. Ovalık alanda akış gösteren bu akarsuların hemen çevresinde birinci sınıf tarım arazilerinin yer alması nedeniyle buralarda meydana gelen taşkınların tarım alanları üzerinde ciddi zararlar verme riski bulunmaktadır. Bu nedenle havzada 4. dizin ve yukarısındaki dizinlere sahip olan akarsuların bulunduğu alanlarda taşkın risklerinin göz önünde bulundurularak buralarda taşkın önleme çalışmalarının planlanmasının yapılması önemlidir. Havza içerisinde akarsu dizin sayıları yüksek olan Aksu Çayı üzerinde Kartalkaya ve önemli yan kollarından biri olan Erkenez Çayı üzerinde üzerinde inşa edilen Ayvalı Barajı inşa edilmesi ile buralardaki taşkınlar kısmen kontrol altına alınmış durumdadır. Bunun dışında havzada birçok akarsu üzerinde göletler inşa edilmiştir. Örneğin İmalı Çayı üzerinde Kızıliniş Göleti, Zorkn Deresi üzerinde Zorkun Göleti, Koca Dere üzerinde Balıkalan Göleti, Yalangoz Deresi üzerinde Nogaylar Göleti, Çakmak Deresi üzerinde Çakmak Göleti ve Çeltik Deresi üzerinde ise Hamidiye Göleti ile Çay Deresi üzerinde Yamaçoba Göleti inşa edilmiştir. Bunun yanında yine aynı şekilde birçok akarsu üzerinde yeni gölet yapımı ile ilgili planlamalar da mevcuttur. Dolayısıyla havza içerisinde birçok akarsuyun akım özellikleri bu yapılar sayesinde kontrol altına alınmış durumdadır. Ancak buna karşın Deliçay gibi dizin sayısı yüksek olan bazı akarsular üzerinde herhangi bir baraj ve göletin inşa edilmemiş olması nedeniyle bu akarsuyun aşağı çığırlarında taşkın riskinin hala devam etmesine neden olmaktadır.

Aksu Çayı'nın önemli yan kollarını oluşturan akarsulara ait alt havza alanları tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2. 3: Aksu Çayının Önemli Yan Kollarının Havza Alanları (Harita Genel Komutanlığı'nın 1/25 000 Ölçekli Topografya Haritalarına Göre Hesaplanmıştır. Deliçay Havza Alanı Hesaplamasında Sınır Olarak Akarsuyun Ovalık Alana Giriş Bölgeleri Dikkate Alınmış Olup Ova Tabanındaki Kurutma Kanallarından Gelen Akışlar Dikkate Alınmamıştır.)

Akarsu Adı	Havza Alanı (km2)
Erkenez Çayı	281
Kısık Dere	158
Deliçay	134,3
Akdere	123,9
Çelik Dere	113,5
Karaçay	99,4
İmalı Deresi	72,4
Geçgeç Deresi	58,6
Killisu Deresi	46,7

Aksu Çayı'nın yan kolları içerisinde en geniş su toplama havzası 281 km^2 ile Erkenez Çayı olduğu görülür. Ahır Dağı'nın güney yamaçlarından kaynağını alan Erkenez Çayı üzerinde 2007 yılında içme, sulama ve taşkın kontrolü amaçlı Ayvalı Barajı işletmeye açılmıştır. Erkenez Çayı'nın toplam havzası içerisinde 104 km^2'lik bir alanın suları Ayvalı Barajı tarafından toplanmaktadır. Diğer yan kolların havza alanlarına bakıldığında ise Kısık Dere 158 km^2, Deliçay 134,3 km^2, Akdere 123,9 km^2 ve Çelik Dere 113,5 km^2 ve Karaçay'ın 99,4 km^2'lik yağış alanına sahip olduğu görülür. Diğer yandan havza alanı diğerlerine göre biraz daha dar yan kollara bakıldığında ise İmalı Deresi 72,4 km^2, Geçgeç Deresi 58,6 km^2 ve Killisu Deresi 46,7 km^2 toplam havza alanına sahip oldukları görülür (Tablo 2.3).

2.1.1. Aksu Çayı

Ceyhan Nehri'nin önemli kollarından birini oluşturan Aksu Çayı, Kahramanmaraş ilinin Çağlayancerit ilçesine bağlı Küçükcerit Köyünün yaklaşık 1,2 km kuzeydoğusunda bulunan ve yöre haklı tarafından "Göz" adı verilen kaynaktan doğar (Foto 2.1). Havzanın kuzeyinde yer alan ve en yüksek dağlık alanı oluşturan

Engizek Dağlarının (2 490 m) güney yamaçlarında 1140 metreden kaynağını alan bu akarsu havzanın ana akarsuyunu oluşturur.



Foto 2. 1: Aksu Çayının İlk Kaynağı Olan Küçükcerit Yakınlarındaki Göz İsmi Verilen Kaynak

Aksu Çayı ile ilgili en eski tarihi belge kayıtlarına 12. ve 13. yüzyılda yaşamış olan *Yakut el Hamavi* isimli tarih ve coğrafya bilgini bir gezginin yazmış olduğu *Mu"cemü"l-Büldân* isimli eserinde rastlanılmıştır. *Mu"cemü"l-Büldân* birinci sınıf bir coğrafya ve coğrafi sözlük niteliğinde bir eser olması yanında edebiyat tarihi açısından da oldukça önemli bir eserdir (Şulul, 2008: 151). Aksu Çayı, Hamavi'nin yazmış olduğu bu eserinde *"Nehr-i Huris* ismi ile anıldığı görülmüştür. Bu tarihi belgede Aksu Çayı'nın *Hades* yakınlarındaki Göynük, Azaplı ve Baş Göl gibi küçük göllerden sularını aldığı ve daha sonra Maraş yakınlarında Ceyhan Nehri'ne döküldüğü de belirtilmiştir (Gökhan, 2009:38). Günümüzde söz konusu bu göllerin isimleri İnekli, Azaplı ve Gölbaşı Gölleri olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca Hades ismi ile anılan şehir ise günümüzde Aksu Çayı'nın Öksüz ve Erince Dağı arasından geçerek Gölbaşı Depresyonu'na açıldığı bölgede Aksu Çayı'nın hemen batısında kurulmuş olan ve günümüzde Bozlar köyü olarak adlandırılan eski bir Roma şehridir. Günümüzde Hades şehri üzerinde günümüzde Bozlar köyünün kurulmuştur. Hatta yöre halkı köyün burada eski tarihi şehir kalıntıları üzerinde kurulduğu için burası için Saray ismini de kullanmaktadır (Gökhan, 2013:88). Diğer yandan 1891 tarihli Salname'de Aksu Çayı üzerinde 30'dan fazla değirmenin bulunduğu belirtilmiştir

(http://www.pazarcik.gov.tr/pazarcik). Günümüzde bazı bölgelerde hala bu eski değirmen kalıntılarını görmek mümkündür. Bu değirmenler genel olarak doğrudan Aksu Çayı üzerinde kurulması yerine genellikle Aksu Çayı'ndan alınan suların bir kanalla taşınarak ulaşım açısından uygun olan yerlerde inşa edildiği görülmektedir (Foto 2.2 a-b-c).

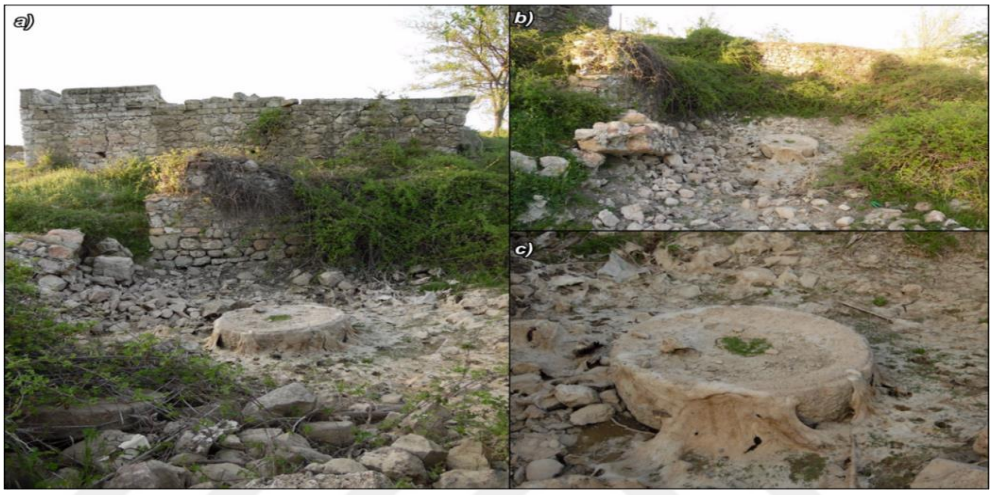


Foto 2. 2: Aksu Çayı'ndan Getirilen Su İle Çalıştırılmış Olan ve Günümüzde Terkedilmiş Tarihi Bir Değirmen

Geçmişte Aksu Çayı'ndan değirmenler için değil aynı zamanda içme suyu amaçlı su kanallarının da yapıldığı görülmüştür. 2021 yılında Çağlayancerit ilçe merkezi için Öksüz Dağı'nın kuzey yamaçlarında yol yapım çalışmaları esnasında Roma dönemine ait olduğu düşünülen tarihi bir su yolu bulunmuştur (Foto 2.3).

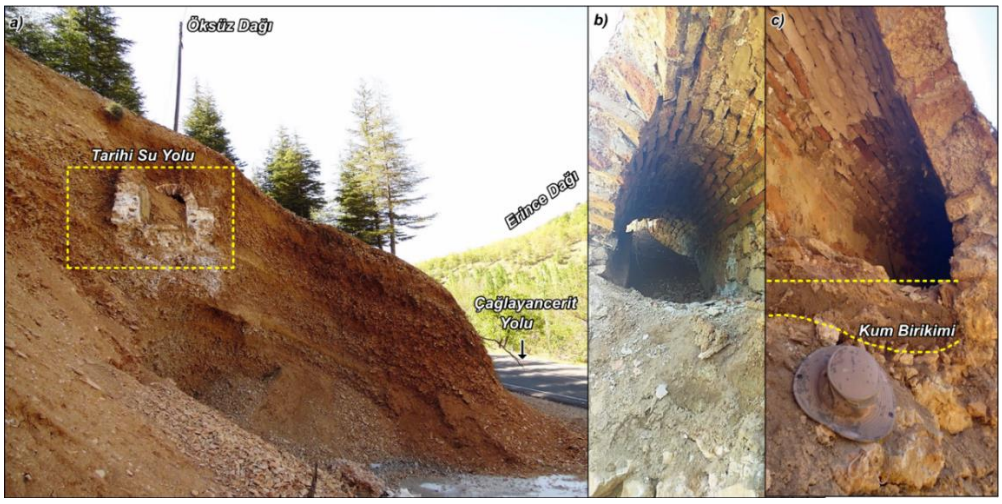


Foto 2. 3: Çağlayancerit Girişinde Yol Yapımı Çalışmaları Esnasında Bulunan Tarihi Su Yolu Kalıntıları

Bulunan su yolunda kanal zemininde bulunan kum birikimi dikkate alındığında bu suyolunun çok uzun dönem kullanıldığını göstermektedir. Ancak suyolunun Aksu Çayı'ndan almış olduğu suyu tam olarak nereye taşıdığı ile ilgili ortada net bir bilgi yoktur. Fakat *"Maraş Tarihi"* isimli eserde bu suyolunun Aksu Çayı'nın kaynağı olan Göz'den aldığı suyu o dönem önemli bir yerleşim yeri olan "*Hades"* şehrine taşıdığı ileri sürülmüştür (Gökhan, 2011: 95). Hades şehri günümüzdeki Bozlar köyü olduğu düşünülürse, dolayısıyla bu suyolunun Aksu Çayı'nın kaynağından aldığı suyu Öksüz Dağı'nın kuzey yamaçları boyunca yaklaşık 13 km'lik bir mesafe yol katederek Bozlar köyünün olduğu noktaya taşıdığı tahmin edilmektedir. Dolayısıyla tüm bu tarihi veriler, Aksu Çayı'nın yüzlerce yıldan beri bölgenin su yönetimi açısından oldukça önemli bir yere sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

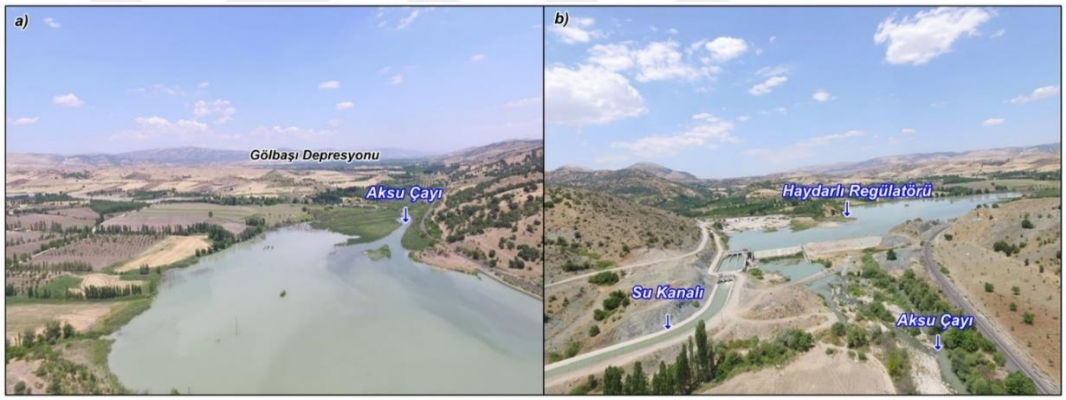


Foto 2. 4: Gölbaşı Depresyonunda Kurulmuş Olan Haydarlı Regülatörü

Engizek dağlarının güney yamaçları ile Öksüz Dağı'nın (1890 m) güney yamaçlarından gelen birçok dereyi toplayan Akdere'yi de kendi bünyesine katarak Öksüz Dağı ile Erince Dağı arasında kuzeybatı-güneydoğu yönünde yaklaşık 20 km akış gösteren Aksu Çayı, 880 metrede bulunan Gölbaşı Depresyonuna açılır. Depresyonun kabaca kuzeydoğusunda bulunan ve depresyon tabanında yer alan Gölbaşı Gölü, Azaplı Gölü ve İnekli Gölü'nün kurutma kanalları ile birbirine bağlanan sularını da kendine katar. Buradan itibaren güneybatıya bir dirsek oluşturarak kuzeydoğu-güneybatı yönünde yaklaşık 5 km'lik bir akış gerçekleştirerek Kısık Deresi ile birleşir devamında günümüzde Gölbaşı Depresyonunun güneybatı ucunda inşa edilmiş olan Haydarlı Regülatörüne ulaşır (Foto 2.4). Haydarlı Regülatöründen

itibaren suyun büyük bir bölümü kanallara alınarak kanallarla Aksu Çayı vadisinde inşa edilmiş olan "Akpınar Hidroelektirk Santraline" taşınır (Foto 2.5).

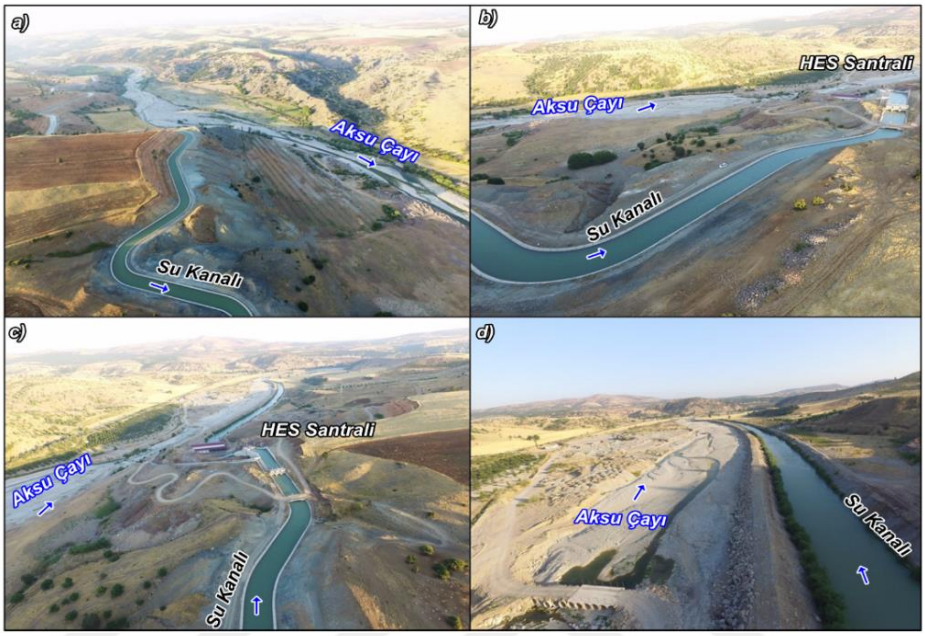
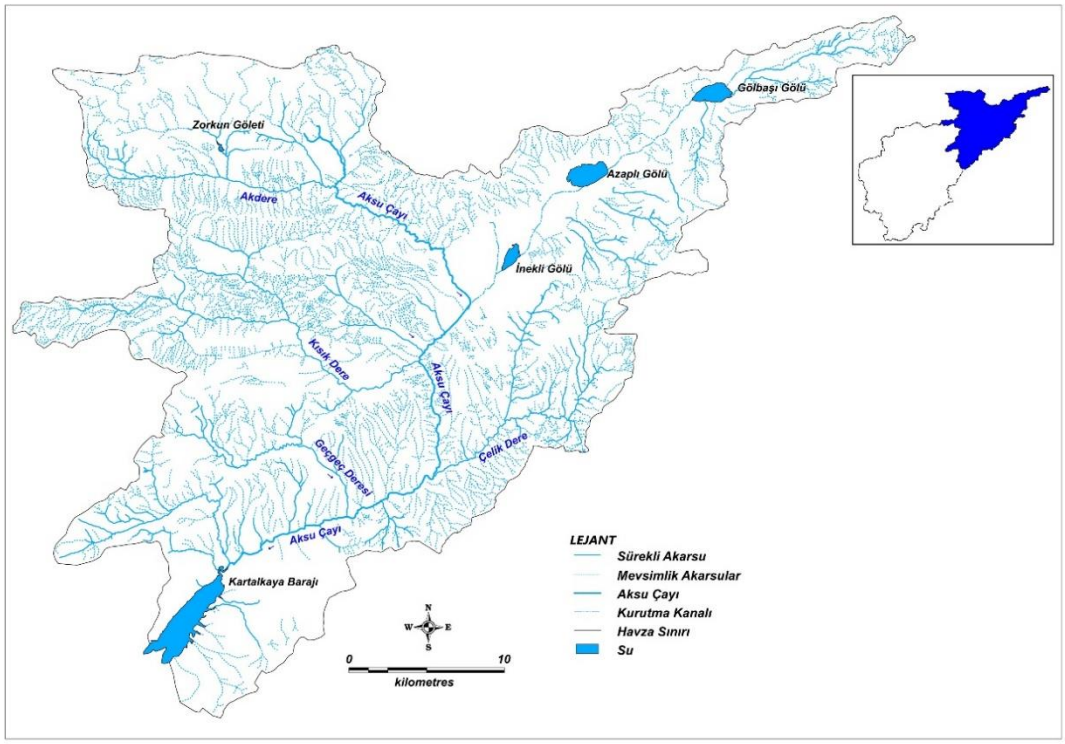


Foto 2. 5: Haydarlı Regülatöründen Sonra Akpınar HES Santraline Su Taşıyan Su Kanalları

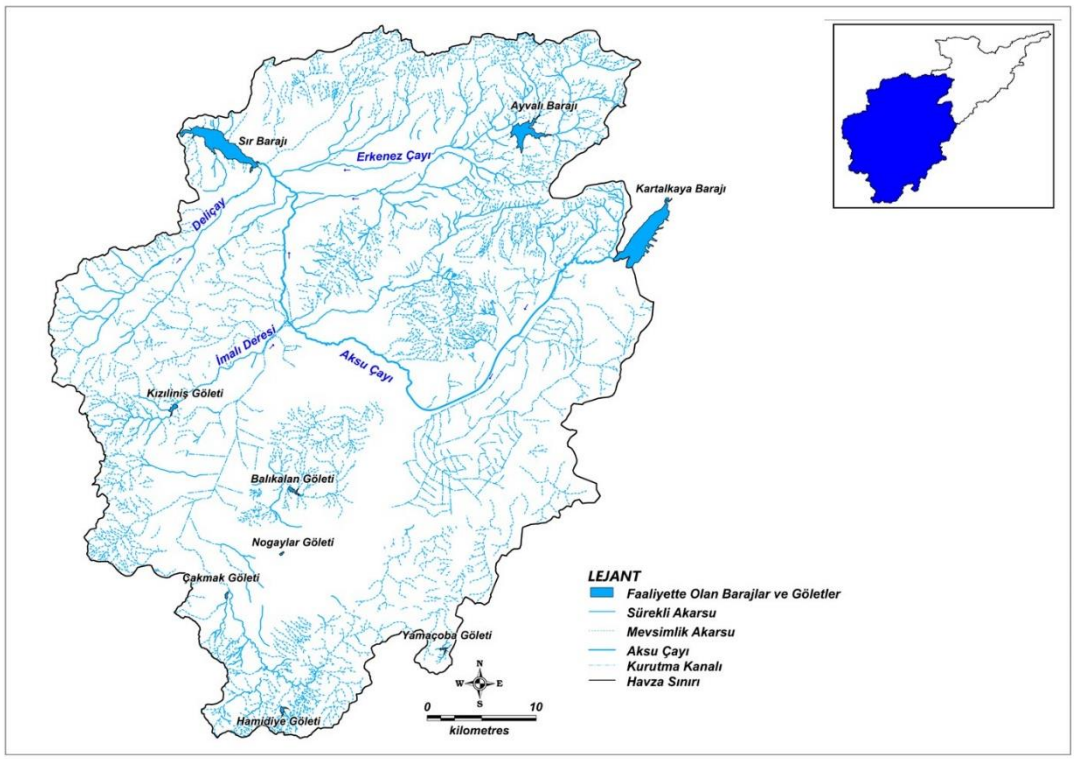
Regülatörden itibaren kabaca kuzey-güney yönünde yaklaşık 9 km'lik bir akış gösteren Aksu Çayı, burada Çelik Dereyi bünyesine katarak buradan kuzeydoğu-güneybatı yönüne yönelir. Buradan itibaren Geçgeç Deresi'ni de bünyesine katarak yaklaşık 17 km'lik bir akış gösterdikten sonra Kartalkaya Barajı'na ulaşır. Dolayısıyla Aksu Çayı, ilk kaynağı olan "Göz" ile Kartalkaya Barajı arasında yaklaşık 51 km'lik mesafe yol kat etmiş ve yaklaşık 1100 km^2'lik bir alanın sularını Kartalkaya Barajı'na drene etmiş olur (Foto 2.6- Harita 2.3).



Foto 2. 6: Kartalkaya Barajı



Harita 2. 3: Aksu Çayı Havzası'nın Yukarı Çığırında Aksu Çayı Önemli Yan Kolları (Harita Genel Komutanlığı'nın 1/25 000 ölçekli topografya haritalarından üretilmiştir.)



Harita 2. 4: Aksu Çayı Havzasının Aşağı Çığırında Yer Alan Önemli Yan Kolları (Harita Genel Komutanlığı'nın 1/25 000 ölçekli topografya haritalarından üretilmiştir.)

Kartalkaya Barajı mansap kısmından itibaren yaklaşık 6 km'lik derin bir boğazdan geçen Aksu Çayı, yaklaşık 635 metre kotunda Narlı Ovası'na giriş yapar (Harita 2.4). Aksu Çayı'nın Narlı Ovası'na açıldığı bu noktada akarsuyun suları özellikle sulama sezonu döneminde Aksu Çayı vadisinin hemen doğu ve batı kıyılarında yer alan *"Sağ Sahil Sulama"* ve *"Sol Sahil Sulama"* adında kurulmuş olan iki ayrı sulama kooperatifine Dehliz bölgesinde iki ayrı sulama kanalı ile tarımsal sulama suyu verilir (Foto 2.7 a-b). Özellikle yaz sezonunda sulama suyu verilen dönemlerde Aksu Çayı yatağına su verilmediği için tamamen kurumuş olduğu görülür.

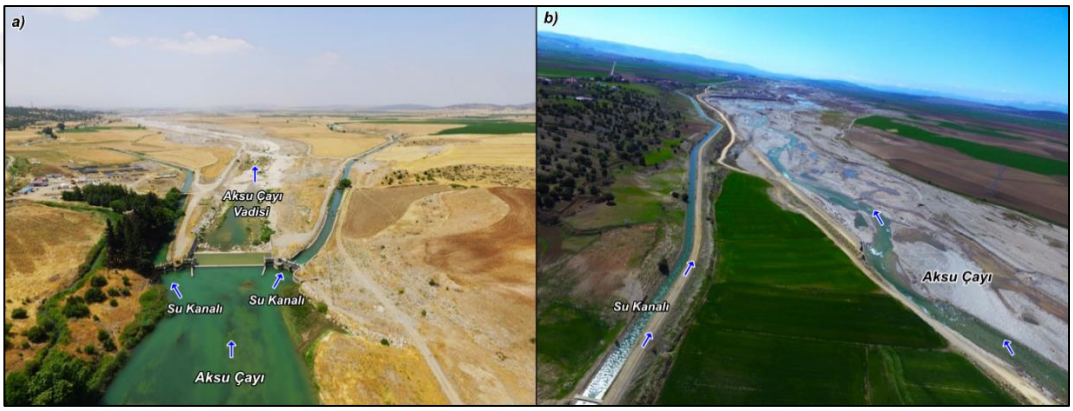


Foto 2. 7: Kartalkaya Barajından Sonra Aksu Çayı Sularının Su Kanallarına Verildiği Dehliz Bölgesi

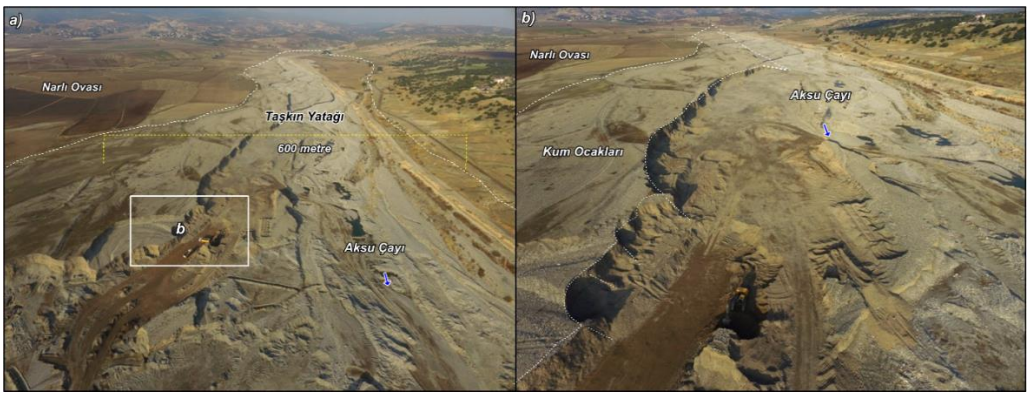


Foto 2. 8: Kartalkaya Barajı'ndan Sonra Aksu Çayı Yatağında Kurulan Kum Ocakları

Gerek Kartalkaya Barajı'nda suların bırakılmaması gerekse barajdan sonra suların sulama kanallarına aktarılması ve akar vadisi içerisinde birçok kum ocağının işletilmeye açılması nedeniyle buradan itibaren Aksu Çayı'nın doğal yatak özellikleri büyük oranda bozulmuştur. Özellikle Narlı yakınlarında Aksu Çayı vadisi birçok noktada adeta şantiye alanına dönüştürülmüş durumdadır (Foto 2.8).

Bu bölgede geniş bir taşkın yatağı içerisinde akış gösteren Aksu Çayı, Kartalkaya Barajı'ndan sonra Narlı'nın hemen batısından geçerek kabaca KD-GB yönünde yaklaşık 18 km'lik bir akış gösterdikten sonra Emiroğlu Köyü'nün hemen kuzeybatısında akış yönü KB-GD yönüne döner. Kartalkaya Barajı'ndan sonra Emiroğlu köyü yakınlarına kadar olan bölümde Aksu Çayı Vadisi'nde birçok yerde kum ocakları kurulmuş ve akarsu yatağı büyük oranda tahrip edildiği ve akarsu yatağı hafriyat döküm alanı olarak kullanıldığı görülür.

Emiroğlu Köyü yakınlarından itibaren yaklaşık 16 km KB-GD yönünde akış gösteren Aksu Çayı, bu bölgede Narlı Ovası'ndaki birçok kurutma kanalı sularını da drene ederek Türkoğlu ilçesine bağlı Kılılı Mahallesinin hemen doğusunda yer alan Varto Köyü yakınlarında yine keskin bir dirsek oluşturarak akış yönünü kabaca kuzey-güney yönüne çevirir. Varto köyünün bulunduğu alan Aksu Çayı Havzası'nın su yönetimi açısından oldukça önemli bir bölgesini oluşturur. Çünkü bu bölge havza su yönetiminin önemli elemanlarından sulama kanalı ve kurutma kanalı ile Aksu Çayı'nın kesişim noktasını oluşturur (Foto 2.9). Bu bölgede güneyde yer alan Türkoğlu (Sağlık) Ovası'nda bulunan eski bir bataklık gölü olan Gavur Gölü Bataklığının kurutma kanallarının suları güneyden kuzeye bu noktada Aksu Çayı'na deşarj edilirken aynı zamanda havzanın kuzeyinde bulunan ancak havza dışında yer alan ve Ceyhan Nehri üzerinde inşa edilmiş olan Menzelet Barajı'ndan su kanalları ile kuzeyden güneye sulama suyu transferi yapan su kanalları da Aksu Çayı'nın altından geçiş yapar. Burada sulama kanalı ile kurutma kanalları birbirinin tersi yönde akış gerçekleştirir.

Gavur Gölü Bataklık sahasından Aksu Çayı'na deşarj olan kurutma kanalı yalnızca ova tabanındaki suları deşarj etmezler. Aynı zamanda Antakya-Maraş grabeninin batısında yer alan dağlık alanlardan kaynağını alan birçok derenin sularını da Aksu Çayı'na taşır. Örneğin, bu bölgede kaynağını yüksek kesimlerden alan ve aşağı çığırında Şekeroba Mahallesi içerisinden geçen Kar Dere ile yine aynı şekilde Beyoğlu Mahallesi içerisinden geçen Gölceğez ve Çıtlıklı Derelerinin suları da Türkoğlu Ovası (Sağlık) tabanına ulaştıklarında doğrudan kanallar ile kurutma kanalına iletirler (Foto 2.10 ve Foto 2.11). Öte yandan Türkoğlu ilçe merkezinin hemen güneybatısında yer alan dağlık alanlardaki yan kolları bünyesinde toplayan

yaklaşık 73 km^2'lik İmalı Çayı havzasının suları da Öznecik Deresi tarafından bu noktada Aksu Çayı'na katılır. Öznecik Deresi, Türkoğlu ilçe merkezi ve Kılılı Mahallesi çevresindeki birçok fabrikanın atık sularının bırakıldığı bir akarsudur. Özellikle arıtılmadan bırakılan bu atık sular nedeniyle Öznecik Deresi'nde ciddi bir kimyasal kirlilik yaşanmaktadır. Bu yüzden Öznecik Deresi'nin Aksu Çayı'na dökülmesi ile Aksu Çayı'nın endüstriyel atıklar tarafından kirlenmesi de ilk olarak bu noktadan itibaren başlar (Foto 2.9). Bu noktadan önceki alanlarda Aksu Çayı suları genellikle temiz durumdadır (Foto 2.12).



Foto 2. 9: Varto Köyü Yakınlarında Aksu Çayı Vadisi ile Sulama Kanalı ve Kurutma Kanalı Geçişleri



Foto 2. 10: Şekeroba Mahalle Merkezi İçerisinden Geçerken Kanal İçerisine Alınmış Olan Kar Dere Yatağı



Foto 2. 11: Gavur Gölü Bataklığını Islah Amaçlı Türkoğlu (Sağlık) Ovası'nda Açılmış Olan Kurutma Kanalları

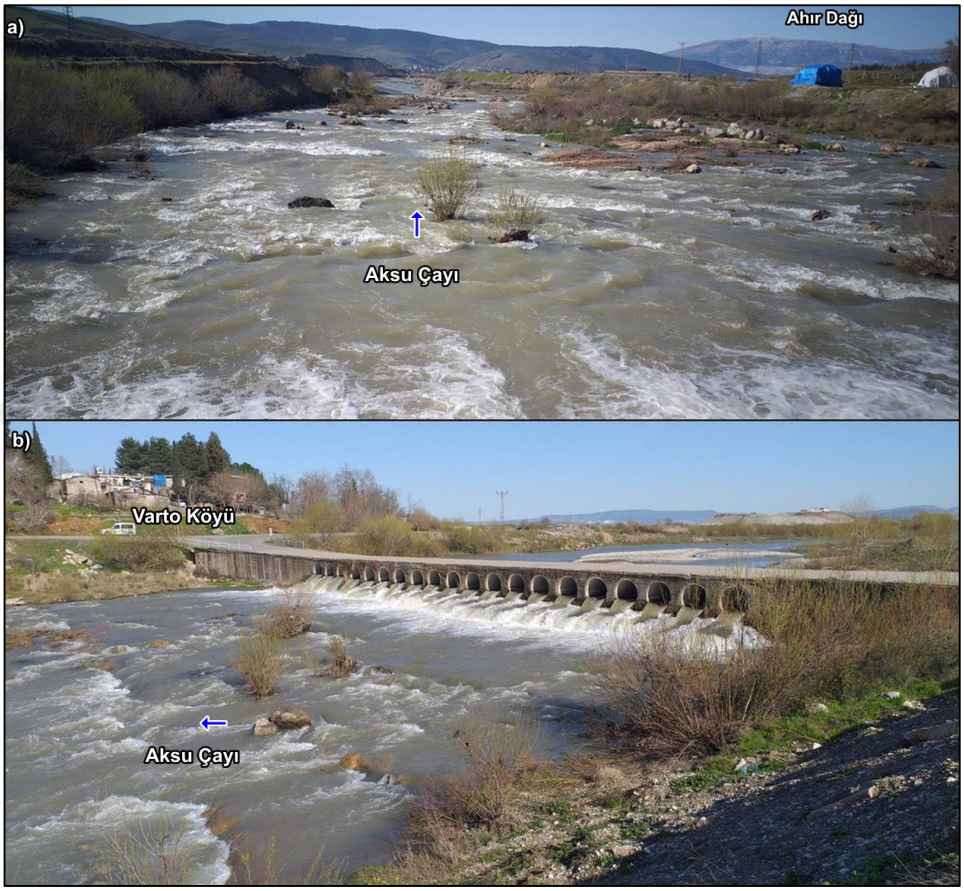


Foto 2. 12: Varto Köyü Yakınların Akış Gösteren Aksu Çayı

Bazı araştırmacılar tarafından Aksu Çayı'nın daha önceleri Antakya-Maraş Graben sahasında güneye doğru Amik Gölü'nü besleyen Karasu Çayı'na bağlanarak Asi Havzası'na bir akış gösterirken daha sonra bir kapma olayı ile Kılılı yakınlarında bir kaptür dirseği ile Ceyhan Nehri'ne bağlandığı ileri sürülmektedir (Selçuk Biricik, 1994:68; Pekcan, 1997:50). Araştırmacılara göre kapma sonrası Amik Gölü'ne akış gösteren eski vadi kurumuştur. Pekcan (1997)'e göre günümüzdeki Karagöl, Keçiler

ve Mizmilli gibi bataklık sahaların oluşumu da bu kapma olayı neticesinde oluşmuşlardır. Korkmaz (2000)'e göre ise Antakya-Maraş graben sahasında neo-tektonizmanın etkisi ile Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan Türkoğlu (Sağlık) Ovası ile Asi Havzası'nda kalan Karagöl Ovası arasında eşik sahasının kuzeyindeki alanlarda eğimin Ceyhan Nehri'ne yönelmesine neden olarak Aksu Çayı'nın bir neotektonik çarpılma ile geriye doğru aşındırmanın da etkisi ile daha öncesinde Antakya grabenine doğru güneye akış gösterirken Kuvaterner'de meydana gelen bir kaptür olayı ile Türkoğlu-Kılılı yakınlarından Ceyhan Nehri'ne bağlanmıştır. Eski dönemlerde Aksu Çayı'nın Asi Nehri Havzası'na akış göstermesi için en uygun topografik şartların ise Nurdağı'na bağlı Kömürler köyünün olduğu bölge olduğunu belirtmiştir (Korkmaz, 2000:150). (Foto 2.13).



Foto 2. 13: Aksu Çayı'nın Eski Dönemlerde Asi Nehri Havzası'na Akış Gösterdiği İleri Sürülen Nurdağı Yakınlarındaki Bölge

Birçok araştırmacı tarafından Aksu Çayı'nın eski dönemlerde Asi Nehri Havzası'na akış gösterirken daha sonra Kuvaterner'de bir kapma olayı ile Ceyhan Nehri'ne bağlandığı varsayımları ileri sürülse de bu sürecin tam olarak ortaya konulması ancak ile kapma olayına ait bu bölgede detaylı bir çalışma ile bazı flüvyal kanıtların kesin olarak ortaya konulması ile mümkün olacaktır.

Türkoğlu ilçesine bağlı Kılılı Mahallesinin hemen doğusunda yer alan Varto Köyü yakınlarında keskin bir dirsek ile kabaca kuzeye yönelen Aksu Çayı, bu yönde yaklaşık 12 km'lik mesafe katederek Antakya-Maraş grabeni boyunca akışını sürdürür. Kahramanmaraş'ın hemen güneyinde şehrin girişinde yer alan Hacı Mustafa

Mahallesi yakınlarında önemli yan kollardan Karaçay'ı da bünyesine katan Aksu Çayı, bu noktadan itibaren akış yönü kuzeybatıya döner. Karaçay'ın Aksu Çayı'na katılmasından sonra kuzeybatı yönüne doğru akış gösteren Aksu Çayı, yaklaşık 4 km ileride ise yine önemli yan kollarından biri olan Erkenez Çayı'nı bünyesine katarak akışına devam eder. Aksu Çayı'nın önemli yan kollarını oluşturan Karaçay ve Erkenez Çayı sanayi merkezlerinin bulunduğu bölgelerden geçerken özellikle tekstil fabrikalarından kontrolsüzce bırakılan atık sular nedeni ile ciddi derecede kirlenir. Bu akarsular bünyesinde taşıdığı kimyasal atıkları Aksu Çayı'na taşıması nedeniyle Aksu Çayı'nın da ciddi derece kimyasal olarak kirlenmesine neden olurlar. Aksu Çayı'nın ciddi derecede kirlenmiş olması üzerinde herhangi bir sanayi merkezi yer almayan ve dolayısıyla kirlilik sorunu bulunmayan birçok yan kolların da Aksu Çayı'nın kirli suları ile birleşir. Dolayısıyla ana akarsuyun kirlenmesi nedeniyle sistem olarak kendisine katılan tüm yan kolların sularının da kirlenerek kullanılamaz hale gelmesine neden olur. Akarsular ile ilgili kirlilik konusu kimyasal su analizlerinde ayrıca anlatılacağı için burada konunun detaylarına girilmemiştir.

Aksu Çayı Karaçay ve Erkenez Çayı'nı da bünyesine kattıktan sonra Kahramanmaraş şehir merkezinin hemen güneyinde Maraş Ovası'nda kuzeybatıya doğru akışını sürdürür. Erkenez Çayı ile birleşim yerinden itibaren yaklaşık 3 km güneybatısında Aksu Çayı, önemli yan kollarından biri olan Deliçay'ın sularını da bünyesine katar (Foto 2.14). Deliçay üzerinde herhangi bir baraj ve gölet yer almaması nedeniyle Deliçay Havzası'nın tüm suları doğrudan Aksu Çayı'na dökülür.

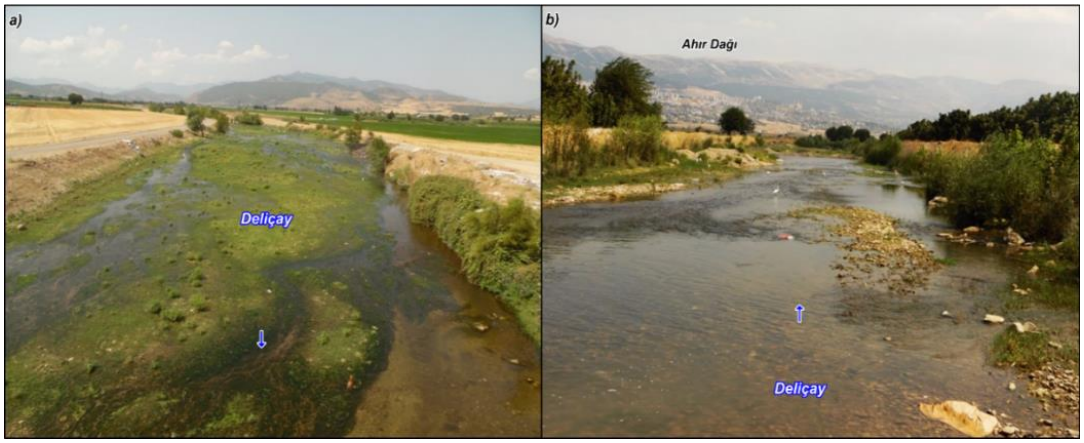


Foto 2. 14: Aksu Çayı'nın Önemli Yan Kollarından Deliçay

Aksu Çayı aşağı havzadaki tüm yan kolları bünyesine kattıktan sonra Kahramanmaraş şehir merkezinin hemen güneyinde Maraş Ovası'nda eğimin azalmasıyla geniş menderesler şeklinde akış gösterir (Foto 2.15). Son olarak Aksu Çayı sularını Ceyhan Nehri üzerinde kurulmuş olan Sır Barajı'na boşaltır (Foto 2.16).



Foto 2. 15: Maraş Ovası'nda Aksu Çayı'nda Oluşan Menderesler

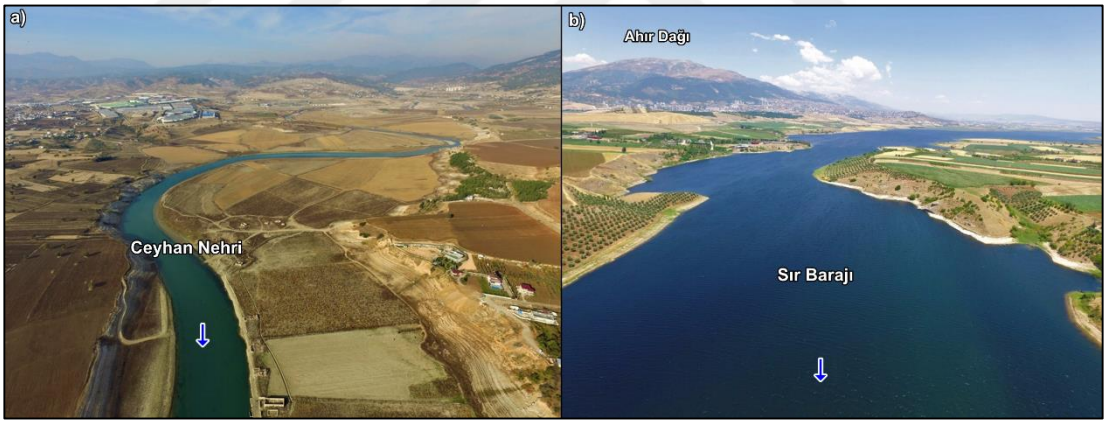


Foto 2. 16: Ceyhan Nehri (a) ve Sır Barajı (b)

Aksu Çayı, ilk kaynağını aldığı Çağlayancerit ilçesine bağlı Küçükcerit Köyü'ün hemen doğusunda ve havzanın kuzeyinde bulunan önemli dağlık alanlarından biri olan Engizek Dağı'nın güney yamaçlarından 1120 metreden alır ve en son Ceyhan Nehri Vadisinde 420 metre yükseltide yer alan Sır Barajı'na ulaştığında yaklaşık 117 km'lik bir uzunluğa ulaşır. Hidrolojik anlamda bir açık havza özelliğine sahip olan Aksu Çayı, böylece toplamda 3457 km^2'lik bir yağış alanının sularını Sır Barajı'na drene etmiş olur.

2.2. Göller

Göller, bir bölgenin hidrolojik döngüsünde rol oynayan önemli unsurlardan birini oluşturması nedeniyle su yönetimi açısından dikkate alınması gereken önemli doğal unsurlardan birini oluşturur. Gerek göllerdeki çukurluğun oluşumu ve gerekse suyun kimyasal niteliğine göre çeşitli şekillerde sınıflandırılan ve tanımlanan göller, genel olarak karalar üzerindeki çukurluklarda biriken sular (ya da durgun sular) olarak adlandırıldığı görülür (İzbırak, 1986:140; Atalay, 2004b:176). Göllerde biriken suların asıl kaynağını atmosferik sular yani yağışlar oluşturur. Bu yüzden göllerin doğal varlığını devam ettirebilmesi ve bir göl olma özelliğini koruyabilmesi göl sularının beslenmesi ile mümkündür (Selçuk Biricik, 2009:364). Bu nedenle bir gölün varlığı suların birikebileceği bir çukur arazinin varlığına imkan tanıyan jeomorfolojik özellikler yanında o çukurluğu doldurabilecek yağışlara ve devamında beslenmesine imkan verecek klimatolojik özellikler ile de yakın ilişkilidir.

Göller, akarsulardaki hareketli suların aksine daha çok durgun suların yer aldığı alanlardır. Yeryüzündeki tatlı su ekosistemlerinde akarsular daha çok hareketli suların oluşturduğu "lotik" ekosistemleri oluştururken göller ise daha çok durgun suların meydana getirdiği "lentik" ekosistemleri oluşturur (Tırıl, 2006:21). Göllerin durgun suları flüvyal sistemler için önemli sedimantasyon alanlarını oluşturur. Bu yüzden göller, içinde barındırmış olduğu tortullar sayesinde geçmişten günümüze yaşanan iklim değişimi izlerini saklı tutarken diğer yandan göldeki su bütçesinde meydana gelen değişimleri ile de bulundukları bölgede iklimde gelecekte meydana gelecek olan değişimleri tahmin etmekte önemli ipuçları sunar. Dolayısıyla göller, bölgesel ve yerel su havzaları için temel göstergelerden birini oluşturur. Bu anlamda göller Dünya'nın iklim özelliklerine önemli katkılar sunması hem de Dünya'nın iklim değişikliğine tepkisinin ortaya konmasında önemli bir rol oynar. Bu nedenle göller, "Küresel İklim Gözlem Sistemi" *(Global Climate Observing System)* tarafından temel iklim değişkenleri olarak kabul edilir (Woolway vd; 2020; Akt: Işıldar ve Ercoşkun, 2021:90).

Diğer yandan göller bazı yerlerde birçok akarsuyun akışının son bulduğu alanları oluştururken öte yandan bazı göllerden taşan fazla suların zaman içerisinde kendisine bir yatak oluşturması nedeniyle yeni bir akarsuyun oluşumuna da neden

olabilirler (Hoşgören, 1992:56). Bu yüzden göller, bir havzadaki işleyen flüvyal sistemlerin oluşması ve devamlılığı açısından bir temel oluşturur.

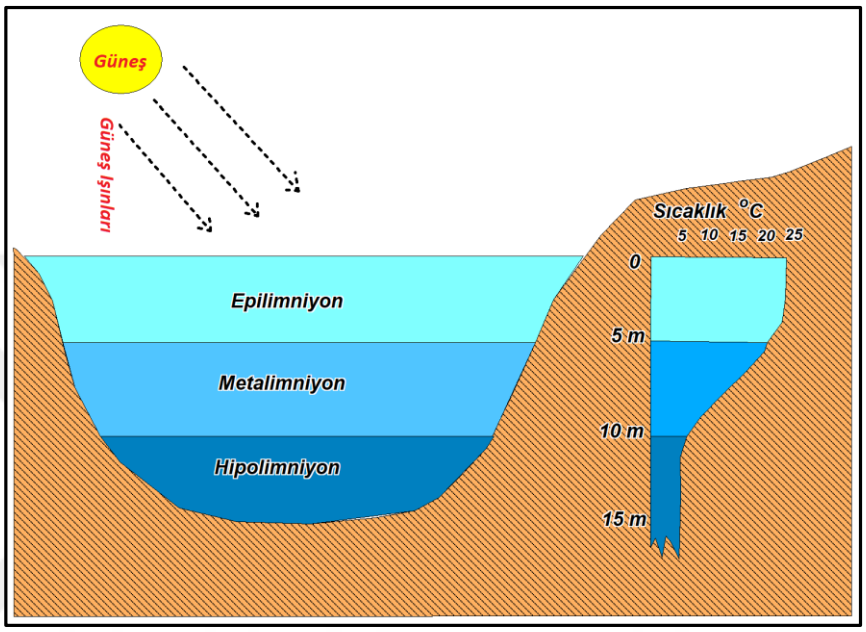
Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerinden uzakta algılama teknikleri kullanılarak yapılan bir araştırmaya göre dünyada buzullaşmaya uğramayan karalar üzerinde alanı 0,002 km^2'den büyük yaklaşık 117 milyon göl olduğu tespit edilmiştir. Bu göller toplam kara alanlarının % 3,7'sini kaplamaktadır (Verpoorter vd; 2014:5). Dünyadaki tüm göllerde biriken toplam tatlı sular, yerküredeki toplam tatlı suların sadece % 0,009'unu oluşturur (Lutgens vd; 2014:217). Ülkemizde ise 300'den fazla sürekli göl bulunmaktadır. Göllerin toplam alanı 9 861 km^2 olup, ülkemizin yüz ölçümünün toplam % 1,2'sini oluşturur (TÇV, 1989:30).

Göller, küresel anlamda tatlı su varlığının çok küçük bir bölümünü oluştursa da gerek küresel ve gerekse yerel ölçekte bulunduğu bölgelerde yerine getirdiği ekolojik işlevleri açısından oldukça önemlidir. . Örneğin göller iklim değişikliğinin etkilerini iki ana yoldan azaltıcı rol oynamaktadır. Bunlar karbon salınımını azaltma ve hidrolojik tamponlama şeklindedir. Göller, iç sulardan atmosfere salınan karbon miktarını üçte bir oranında azalttığı tahmin edilmektedir. Diğer yandan iklim değişikliği sonucunda artan buzul ve kar erimeleri ile yaşanacak olan sel felaketlerini frenleyen bir hidrolojik tampon bölgeleri oluşturarak iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltıcı rolü bulunmaktadır (Tranvik vd; 2009; Schallenberg vd; 2013). Bu yüzden su yönetimi açısından göller yalnızca içinde biriktirdiği su miktarı olarak değil aynı zamanda küresel ve bölgesel doğal sistemlerin işleyişi üzerindeki etkilerinin de dikkat alınması gerekir. Bu anlamda göllerin su yönetimi açısından önemini anlamak açısından ülkemizde Avlan Gölü'nün kurutulması olayı ve sonrasında yaşanan gelişmeler oldukça güzel bir örnektir. Avlan Gölü'nün kurutulması sonucunda Elmalı Ovası'nda taban suyu seviyesinde ciddi oranda düşmeler görülmüştür. Göllerin bulunduğu dönemlerde 5-18 metrelerde çıkartılan yeraltı suları, göllerin kurutulmasından sonra 60-90 metrelere kadar alçalmıştır. Yeraltı su seviyesindeki bu önemli düşüşler nedeniyle su kuyusu maliyetlerinde ciddi artışlar yaşanmış ve bu maliyetleri karşılayamayan çiftçiler yaz aylarında bahçelerini sulayamaz hale gelmiştir. Diğer yandan yeterince tatlı sularla beslenemeyen yeraltı sularında ve topraklarda tuzlanma meydana gelmeye başlamıştır. Ayrıca Avlan Gölü'nün

kurutulmasından sonra Avlan Beli ve Finike Kıyısı arasında akan Başgöz Deresini besleyen karstik pınarların sularında azalmalar meydana gelmiş ve Başgöz Deresi'nin suları % 50 oranında azalmıştır. Sulak alanların kurutulmasından sonra bölgede elma ağaçlarının çiçeklenme dönemi olan ilkbahar aylarında don olayları daha sık yaşanır hale gelmiş ve bunun sonucunda elma rekoltesi ve kalitesinde ciddi azalmalar meydana gelmiştir. Bu olaylara artan su kuyusu maliyetleri de eklenince çiftçiler elma ağaçlarını kesmeye başlamıştır. Elmalı Tarım İlçe Müdürlüğü verilerine göre 1989-1994 yılları arasında bölgede 320 bin elma ağacı kesilmiştir. Bunun yanında göllerin kurutulmasından dolaylı olarak bölgedeki Sedir (Cedrus *libani*) ormanları da etkilenmiştir. Çünkü göllerin kurutulmasına bağlı olarak Sedir ağaçlarına zarar veren *"Acleris undula"* popülasyonunda ciddi oranda bir artış yaşanmıştır. Bu parazit türü göllerin bulunduğu dönemde su kuşları tarafından besin olarak kullanıldığı için popülasyon dengede tutulurken göllerin kurutulması ile kuşların ortamı terk etmesiyle sayılarında kontrolsüzce bir artış yaşanmaya başlamıştır. Bunun sonucunda yılda ortalama 2 000 m^3 sedir ağacının kuruduğu görülmüştür (Ozaner, 2004; Akt: Tırıl, 2006:34).

Göllerin su yönetimi açısından incelenmesinde öncelikle göllere ait mevcut su miktarının ve kalitesini etkileyen çevresel şartların belirlenmesi gerekir. Bu anlamda göl havzası içerisinde yer alan çevresel jeomorfolojik özellikler ile iklim özelliklerin yanı sıra çevrede insanlar tarafından gerçekleştirilen faaliyetleri de dikkate almak gerekir. Öte yandan bunların yanında ayrıca gölün kendine has derinlik gibi özelliklerinin de dikkate alınması gerekir. Çünkü göllerde derinliğin artışına bağlı olarak göllerde meydana gelen dikey yöndeki termal katmanlaşma gibi olayların gerek madde döngüleri üzerinde doğrudan ortaya koyduğu etkileri bakımından oldukça önemlidir. Diğer yandan bu durum aynı zamanda gölde biriken suların kalite olarak özelliklerini etkilemesi bakımından oldukça önemlidir. Göllerde biriken sular güneş ışınlarının etkisi ile yüzeye yakın olan su kütleleri en derinde yer alan su kütlelerine göre daha fazla ısınır. Buna bağlı olarak göl suları yüzeyden derinliğe bağlı olarak farklı sıcaklık özellikleri gösterir. Bu durum aynı zamanda suyun yoğunluğu üzerinde de etkili olur. Sıcaklığı artan su kütlelerinin yoğunluğu da düşer. Bu yüzden göl sularında derinlere doğru inildikçe yoğunluk da artar. Böylece göl suları dikey yönde

sıcaklık ve yoğunluk özellikleri birbirinden farklı katmanlar oluşur ve bu duruma "termal katmanlaşma" denir (Şekil 2.1). Termal katmanlaşmaya bağlı olarak göl sularında en yüzeyden derine doğru *"epilimniyon", "metalimniyon"* ve *"hipolimniyon"* olarak adlandırılan katmanlar oluşur (Göncü vd; 2015:352).

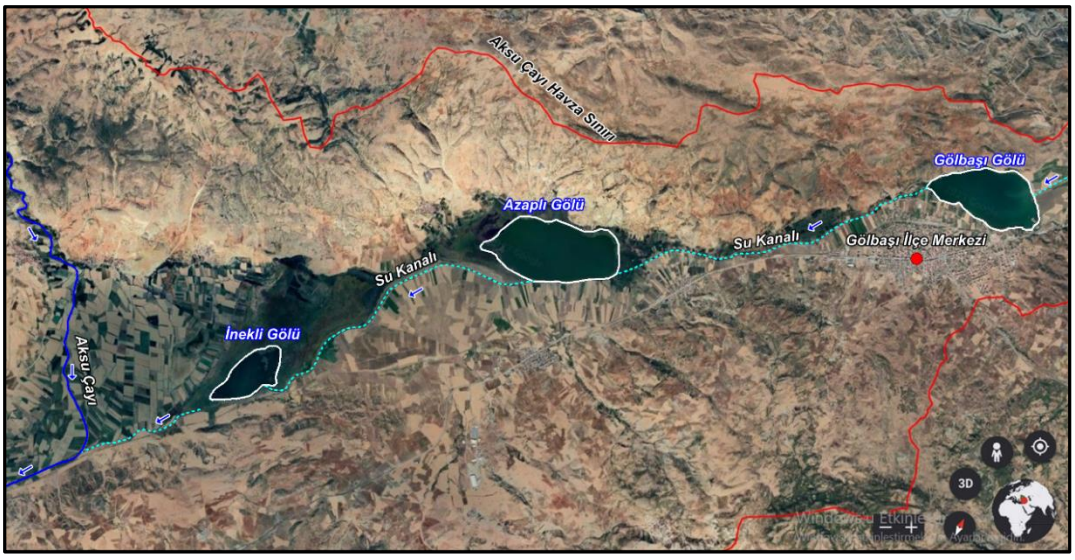


Şekil 2. 1: Göl Sularında Derinliğe Göre Oluşan Sıcaklık ve Yoğunluk Katmanları (Lewis, 2009'dan düzenlenmiştir).

Göl sularının sıcaklığı suyun yoğunluğu etkilediğinde ılıman enlemlerde sığ göller hariç genellikle tüm göllerde ilkbahardan sonbaharın sonlarına kadar olan dönemde bu mevsimsel tabakalaşmayı görmek mümkündür (Şekil 2.1). Genellikle 0-5 metre arasında bulunan ve sıcaklığın en yüksek ve yoğunluğun en az olduğu *"epilimniyon"*katmanı yer alır. Bu katmanın kalınlığı genellikle gölün büyüklüğüne göre etkilenebilir. Çünkü göl alanı büyüdükçe rüzgar enerjisi suya daha fazla katılarak bu tabakanın daha da kalınlaşmasına neden olabilir. Rüzgârlı su kütlelerinde bu katman kalınlığı 15-20 metreye kadar artabilir. Epilimniyon katmanı yeterli güneş güneş ışınlarını alabilmesi sayesinde fotosentez faaliyetlerinin gerçekleşmesi daha kolaydır. Göl suları içerisinde en sıcak ve yoğunluğun en az olduğu katman olan Epilimniyon katmanı altında göl sularındaki en soğuk ve en yoğun katman arasında bir geçiş özelliği gösterir. Bu geçiş katmanına ise "Metalimniyon" adı verilir. Bu katmanın kalınlığı göller arasında önemli farklılıklar gösterebilir. Bu katmanda fotosentez için gerekli olan güneş ışınlarını her zaman yeterli olmayabilir. En alt

katmanda ise en derinde yer alan ve sıcaklığın en düşük ve yoğunluğun ise en fazla olduğu "Hipolimniyon" katmanı yer alır. Bu katman çok az türbülansın görüldüğü ve genellikle fotosentez için oldukça karanlık olup yüzeyden izole edilmiş olan katmandır. Ve termal katmanlaşma döneminde bu katman atmosferik oksijen kaybeder. Dolayısıyla bir gölün suları kendi içinde ekolojik olarak oldukça önemli olan dikey yönde birbirinden farklı özelliklere sahip katmanlar ortaya çıkar (Lewis, 2009:15). Bu yüzden göllerin kendi içindeki ekolojik özelliklerinin sürdürülebilirliği açısından göl sularında oluşan bu termal katmanların da dikkate alınarak her katmanı kendi içinde değerlendirmek ve ortaya çıkan sorunların ayrı ayrı ele alınarak incelenmesi gerekir.

Aksu Çayı Havzası, göl varlığı açısından zengin bir havza değildir. Havzanın kuzeydoğusunda kapalı havza konumundaki tektonik kökenli *"Gölbaşı Depresyonu"* içerisinde yer alan İnekli, Azaplı ve Gölbaşı Gölü olmak üzere içme suyu havzası statüsünde doğal özelliğini koruyan 3 adet göl bulunur (Şekil 2.2). Bunun dışında Kumaşır Gölü ile DSİ tarafından eskiden büyük bir göl olan ancak günümüzde büyük oranda kurutulmuş olan Gavur Gölü Bataklığı yer alır.

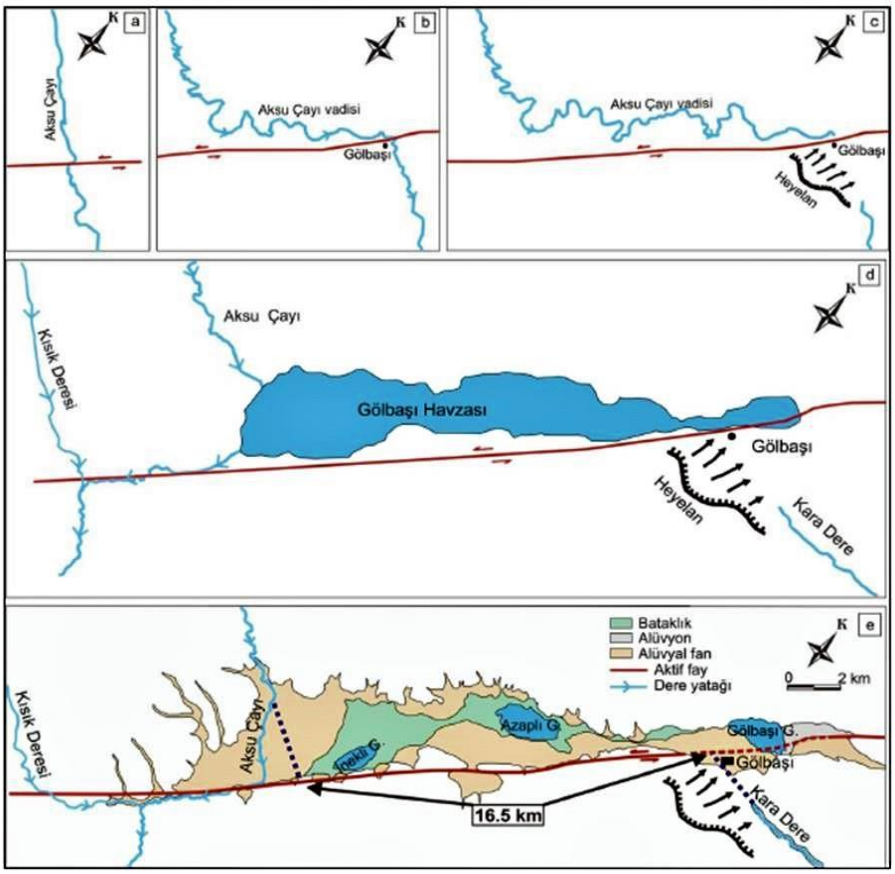


Şekil 2. 2: Aksu Çayı Havzasında Yer Alan Göller

Azaplı Gölü 2,86 km^2, Gölbaşı Gölü 2,08 km^2 ve İnekli Gölü 1,4 km^2 olmak üzere göllerin toplam alanı yaklaşık 6,3 km^2'dir (OSİB, 2017b:133). Havzanın göl yüzdesi % 0,18 olarak hesaplanmıştır. Kapalı havza konumunda olan ve 218 km^2'lik

bir alana sahip bu depresyondaki göller, DSİ tarafından açılan kanallarla birbirine bağlanarak en son göl suları Aksu Çayı'na bağlanmış durumdadır (Şekil 2.2).

Göller bulundukları konum itibariyle Aksu Çayı Havzası'nın kuzeydoğusunda yer alan havza içerisinde uzanış gösteren Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) içerisinde yer alır. DAFZ içerisinde 30-35 km uzunluğunda ve 4-5 km genişliğinde dar ve uzun bir koridor halindeki Gölbaşı Depresyonu olarak adlandırılan tektonik çöküntü bölgesinde yer alırlar. Göllerin oluşumunda tektonik hareketler etkili olmuştur. Ancak bölgede kartlaşmanın kanıtlarının varlığı nedeniyle göllerin oluşumunda tektonik hareketlerin yanında aynı zamanda karstlaşmanın da etkileri görülür (DSİ, 2015:4-343). Gölbaşı Depresyonunda yer alan göllerin oluşumu ile ilgili bir farklı görüş ise şöyledir (Şekil 2.3).



Şekil 2. 3: Gölbaşı Depresyonu ve Göllerinin Oluşum Süreçleri (Yönlü, 2012)

Yönlü (2012), tarafından yapılan çalışmaya göre Aksu Çayı'nın Gölbaşı Depresyonuna açıldığı yerde ilk zamanlarda Aksu Çayı'nın doğrudan DAF'ı geçerek

akışını sürdürürken daha sonra meydana gelen faylanma sonucunda Aksu Çayı'nın akış yönü kuzeydoğuya yönelmiştir (Şekil 2.3-a). Değişen bu akış yönü sonucunda Aksu Çayı, DAF üzerinde büyük bir vadi oluşturmuştur. (Şekil 2.3-b). Kuzeydoğuya doğru yönelen Aksu Çayı, bu dönemde Gölbaşı ilçe merkezinin güneydoğusunda yer alan Kara Dere üzerinden Fırat Havzası'na dökülüyordu. Ancak bugünkü Gölbaşı ilçe merkezinin hemen doğusunda meydana gelen büyük bir heyelan sonucunda Aksu Çayı'nın önü gelen malzemeler ile tıkanmıştır (Şekil 2.3-c). Heyelan sonucunda vadiyi kapatan malzemeler, Gölbaşı Depresyonu ile Kara Dere vadi tabanında 50 metrelik bir seviye farkı oluşturmuştur. Bunun sonucunda Aksu Çayı, kendi vadisini doldurmaya başlayarak DAF üzerinde gelişen vadi boyunca sularını biriktirmesi ile bu bölgede büyük bir gölün meydana gelmesine neden olmuştur (Şekil 2.3-d). Daha sonra burada biriken göl suları, güneybatıdan eşiği aşarak bugünkü Kısık Dere vadisi tarafından boşaltılmıştır. Bunun sonucu Gölbaşı Depresyonunda biriken o büyük su birikintisinden geriye kalan çukur alanlarda kalan sular ise İnekli, Azaplı ve Gölbaşı göllerinin oluşmasına neden olmuştur (Şekil 2.3-e). (Yönlü, 2012:412).

İnekli, Azaplı ve Gölbaşı göllerinin bazı kaynaklarda hepsini kapsayacak şekilde "Gölbaşı Gölleri" olarak adlandırıldığı görülür. Havzada yer alan bu göller, "Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği" kapsamında korunan *I. Derece SİT Alanı* statüsündedir. Göllerin içinde yer aldığı toplam 1687 hektarlık bir alan *2873 sayılı Milli Parklar Kanunu'na* göre 2008 yılında *"Gölbaşı Gölleri Tabiat Parkı"* olarak ilan edilmiştir. Bölge sulak alan ekosistemi özelliğinedir. Göllerin kıyısındaki alanlar yılın büyük çoğunluğunda yaş ve bataklık halindeki alanlardır. Dolayısıyla bu alanlar tarıma elverişli alanlar değillerdir. 1970 ve 1980 yıllarında geçmişte bazı kurutma faaliyetleri ile göl sularından içme ve kullanma suyu olarak faydalanılması bu göllerin bulundukları ekosistemi olumsuz etkilemektedir (DSİ, 2015:4-344).

2005 yılından itibaren Gaziantep'in içme suyu ihtiyacının karşılanabilmesi için Kartalkaya Barajı'nın beslenmesi amacıyla zaman zaman havza dışında bulunan Göksu Çayı'ndan Gölbaşı Gölü'ne pompalarla su transferi yapılmıştır. Gölbaşı'na aktarılan sular ise daha sonra kanallar aracılığıyla Azaplı Gölü ve İnekli Gölü'ne aktarılarak oradan ise Aksu Çayı üzerinden Kartalkaya Barajı'na aktarılmıştır. Yalnızca 2005-2013 yılları arasında Göksu Çayı'ndan bu şekilde toplam 245,8 milyon

m^3 su aktarılmıştır. Dolayısıyla gölün gideğenleri ve göllerin aşağısında yer alan akım gözlem istasyonlarına ait akımların doğallığı bozulmuştur (DSİ, 2015:4-402).

Havzada yer alan göller, ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir.

2.2.1.İnekli Gölü

Gölbaşı Depresyonunun güneybatı ucunda yer alan İnekli Gölü, burada yer alan göller içerisindeki en küçük göl alanına (1,4 km^2) sahip olanıdır (Foto 2.17). Ancak beslenme alanı olarak en büyük (119,2 km^2) havzaya sahip olanıdır. Çünkü İnekli Gölü, büyük ölçüde yüzeysel ve yeraltından akış gösteren Gölbaşı ve Azaplı Gölü sularının rejimi etkisi altındadır. Gölün azami derinliği 13,6 metredir. Çevresindeki bataklık alanların kurutularak tarıma elverişli hale getirilmesi amacıyla 1986 yılında güneybatısında yer alan gideğen yönünde bir kurutma kanalı açılmıştır (Selçuk Biricik, 1994:66). Yağışın yüksek olduğu dönemlerde Gölbaşı, Azaplı Gölü ile birbirine bağlanırlar. *Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı* kapsamında yapılan analiz sonuçlarına göre gölün trofik durumu mezotrofik durumda olduğu görülürken, fitoplankton biyokütlesi varlığı açısından zayıf kalitede olduğu görülmüştür (OSİB, 2017b:132).



Foto 2. 17: İnekli Gölü ve Çevresinde Yer Alan Bataklık Alanları

Havzaya 2005 yılından itibaren Göksu Çayı'ndan pompalarla yapılan su takviyeleri Gölbaşı ve Azaplı Gölü üzerinden kanallarla aktarılarak en son İnekli Gölü üzerinden Aksu Çayı'na aktarılır. Ancak İnekli Gölü'ne gelen suların giriş akımları

ölçülmediği için gelen suların göldeki depolama miktarı hesaplanamamaktadır (DSİ, 2015:4-402). Havza dışından göle su aktarımı gerçekleştirilmediği dönem için İnekli Gölü'nün toplam su hacmi 7,78 milyon m^3 olarak ölçülmüştür. Gölün dip derinliğinin deniz seviyesine göre yükseltisi 862 metredir (Selçuk Biricik, 1994:64).

Gölbaşı Depresyonunun hemen kuzeydoğusunda yer alan Göksu Çayı üzerinde inşa edilen Çetintepe Barajı'ndan alınacak sular, öncelikle iletim hatları ile Gölbaşı Gölü'ne ve daha sonra buradan da iletim hatları ile Azaplı Gölü üzerinden İnekli Gölü'ne aktarılması planlanmaktadır. Gerek suların taşınması ve gerekse bataklık alanların kurutulması amacıyla DSİ tarafından 10 metre genişlikte kanallar açılmıştır. Gölbaşı ve Azaplı Gölleri üzerinden en son İnekli Gölü'ne aktarılan sular gölün mansabından buradan bir isale hattı ile Göksu-Araban Projesi kapsamında hala master plan çalışmaları sürdürülen Haydarlı Barajı mansabından devam ederek tekrar Ceyhan Havzası dışına aktarılacaktır. Dolayısıyla havzaya Fırat Havzası'ndan transfer edilen Göksu Çayı suları, yine bu hat üzerinden tekrar Fırat Havzası'na transfer edilmesi öngörülmektedir (DSİ, 2015). Tüm bu projeler gerçekleştirildiği takdirde İnekli Gölü'nün gelecekte bir su transferi merkezi haline geleceği görülmektedir.

2.2.2. Azaplı Gölü

Azaplı Gölü, kuzeydoğusunda Gölbaşı Gölü ve güneybatısında İnekli Gölü bulunur ve Gölbaşı depresyonunun en çukur noktasında yer alır (Foto 2.18). Gölün toplam su hacmi 37,2 milyon m^3 ve azami derinliği ise 25 metredir. Dolayısıyla göller içerisinde en fazla su hacmine ve derinliğe sahip göldür. Azaplı Gölü'nün derinliğinin bu kadar fazla olmasında gölün tektonik oluğun merkezi kısmında yer alması ve çökme burada daha fazla olması, bunun yanında gölün tabanında yer alan Eosen kalkerlerinin karstlaşma ile çözünmesi neden olmuştur (Selçuk Biricik, 1994:64). Toplam göl alanı ise 2,85 km^2'dir (DSİ, 2015: 4-343). Gölün etrafı geniş sazlık ve bataklık alanlarla kaplıdır. Gölde ekonomik olarak sazan ve yayın balığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yöredeki çiftçiler, göl sularından aynı zamanda tarımsal sulamada faydalanmaktadır. Göl suları tatlı olmasına rağmen içme suyu olarak kullanıma elverişli değildir. Gölün trofik durumuna bakıldığında *"ötrofik"* seviyede ve fitoplankton biyokütlesi açısından ise zayıf kalitede olduğu görülmüştür (OSİB, 2017b: 132).



Foto 2. 18: Azaplı Gölü ve Çevresinde Yer Alan Bataklık Alanları

Azaplı Gölü, yağışın fazla olduğu dönemlerde Gölbaşı Gölü suları ile birleşerek daha büyük bir göl görünümü ortaya koyar. Gölün suları tatlı olmasına rağmen içme suyu olarak kullanıma elverişli değildir (OSİB, 2018: 11-1). Azaplı Gölü'nün hemen doğu ve kuzeydoğusunda bataklık etkisinin görülmediği alanlarda önemli tarım arazileri yer alır.

2.2.3. Gölbaşı Gölü

Havzanın alan bakımından ikinci büyük gölü olan Gölbaşı Gölü, Adıyaman ilçelerinden Gölbaşı ilçe merkezinin hemen kuzeybatısında yer alır (Foto 2.19).



Foto 2. 19: Gölbaşı Gölü ve Gölbaşı Depresyonunda Açılan Kurutma Kanalları

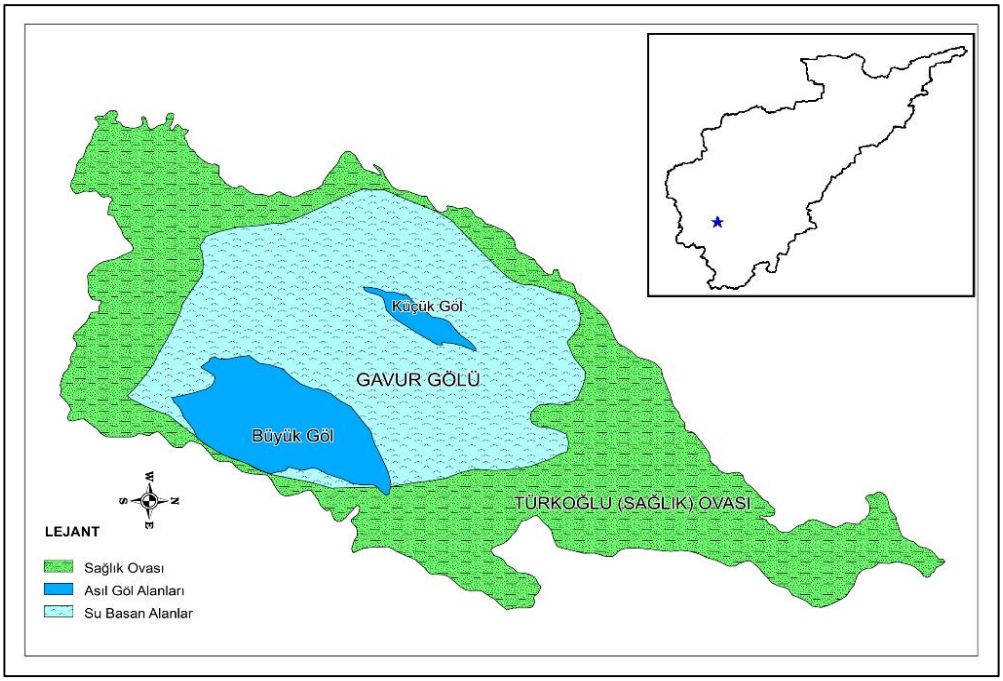
İlçeye de ismini vermiş olan bu göl, oluşum bakımından tektonokarstik yapıdadır. Gölün suları tatlı su olmasına rağmen nitelik olarak gerek içinde barındırdığı mikroskobik canlılar açısından zengin olması ve sertlik derecesinin yüksek olması nedeniyle doğrudan içme suyu olarak kullanıma elverişli değildir (DSİ, 2015:4-343). Bu yüzden daha çok tarımsal sulama ve su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Gölde sazan, yayın ve yılan balığı gibi balık türleri görülür. Ayrıca kabuklu su ürünlerinden istakozlar da görülür. Gölbaşı Gölü yaklaşık 59 km^2'lik bir yüzeysel beslenme alanına sahiptir. Azami derinliğin 22 metre olduğu gölün deniz seviyesinden yükseltisi 885 metredir. Gölün en yüksek su seviyesi ilkbahar mevsiminde görülürken en düşük seviyesi ise sonbahar mevsiminde görülmektedir. Gölün su seviyesindeki değişimler genel olarak beslenim ile alakalıdır. Gölbaşı Gölü daha çok akarsular tarafından beslenmektedir. Gölün beslenmesinde önemli yeri olan akarsular daha çok göle kuzeydoğu ve güney yönlerinden ulaşmaktadır. Yağışın bol olduğu dönemlerde gölü besleyen akarsular doğrudan göle ulaşabilirken öte yandan akarsuların suyunun büyük bir kısmı zemindeki alüvyal dolgu içerisine sızarak yer altına iner ve gölü yeraltından besler (Selçuk Biricik, 1994: 63). Gölü besleyen en önemli akarsuları kuzeydoğuda Göl Deresi, Alikaya Deresi ve doğuda ise Kırkbayır Deresi ve Yemişen Deresi oluşturur. Göl suları gölün güneybatısında açılan bir kurutma kanalı ile Azaplı Gölü'ne bağlanır. Bu kurutma kanalları bazı dönemlerde Göksu Çayı üzerinden pompalalar yardımıyla aktarılan suların Gölbaşı Gölü, Azaplı Gölü ve İnekli Gölü üzerinden Aksu Çayı'na ve oradan ise Kartalkaya Barajı'nın beslenmesi amacıyla su transferi yapılmasında da kullanılmaktadır. Özellikle yaz aylarında kurutma kanalında toplanan yer altı suları pompalar yardımıyla alınarak bu suların çiftçiler tarafından tarımsal sulamada kullanıldığı görülür. Gölbaşı Gölü, ilçe merkezine yakın olması nedeniyle göl kıyısında birçok mesire alanının bulunması ve aynı zamanda Gölbaşı ilçe merkezinin hemen göl kıyısında yer alması, göller içerisinde en yüksek kirlilik tehdidinin bu gölde görülmesine neden olmaktadır. Göllerin birbiri ile bağlantılı olması nedeniyle Gölbaşı Gölü'nde meydana gelecek olan kirlilik sorunu su kanalları üzerinden aşağı çığırda kalan diğer göllere de taşınması söz konusu olacağından buradaki kirlilik tehdidinin kontrol altına alınması tüm göller için büyük önem arz etmektedir.

2.2.4. Gavur Gölü Bataklığı

Gavur Gölü Bataklığı, Aksu Çayı Havzası'nın güneyinde kabaca kuzey-güney yönünde uzanış gösteren Antakya-Kahramanmaraş grabeni içerisinde bulunan Türkoğlu (Sağlık) Ovası'nın en çukur noktasında yer almaktaydı (Korkmaz, 2008:23). (Foto 2.20). Türkoğlu ilçesine bağlı Beyoğlu Mahallesinin hemen doğusunda yer alan Gavur Gölü yaklaşık 659 km^2'lik bir beslenme alanına sahiptir (Gürbüz vd; 2003:81).



Foto 2. 20: Gavur Gölü (Kaynak: http://www.turkoglu.gov.tr/gavur-golu)



Şekil 2. 4: Gavur Gölü Bataklığında Geçmişte Yer Alan Büyük Göl ve Küçük Gölün Türkoğlu Ovasındaki Konumu (DSİ, 1967'den Düzenlenerek Alınmıştır).

Gavur Gölü kurutulmadan önce yağışlı dönemlerde büyük bir göl görümünde iken yağışın az olduğu dönemlerde ise Büyük Göl ve Küçük Göl şeklinde iki ayrı göl haline geldiği bilinmektedir (Şekil 2.4). Büyük Göl yıl boyunca varlığını sürdürürken Küçük Göl ise yaz aylarında sıcaklığın etkisiyle kurumaktaydı. 1948 yılında çekilen hava fotoğrafları üzerinden yapılan hesaplamalara göre Büyük Göl yaklaşık 618,2 ha iken Küçük Göl ise 297,5 ha olmak üzere toplam 915,7 ha alanı olduğu görülmüştür. Gölün maksimum yağışlı dönemlerde ise yaklaşık 6 metrelik derinliğe ulaşan gölün etrafındaki sazlık ve kamış gibi bitkilerle kapalı alanların da bulunduğu bataklık alanı ise toplam 4 542,9 ha alanı bulunmaktaydı (Gürbüz vd; 2008:60). Bazı kaynaklarda ise bu alanın 7 125 ha olduğu ifade edilmektedir (Erdem, 2005:20). Gölü besleyen başlıca akarsular, güneyde İçerisu Deresi, Kuruçay Deresi, Yalangöz Deresi, Çınarlı Dere ve batıda Kar Dere, Çıtlıklı Dere, Gölceğez Dere, Kayalı Dere'dir. Ayrıca ova tabanında ve yamaçlarda yer alan çok sayıda kaynak tarafından beslenir.

Gavur Gölü öncesinde Aksu Çayı Havzası içerisinde lokal bir kapalı havza konumunda iken daha sonra açılan drenaj kanalları ile Aksu Çayı Havzası'na bağlanmıştır (Foto 2.21). Bölgenin geçmişte en önemli sulak alanlarından birini oluşturan Gavur Gölü, gerek sıtma hastalığı ile mücadele gerekse ekonomik gerekçelerle DSİ tarafından ilk kez 1949 yılında açılan drenaj kanalları ile kurutulma işlemine başlanmıştır. Açılan drenaj kanalları ile Gavur Gölü'nün suları Aksu Çayı'na ve oradan da Ceyhan Nehri'ne transfer edilmiştir. Kurutma işlemleri sonrasında Gavur Gölü alanı daha sonra aynı isimle anılan bir büyük bataklık alanına dönüşmüştür.



Foto 2. 21: Gavur Gölü'nün Kurutulması İçin Açılan Drenaj Kanalları

Kurutma işlemleri sonrasında göl alanından 6 023 hektar tarım arazisi kazanılmıştır. Ancak kurutma işlemleri tam anlamıyla başarıya ulaşamadığı için olarak bu arazilerde uzun bir süre tarımsal faaliyetler gerçekleştirilememiştir. Çünkü yaşanan taşkınlar sonrası kurutulan alanların büyük bir bölümü tekrar sular altında kalmıştır (DSİ, 1967:1). Kurutma işlemlerinin ilk başladığı 1949 yılından günümüze kadar geçen süre içerisinde göl sahası tam olarak kurutulamamıştır. Yağışın yüksek olduğu dönemlerde günümüzde hala göl alanında suların biriktiği ve tarım alanlarının sular altında kaldığı görülür (Foto 2.22).

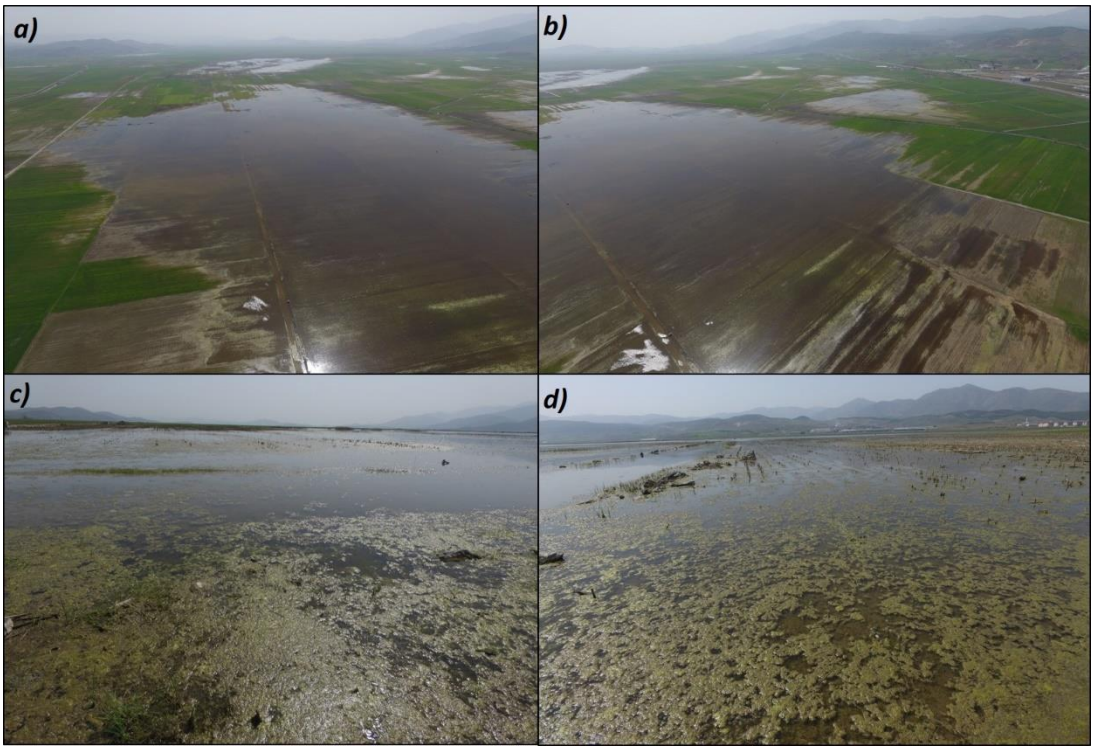
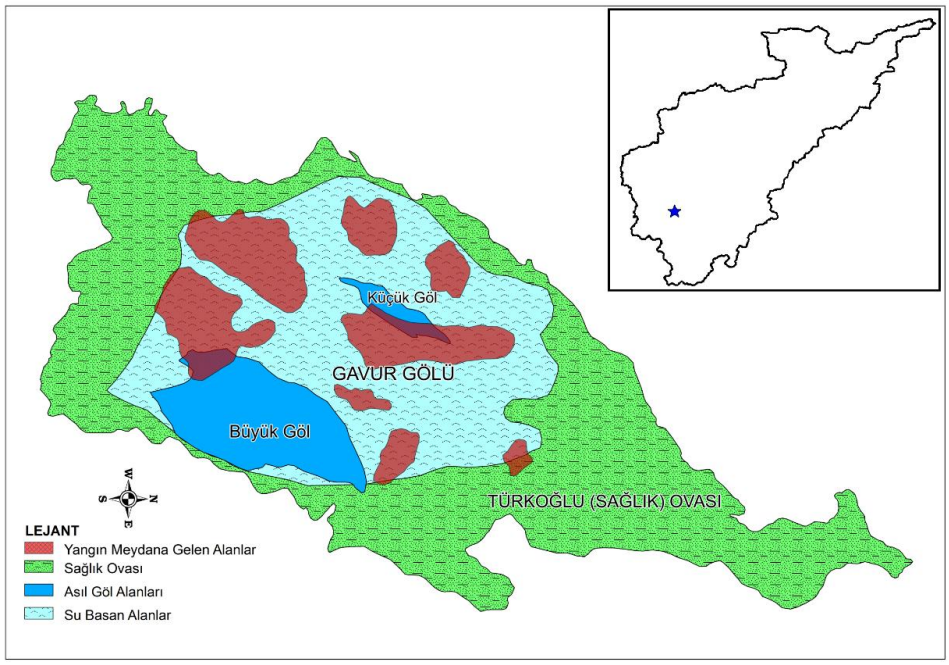


Foto 2. 22: Gavur Gölü Tabanında Tarım Alanlarında Görülen Su Taşkınları (2020 Yılı)

Tarım alanlarını basan taşkın suları uzun süre burada tarım alanlarını işgal etmesi nedeniyle zaman zaman bölgedeki tarımsal faaliyetler üzerinde ciddi zararlı etkiler ortaya koyar. Tarım alanlarında biriken bu birikintilerinde derinlik oldukça azdır. Bu sığ göl birikintilerinin bulunduğu alanlarda yer yer ciddi ötrofikasyon olayları görülmektedir (Foto 2.22 c-d).

Gavur Gölü tabanında eğim değerlerinin çok düşük ve gölün çevresinde her yönden eğimin bataklık tabanına doğrudur. Ayrıca göl tabanındaki organik toprakların

geçirgenliğinin yüksek olması nedeniyle suyun hızlı bir şekilde derine sızarak taban suyu seviyesinin yükselmesine neden olur. Göl sahasına düşen yağışlar ve çevredeki yüksek yamaçlara düşen yağışların da dereler ile göl alanına gelmesi sonucu burada geniş bir bataklık alanı oluşur (Gürbüz vd; 2003:81). Diğer yandan drenaj kanalları açılarak kurutulan alanlarda taban suyu seviyesinin düşmesine bağlı olarak göl tabanında bulunan turbalık alanlarda ortaya çıkan çok sayıdaki yangınlar ortaya çıkmış ve uzun süre devam eden yangınlar sonucunda bu yanan alanlarda arazi çökmeleri sonucu çukurluklar oluşmuştur (Şekil 2.5). Oluşan bu çukurlar drenaj kanallarından da daha düşük seviyelerde kalması nedeniyle buralarda biriken suların drene edilememesine neden olmuştur. 1966 yılında DSİ tarafından yayınlanan "Gavur Gölü Kurutma Sahası Verimlilik Raporuna" göre kurutma sahasından elde edilen 6023 hektarlık alanın yaklaşık 846 hektarlık alanında yangın çıktığı belirtilmiştir. Tüm uğraşlara rağmen Gavur Gölü sahasından kurutma ile edilen alanların yaklaşık % 47'sine denk gelen 2800 hektarlık alanın 1966 yılına kadar su baskınları ve yangınlar nedeniyle kullanılamadığı belirtilmiştir (DSİ, 1967:1).



Şekil 2. 5: Gavur Gölü Sahasında Kurutma İşlemleri Sonucunda Ortaya Çıkan Yangın Alanlarının Dağılışı (DSİ, 1967'den Düzenlenerek Alınmıştır).

Gavur Gölü kurutulmadan zengin sazlık, balık ve kuş varlığı açısından bölgenin en önemli sulak alanlarından birini oluşturmaktaydı. 1968 yılının Ocak ayında Gavur Gölü'nde yapılan kuş sayımında burada 900 000 kuş olduğu tespit edilmiştir (Yarar ve Magnin, 1997:217). Ayrıca Orman Bakanlığı'nın 1998 yılı verilerine göre ülkemizdeki 450 kuş türünden 23'ünün bu bölgede devamlı olarak yaşadıkları belirtilmiştir (Gürbüz vd; 2003:98). Veriler dikkate alındığında Gavur Gölü'nün kuşların göç yolları açısından ne kadar önemli bir yer olduğu görülmektedir. Ayrıca yöre halkı ile yapılan söyleşilerde halkın söylediklerine göre burası balık varlığı açısından oldukça zengin bir popülasyona sahip olduğu görülmektedir. Gavur Gölü kurutulmadan önce yöre halkının aktardığı bilgilere göre gölde günde yaklaşık 15-20 ton arasında balık yakalandığı belirtilmektedir. Öyleki birçok ailenin burada balıkçılık ile geçimi sürdürdüğü ve 150-200 kg ağırlığında büyük yayın balıkları ve 4-5 kg ağırlığında yılan balıklarının olduğu belirtilmiştir. Ayrıca burada yakalanan balıkların Suriye'ye ihraç edildiği belirtilmiştir. Bunun yanında birçok kişinin göldeki ördek ve kazları avlayarak geçimini bu şekilde sağladığı da anlatılmaktadır. Bunun yanında göl çevresinde tilki, çakal, kurt, domuz ve kurt, tavşan ve su samuru gibi çok sayıda hayvan türlerinin de olduğu görülmüş (Erdem, 2005:25). Günümüzde eski bataklık bakiyesi alanlarda hala sucul kuş türlerinden bazılarını görmek mümkündür. Gavur Gölü'nün kurutulması ile bahsi geçen tüm zenginlik kaynakları yok edilmiştir. Gavur Gölü Bataklığının kurutulma işlemi ilk başlarda sağlık ve ekonomik anlamda iyi niyetlerle başlamış olsa da maalesef sonuçları itibariyle bölgede gerek ekolojik gerekse ekonomik anlamda büyük kayıplara neden olmuştur. Gavur Gölü'nün kurutulması sonrası ortaya çıkan sorunlar, sulak alanlar açısından zengin olan ülkemizdeki son yarım asırlık dönemde kurutulan ve kuruma tehlikesi bulunan sulak alanlarının kaderini özetlemesi açısından önemli bir örnek teşkil etmektedir (Güngör, 2013:310).

Paleocoğrafik çalışmalarda göl çevresinde kestane *(Castanea*), gürgen (*Carpinus*), fındık (*Corylus*), karaağaç (*Ulmus*) polenlerinin bulunduğu ve geçmişte günümüzden farklı daha nemli ortam koşullarının etkili olduğu ortaya konulmuştur (Topuz, 2019:107). Geçmişte yapılan kazılarda bulunan fosiller burada biyolojik çeşitliliğin çok uzun zamandır var olduğunu göstermiştir. 1961 yılında Beyoğlu

Beldesi'nde çiftçiler tarafından Gavur Gölü tabanında sazlıkların temizlenmesi sırasında tesadüfen mamut fosilleri bulunmuştur. Bulunan fosillerin ikisi Kahramanmaraş müzesinde 1 tanesi ise Ankara'da MTA'da sergilenmektedir (Foto 2.23). Daha sonraki yıllarda da aynı türden fosil parçaları bulunmuş ama bütünlüğü tamamlanamamıştır (Okumuş, 2010:13). Yapılan incelemelerde bulunan fosillerin M.Ö. 1400 yıllarına tarihlendirilmiştir. Latince ismi *"Elephas Maximus Asurus"* olan ve "Antik Fil" olarak adlandırılan bu fosiller in iki tanesi 2010 yılında restore edilerek Kahramanmaraş müzesinde sergilenmeye başlanmıştır.[12] Civar köylerden Göllühüyük-Çamrak Köyü'nde yapılan arazi çalışmaları sırasında köylüler ile yapılan görüşmelerde köylülerin geçmiş dönemde arazilerini ekmek için sürüm işlemi yaptıkları sırada tarlalarında çok kez fosil parçalarının ortaya çıktığını ve bunların bazı köylüler tarafından para karşılığı satıldığı da ifade edilmiştir.



Foto 2. 23: Gavur Gölü Tabanında Bulunan ve Günümüzde Maraş Müzesinde Sergilenen Antik Fil Fosili[13]

2021 yılında yine aynı şekilde bir köylü tarafından Gâvur Gölü tabanındaki tarım arazisinde traktörle arazi sürülmesi esnasında yeni fosiller bulunmuştur. Bütünlüğü korunmuş halde olan bu fosiller ile ilgili çalışmalar Kahramanmaraş

[12] https://kahramanmaras.ktb.gov.tr/TR-242381/antik-fil.html#:~:text=1400'l%C3%BC%20y%C4%B1llara%20dayanan%202,taraf%C4%B1ndan%20aya%C4%9Fa%20kald%C4%B1r%C4%B1lm%C4%B1%C5%9F%20%C5%9Fekilde%20sergilenmektedir adresinden 25.02. 2023 tarihinde alınmıştır.

[13] https://kahramanmaras.ktb.gov.tr/TR-242381/antik-fil.html#:~:text=1400'l%C3%BC%20y%C4%B1llara%20dayanan%202,taraf%C4%B1ndan%20aya%C4%9Fa%20kald%C4%B1r%C4%B1lm%C4%B1%C5%9F%20%C5%9Fekilde%20sergilenmektedir . adresinden 25.02.2023 tarihinde alınmıştır.

Müzesi Müdürlüğü Başkanlığı'nda, Ahi Evran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Antropoloji Bölümü tarafından sürdürülmektedir.[14]

2.2.5. Kumaşır Gölü

Kumaşır Gölü, Kahramanmaraş şehir merkezine bağlı Hacı Mustafa Çiftliği Mahallesinde bulunan Melikejder Tepesi (567 m)'nin hemen batısında Maraş Ovası sınırında yer alır (Foto 2.24). Yöre halkı tarafından ve bazı kaynaklarda "Humaşır" olarak isimlendirildiği de görülür. Bu göl aslında Kumaşır kaynağından çıkan suların hemen çıkış yerinde birikmesi ile oluşmuş küçük bir göl ve etrafında sazlık ve kamışlıklardan oluşan küçük bir bataklık alanı yer alır (Foto 2.24-a-b). Yaklaşık 480 metre kotunda bulunan bu gölün sazlık ve bataklık alanları da dahil olmak üzere toplam 0,09 km^2'lik bir alan kaplar. Kumaşır kaynağı mesozoik yaşlı kireçtaşları ile geçirimsiz birim olan paleozoik yaşlı fliş kontağından çıkar. 1982-2009 yılları arası ölçüm verilerine göre Kumaşır kaynağının ortalama debisi 0,732 m^3/s'dir. Yıllık ortalama debisi ise 23,05 hm^3/yıl'dır. Kaynağın topografik drenaj alanı yaklaşık 3,75 km^2'dir. Buna göre kaynaktan boşalım suyu dikkate alındığında kaynağın önemli oranda yeraltı sularından beslendiğini ortaya koymaktadır (DSİ, 2015:5-27). Gölün hemen kıyısında çok sayıda kaynak sularının çıkışını da açıkça görmek mümkündür (Foto 2.24-c).



Foto 2. 24: Kumaşır Gölü

[14] https://www.trthaber.com/foto-galeri/kahramanmarasta-yeni-bulunan-fil-fosilleri-incelemeye-alindi/38806/sayfa-3.html adresinden 25.02.2023 tarihinde alınmıştır.

Kumaşır Gölü'nün göl kıyısından itibaren 50 metrelik bölümü *"Mutlak Koruma Alanı"* olarak belirlenmiştir. Bu bölgenin ilgili kurumlar tarafından koruma altına alınarak bunların tapu kaydına da koruma alanı diye işlenmesi gerekmektedir. Diğer yandan Mutlak koruma alanından itibaren güneybatı yönüne doğru 2500 metrelik bölüm *"Birinci Derece Koruma Alanı"* ve Birinci Derece Koruma Alanının dış sınırından itibaren 7 km'lik mesafedeki alanlar ise *"İkinci Derece Koruma Alanı"* olarak belirlenmiştir (DSİ, 2015:5-27). Ancak bu koruma alanının pek de korunduğu söylenemez. Çünkü hemen güneyinde göl kıyısında yer alan Gölbaşı Mahallesine ait çok sayıda yeni evin inşa edildiği, sazlık ve kamışlık alanların kontrolsüz kesimlerin yapıldığı ve kontrolsüz balık avlanmalarının olduğu görülmektedir. Tüm bu uygulamalar ve bunun yanında göle yakın yerlerde inşa edilen evlerin foseptik çukurlarından sızan suların uzun vadede bu gölün ekosistemini tehdit etmektedir (Kara ve Bahadıroğlu, 2001:61).

Kumaşır Gölü hem havzanın ana akarsuyu olan Aksu Çayı hem de yan kollardan Mikail Çayı ile bağlantısı bulunur. Kurutulma faaliyetlerinden önceki dönemde yaklaşık 100 hektarlık bir alan kaplarken kurutma faaliyetleri sonucunda 9 hektarlık bir alana sahip olmuştur. 2005-2006 yılları arası dönemde yapılan kuş gözlemlerinde gölde 17 farklı kuş türünün olduğu tespit edilmiştir. Bu türlerin 11 tanesinin yerli kuş 6 tanesinin ise göçmen kuşlarından olduğu tespit edilmiştir (İnanç vd; 2008:411; İnanç, 2010:1220).

Kumaşır Gölü gideğeni'nin belli bir yatağı olmayıp Maraş Ovası'nda yer alan kurutma kanallarına drene olmaktadır. Ova tabanında eğimin çok düşük olması nedeniyle zaman zaman yağışlı dönemlerde Kumaşır Gölü'nün Maraş Ovası'nda küçük taşkınlara neden olduğu görülür. Taşkınların yaşandığı alanlar genellikle birinci sınıf tarım arazileri olduğu için tarımsal üretim açısından büyük zararlara neden olmaktadır. Genel olarak kapladığı alan bakımından oldukça küçük olsa da bölgedeki yerleşmeler için içme suyu ve çiftçiler için önemli bir sulama suyu kaynağı oluşturmaktadır.

2.3. Yeraltı Suları

Bir bölgenin mevcut su potansiyeli o bölgenin yeraltı ve yer üstü sularından meydana gelir. Dolayısıyla bir bölgede yaşanan su ihtiyacının giderilmesinde bölge insanının tercihlerine göre gerek yüzey suları gerekse yeraltı sularını kullanabileceği gibi bazı durumlarda ise her iki kaynağı birden kullanabilmesi de mümkündür. Özellikle yüzey suları daha çok o bölgenin iklim şartlarına bağlı iken yeraltı suları ise daha çok o bölgenin topografik ve jeolojik sistemler tarafından kontrol edilir. Çünkü yeraltı sularının akış alanını genel olarak kaya kütleleri ve sedimanter birimler oluşturur. Bu oluşumların yeryüzündeki bölgesel dağılışı ise genellikle heterojen bir özellik gösterir (Chahar, 2015). Litolojik birimlerdeki çeşitliliğin çok olması ve karmaşık stratigrafilerin bulunması, yeraltı suları araştırmalarında hem kayaçların incelenmesi hem de yeraltı sularının araştırılması konusunda bazı engeller teşkil eder (Fetter, 2018). Çünkü bölgenin litolojik birimlerindeki çeşitlilik gerek yüzeysel akış, gerekse infiltrasyon kapasitesi bakımından farklı alanların ortaya çıkması yeraltı su bütçelerinin hesaplamalarını da zorlaştırır. Bu yüzden yer altı suları araştırmalarında o bölgedeki tüm litolojik birimleri dikkate almadan yapılacak olan hesaplamalar yanlış sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilir (Şen, 2003b:6). Yeraltı sularının yenilenmesi suyun geri dönüş süresi, akiferin türü ile hidrolik iletkenlik durumuna göre günler, asırlar hatta bin yılları bulabilir. Yeraltı sularındaki denge koşulları çok uzun bir zaman diliminde gerçekleştiği için yeraltı sularının bilançoları yüzey sularına göre çok daha karmaşıktır (Korzoun, vd; 1978; L'vovich, 1979; Ponce vd; 2000; Akt; Demiroğlu, 2017). Bu yüzden yeraltı suyu konusu multidisipliner bir konu olup jeoloji mühendisleri, hidrologlar, coğrafyacılar, ekologlar, toprak bilimciler, maden mühendisleri vb. gibi birçok meslek grubunun ilgi alanına girmektedir (Freeze and Cherry, 2003). Dolayısıyla özellikle yeraltı sularına yönelimin yoğun olduğu yerlerde yeraltı sularını kontrol eden etmenlerin bilinmesi oldukça önemlidir. Bu alanda yapılan yanlış hesaplar ve bilgi eksikliği gibi durumlar, insanlar yeraltı suyu kullanımda bazı yanlış uygulamalara yönelterek gerek ekonomik gerekse ekolojik anlamda olumsuz sonuçlar doğurmasına neden olur. Dolayısıyla bir bölgedeki litolojik birimler, o bölgenin yeraltı suyu hareketi oranlarının belirlenmesinde ve o bölgede açılacak olan bir kuyudan elde edilebilecek su miktarının belirlenebilmesi açısından oldukça

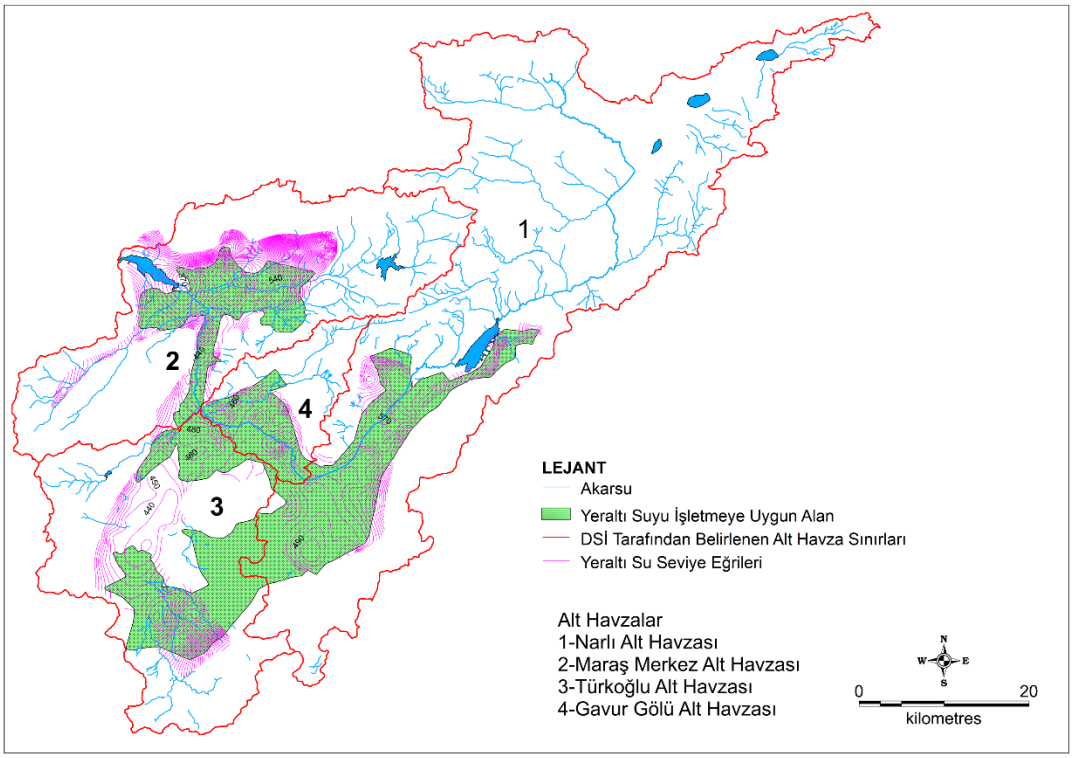
önemlidir (Lutgens vd; 2014). Ülkemizde gerek iklim özellikleri, gerekse nüfus artışı, ekonomik faaliyetler ve su yönetim planlamalarındaki bazı yanlışlar gibi çeşitli nedenlerle bazı bölgelerde aşırı bir yeraltı suyu kullanımına yönelim söz konusudur. Ülkemizde yeraltı suları ile ilgili ilk yasal düzenleme adımları 1960 yılında atılmıştır. 1960 yılında 167 Sayılı *"Yeraltı Suları Hakkında Kanun"* çıkarılmış ve bu alandaki bazı düzenlemeler ile ilgili genel esaslar belirlenmiştir. Ancak yeraltı sularının kullanım denetimlerinin yapılması yakın zamana kadar mümkün olmamıştır. Çünkü DSİ tarafından açılan yeraltı su kuyularına bir ruhsat verilip her kuyu için kullanılabilecek belli bir su miktarı tahsis edilse de kullanılan suların tahsis edilen miktara göre hangi oranda yapıldığı ve toplamda ne kadar yeraltı suyu kullanıldığının denetimi yapılmamıştır. Çünkü mevcut kanunda yeraltı sularının kullanım miktarlarını kontrol etmeyi öngören bir düzenleme yapılmadığından uzun yıllar yeraltı su kullanımları takip edilememiştir. 1960 yılında *"Yeraltı Suları Hakkında Kanun"* çıkarılmasından toplam 51 yıl sonra DSİ tarafından 7 Haziran 2011 tarihinde yayınlanan *"DSİ Yeraltı Suyu Ölçüm Sistemleri Yönetmeliği"* ile birlikte yeraltı su kuyularına yönelik bir ölçüm sistemi zorunlu hale getirilmesi ile artık yeraltı su kullanımları takip ve kontrolü mümkün olmaya başlanmıştır. Bu yüzden geçmişte yeraltı sularının kullanımı kontrol edilemediği için, ülkemizde bazı bölgelerde aşırı yeraltı su kullanımlarından dolayı birçok sorunun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Örneğin, yeraltı sularına talebin artması sonucu dünyada birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de yeraltı suyu havzalarından yoğun yeraltı suyu çekimine bağlı olarak bazı bölgelerde meydana gelen yüzey çökmelerinin de olduğu tespit edilmiştir. Üstün vd; (2015)'e göre Konya Ovası'nda yeraltı suyu çekimine bağlı olarak yılda 1 ile 4 cm arasında yüzey çökmesinin gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır (Karahanoğlu, 2018). Öyleki yapılan bazı çalışmalarda Konya Ovası'nda kuraklığa bağlı olarak artan su ihtiyacının insanları yeraltı su kullanımına yönlendirdiği ve bunun sonucunda yoğun yeraltı su kullanımlarının bölgedeki obrukların meydana gelmesinde büyük etkisi olduğu belirtilmiştir (Ceyhan ve Akıllı, 2009; Yılmaz, 2010; Tapur ve Bozyiğit, 2016). Bu nedenle yeraltı su kullanımlarında yeraltı suyu kullanılan bölgenin bulunduğu litostratigrafik yapı, statik su seviyeleri, hidrolojik bütçeyi oluşturan beslenim ve boşalım ilişkileri ile akifer özelliklerinin ortaya konulması gibi birçok teknik özelliklerin dikkate alınması gerekir. Dolayısıyla bir bölgede insanları yeraltı suyu

kullanımına iten doğal ya da beşeri nedenlerin ortaya konulması, yeraltı sularının beslenim ve tüketim dengesinin gözetilerek kullanımlarının takip edilmesi, o bölgenin su yönetimi açısından önemli bir gerekliliktir.

Ülkemizde yeraltı suyu kullanımları incelendiğinde son zamanlarda ülkemizde yeraltı suyu kullanımında ciddi artışlar olduğu görülmektedir. Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından yayınlanan 2020 Yılı Resmi Su Kaynakları İstatistikleri verilerine göre ülkemizde yıllık toplam 23 km^3/yıl yeraltı suyu beslenimi bulunurken toplam yeraltı suyu işletme rezervi ise 17,8 km^3/yıl olarak verilmiştir. Ülkemizde 1995 yılında toplam yeraltı suyu tahsisi 8,4 km^3/yıl iken 2020 yılına gelindiğinde ise bu miktar 17,03 km^3/yıla yükselmiştir. Dolayısıyla ülkemizde son 25 yılda yeraltı su tahsis miktarında % 101,3 artış olduğu görülmektedir. Buna göre ülkemizin 2020 yılı itibariyle yıllık toplam yeraltı suyu beslenim miktarının % 77,2'si tahsis edilmiş durumda olduğu görülür. Ülkemizde sektörel su kullanımının yeraltı ve yerüstü suları dağılımlarına bakıldığında ülkemizde toplam tarımsal sulamanın % 75'i yüzey suları, % 25'i yer altı sularından sağlanırken içme-kullanma ve sanayi suyu kullanımında ise % 57 yüzey suları, % 43'ü ise yeraltı sularından karşılanmaktadır (TOB, 2021:48).

1973 yılında DSİ tarafından yayınlanan "Maraş Ovalarının Hidrojeolojik Etüt Raporu" verilerine göre Aksu Çayı Havzası içerisinde Narlı Ovası, Türkoğlu Ovası, Gâvur Ovası ve Maraş Ovası olmak üzere 4 ayrı ovalık alan ele alınmış ve incelenmiştir. Ovalar için yapılan beslenim ve boşalım hesaplamalarına göre Narlı Ovası toplam 97 hm^3/yıl, Türkoğlu Ovası 42 hm^3/yıl, Gâvur Ovası 22 hm^3/yıl ve Maraş Merkez Ovası ise 63 hm^3/yıl toplam yeraltı suyu beslenimi ve boşalımı olmaktadır. Bu alanlardaki yeraltı sularının beslenim ve boşalım ilişkileri dikkate alındığında Narlı Ovası'nın % 60'ı, Türkoğlu ve Gâvur Ovası için % 75'i ve Maraş Merkez Ovası için ise % 80'inin yıllık emniyetli verimlilikte işletmeye uygun olduğu hesaplanmıştır. Buna göre Narlı Ovası'nda 58 hm^3/yıl, Türkoğlu Ovası'nda 31,5 hm^3/yıl, Gâvur Gölü 16,5 hm^3/yıl, Maraş Merkez Ovasında 50 hm^3/yıl yıllık emniyetli verime sahiptir. (DSİ, 1973:54). Havzadaki ovalık alanlara ait yeraltı su seviye eğrilerinin dağılışı harita 2.5'te verilmiştir.

2015 yılında DSİ tarafından hazırlanan "Ceyhan Nehri Havzası'nın Hidrojeoloji Raporu" verilerine göre havzaya ait yeraltı suyu bilançoları güncellenmiştir. Bu raporda Ceyhan Nehri Havzası toplam 20 alt havzaya ayrılarak her alt havza için ayrı ayrı yeraltı su potansiyeli hesaplaması yapılmıştır. Hazırlanan bu raporda belirlenen alt havzalardan 5'nolu (Narlı Alt Havzası), 6'nolu (K.Maraş Merkez Alt Havzası), 7'nolu (Türkoğlu Alt Havzası), ve 8'nolu (Gavur Gölü Alt Havzası) alt havzalar, Aksu Çayı Havzası sınırları içerisinde yer alan alanları oluşturmaktadır (Harita 2.5).



Harita 2. 5: DSİ Tarafından Belirlenen Alt Havza Alanları ve Yeraltı su Seviye Eğrilerinin Dağılışı (DSİ, 2015'e Göre Düzenlenmiştir).

DSİ tarafından yeraltı su rezervi hesaplamaları yapılırken maalesef hidrolojik anlamda havza sınırları dikkate alınmamıştır. Bu nedenle Ceyhan Havzası'nın Hidrojeoloji Raporu'nda, K.Maraş Merkez Alt Havza alanı olarak 2 328 km^2'lik bir alan belirlenmiştir. Ancak bu alanın yalnızca % 36'lık bir kesimi (842,9 km^2) Aksu Çayı Havza sınırları içerisinde yer almaktadır. Alt havzanın havza sınırları içerisinde kalan kesim ise Aksu Çayı Havzası'nın yaklaşık % 24,3'ünü oluşturmaktadır. Aksu Çayı Havzası'nın havza bazında yeraltı su bütçesinin belirlenebilmesi için K.Maraş

Merkez Alt Havzası'nın havza içinde kalan kısmı için ayrıca yağıştan süzülme, akıştan ve sulamadan süzülmeyle beslenim ile kaynaklardan ve yapay olarak gerçekleşen boşalım değerleri belirlenerek ayrıca yeraltı suyu rezervinin hesaplanması gerekir. Ancak bu alana ait ayrı bir hesaplama verisi bulunmadığı için bu maalesef gerçekleştirilememiştir. Bu yüzden K.Maraş Merkez Alt Havzasının, Aksu Çayı Havzası sınırları içerisinde yer alan bölümü için bu alt havza için belirlenen toplam rezerv üzerinden alansal oran işlemi uygulanmış ve elde edilen bu değerler, Aksu Çayı Havzası'nın bu bölümü için yeraltı su rezervi olarak kabul edilmiştir (Tablo 2.4-2*)

DSİ tarafından 2015 yılında yayınlanan Ceyhan Havzası'nın Hidrojeoloji Raporu'na göre havzanın güncellenmiş yeraltı su bilançosu durumu ise tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2. 4: Ceyhan Havzası Hidrojeoloji Raporu'na Göre Aksu Çayı Havzasının Yeraltı Su Potansiyelleri (DSİ, 2015)

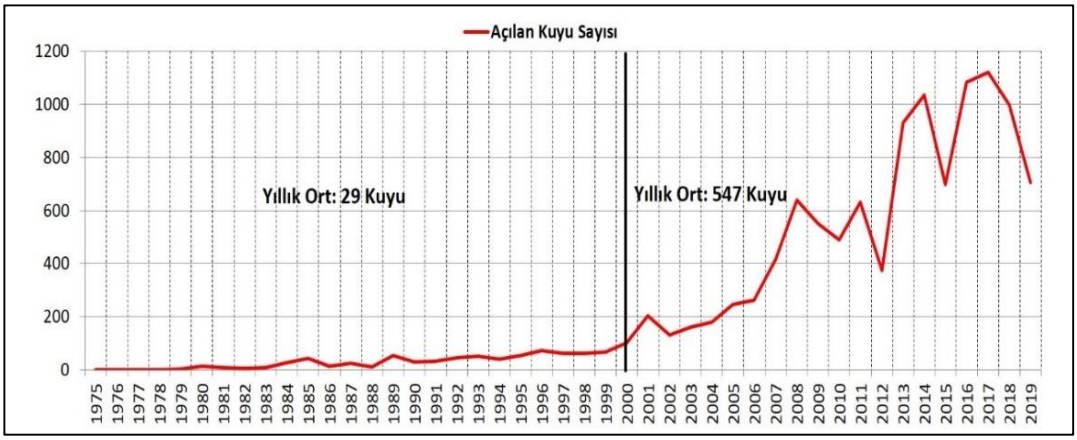
	Alt Havzalar	Alan (km^2)	Yıllık Emniyetli Rezerv (hm^3/yıl)	Yıllık Emniyetli İşletme Rezervi (hm^3/yıl)
1	Narlı Alt Havzası	1 707	286 hm^3/yıl	25,1 hm^3/yıl
2*	K.Maraş Merkez Alt Havzası	842,4	250,1 hm^3/yıl	53,7 hm^3/yıl
3	Türkoğlu Alt Havzası	197	104,9 hm^3/yıl	34,9 hm^3/yıl
4	Gavur Gölü Alt Havzası	711,5	113,9 hm^3/yıl	103,3 hm^3/yıl
	Toplam	3 457	754,9 hm^3/yıl	217 hm^3/yıl

Aksu Çayı Havzası'nın yeraltı su potansiyeli incelendiğinde havzanın toplam yıllık emniyetli rezervi 754,9 hm^3/yıl olduğu görülmektedir. Buna karşın havzada toplam yıllık emniyetli işletme rezervi ise 217 hm^3/yıl olduğu görülmektedir. En yüksek yıllık emniyetli rezerv 286 hm^3/yıl ile Narlı Alt Havzası'nda olduğu görülürken bunu 250,1 hm^3/yıl ile K.Maraş Alt Havzası, 113,9 hm^3/yıl ile Gavur Gölü Alt Havzası ve 104,9 hm^3/yıl ile ise Türkoğlu alt Havzası takip etmektedir. Yıllık emniyetli işletme rezervler açısından incelendiğinde ise 53,7 hm^3/yıl ile en yüksek yıllık emniyetli işletme rezervinin K.Maraş Alt Havzası'nda olduğu görülürken bunu 25,1 hm^3/yıl ile Narlı alt Havzası, 103,3 hm^3/yıl ile Gavur Gölü Ovası alt Havzası ve 34,9 hm^3/yıl ile Türkoğlu Alt Havzası'nın takip ettiği görülür (Tablo 2.4).

DSİ tarafından yapılan hidrojeolojik etütlere göre havza içerisinde yer altı sularının sürdürülebilir yönetimi açısından her ovalık alan için kuyuların farklı

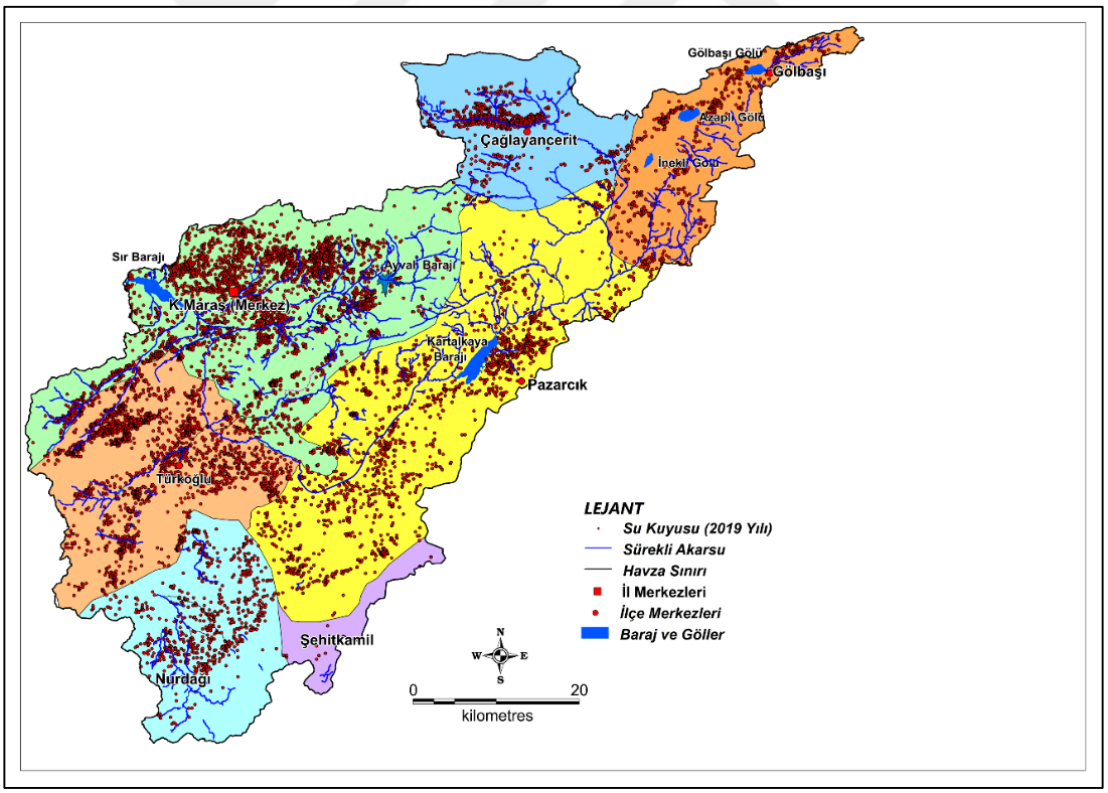
derinliklerde açılması ve farklı debilerde işletilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda her ovalık alanlardaki yeraltı suyu işletmeye uygun alanlar için önerilen uygun kuyu derinlikleri ve debileri şöyledir. Narlı Ovası'nda açılacak olan işletme kuyularının 50-60 metre derinlikte açılması gerekmektedir. Bu derinlikten itibaren serpantinlere geçildiği için daha derin kuyuların açılmaması gerekmektedir. Kuyuların ise 50-60 lt/sn su alacak şekilde planlanması gerekir. Bunun yanında Türkoğlu Ovası'nda ise kuyuların derinliği doğu kesimlerde 40-50 metre batı kesimlerde ise 60-100 metre olmalıdır. Kuyuların debileri ise 50-60 lt/sn olarak planlanmalıdır. Eski Gavur Gölü'nün bulunduğu alanın güneyinde ise kuyu derinlikleri 40-50 metre, debileri ise 40-60 lt/sn olarak belirlenmelidir. Maraş Merkez Ovası'nda ise doğuda 50-60 metre, orta kesimlerde 80-100 metre ve batı kesimlerinde ise 50-60 metrelerde olmalıdır. Kuyuların debileri doğuda 50-60 lt/sn, orta kesimlerde 30 lt/sn ve batı kesimlerde ise 50-60 lt/sn olarak planlanmalıdır (DSİ, 1973:63). Havzada açılan su kuyularının dağılımlarına bakıldığında açılan su kuyularının % 70'inin DSİ tarafından belirtilen yeraltı suyu için işletmeye uygun alanların dışında açıldığı görülmüştür. Aksu Çayı Havzası'nda 1975 yılından 2019 yılına kadar olan dönemde açılan yeraltı su kuyusu sayıları incelendiğinde havzada ciddi anlamda yeraltı suyu kullanımına yönelim olduğu görülmektedir.

DSİ 20. Bölge Müdürlüğü tarafından ruhsat verilmiş olan su kuyularına ait ilk kayıtlar 1975 yılına aittir. 1975 yılından itibaren açıla su kuyusu sayıları incelendiğinde 2019 yılına gelindiğinde havzada toplam 11671 adet su kuyusunun açıldığı görülmüştür (Grafik 2.1). Havzada 2000 yılına kadar yıllık ortalama 29 adet su kuyusu açılırken 2000 yılından sonra bu sayı 547'ye yükselmiştir. Bu durum 2000 yılından itibaren havzada ciddi bir yeraltı suyu tüketimine yönelim olduğunu ortaya koymaktadır. Daha yakın bir zaman dilimi incelendiğinde ise 2010 yılından 2019 yılları arasında ise açılan kuyu sayısının yılda ortalama 806 kuyuya ulaştığı görülmektedir. Verilen yıllar içerisinde en fazla kuyu 1 120 adet ile 2017 yılında açılırken bunu 1 083 kuyu ile 2016 yılı ve 1 034 kuyu sayısı ile 2014 yılı takip etmektedir (Grafik 2.1).



Grafik 2. 1: Aksu Çayı Havzası'nda Açılan Su Kuyularının Yıllar Göre Dağılış (DSİ,2019 Verilerine Göre Düzenlenmiştir).

Havza içerisinde açılan su kuyularının idari sınırlara göre dağılışı ve yoğunlukları harita 2.6 ve tablo 2.5'te verilmiştir.

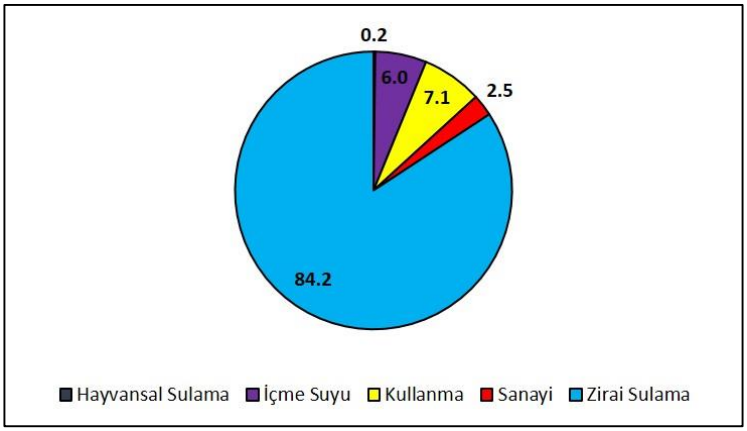


Harita 2. 6: Aksu Çayı Havzası'nda 1975-2019 Yılları Arasında Açılan Su Kuyularının Dağılışı (DSİ 2019 verilerine göre düzenlenmiştir).

Tablo 2. 5: Aksu Çayı Havzasındaki Kuyuların İdari Olarak İlçelere Göre Dağılış Yoğunlukları (DSİ 2019 verilerine göre düzenlenmiştir).

	Kuyu Sayısı	***Alan (km²)***	***Kuyu Yoğunluğu (km²)***
Çağlayancerit	922	333.8	2.8
Nurdağı	861	404.8	2.1
Pazarcık	1946	757.4	2.6
Türkoğlu	2635	598	4.4
K.Maraş (Merkez)	4626	971.6	4.8
Şehitkamil	26	55.3	0.5
Gölbaşı	655	336.1	1.9
Toplam	11 671	3 457	3,3

Aksu Çayı Havzasında açılan kuyuların yoğunluk olarak dağılışları incelendiğinde havza genelinde açılan kuyu sayısı 11 671 iken, havza geneli km^2'ye düşen kuyu sayısı ise 3,3'dür. İlçelere göre kuyu sayıları incelendiğinde en fazla kuyu açılan yer 4626 adet ile K.Maraş merkez ilçe (Dulkadiroğlu-Onikişubat) sınırları içerisinde açıldığı görülmektedir. Bu bölge aynı zamanda km^2'ye düşen 4,8 kuyu sayısı ile en yoğun kuyu açılan bölgeyi oluşturur. Diğer yandan en fazla kuyu açılan ikinci ilçe ise 2 635 kuyu sayısı ile Türkoğlu ilçesinde açılmıştır. Türkoğlu ilçesi aynı zamanda km^2'ye düşen 4,4 kuyu sayısı ile ikinci en yoğun kuyu açılan bölgeyi oluşturur. Kuyu yoğunluğuna göre sırasıyla diğer ilçeler ise, 2,2 kuyu yoğunluğu ile Çağlayancerit, 2,6 kuyu yoğunluğu ile Pazarcık, 2,1 kuyu yoğunluğu ile Nurdağı, 1,9 kuyu yoğunluğu ile Gölbaşı ve 0,5 kuyu yoğunluğu ile Şehitkâmil ilçesi takip etmektedir (Tablo 2.5). Aksu Çayı Havzası'nda açılan kuyuların kullanım amaçlarına göre dağılış oranları grafik 2.2'de verilmiştir.



Grafik 2. 2: Aksu Çayı Havzası'nda Açılan Su Kuyularının Kullanım Amaçlarına Göre Oranları (DSİ 2019 verilerine göre düzenlenmiştir).

Havzada açılan su kuyularının % 84,2'lik bir oranla en fazla zirai sulama amaçla açıldığı görülürken bunu % 7,1'lik oranla kullanma suyu amaçlı kuyular, % 6 ile içme suyu, % 2,5 ile sanayi ve % 0,2 ile hayvansal sulama amaçlı açılan su kuyuları takip etmektedir (Grafik 2.2).

Havzada açılan su kuyuları yalnızca havza içinde değil havza dışına da transfer edilmektedir. Narlı Alt Havzası'nda yer alan Yuvalıdere tabanında açılan 30 adet kuyulardan 2006 yılından itibaren yıllık 47,3 hm^3/yıl içme suyu verilmektedir(DSİ, 2015).(Foto 2.25).

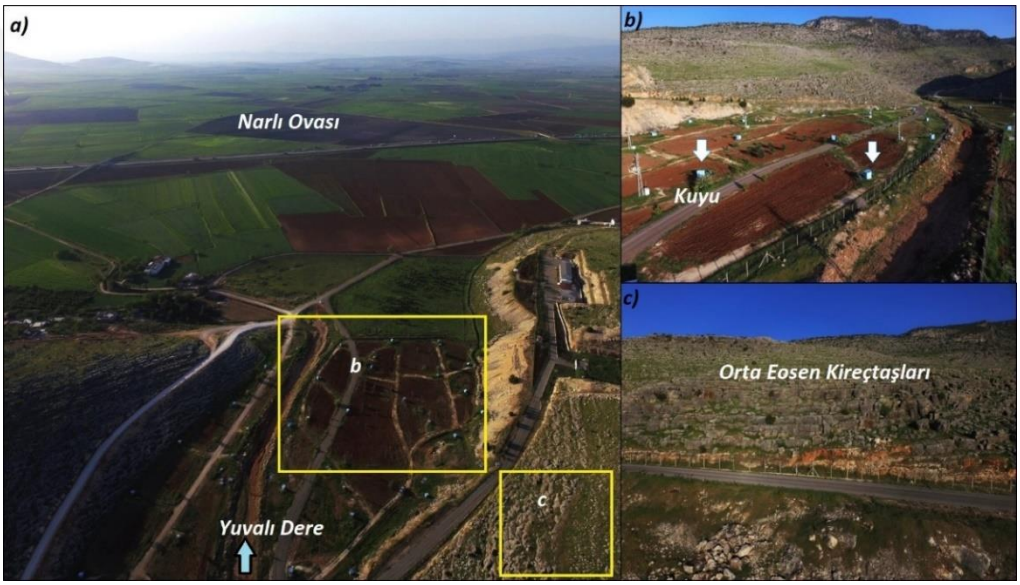


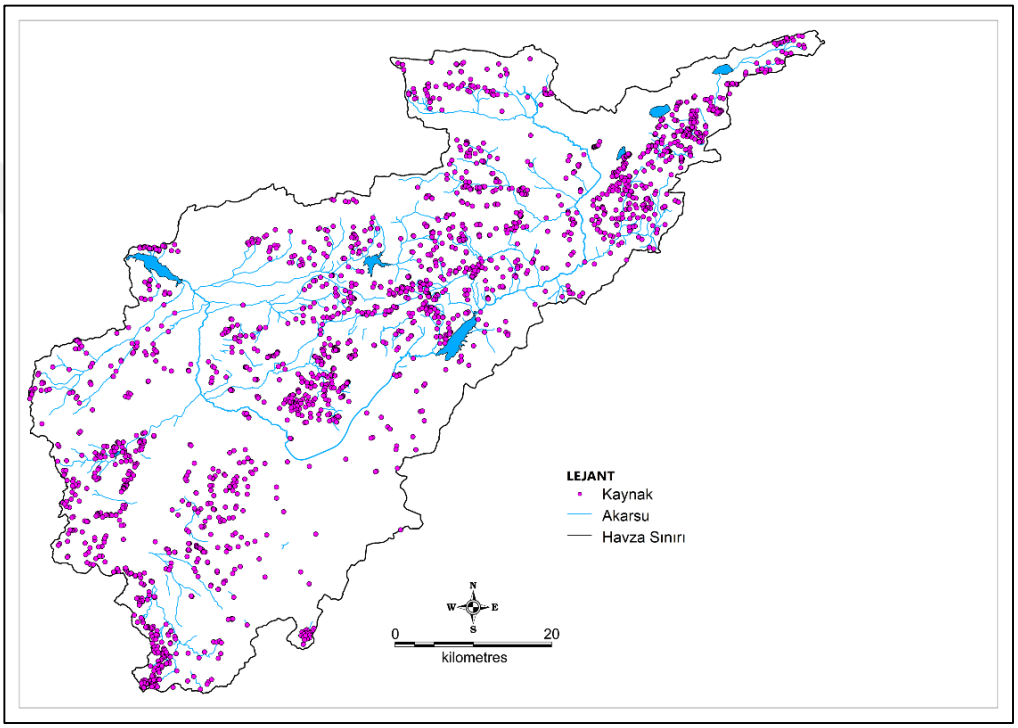
Foto 2. 25: Yuvalı Dere'de Gaziantep'e İçme Suyu Temini İçin Açılan 30 Adet Su Kuyusu Alanı

2019 yılı itibariyle açılmış olan toplam 11 671 su kuyusu için DSİ tarafından tahsis edilen toplam su miktarı 366,4 hm^3/yıl olduğu hesaplanmıştır. Aksu Çayı Havzası için belirlenen toplam yıllık emniyetli rezerv miktarı 754,9 hm^3/yıl olduğu düşünülürse toplam rezervin % 48,5'inin tahsis edildiği görülmektedir.

2.4.Kaynaklar

Aksu Çayı Havzası'nda yeraltı sularının boşalımını gerçekleştiren kaynak sayılarına bakıldığında Harita Genel Komutanlığı tarafından 2002 yılında yayınlanan 1/25 000 ölçekli topografya haritaları üzerinden yapılan incelemelerde havza sınırları içerisinde toplam 2 032 kaynak varlığı tespit edilmiştir. Kaynakların havza içerisindeki

aritmetik ortalaması hesaplandığında 2 km^2'lik alana 1 adet kaynak düştüğü görülmektedir. Kaynakların havza içerisindeki dağılımları harita 2.7'de gösterilmiştir. Genel olarak havza içerisinde GB-KD yönünde bir yoğunluk gösteren kaynaklar havzanın güneydoğusuna doğru gidildikçe azaldığı görülür. Havza çok sayıda kaynak bulunmasına rağmen bazı önemli kaynaklar dışında kaynakların büyük çoğunluğunda debi ölçümleri yapılmamaktadır.



Harita 2. 7: Aksu Çayı Havzası İçerisinde Yer Alan Kaynakların Dağılışı.

1973 yılında DSİ tarafından yapılan Hidrojeolojik Etüt Raporu'na göre ovalık alanlarda yer alan kaynaklara ait bilgiler verilmiştir. Raporda kaynaklara ait ölçülen debi değerleri, ölçüm tarihi ve kaynakların çıkış yaptığı formasyon özelliklerine ait bilgiler verilmiştir (Tablo 2.6).

Tablo 2. 6: Aksu Çayı Havzasındaki Bazı Kaynaklara Ait Bilgiler (DSİ, 1973).

Kaynak Adı	**Debi (lt/sn)**	**Ölçüm Tarihi (ay-yıl)**	**Çıktığı Formasyon**
NARLI OVASI KAYNAKLARI			
Bağlama	1 396	09-1966	Kalker
Mizmilli	1 177	09-1966	Kalker
Taşbiçme	239	10-1966	Kalker
Karaçay	100	06-1966	Alüvyon
Hacı Ahmet Çiftliği	80	06-1966	Alüvyon

Yeni Çıktı	8	06-1966	Alüvyon
Kadıncık Obası	25	06-1966	Alüvyon
Bozhöyük	20	06-1966	Alüvyon
Doğan-Karahasan Yukarı Pınar	5	06-1966	Konglomera
Doğan Karahasan Aşağı Pınar	10	06-1966	Konglomera
Kayapınar (Tulhum Çiftliği)	25	06-1966	Konglomera
Emiroğlu (Araplı)	50	06-1966	Alüvyon
TÜRKOĞLU OVASI KAYNAKLARI			
Gökpınar (Turgut ve Derviş)	2493	06-1966	Kalker-Konglomera
Yayla (Kuyumcular)	10	06-1966	Alüvyon-Serpantin
Çelebili (Fanfas)	35	06-1966	Alüvyon
Öznecik Dere Kaynağı	500	06-1966	Mermer
Hırsız	8	06-1966	Serpantin
Urumoğlu	5	06-1966	Serpantin
Yağma	90	06-1966	Alüvyon
Kanlıoğlu	30	06-1966	Alüvyon
GAVUR GÖLÜ OVASI KAYNAKLAR			
Yeni Pınar (Sakçagöz)	180	08-1966	Kalker
Sakçagöz Pınarları	160	08-1966	Kalker
İncirlik	120	08-1966	Kalker
Molla Osman	25	08-1966	Kalker
Başpınar (Şatıhöyük)	30	08-1966	Kalker
Avran	20	08-1966	Kalker
Yastı	30	08-1966	Kalker
Yalangoz	50	08-1966	Kong-Kum-Çakıl
Kısığın Ağzı	20	06-1966	Serpantin
İncecik	30	06-1966	Mermer
Şeker	2	06-1966	Mermer
Pirnizat	20	06-1966	Mermer
Balıklıgöz	20	06-1966	Mermer
MARAŞ OVASI KAYNAKLARI			
Üngüt	182	10-1966	Kalker
Büyükgöz	180	06-1966	Kalker
Kırkgöz	120	06-1966	Kalker
Kayapınar	60	06-1966	Kalker
Cağsak	110	06-1966	Kalker
Yaslı	40	06-1966	Kalker-Kong
Kozludere	50	06-1966	Kalker
Humaşır	520	08-1966	Kalker
Gökpınarlar (Çullu-Çakallı)	517	10-1966	Mermer
Kaneli-Kaybelli	75	08-1966	Alüvyon
Sümbüllü Dere (Tekerek)	40	08-1966	Kong+Kum+Çakıl
Atizi-Değirmen	50	06-1966	Alüvyon
Söğütlü Ahmetbey	40	06-1966	Alüvyon
Büyük Kilipsir	10	06-1966	Alüvyon
Karapınar	150	07-1966	Alüvyon
Acarköy	5	07-1966	Alüvyon
Yusuf-Hacılı	15	07-1966	Kum+Çakıl+Kong
Hacı Sarı Çiftliği	15	07-1966	Alüvyon

Kaynaklara ait debi verileri 1966 yılına ve yalnızca bir aya ait veriler olması nedeniyle bu veriler uzun dönem ortalamayı ve güncel durumu yansıtmaktan uzaktır. Kaynakların büyük çoğunluğunda debi ölçümleri devam ettirilmediği için maalesef kaynakların güncel debi verilerine ulaşılamamıştır.

Havza içerisinde yer alan bazı önemli kaynaklar ile ilgili yapılan debi analiz sonuçları aşağıda verilmiştir (Tablo 2.7, Tablo 2.8, Tablo 2.9, Tablo 2.10, Tablo 2.11).

Tablo 2. 7: Bağlama Kaynağı Analiz Değerleri (DSİ, 2015).

Alt Havza Numarası ve Adı				(5) - Narlı						
$Q_{min} = Q_{max} * e^{-\alpha \cdot t} \Rightarrow \alpha = \ln\left[\frac{Q_{min}}{Q_{max}}\right] / t$				BAĞLAMA KAYNAĞI ANALİZ DEĞERLERİ				$V_{max} = (Q_{max} / \alpha) * 86400$ $V_{min} = (Q_{min} / \alpha) * 86400$		
Yıllar	Q_{min} (m³)	Q_{max} (m³)	t (gün)	e	Boşalım Katsayısı (α - gün^{-1})	Baz Akımdaki Değişim - (%)	Max. Aktif Rezervuar Hacmi - V_{max} (x 10^6 m³)	Min. Aktif Rezervuar Hacmi - V_{min} (x 10^6 m³)	Ort. Baz Akım V_O (x 10^6 m³)	Ort.Kaynak Akımı (m³/s)
1973	0,442	1,330	122	2,718	0,0090	66,8	12,726	4,229	25,072	0,795
1974	1,030	1,545	69	2,718	0,0059	33,3	22,716	15,144	39,507	1,253
1975	1,046	1,411	82	2,718	0,0037	25,9	33,397	24,758	37,929	1,203
1979	1,214	1,541	58	2,718	0,0041	21,2	32,377	25,507	42,644	1,352
1982	1,261	1,615	70	2,718	0,0035	21,9	39,476	30,823	44,501	1,411
1983	1,321	1,690	62	2,718	0,0040	21,8	36,750	28,726	46,592	1,477
1985	1,144	1,397	56	2,718	0,0036	18,1	33,831	27,704	39,387	1,249
1986	0,676	1,318	112	2,718	0,0060	48,7	19,102	9,797	29,908	0,948
1987	1,164	1,474	131	2,718	0,0018	21,0	70,657	55,797	40,837	1,295
1988	1,166	1,700	57	2,718	0,0066	31,4	22,204	15,230	44,051	1,397
1990	0,943	2,349	141	2,718	0,0065	59,9	31,354	12,587	47,916	1,519
1991	1,037	1,392	88	2,718	0,0033	25,5	35,949	26,781	37,505	1,189
1992	1,193	1,564	59	2,718	0,0046	23,7	29,444	22,459	42,617	1,351
1993	0,914	1,127	93	2,718	0,0023	18,9	43,228	35,058	31,626	1,003
1994	1,013	1,731	52	2,718	0,0103	41,5	14,515	8,494	41,682	1,322
1995	0,786	1,265	103	2,718	0,0046	37,9	23,657	14,699	31,309	0,993
1996	1,123	2,137	50	2,718	0,0129	47,4	14,349	7,540	49,020	1,554
1998	1,112	1,366	57	2,718	0,0036	18,6	32,700	26,620	38,403	1,218
1999	0,807	1,708	85	2,718	0,0088	52,8	16,730	7,905	37,378	1,185
2001	0,843	1,393	144	2,718	0,0035	39,5	34,507	20,883	34,061	1,080
2002	1,240	1,556	126	2,718	0,0018	20,3	74,620	59,466	43,298	1,373
2005	1,299	1,585	59	2,718	0,0034	18,0	40,604	33,277	44,705	1,418
2006	0,905	1,612	139	2,718	0,0042	43,9	33,535	18,827	38,092	1,208
2007	1,334	1,558	83	2,718	0,0019	14,4	71,979	61,631	44,886	1,423
2008	0,797	1,413	140	2,718	0,0041	43,6	29,848	16,836	33,461	1,061
2009	1,038	1,323	134	2,718	0,0018	21,5	63,136	49,535	36,539	1,159
2010	0,962	1,203	61	2,718	0,0037	20,0	28,361	22,679	33,531	1,063
2011	1,099	1,394	61	2,718	0,0039	21,2	30,898	24,360	38,589	1,224
Ortalama	1,032	1,525			0,0048	31,4	34,738	25,263	39,109	1,240

Tablo 2. 8: Mizmilli Kaynağı Analiz Değerleri (DSİ, 2015).

Alt Havza Numarası ve Adı				(5) - Narlı						
$Q_{min} = Q_{max} * e^{-\alpha \cdot t} \Rightarrow \alpha = \ln\left[\frac{Q_{min}}{Q_{max}}\right] / t$				MİZMİLLİ KAYNAĞI ANALİZ DEĞERLERİ				$V_{max} = (Q_{max} / \alpha) * 86400$ $V_{min} = (Q_{min} / \alpha) * 86400$		
Yıllar	Q_{min} (m³)	Q_{max} (m³)	t (gün)	e	Boşalım Katsayısı (α - gün^{-1})	Baz Akımdaki Değişim - (%)	Max. Aktif Rezervuar Hacmi - V_{max} (x 10^6 m³)	Min. Aktif Rezervuar Hacmi - V_{min} (x 10^6 m³)	Ort. Baz Akım V_O (x 10^6 m³)	Ort.Kaynak Akımı (m³/s)
1973	1,676	1,835	150	2,718	0,0006	8,7	262,390	239,654	54,566	1,730
1974	1,254	1,641	139	2,718	0,0019	23,6	73,272	55,992	44,754	1,419
1975	2,042	2,241	82	2,718	0,0011	8,9	170,735	155,573	66,561	2,111
1976	2,134	2,336	97	2,718	0,0009	8,6	216,465	197,747	69,470	2,203
1979	2,116	3,69	58	2,718	0,0096	42,7	33,252	19,068	88,038	2,792
1982	1,931	2,487	83	2,718	0,0030	22,4	70,482	54,725	68,344	2,167
1983	2,000	2,335	52	2,718	0,0030	14,3	67,741	58,022	67,284	2,134
1986	1,710	1,940	82	2,718	0,0015	11,9	108,915	96,003	56,690	1,798
1990	1,800	2,688	91	2,718	0,0044	33,0	52,702	35,292	68,877	2,184
1993	1,560	3,640	125	2,718	0,0068	57,1	46,397	19,884	76,356	2,421
1994	1,369	2,006	52	2,718	0,0073	31,8	23,589	16,099	51,859	1,644
1995	1,051	2,381	51	2,718	0,0160	55,9	12,829	5,663	50,586	1,604
1998	1,308	3,177	108	2,718	0,0082	58,8	33,405	13,753	65,507	2,077
1999	1,168	2,709	109	2,718	0,0077	56,9	30,325	13,075	56,974	1,807
2000	1,883	2,159	80	2,718	0,0017	12,8	109,103	95,156	62,763	1,990
2005	1,690	1,947	69	2,718	0,0021	13,2	81,994	71,171	56,468	1,791
2006	0,455	1,520	35	2,718	0,0345	70,1	3,811	1,141	27,464	0,871
2007	0,287	1,621	63	2,718	0,0275	82,3	5,096	0,902	23,966	0,760
2008	0,441	1,073	120	2,718	0,0074	58,9	12,512	5,142	22,108	0,701
2009	0,255	0,958	105	2,718	0,0126	73,4	6,566	1,748	16,520	0,524
2010	0,530	0,886	61	2,718	0,0084	40,2	9,088	5,436	21,550	0,683
2011	0,552	0,799	91	2,718	0,0041	30,9	16,987	11,736	20,775	0,659
2012	1,145	2,158	61	2,718	0,0104	46,9	17,946	9,522	49,715	1,576
Ortalama	1,320	2,097	-	-	0,0079	37,5	63,722	51,413	51,617	1,637

Tablo 2. 9: Taşbiçme Kaynağı Analiz Değerleri (DSİ, 2015).

Alt Havza Numarası ve Adı				(5) - Narlı						
$Q_{min} = Q_{max} * e^{-\alpha \cdot t} \Rightarrow \alpha = \ln\left[\frac{Q_{min}}{Q_{max}}\right] / t$				TAŞBİÇME KAYNAĞI ANALİZ DEĞERLERİ				$V_{max} = (Q_{max} / \alpha) * 86400$ $V_{min} = (Q_{min} / \alpha) * 86400$		
Yıllar	Q_{min} (m³)	Q_{max} (m³)	t (gün)	e	Boşalım Katsayısı (α - gün^{-1})	Baz Akımdaki Değişim - (%)	Max. Aktif Rezervuar Hacmi - V_{max} (x 10^6 m³)	Min. Aktif Rezervuar Hacmi - V_{min} (x 10^6 m³)	Ort. Baz Akım V_O (x 10^6 m³)	Ort.Kaynak Akımı (m³/s)
1974	0,203	0,272	69	2,718	0,0042	25,4	5,542	4,136	7,335	0,233
1982	0,220	0,34	121	2,718	0,0036	35,3	8,165	5,283	8,574	0,272
1983	0,281	0,373	38	2,718	0,0075	24,7	4,324	3,257	10,104	0,320
1984	0,339	0,379	75	2,718	0,0015	10,6	22,019	19,695	11,155	0,354
1985	0,156	0,239	56	2,718	0,0076	34,7	2,711	1,769	6,052	0,192
1986	0,149	0,171	69	2,718	0,0020	12,9	7,402	6,450	4,969	0,158
1987	0,189	0,286	41	2,718	0,0101	33,9	2,446	1,616	7,283	0,231
1988	0,379	0,408	69	2,718	0,0011	7,1	32,989	30,644	12,234	0,388
1989	0,054	0,461	174	2,718	0,0123	88,3	3,232	0,379	5,903	0,187
1991	0,079	0,141	67	2,718	0,0086	44,0	1,409	0,789	3,329	0,106
1992	0,048	0,198	223	2,718	0,0064	75,8	2,692	0,653	3,292	0,104
1993	0,207	0,311	65	2,718	0,0063	33,4	4,291	2,856	7,947	0,252
1995	0,161	0,224	95	2,718	0,0035	28,1	5,567	4,002	5,934	0,188
1996	0,223	0,382	88	2,718	0,0061	41,6	5,396	3,150	9,188	0,291
1997	0,193	0,424	57	2,718	0,0138	54,5	2,653	1,208	9,129	0,289
1998	0,211	0,380	51	2,718	0,0115	44,5	2,846	1,580	8,935	0,283
1999	0,182	0,270	71	2,718	0,0056	32,6	4,199	2,831	6,940	0,220
2006	0,151	0,243	44	2,718	0,0108	37,9	1,942	1,207	6,014	0,191
2007	0,101	0,234	29	2,718	0,0290	56,8	0,698	0,301	4,924	0,156
2008	0,093	0,196	67	2,718	0,0111	52,6	1,522	0,722	4,297	0,136
2009	0,084	0,267	105	2,718	0,0110	68,5	2,095	0,659	4,922	0,156
2010	0,159	0,316	61	2,718	0,0113	49,7	2,425	1,220	7,110	0,225
Ortalama	0,176	0,296	-	-	0,0084	40,6	5,753	4,291	7,071	0,224

Tablo 2. 10: Kumaşır Gölü Kaynağı Analiz Değerleri (DSİ, 2015).

Alt Havza Numarası ve Adı	(6) - Kahramanmaraş - Merkez									
$Q_{min} = Q_{max} * e^{-\alpha t} \Rightarrow \alpha = \ln\left[\frac{Q_{min}}{Q_{max}}\right]/t$	KUMAŞIR GÖLÜ KAYNAĞI ANALİZ DEĞERLERİ							$V_{max} = (Q_{max}/\alpha) * 86400$	$V_{min} = (Q_{min}/\alpha) * 86400$	
Yıllar	Q_{min} (m³)	Q_{max} (m³)	t (gün)	e	Boşalım Katsayısı (α - gün^{-1})	Baz Akımdaki Değişim - (%)	Max. Aktif Rezervuar Hacmi - V_{max} (x 10^6 m³)	Min. Aktif Rezervuar Hacmi - V_{min} (x 10^6 m³)	Ort. Baz Akım V_O (x 10^6 m³)	Ort.Kaynak Akımı (m³/s)
1982	0,619	1,249	97	2,718	0,0072	50,4	14,911	7,390	27,914	0,885
1983	0,545	1,074	165	2,718	0,0041	49,3	22,571	11,453	24,256	0,769
1984	0,781	1,395	116	2,718	0,0050	44,0	24,103	13,494	32,923	1,044
1985	0,570	1,618	152	2,718	0,0069	64,8	20,367	7,175	31,244	0,991
1986	0,543	1,346	119	2,718	0,0076	59,7	15,245	6,150	27,514	0,872
1987	0,504	0,833	63	2,718	0,0080	39,5	9,024	5,460	20,366	0,646
1988	0,937	1,428	102	2,718	0,0041	34,4	29,868	19,598	36,246	1,149
1989	0,822	1,297	87	2,718	0,0052	36,6	21,377	13,548	32,395	1,027
1990	0,798	0,952	75	2,718	0,0024	16,2	34,960	29,305	27,146	0,861
2005	0,369	0,737	215	2,718	0,0032	49,9	19,790	9,908	16,546	0,525
2007	0,067	0,266	57	2,718	0,0242	74,8	0,950	0,239	4,489	0,142
2008	0,101	0,603	100	2,718	0,0179	83,3	2,916	0,488	8,739	0,277
2009	0,130	0,650	95	2,718	0,0169	80,0	3,315	0,663	10,050	0,319
Ortalama	0,522	1,034	-	-	0,0087	52,5	16,877	9,606	23,064	0,731

Tablo 2. 11: Gövpınar-Çakallı Kaynağı Analiz Değerleri(DSİ, 2015).

Alt Havza Numarası ve Adı	(6) - Kahramanmaraş - Merkez									
$Q_{min} = Q_{max} * e^{-\alpha t} \Rightarrow \alpha = \ln\left[\frac{Q_{min}}{Q_{max}}\right]/t$	GÖVPINAR - ÇAKALLI KAYNAĞI ANALİZ DEĞERLERİ							$V_{max} = (Q_{max}/\alpha) * 86400$	$V_{min} = (Q_{min}/\alpha) * 86400$	
Yıllar	Q_{min} (m³)	Q_{max} (m³)	t (gün)	e	Boşalım Katsayısı (α - gün^{-1})	Baz Akımdaki Değişim - (%)	Max. Aktif Rezervuar Hacmi - V_{max} (x 10^6 m³)	Min. Aktif Rezervuar Hacmi - V_{min} (x 10^6 m³)	Ort. Baz Akım V_O (x 10^6 m³)	Ort.Kaynak Akımı (m³/s)
1982	0,656	1,586	188	2,718	0,0047	58,6	29,182	12,070	32,767	1,039
1983	0,654	1,599	112	2,718	0,0080	59,1	17,307	7,079	32,877	1,043
1984	0,569	1,739	218	2,718	0,0051	67,3	29,319	9,593	32,574	1,033
1985	0,615	1,549	236	2,718	0,0039	60,3	34,192	13,575	31,449	0,997
1986	0,516	2,497	176	2,718	0,0090	79,3	24,082	4,976	39,079	1,239
1987	1,283	3,354	156	2,718	0,0062	61,7	47,043	17,995	67,034	2,126
1988	0,956	2,323	117	2,718	0,0076	58,8	26,449	10,885	47,890	1,519
1989	0,755	1,566	114	2,718	0,0064	51,8	21,142	10,193	34,576	1,096
1990	1,066	1,182	75	2,718	0,0014	9,8	74,151	66,874	34,930	1,108
2005	0,092	1,334	267	2,718	0,0100	93,1	11,508	0,794	14,446	0,458
2009	0,200	1,264	170	2,718	0,0108	84,2	10,070	1,593	17,950	0,569
2010	0,245	1,173	181	2,718	0,0087	79,1	11,713	2,447	18,431	0,584
2011	0,107	1,517	123	2,718	0,0216	92,9	6,080	0,429	16,539	0,524
2012	0,602	2,827	245	2,718	0,0063	78,7	38,690	8,239	44,744	1,419
Ortalama	0,594	1,822	-	-	0,0078	66,8	27,209	11,910	33,235	1,054

1973-2013 yılları arası ölçüm verilerine göre Narlı Ovası'nda yer alan Bağlama kaynağında uzun yıllar aylık ortalama akım 1,290 m^3/s, Mizmilli kaynağında 1,713 m^3/s, Taşbiçme kaynağında ise 0, 229 m^3/s olarak hesaplanmıştır (Foto 2.26). Bu kaynaklar oluşum bakımından tümü fay kaynaklarıdır (2015, DSİ).



Foto 2. 26: Havzadaki Bazı Önemli Kaynaklar (a- Bağlama b-Mizmilli c-Taşbiçme d-Kumaşır Kaynağı)

Kaynaklar ana kaya olarak Orta Eosen Kireçtaşı formasyonlarından çıkar. Bağlama, Mizmilli ve Taşbiçme kaynakları 08.12.2007 yılında *26724 Sayılı Resmi Gazete'de* yayınlanan *"Kahramanmaraş Narlı Ovası Karstik Kireçtaşları Rezervi ve İçme Suyu Kaynakları Koruma Alanları İlanı"* ile koruma altına alınmıştır. Ayrıca *167 Sayılı Yeraltı Suları Hakkında Kanun'a* göre ise bu kaynakların bulunduğu alanda kaynakların akımlarının etkileyebilecek her türlü çap ve derinlikte su temini yapılarının inşası yasaklanmıştır. Bu kaynakların hemen güneyinde yer alan Orta Eosen kireçtaşlarının boşalımlarının Gaziantep ili için içme suyu olarak kullanılabileceği de belirtilmiştir (DSİ, 2015:4-338).

Havzanın ana akarsuyunu oluşturan Aksu Çayı'nın ilk çıkış yeri olan Aksu Kaynağı da tipik bir fay kaynağıdır. Yöre halk tarafından "Göz" olarak isimlendirilen kaynak Çağlayancerit ilçesine bağlı Küçükcerit Köyü mahallesinin yaklaşık 1,5 km doğusunda Engizek Dağı'nın güney yamaçlarından doğar (Foto 2.27). Aksu Kaynağı'nın toplam veriminin 500-1000 l/s civarında olduğu tahmin edilmektedir. Aksu Kaynağı'ndan Çağlayancerit ilçesinin içme suyu ihtiyacını karşılamak üzere 41 l/s debi ile su alınmaktadır (DSİ, 2015:4-339). Kaynak suları içme suyu olarak

kullanıldığı gibi bölgedeki çiftçiler tarafından bahçelerinde tarımsal sulamada kullanıldığı görülür.



Foto 2. 27: Aksu Çayı'nın İlk Çıkış Yeri Olan Aksu Kaynağı

1982-2009 yıllar arası ölçümlere göre Maraş Merkez alt havzası içerisinde yer alan ve oluşum bakımından bir fay kaynağı olan Kumaşır kaynağının debisi 0,732 m^3/s olarak ölçülmüştür. Kumaşır kaynağı Ora Eosen-Miyosen bindirme hattı boyunca Mesozoik yaşlı kireçtaşlarından çıkar (DSİ, 2015:4-432). Diğer yandan 2000-2005 yılları arasında elde edilen ölçüm verilerine göre Bahar Pınarında uzun yıllar aylık ortalama akım 0,100 m^3/s, Büyükgöz Pınarında 0,195 m^3/s, Kırkgöz Pınarında ise 0,244 m^3/s olarak ölçülmüştür. Bu kaynaklar aynı zamanda Kahramanmaraş Belediyesinin de içme suyu kaynaklarını oluşturmaktadır. Bunun yanında yine aynı alt havza içerisinde yer alan Çakallıhasanağa-Göv Pınar kaynağında 1982-2013 yılları arasındaki ölçümlere göre aylık ortalama akım 1,122 m^3/s, Çakallıçullu-Gök Pınar kaynağında 1982-1988 yılları arasındaki ölçümlere göre 2,539 m^3/s ve Türkoğlu alt havzasında ise Demirciler Köyünde yer alan Gökpınar kaynağında ise 1982-2007 yılları arası ölçümlere göre aylık ortalama akım 2,442 m^3/s olarak ölçülmüştür (DSİ, 2015:Ek-4).

Türkoğlu alt havzasında yer alan önemli kaynaklardan bir diğerini ise Sakçagöz Kaynağı (Yenipınar) oluşturur. Gaziantep'in Nurdağı ilçesine bağlı Sakçagöz Mahallesi'nin hemen güneydoğusundaki yamaçta yaklaşık 800 metre yükseltideki Orta Eosen kireçtaşlarındaki yarık ve çatlaklarından birden fazla gözden doğar (DSİ, 1989:12). (Foto 2.28). Kaynaktan çıkan sular kaynak çıkışında hemen bir

kanala alınarak Sakçagöz yerleşmeleri içinden kanal ile geçiş yaparak bir yamaç dikliğinden yaklaşık 700 metrede yer alan Narlı Ovası düzlüklerine dökülür. Yamaç dikliğinden düşen sular burada Sakçagöz şelalelerini oluşturur (Foto 2.29).



Foto 2. 28: Sakçagöz Kaynağı



Foto 2. 29: Sakçagöz Şelaleleri

Sakçagöz şelalesi olarak da bilinen bu alan bölgede turistik açıdan önemli ziyaret alanlarından birini oluşturur. Sakçagöz kaynağında bakımsız bir halde olduğundan kaynağın suları içme suyu olarak kullanılmaz. Bu yüzden kaynak suları daha çok tarımsal sulamada kullanılmaktadır.

Aksu Çayı Havzası'nda kaynaklar özellikle şebeke suyu verilemeyen kırsal alanların su ihtiyacının karşılanmasında oldukça önemli yere sahiptir. Bazı kaynakların doğrudan alınarak köylere içme suyu şebekesine verildiği gibi bazı yerlerde ise köylülerin kendi imkanları ile dağ yamaçlarında buldukları kaynakları içme ve sulama suyu olarak kendi ev ve bahçelerine getirdikleri görülür (Foto 2.30).



Foto 2. 30: Kümperli Köyü'nde Köylülerin Dağ Yamaçlarındaki Kaynaklarından Evlerine Taşıdıkları Su hortumları



Foto 2. 31: Elhencik Tepesinde (1566 m) Bulunan Elhencik Kaynağı'ndan İçme Suyunu Temin Eden Bir Vatandaş.

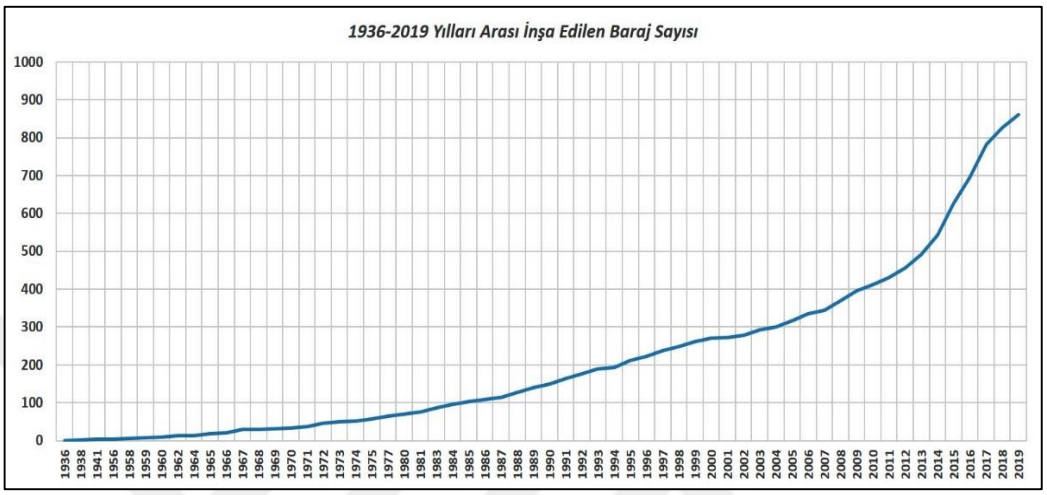
Bazı yerlerde ise insanların yaşadıkları alanda şebeke suyu olmasına rağmen özellikle kaynak sularını şifalı olduğu ve bazı hastalıklara iyi geldiklerine inandıkları için insanların kilometrelerce uzaklıktaki şehir merkezinden gelerek içme sularını bu kaynaklardan sağladıkları görülür (Foto 2.31). Öyleki özellikle hafta sonlarında bu kaynak başında birçok farklı yerden içme suyu almak için gelen kişilerden oluşan kuyrukları da görmek mümkündür.

2.5. Barajlar

Yeryüzünün büyük bir bölümünde iklim özelliklerine bağlı olarak yağış miktarı ve yağış rejimlerinin dağılışı düzensizlik gösterir. Bu yüzden çoğu bölgede yılın belli bir bölümü yağışlı ve belli bir bölümü ise kuraktır. Ancak insanların su ihtiyacı yıl içerisinde süreklilik arz eder. Çok eski zamanlarda insanlar bereketli tarım alanlarını oluşturan ovalık alanlara yerleşmişlerdi. Bu alanlar sık sık taşkınların yaşandığı alanlar olması nedeniyle buralarda yaşanan taşkınlarından dolayı yaşanan insan ve hayvan kayıplarının azaltılması, sel ve kuraklığın yönetilmesi gerekiyordu. Bu nedenle yaklaşık 5000 yıldan beri dünyanın farklı yerlerinde suyu tutan ve kontrol altına alan yapılar yapılmıştır. Bu yapıların başında ise barajlar gelmektedir. Son 200 yıldır yüzlerce milyon insanın nehir kıyılarında yaşaması nedeniyle bu nehirlerin kontrol altına alınması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Gerek sellerin ve kuraklığın kontrol altına alınması ve zararlarının azaltılması gerekse evsel, tarımsal ve endüstriyel amaçlı güvenli su temin edilmesi amacıyla çok sayıda barajlar inşa edilmiştir ve barajların sayısı istikrarlı bir şekilde artmıştır. Özellikle 1930'lu yıllardan itibaren dünyada birçok ülkenin su ihtiyacı katlanarak artmış ve küresel olarak zaman geçtikçe suyun kontrol edilmesi, uygun kalitede suyun sağlanması ve sosyal ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilirliği açısından barajlar bir temel gereklilik haline gelmiştir. Geçen yüzyılın ikinci yarısına doğru insan bilgisi ve deneyimi ilerledikçe her geçen gün daha büyük çapta ve karmaşık yapıda depolama tesisleri inşa etmiştir (Biswas, 2012:1). Barajlar, sağlamış oldukları faydaları nedeniyle insanlar için günümüzde vazgeçilmez mühendislik yapılarıdır (Aksu ve Ağca, 2007:617).

Ülkemiz baraj ve gölet sayısı bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Özellikle ülkemizdeki iklim özelliklerinin ve sosyo-ekonomik özelliklerin bölgelere göre farklılık göstermesi ve ülkemizin büyük bir bölümünde düzensiz yağış rejimlerinin görülmesi nedeniyle gerek kuraklık, sel ve taşkınların kontrolü gerekse artan enerji ihtiyaçlarının karşılanabilmesi amaçlı çok sayıda barajlar inşa edilmiştir. Cumhuriyetin kurulmasından hemen sonra 1925 yılında çıkarılan *"Su İdarelerinin Taksimat Teşkilatı ve Vezaifi Hakkında Talimat"* isimli çıkarılan kanun ile birlikte ülkemizin su kaynakları ile ilgili ilk adımlar atılmaya başlanmıştır. Cumhuriyet tarihinin baraj yapımları da ilk olarak 1929 yılında Ankara'da kurulan Çubuk Barajı

ile başlamıştır (Demir, 2003:8). Geçmişten günümüze nüfusun çoğalması ve ihtiyaçlarının artmasına bağlı olarak inşa edilen baraj sayılarında da önemli artışlar yaşanmıştır (Grafik 2.3).



Grafik 2. 3: Ülkemizde 1936-2019 Yılları Arasında Yapımı Tamamlanan Barajların Toplam Sayılarındaki Artış (DSİ, 2019 Resmi İstatistik Verilerine Göre Düzenlenmiştir).

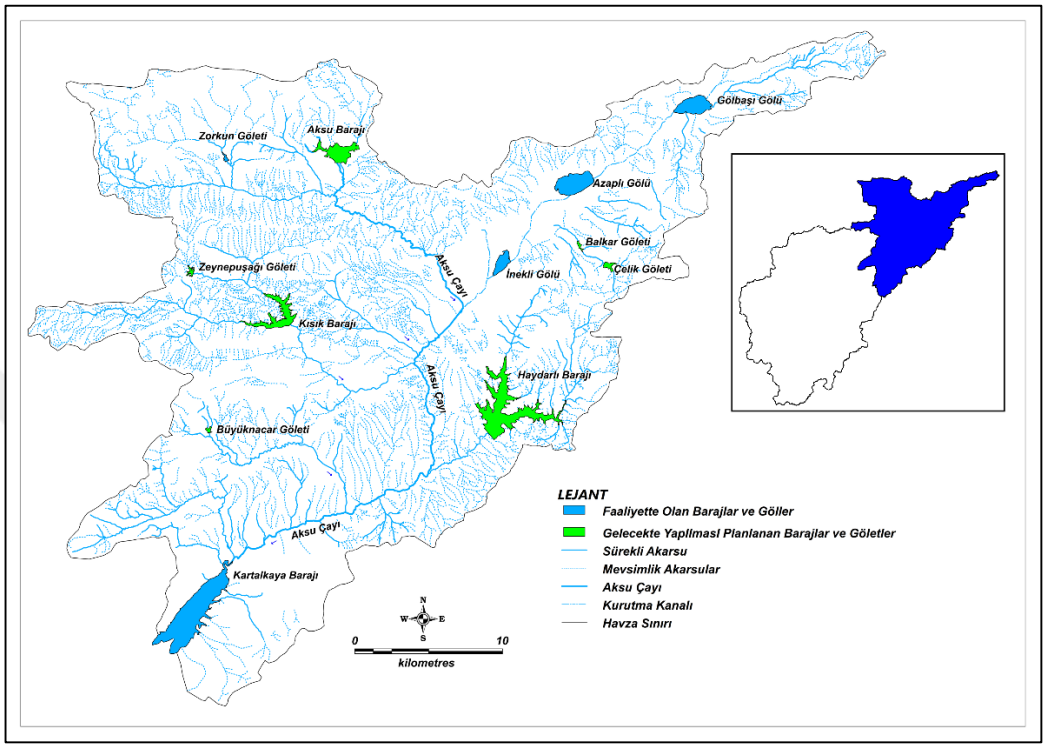
1936-2019 yılları arası dönemde ülkemizde yapımı tamamlanan baraj sayılarına bakıldığında ülkemizde toplam 861 baraj yapımı gerçekleştirilmiştir. Toplam süre ve yapımı tamamlanan baraj sayıları dikkate alındığında ülkemizde her yıl ortalama 10 baraj inşa edildiği görülmektedir (Grafik 2.3).

Akarsular üzerinde çok sayıda barajın inşa edilmesi ile bu yapıların inşa edildiği bölgelerdeki hidrolojik sistemler önemli ölçüde değişikliğe uğrar. Barajların inşa edildiği yerlerde bazı karasal ekosistemler sular altında bırakılması ile yok edilirken buna karşın bölgede yeni sucul alan ekosistemleri oluşturulabilir. Ayrıca mikro iklim şartlarında bazı değişimlere de neden olabilir (Albayrak ve Yurteri, 2007:441). Ayrıca inşa edilen baraj rezervuarlarında kaçak olması durumunda baraj çevresinde yeni kaynaklar oluşurken diğer yanda mevcut kaynaklarda ise anormal debi artışları da görülebilir (Milanovic, 2004; Milanovis, vd; 2010; Turkmen, 2003; Unal vd; 2007; Mozafari ve Raesi, 2015. Akt: Apaydın vd; 2019:2). Bunun yanında kurak bölgelerde tarımsal sulama imkânlarının sağlanması ile tarımsal üretim miktarı ve ürün desenlerinde büyük değişmeler ortaya çıkar ve çeşitlilik artar. Ayrıca düzensiz akım rejimlerine sahip akarsularda akımlar kontrol altına alınarak sel ve taşkın afetlerinin önlenmesi de sağlanır. Ancak tüm olumlu etkilerinin yanında barajların bazı olumsuz

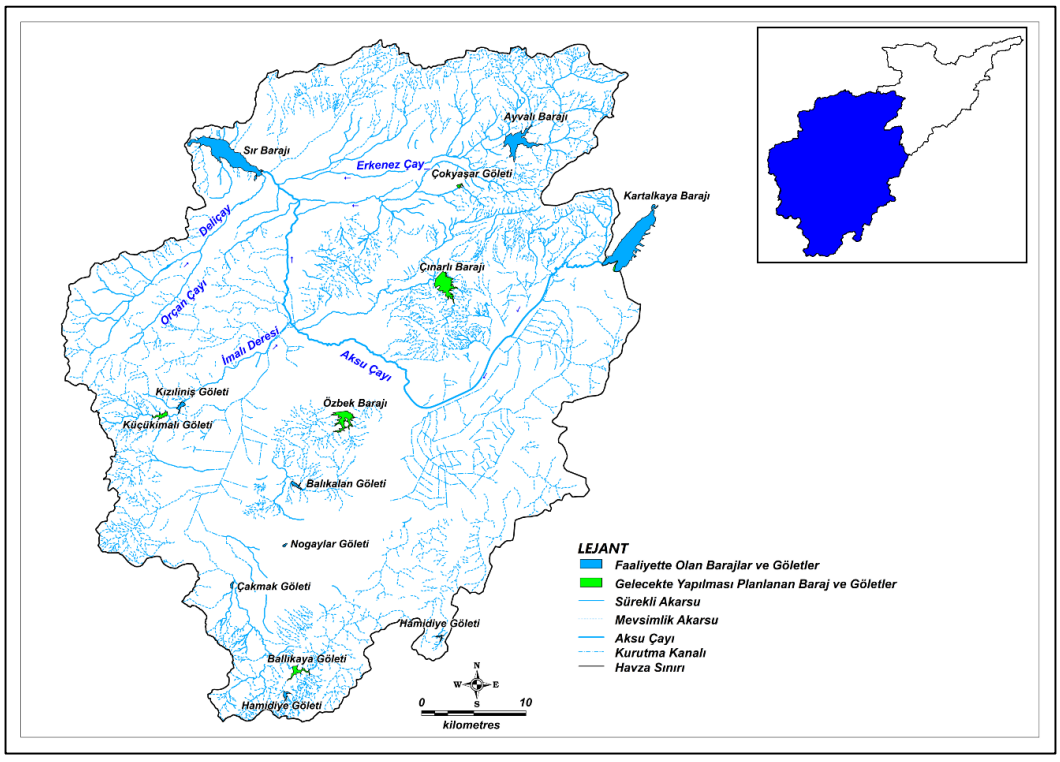
tarafları da bulunur. Özellikle barajların yapıldığı alanlarda suların biriktiği alanlarda endemik bitki türlerinin yer alması durumunda bu endemik türlerin yok olması anlamına gelebilir. Diğer yandan akarsular üzerinde baraj kurulduktan sonra akarsuyun sularının tamamının barajlarda depolanması ve mansap kısmında akarsu yatağına akarsu ekosistemini sürdürebilecek düzeyde su miktarının verilmemesi barajların akarsu yatakları çevresinde yer alan sucul ekosistemlerinin büyük zarar görmesine neden olur. Barajlardan bu ekosistemin devamlılığını sağlayacak düzeyde bırakılması gereken su miktarına *"telafi suyu"* veya *"ekolojik denge debisi"* adı da verilir (Albayrak ve Yurteri, 2007:347). Bazı kaynaklarda ise bu su miktarı "cansuyu" veya *"çevresel akış miktarı"* olarak adlandırılır (Sülüki, 2010:3; Karakoyun ve Yumurtacı, 2013:4). Çevresel akış miktarı bir akarsudan hedeflenen ekolojik işlev ve hizmetlerin devam etmesi ve doğal koşulların sürdürülebilir olması için bilimsel yöntemlerle hesaplanmış olan akış miktarını ifade eder. Bu miktarın belirlenmesinde hidrolojik yöntemler, hidrolik oran yöntemi, habitat simülasyon yöntemi ve holistik gibi oldukça çeşitli yöntemler olup, farklı ülkelere göre farklı yöntemler kullanılmaktadır (Sülüki, 2010:19). Çevresel akış miktarı, bir bölgedeki nehirlerin doğal akış özelliklerinin korunması ve akarsuyun kendi kendini temizlemesine imkan verilmesi, sucul ekositemdeki canlı çeşitliliğin korunması, yeraltı sularının beslenmesi ve bölgedeki geçim kaynaklarının desteklenerek sediment hareketlerinin korunması gibi birçok işlevin yerine getirilmesine hizmet etmektedir. Tüm bunlar göz önüne alındığında nehirlerdeki "çevresel akış miktarı" bir bölgenin su kaynaklarının sürdürülebilir su yönetimi açısından vazgeçilmez bir parçasıdır (WWF, 2014:4). Bu yüzden barajlar, bir bölgedeki doğal ve beşeri anlamda ortaya koyduğu olumlu ve olumsuz etkileri nedeniyle su yönetimi açısından oldukça önemli yapıları oluşturur.

Aksu Çayı Havzası'nda yer alan barajlar incelendiğinde havzada hali hazırda işletmede olan Kartalkaya Barajı, Sır Barajı ve Ayvalı Barajı olmak üzere 3 adet baraj yer almaktadır. Bunun yanında Aksu Barajı, Kısık Barajı, Haydarlı Barajı, Çınarlı Barajı, Özbek Barajı, Ballıkaya Barajı olmak üzere toplam 6 adet baraj ise planlama aşamasındadır. Barajlar içerisinde Kısık Barajı hem içme suyu hem de sulama suyu amaçlı inşa edilmesi planlanırken diğer barajların tamamı ise sulama amaçlı inşa edilmesi planlanmaktadır.

Havzada gelecekte inşa edilmesi planlanan barajların havza içerisindeki dağılışları ile ilgili bilgiler harita 2.8 ve harita 2.9'da verilmiştir.



Harita 2. 8: Aksu Çayı Havzası'nda Gelecekte İnşası Planlanan Baraj ve Göletleri Dağılışı (Yukarı Havza)



Harita 2. 9: Aksu Çayı Havzası'nda Gelecekte İnşası Planlanan Baraj ve Göletleri Dağılışı (Aşağı Havza)

Havzada gelecekte inşa edilmesi planlanan barajlara ait bazı bilgiler tablo 2.12'de verilmiştir.

Tablo 2. 12: Aksu Çayı Havzası'nda Yapılması Planlanan Barajlar (DSİ, 2017)

Baraj Adı	Akarsu Adı	Yağış Alanı (km^2)	Amacı
Çağlayancerit Aksu Barajı	Aksu Çayı	23.2	Sulama
Kısık Barajı	Cacık Dere	116.6	İçme+Sulama
Haydarlı Barajı	Çelik Dere	113	Sulama
Çınarlı Barajı	Kara Dere	13.1	Sulama
Özbek Barajı	Pursancık Dere	18.8	Sulama
Ballıkaya Barajı	İçerisu Deresi	73	Sulama

Planlama aşamasındaki barajların da tamamlanması ile birlikte havzada toplam 357,7 km^2'lik bir alanın suları daha depolanmış olacaktır. Havzada işletmedeki barajlar da düşünüldüğünde toplam 1 591,7 km^2'lik alana ait yağışların depolanması mümkün olacaktır (Tablo 2.12). Bunun sonucunda üzerinde barajların faaliyete geçmesi ile baraj kurulan akarsuların aşağı çığırlarında yer alan akarsuların akım değerlerinde ve rejimlerinde, barajlarda ise biriken su potansiyelleri üzerinde önemli etkileri olacağını ve havzanın su yönetimi ile ilgili yeni denklemlerin oluşacağını söylemek mümkündür. Havzada yer alan ve işletme halinde olan barajlar ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir.

2.5.1. Kartalkaya Barajı

Aksu Çayı Havzası içerisinde Narlı Ovası, Maraş Ovası ve Türkoğlu (Sağlık) Ovasında yer alan tarım alanlarını sulamak ve taşkın kontrolü amaçlı 1972 yılında işletmeye açılan Kartalkaya Barajı, Kahramanmaraş'ın ilçelerinden Pazarcık şehir merkezinin hemen batısında havzanın ana akarsuyu olan Aksu Çayı üzerinde kurulmuştur (Foto 2.32). Kartalkaya Barajı, havza içerisinde inşa edilen ilk barajdır. 1983 yılından itibaren Gaziantep şehir merkezine içme, kullanma ve sanayi suyu temin etme amacı da eklenmiştir. Daha sonra 2013 yılında barajın dipsavaktan sulama amaçlı bırakılan sulardan da elektrik enerjisi üretmek amaçlı bir HES işletmeye açılmıştır Bunun yanında Kartalkaya Barajı HES'i ile Dehliz regülatörü arasında düşümden yararlanmak amaçlı Kesme regülatörü ve HES'i de inşa edilmiştir (Foto 2.33-b).

Dolayısıyla zaman içerisinde Kartalkaya Barajı ilk açılış amaçlarına ek olarak içme suyu ve elektrik üretimi gibi amaçlara da hizmet eder hale gelmiştir. Ancak Kartalkaya Barajı, Aksu Çayı'ndan gelen rüsubat malzemeleri nedeniyle su tutma kapasitesi iyice azalmış ve bu nedenle taşkın fonksiyonunu yitirmiştir (DSİ, 2017:7-35).



Foto 2. 32: Kartalkaya Barajı (a-Mayıs ayı b- Ekim ayı)

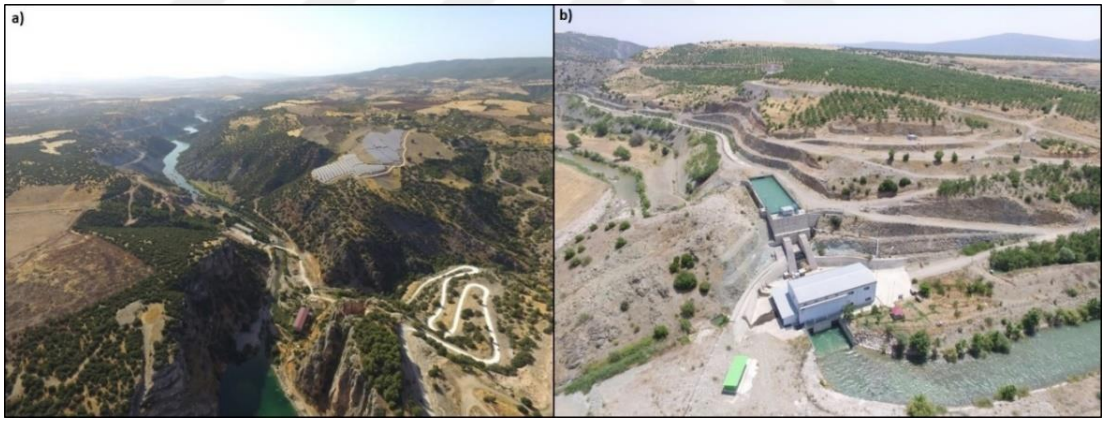


Foto 2. 33: Kartalkaya Barajı'da İnşa Edilen HES Santralleri
(a-Dipsavak'ta yer alan HES. b-Kesme regülatöründeki HES).



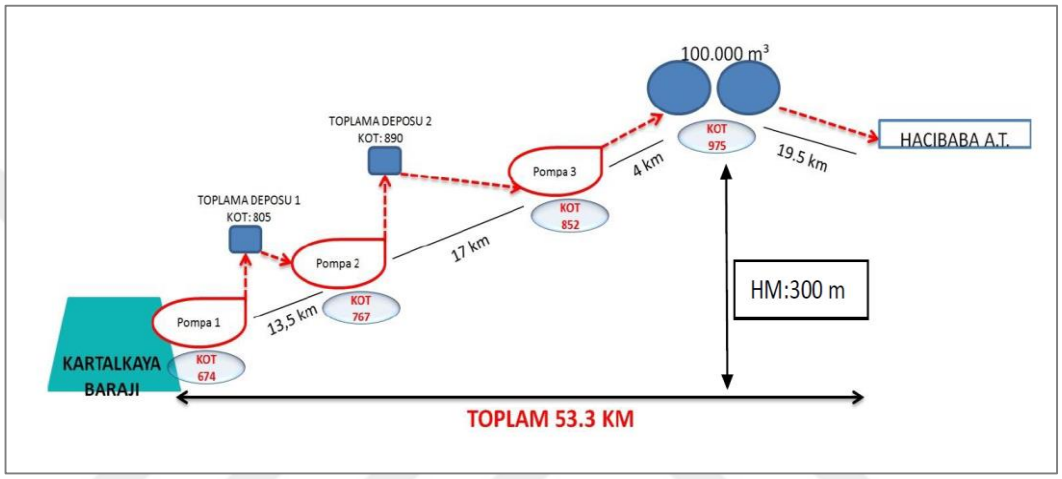
Foto 2. 34: Baraj Sularının Dehliz Yakınlarında Akarsu Vadisinden Su Kanallarına Aktarılması

Tablo 2. 13: Kartalkaya Barajı'na Ait Teknik Özellikler (DSİ, 2017: 7-36)

Hidroloji	**Özellikleri**
Yağış alanı	1 130 km^2
Ortalama doğal akım	424,4 hm^3/yıl
Ortalama giriş akım	407,4 hm^3/yıl *(1970-2012 dönemi)*
Ortalama giriş akım	326,0 hm^3/yıl *(memba developmanlarından sonra)*
Maksimum su kotu	717,70 m
Normal su kotu	715,50 m
Minimum su kotu	684,5 m (yeni alan hacim sonrası 700 m)
Gövde Tipi	Zonlu toprak dolgu
Kret kotu	722 m
Kret uzunluğu	205 m
Kret genişliği	12 m
Talveg kotu	665 m
Talvegten yükseklği	57 m
Temelden yükseklik	59 m
Dolusavak	
Yeri	Sol Sahil
Tipi	Karşıdan alışlı, radyal kapaklı
Kapak	2 adet (10 m x 13,5 m)
Genişliği	22,50 m – 14,00 m (net)
Eşik kret kotu	706,7 m
$Q_{Katastrofal}$	2 420 m^3/s
Q_{Proje}	1 760 m^3/s
Derivasyon / Dipsavak	
Yeri	Sol Sahil
Tipi	Tünel, modifiye atnalı kesit, beton kaplamalı
Adet	1
Çap	4.00 m
Uzunluk	389 m
Q_{Proje}	32 m^3/s
HES	
Türbin tipi	Yatay eksenli Francis
Kurulu güç	8,88 MW
Ünite sayısı	3 adet
Kuyruk suyu kotu	669 m
Q_{Proje}	18,50 m^3/s
Proje düşüşü	48,70 m
Üretilen toplam enerji	29,5 GWh/yıl

Kartalkaya Barajı, uzun yıllar Aksu Çayı Havzası dışında bulunan Gaziantep şehir merkezinin içme, kullanma ve sanayi suyu ihtiyacının karşılamaktadır. Kartalkaya Barajı'nın suları 54 km'lik bir hat ile Gaziantep'te yer alan Hacıbaba İçme

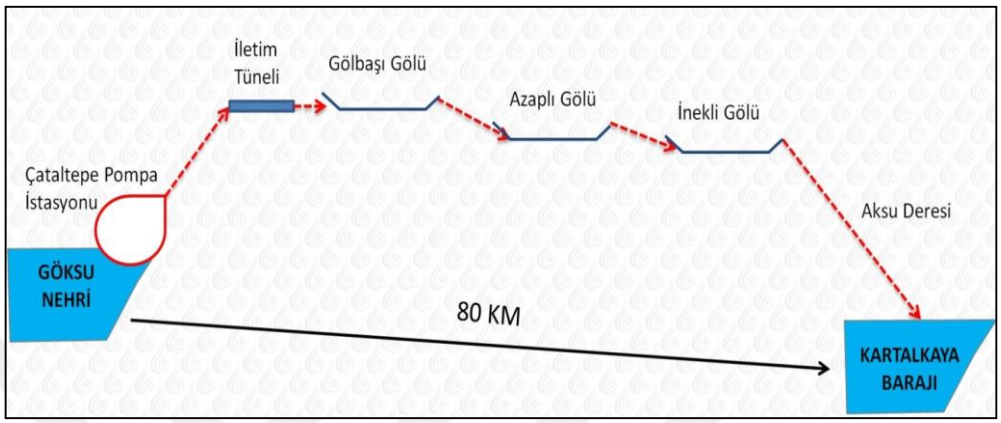
Suyu Arıtma Tesisine ulaşır. İlk olarak 1976 yılında ve daha sonra 1996 yılında olmak üzere 6 adet boru hattı ve pompa istasyonu kurulmuştur. Bu tesislerin su basma kapasitesi eski hatlarda 3 m^3/sn iken yeni hatlarda ise 4 m^3/sn'dir (SYGM, 2021:52). Kartalkaya Barajı'nın suları pompalar yardımıyla 674 metre kotundan 975 metrelik kota yükseltilerek şehre verilir. Kartalkaya Barajı ile Gaziantep arasında yer alan isale hattının şematik gösterimi şekil 2.6'da verilmiştir.



Şekil 2. 6: Kartalkaya Barajı İçme Suyu Tesisleri İsale Hattı (SYGM, 2021:53).

Gaziantep'te artan nüfus ve gelişen sanayinin etkisi ile şehrin su tüketimi yıldan yıla artmış ve dolayısıyla Kartalkaya Barajı'ndan Gaziantep'e transfer edilen su miktarı da artmıştır. 2011 yılında Kartalkaya Barajı'ndan Gaziantep'e transfer edilen su miktarı yıllık toplam 68,4 milyon m^3 iken 2018 yılına gelindiğinde bu rakam 107 milyon m^3'e yükselmiştir. GASKİ-SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemi verilerine göre 2018 yılında Gaziantep şehir merkezinin yıllık toplam su tüketimi 149,3 milyon m^3'tür. Bu su tüketiminin % 72'si Kartalkaya Barajı'ndan yapılmıştır. Şehir merkezinin sürekli artan su ihtiyacı karşısında Kartalkaya Barajı suları artık ihtiyaca cevap veremez hale gelmiş uzun vadeli projeler gerçekleşene kadar 2002 yılından itibaren hemen havzanın kuzeydoğusunda yer alan Fırat Havzası içerisinde yer alan Göksu Çayı üzerinde Çataltepe Kartalkaya Terfi Hattı kurulmuştur (Şekil 2.7). Bu terfi hattı ile Kartalkaya Barajı'ndan verilen 1,5 m^3/sn debiyi 3 m^3/sn'ye çıkarmak hedeflenmiştir. Bu hat üzerinden Fırat Havzası'ndaki Göksu Çayı'nın suları pompalar yardımıyla bir tünel aracılığıyla Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan Gölbaşı Gölü'ne aktarılır. Daha sonra sular buradan kanallar ile

Azaplı Gölü ve İnekli Gölü'ne aktarılarak en son Gölbaşı Depresyonu'nda Aksu Çayı'na aktarılarak yaklaşık 80 km'lik bir hat üzerinden Kartalkaya Barajı'na su takviyesi yapılmıştır (DSİ, 2017:2-119).



Şekil 2. 7: Göksu Çayı'ndan Kartalkaya Barajı'na Su Transferi Yapılan Terfi Hattının Şematik Gösterimi (GASKİ, 2018)

İklim özelliklerine göre yağışlı ya da kurak dönemlere göre Çataltepe regülatöründen Kartalkaya Barajına takviye amaçlı aktarılan su miktarı da yıldan yıla değişiklik göstermekle birlikte 2015-2018 yılları arasında Fırat Havzası'na toplam 187,1 milyon m^3 su takviyesi yapılmıştır (GASKİ, 2018:84). Göksu Çayı üzerinde kurulan ve Gaziantep'in içme suyu ihtiyacına cevap vermek üzere inşa edilen Çataltepe regülatörü, Aksu Çayı Havzası'nın kuzeydoğusunda, Gölbaşı ilçesine bağlı Ozan Köyü'nün hemen kuzeyinde bulunan Göksu Çayı üzerinde kurulmuştur. Regülatörden alınan sular Çataltepe pompa istasyonundan pompalar yardımı ile su kanallarına aktarılır ve bu kanallar bir tünel ile Gölbaşı Depresyonuna aktarılır (Şekil 2.7; Foto 2.35). Daha sonra bu sular, su kanalları birbirine bağlanan bölgedeki İnekli, Azaplı ve Gölbaşı gölleri üzerinden Aksu Çayı'na transfer edilen bu sular en son Kartalkaya Barajına ulaşır (Foto 2.36, Foto 2.37, Foto 2.38). Kartakaya Barajı'nın normal su seviyesi ile maksimum su seviyesi birbirine çok yakın olduğundan master planı çalışmalarında barajın, taşkın kontrol amacını yerine getiremeyeceği değerlendirilmiştir (DSİ, 2018).

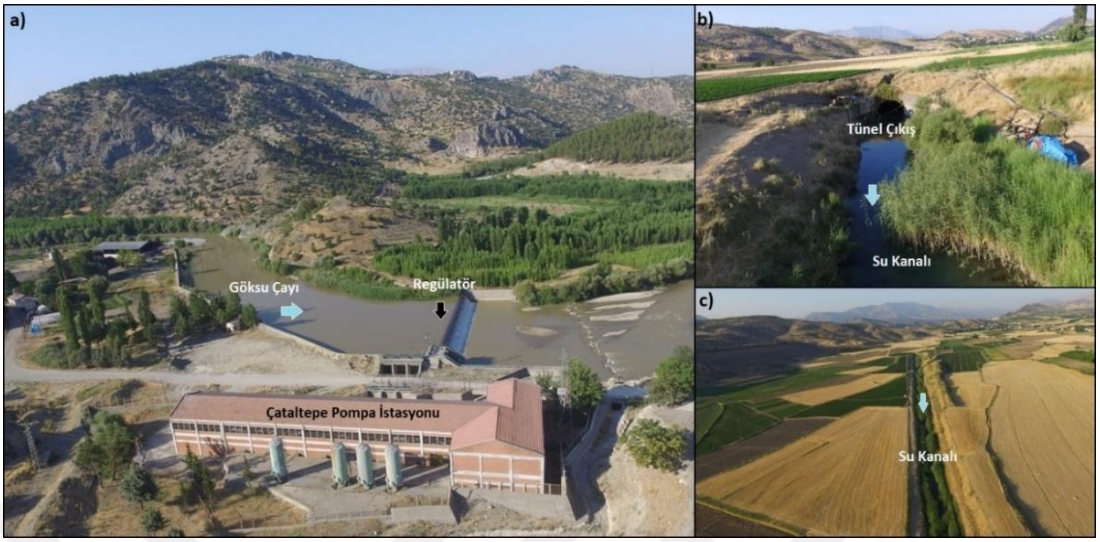


Foto 2. 35: Kartalkaya Barajı'na Su Takviyesi Yapılan Göksu Çayı Üzerinde Kurulmuş Olan Çataltepe Pompa İstasyonu



Foto 2. 36: Gölbaşı Depresyonunda Yer Alan Gölbaşı Gölü ve Azaplı Gölü Arasında Su Transferi Yapılan Su Kanalları



Foto 2. 37: Azaplı Gölü, İnekli Gölü Arasında Su Transferi Yapılan Su Kanalları

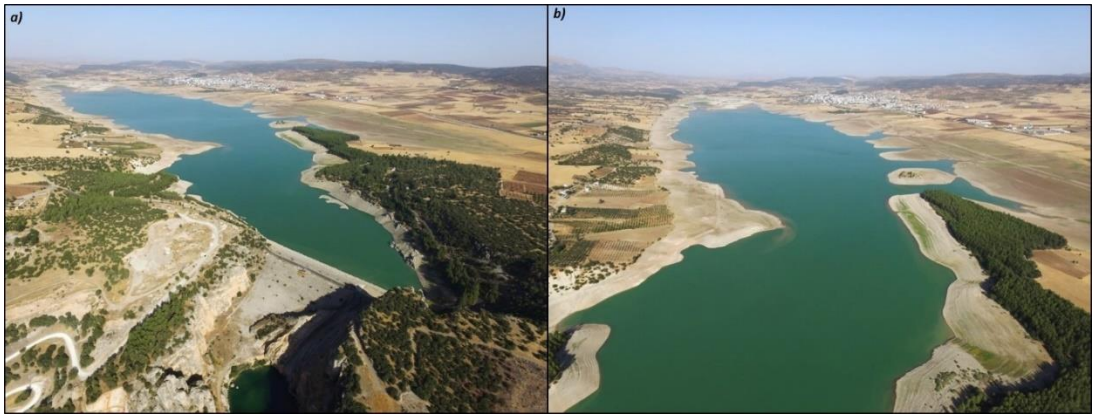


Foto 2. 38: Kartalkaya Barajı

DSİ tarafından hazırlanan Ceyhan Havzası Master Planı çalışmasında Kartalkaya Barajı havzası için ortalama yağış 677 mm ve yıllık toplam akım ise 424 hm^3 olarak hesaplanmıştır. Kartalkaya Barajı için yağış-akış kat sayısı % 55,4 olarak hesaplanmıştır (DSİ, 2018:3-7). Toplanan sularının büyük bir bölümü Gaziantep'e içme, kullanma ve sanayi suyu olarak kullanmak üzere tekrar pompalarla Fırat Havzası'na transfer edilmektedir.

1976 yılından beri gittikçe Gaziantep'in su ihtiyacının artması nedeniyle Kartalkaya Barajı üzerinde Gaziantep şehir merkezinin baskısı yıldan yıla artış göstermiştir. Ancak Kartalkaya Barajı'nın da artık şehir merkezinin su ihtiyacına cevap veremez hale gelmiş ve Gaziantep kendisine yeni su kaynakları arayışına girmiştir. Bu kapsamda 2019 yılında Göksu Çayı üzerinden doğrudan şehir merkezine transfer etmeyi ön gören Düzbağ Projesi devreye alınmıştır. Düzbağ Projesinin devreye alınması ile Gaziantep'in Kartalkaya Barajı'ndan almış olduğu su miktarında azalmaya gidilmiş ve böylece baraj üzerindeki baskısı azalmıştır. 2018 yılı itibariyle Gaziantep şehir merkezi su ihtiyacının % 72'sini Kartalkaya Barajı'ndan karşılarken 2019 yılında Düzbağ Projesinin devreye girmesi ile bu oran % 24'e düşmüştür (GASKİ-SCADA, 2021). Gaziantep'in Kartalkaya Barajı üzerindeki su baskısı azalmış olsa da yapılan projeksiyonlara göre Gaziantep şehir merkezinin 2050 yılına kadar ki su ihtiyacını karşılamada Kartalkaya Barajı'nın kullanılmaya devam edeceği öngörülmektedir (GASKİ, 2017, 4-32).

Kartalkaya Barajı çok uzun yıllardan beri Gaziantep'in içme suyu ihtiyacını karşılaması nedeniyle zamanla barajın içme suyu fonksiyonu ön plana çıkmış ve bu nedenle bölgenin su yönetiminde bazı sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. 2019 yılında çıkarılmış olan "*30974 Sayılı Su Tahsisleri Hakkındaki Yönetmelik*" gereği suyun kullanım önceliğinde içme ve kullanma suyu birinci sırada, çevresel su ihtiyacı (can suyu-çevresel akış) ikinci sırada ve tarımsal sulama ve su ürünleri yetiştiriciliği ise üçüncü sırada gelmektedir. Bu nedenle Gaziantep'in içme ve kullanma su ihtiyaçlarının öncelenmesi nedeniyle gerek tarımsal sulamaya verilen su gerekse barajdan sonraki Aksu Çayı yatağına bırakıla ekolojik dengesi debisi veya başka bir ifadeyle çevresel akış sularında kısıtlamaya gidilmiştir. Bu yüzden Aksu Çayı yatağındaki sucul ekosistem özellikleri büyük oranda yok edilmiştir (Foto 2.39).

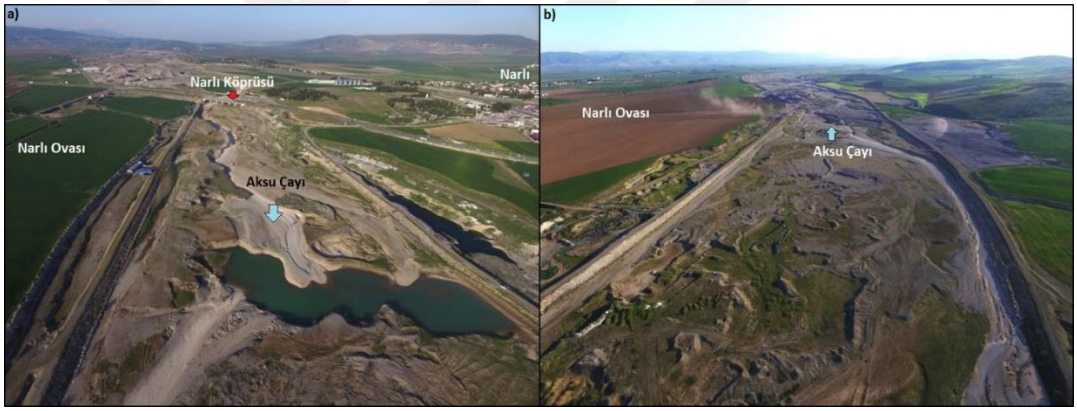
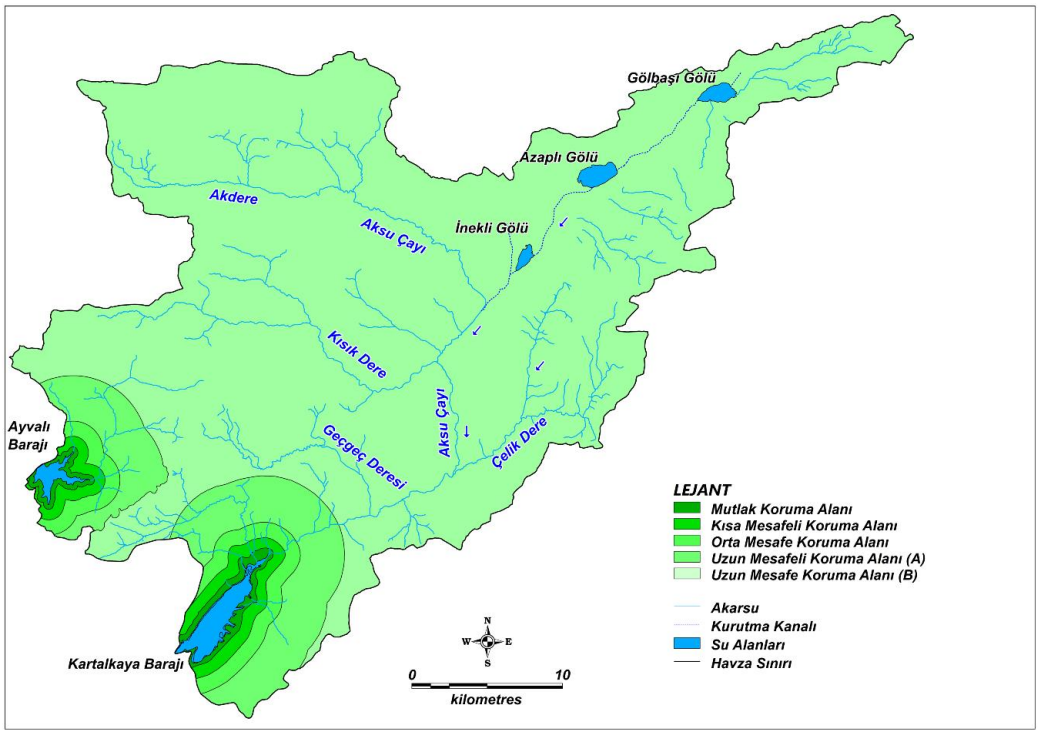


Foto 2. 39: Kartalkaya Barajı Sonrası Narlı Civarındaki Aksu Çayı Yatağında Meydana Gelen Tahribatlar

Kartalkaya Barajı, idari olarak Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü yetki alanında bulunmasına rağmen 7 Eylül 2009 yılında 2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayanılarak çıkartılmış olan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin 16. Maddesine dayanarak mülga Çevre ve Orman Bakanlığı onayı ile çıkarılan özel hükümler ile her türlü faaliyetin denetimi GASKİ'ye devredilmiştir. Bu nedenle 209 yılından itibaren barajın mevcut su kalitesinin izlenmesi ve raporlanması GASKİ tarafından yapılmaya başlanmıştır. Kartalkaya Barajı ile ilgili çıkarılan özel hükümler çerçevesinde baraj için bazı koruma alanları belirlenmiştir. Kartalkaya Barajı Havzası Özel Hükümlerine göre baraj gölünün sağ sahilinde suyun maksimum kotu seviyesinden başlayarak 300 metrelik alan ile sol sahilde ise Pazarcık ilçe merkezinin yer aldığı bölümde ise kolektörün yer aldığı alana kadar olan bölge *"mutlak koruma*

alanı" olarak belirlenmiştir. Diğer yandan mutlak koruma alanının bitiminden itibaren 700 metre genişlikteki bölge ise *"kısa mesafeli koruma alanı"* olarak belirlenmiştir. Kısa mesafeli koruma alanı sınırından itibaren 1 km'lik şerit oluşturan alan ise *"orta mesafeli koruma alanı"* olarak belirlenmiştir. Orta mesafeli koruma alanından başlayarak barajın havza sınırı çizgisine kadar olan alana ise *"uzun mesafeli koruma alanı"* olarak belirlenmiştir. Bunun yanında orta mesafeli koruma alanının bitiminden itibaren 3 km'lik bir şerit içinde kalan bölgeler *"uzun mesafeli koruma alanı A"* olarak tanımlanırken uzun mesafeli koruma alanı A'dan itibaren havza sınırına kadar olan bölge ise *"uzun mesafeli koruma alanı B"* olarak belirlenmiştir (DSİ, 2017: 9-11). Kartalkaya Barajı ve havzanın diğer barajlarından biri olan Ayvalı Barajı için koruma alanlarının dağılışı da harita 2.10'da verilmiştir.



Harita 2. 10: Kartalkaya Barajı İçin Çıkarılan Özel Hükümler Çerçevesinde Belirlenen Koruma Alanları (DSİ, 2017).

2.5.2. Ayvalı Barajı

Ayvalı Barajı, Kahramanmaraş'ın Dulkadiroğlu ilçesine bağlı Bulanık Köyü'nün hemen güneyinde Kahramanmaraş şehir merkez ilçelerinin içme ve kullanma suyu ihtiyacı ve bölgede tarımsal sulama ve taşkın koruma amaçlı Erkenez

Çayı üzerinde kurulmuştur (Foto 2.40). Şehrin yaklaşık 23 km doğusunda yer alan baraj, 2006 yılında işletmeye açılmıştır (DSİ, 2017:7-37).



Foto 2. 40: Ayvalı Barajı

Ayvalı Barajı, 90 000 m^3/gün kapasitedeki arıtma tesisi ile şehir merkezine maksimum 1 040 l/s içme suyu verilebilmektedir. Aylık ortalama 2-2,6 milyon m^3 su arıtılarak 2020 yılında yıllık toplam 29,3 milyon m^3 su arıtması gerçekleştirilmiştir. Arıtılan sular yıllık günlük ortalama 928,7 l/s debiyle şehir şebekesine verilebilmektedir (KASKİ, 2021:24).

Ayvalı Barajı, planlama aşamasında hem Kahramanmaraş şehir merkezinin içme ve kullanma su ihtiyacını hem de diğer yandan şehirde ovalık alanlara tarımsal sulama verilmesi planlanmıştır. Planlamaya göre şehir merkezine yıllık 52 milyon m^3 içme-kullanma suyu ve 11 milyon m^3 sulama suyu verilmesi planlanmıştır. Ancak son 2022 yılında ancak 3,3 milyon m^3 su verilebilmiştir. Özellikle yağışın düşük olduğu dönemlerde Ayvalı Barajı'nın suları içme ve kullanma suyu ile tarımsal sulama suyu ihtiyacını birlikte karşılayamaz hale gelmiştir. Bu yüzden zaman zaman şehrin içme ve kullanma suyu ile gölgedeki çiftçilerin tarımsal sulama suyu ihtiyaçları çatışması yaşanmaya başlandığı görülmektedir. 2022 yılında barajdaki su seviyesinin azalmasına bağlı olarak KASKİ tarafından yapılan bir açıklamada, Ayvalı Barajı'ndan tarımsal sulama için su verilemeyeceği belirtilerek çiftçilere tarımsal sulamada yeraltı

su kuyularına yönelme tavsiyesinde bulunulmuştur.[15] Ayvalı Barajı ile ilgili bazı teknik bilgiler tablo 2.14'de verilmiştir.

Tablo 2. 14: Ayvalı Barajı ile İlgili Teknik Bilgiler (DSİ, 2017)

Hidroloji	**Özellikleri**
Yağış alanı	104 km^2
Ortalama doğal akım	57,7 hm^3/yıl (kendi havzasından) 5,3 hm^3/yıl (yan kollardan derivasyon)
Ortalama giriş akım	62,8 hm^3/yıl *(1976-2012 dönemi)*
Sulamaya tahsis edilen	13,2 hm^3/yıl
İçme kullanmaya tahsis edilen	34,1 hm^3/yıl
Maksimum su kotu	839,40 m
Normal su kotu	837,0 m
Minimum su kotu	786,0 m (yeni alan hacim sonrası 700 m)
Gövde	
Tipi	Zonlu toprak dolgu
Kret kotu	841,5 m
Kret uzunluğu	613 m
Kret genişliği	12 m
Talveg kotu	766 m
Talvegten yüksekliği	75,5 m
Temelden yükseklik	103 m
Gövde toplam dolgu hacmi	4,9 hm^3
Dolusavak	
Yeri	Sol Sahil
Tipi	Karşıdan alışlı, kontrolsüz, sıçratmalı
Uzunluğu	5 500 m
Eşik kret kotu	837 m
$Q_{Katastrofal}$	500 m^3/s
Q_{Proje}	375 m^3/s
Yük	3,4 m
Derivasyon / Dipsavak	
Yeri	Sol Sahil
Tipi	Tünel, beton kaplamalı
Adet	1
Çap	3.00 m
Uzunluk	533 m
Q_{Proje}	8,2 m^3/s (minimum)
Sulama Tesisi	

[15] https://www.maraskaski.gov.tr/haberler/detay.aspx?Id=5428 adresinden 28.11.2022 tarihinde alınmıştır.

Sulama alanı	1 680 ha (brüt)
Toplam kanal boyu	24 700 m
Taşkın Koruma	
Taşkın alanı	500 ha
Toplam ıslah	7 925 m (inşaatı biten)
Toplam ıslah	1 623 m

Ayvalı Barajı'ndan ilk planlamalara göre Kahramanmaraş şehir merkezine 34 hm^3/yıl su temini planlanmış olsa da son yapılan değerlendirmede barajdan temin edilebilecek su miktarı 17,4 hm^3/yıl olabileceği hesaplanmıştır. Diğer yandan barajın taşkın kontrol amacı da bulunsa da yapılan master çalışmalarında barajın taşkın kontrol işlevini yerine getiremez durumda olduğu belirtilmiştir (DSİ, 2018:8-26).

Ayvalı Barajı mansap kısmında Erkenez Çayı yatağında günümüzde birçok kum ocağı işletilmektedir (Foto 2.41). Kum ocaklarının işletilmesi ve akarsu yatağının bir depolama alanı olarak kullanılması sonucu akarsuyun akış ve yatak özellikleri önemli ölçüde değiştirilmiştir.



Foto 2. 41: Erkenez Çayı Yatağında Kurulan ve İşletilmekte Olan Bir Kum Ocağı

DSİ tarafından yapılan Ceyhan Havzası Master Planı çalışmalarında Ayvalı Barajı havzası için yıllık ortalama toplam yağış 638 mm ve yıllık akım ise 58 hm^3 olarak belirlenmiştir. Ayvalı Barajı'nın yağış-akış kat sayısı % 87 olarak hesaplanmıştır (DSİ, 2018:3-7).

2.5.3. Sır Barajı

Enerji üretimi amaçlı 1987 yılında inşaatına başlanmış ve 1991 yılında işletmeye açılmış olan Sır Barajı, bölgenin ana akarsuyu olan Ceyhan Nehri üzerinde kurulmuştur (Foto 2.42). Toplam 1123,2 hm^3 su depolama hacmine sahip olan barajın toplam göl alanı ise 45,8 km^2'dir (DSİ, 2015-4-442). Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) tarafından işletilen barajda toplam 261 MW kurulu güç bulunmakta olup 725 GWh/yıl enerji üretimi gerçekleştirilmektedir (DSİ, 2018:9-2).

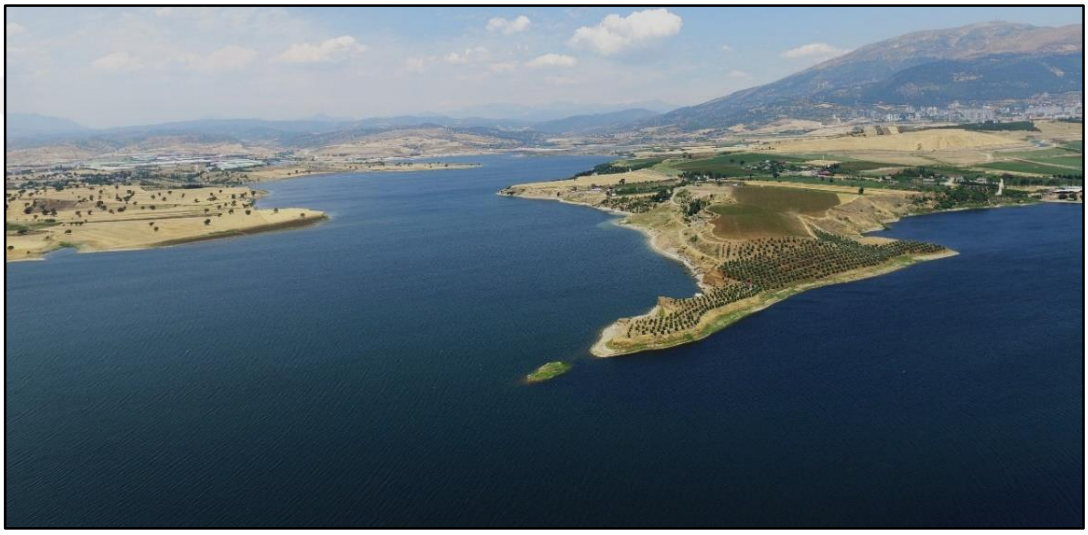
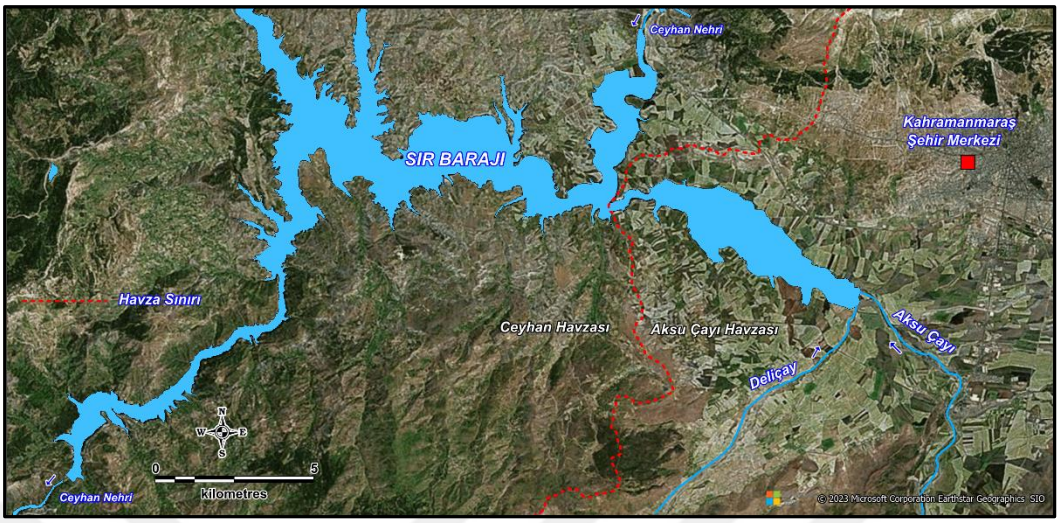


Foto 2. 42: Ceyhan Nehri Üzerinde Kurulmuş Olan Sır Barajı

Sır Barajı kuruluş yeri bakımından Aksu Çayı Havzası sınırları dışında yer alır (Harita 2.11). Fakat barajdaki su seviyesinin yüksek olduğu özellikle İlkbahar aylarında baraj göl alanı genişleyerek Aksu Çayı Havzası sınırları içerisine kadar ulaşır. Havza içerisinde yaklaşık 9,6 km^2'lik bir alan baraj sularının seviyesine bağlı olarak zaman zaman sular altında kalmaktadır. Özellikle yaz mevsimin sonuna doğru Eylül ayında suların geri çekilmesi sonucu bu alanlar tekrar kara haline gelmektedir (Foto 2.43- Foto 2.44). Suyun çekildiği alanlar zaman zaman çiftçiler tarafından tarım alanı olarak kullanıldığı görülür.



Harita 2. 11: Sır Barajı'nın Aksu Çayı Havzasına Göre Konumu



Foto 2. 43: Sır Barajı'ndaki Su Seviyesine Bağlı Olarak Sır Barajı'nın Aksu Çayı Havzası İçerisindeki Durumu



Foto 2. 44: Aksu Çayı Havzası İçerisinde Görülen Sır Barajının Çekilme Alanları (Eylül-2020).

Sır Barajı'nın su seviyesinin yüksek olduğu kış ve ilkbahar dönemlerinde Aksu Çayı yaklaşık 440 metre kotunda sularını Sır Barajı'na boşaltırken su seviyesinin düşük olduğu yaz-sonbahar dönemlerinde ise bu seviye Ceyhan Vadisinde 410 metreye kadar düşer. Dolayısıyla Sır Barajı'ndaki su seviyesine bağlı olarak Aksu Çayı'nın aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetleri de değişiklik gösterir. Su seviyesinin yüksek olduğu dönemlerde genellikle Kahramanmaraş şehir merkezinin hemen güneyinde Maraş Ovası'nda birikme faaliyetleri ön plana geçerken su seviyesinin düşmesine bağlı olarak burada tekrar aşındırma faaliyetleri ön plana geçer. Aksu Çayı'nın su seviyesinin düştüğü dönemlerde kendi yatağında taraçalar oluşturduğu görülür (Foto 2.45).



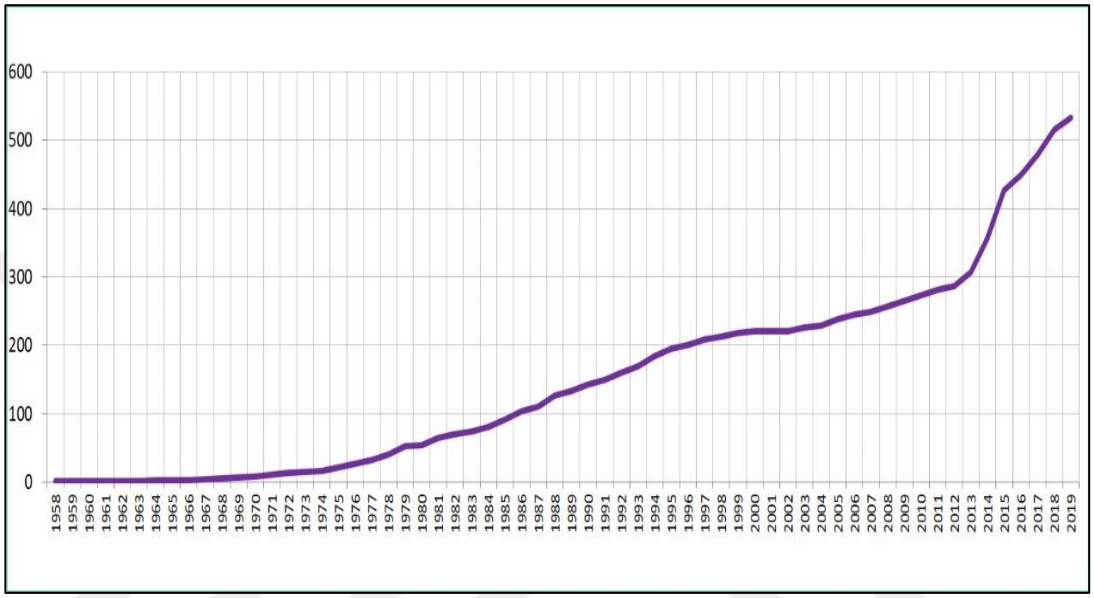
Foto 2. 45: Sır Barajı'nın Çekilme Alanlarını Oluşturan Maraş Ovası'nda Aksu Çayı'nın Oluşturduğu Taraçalar

Sır Barajı kuruluş yeri itibariyle Aksu Çayı Havzası sınırları dışında yer almış olmasına rağmen Aksu Çayı Havzası'nın tüm sularını en boşalttığı yer olması nedeniyle havzadaki su yönetimi uygulamalarından en çok etkilenen bir konumda yer alır. Örneğin havza içerisinde sanayi tesislerinden Erkenez Çayı, Karaçay ve Öznecik Deresine deşarj edilen atık sular Aksu Çayı'nda toplanarak tüm kirli sular en son olarak Sır Barajı'na dökülmektedir. Bu yüzden Sır Barajı'nın kirlenmesinde Aksu Çayı Havzası son derece önemli rol oynar. Diğer yandan Aksu Çayı Havzası'nda yapılan baraj ve gölet inşaatları ile akarsuların buralarda depolanması sonucu Sır Barajı'na ulaşan su miktarında azalmaya neden olarak su potansiyeli azalmasına neden olurken öte yandan kirlilik oranının artmasına neden olmaktadır.

2.6. Göletler

Ülkemizde artan nüfus özellikleri ve artan ihtiyaçlara göre ülkemizin birçok faklı iklim bölgesinde büyük baraj yapıları yanında yerel düzeyde içme suyu, sulama ve taşkın kontrolü amaçlı çok sayıda göletler inşa edilmeye başlanmıştır. Bu göletler genellikle barajlara oranla daha küçük yağış alanlarına sahip yapıları oluşturur. Bu yapılar sayesinde yağış suları ihtiyaç duyulan bölgeye en yakın yerde depolanarak yerel su kullanım ihtiyaçlarının giderilmesinde önemli rol oynar. Bu yüzden göletlerin su potansiyelleri genellikle barajlara oranla daha azdır. Bu yüzden yağışlı dönemlerde biriken sular genel olarak yaz aylarında tarımsal sulamaya verilen sular ve buharlaşmanın etkisiyle büyük oranda kurudukları görülür.

DSİ 2019 Resmi İstatistik Verileri' ne göre 1958-2019 yılları arası dönemde içme suyu, sulama ve taşkın kontrolü amaçlı ülkemizde toplam 532 gölet inşa edilmiştir. Yapımı tamamlanan gölet sayıları ve süre dikkate alındığında ülkemizde her yıl ortalama 9 gölet inşa edildiği görülür (Grafik 2.4).



Grafik 2. 4: 1958-2019 Yılları Arasında Ülkemizde Yapımı Tamamlanan Göletlerin Toplam Sayılarındaki Artış (DSİ, 2019 Resmi İstatistik Verilerine Göre Düzenlenmiştir).

Gölet yapıları da barajlar gibi aynı şekilde bir yandan suyun depolanması sayesinde kurak dönemlerde içme suyu ve tarımsal sulama su ihtiyacının giderilmesine katkı sunarken diğer yandan bölgedeki düzensiz akım rejimine sahip olan akarsuların akımlarını kontrol edilerek yaşanacak taşkınların kontrol altına alınmasını dağlar. Ancak bunun yanında göletlerin inşa edildiği yerlerde can suyu oranının verilmediği durumlarda aşağı çığırlardaki sucul ekosistemler üzerinde de olumsuz etkileri olabilmektedir.

Aksu Çayı Havzası'nda inşa edilen göletler incelendiğinde genellikle sulama amaçlı inşa edilmiş ve günümüzde işletmede olan 7 adet gölet bulunmaktadır. Havzada işletmede olan göletler ile ilgili bazı bilgiler tablo 2.15'te verilmiştir.

Tablo 2. 15: Aksu Çayı Havzası'nda İşletmede Olan Gölet Yapıları (DSİ, 2017).

Gölet Adı	Yer (İlçe)	Akarsu	Yağış Alanı ($km^{2)}$	Ort Akım (hm^3/yıl)	Sulama Alanı Brüt (ha)	İşletmeye Açılış Yılı*
Zorkun Göleti	Çağlayancerit	Zorkun Deresi	41,42	3,38	193	2012
Kızıliniş Göleti	Türkoğlu	İmalı Çayı	48,63	9,4	320	1995
Balıkalan Göleti	Nurdağı	Kocadere	43,90	8,56	400	1998
Çakmak Göleti	Nurdağı	Çakmak Deresi	22,60	0,95	40	1998
Nogaylar Göleti	Nurdağı	Yalangöz Deresi	33	1,25	100	1997
Hamidiye Göleti	Nurdağı	Çeltik Deresi	5,4	1,92	274	-
Yamaçoba Göleti	Şehitkamil	Çayderesi	4,2	2,67	82	2007
* 02.02.2023 tarihinde https://bolge20.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1123 adresinden alınmıştır.						

Havzada inşa edilen göletler incelendiğinde havzada yaklaşık 200 km^2'lik bir alana ait yağışın göletlerde depolandığı görülmektedir. Diğer yandan göletlerde biriken sular ile toplam 1409 ha'lık tarım alanı sulama imkanına kavuşturulmuştur (Tablo 2.15).

Zorkun Göleti, havzanın kuzeyinde yer alan Çağlayancerit ilçe merkezinin hemen kuzeyinde Engizek Dağı'nın güney eteklerinde bulunan Zorkun Deresi üzerinde kurulmuş ve 2012 yılında işletmeye açılmıştır (Foto 2.46). Zorkun Göleti, Engizek Dağı yamaçlarından topladığı suları Çağlayancerit ilçe merkezinin içerisinden bir kanal ile geçerek Akdere'ye dökülür. Zorkun Göleti'nin yapılması ile hem ilçe merkezi için yaşanacak olan taşkınlar kontrol altına alınırken diğer yandan göletin 1 km aşağısında öngörülen bir regülatör ve sulama sistemi ile ilçenin tarımsal sulama ihtiyacının giderilmesi planlanmıştır.



Foto 2. 46: Zorkun Göleti (Çağlayancerit)

Kızıliniş Göleti, Kahramanmaraş ilçelerinden Türkoğlu ilçe merkezi içerisinden geçen İmalı Deresi üzerinde kurulmuş ve 1995 yılında işletmeye açılmıştır. Gölet Ceceli Köyü'nün yaklaşık 2 km batısında yer alır. (Foto 2.47). Göletler içerisinde en geniş yağış alanı ve en yüksek ortalama akıma sahip gölettir. Tarımsal sulama suyu yanında gölet içerisinde kültür balıkçılığının da yapıldığı görülür.



Foto 2. 47: Kızıliniş Göleti (Türkoğlu)

Balıkalan Göleti, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından Türkoğlu (Sağlık) Ovası'nın hemen güneyinde Minehöyük Köyü ile Balıkalan köyü

arasında akış gösteren Koca Dere üzerinde kurulmuştur. Balıkalan Köyü'nün yaklaşık 3 km güneydoğusunda yer alan ve tarımsal sulama amaçlı inşa göletin bazı dönemlerde yaz aylarında sularının tamamen kuruduğu görülür (Foto 2.48).

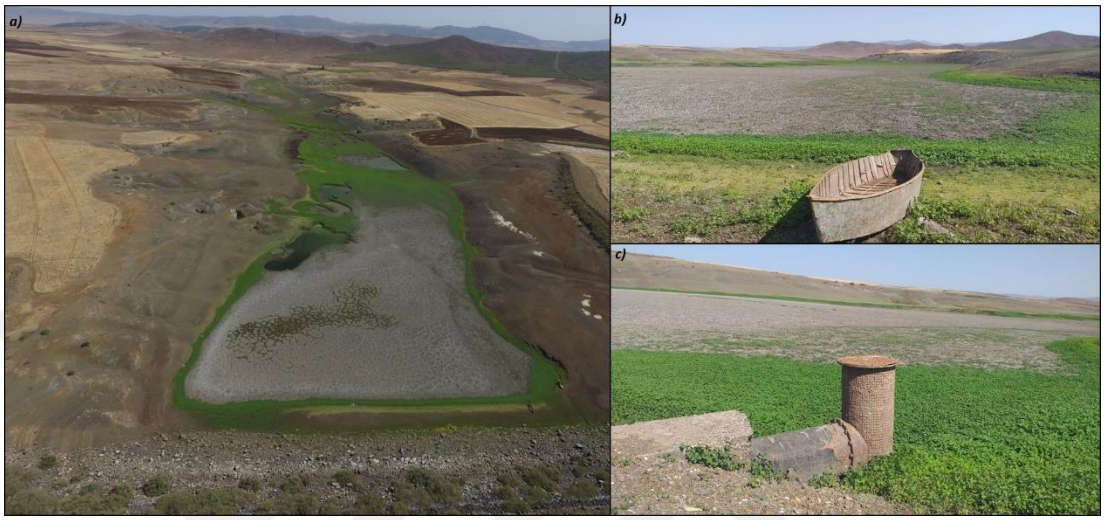


Foto 2. 48: Kurumuş Haldeki Balıkalan Göleti (Nurdağı)

Çakmak Göleti, Gaziantep'in Nurdağı ilçe merkezinin yaklaşık 8,5 km doğusunda yer alan Çakmak Köyü'nün hemen batısında yer alır. Tarımsal sulama amaçlı inşa edilen bu göletin hemen kıyısında eski dönem yerleşmelerine ait bir höyük yer alır (Foto 2.49).



Foto 2. 49: Çakmak Göleti ve Kıyısında Yer Alan Bir Höyük (Nurdağı)

Nogaylar Göleti, Nurdağı ilçe merkezine bağlı Nogaylar Köyü'nün yaklaşık 2 km doğusunda Yalangoz deresi üzerinde kurulmuştur. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından inşa edilen göletin yaklaşık 300 metre kuzeyinde Gaziantep Otoyolu geçer. Göletin sulama alanını oluşturan tarım alanları otoyolun kuzeyindeki alanlar oluşturur. Nogaylar Göleti sularının çoğunlukla yaz aylarında tamamen kuruduğu görülür (Foto 2.50).



Foto 2. 50: Kurumuş Durumda Olan Nogaylar Göleti (Nurdağı)

Hamidiye Göleti, Nurdağı ilçesine bağlı Hamidiye Köyü'nün yaklaşık 2 km güneydoğusunda Çeltik Dere üzerinde kurulmuştur. Oldukça küçük bir yağış alanına sahip olan göletin henüz tarımsal sulama kanalları inşaat aşamasındadır (Foto 2.51).



Foto 2. 51: Hamidiye Göleti (Nurdağı)

Yamaçoba Göleti, Gaziantep'in Şehitkamil ilçe sınırları içerisinde yer alan Bayatlı Köyü'nün yaklaşık 5 km güneydoğusundaki Çayderesi üzerinde kurulmuştur. Gölün kuruluş amacı Bayatlı ve Yamaçoba Köylerine ait tarım arazilerine tarımsal sulama sağlanmasıdır. Su toplama alanı oldukça küçük olan gölet, yağışların yanında çok sayıdaki kaynaktan beslenir (Foto 2.52).



Foto 2. 52: Yamaçoba Göleti (Şehitkamil)

Aksu Çayı Havzası sahip olduğu Maraş Ovası, Narlı Ovası ve Türkoğlu Ovası gibi birinci sınıf tarım arazileri sayesinde tarımsal potansiyeli zengin bir havzadır. Bu durum havzada tarımsal faaliyetlerin yerine getirilmesi açısından büyük bir tarımsal sulama suyu ihtiyacının ortaya çıkmasına neden olur. Tarımsal sulama suyu ihtiyacının giderilmesi amacıyla havzada geçmişten günümüze Kartalkaya Barajı ve Ayvalı Barajı gibi barajlar inşa edilmiştir. Ancak ilk başlarda tarımsal sulama amaçlı inşa edilen barajlar zaman içerisinde Gaziantep ve Kahramanmaraş şehir merkezlerinin içme suyu ihtiyacının giderilmesinde kullanılmaya başlanması ile barajların tarımsal sulamadaki payı gün geçtikçe azalmaya başlamıştır. İçme suyu ihtiyacının karşılanması öncelikli olduğu için burada tarımsal sulamada önemli su sıkıntılarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Öyleki tarımsal sulama, ülkemizde en çok su tüketimi gerçekleştirilen alanların başında gelmektedir. Barajlardan sulama suyuna verilen su miktarında kısıtlamaların ortaya çıkması çiftçiler öncelikle tarımsal sulama için yeraltı su kuyularına yönelmiş ancak artan enerji maliyetleri nedeniyle bunun sürdürülebilir

olmadığı görülmüştür. Daha sonra bölgedeki çiftçilere sulama suyu sorununa yerel düzeyde çözüm sunmak adına havzada birçok yerde sulama amaçlı gölet yapımlarının başladığı görülmektedir. İnşa edilen göletlerin çoğunluğunun Nurdağı gibi ovalık arazilerin ve tarımsal faaliyetlerin yaygın olduğu bölgelerde kurulmuş olması bu bakımdan dikkat çekicidir. Ancak bu göletlerde birike sular ile yapılan sulama faaliyetleri büyük çoğunluğu geleneksel sulama yöntemleri ile yapılmaktadır. Bu yüzden havzada artan nüfus ve buna bağlı olarak artan tarımsal faaliyetler ile tarımsal sulamada her geçen gün su talepleri daha artış göstermektedir. Bu nedenle bu artan taleplere cevap verebilmek adına Aksu Çayı Havzası'nda günümüzde mevcut göletlerin yanında gelecekte de çok sayıda göletin inşa edilmesi planlanmaktadır. Planlama aşamasındaki göletler ile ilgili bazı bilgiler tablo 2.16'da verilmiştir.

Tablo 2. 16: Aksu Çayı Havzası'nda Yapılması Planlanan Göletler (DSİ, 2017).

	Proje Adı	İlçe	Su Kaynağı	Yağış Alanı km^2	Sulama Alanı Brüt (ha)	Proje Durumu
1	Zeynepuşağı Göleti	Çağlayancerit	Kamalak Deresi	7.79	171	İnşaat
2	Oruçpınarı Göleti	Çağlayancerit	Hamza Deresi	3,4	100	Planlama
3	Büyük Nacar Göleti	Pazarcık	Bağlıca Deresi	6.17	143	Planlama
4	Armutlu Göleti	Pazarcık	Devetarla Deresi	-	180	Ön İnceleme
5	Köseçayı Göleti	Pazarcık	Köseçayı Deresi	9,84	160	Planlama
6	Doğanlı Karahasan Göleti	Pazarcık	Kuruçay Deresi	6,74	132	Planlama
7	Peynirdere Göleti	Dulkadiroğlu	Kozludere Çayı	17,02	93	Planlama
8	Merkez Başderviş Göleti	Dulkadiroğlu	Merkboğazı Deresi	7,2	187	Planlama
9	Çokyaşar Göleti	Dulkadiroğlu	Kuyu Çınar Deresi	5,53	153	Planlama
10	İmalı Göleti	Türkoğlu	İmalı Deresi	29	285	Planlama
11	Kılılı Göleti	Türkoğlu	Koçgirt Deresi	29	510	Ön İnceleme
12	Çelik Göleti	Gölbaşı	Karacaoğuk Deresi	11,9	417	Planlama
13	Balkar Göleti	Gölbaşı	Akdere	5	138,5	Planlama

Havzada yapımı planlama aşamasındaki göletlerin de tamamlaması ve işletmeye alınması durumunda havzada toplam 338,5 km^2'lik alanın yağışların depolanması ve 2 890,5 ha'lık tarım alanın sulama kavuşturulması ön görülmektedir.

Buna göre tüm göletler tamamlandığında havzanın yaklaşık % 9,7'lik bir bölümüne ait yağışların göletler tarafından depolanmış olacaktır. Aksu Çayı Havzası'nda hâlihazırda 7 adet işletmede ve toplam 13 adet ise planlama aşamasında toplam 20 adet gölet projesi yer almaktadır. Havza içerisinde mevcut barajlar ve göletler nedeniyle Aksu Çayı ve yan kolları üzerinde doğal akımların neredeyse tamamen bozulduğu görülür. Bu yüzden havzadaki akarsuların akım özellikleri ile iklim değişikliği ilişkilerinin incelendiği çalışmalarda bu hususun göz önünde bulundurulması önemlidir. Planlama aşamasındaki baraj ve göletlerin de tamamen tamamlanması durumunda havzadaki Aksu Çayı'nın doğal akım özelliklerin daha da bozulmasına neden olacaktır. Bu durum ovalardaki yeraltı sularının beslenim oranlarını da değiştirmesi beklenebilir. Çünkü ovalık alanlar ile ilgili yeraltı sularının beslenim kaynaklarında yağışlar ve yüzeysel akışlardan süzülmelerin de etkili olduğu bilinmektedir. Havzada yapılan hidrojelojik etüt çalışmalarında Aksu Çayı Havzası'nda Kartalkaya Barajı'nın yapılması ile Aksu Çayı sularının burada depolanması ile Aksu Çayı'ndan yeraltı sularının beslenim oranlarının azalacağı öngörülmüştür. Ancak barajda toplanan suların sulamada kullanılması durumunda sulamadan kaynaklanan süzülmeler ile bunun telafi edileceği ve dolayısıyla yeraltı sularının emniyet verimlilik oranlarının değişmeyeceği ileri sürülmüştür (DSİ, 1973:54). Çalışmanın yapıldığı dönemde Kartalkaya Barajı'nın tarımsal sulama amaçlı yapıldığı düşünüldüğü için yeraltı sularının emniyet verimliliği ile ilgili bu öngörülerde bulunulmuştur. Ancak Kartalkaya Barajı sularının büyük çoğunluğu Gaziantep şehir merkezine içme suyu olarak transfer edilmektedir. Dolayısıyla Kartalkaya Barajının yapılması ile birlikte ovalık alanlardaki yeraltı sularının beslenim oranlarının azalmasına neden olduğunu söylemek mümkündür. Günümüzde işletmede olan ve gelecekte de yapılacak olan göletler dikkate alındığında aşağı çığırlarda Aksu Çayı akımlarının azaltacağından dolayısıyla yeraltı su beslenimlerinin de bundan etkilenmesi muhtemeldir. Diğer yandan gölet projeleri yapılırken sadece belirlenen alanda ne kadar suyun toplanacağına odaklı bir yaklaşım içinde olunmamalıdır. Gölette birikecek su miktarı kadar seçilen yerin uygunluğu, biriken suların buharlaşma kayıpları, bölgedeki yeraltı sularına etkisi ve aşağı çığırlarda ortaya koyacağı çevresel etkilerin tüm boyutları ile birlikte dikkate alarak her biri için ayrı ayrı değerlendirmeler yapılması önemlidir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3.SU KALİTE ANALİZLERİ

Yeterli miktarda ve kalitede tatlı su varlığı olmadan bir yerde sürdürülebilir ekonomik gelişmeden söz etmek mümkün değildir. Bu yüzden gelecek nesiller için su kaynaklarının birçok farklı amaçlarda kullanımı ve insanların yanı sıra bitki ve hayvanlar için doğal bir habitat olduğu gerçeğini de dikkate alarak suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik bütünlüğünü korumak ve iyileştirmek su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için oldukça önemlidir (TOB, 2021:10).

Suyun hayatımız için ne kadar önemli bir yeri olduğu ve suyun bazı tehlikelerden korunması gereken bir doğal kaynak olduğu gerçeği insanlar tarafından binlerce yıl öncesinden beri bilindiği tahmin edilmektedir. M.Ö. 4 yy'da yaşamış olan Eflatun'un su ile ilgili aşağıda verilen sözleri bu farkındalığı kanıtlar niteliktedir (Yılmaz, 2008:115).

"Su, yaşamı korumak için en gerekli olan şeylerden biridir. Ama ona zarar vermek çok kolaydır. Çünkü toprak, güneş, rüzgar tutuklanamaz, çalınamaz, yönü değiştirilemez. Suyu tutuklar, çalar yönünü değiştirebilirsiniz. Suyun başına bunların hepsi gelebilir. Öyleyse sulara dikkat ediniz, yasaları suyun yardımına koşunuz." (Eflatun, M.Ö. 4. yy). Binlerce yıl öncesinde söylenmiş bu sözün günümüzde de aynen geçerliliğini koruduğunu söylemek mümkündür.

Bir bölgenin su yönetiminin ana bileşenlerini öncelikle o bölgedeki mevcut toplam su potansiyeli, bu suyun kontrol edilmesi ve mevcut suyun canlılar tarafından doğrudan kullanılabilirlik özelliğini oluşturan suyun kalitesi oluşturur. Bunlar içerisinde doğal yağışlarla ortaya çıkan toplam su potansiyeli, genelde o bölgenin doğrudan iklim özellikleri ile alakalıdır ve buna müdahale etmek pek mümkün değildir. Ancak suyun sel ve taşkın gibi ortaya koyacağı afetlerin önlenebilmesi için suyun kontrol edilmesi ve suyun canlılar tarafından doğrudan kullanılabilir özellikte temiz bir yapıda kalabilmesi ise daha çok bölgenin sosyo-ekonomik özellikleri sistemleri ile alakalıdır. Bu yüzden su kaynakları mühendisliği konularının genel

olarak suyun kullanımı, suyun kontrolü ve suyun kalitesi gibi üç ana grupta toplandığı görülür (Usul, 2017:2).

Yağmur ve kar yağışları ile atmosferden yeryüzüne düşen sular, temiz ve saf bir doğal kaynak olarak iner. Ancak sular, bu saflığı ve temizliğini bazı durumlarda koruyamaz ve kimyasal yapısında bozulmalar meydana gelir. Böylece sular kirlenir ve nitelik olarak doğrudan canlılar tarafından kullanılamaz hale gelir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre su kirliliği; *"su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya enerji atıklarının boşaltılması"* olarak tanımlanmaktadır. Su kaynaklarını tehdit eden başlıca kirlilik kaynakları ise şunlardır. Su kaynaklarının *"noktasal kirlilik kaynaklarını"* kentsel ve endüstriyel atık su deşarjları ve katı atık depolama alanlarındaki sızıntı suları oluştururken diğer yanda tarımsal ve hayvancılık faaliyetleri, fosseptik tesislerden kaynaklanan atık sular, arazi kullanımı ve atmosferik taşınım ise "*yayılı kirlilik kaynaklarını"* oluşturur (DSİ, 2017:9-46). Noktasal ve yayılı kirlilik kaynaklarından su kaynaklarına karışan kirleticiler sonucunda yerüstü ve yeraltı suları, fosfor, azot gibi besin maddeleri bunun yanında inorganik tuzlar ile ağır metaller ve kalıcı organik kimyasallar tarafından suyun kalitesi bozulur (TOB, 2021:10). Böylece su kaynaklarında su kirliliği sorunu ortaya çıkar.

Dünyada birçok ülkede olduğu gibi ülkemiz de su kirliliği sorunları yaşayan ülkelerden biridir. Ülkemizde 1997 yılında yayınlanan Ulusal Çevre Eylem Planı'nda endüstriyel atık suların kontrol edilememesi nedeniyle ülkemizde Porsuk Çayı, Simav Nehri, Nilüfer Çayı, İznik Gölü, Eber Gölü, Karamuk ve Burdur Gölü gibi yüzey sularının ciddi oranda kirlenmiş ve neredeyse kullanılamaz hale geldiği belirtilmiştir. Ülkemizde bu anlamda DSİ tarafından 1979 yılından itibaren su kalite gözlem istasyonları kurularak 52 parametre üzerinden su kalitesi izlenmeye başlanmıştır. 1995 yılına kadar olan dönemde bu gözlem istasyonlarının sayısı 1080'e ulaşmıştır (UÇEP,1997:9). 2022 yılına gelindiğinde artan nüfus ile beraberinde artan tarım ve sanayi faaliyetleri nedeniyle ülkemizde su kirliliği yaşanan su kaynaklarının sayısı hiç

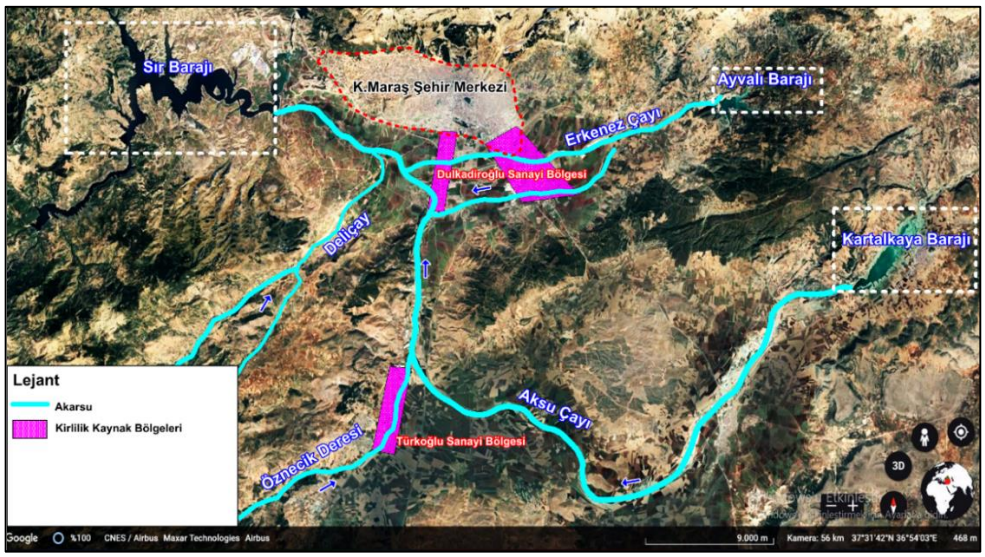
şüphesiz artmıştır. 2022 yılı itibariyle ülkemizde toplam 2 753 adet yüzey sularına ait kalite izleme noktası kurulmuştur. Bu noktaların 1 234'ü akarsu, 1 396'sı göl, 94'ü kıyı ve 29'u ise geçiş bölgelerinde su kalite gözlemleri yapmaktadır (DSİ, 2022:40). Ülkemizde su kalite gözlem noktalarında yapılan çalışmalarda birçok su kaynağında yaşanan kirlilik türleri ve boyutları tespit edilmektedir. Ancak yaşanan bu kirlilik sorunun önlenmesi konusunda ortaya konan yaptırımlar maalesef yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu nedenle dünya üzerindeki tüm ülkeler gibi bizim de ülkemizin su kaynaklarındaki kirlilik takibi ve kontrolü yapılmadan ve bu kirliliğin ne kadar miktarda tatlı suyu kullanılamaz hale getirdiğini ortaya koyulmadan yapılan su varlığı ile ilgili ileri sürülen rakamlar tam olarak gerçeği yansıtmamaktadır. Dolayısıyla ülkelerin kullanılabilir su miktarı o bölgenin iklim özellikleri kadar aynı zamanda su kaynaklarının korunması ve doğru kullanımı ile de ilgili bir konudur.

Ülkeler bazında belirlenen toplam su varlığı miktarı, genel olarak o ülkelerin ortalama yağış miktarı ve yüzölçümleri dikkate alınarak yapılan hesaplamalara dayanır. Ancak yapılan bu hesaplamalarda ülkedeki tüm su kaynaklarının tamamı doğrudan içme ve kullanma suyu kalitesinde olduğu varsayılır. Fakat geçmişten günümüze gittikçe artan nüfus ile birlikte gelişen tarım ve sanayi faaliyetlerinin kirletici etkisi su kaynakları üzerinden çok ciddi bir baskı oluşturmaya başlamıştır. 2018 yılında ülkemizde belediyeler, köyler, işyerleri ile organize sanayi bölgeleri (OSB), termik santraller ve maden işletmeleri tarafından toplam 17,5 milyar m^3 doğrudan su kaynaklarından su çekilmiş ve buralardan aynı yıl toplam 14,8 milyar m^3 atık su ise doğrudan tekrar alıcı ortamlara deşarj edilmiştir. Deşarj edilen bu suların % 77,4'ü denizlere, % 18,7'si nehirlere, % 1,1'i barajlara, % 0,9'u fosseptik çukurlarına, % 0,5'i göl ve göletlere, % 0,2'si arazilere ve % 1,2'si ise diğer alıcı ortamlara verilmiştir (TÜİK, 2019). Burada görüldüğü gibi ülkemizdeki toplam atık suların % 18'7'sinin akarsulara gönderildiği görülmektedir. Özellikle arıtılmadan deşarj edilen atık suların bırakıldığı akarsular, bir drenaj ağı ile birbirine bağlı bir hidrolojik sistem içerisinde suyun sürekli hareket halinde olduğu ortamlardır. Bu yüzden akarsulara bırakılan atık sular, bırakıldığı ortamlarda sabit kalmaz. Bu yüzden bir akarsuyun yan koluna bırakılan atık sular drenaj ağında aşağı çığırda bağlandığı tüm akarsulara, göllere barajlara bu kirliliği taşır. Dolayısıyla özellikle karasal ortamlardaki su

kaynaklarını ve baraj ve gölet gibi su depolama tesislerinde yaşanacak olan su kirliliğinin önlenebilmesi için öncelikle akarsu kirliliğinin önlenmesi önemlidir. Bu yüzden bir bölgede sürdürülebilir bir su yönetiminin sağlanması açısından akarsular üzerindeki kirlilik sorunlarının önlenmesi en öncelikli konulardan birini oluşturur.

Aksu Çayı Havzası, akarsu kirliliği anlamında incelendiğinde, su kirliliği açısından ciddi sorunların yaşandığı bir havzadır. Havza içerisindeki yerleşmelerin artan nüfusu ve bununla beraber özellikle artan sanayi faaliyetleri havzada ciddi akarsu sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Havza içerisinde özellikle gerek nüfus olarak gerekse sanayi tesislerinin yoğunluğu açısından havzadaki akarsular üzerinde en ciddi kirlilik baskısı Kahramanmaraş şehir merkezi ve ilçelerinden Türkoğlu oluşturmaktadır. Kahramanmaraş'ta yıllık ortaya çıkan ve akarsulara deşarj edilen endüstriyel atık su miktarı toplam 14,9 milyon m^3/yıl'dır (DSİ, 2017:9-132).

Kartalkaya Barajı'nın bulunduğu bölgede içme suyu kalitesinde olan Aksu Çayı, Türkoğlu ve Kılılı bölgesindeki sanayi merkezlerinin atık sularının deşarj edildiği Öznecik Deresi'nin Aksu Çayı'na katılması ile ilk endüstriyel olarak burada kirlenmeye başlar (Foto 3.1). Daha kuzeyde ise Kahramanmaraş şehir merkezine bağlı Aksu ve Erkenez mahallesinde bulunan sanayi merkezlerinin atık suları doğrudan Karaçay ve Erkenez Çayı'na deşarj edilir. Yan kollara bırakılan tüm atık sular önce Aksu Çayı'na ve daha sonra ise son olarak Sır Barajı'na dökülür (Harita 3.1).



Harita 3. 1: Aksu Çayı'nın Kirlenmesine Neden Olan Kirlilik Bölgeleri ve Kirlilik Taşıyan Yan Kollar



Foto 3. 1: Aksu Çayı'nda İlk Olarak Endüstriyel Kirlenmeye Neden Olan Öznecik Deresi

Türkoğlu-Kılılı bölgesinde ve Kahramanmaraş Dulkadiroğlu merkez ilçesine bağlı Aksu ve Erkenez mahallesindeki sanayi tesislerinden bırakılan atık sular öncelikle yan kollardan sırasıyla Öznecik Deresi, Karaçay ve Erkenez Çayı'na ve daha sonra Aksu Çayı'nda ciddi kirliliğe neden olur (Foto 3.2, Foto 3.3).



Foto 3. 2: Karaçay'a Deşarj Edilen Endüstriyel Atık Sularının Meydana Getirdiği Kimyasal Kirlilik



Foto 3. 3: Tekstil Fabrikalarından Bırakılan Endüstriyel Atık Sularla Kirlenmiş Olan Erkenez Çayı

Aksu Çayı, Sır Barajı'na dökülmeden hemen öncesinde en son önemli yan kollardan biri olan Deliçay ile birleşir. Yaklaşık 135 km^2'lik havza alanına sahip olan Deliçay havzasında herhangi bir sanayi faaliyeti bulunmadığı için dolayısıyla bu akarsuyun sularında herhangi bir endüstriyel kirlilik söz konusu değildir (Foto 3.4).

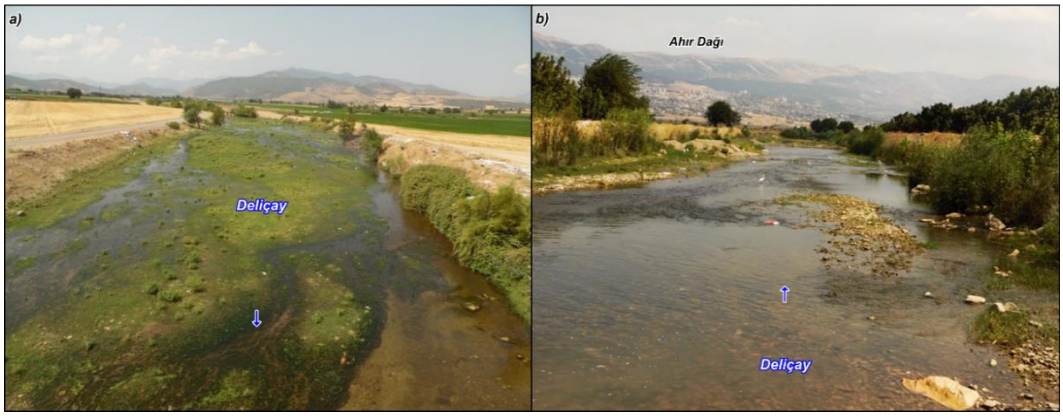


Foto 3. 4: Aksu Çayı'nın Önemli Kollarından Birini Oluşturan Deliçay (Aksu Çayı ile Birleşmeden Hemen Önce)

Deliçay havzasında genel olarak küçük kırsal yerleşmeler bulunur ve buralarda herhangi bir sanayi faaliyeti görülmez. Ancak Deliçay en son olarak Aksu Çayı'na dökülür. Bu nedenle daha öncesinde Öznecik Deresi, Karaçay ve Erkenez Çayı tarafından taşınan kirli sular nedeniyle Aksu Çayı suları oldukça kirlenmiş halde olduğundan Deliçay'ın suları da bu kirli sularla birleştiği için bu akarsu havzasına ait

sular da kirlenmiş olur (Foto 3.5). Deliçay'ın bu durumu su yönetiminde bütüncül bir havza yaklaşımının ne kadar önemli olduğunu ortaya koyması bakımından önemlidir.

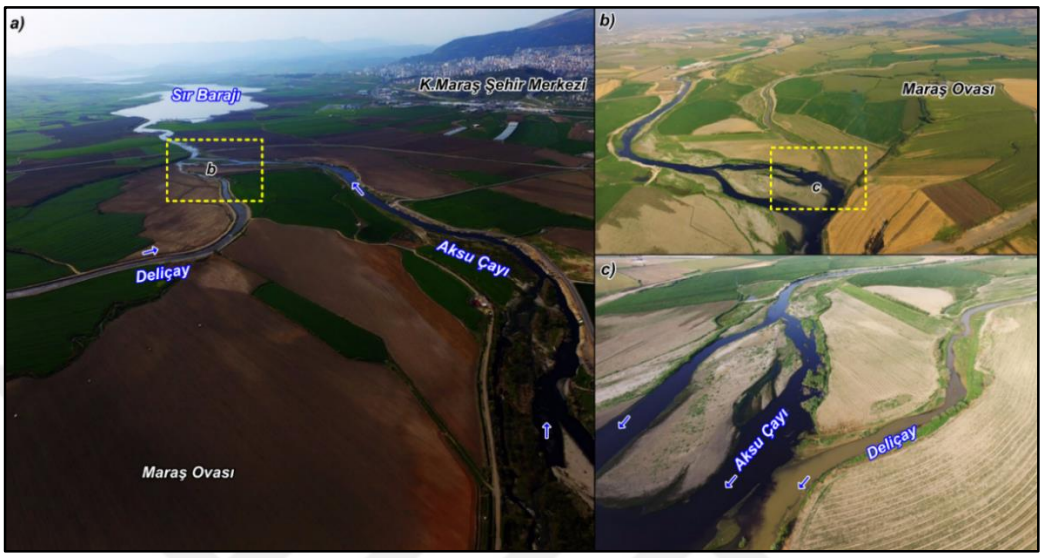


Foto 3. 5: Deliçay'ın Sularının Aksu Çayı'nın Kirli Sularıyla Birleşerek Sır Barajına Döküldüğü Alan

Yan kollardan gelen tüm endüstriyel atık sular Aksu Çayı'nda birleşerek son olarak Sır Barajı'na dökülür. Böylece endüstriyel atık suların Sır Barajı'nda birikmesi sonucu Sır Barajı'nda ciddi bir kimyasal kirlilik meydana getirmektedir (Foto 3.6).

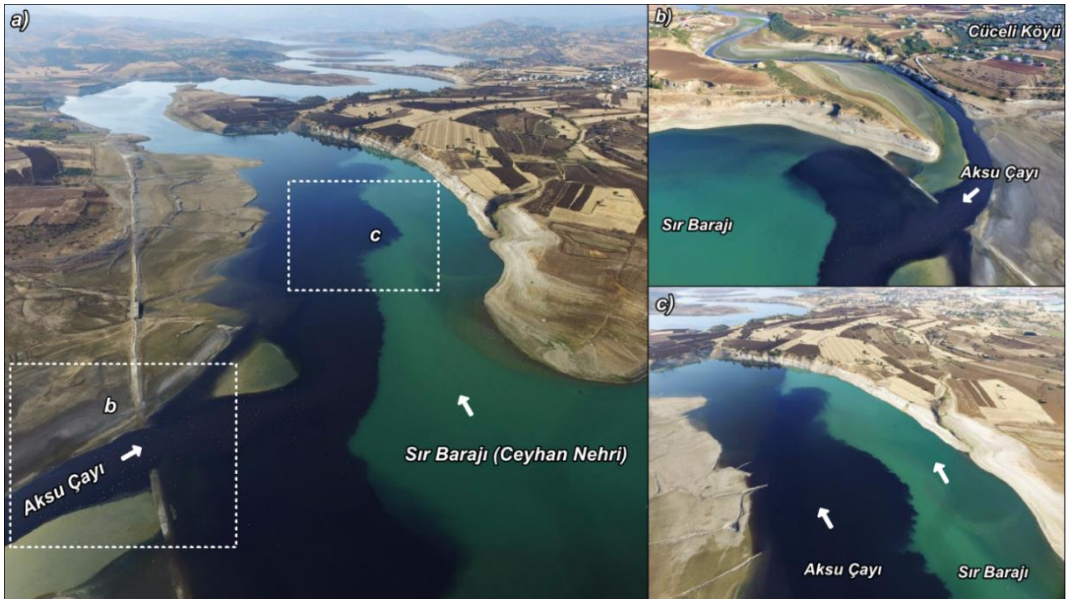


Foto 3. 6: Aksu Çayı'nın Sularının Döküldüğü Sır Barajında Yaşanan Kimyasal Kirlilik Görüntüleri

Sır Barajı'nın suları Ceyhan Nehri'nin aşağı çığırında yer alan Berke Barajı ve Aslantaş Barajı'na ulaşmaktadır. Bu nedenle Aksu Çayı'nda yaşanan kirlilik sorunu aynı zamanda Aşağı Ceyhan Havzası için de büyük sorun oluşturmaktadır.

Aksu Çayı Havzası'nda görülen akarsu kirliliği çok eski dönemlerden beri süre gelen bir çevre sorunudur. Havzada Aksu Çayı ve yan kollarında yaşanan akarsu kirliliği ile ilgili ilk bulguların 2000'li yıllardan itibaren yayınlanan çalışmalarda gündeme gelmeye başladığı görülür.

2004 yılında Aksu Çayı'nın önemli yan kollarından Karaçay'ın sularından alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar analizlerinde sudaki azotlu ve fosforlu bileşik konsantrasyonlarının yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Atık suların arıtılmadan ve kapasitesinin oldukça üzerinde atık su deşarj edilen Karaçay'ın evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklı yoğun bir kirlilik baskısı altında olduğu belirtilmiştir (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004:6).

2006 yılında Aksu Çayı ve yan kollarından Erkenez Çayı, Oklu Dere, Karasu (Karaçay)'dan alınan numuneler üzerinden yapılan çalışmada Aksu Çayı ve yan kollarında fekal koliform bakteriler tarafından yoğun olarak hepsinin yüksek oranda kirlendiği ortaya konulmuştur. Ayrıca yine aynı çalışmada Aksu Çayı ve söz konusu yan kollarda bakır *(Cu),* demir *(Fe),* çinko *(Zn),* manganez *(Mn),* nikel *(Ni)* ve kurşun *(Pb)* gibi ağır metal kirlilikleri incelenmiştir. Alınan numuneler üzerinden yapılan incelemelerde Aksu Çayı ve Erkenez Çayı, Karaçay, Oklu Dere gibi yan kollardaki suların ağır metal kirliliği bakımından *"çok kirli"* sular olduğu tespit edilmiştir (Toroğlu vd; 2006:99).

2005 yılında Ceyhan Havzası genelinde 3 ay boyunca 31 farklı istasyonda, 13 farklı fiziko-kimyasal parametre üzerinden yüzey suyu kalitesini değerlendirildiği çalışmada Erkenez Çayı ve Sır Barajı sularında klorid, sülfat, sodyum, kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonlarının diğer istasyonlara göre oldukça yüksek olduğu ölçülmüştür. Evsel ve sanayi merkezlerinden bırakılan atık su deşarjları nedeniyle Erkenez Çayı ve Sır Barajı sularının kirlilik düzeyinin son derece yüksek olduğu görülmüştür (Tanrıverdi vd; 2010:183).

Erkenez Çayı sularında ağır metal kirliliği üzerine yapılan çalışmada Erkenez Çayı sularının özellikle boya ve tekstil fabrikası atık sularının akarsuya karıştığı bölgelerde demir *(Fe)*, bakır *(Cu)*, krom *(Cr)*, çinko *(Zn)*, Nikel *(Ni)*, kadmiyum *(Cd)*, arsenik *(As)*, cıva *(Hg)* gibi ağır metal konsantrasyonları açısından "*çok kirli"* olduğu tespit edilmiştir (Canpolat ve Vanlı, 2019:1865). Ayrıca Aksu Çayı ve Sır Barajı suları üzerindeki ağır metal kirlilik oranlarının Dünya Sağlık Örgütü *(WHO)* tarafından belirlenen maksimum değerlerin de üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Kahramanmaraş şehir merkezi ve çevresindeki tekstil, kaplama ve diğer endüstri fabrikalarından bırakılan sularla Aksu Çayı'na ağır metallerin deşarj edildiği ve buradan da Aksu Çayı ile Sır Barajı'na yoğun bir ağır metal taşınımı gerçekleştiği görülmüştür (Karabacak Uzun, 2017: 64; Canpolat ve Uzun, 2019:823).

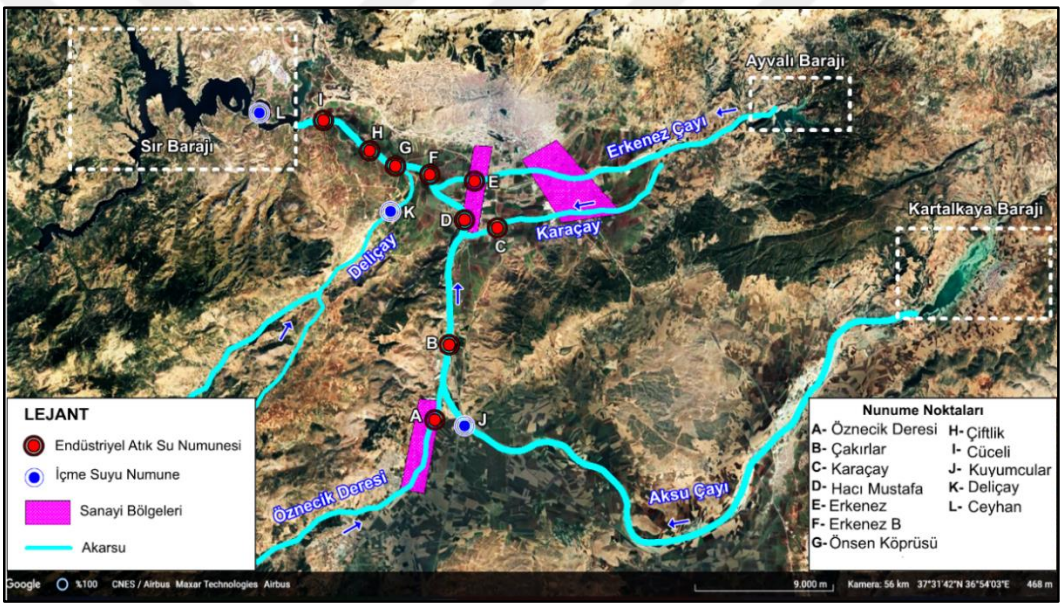
3.1. Laboratuvar Analiz Sonuçları

Aksu Çayı Havzası'nda yaşanan akarsu kirliliğinin boyutlarını kantitatif olarak ortaya koyabilmek için sanayi bölgelerinden Aksu Çayı'nda endüstriyel kirlenmenin ilk başladığı yer olan Öznecik Dere'den itibaren havzanın sularının en son döküldüğü Sır Barajı'na kadar olan bölgede yer alan yan kollardan ve Aksu Çayı'nın ana akarsuyu üzerinde belli noktalardan olmak üzere toplam 9 adet (1,5 lt) endüstriyel atık su numunesi alınmıştır (Foto 3.7). Alınan numuneler *Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi (GASKİ) Su Kalite Kontrol Laboratuvarlarında* 10 farklı fiziksel ve kimyasal parametre üzerinden analiz edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları *"Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"* kapsamında değerlendirilerek su kalite sınıfları ortaya konulmuştur.[16] Bunun yanında yine aynı tarihte Aksu Çayı'nın Öznecik Deresi ile birleşim noktasının hemen öncesinde Kuyumcular (Varto) Köyü ile yukarı havzasında herhangi bir sanayi bölgesi bulunmayan Deliçay sularından ve Aksu Çayı'nın en son döküldüğü Ceyhan Nehri yatağındaki Sır Barajı sularından olmak üzere 3 adet (500 ml) numune alınarak *"İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik"* kriterlerine göre 36 farklı kimyasal parametre üzerinden uygunluk analizi gerçekleştirilmiştir.

[16] https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm Adresinden 10.04.023 tarihinde alınmıştır.

Aksu Çayı ve yan kollarından alınan numuneler 03.08.2021 ve 11.08.2021 tarihinde belirlenen lokasyonlardan bir defaya mahsus olmak üzere alınmıştır. Suların analiz edilmesi için gerekli laboratuvar analiz ücretlerinin yüksek olması ve bunu karşılamada yaşanan kaynak sıkıntısı nedeniyle bu numunelerin diğer mevsimsel ve yıllık ölçümleri yapılamamıştır. Bu yüzden su analizlerinde ortaya çıkan sonuçlar mevsimsel ve yıllık bir trendi ifade etmeyip yalnızca numune alınan tarihteki suyun durumunu ortaya koymaktadır.

Aksu Çayı Havzası'nda alınan su numunelerinin lokasyonların dağılışı (Harita 3.2), numune alım tarihleri ve lokasyon koordinatları (tablo 3.1) verilmiştir.



Harita 3. 2: Aksu Çayı ve yan kolları üzerinden alınan su numunelerinin lokasyonlarının dağılışı



Foto 3. 7: Aksu Çayı ve Yan Kolları Üzerinden Alınan Numune Örnekleri

Tablo 3. 1: Aksu Çayı ve Yan Kolları Üzerinden Alınan Su Numunelerinin Lokasyonlarının Coğrafi Koordinatları

Numune Lokasyonu/Tarihi	Koordinat Latitude/Longitude	Numune Lokasyonu/Tarihi	Koordinat Latitude/Longitude
A-Öznecik Dere (Kılılı Mahallesi) 03.08.2021	37°24'56.25"N 36°53'50.21"E	**G-Önsen Köprüsü** (Aksu Çayı) 03.08.2021	37°32'47.31"N 36°51'40.26"E
B-Çakırlar (Aksu Çayı) 11.08.2021	37°28'20.75"N 36°53'48.46"E	**H-Çiftlik** (Aksu Çayı) 11.08.2021	37°33'9.53"N 36°50'8.12"E
C-Hacı Mustafa (Karaçay) 03.08.2021	37°30'33.52"N 36°54'30.05"E	**I-Cüceli** (Aksu Çayı) 03.08.2021	37°34'9.60"N 36°47'6.57"E
D-Aksu Köprüsü (Aksu Çayı) 11.08.2021	37°30'51.37"N 36°54'21.60"E	**J-Kuyumcular*** (Aksu Çayı) 03.08.2021	37°24'43.31"N 36°54'26.06"E
E-Erkenez Çayı 03.08.2021	37°32'9.37"N 36°53'12.91"E	**K-Deliçay*** 11.08.2021	37°31'46.36"N 36°51'55.68"E
F-Erkenez B (Aksu Çayı) 11.08.2021	37°32'44.76"N 36°52'28.68"E	**L-Ceyhan*** (Sır Barajı) 11.08.2021	37°34'10.41"N 36°46'13.68"E

Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre *(Madde 7)* sular kalite sınıflarına göre 4 farklı sınıfa ayrılmıştır. Bunlar içerisinde I. sınıf sular *"yüksek kaliteli su"*, II. sınıf sular *"az kirlenmiş su"*, III. sınıf sular *"kirlenmiş su"* ve IV. sular ise *"çok kirlenmiş su"* özelliklerini ifade etmektedir. Kalite olarak I. sınıf olan sular genellikle içme suyu olma potansiyeli yüksek olan sulardır. Bu sınıftaki sularda tüm parametrelerin I. sınıf kalite parametrelerine sahip olması gerekir. Bu sular vücut teması gerektiren yüzme gibi rekrasyonel amaçlar için kullanılabilen sulardır. Bu sularda alabalık üretimi, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir özellikteki sulardır. II. sınıf sular ise aynı şekilde içme suyu olma potansiyeli olan sulardır. Genel anlamda rekreasyonel amaçlarda kullanılabilir sulardır. Bu sınıfta yer alan sularda alabalık dışında diğer balık üretimi gerçekleştirilebilir. III. sınıf sular; gıda tekstil gibi su gerektiren tesisler dışımda uygun bir arıtma sürecinden sonra su ürünleri yetiştiriciliği ve sanayi suyu olarak kullanılabilecek potansiyele sahip sulardır. Çok kirlenmiş suları ifade eden IV. sınıf sular ise III. sınıf için belirlenen kalite kriterlerinden daha düşük kalitedeki sulardır. Bu sular ancak belli bir iyileştirme işlemi gerçekleştirilerek bir üst sınıftaki kaliteye ulaşabilecek sulardır. *Yerüstü Su Kütlelerinin Kalite Durum Sınıflandırması*na göre

belirlenen "Ekolojik Durum Değerlendirmesine" göre su kalite sınıfları I. sınıftan IV. sınıfa doğru azaldıkça bu suların ekosistem potansiyelleri de azalmaktadır. Örneğin I. sınıfta yer alan sular, maksimum ekosistem potansiyeline sahip suları oluştururken IV. sınıf sularda ise maksimum ekolojik potansiyeli oluşturan biyolojik unsurların büyük çoğunluğu yoktur. Bu nedenle akarsularda insan kaynaklı yaşanan kirlilik sorunları, bir yandan insanların su kullanım imkanlarını kısıtlayarak yine insanlara sosyo-ekonomik açıdan önemli zarar verirken diğer yandan daha da önemlisi bulunduğu bölgedeki bir su ekosistemi içerisindeki biyolojik sistemlerin azalarak zamanla yok olmasına neden olmaktadır.

Aksu Çayı ve yan kolları oluşturan akarsulardan alınan endüstriyel atık su numunelerinin laboratuvar analiz sonuçları *"Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"* kapsamında her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Aksu Çayı ve yan kollarına ait alınan numuneler, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), Çözünmüş Oksijen (ÇO), Fosfor, İletkenlik ve Azot parametreleri incelenmiş ve bu parametreler Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne Göre kıyaslanarak su kalite sınıfları belirlenmiştir.

Tablo 3. 2: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Numunelerin Kimyasal Oksijen İhtiyacına Göre Kalite Sınıfları

		Su Kalite Sınıfları*				
	Su Kalite Parametreleri	I	II	III	IV	
	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	< 25	50	70	> 70	
	Numune Adı	Analiz Sonucu		Birim	Ölçüm Belirsizliği	Kalite Sınıfı
A	Öznecik Deresi	1252		(mg/l)	±46	IV
B	Çakırlar	134		(mg/l)	±4,8	IV
C	Karaçay	288		(mg/l)	±10	IV
D	Aksu Köprüsü	73		(mg/l)	±2,6	IV
E	Erkenez Çayı	618		(mg/l)	±23	IV
F	Erkenez Çayı B	81		(mg/l)	±2,9	IV
G	Önsen Köprüsü	54		(mg/l)	±1,9	III
H	Çiftlik	58		(mg/l)	±2,1	III
I	Cüceli	48		(mg/l)	±1,7	II
	* Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne Göre Belirlenen Sınıflar. (*Analiz Metodu: TS 2789+T1 (EK-A Hariç*)					

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), suyun 1 litresinde bulunan maddelerin kuvvetli bir kimyasal yükseltgeyici ile yükseltgenebilen bölümüne eş değerdeki

oksijenin mg cinsinden ifadesidir. KOİ, gerek doğal sularda gerekse atık sularda meydana gelen kirlilik derecesini ölçmede kullanılır. KOİ, aynı zamanda biyolojik yaşam için zehirli bileşikler içeren evsel veya sanayi tesislerinden bırakılan atık sulardaki organik madde oranlarını ölçmek için de kullanılır (Uz, 2004:2). Bir su ortamında kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) oranı arttıkça o suyun kalitesi de azalır. Aksu Çayı ve yan kollarından alınan numuneler KOİ özelliklerine göre incelendiğinde 1252 (mg/l) ile en yüksek Öznecik Deresi'nde ölçülmüştür. Bunu 688 (mg/l) ile Erkenez Çayı ve 288 (mg/l) ile Karaçay takip etmektedir. Bu yüksek değerlerin bu yan kollarda görülmesinde bu akarsulara doğrudan sanayi bölgelerindeki atık suların deşarj edilmesinin payı yüksektir. Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne Göre su kalite sınıfları incelendiğinde Öznecik Deresi'nden Erkenez Çayı B noktasına kadar olan bölgedeki tüm numunelerin IV. sınıf kalitede sular olduğu görülmüştür. Sanayi bölgelerinden uzaklaştıkça akarsuyun akışına bağlı olarak KOİ değerlerinin biraz da olsa azaldığı ve bu nedenle su kalite sınıflarına yükselme olduğu görülmektedir. Aksu Çayı üzerinden alınan Önsen Köprüsü ve Çiftlik bölgesinden alınan numunelerde su kalitesi 3. Sınıf olduğu görülürken havzanın çıkış noktasında Cüceli'de ise II. sınıf kalitede suya dönüştüğü görülmektedir (Tablo 3.2).

Tablo 3. 3: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Numunelerin Biyolojik Oksijen İhtiyacına Göre Kalite Sınıfları

		Su Kalite Sınıfları*				
	Su Kalite Parametreleri	I	II	III	IV	
	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	< 4	8	20	> 20	
	Numune Adı	Analiz Sonucu		Birim	Ölçüm Belirsizliği	Kalite Sınıfı
A	Öznecik Deresi	1010		(mg/l)	-	IV
B	Çakırlar	95		(mg/l)	-	IV
C	Karaçay	169		(mg/l)	-	IV
D	Aksu Köprüsü	45		(mg/l)	-	IV
E	Erkenez Çayı	381		(mg/l)	-	IV
F	Erkenez Çayı B	40		(mg/l)	-	IV
G	Önsen Köprüsü	33		(mg/l)	-	IV
H	Çiftlik	26		(mg/l)	-	IV
I	Cüceli	30		(mg/l)	-	IV
	* Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne Göre Belirlenen Sınıflar. (*Analiz Metodu: SM 5210 D*)					

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), bakterilerin aerobik şartlar altında organik maddeyi parçalamak ve stabilize etmek için gerekli olan oksijen ihtiyacı olarak

tanımlanabilir. Evsel ve endüstriyel atık sularında meydana gelen kirlenme derecesini belirlemede kullanılan bir göstergedir (Özünlü, 2016:657). BOİ, doğadaki şartlara benzer koşullar altında atık sulardaki organik maddeden faydalanan canlıların tüketmiş olduğu oksijen ölçümünü ifade eden bir biyokimyasal analiz işlemidir (Günay vd; 1977). Bir su ortamında BOİ ne kadar artarsa o suyun kalitesi de o kadar düşer. Aksu Çayı ve yan kollarından alınan numunelerin BOİ incelendiğinde en yüksek değerin 1010 (mg/l) ile Öznecik Dere'de ölçüldüğü görülmektedir. Bunu 381 (mg/l) ile Erkenez Çayı, 169 (mg/l) ile Karaçay takip etmektedir. Bu üç yan kolda ölçülen BOİ değerlerinin su kalitesi sınıflarına göre belirlenen sınırlara göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Aksu Çayı ve yan kollarından alınan tüm numunelerin analiz sonuçlarına göre bütün lokasyonlardaki suların IV. sınıf su kalite sınıfında olduğu görülmektedir (Tablo 3.3).

Tablo 3. 4: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Numunelerin Çözünmüş Oksijen Miktarına Göre Kalite Sınıfları

		Su Kalite Sınıfları*				
	Su Kalite Parametreleri	I	II	III	IV	
	Çözünmüş Oksijen Miktarı	>8	6	3	<3	
	Numune Adı	Analiz Sonucu		Birim	Ölçüm Belirsizliği	Kalite Sınıfı
A	Öznecik Deresi	0,14		(mg/l)	-	IV
B	Çakırlar	0,41		(mg/l)	-	IV
C	Karaçay	0,24		(mg/l)	-	IV
D	Aksu Köprüsü	0,24		(mg/l)	-	IV
E	Erkenez Çayı	0,47		(mg/l)	-	IV
F	Erkenez Çayı B	0,49		(mg/l)	-	IV
G	Önsen Köprüsü	0,37		(mg/l)	-	IV
H	Çiftlik	0,64		(mg/l)	-	IV
I	Cüceli	0,41		(mg/l)	-	IV
	* Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne Göre Belirlenen Sınıflar.(*Analiz Metodu: TS EN ISO 5814*).					

Çözünmüş Oksijen (ÇO), genel olarak suda çözünmüş halde bulunan oksijen konsantrasyonudur. Mikroorganizmalar yaşama ve üremeleri için ihtiyaç duydukları enerjiyi oksijenden yararlanarak üretirler. Çözünmüş oksijen (ÇO), kirletici maddelerin doğal sularda kendiliğinden arıtılmasında ve aerobik arıtma yöntemlerinde evsel ve endüstriyel atık suların arıtılmasında oldukça önemli bir faktördür. Aynı zamanda endüstriyel ve evsel atıkların kirlilik düzeylerinin belirlenmesine yarayan BOİ testinin temelini çözünmüş oksijen (ÇO) temsil eder (Özünlü, 2016:657). Atık

sulardaki çözünmüş oksijen miktarı ile suyun kalitesi arasında bir doğru orantı vardır. Aksu Çayı ve yan kolları üzerinden alınan numunelerin laboratuvar analiz sonuçlarına göre en düşük çözünmüş oksijen miktarı 0,14 (mg/l) ile Öznecik Deresi'nde görülmüştür. Bunu 0,24 mg/l ile Karaçay ve Aksu Köprüsü numunesi takip etmektedir. Dolayısıyla kirliliğin en yüksek olduğu alanların bu bölgeler olduğunu söylemek mümkündür. İncelenen tüm numunelere ait analiz sonuçları göre suların tamamımın IV. sınıf kalitedeki sular olduğu görülmüştür (Tablo 3.4).

Aksu Çayı ve yan kolları üzerinden alınan numunelerdeki toplam fosfor oranları incelendiğinde en yüksek fosfor oranı 3,48 mg/l ile Karaçay'da olduğu görülmüştür. Diğer yandan ikinci en yüksek fosfor oranı sırasıyla 1,62 mg/l ile Öznecik Deresi'nde görülmüştür. Bu yan kollarda bu kadar yüksek oranda fosforun görülmesi bu akarsuların yukarı havzalarında yer alan sanayi tesislerinin atık sularının doğrudan bu akarsulara deşarj edilmesinin etkisi büyüktür. Toplam fosfor oranı açısından su numunelerin su kalite sınıflarına bakıldığında Çakırlar numunesi III. sınıf kalitede iken bunun dışında kalan tüm numunelerin IV. sınıf kalitede sular olduğu görülmüştür (Tablo 3.5).

Tablo 3. 5: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Numunelerin Toplam Fosfor Oranına Göre Kalite Sınıfları

		Su Kalite Sınıfları*				
	Su Kalite Parametreleri	I	II	III	IV	
	Toplam Fosfor	< 0,03	0,16	0,65	> 0,65	
	Numune Adı	Analiz Sonucu		Birim	Ölçüm Belirsizliği	Kalite Sınıfı
A	Öznecik Deresi	1,62		(mg/l)	-	IV
B	Çakırlar	0,46		(mg/l)	-	III
C	Karaçay	3,48		(mg/l)	-	IV
D	Aksu Köprüsü	0,76		(mg/l)	-	IV
E	Erkenez Çayı	1,12		(mg/l)	-	IV
F	Erkenez Çayı B	0,81		(mg/l)	-	IV
G	Önsen Köprüsü	0,71		(mg/l)	-	IV
H	Çiftlik	0,80		(mg/l)	-	IV
I	Cüceli	1,21		(mg/l)	-	IV
	* Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne Göre Belirlenen Sınıflar. (*Analiz Metodu: Spektrofotometrik*)					

Fosfor, doğada ender olarak bulunur. Genel olarak insan ve hayvan atıkları ile doğal sulara fosfor deşarj edilir. Özellikle evlerde deterjan ve tarımsal faaliyetlerde

gübre kullanımı sulardaki fosfor artışlarının önemli nedenlerini oluşturur (Göncü, 2001:19). Fosfor, su ekosistemlerinde hayati öneme sahip bir elementtir. Hücre reaksiyonlarının enerji kaynağını adenosin trifosfat (ATP) sağlar. Bu yüzden fosforun bir yerdeki canlı yaşamı için önemi büyüktür. Fosfor'un en temel kaynağını tortul kayaçlar oluşturur. Deniz tabanında organik varlıkların ölümü ve bu ölen organizmaların kalıntılarının tektonik hareketlerle yükselerek yeryüzüne ulaşması ile fosfat yataklarını meydana getirir. Fosfor, bitkiler tarafından ancak suda çözünmüş halde olması durumunda kullanılabilir hal gelmektedir. Bu yüzden doğadaki kayaçların biyolojik değer kazanabilmesi, bu kayaçlardan gübrelerin yapılmasına ya da fosfatlı kayaçların sular tarafından çözülerek ortama dahil olmasıyla mümkündür. Fosfatlı kayaçlardan yapılan gübrelerin, bunun yanında fosfat içeren deterjanların yoğun olarak kullanıldığı durumlarda bu maddeler yıkanarak akarsu, göl ve deniz gibi su ortamlarına karışır. Bunun sonucunda su ortamlarındaki alglerin ve bitkilerin hızlı bir şekilde çok fazla gelişmesi ile sudaki oksijen oranı düşer ve su oksijen bakımından fakirleşir. Bunun sonucunda ise su ortamlarında ötrofikasyon olayının meydana gelmesine neden olur (Erinç, 1984; 15). (Foto 3.8).



Foto 3. 8: Türkoğlu Ovası'nda Yer Alan Kurutma Kanallarında Meydana Gelen Ötrofikasyon Süreçleri

Fosfor tek başına doğrudan suyun kalitesine etki etmezler ancak azot ile birleştikleri takdirde yüzey sularında ötrafikasyona ve bununla birlikte aşırı bitki büyümesi ile çok sayıda problemlere neden olurlar (Gray, 2015:119). Bu yüzden sulardaki fosforun azot ile birlikte değerlendirilmesi önemlidir.

Yüzeysel sularda azot ve fosfor birincil üretimi sınırlandıran besin maddeleridir. Her ne kadar sınırlayıcı olan fosfor olsa da azotun da dikkate alınması gerekir (Göncü, 2001:13) Azot miktarı da fosfor gibi su ortamlarındaki su kaliteleri üzerinde önemli etkiler ortaya koyar. Azot ve fosfor su ortamlarında alglerin aşırı çoğalmasına neden olarak ötrofikasyona yol açmaktadır. Ortamda zamanla aşırı organik malzemenin birikmesiyle ortam anaerobik koşulların hakim olduğu bir ortama dönüşmesine neden olur (Shelknanloymilan, 2013:1). Bu yüzden su ortamlarındaki ötrofikasyonu kontrol edebilmek için fosfor ve azot miktarının su ortamlarındaki takibinin yapılması su ekosistemlerinin devamlılığı açısından oldukça önemlidir (Chapra, 2015:530).

Tablo 3. 6: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Numunelerin Toplam Azot Oranına Göre Kalite Sınıfları

		Su Kalite Sınıfları*				
	Su Kalite Parametreleri	I	II	III	IV	
	Toplam Azot	<5	10	20	> 20	
	Numune Adı	Analiz Sonucu		Birim	Ölçüm Belirsizliği	Kalite Sınıfı
A	Öznecik Deresi	11,7		mg/l	-	III
B	Çakırlar	3,7		mg/l	-	I
C	Karaçay	12,5		mg/l	-	III
D	Aksu Köprüsü	3,76		mg/l	-	I
E	Erkenez Çayı	6,52		mg/l	-	II
F	Erkenez Çayı B	5,60		mg/l	-	II
G	Önsen Köprüsü	2,35		mg/l	-	I
H	Çiftlik	4,01		mg/l	-	I
I	Cüceli	6,42		mg/l	-	II
	* Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne Göre Belirlenen Sınıflar. (*Analiz Metodu: Spektrofotometrik*)					

Aksu Çayı ve yan kolları üzerinden alınan numuneler toplam azot oranları açısından incelendiğinde en yüksek azot oranı sırasıyla 12,5 mg/l ile Karaçay'da, 11,7 mg/l ile Öznecik Deresi'nde ve 6,52 mg/l ile Erkenez Çayı'nda ölçülmüştür. Toplam azot oranlarına göre su kalite sınıfları incelendiğinde Karaçay ve Öznecik Deresi'nde suların III. sınıf kalitede sular olduğu görülürken, Erkenez Çayı, Erkenez Çayı B ve Cüceli bölgelerinde II. sınıf kalitede oldukları görülmüştür. Diğer yandan Çakırlar, Aksu Köprüsü, Önsen Köprüsü ve Çiftlik bölgesinden alınan numunelerde suların I. sınıf kalitede oldukları görülmüştür (Tablo 3.6).

Sulardaki özgül iletkenlik özelliği suların elektriksel akımı iletme derecesinin bir ölçüsüdür. İletkenlik başka bir ifade ile su içerisinde yer alan toplam çözünmüş halde bulunan katı maddelerin doğrudan ölçüsü olduğundan iletkenlik, bir kontrol noktası olarak önem taşır (Şimşek, 2011:41). İletkenlik, suda çözünmüş tuzların toplam konsantrasyonu olarak da ifade edilir. Tuzların suda çözünmesi ile elektriği ileten iyonların suya verilmesi ile sudaki iyon sayısı artar ve dolayısıyla iletkenlik de artar. Bu nedenle iletkenlik, bir su içerisindeki çözünmüş atık madde miktarını ve tuzluluk ile olan ilişkisini yaklaşık olarak ortaya koyar. Sulardaki iletkenlik jeolojik etkenlere ve insan müdahalelerine bağlı olarak değişiklik gösterir (Özünlü, 2016:246).

Tablo 3. 7: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Numunelerin İletkenlik Oranına Göre Kalite Sınıfları

		Su Kalite Sınıfları*				
	Su Kalite Parametreleri	I	II	III	IV	
	İletkenlik	< 400	1000	3000	>3000	
	Numune Adı	Analiz Sonucu		Birim	Ölçüm Belirsizliği	Kalite Sınıfı
A	Öznecik Deresi	702,7		y=25°C,ms/m	± 17	II
B	Çakırlar	98,9		y=25°C,ms/m	± 2,4	I
C	Karaçay	782		y=25°C,ms/m	± 19	II
D	Aksu Köprüsü	160,4		y=25°C,ms/m	± 3,9	I
E	Erkenez Çayı	272,2		y=25°C,ms/m	± 6,7	I
F	Erkenez Çayı B	198,9		y=25°C,ms/m	± 4,9	I
G	Önsen Köprüsü	155,7		y=25°C,ms/m	± 3,8	I
H	Çiftlik	154		y=25°C,ms/m	± 3,8	I
I	Cüceli	138,9		y=25°C,ms/m	± 3,4	I
	* Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne Göre Belirlenen Sınıflar. (*Analiz Metodu: TS 9748 EN 27888*)					

Aksu Çayı ve yan kollarından alınan numunelerin iletkenlik oranlarına bakıldığında en yüksek iletkenlik oranı 782 y=25°C,ms/m ile Karaçay ve 702,7 y=25°C,ms/m ile Öznecik Deresi'nde olduğu görülmüştür. Bu iki yan kolun suları su kalitesi olarak II. sınıf sular olduğu görülmüştür. Diğer noktalardan alınan numunelerde iletkenlik oranları daha düşük olduğu görülmüş olup tüm numunelerde su kalitesi sınıflarının I. sınıf olduğu görülmüştür (Tablo 3.7).

Aksu Çayı ve yan kolları üzerinden alınan endüstriyel atık su numunelerinin "Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne" Göre Belirlenen kalite sınıfları incelendiğinde *kimyasal oksijen ihtiyacı* (KOİ), *biyolojik*

oksijen ihtiyacı (BOİ), *çözünmüş oksijen* (ÇO) ve *toplam fosfor* oranları açısından incelendiğinde birkaç numune dışında diğer tüm numunelerin IV. sınıf kalitede sular olduğu görülmüştür (Tablo 3.8).

Tablo 3. 8: Aksu Çayı ve Yan Kolları Üzerinden Alınan Su Numunelerinin Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine Göre Su Kalite Sınıflarının Dağılışı.

Parametreler	Numuneler								
	Öznecik Dere	Çakırlar	Karaçay	Aksu Köprüsü	Erkenez Çayı	Erkenez B	Önsen Köprüsü	Çiftlik	Cüceli
	Kalite Sınıfları								
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	IV	IV	IV	IV	IV	IV	III	III	II
Biyolojik Oksijen İhtiyacı	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Çözünmüş Oksijen Miktarı	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Toplam Fosfor	IV	III	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
İletkenlik	II	I	II	I	I	I	I	I	I
Toplam Azot	III	I	III	I	II	II	I	I	II

Aksu Çayı'nın yan kollarından Öznecik Dere, Karaçay ve Erkenez Çayı'nın asıl kirlilik kaynak bölgelerini oluşturan özellikle tekstil fabrikaları ve metal işleme fabrikalarının bulunduğu sanayi bölgelerinden arıtılmadan bırakılan endüstriyel atık suların doğrudan deşarj edildiği alanlar olması nedeniyle bu yan kollarda su kalitesinin daha kötü olduğu görülmüştür. Ayrıca yan kollara deşarj edilen atık suların drenaj sistemleri ile havzanın ana akarsuyu olan Aksu Çayı'na taşınarak ana akarsuda da su kalitesinin bozulmasına neden olduğu görülmektedir (Tablo 3.8). KASKİ tarafından 2021 yılında farklı alanlarda işleyiş gösteren tesislerden alınan 70 atık su numunesinin 12'sinin 25687 Sayılı Su kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği ve KASKİ Atık Suların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği'ne göre uygun olmadığı tespit edilmiştir (KASKİ, 2021:75).

Aksu Çayı'nın Öznecik Deresi ile kirlenmeden hemen öncesinde bulunan Kuyumcular (Varto) köyü yakınlarından ve havza sınırlarından çıkış yaptıktan hemen sonrasında Ceyhan Nehri üzerindeki Sır Barajı'ndan olmak üzere iki adet numune

alınmıştır. Böylece Aksu Çayı'nın sanayi bölgesine ulaşmadan ve sanayi bölgesinden geçiş yaptıktan sonraki kimyasal özellikleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Diğer yandan Aksu Çayı'nın önemli yan kollarından biri olan ve aynı zamanda Sır Barajı'na dökülmeden en son katılım sağlayan Deliçay üzerinden de numune alınarak *Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi (GASKİ) Su Kalite Kontrol Laboratuvarlarında* analiz edilmiş ve elde edilen analiz sonuçları *İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik*[17] kapsamında belirlenen kimyasal parametreler açısından değerlendirilmiştir (Tablo 3.9).

Tablo 3. 9: Aksu Çayı (Kuyumcular), Ceyhan (Sır Barajı) ve Deliçay'dan Alınan Su Numunelerinin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Kapsamında Belirlenen Kimyasal Parametrelere Göre Uygunluk Durumu

		Numuneler				
		a-Kuyumcular	b-Ceyhan	c-Deliçay		
Kimyasal Parametreler	Birim	Analiz Sonucu	Analiz Sonucu	Analiz Sonucu	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik	Analiz Metodu
Sıcaklık	℃	27,3	26,6	22,1	-	-
Renk	Pt-Co	3	**35 (Uygun Değil)**	17	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	Spektrofotometrik
Koku/Tat	-	Kokusuz ve Normal	Kokusuz ve Normal	Kokusuz ve Normal	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	Nitel
Siyanür	mg/l	0,004	0,001	Tespit Edilemedi	0,05	Spektrofotometrik
Alüminyum	mg/l	0,035	0,025	0,014	0,2	TS EN ISO 11885

[17] https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/02/20050217-3.htm adresinden 12.04.2023 tarihinde alınmıştır.

Demir	mg/l	0,026	0,006	0,006	0,2	TS EN ISO 11885
Mangan	mg/l	0,015	Tespit Edilemedi	**0,219 (Uygun Değil)**	0,05	TS EN ISO 11885
Bakır	mg/l	Tespit Edilemedi	0,002	Tespit Edilemedi	2.0	TS EN ISO 11885
Nikel	mg/l	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	0,02	TS EN ISO 11885
Kadmiyum	mg/l	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	0,005	TS EN ISO 11885
Krom	mg/l	0.002	0,001	Tespit Edilemedi	0,05	TS EN ISO 11885
Kurşun	mg/l	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	0,01	TS EN ISO 11885
Arsenik	mg/l	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	10	İşletme içi Metod
Antimon	mg/l	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	5	İşletme içi Metod
Cıva	mg/l	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	1	İşletme içi Metod
Florür	mg/l	0,08	0,43	0,09	1,5	TS EN ISO 10304-1
Fosfat	mg/l	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	-	TS EN ISO 10304-1
Bromür	mg/l	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	-	TS EN ISO 10304-1
Lityum	mg/l	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	-	TS EN ISO 14911
Toplam Organik Karbon*	mg/l	1,03	3,88	1,57	Anormal Değişim yok	TS 8195 EN 1484
Bor	mg/l	Tespit Edilemedi	0,047	Tespit Edilemedi	1	TS EN ISO 11885
Bromat*	mg/l	< 3.00	< 3	< 3	10	TS EN ISO 15061
Sülfat*	mg/l	33,69	183,35	27,55	250	TS EN ISO 10304-1
Klorür*	mg/l	10,18	84,70	7,21	250	TS EN ISO 10304-1
Nitrat*	mg/l	23,22	29,91	11,80	50	TS EN ISO 10304-1
Nitrit*	mg/l	< 0,05	**1,44 (Uygun Değil)**	0,07	0,5	TS EN ISO 10304-1
Sodyum*	mg/l	10,06	75,78	6,67	200	TS EN ISO 14911
Kalsiyum*	mg/l	46,29	109,56	53,72	-	TS EN ISO 14911
Magnezyum*	mg/l	61,84	28,21	23,20	-	TS EN ISO 14911
Amonyum*	mg/l	<0,05	**3,86 (Uygun Değil)**	**2,75 (Uygun Değil)**	0,5	TS EN ISO 14911

Bulanıklık*	NTU	1,22	4,30	0,14	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	TS EN ISO 7027-1
Elektiriksel İletkenlik	y=25°C, ms/m	76,2	12,8	77,1	250	TS EN ISO 27888
Serbest Klor*	mg/l	<0,05	< 0,05	0,40	0,5	SM 4500 CI-F
pH* (25°C)	-	8,11	7,73	7,57	9,5≥ pH ≥6,5	TS EN ISO 10523
Toplam Sertlik*	mmol/l	4,08	4,32	2,86	-	TS 4474 ISO 6059
Potasyum*	mg/l	1,33	4,40	1,36	-	TS EN ISO 14911
* Bu parametreler TÜRKAK tarafından AKREDİTE edilmiştir. Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) deney raporlarının tanınırlığı konusunda Avrupa Akreditasyon (EA) ile çok taraflı Anlaşma ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği (ILAC) ile karşılıklı tanıma anlaşması imzalanmıştır.						

Aksu Çayı üzerinden Kuyumcular Köyü yakınında alınan su numunesinin analiz sonuçları, İnsani *Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik* kapsamında belirlenen 36 farklı kimyasal parametreler açısından incelendiğinde, tüm parametreler açısından su kalitesinin uygun olduğu görülmüştür. Aksu Çayı'nın Ceyhan Nehri üzerinde kurulmuş olan Sır Barajı'na ulaşmadan yaklaşık 30 km yukarı çığırında yer alan Kuyumcular köyü yakınında akarsu kalitesinin son derece iyi olduğu görülmektedir. Aksu Çayı bu noktadan itibaren nüfus yoğunluğu yüksek olan şehir yerleşmesi ve sanayi kuruluşları yakınlarından geçer. Ceyhan Nehri üzerinde bulunan Sır Barajı'ndan alınan su numunesi analiz sonuçları incelendiğinde su kalitesinde bazı parametreler açısından bozulmalar meydana geldiği görülür. Sır Barajı'na ulaşan Aksu Çayı'nın sularında kimyasal kirlenmeye bağlı olarak suyun *renginin bozulduğu, nitrit* (*1,44 mg/l*) ve *amonyum (3,86 mg/l)* oranı bakımından İnsani *Tüketim Amaçlı Sular Hakkında* Yönetmelik'te belirlenen sınırların çok üzerinde kirlenme meydana geldiği görülmüştür (Tablo 3.9). Aksu Çayı'nın sularının renginin bozuk olmasında tekstil fabrikalarının boya işletmelerinden arıtılmadan bırakılan atık suların etkisi büyüktür. Öyleki Aksu Çayı'nın kirlenme sonucunda adeta siyah bir renkte aktığını açıkça görmek mümkündür. Ayrıca zaman zaman tekstil fabrikalarının çalışmalarına bağlı olarak yan kollardaki su renginin siyah, kahverengi ve kırmızı gibi çeşitli renklerde aktığı da görülmektedir. İnsani tüketim amaçlı sularda amonyumun bulunması, su

kalitesinin bozulduğuna dair önemli göstergelerden biridir (Özünlü, 2016:735). Doğada bulunan birçok organik maddenin ve bitkisel proteinin çürümesi ve bozulması ile "amonyum" meydana gelir. İnsanlar ve hayvanlar vücudundaki amonyumu idrar yoluyla vücuttan dışarı atar. Bu nedenle su analizlerinde amonyumun bulunması, o suya insan ya da hayvansal bir dışkının karıştığı ihtimalini getirir (Burkut, 2018:20). Aksu Çayı'nda amonyum oranının oldukça yüksek olmasında Aksu Çayı ve yan kollarına deşarj edilen kanalizasyon atıklarının etkisinin yüksek olduğunu söylemek mümkündür.

Aksu Çayı üzerinde Pazarcık, Türkoğlu ve Kahramanmaraş merkezde olmak üzere toplam 3 adet atık su arıtma tesisi yer almaktadır. Bu atık su arıtma tesislerinde 2021 yılı verilerine göre Pazarcık'ta 2 milyon m^3, Türkoğlu'nda 1,7 milyon m^3 ve Kahramanmaraş merkezde ise 40,1 milyon m^3 olmak üzere toplam yıllık 43,8 milyon m^3 atık su arıtma işlemi yapılmıştır (KASKİ, 2021:32). Ancak birçok yerde arıtmaya tabi tutulmayan kanalizasyon atıklarının doğrudan Aksu Çayı ve yan kollarına verildiği de görülmektedir.

Nitrat kirliliği konusunda yapılan çalışmaların nitrat kirliliğinin tarımsal gübre sızıntılarından kaynaklandığı sonucunda birleştikleri görülür (Gray, 2015:118). Aksu Çayı'nın akış güzergahı üzerinde Türkoğlu Ovası ve Maraş Ovası gibi havzanın önemli tarım alanları yer almaktadır. Ayrıca bu arazilerin birçoğunda yılda iki kez ürün alımı gerçekleştirilir. Bu tarım arazileri genelde salma sulama teknikleri kullanılarak sulanmaktadır. Tarımsal sulama sularının fazla sularının drene edildiği kurutma kanalları ise büyük çoğunlukla Aksu Çayı ve yan kollarına drene oldukları görülmektedir (Foto 3.9). Aksu Çayı'nda yaşanan bu nitrat kirliliğinde akarsu çevresinde yapılan tarımsal faaliyetlerin payının yüksek olduğu söylenebilir.

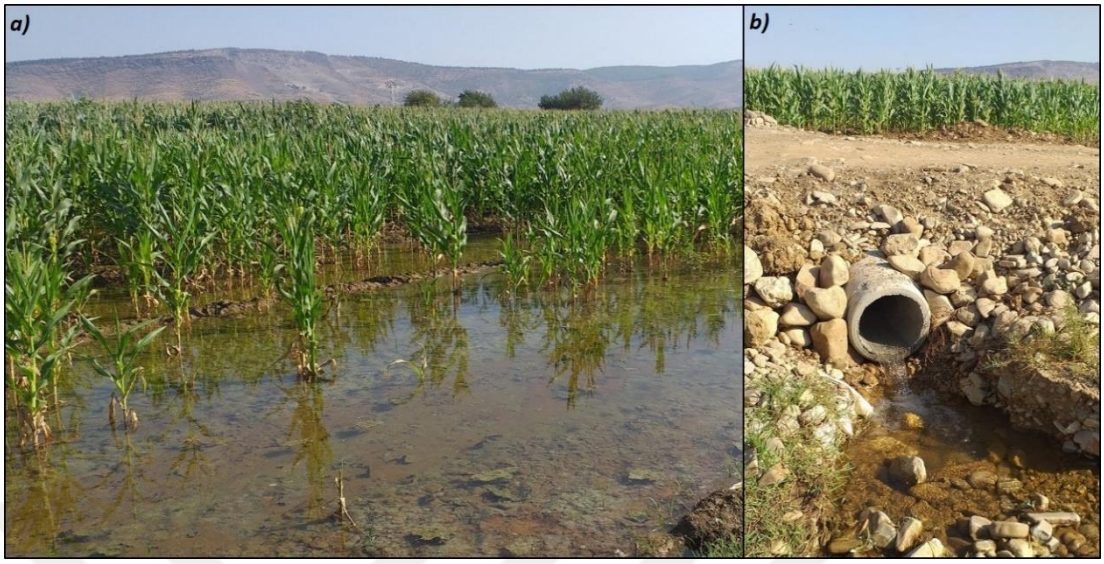


Foto 3. 9: Maraş Ovası'nda Mısır Tarımında Yapılan Aşırı Sulama ve Fazla Suların Akarsulara Drene Edilmesi

Aksu Çayı'nın önemli yan kollarından birini oluşturan Deliçay üzerinden alınan numune analiz sonuçları incelendiğinde akarsuyun sularının mangan (0,219 mg/l) ve amonyum (2,75 mg/l) oranlarının İnsani *Tüketim Amaçlı Sular Hakkında* Yönetmelik'te belirlenen sınırların çok üzerinde olduğu ve bu parametreler bakımından kullanımının uygun olmadığı görülmüştür (Tablo 3.9). Sulardaki mangan değerleri bölgedeki kayaç özelliklerinden etkilenebilen bir özelliktir. Örneğin volkanik kayaçların yaygın olduğu alanlarda mangan oldukça görülürken metamorfik ve tortullarda ise mangan daha sık görülür. Toprak ya da kayaçlarda bulunan mangan yağışların etkisi ile çözünerek sulara geçer. Yerüstü sularında baraj ve göllerde ise mangan daha çok su tabanında biriken suların dip çökelleri arasında görülür. Manganın sularda fazla olmasının zararları daha çok demir ile aynı etkiler ile görülür. Mangan oranının yüksek olduğu durumlarda, sularda bazı bakterilerin çoğalmasına ve sularda kötü tat ve kokunun oluşmasına neden olur. Bu tür sularda bazı durumlarda siyah bir katman oluşur ve genellikle içme ve kullanma açısından uygun değildir. Bunun yanında şebeke borularının tıkanmasına neden olur (Özünlü, 2016:948). Bu yüzden su kaynaklarının içme ve kullanma suyu olarak kullanılabilmesi için mangan, arıtılması gereken önemli parametrelerden biridir.

Deliçay havzasında büyük yerleşim yerleri ve herhangi bir sanayi merkezi bulunmamaktadır. Bu nedenle endüstriyel atık su deşarjının yapılmadığı bu akarsu da

görülen başlıca sorunların başında akarsuyun yuları çığırında ve çevresinde kurulmuş olan kırsal yerleşmelerin kanalizasyon sularını, herhangi bir arıtma işlemine tabi tutulmadan doğrudan Deliçay'a deşarj etmesi nedeniyle bu akarsuda amonyum kirliliği önemli problemlerden birini oluşturur (Foto 3.10-a).



Foto 3. 10: Yeşilyurt Mahallesinin Kanalizasyon Sularının Deliçay'a Deşarj Edilmesi

Özellikle yaz aylarında kırsal yerleşmelerin kanalizasyonlarının Deliçay'a deşarj edilmesi nedeniyle özellikle yaz mevsiminde akımın az olduğu zamanlarda su kirliliği daha da belirgin hale gelmektedir. Köylüler tarafından özellikle sulama suyuna ihtiyaç duyulan yaz aylarında bu akarsular önüne bentler kurularak akarsuyun suları tarım alanlarına yönlendirilmektedir. Böylece kanalizasyon atıkları ile büyük oranda kirlenmiş olan sular Maraş Ovası'ndaki tarım alanlarına aktarılarak tarımsal sulamada kullanıldığı görülür (Foto 3.10-b).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4.AKSU ÇAYI HAVZASINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR SU YÖNETİMİ VE PLANLAMA

Su, dünya üzerinde canlıların yaşamsal sistemlerinin devam etmesi için olmazsa olmaz doğal kaynaklardan birini oluşturur. Yaşam için bu kadar önemli olmasına rağmen dünya üzerinde tatlı suyun varlığı oldukça kısıtlıdır. Dünyamız yaklaşık üçte ikisi sularla kaplı bir gezegen olmasına rağmen insanların kullanabileceği tatlı su oranı % 1'den azdır. Buna karşın dünyamızın nüfusu sürekli olarak artmaktadır. Dünya nüfusu ilk olarak 1806 yılında 1 milyara ulaşmış ve bu tarihten itibaren dünya nüfusundaki artış hızı da yükselmiştir. İnsanlığın başlangıcından 1806 yılına kadar geçen binlerce yılda 1 milyara ulaşan dünya nüfusu 123 yıl gibi bir sürede ikiye katlanarak 2 milyara ve devamında ise 33 yıl sonrasında 3 milyara ulaşmıştır. Dünya nüfusu arttıkça dünya nüfusunun ikiye katlama süresi de azalmıştır. Daha sonra 14 yıllık bir zaman diliminde 4 milyara ulaşan dünya nüfusu devamında 13 yıl sonra 5 milyara ve 12 yıl sonrasında ise 6 milyara ulaşmıştır. Dünya nüfusunda son 200 yılda bilim adamlarınca *"nüfus patlaması"* olarak adlandırılan ciddi bir artış yaşanmıştır (Yılmaz, 2013:42). Günümüzde ise dünya nüfusu 8 milyara ulaşmıştır. Birleşmiş Milletler 'in dünya nüfusu ile beklentileri 2050 yılında 9,4 milyar ile 10 milyar arasında ve 2100 yılında ise 8,9 milyar ile 12,4 milyar arasında bir sayıya ulaşması beklenmektedir (UN, 2022:27). Dünya nüfusunda meydana gelen bu önemli artış sonrasında nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için dünya üzerindeki doğal kaynaklar üzerinde ciddi baskılar oluşmaya başlamıştır. İnsanların üzerinde baskı kurduğu en önemli doğal kaynakların başında ise su gelmektedir. Çünkü su, insan yaşamının her alanında ihtiyaç duyulan ve bu gezegendeki yaşamsal sistemlerin varlığını sürdürebilmesi için gerekli olan alternatifsiz bir kaynaktır. Hâlihazırda dünyamızda yer alan su kaynaklarının aynı kaldığı düşünülse bile artan nüfus nedeniyle kişi başına düşen su miktarı her geçen gün daha da azalmaktadır. 2002 yılında düzenlenen Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi (WSSD) Uygulama Raporu verilerine göre 20. yüzyılda dünya nüfusu bir önceki yüzyıla göre 3 kat artış göstermesine rağmen su tüketiminde ise 6 kat artış meydana gelmiştir (Orhon vd;2002:3). Nüfus artış oranına göre su tüketim oranlarının daha fazla olması, su

tüketiminin yalnızca nüfus artışı ile açıklanamayacağını ortaya koymaktadır. Dünya üzerinde nüfus artışının en fazla olduğu ülkelerin dünya üzerinde kişi başına en az su tüketimi olan ülkeler olduğu düşünülürse tatlı su kaynaklarının tüketiminde asıl neden, nüfus artışından daha ziyade küresel ekonomik faaliyetler, yoğun su tüketimine dayalı yaşam biçimleri, sorunlu kentleşme ve sanayileşme sürecinin ortaya çıkardığı çeşitli sosyal-ekolojik değişimler ile ilgili bir durumdur (İlhan, 2011:10). Bu yüzden dünya üzerinde kısıtlı olan su kaynaklarının sürdürülebilirliği ancak suyun doğadaki kaynağında ve tüketiminde etkili olan tüm bileşenleri dikkate alan planlamalarla mümkündür.

Su yönetimi anlayışı geçmişte suya ihtiyaç duyulan bir bölgeye en yakın mesafeden içme suyu ya da tarımsal sulama suyu getirmek gibi temel amaçlara hizmet eden projeler şeklinde yapılmaktaydı. Sanayi devrimi ve nüfusun artışına bağlı olarak kalabalık şehirlerin meydana gelmesi şehirlerde yeni su kullanım alanlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu durum şehirlerde ciddi su taleplerinin ortaya çıkmasına neden olmuş ve bu taleplerin karşılanmasında nehirlerden gelişi güzel alınan sular nedeniyle suyun kullanım hakları çatışmaları başlamış ve böylece su yönetimi konusunda bazı sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Suyu, birçok ekonomi sektöründe temel girdilerden biri olarak kullanılması ve her sektörün birbirinden bağımsız olarak su sorununa çözüm arayışına girmesi su konusundaki çıkar çatışmaların daha da artmasına neden olmuştur. Böylece suyun daha verimli bir şekilde kullanılabilmesi için havzanın bir bütün olarak ele alınması ve su kaynaklarının genel bir plan çerçevesinde olmasının önemi anlaşılmıştır. Böylece su yönetiminde birim olarak havza ölçeği dikkate alınarak ve daha kapsamlı bir şekilde planlama yapılması ihtiyacı, klasik havza yönetimi anlayışının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Havza kavramı çok eski dönemlerden beri coğrafi anlamda kullanılan bir kavram olsa da su yönetimi birimi olarak önemi nihayet anlaşılmış olsa da havza temelli su yönetimi uygulamalarına ancak 1950'li yıllardan itibaren geçilebilmiştir. Bir havzaya ait su kaynaklarının çok amaçlı planlanmasının ilk aşamasında havzaya ait temel verilerin toplanması gelir. Havzalardaki su miktarına ait güvenilir verilerin olmaması, bunun yanında doğal ve beşeri sistemlerin haritalama çalışmalarının tamamlanmamış olması ve su mühendisliği alanında planlama tekniklerinin yeterli seviyede olmaması gibi

nedenlerden dolayı havza yönetimi anlayışına uygun uygulamalara geçilmesi biraz geç olmuştur (Bilen, 2009:7).

Klasik havza yönetimi anlayışı yorumuna göre su yönetiminin en temelinde en az maliyet ile su ihtiyaçlarının en güvenli şekilde karşılanması hedefi yer almaktadır. Başka bir ifade ile havza yönetiminde ekonomik verimlilik esas alınan bir ölçüt olarak düşünülmüştür.1970'li yılların ortalarına gelindiğine bu anlayış bir takım eleştiriler başlamış ve bu eleştiriler günümüze kadar da artarak devam etmiştir. Klasik havza yönetimine ait ilk geliştirilen eleştiriler bu yöntemde daha çok su arzları üzerinde yoğunlaştığı fakat talep yönetimini pek dikkate almadığı yönünde olmuştur. Bunun yanında su artırıcı önlemlerin artan nüfus ile birlikte gelişen hızlı kentleşme, su temini maliyetlerindeki yüksek artışlarını da önleyememiştir. Ayrıca klasik havza yönetimi anlayışının ekosistemleri korumayı ihmal ettiği ve bu nedenle sürdürülebilir kalkına ile çeliştiği ileri sürülmüştür. Öte yandan bu yöntemde teknisyenlerin kararlarına, halk ve sivil toplum örgütlerinin katılımın yetersiz olduğu ve bu anlayışta su kaynaklarının daha çok statik nitelik taşıdığı ve gelecekle ile ilgili durağan bir görünüm verdiği gibi eleştiriler yöneltilmiştir. Tüm bu eleştiriler ve kaşıt görüşler 1970'li yıllardan itibaren güçlenmeye başlamış ve bu görüşler çok sayıda uluslararası toplantıların konusu olmaya başlamıştır. Bunun sonucunda havza temelinde kaynakların yönetimi sürdürülebilir kalkınma kavramı ile ekosistemlerin korunması gibi amaçlarla bütünleştirilmesi ve kaynakların yönetiminde karar mekanizmasında halkın da katılımın sağlanması yönünde çabaların ortaya çıkmasıyla 1970'li yılların ortalarından itibaren *"bütüncül su kaynakları yönetimi"* (BSKY) ya da başka bir ifadeyle *"entegre su kaynakları yönetimi*" (*Integrated Water Resources Management*) *(IWRM),* kavramı ortaya çıkmış ve böylece su kaynakları yönetiminde yeni bir döneme geçilmeye başlanmıştır (Bilen, 2009:15). Böylece dünya genelinde yaşanan su krizlerinin çözümünde *"bütünleşik su kaynakları yönetimi"* anlayışı ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu kapsamda Avrupa Birliği de 2000 yılında yürürlüğe koymuş olduğu "Su Çerçeve Direktifi" ile su kaynaklarının yönetiminde bütünleşik su kaynakları yönetimini benimsediğini ilan etmiştir (OBKP, 2018:6).

Küresel Su Ortaklığı'nın yapmış olduğu tanımlamaya göre bütüncül su kaynakları yönetimi; *"hayati önemi haiz ekosistemlerin sürdürülebilirliğinden ödün*

vermeden, eşitlikçi yaklaşım esas alınarak, ekonomik ve sosyal refahın en üst düzeye çıkarılması için su, toprak ve ilgili kaynakların eş güdüm içerisinde geliştirilmesi ve yönetiminin teşvik edilmesi" olarak tanımlanmıştır (Mollinga, 2006:21). Başka bir ifadeyle "*bütüncül su yönetimi*" ya da diğer adıyla "*entegre havza yönetimi*", havzanın yalnızca su miktarını esas alan değil aynı zamanda havzanın bütün yönlerden kaynaklarının dikkate alınarak daha doğru kararların verilmesini temel almaktadır (Harmancıoğlu vd;2002:29). Bütüncül su yönetimi anlayışı ile su yönetiminde yalnızca insanların ekonomik kazanımlarının değil aynı zamanda diğer canlı yaşamlarını ve çevresel kaygıların da dikkate alınarak suyun yönetilmesi hususunun altı çizilmiştir. Böylece su kaynaklarından yararlanırken insanların kaynaklar üzerindeki sınırsız isteklerinin kontrol altına alınarak aynı zamanda su kaynaklarının potansiyelinin korunarak devamlılığının sağlanması ve diğer canlıların da su hakkının garanti altına alınması amaçlanmıştır.

Ülkemizde su kaynaklarının yönetim ve planlanmasında güdülen hedeflere bakıldığında "*Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu*"'na göre1980 yılına kadar olan dönemde genel olarak sektörel olarak su ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla su kaynaklarının geliştirilmesi ve bunun yanında suyun vermiş olduğu zararların önlenmesine yönelik planlamaların uygulanmasına odaklanıldığı görülür. Fakat 1980'li yıllardan itibaren su kaynaklarının yönetiminde çevresel faktörlerin etkisi hissedilmeye başlanmıştır. Çünkü sanayileşme, hızlı kentleşme gibi olaylar sonucunda su kalitesinde bozulmaların başladığı ve kullanılabilir su kaynaklarının zamanla azaldığı görülmüştür. Tüm bunlar akarsu havzalarının fiziksel olarak havzayı karakterize eden meteorolojik, hidrolojik ve ekonomik faaliyetlere göre su kullanımları ve arazi kullanımı gibi bütün unsurlar arasındaki ilişkilerin tanımlanmasının önemli olduğu fark edilmiştir. Tüm bunlar su kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetiminde yeni kavramların ve yeni yaklaşımların gündeme gelmesine neden olmuştur. Bu kapsamda ülkemizin yeraltı ve yerüstü sularının sürekli ve dengeli kalkınma prensipleri doğrultusunda, çevresel etkilerin de göz önünde bulundurularak geliştirilmesi ve sosyo-ekonomik kalkınmanın da sürekliliğini sağlayacak sürdürülebilir bir su yönetimi anlayışı önem kazanmıştır. Böylece su kaynaklarının kullanımında ekonomik

potansiyellerinin değerlendirilmesinde geliştirilen su yönetimi projelerinde *"çevre için kalkınmadan, kalkına için çevreden vazgeçilemez"* prensibinden yola çıkarak çevre ile ilgili uyumlu projelerin geliştirilmesine özen gösterilmesi gerekliliği ifade edilmiştir (SKP, 2001:2). *Onuncu Kalkınma Planı, Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu*"'nda suyun tarım, sanayi ve ormancılık faaliyetleri ile enerji ulaşım, kentsel ve bölgesel gelişme ve çevre koruma gibi çok sayıda alandaki oluşturulan politikalar ile doğrudan ilişkili olduğu belirtilmiştir. Diğer yanda suyun yönetiminin aslında suyun ilişkili olduğu tüm sektörün yönetimini de kapsadığı belirtilmiştir. Ayrıca su sorunlarının çok yönlü ve birbiri ile ilişkili olmasına rağmen sorunum çözümü için kurumların birbirinden bağımsız hareket etmesi nedeniyle yasal düzenlemelerin su yönetimi ile hükümet politikaları arasındaki olması gereken uyum ve işbirliğini sağlama konusunda yetersiz kalındığı belirtilmiştir (OKP, 2014:3*). On Birinci Kalkınma Planı, Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği, Özel İhtisas Komisyonu Raporu*'nda ise su kaynaklarının yönetimi ve planlamasının çok boyutlu ve çok sayıda paydaşı olması gereken bir organizasyon gerektirdiğini belirterek su konusunda beşeri, sosyal, hukuksal ve ekonomik çıktıları göz önüne alındığında su politikaları ile yatırım planlamaları ve bu organizasyon içerisindeki paydaşların eş güdümü ve uyumunun oldukça zor bir durum olduğu dile getirilmiştir (OBKP, 2018:3). Dolayısıyla ülkemizde su ile ilgili birçok yasal düzenleme, kurum ve kuruluşlar bulunmasına rağmen su kaynaklarının yönetilmesi hususunda paydaşlar arası bir işbirliğinin ideal düzeyde oluşturulamadığı ve bütüncül su yönetim konusunda hala sistemsel problemlerin olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum ülkemizde birçok yerel ve bölgesel anlamda su kaynaklarının korunması ve su yönetiminde ortaya çıkan su sorunlarına kalıcı çözümlerin bulunmasını zorlaştırmaktadır.

Ülkemizin sahip olduğu coğrafi konumu ve yer şekillerinin etkisi ile birbirinden farklı iklim özelliklerinin görüldüğü alanlar bulunmaktadır. Bu nedenle ülkemizin su potansiyeli ülke genelinde düzensiz bir dağılış göstermektedir. Bunun yanında ülkemizdeki nüfusun dağılışı da su potansiyeli gibi düzensiz bir dağılış göstermektedir. Bu durum ülkemizdeki su yönetiminde en temel sorunlardan birini oluşturduğunu söylemek mümkündür. Akarsu havzalarındaki su potansiyelleri ile nüfus potansiyellerinin farklılık göstermesi bunun yanında su potansiyeli az olan

havzalarda fazla nüfusun yer alması gibi durumlar ülkemizin sürdürülebilir su yönetimi önünde en büyük tehditlerden birini oluşturmaktadır.

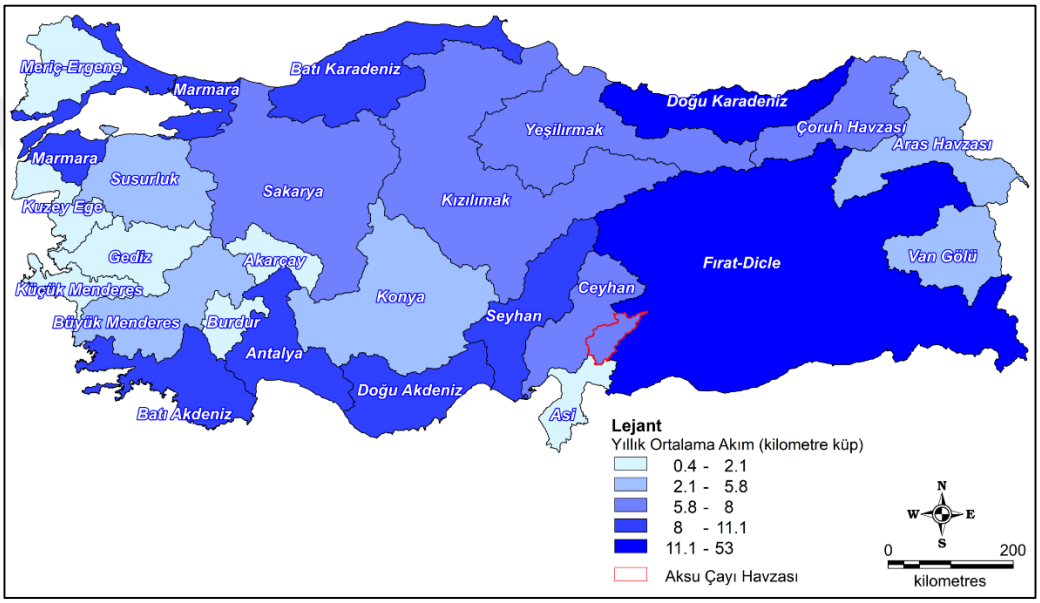
Ülkemiz, 2014 yılında yayınlanan Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (UHYS) Belgesi Raporu'nda 25 ana hidrolojik havzaya ayrılmıştır. Havzalara ait alan ve akım özellikleri bilgileri tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4. 1: Türkiye'nin Ana Hidrolojik Havzaları (UHYS, 2014)

Nehir Havzası Adı	Yağış alanı		Yıllık ortalama akış		Ortalama yıllık verim
	(bin km²)	%	(km³)	(%)	(l/s/km²)
(01) Meriç-Ergene Havzası	14,560	1.9	1.33	0.7	2.9
(02) Marmara Havzası	24,100	3.1	8.33	4.5	11.0
(03) Susurluk Havzası	22,399	2.9	5.43	2.9	7.2
(04) Kuzey Ege Havzası	10,003	1.3	2.09	1.1	7.4
(05) Gediz Havzası	18,000	2.3	1.95	1.1	3.6
(06) Küçük Menderes Havzası	6,907	0.9	1.19	0.6	5.3
(07) Büyük Menderes Havzası	24,976	3.2	3.03	1.6	3.9
(08) Batı Akdeniz Havzası	20,953	2.7	8.93	4.8	12.4
(09) Antalya Havzası	19,577	2.5	11.06	5.9	24.2
(10) Burdur Gölü Havzası	6,374	0.8	0.50	0.3	1.8
(11) Akarçay Havzası	7,605	1.0	0.49	0.3	1.9
(12) Sakarya Havzası	58,160	7.5	6.40	3.4	3.6
(13) Batı Karadeniz Havzası	29,598	3.8	9.93	5.3	10.6
(14) Yeşilırmak Havzası	36,114	4.6	5.80	3.1	5.1
(15) Kızılırmak Havzası	78,180	10.0	6.48	3.5	2.6
(16) Konya Kapalı Havzası	53,850	6.9	4.52	2.4	2.5
(17) Doğu Akdeniz Havzası	22,048	2.8	11.07	6.0	15.6
(18) Seyhan Havzası	20,450	2.6	8.01	4.3	12.3
(19) Asi Havzası	7,796	1.0	1.17	0.6	3.4
(20) Ceyhan Havzası	21,982	2.8	7.18	3.9	10.7
(21) Fırat-Dicle Havzası	184,918	23.7	52.94	28.5	8.3
(22) Doğu Karadeniz Havzası	24,077	3.1	14.90	8.0	19.5
(23) Çoruh Havzası	19,872	2.6	6.30	3.4	10.1
(24) Aras Havzası	27,548	3.5	4.63	2.5	5.3
(25) Van Gölü Havzası	19,405	2.5	2.39	1.3	5.0
Toplam	779,452	100.0	186.05	100.0	-

Hidrolojik havzalar arasında alansal büyüklük, yıllık ortalama akım miktarı ve verimliliği açısından birbirinden önemli farklılıklar olduğu görülür. Havzalarda DSİ verilerine göre toplam yıllık ortalama 186 milyar m^3 akış gerçekleşmektedir. Yıllık toplam akımın % 25,5'i Fırat-Dicle Havzası'nda gerçekleşmektedir. Bunu % 8 ile

Doğu Karadeniz Havzası ve % 6 oranı ile Doğu Akdeniz Havzası izlemektedir. Alansal büyüklüklerine göre incelendiğinde ise en büyük yüz ölçüm 184 918 km^2 ile Fırat-Dicle Havzası olduğu görülür. Bunu 78 180 km^2 ile Kızılırmak ve 58 160 km^2 ile Sakarya Havzası takip etmektedir. Havzalar içerisinde ortalama yıllık akım verimi açısından en verimli havzaları 24,2 l/s/km^2 ile Antalya Havzası olduğu görülürken bunu 19,5 l/s/km^2 ile Doğu Karadeniz Havzası ve 15,6 ile Doğu Akdeniz Havzası takip etmektedir (Tablo 4.1/-Harita 4.1).



Harita 4. 1: Türkiye'nin Ana Hidrolojik Havzaları ve Yıllık Ortalama Akım Özellikleri (UHYS, 2014'den düzenlenmiştir).

Ülkemizde belirlenmiş olan hidrolojik havzaların her biri ekolojik, ekonomik ve demografik koşulları birbirinden farklılıklar gösterir. Aynı zamanda bu havzadaki su kullanım durumları bulundukları bölgeye göre ve havza alanları içerisinde yatay ve dikey dağılışlarına bağlı olarak kendi içinde yöresel farklılıklar bile gösterebilmektedir (UHYS, 2014:3). Havzaların kişi başına düşen su miktarı Falkenmark indeksine göre incelendiğinde Marmara Havzası'nda *"Mutlak su kıtlığı"*, Küçük Menderes Havzası'nda *"Su kıtlığı"*, Sakarya Havzasında *"Su sıkıntısı"* olduğu görülürken diğer havzalarda ise herhangi bir su baskısı bulunmamaktadır (Aydın vd; 2017:17). Yapılan bu hesaplamalar havzalar için su varlığı konusunda genel bir fikir verse de gerçek anlamda havzaların su potansiyeli havza içerisinde her yerde düzenli dağılış göstermez. Diğer yanda havzalar içerisinde mevcut su kaynaklarına ulaşma, suyun

korunması ve depolanması gibi alt yapı kapasitesi her havza için aynı düzey de gelişmiş de olmayabilir. Bu yüzden yalnızca yağış ve nüfus verisi üzerinden yapılan hesaplamalara göre bir havza su zengini olarak görülse dahi havzalar içinde yerel anlamda su sorunu yaşanan yerlerin olma ihtimali vardır. Bu durum su yönetiminde iklim faktörü yanında insan faaliyetlerinin de ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Aksu Çayı Havzası'nın içinde bulunduğu ana hidrolojik havzalarımızdan biri olan Ceyhan Havzası alansal büyük olarak havzalar arasında 13. sırada yer alırken yıllık ortalama akım özellikleri bakımından 9. sırada yer aldığı görülür. Ceyhan Havzası ortalama yıllık verim ($l/s/km^2$) olarak ise havzalar içerisinde 7. sırada yer almaktadır (Tablo 4.1). Aksu Çayı Havzası'nın hemen güneyinde yıllık ortalama akış değerlerinin oldukça düşük ve sıralama bakımından 20. sırada olan Asi Havzası yer alırken doğusunda ve kuzeyinde ise yıllık ortalama akış değerlerinin en yüksek olduğu Fırat-Dicle Havzası yer almaktadır (Harita 4.1). Aksu Çayı Havzası'nın su yönetiminde kendi içi dinamikleri etkili olduğu gibi bunun yanında komşu havzalardaki su durumu, ekolojik, ekonomik ve demografik koşullar da etkili olmaktadır. Çünkü ülkemizde havzaların su talepleri artması durumunda su tasarruflarını artırmak yerine komşu havzalardan su transferi yapmak yaygın olarak kullanılan bir yöntemlerden biridir. Bu yöntem genel olarak su talebi olan bölge için su sorunu çözülmüş olduğu düşünülse de aslında su yönetimi sorununun bulunduğu bölgeden başka bir bölgeye aktarılmasına neden olmaktadır. Böylece su sorunları çözülmesi yerine yeni sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle su sorunlarına etkin çözümlerin bulunabilmesi için başka havzalardan su transferi düşünülmeden önce su sorununu ortaya çıkaran sosyal ve dinamik şartları ortaya koyarak, çözümde bunları merkeze alan bir yaklaşımla planlama yapılması gerekir. Aksi takdirde gittikçe daha da karmaşık bir hal alan su sorunlarının ortaya çıkmasına neden olacaktır (İlhan, 2011:1).

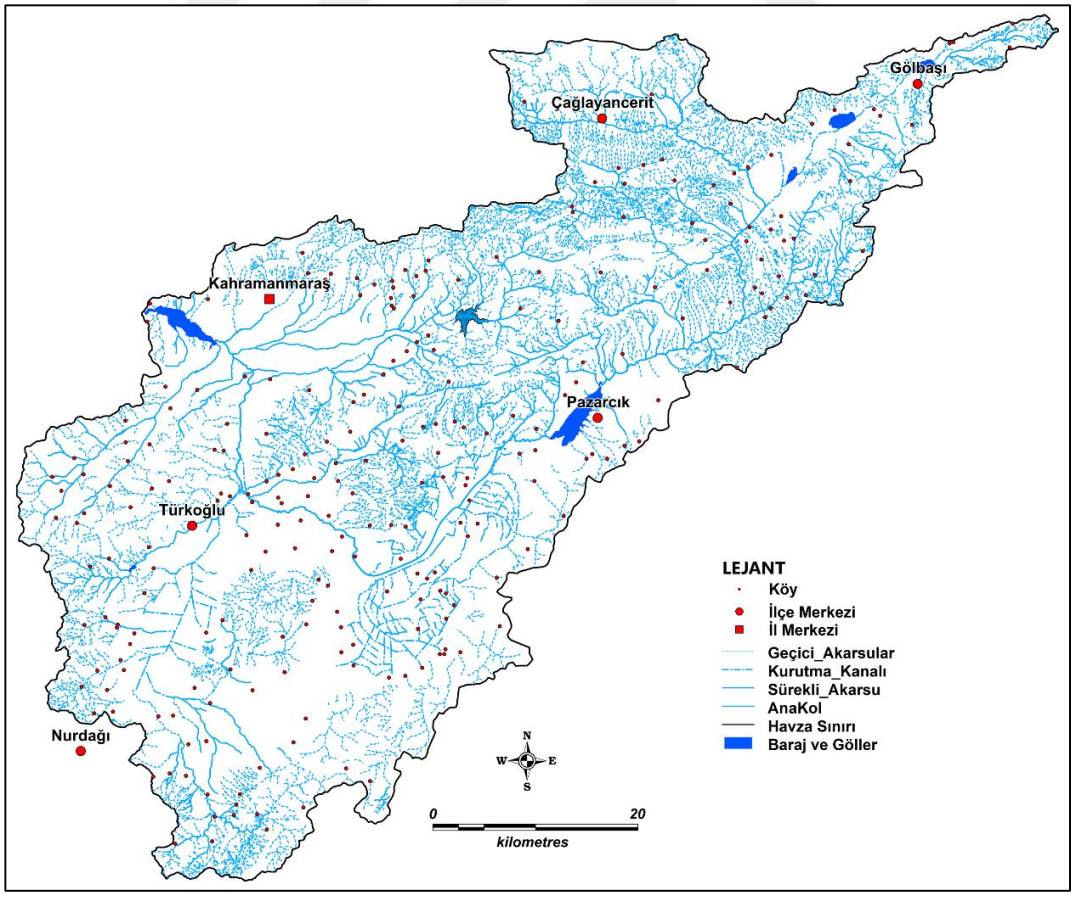
Çalışmanın bu bölümünde Aksu Çayı Havzası'ndaki su yönetimi üzerinde etkili olan sosyal ve ekonomik dinamikler incelenerek havza için sürdürülebilir bir su yönetimi planının ortaya konulmasına katkı sunulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda

havzada yer alan nüfus özellikleri ve ekonomik faaliyetler ayrı ayrı ele alınarak suyun sürdürülebilir yönetimi bağlamında incelenmiştir.

4.1. Nüfus Özellikleri

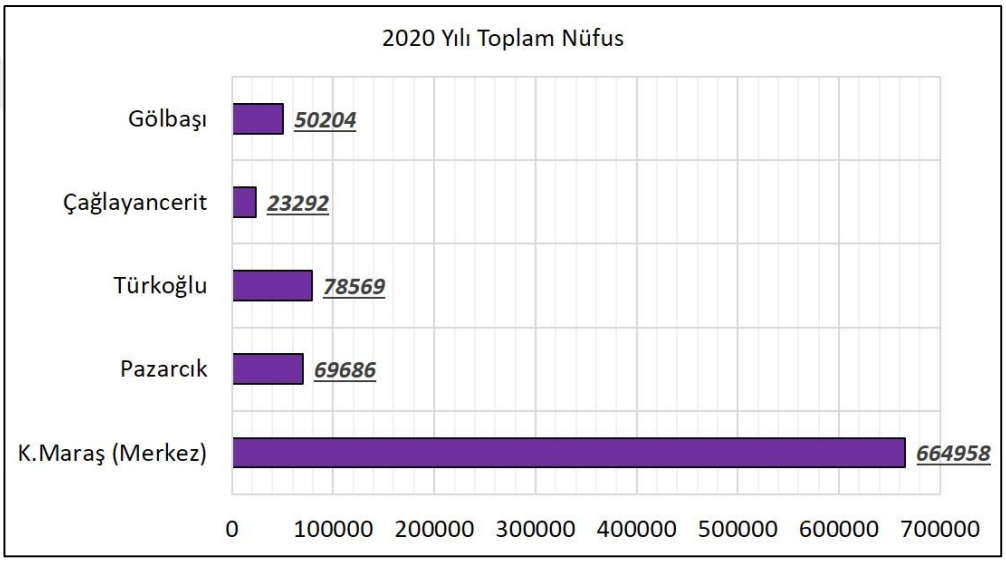
Aksu Çayı Havzası, idari anlamda Kahramanmaraş, Adıyaman ve Gaziantep olmak üzere 3 farklı il ve 5 farklı ilçe sınırları içerisinde uzanış gösterir. Havzadaki ilçeleri Kahramanmaraş'a bağlı Türkoğlu, Pazarcık, Çağlayancerit ilçeleri ile Gaziantep'e bağlı Nurdağı, Şehitkâmil ve Adıyaman iline bağlı Gölbaşı ilçesi oluşturmaktadır. Bu ilçelerden Nurdağı ve Şehitkâmil ilçe merkezleri havza sınırları dışında yer almaktadır. Çalışmada yalnızca havza içerisinde bulunan merkezler dikkate alınarak nüfus konusu bu merkezler üzerinden hesaplanmıştır.

Havza içerisinde toplam 1 il merkezi, 4 ilçe merkezi ve 252 adet köy yer almaktadır. Yerleşimlerin havza içerisinde dağılışı harita 4.2'de verilmiştir.



Harita 4. 2: Aksu Çayı Havzası'nda Yer Alan Yerleşmelerin Dağılışı

Havza sınırları içerisinde yer alan merkezlerin toplam nüfusu TÜİK (2021) verilerine toplam 886 709 kişi yer almaktadır. TÜİK (2021) verilerine göre günümüzde en yüksek nüfus 664 958 kişi ile Kahramanmaraş şehir merkezinde yer almaktadır. Kahramanmaraş şehir merkezi, şehrin merkez ilçelerinden Onikişubat ve Dulkadiroğlu'ndan oluşmaktadır. Çalışmada bu iki ilçe Kahramanmaraş şehir merkezi olarak verilmiştir. Daha sonra en yüksek nüfus barındıran ilçeler sırasıyla 78 569 kişi ile Türkoğlu, 69 686 kişi ile Pazarcık, 50 204 kişi ile Gölbaşı ve 23 292 kişi ile Çağlayancerit oluşturmaktadır (Grafik 4.1).

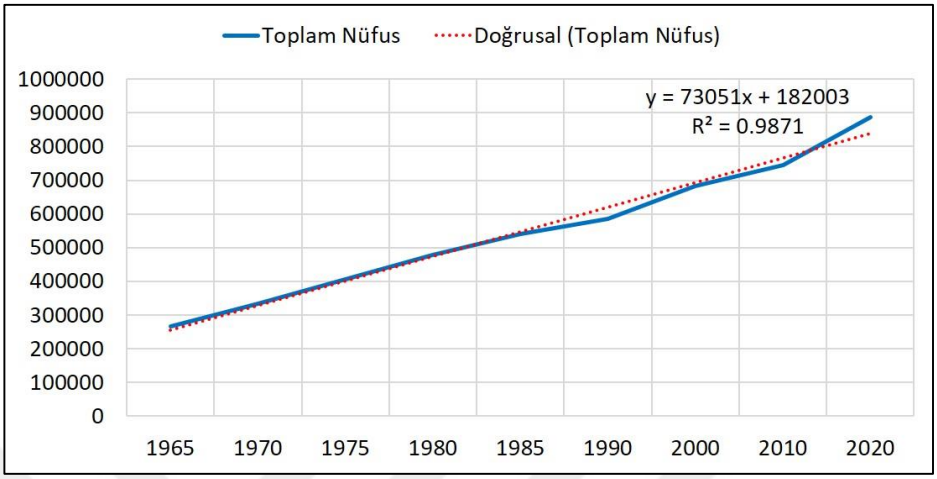


Grafik 4. 1: Havza İçerisindeki Yerleşmelerin 2020 Yılına Ait Toplam Nüfus Miktarları (TÜİK).

Havzadaki 2020 yılı toplam nüfus incelendiğinde havzanın toplam nüfusu içerisinde K.Maraş şehir merkezi % 75, Pazarcık % 7,9, Türkoğlu % 8,9, Çağlayancerit % 2,6 ve Gölbaşı ise % 5,7'lik bir dilimi oluşturur. Nüfus miktarı ile içme ve kullanma suyu tüketimi doğru orantılı olduğu düşünüldüğünde havzada en yüksek su tüketimi ve su taleplerinin K.Maraş şehir merkezi sonrasında Türkoğlu ve Pazarcık ilçelerinde olduğu söylenebilir.

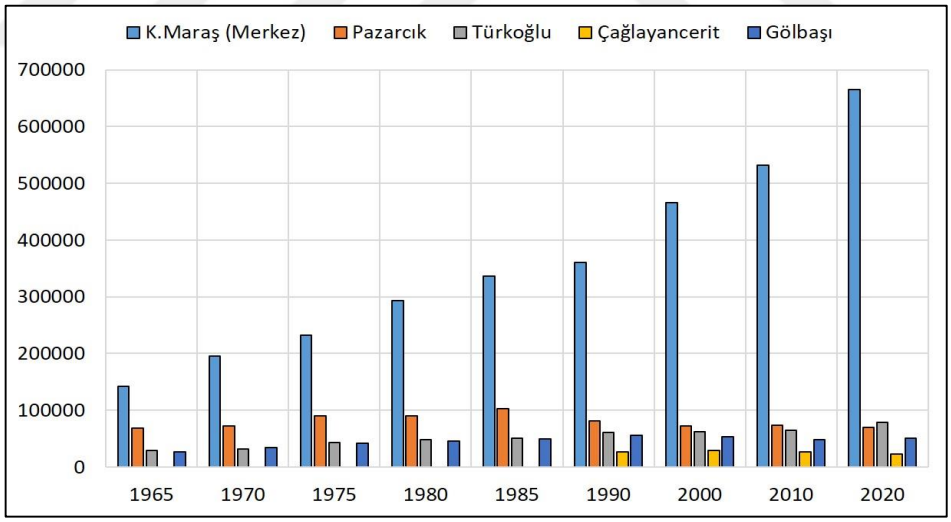
Genel nüfus sayım sonuçlarına göre 1965 yılında havza sınırları içerisindeki merkezlerde toplam nüfus 266 237 kişidir. Havzada zaman içerisinde nüfus artmış ve 1980 yılında 477 224 kişiye ve 1990 yılı genel nüfusa sayım sonuçlarına göre havzadaki toplam nüfus 585 389 kişiye ulaşmıştır. 2020 yılına gelindiğinde ise *Adrese*

Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre havzadaki toplam nüfus 886 709 kişiye ulaşmıştır (Grafik 4.2).



Grafik 4. 2: Havza İçerisindeki Toplam Nüfusun Yıllara Göre Dağılışı (TÜİK Verilerine Göre Düzenlenmiştir).

Havza içerisinde yer alan merkezlerin toplam nüfus miktarlarının 1965-2020 yılları arası dönemdeki dağılışı grafik 4.3'te verilmiştir.



Grafik 4. 3: Havza İçerisindeki Merkezlerin Yıllara Göre Toplam Nüfus Miktarlarının Dağılışı (TÜİK verilerine göre düzenlenmiştir).

Havza içerisinde yer alan merkezlerin 1965-2020 toplam nüfus miktarlarının yıllara göre dağılışı incelendiğinde bazı merkezlerde nüfus artış gösterirken bazı bazılarında ise azalmaların yaşandığı görülür. Örneğin Kahramanmaraş şehir merkezindeki 1965 yılında 141 949 iken 2020 yılına gelindiğinde 664 958'e yükselmiştir. Öte yandan Türkoğlu ilçesinde toplam nüfus 1965'te 29 13 iken 2020

yılında ise 78 569'a yükselmiştir. Öte yandan Pazarcık 1985 yılından itibaren, Gölbaşı ilçesinde 1190 yılından itibaren ve Çağlayancerit ilçesinde 2000 yılından itibaren toplam nüfuslarında azalmalar yaşandığı görülür (Grafik 4.3).

Havza içerisinde yer alan merkezlerin nüfus artış oranları birbirinden farklılık göstermekle birlikte bu oranlar dönemsel olarak değişiklik gösterdiği görülür. Havza içerisinde yer alan merkezlerin 1965-2020 yılları arasında dönemlere göre toplam nüfus artış oranları tablo 4.2'de verilmiştir.

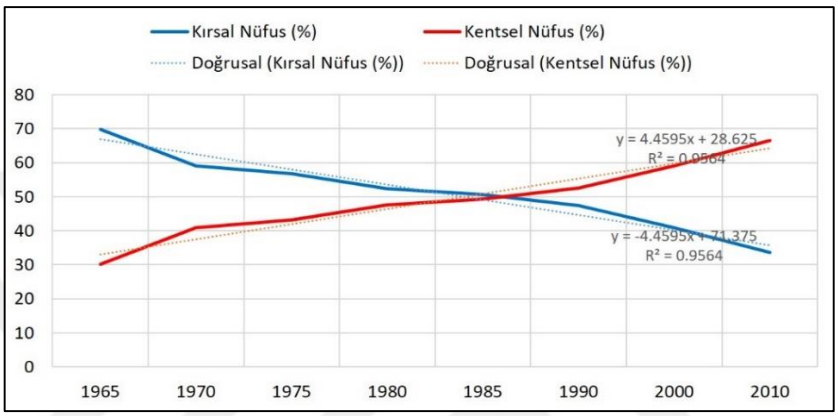
Tablo 4. 2: Havza İçerisinde Yer Alan Merkezlerin Dönemlere Göre Nüfus Artış Oranları (TÜİK Verilerine Göre Düzenlenmiştir)

	Toplam Nüfus Artış Oranı (%)		
	1965-1980	**1980-2000**	**2000-2020**
K.Maraş (Merkez)	106.9	58.4	42.9
Pazarcık	30.5	-19.1	-4.1
Türkoğlu	65.1	29.4	26.0
Çağlayancerit*	-	-	-21.3
Gölbaşı	73.2	16.3	-5.3
Toplam	79.2	43.1	29.8
** Çağlayancerit 1986 yılına kadar K.Maraş'a bağlı köy iken 1987 yılında 3392 sayılı kanun ile ilçe statüsüne kavuşmuştur.* Bu nedenle ilçe olduğu tarihten itibaren nüfusları dikkate alınmıştır. *(https://www.caglayancerit.bel.tr/i/caglayancerit-hakkinda.html).*			

Havza içerisinde yer alan merkezlerin toplam nüfus artış oranları 1965-1980, 1980-2000 ve 20000-2020 dönemleri olmak 3 ayrı dönemde incelenmiştir. 1965-1980 dönemi nüfus artış oranları incelendiğinde genel olarak tüm merkezlerde nüfus önemli oranlarda artış göstermiştir. En yüksek artış oranı % 106 ile K.Maraş merkezinde görülürken bunu % 73,2 ile Gölbaşı, % 65,1 ile Türkoğlu ilçeleri takip etmektedir. Hava içerisindeki toplam nüfus bu dönem içerisinde % 79,2 artış göstermiştir. 1980-2000 yılları arası dönemde ise yine en yüksek nüfus artış oranı % 58,4 ile Kahramanmaraş şehir merkezinde görülmüştür. Daha sonra en yüksek artış oranı ise % 29,4 ile Türkoğlu ilçesi ve % 16,4 ile de Gölbaşı gelmektedir. Verilen merkezler içerisinde Pazarcık ilçesinin nüfusunda % 19,1 oranında azalma meydana gelmiştir. Genel olarak havza içerisinde toplam nüfus ise % 43,1 oranında artmıştır. Havzada nüfusun günümüzdeki durumunun şekillendiği 2000-2020 yılları arası dönemde havzada toplam nüfusun % 29,8 oranında artış gösterdiği görülür. Bu son dönemde en yüksek nüfus artış oranı % 42,9 ile Kahramanmaraş şehir merkezinde görülürken

ikinci en yüksek artış oranı ise % 26 ile Türkoğlu ilçesi gelmektedir. Havzada yer alan diğer ilçelerde ise Çağlayancerit'te % 21,3, Gölbaşı'nda % 5,3 ve Pazarcık'ta ise % 4,1 oranın toplam nüfusun azaldığı görülmüştür (Tablo 4.2).

Havzada yer alan toplam nüfus içerisindeki kırsal ve kentsel nüfusun yıllara göre değişim oranları grafik 4.4'te verilmiştir.

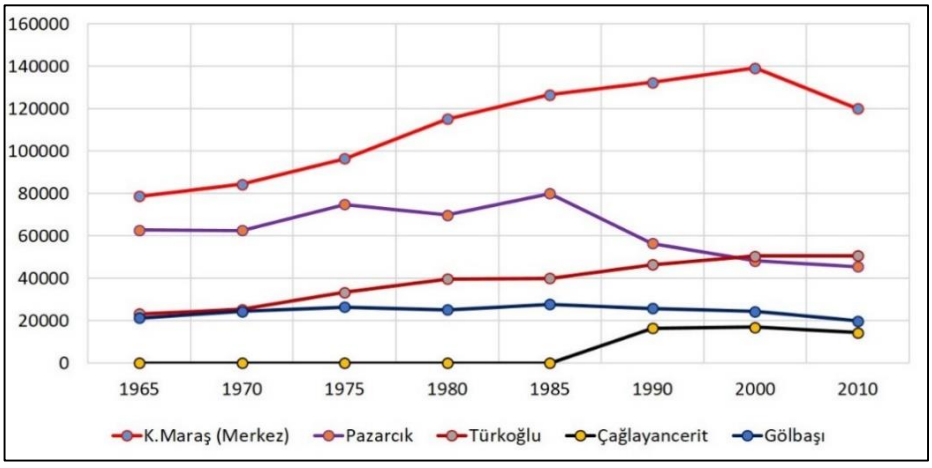


Grafik 4. 4: Havza İçerisindeki Yer Alan Kırsal ve Kentsel Nüfus Oranlarının Değişimi (TÜİK Verilerine Göre Düzenlenmiştir).

Havzadaki toplam nüfusun kentsel ve kırsal olarak nüfus oranları incelendiğinde 1965 yılında havzadaki toplam nüfusun % 30'u kentsel nüfus iken % 70'i ise kırsal nüfusta oluşmaktadır. Zaman içerisinde kentleşmeye bağlı olarak 1965 yılından itibaren toplam nüfus içerisindeki kırsal nüfusun payı azalırken öte yandan kentsel nüfus oranı ise artmaya başlamıştır. 1985 yılına gelindiğinde ilk kez kentsel nüfus kırsal nüfus oranından daha fazla olmuştur. 1985 yılından itibaren kentsel nüfus oranı hızla yükselirken buna karşın kırsal nüfus oranı azalmış ve aradaki fark gittikçe daha da artmıştır. 2010 yılına gelindiğinse ise toplam nüfus içerisinde kentsel nüfus oranı % 66 olurken kırsal nüfus oranı ise 34'e gerilmemiştir. Buna göre gelecekte özellikle kent merkezlerinde içme ve kullanma suyu talepleri ile atık su problemlerinin çoğalacağını ön görülebilir.

2012 yılında 28489 sayılı resmi gazetede yayınlanan 6360 Nolu *"On Üç İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Altı İlçe Kurulması İle Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun"* ile Kahramanmaraş büyükşehir statüsüne dönüştürülmüştür. Yapılan bu yasal düzenleme ile

Kahramanmaraş merkez Dulkadiroğlu ve Onikişubat olmak üzere iki merkez ilçeye ayrılmıştır. Ayrıca 81 köy ve belediye Onikişubat ilçesine ve 58 köy ve belediye Dulkadiroğlu ilçe merkezine bağlanmıştır.[18] 2012 yılında bu yasal düzenleme sonrasında ülkemizde kentsel ve kırsal nüfus kavramlarının içeriği değişmiş ve ikili bir yapının oluşmasına neden olmuştur. Bu durum ilk nüfus sayımından beri resmi istatistiklerdeki kırsal ve kentsel nüfus ayrımında değişimin yaşanmasına yol açmıştır. Büyükşehir Belediyelerinin hizmet kapsamlarına kırsal yerleşmelerin de dahil olmasıyla hizmet alanları ve sorumlulukları genişlemiştir. Bu durum büyükşehirlerde hizmetlerin yerine getirilmesinde önemli sorunlara neden olmuştur (Tuncer ve Bakırcı, 2020:76). Büyükşehir yasasının uygulanmaya başlanması ile hizmet aksamalarının meydana geldiği alanlardan biri de su yönetimi olmuştur. Çünkü kırsal ve kentsel alanlarda nüfusun sosyo-ekonomik faaliyetleri birbirinden farklılık gösterir. Bu nedenle bu farklılık su tüketimlerine de etkilemektedir. Büyükşehirlere çok uzak mesafede yer alan köylerde kırsal yaşam faaliyetlerinin hala aynı şekilde devam etmelerine rağmen sayısal olarak kentsel nüfus sayılmaları yapılacak olan su ihtiyaçları projeksiyonların da sapmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kırsal nüfuslar 2010 yılına kadar olan dönemler içerisinde incelenmiştir. Havza içerisinde yer alan merkezlerin 1965-2010 yılları arası dönemde kırsal nüfus miktarlarının dağılışı grafik 4.5'te verilmiştir.



Grafik 4. 5: Havza içerisindeki merkezlerin kırsal nüfus miktarlarının yıllara göre dağılışı (TÜİK verilerine göre düzenlenmiştir).

[18] https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121206-1.htm adresinden 14.04.2023 tarihinde alınmıştır.

Havza içerisindeki merkezlerin yıllara göre kırsal nüfus miktarları incelendiğinde kırsal nüfus miktarı başlangıç dönemlerinde artış gösteren kırsal nüfus miktarının son dönemlerde azalmaya başladığı görülür. Pazarcık ve Gölbaşı ilçesinde 1985 yılından itibaren Kahramanmaraş şehir merkezinde ve Çağlayancerit ilçesinde ise 2000 yılından itibaren kırsal nüfus miktarları azalmaya başlamıştır. Verilen merkezler içerisinde yalnızca Türkoğlu ilçesinde kırsal nüfus sürekli olarak artış göstermiştir. Bu durum havza içerisinde kırsaldan kente olan göçün olduğun göstermektedir.

Havza içerisinde yer alan merkezlerin 2022 yılına ait yıllık nüfus artış hızları tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4. 3: Havza içerisinde yer alan merkezlerin 2022 yılına ait yıllık nüfus artış hızları (TÜİK)

	Yıllık Nüfus Artış Hızı (‰)
K.Maraş Merkez	12,4
Türkoğlu	4,9
Pazarcık	4,2
Çağlayancerit	- 24
Gölbaşı	3,5

Havza içerisinde en yüksek nüfus artış hızı ‰ 12,4 ile K.Maraş şehir merkezinde olduğu görülmüştür. Diğer yandan bunu ‰ 4,9 ile Türkoğlu, ‰ 4,2 ile Pazarcık ve ‰ 3,5 ile Gölbaşı takip etmektedir. Bunun yanında Çağlayancerit ilçe merkezinde ise yıllık artış hızı ‰ -24 olduğu ve bu ilçedeki nüfusta azalma meydana geldiği görülmüştür (Tablo 4.3). Ülkemizde aynı yıl ortalama yıllık artış hızı ‰ 7,1'dir. Buna göre merkezler içerisinde yalnızca K.Maraş şehir merkezindeki yıllık nüfus artış hızı ülkemiz ortalamasının üzerinde olduğu görülmüştür.

Havzada yer alan yerleşmelerin havza içerisinde kalan yüzölçümleri üzerinden aritmetik nüfus yoğunlukları hesaplandığında en yüksek nüfus yoğunluğu 684 kişi ile K.Maraş şehir merkezinde olduğu ve bunu 149 kişi ile Gölbaşı, 131 kişi ile Türkoğlu, 92 kişi ile Pazarcık ve 70 kişi ile Çağlayancerit takip etmektedir (Tablo 4.4). Havzanın toplam yüz ölçümü üzerinden yapılan hesaplamaya göre havzanın genel aritmetik nüfus yoğunluğu yaklaşık 296 kişidir. 2021 yılında Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları verilerine göre ülkemizde aritmetik nüfus yoğunluğu 110 kişi olarak hesaplanmıştır (TÜİK). Buna göre Aksu Çayı Havzası'nın aritmetik nüfus yoğunluğu

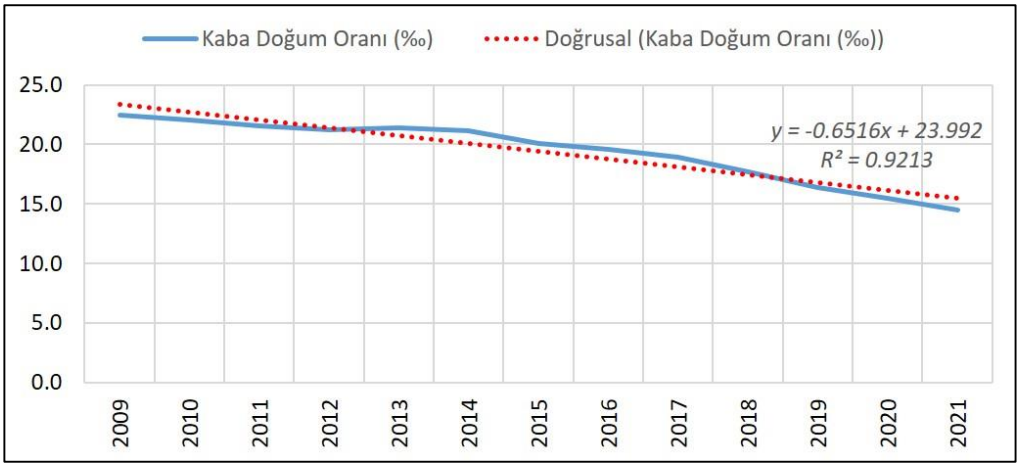
ülkemiz ortalamasının 2 katından daha fazladır. Havza içerisindeki yerleşim yerlerinden K.Maraş şehir merkezi, Gölbaşı ve Türkoğlu ilçesindeki aritmetik nüfus yoğunluğu, ülke nüfus yoğunluğunun üzerindedir. Bunun yanında Pazarcık ve Çağlayancerit ilçelerinde ise aritmetik nüfus yoğunluğunun ülke ortalamasının altında olduğu görülmüştür (Tablo 4.4).

Tablo 4. 4: Aksu Çayı Havzası'nda Yer Alan Merkezlerin Aritmetik Nüfus Yoğunlukları

	Nüfus	Alan (km²)	Aritmetik Yoğunluk
K.Maraş (Merkez)	664 958	971,6	684
Pazarcık	69 686	757,4	92
Türkoğlu	78 569	598	131
Çağlayancerit	23 292	333,8	70
Gölbaşı	50 204	336,1	149
Toplam Nüfus	***886 709***	***2996,9***	***296***

Şehirlerin doğal nüfus artışında etkili olan faktörlerin başında doğum oranları gelmektedir. Bu nedenle havza içerisinde en yüksek nüfusu barından K.Maraş'ın kaba doğum oranları incelenmiştir. Kaba doğum oranı *"bir yerdeki 1000 nüfus başına düşen canlı doğum sayısı"* olarak tanımlanmaktadır (TÜİK, 2022).

2009-2021 yılları arası dönemde Kahramanmaraş şehir merkezindeki kaba doğum oranlarının dağılışı grafik 4.6'da verilmiştir.

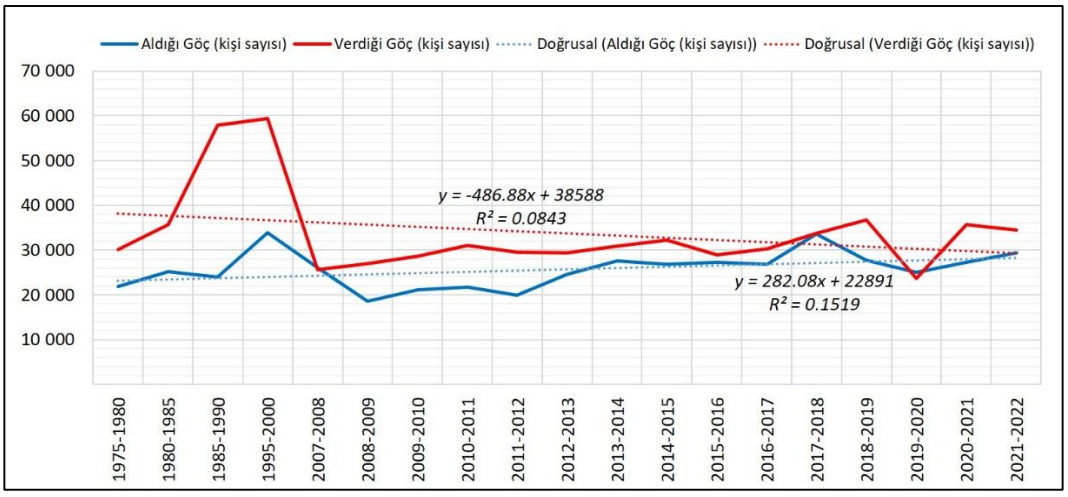


Grafik 4. 6: Kahramanmaraş'ın 2009-2021 Yılları Arası Dönemde Kaba Doğum Oranlarının Dağılışı (TÜİK).

Kahramanmaraş'ta 2009-2021 yılları arası dönemde görülen kaba doğum oranı yıllık ortalama ‰ 19,4 olduğu görülmüştür. Bu oran, aynı dönem içerisinde ülkemizde

görülen yıllık ortalama kaba doğum oranı ‰ 16,1'in üzerindedir. 2009-2021 yılları arası dönemdeki ülkemizdeki en yüksek kaba doğum oranları bakımından tüm şehirler içerisinde Kahramanmaraş, 20. sırada yer alır. Ancak buna karşın şehirdeki kaba doğum oranları genel olarak belirgin bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir (Grafik 4.6). TÜİK tarafından yayınlanan kaba doğum oranları il geneline ait olduğu için ilçelere göre oranlaması yapılamamıştır. Ancak havzanın su yönetimini ilgilendiren nüfus ise yalnızca havza sınırları içerisinde yer alan Kahramanmaraş şehir merkezi ile diğer ilçelerdir. Bu nedenle Şehir merkezinde meydana gelen, genel kaba doğum oranlarına göre şehir merkezinde meydana gelen nüfus artışlarının daha yüksek olması, şehir merkezine olan göçlerin etkili olduğunu düşündürmektedir. Dolayısıyla şehir merkezilerindeki nüfus artışında doğum oranlarının yanında göçlerin de etkisini dikkate almak gerekir.

TÜİK *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları* verilerine göre 1975-2021 yılları arası dönemde Kahramanmaraş ilinin yıllara göre aldığı göç ve verdiği göç miktarı grafik 4.7'de verilmiştir.

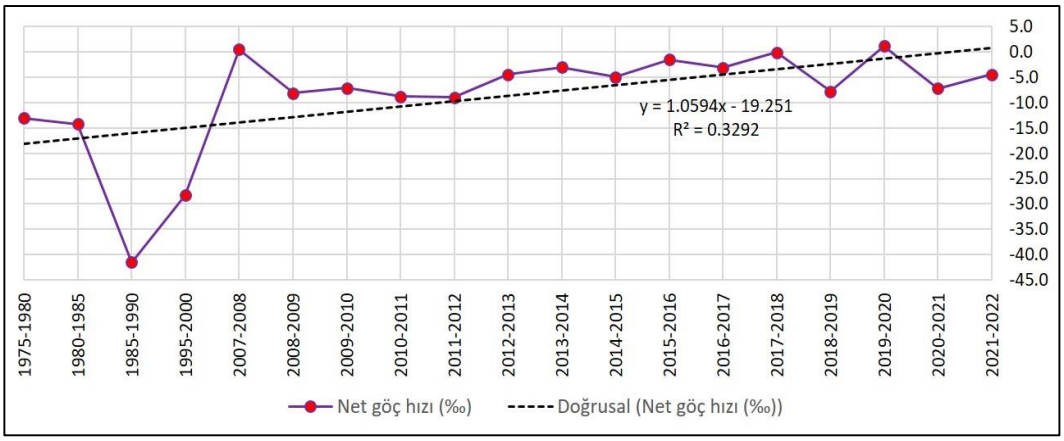


Grafik 4. 7: 1975-2021 Yılları Arası Dönemde Kahramanmaraş Maraş İli İçin Göç Durumları (TÜİK)

Kahramanmaraş ilinin göç verileri incelendiğinde 1975-2000 yılları arası dönemde şehir toplam 104 928 kişi göç alırken aynı dönemde şehir merkezi 183 113 kişi göç vermiştir. Belirtilen zaman dilimi içerisinde Kahramanmaraş ili nüfusunda 78 185 kişi göç nedeniyle azalma yaşanmıştır. 2007 yılı ile 2021 yılları arası dönemde ise şehir toplam 383 601 kişi göç alırken öte yandan aynı dönemde 457 559 kişi şehirden

göç etmiştir. Buna göre şehirden göç nedeniyle azalan nüfus sayısı toplam 73 958 kişi olmuştur. Bu nedenle Kahramanmaraş şehri göçlerden genel olarak nüfus artışı anlamında olumsuz etkilendiği görülmektedir (Grafik 4.7). Kahramanmaraş şehri 1975-2000 yılları arası dönemde yıllık ortalama 4 197 kişi göç alırken diğer yandan yıllık ortalama 7 342 kişi göç vermiştir. Öte yandan 2007 ile 2021 yıl arasında ise şehir yıllık ortalama 27 400 kişi göç alırken ortalama 32 683 kişi de göç verdiği görülmüştür. Yapılan hesaplamalara göre 1975-2000 yılları arası dönemde şehirden yıllık ortalama net göç eden kişi sayısı 3 127 iken 2007-2021 yılları arası dönemde ise bu sayısı 5 283'e yükselmiştir.

TÜİK, 2021 yılı *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları* verilerine göre Kahramanmaraş'ın 1975-2021 yılları arası dönemde net göç hızı oranlarının dağılışı grafik 4.8'de verilmiştir. Net göç hızı, bir yerin net göç sayılarının yıl ortası nüfusa bölünerek 100 ya da 1000 ile çarpımı sonucu elde edilir (Ünal, 2019:740). Net göç hızı pozitif ise şehre gelen göçün giden göçten daha fazla olduğu görülürken negatif olduğu durumlarda ise tam tersi durum geçerlidir.



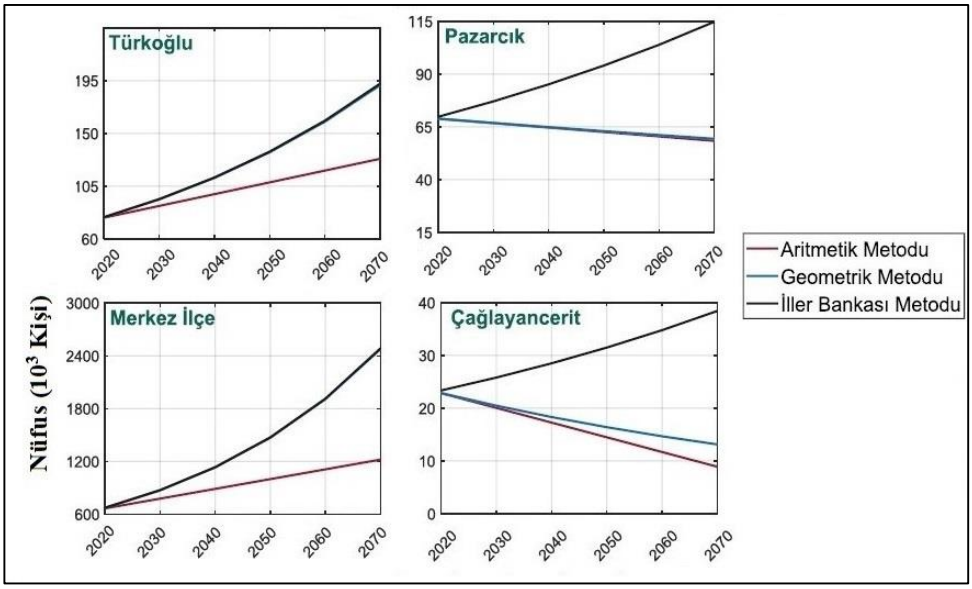
Grafik 4. 8: 1975-2021 Yılları Arası Dönemde Yıllara Göre Kahramanmaraş İlinin Net Göç Hızı Oranları (TÜİK).

1975-2021 yılları arası Kahramanmaraş ilinde net göç hızı oranlarına bakıldığında yıllara göre genel olarak ufak dalgalanmalar olduğu görülür. Verilen yıllar içerisinde net göç hızı yalnızca 2007-2008 yılları ile 2019-2020 yılları arasında pozitif değer olmuş ve şehre gelen nüfus giden nüfustan fazla olduğu için şehrin nüfusu sadece bu yıllarda göç nedeniyle ufak bir artış göstermiştir. Bunun dışında diğer

yıllarda Kahramanmaraş ilinde net göç hızının hep negatif olduğu görülmüştür. Dolayısıyla şehrin genel nüfusunda şehirlerarası göçlerin daha çok azaltıcı etkisi olduğu görülmektedir (Grafik 4.8). Ancak Kahramanmaraş şehir merkezi ile diğer yandan havza içerisinde yer alan ilçelerin nüfus artış oranları dikkate aldığında özellikle Kahramanmaraş şehir merkezi nüfusunun artışında il içerisinde köylerden ve diğer ilçelerden şehir merkezine olan göçlerin etkili olduğu görülmektedir.

İçişleri Bakanlığı'na bağlı Göç İdaresi Başkanlığı'nın 03.30.2023 tarihinde yayınlamış olduğu raporda Kahramanmaraş ilinde geçici koruma altında olan toplam 90 585 Suriyeli nüfusun bulunduğu belirtilmiştir. Bu nüfus havza içerisinde yer alan en yüksek nüfusa sahip ilçe nüfusundan daha yüksektir. Kahramanmaraş'ta resmi rakamlara göre bulunan Suriyeli sayısı şehrin toplam nüfusunun % 7,1'ine denk gelmektedir.[19]

Aksu Çayı içerisinde yer alan il merkezi ve ilçe merkezleri için 10 yıllık dönemler için matematiksel yöntemler kullanılarak yapılan nüfus projeksiyonları yapılmıştır. Buna göre havza içerisindeki merkezlerin 2070 yılına kadar olan nüfus tahminleri grafik 4.9'da verilmiştir.



Grafik 4. 9: Fatklı Metotlara Göre Havza İçerisindeki Merkezlere Ait Nüfus Projeksiyon Tahminleri (Ceyhan ve Diş, 2022'den düzenlenerek alınmıştır).

[19] https://www.goc.gov.tr/gecici-koruma5638 adresinden 17.04.2023 tarihinde alınmıştır.

Havza içerisinde yer alan Kahramanmaraş il merkezi ve ilçeleri için yapılan projeksiyon hesaplamalarına göre seçilen yönteme göre nüfus tahminlerinin de farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Seçilen yöntemler içerisinde ne yüksek değerler İller Bankası Metodu (İBM)'nda görülmektedir. Bu yönteme göre yapılan hesaplamalarda tüm merkezlerdeki nüfusun artış yönünde olacağı görülmektedir. Bu yönteme göre 2070 yılı itibariyle Türkoğlu nüfusunun yaklaşık 195 bin kişiye, Pazarcık nüfusunun 115 bin kişiye, Çağlayancerit ilçesinin yaklaşık 40 bin ve Kahramanmaraş şehir merkezinin ise 2,4 milyon kişiye ulaşacağı tahmin edilmektedir. Buna göre havza içerisinde yaşayan yalnızca Kahramanmaraş'a ait nüfusun 2070 yılı itibariyle yaklaşık 2,7 milyonu bulması beklenmektedir. Aritmetik Artış Metodu (AAY) ve Geometrik Artış Metodu (GAM)'na göre ise Pazarcık ve Çağlayancerit ilçelerinin nüfusunda azalma olacağı tahmin edilmektedir (Ceyhan ve Diş, 2022:1162).

DSİ tarafından hazırlanan *Ceyhan Havzası Master Planı* kapsamında havza içerisinde yer alan il ve ilçe kent merkezlerinin 2065 yılına kadar olan dönem için yapılan nüfus projeksiyonları ise tablo 4.5'de verilmiştir. DSİ tarafından geliştirilen nüfus projeksiyonlarında bu merkezlerdeki yabancı uyruklu nüfuslar da dahil edilmiştir.

Tablo 4. 5: Havza İçerisindeki Merkezlerin 2065 Yılına Kadar Olan Dönem İçin Nüfus Projeksiyonları (DSİ, 2017)

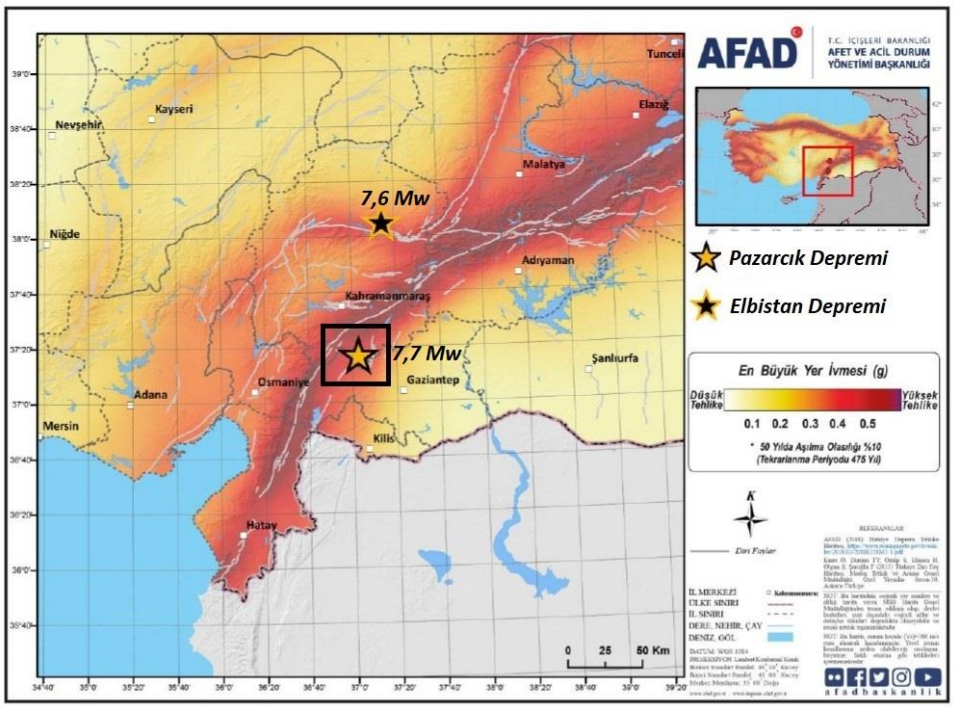
	K.Maraş Merkez[a]	Türkoğlu[i]	Pazarcık[i]	Çağlayancerit[a]	Gölbaşı[a]
2030	764 209	21 347	42 846	14 504	37 068
2035	851 200	22 435	45 065	15 244	39 510
2040	945 703	23 580	47 399	16 022	41 952
2045	1 048 165	24 783	49 855	16 839	44 394
2050	1 159 102	20 046	52 439	17 698	46 837
2055	1 279 112	27 376	55 158	18 601	49 279
2060	1 408 892	28 772	58 018	19 550	51 721
2065	1 549 244	30 240	61 027	20 547	54 163
Toplam :1 654 194					
a-Aritmetik Artış Yöntemine Göre –r i-İller Bankası Yöntemine Göre					

DSİ tarafından *Aritmetik Artış Yöntemi* ve *İller Bankası Yöntemleri* kullanılarak hesaplanan nüfus projeksiyonuna göre 2065 yılında Kahramanmaraş şehir merkezi nüfusunun 1,5 milyon, Türkoğlu ilçe merkezi 30,2 bin, Pazarcık 61.0 bin, Çağlayancerit ilçe merkezi 20,5 bin ve Gölbaşı ilçe merkezinin ise toplam 54,1 bin

sınırını aşacağı tahmin edilmektedir. 2065 yılı itibariyle bu il ve ilçe merkezlerinde havza içerisindeki toplam nüfusun 1,6 milyonu aşacağı tahmin edilmektedir (Tablo 4.5).

Havza içinde geliştirilen nüfus projeksiyonları genel olarak sosyal hayatın olağan işleyişi durumunda gelecek için öngörülerde bulunmaya yarayan hesaplamalardır. Gelecekte yaşanması öngörülemeyen savaş, pandemi ve doğal afetler gibi ekstrem durumlar nedeniyle nüfus projeksiyonları sapmaları yüksek olabilir.

Ülkemizde 6 Şubat 2023 tarihinde saat 04:17'de merkez üssü Pazarcık olan Mw 7,7'lik ve aynı gün saat 13:24'de merkez üssü Elbistan olan 7,6 Mw'lik iki büyük deprem yaşanmıştır (Harita 4.3). Ayrıca 20 Şubat 2023 tarihinde saat 20:04'te meydana gelen ve merkez üssü Hatay'ın Yayladağ ilçesi olan Mw 6,4'lük bir deprem daha yaşanmıştır (AFAD 2023b:6). Bölgede 6 Şubat 04,17'de meydana gelen ilk Pazarcık Depremi'nin merkez üssü Aksu Çayı Havzası içerisinde yer almaktadır. Dolayısıyla bu deprem K.Maraş şehir merkezinde ve havza içerisinde yer alan Pazarcık, Gölbaşı, Çağlayancerit ve Türkoğlu ilçelerinde büyük yıkımlara yol açmıştır.



Harita 4. 3: Kahramanmaraş'ta Yaşanan Büyük Depremlerin Merkezlerinin Dağılışı (AFAD, 2023'den düzenlenmiştir).

Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı'nın yayınlamış olduğu *Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Rapor*u'na göre söz konusu depremler, başta Kahramanmaraş ve Hatay olmak üzere Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Malatya, Şanlıurfa, Kilis ve Osmaniye olmak üzere toplamda 11 şehirde büyük yıkımlara neden olmuştur. 2022 yılı verilerine göre depremden etkilenen toplam nüfus yaklaşık 14 milyon civarındadır. Depremden etkilenen nüfus, ülke nüfusunun yaklaşık % 16,4'üne denk gelmektedir. Bu nüfusun 13,5 milyonu il ve ilçe merkezlerinde ikamet ederken yaklaşık 500 bin kişi ise belde ve köylerde yaşayan insanları oluşturmaktadır. Bölgede depremden etkilenen nüfusun yaklaşık 1,7 milyonu ise geçici koruma altında olan göçmen nüfustan oluşmaktadır. Yaşanan deprem sonrası depremden etkilenen 11 ilde toplam 48 binden fazla insan hayatını kaybetmiştir. Bunun yanında 5,6 milyon konut etkilenmiş ve 500 binden fazla bina hasar görmüştür. Bunun yanında şehirlerdeki iletişim ve enerji alt yapıları ciddi hasar görmüş ve büyük ekonomik zararlar meydana gelmiştir (Cumhurbaşkanlığı, 2023:6).

Bölgede meydana gelen söz konusu büyük depremler sonrası Kahramanmaraş şehir merkezi ve çevresinde yer alan il ve ilçelerde yaşanan can kayıpları, yıkılan ve ağır hasar alan binlerce binanın olması nedeniyle bölgedeki sosyal ve ekonomik hayat büyük darbe almıştır. Bu durum deprem bölgesinden diğer bölgelere büyük bir iç göçe neden olmuş ve deprem bölgesindeki illerde yaşayan yüz binlerce kişinin başka illere gitmesine neden olmuştur. Deprem nedeniyle bu 11 ilde yaşanan bu ekstrem durumlar nedeniyle bu yerler için deprem öncesi yapılan tüm nüfus projeksiyonlarının depremden sonraki şehirlerde belli bir zaman sonra oluşacak yeni demografik şartlara göre yeniden güncellenmesi gerekir. Aynı durum Aksu Çayı Havzası içerisinde bulunan ve depremden en çok etkilenen illerden biri olan Kahramanmaraş şehir merkezi ile havza içerisinde yer alan ilçeler için de geçerlidir. Aksu Çayı Havzası için deprem sonrası oluşan yeni demografik şartlara göre geliştirilen nüfus projeksiyonlarına göre yeni su ihtiyaç projeksiyonları ve su yönetimi yatırım planlamalarının buna göre oluşturulması havzanın ve bölgenin su yönetiminin sürdürülebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir.

4.2. Toplam Su Potansiyeli

Bir bölgenin su yönetimindeki tüm planlamalara yön veren en temel husus, bölgenin su ihtiyaçlarıdır. Bu ihtiyaçların boyutu bölgenin iklim özellikleri, mevcut nüfus sayısı, sürdürülen ekonomik faaliyetler ve toplum gelişmişlik düzeyi ile yakın ilişkilidir. Bir bölgedeki su kaynaklarının potansiyelleri ile su tüketim talepleri arasındaki dengenin bozulması su krizlerinin ortaya çıkmasına neden olan en temel faktörlerden biridir. Bu yüzden bir yerin mevcut su potansiyellerin doğru tespit edilmesi su yönetimi açısından en öncelikli konulardan biridir. Su kaynakları potansiyeli ise genel olarak o bölgenin iklim özellikleri ile yakın ilişkilidir ve zaman içerisinde iklim özelliklerinde farklılıklar görülebilir. Dolayısıyla bir bölgenin sıcaklık, yağış ve buharlaşma gibi iklim verilerinin sürekli olarak kayıt altına alınarak mevcut su potansiyeli hesaplamalarının sürekli olarak güncellenmesi gerekir. Aksi takdirde su kaynakları potansiyellerindeki yanlış tahminler su yönetiminde zincirleme sorunların ortaya çıkmasına neden olur.

Örneğin ülkemiz için mevcut potansiyeli hesaplamalarında 1950-2001 dönemleri arası ortalama veriler kullanılarak yapılan hesaplamalarda ülkemiz için ortalama yağış miktarı 643 mm olarak alınmış ve ülkemizin mevcut su potansiyeli 501 milyar km^3 olarak belirtilmiştir. Ancak yağış verileri 1981-2010 yılları arası dönem içerisindeki ortalamalar üzerinden hesaplandığında ülkemiz için yıllık yağış ortalaması 574 mm olarak bulunmuştur. Buna yeni yağış ortalamasına göre yapılan hesaplamaya göre ise ülkemizin toplam su potansiyeli 450 milyar m^3'e gerilediği görülmüştür (SKP, 2001:27; OBKP, 2018:2). DSİ'nin 2017 yılı verilerine göre ülkemizde içme kullanma suyu, tarımsal sulama ve sanayi sektöründe kullanılan toplam su miktarının 54 milyar m^3 olduğu düşünüldüğünde iklimsel kaynaklı su potansiyeli sapmalarının ne kadar ürkütücü boyutlarda olabileceğini görmek mümkündür.

Bir yerin iklim özelliklerini doğru analiz etmek ve su potansiyelini ortaya koymak, o bölgenin su yönetimini doğru planlamak için çok önemlidir ama tek başına yeterli değildir. Bunun yanında mevcut su potansiyeli kullanımı için gerekli olan alt yapı hizmetleri yatırımlarının yapılmış olması bunun yanında su ihtiyaçlarını ortaya

çıkaran faktörlerin doğru analiz edilmesi ve bu sorunların çözüm için doğru yönetim uygulamalarının ortaya konması gelecekte ortaya çıkacak su krizlerinin önlenmesi açısından önemlidir. Özellikle geniş alanlara sahip ve birden çok farklı il sınırları içerisinde yayılış gösteren akarsu havzalarındaki yönetim ve planlamaların idari olarak farklı otoritelerce yürütülmesi nedeniyle gerekli işbirliği yapılamadığı durumlarda su yönetimi planlamalarını yapmak ve uygulamak oldukça zordur. Aksu Çayı Havzası da bu tür havzalara örnek havzalardan biridir. Aksu Çayı Havzası idari olarak 3 farklı il ve 5 farklı ilçe sınırları içerisinde yayılış göstermektedir. Havza sınırları içerisinde idari olarak bulunan illerden Kahramanmaraş ve Gaziantep il merkezleri büyükşehir Adıyaman ise normal şehir statüsündedir. Ayrıca her illin kendi sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi farklı olması nedeniyle su yönetimi alanında gerekli alt yapı yatırımları da aynı düzeyde gerçekleştirilebilmiş değildir. Örneğin 1987 yılında büyük şehir statüsüne kavuşan Gaziantep şehir merkezindeki su yönetiminde 2008 yılından itibaren Merkezi Kontrol ve Veri Toplama Sistemi olarak adlandırılan SCADA *(Supervisory Control and Data Acquisition)* sistemi kullanımına başlanmış ve tüm veriler dijital ortamda kayıt altına alınmaya başlanmıştır. SCADA sistemi sayesinde su kaynaklarının durumu, tüketim miktarları ve su depolarının durumu gibi dış istasyonlarda yapılan tüm ölçümler, bilgisayar ortamında anlık takip edilerek kayıt altına alınabilmektedir (GASKİ, 2009:57). Dolayısıyla Gaziantep'te su tüketiminden üretimine kadar tüm verilerin kayıt altına alınması ve hızlıca ulaşılabilir olması su yönetimi açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Öte yandan K.Maraş ve Adıyaman illerinde bu sistem henüz faaliyete geçirilebilmiş değildir. Bu nedenle bu illerimizdeki su kaynaklarına ve tüketimlerine dair kayıt ve takiplerin yapılması istenilen düzeyde değildir. Havza içerisinde tüm merkezlerin aynı düzeyde kayıt sistemleri tutulmaması nedeniyle havzaya ait su kaynakları potansiyeli ve tüketim verilerinin elde edilmesinde büyük güçlükler yaşanmıştır. Bu nedenle havzaların yönetiminde idari sınırların ötesinde havza bütünlüğünü dikkate alan bir yönetim sistemi anlayışının benimsenmesi havzalardaki su yönetiminin sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. Havza içerisinde bulunan merkezlerin su yönetimi konusunda birbirinden kopuk planlamalar yapması kaynaklarının verimli kullanılmasını engellediği gibi su potansiyelleri olmasına rağmen su sorunlarının yaşanmasına neden olmaktadır.

2003 yılında Kyoto'da düzenlenen *Üçüncü Dünya Su Forumu'*nda, Dünya üzerinde görülen küresel su krizlerinin ortaya çıkması su kaynaklarının yetersiz olmasından daha ziyade su kaynaklarının kötü yönetiminden kaynaklandığının altı çizilmiştir. Birçok ülkenin sahip olduğu su kaynakları potansiyelini tam olarak kullanamadığı için su sorunları yaşamaktadır. Ülkelerin sahip olduğu su kaynaklarından çok düşük oranda faydalanması nedeni ile ortaya çıkan su sorunları için *"göreceli su yoksulluğu"* tanımlaması kullanılmaktadır. Örneğin Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü *(FAO)* 2003 yılı verilerine göre Mozambik'te kişi başına düşen yıllık ortalama su miktarı 11 814 m^3 ve Etopya'da ise 1749 m^3 iken bu ülkelerin kişi başına yıllık su tüketimi Mozambik'te 1,8 m^3 iken Etopya'da ise 5,5 m^3'dür. Yani Mozambik'te günlük 5 litre ve Etopya'da ise 15 litredir. Bu miktarlar sağlık için gerekli olan en düşük su miktarı kabul edilen 20 litrenin bile altındadır. Dolayısıyla bu ülkelerde su kıtlığının yaşanmasının iklimden daha ziyade su yönetimi için gerekli alt yapı yatırımlarının yetersizliğinden kaynaklandığını ortaya koymaktadır (Bilen, 2009:59). Dolayısıyla bir ülkenin yalnızca su tüketimleri üzerinden yapılan "*su yoksulu"* ya da "*su zengini"* tanımlamaları oldukça sakıncalıdır. Bu nedenle su kaynakları potansiyeli ile su tüketimlerinin birlikte ele alınarak incelenmesi bölgedeki su sorunları nedenlerinin doğru saptanması açısından önemlidir. Aksu Çayı Havzası'nın toplam su potansiyelinin ortaya konulması, havzanın su yönetiminde gerçekleştirilecek olan birçok planlama için gerekli olan temel veriyi teşkil eder. Su potansiyeli çalışmalarında genel olarak o bölgenin iklim özelliklerinden sıcaklık ve yağış özellikleri dikkate alınır. Bunlar içerisinde yağışın miktarı ve türü gibi bileşenler havzada birikecek su miktarını belirlerken sıcaklık ise buharlaşmanın etkisi ile atmosferden yeryüzüne inen yağışların tekrar atmosfere gitmesine neden olan su kayıplarını belirler. Aksu Çayı Havzası'nın sıcaklık ve yağış özellikleri önceki iklim bölümünde detaylı şeklide verildiğinden burada tekrar değinilmemiştir.

Toplam su potansiyeli çalışmalarında meteoroloji istasyonlarında ölçülen yağış miktarı daha çok noktasal alana ait verileri ifade eder. Fakat su potansiyeli çalışmalarında noktasal yağış verileri yerine "*alansal ortalama yağış değerleri"* kullanılır. Bu amaçla Aksu Çayı Havzası'nın alansal ortalama yağış hesaplamaları "*Arimetik Ortalama Yöntemi", "Thiessen Poligon Yöntemi*" ve "*Eş Yağış (İsoheyt)*

Eğrileri Yöntemi" olmak üzere 3 farklı yöntem ile hesaplanmıştır. Bu yöntemler içerisinde "*Thiessen Poligon"* yönteminde iki ayrı hesaplama gerçekleştirilmiştir. Bunlardan *Thiessen Pligon 1'de* havza içerisinde yeni kurulmuş olan ve bu nedenle uzun dönem verileri bulunmayan Pazarcık 709 mm (2015-2021), Çağlayancerit 969 mm (2015-2021), Türkoğlu 709 mm (2015-2021), Çınarlı 492,6 mm (2021) ve Gölbaşı Orman 1068 mm (2017-2021) istasyonları üzerinden yapılan hesaplamaları oluşturmaktadır. Bu hesaplamada ise istasyon sayısının çokluğu ve yakınlığı bir avantaj iken verilerin uzun dönem olmaması ise bir dezavantaj oluşturduğunu söylemek mümkündür. *Thiessen Pligon 2*'de ise uzun yıllar iklim verisi bulunan Kahramanmaraş, Gaziantep, İslahiye ve Gölbaşı istasyonları dikkate alınarak yapılan hesaplamaları temsil eder. Bu hesaplamada verilerin uzun dönemleri kapsaması bir avantaj oluştururken öte yandan istasyon sayısının az olması ve birbirinden uzak mesafelerde yer alması bir dezavantaj oluşturmaktadır.

Bilindiği gibi bir yerdeki yağış istasyonunda 24 saat içinde 30 mm yağış düştü demek başka bir ifadeyle 1 gün içerisinde 1 metre kareye 30 kg yağış düştü anlamına gelir (Gürer ve Günyaktı, 2020:45). Dolayısıyla 1 mm'lik yağış, 1 m^2'ye düşen 1 kg'lık suyu temsil eder. Buna göre aşağıdaki formül kullanılarak havzanın brüt su potansiyeli hesaplanmıştır.

Brüt Su Potansiyeli (m^3) : = Havza Alanı(m^2) **X** Alansal Ortalama Yağış (mm) / 1000

Aksu Çayı Havzası için 3 farklı yönteme göre ortaya konan alansal ortalama yağış miktarına göre hesaplanan havzanın toplam brüt su potansiyelleri tablo 4.6'da verilmiştir. Thiessen Yöntemi ve Aritmetik Ortalama Yöntemine göre belirlenmiş alansal ortalama yağış miktarına göre 2,4 milyar m^3 ve İzoheyt yöntemine göre ise 2,2 milyar m^3 su potansiyelinin olduğu görülmektedir.

Tablo 4. 6: Aksu Çayı Havzası'nın Farklı Alansal Ortalama Yağış Hesaplama Yöntemlerine Göre Yıllık Toplam Brüt Su Potansiyeli

Alansal Ortalama Yağış Hesaplama Yöntemi	Havza Alanı (km^2)	Alansal Yağış Ortalaması (mm)	Toplam Brüt Su Varlığı (m^3)
Thiessen Pligon 1	3457	697,1	2 409 874 700
Thiessen Pligon 2	3457	717,7	2 481 088 900
Aritmetik Ortalama	3457	718,9	2 485 237 300
İzoheyt Yöntemi	3457	662	2 288 534 000

Havza'nın brüt su potansiyelinden o bölgede meydana gelen buharlaşma miktarı çıkarılarak, havzanın kullanılabilir net su potansiyeli ortaya konulmuştur. Hesaplamada havza için kullanılan *"buharlaşma miktarı* " olarak *Thornthwaite Yöntemi*'ne göre 17255'nolu Kahramanmaraş meteoroloji gözlem istasyonu için hesaplanmış olan *"Gerçek Evapotranspirasyon"* (GET) miktarı kabul edilmiştir.

Tablo 4. 7: Aksu Çayı Havzası'nın Yıllık Ortalama Yüzeysel Akış Miktarı

Alansal Ortalama Yağış Hesaplama Yöntemi	Toplam Brüt Su Varlığı (m^3)	Toplam Buharlaşma (m^3)	Toplam Yüzeysel Akış (m^3)
Thiessen Pligon 1	2 409 874 700	1 146 686 900	1 263 187 800
Thiessen Pligon 2	2 481 088 900	1 146 686 900	1 334 402 000
Aritmetik Ortalama	2 485 237 300	1 146 686 900	1 338 550 400
İzoheyt Yöntemi	2 288 534 000	1 146 686 900	1 141 847 100

Aksu Çayı Havzası'nın yıllık ortalama yüzeysel akımı *Thiessen Poligon 2* ve *Aritmetik Ortalama Yöntemine* göre belirlenen alansal yağış ortalamasına göre 1,3 milyar m^3 iken *Thiessen Poligon 1'e* göre 1,2 milyar m^3 ve *İzoheyt Yöntemine* göre ise 1,1 milyar m^3 olduğu görülmüştür (Tablo 4.7). Thornthwaite Yöntemine göre yapılan hesaplamada havzada yıllık yüzeysel akışa geçen su miktarı 375,7 mm olarak hesaplanmıştır. Bu yönteme göre hesaplandığında ise yıllık ortalama yüzeysel akış ise 1,2 milyar m^3'tür.

Bir havzada buharlaşma sonrası geriye kalan ve yüzeysel akışa geçen su miktarının belli bir oranı sızmaya uğrar. Bu oran havzadaki kayaçların geçirgenlik oranına göre değişiklik gösterebilir. Dolayısıyla yıllık yüzeysel akıma geçen suyun belli bir kısmı yeraltı sularını oluştururken diğer kalan kısmı ise yüzey suyu potansiyelini oluşturur. DSİ tarafından 2015 yılında hazırlanan "Ceyhan Havzası'nın Hidrojeoloji Raporu" Ek-6'da verilen kayaçların geçirgenlik oranları üzerinden yapılan hesaplamaya göre havzadaki litoloji birimlerin ortalama geçirgenlik yüzde oranı % 25,3 olarak hesaplanmıştır (DSİ, 2015:Ek-6). Buna göre toplam yüzeysel akışın % 25,3'ünün sızmaya uğradığı varsayılarak havzada sızmaya uğrayan toplam su miktarı hesaplanmıştır. Böylece havzada yer altına sızan su miktarı ile kullanılabilir net yüzey suyu potansiyeli ortaya koyulmuştur. Yapılan hesaplamalar sonucu Aksu Çayı Havzası'nda yer altına sızan su miktarı 285 milyon m^3 ile 334 milyon m^3 arasında

değiştiği görülmektedir. En yüksek sızma miktarı Aritmetik Ortalama Yöntemi'ne göre belirlenen yağış miktarına göre hesaplanmış ve havzada toplam 334 milyon m^3 sızma gerçekleşirken Thiessen Pligon 2'ye göre 333 milyon m^3, *Thiessen Pol 1*'e göre 315 milyon m^3 ve İzhoyet yöntemine göre ise 285 milyon m^3 toplam sızma gerçekleştiği hesaplanmıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4. 8: Aksu Çayı Havzası'nda Sızmaya Uğrayan Toplam Su Miktarı ve Kullanılabilir Net Yüzey Suyu Miktarı

Alansal Ortalama Yağış Hesaplama Yöntemi	Toplam Yüzeysel Akış (m^3)	Yeraltına Sızma (m^3)	Kullanılabilir Net Yüzey Suyu Miktarı (m^3)
Thiessen Pligon 1	1 263 187 800	315 796 950	947 390 850
Thiessen Pligon 2	1 334 402 000	333 600 500	1 000 801 500
Aritmetik Ortalama	1 338 550,400	334 637 600	1 003 912 800
İzoheyt Yöntemi	1 141 847 100	285 461 775	856 385 325

Aksu Çayı Havzası'nın net yüzey suyu potansiyeline bakıldığında havzada net yüzey suyu potansiyelinin 856 milyon m^3 ile 1 milyar m^3 arasında değiştiği görülmektedir. Havzanın yeraltına sızan ve net yüzeysel su miktarının toplamı havzanı kullanılabilir su miktarını oluşturmaktadır. Buna göre havzanın kullanılabilir toplam su potansiyeli ise 1,1 milyar m^3 ile 1,3 milyar m^3 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 4.8).

Aksu Çayı Havzası'nın su potansiyeli ile ilgili yapılan tüm hesaplamalar havza içerisinde sınırlı sayıdaki meteoroloji istasyonları verilerine göre hesaplanmıştır. Oysa Aksu Çayı Havzası özellikle kuzey kesimlerde oldukça dağlık ve engebeli bir topografya özelliği gösterir. Özellikle bu dağlık ve engebeli alanlarda meteoroloji istasyonları oldukça azdır. Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) doğru bir yağış ölçümü için her 25 km^2'ye bir meteoroloji istasyonu kurulmasını tavsiye etmektedir (Gönenç, 2006:75). Ancak Aksu Çayı Havzası için alansal ortalama yağış hesaplamasında kullanılan en çok istasyon sayısı 9'dur. Buna göre havza alanı düşünüldüğünde her istasyonun temsil alanı yaklaşık 384 km^2'dir. Bu alan, WMO'nun bir istasyon için belirtmiş olduğu alanın çok üzerindedir. Bu anlamda havzada yeni meteoroloji istasyonlarının kurulması ve çoğalması ile istasyonların temsil alanları ne

kadar daraltılır ise bu istasyon verilerine göre yapılan hesaplamalar da daha isabetli sonuçlar verecektir.

4.3. Kişi Başına Düşen Su Miktarına Göre Havzanın Su Varlığı

Bazı popüler su bilimi yayınlarında ve medyada bir bölgenin su varlığı açısından su zengini ya da su fakiri olduğu konusunda bazı sınıflamaların yapıldığı görülür. Bu sınıflamalarda genel olarak bölgenin toplam su miktarı bölgenin nüfus miktarına bölünür ve belli eşik değerler belirlenerek buna göre bir yerin *"su zengini"* ya da *"su fakiri*" olduğuna dair bir yargıya varılır. Fakat ekonomik ve sosyal kalkınma düzeyleri farklı olan iki ülke için kişi başına düşen su miktarı aynı olsa dahi bu göstergeler soyut ve genel olarak göreceli bir anlam taşır. Örneğin biri sanayileşmiş ve ekonomik olarak gelişmiş bir ülke ve diğeri ise tarımla geçinen ve ekonomik olarak gelişmekte olan iki ülke için düşünüldüğünde gelişmekte olan ülkelerde tarım teknolojilerinin gelişmediği ve tarım sektöründe sulama için daha çok suyu ihtiyacı duyulacağından bu durumda tarımla geçinen ülke daha dezavantajlı durumda olacaktır. Tüm bu tartışmalı taraflarına rağmen su kaynakları üzerindeki baskıyı ortaya koymak için uluslararası alanda birçok ülke tarafından kullanılan bazı su sınıflamaları vardır (Tablo 4.9- Tablo 4.10). Bu sınıflamalarda kullanılan eşik değerler konusunda herhangi bir uzlaşı yoktur (Bilen, 2009:56).

Tablo 4. 9: Falkenmark Göstergesi (European Environment Agency (EEA) 2004'ten Akt: Bilen, 2009).

Sınıflandırma	Su Varlığı (m^3/kişi/yıl)
Su Baskısı Yok	> 1700
Su Baskısının Başlaması	1700-1000
Yoğun Su Baskısı	1000-500
Yoğun Su Sorunlarının Yaşanması	< 500

Tablo 4. 10: Shiklomanov Göstergesi (Shiklomanov, 1991'den Akt: Bilen, 2009).

Sınıflandırma	Su Miktarı (m^3/kişi/yıl)
Olağanüstü az	< 1000
Çok az	1000-2000
Az	2000-5000
Vasat	5000-10000
Vasat üstü	10 000-20 000
Yüksek	20 000-50 000
Çok Yüksek	> 50 000

Falkenmark Göstergesi veya "*Standart Hidrolojik Gösterge"* olarak da adlandırılan bu göstergede daha çok temel ihtiyaçlar dikkate alınarak kişi başı ihtiyaç duyulan yıllık asgari su miktarı 1700 m^3/yıl/kişi olarak belirlenmiş ve buna göre bir sınıflama yapılmasını tavsiye etmektedir. Falkenmark, kurak ve yarı kurak iklim özelliklerinin görüldüğü ve orta düzeyde gelişmişlik seviyesine sahip bir ülke için kişi başına asgari içme ve kullanma suyunu 100 litre olarak belirlemiştir. Bunun yanında tarım ve sanayi suyu ihtiyacını ise içme ve kullanma suyunun 5 ile 20 katı olarak belirlemiştir. Falkenmark sınıflamasında kişi başına düşen suyun yıllık 1000 m^3 altına düştüğü ülkelerde ekonomik kalkınmayı ve refahı tehdit edeceği ve bazı sağlık sorunlarına neden olacağı ve bu değerin 500 m^3 altına düşmesi durumunda ise bu sorunların kronik hale gelerek daha ciddi boyutlarda sorunlara neden olacağı var sayılmıştır. Öte yandan Shiklomanov ise daha çok iklim koşullarını dikkate alarak brüt su potansiyeli üzerinden su arz imkanlarını ortaya koymaktadır. *Shiklomanov Göstergesi* sınıflamasında kullanılan eşik değerler kişilerin ihtiyaçlarından bağımsız olarak belirlenmiştir (EEA, 2004'ten akt: Bilen, 2009:57).

Aksu Çayı Havzası'nda 2020 yılı toplam nüfus miktarı ile farklı yöntemlere göre belirlenmiş olan alansal ortalama yağış miktarı üzerinden kişi başına düşen yıllık toplam su miktarı hesaplanmıştır (Tablo 4.11).

Tablo 4. 11: Aksu Çayı Havzası'nda Kişi Başına Düşen Yıllık Ortalama Su Miktarı

Alansal Ortalama Yağış Hesaplama Yöntemi	Toplam Su Potansiyeli (m^3)	Toplam Nüfus (2020 Yılı)	Kişi Başına Düşen Yıllık Su Miktarı (m^3)
Thiessen Pligon 1	1 263 187 800	886 709	1424,6
Thiessen Pligon 2	1 334 402 000	886 709	1504,9
Aritmetik Ortalama	1 338 550 400	886 709	1509,6
İzoheyt Yöntemi	1 141 847 100	886 709	1287,7

Aksu Çayı Havzası kişi başına düşen yıllık toplam su miktarı açısından incelendiğinde havzada kişi başına düşen yıllık toplam su miktarının en düşük 1287,7 m^3 ile 1504 m^3 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 4.11). Buna göre Aksu Çayı Havzası kişi başına düşen yıllık su miktarı bakımından Falkenmark Göstergesi 'ne göre *"Su Baskısının Başladığı"* bir havza konumundadır. Öte yandan Shiklomanov Göstergesi'ne göre ise Aksu Çayı Havzası su varlığı açısından "*Çok Az*" suyu olan bir

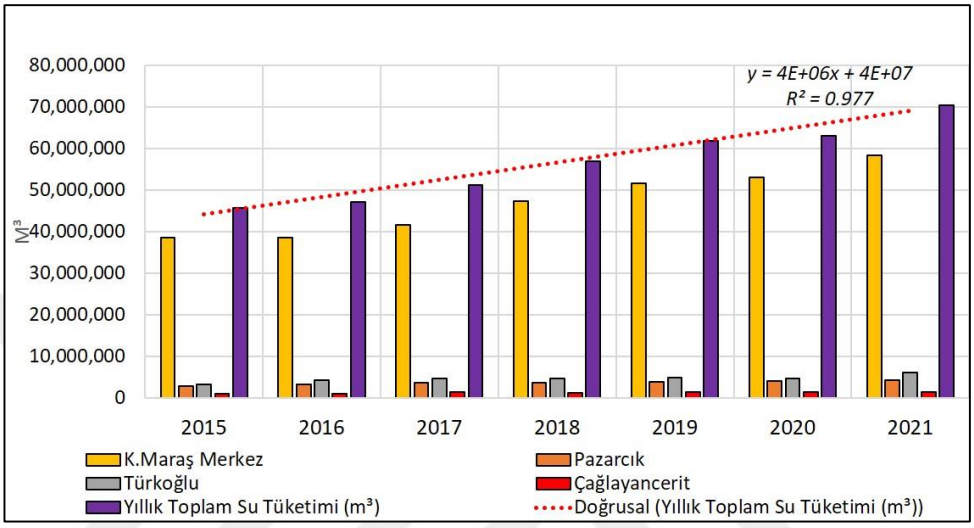
havza konumundadır. Dolayısıyla Aksu Çayı Havzası, her iki sınıflandırma açısından da incelendiğinde havzanın su varlığı açısından zengin olmayan bir havza olduğu görülmektedir. Aksu Çayı Havzası'nda yapılan su hesaplamalarında tüm su kaynaklarının kullanılabilir nitelikte temiz olduğu var sayılmaktadır. Oysa Aksu Çayı Havzası su kirliliği konusunda ciddi sorunların yaşandığı bir havzadır. Bu nedenle kirlenmiş suların insanlar tarafından kullanılamayacağı düşünüldüğünde Aksu Çayı Havzası'nın gerçek kullanılabilir net su varlığı açısından durumunun çok daha kötü bir durumda olduğu söylenebilir. Öte yandan 2065 yılı nüfus projeksiyonları düşünüldüğünde havzanın gelecekte çok daha ciddi sorunlarıyla karşı karşıya kalacağı öngörülmektedir.

4.4. Su Tüketimleri

Bir bölgedeki mevcut su tüketimi o bölgedeki gelecekte ortaya çıkacak olan su ihtiyaçlarının projeksiyonlarının belirlenmesi ve bu kapsamda geliştirilmesi gereken projelerin kapsam ve maliyetini belirleyen temel göstergelerden biridir. Su ihtiyaç projeksiyonlarının gelecekte ortaya çıkacak su tüketimlerinden daha az planlanması durumunda gelecekte su krizlerinin ortaya çıkmasına neden olur. Bu nedenle gelecekte ortaya çıkacak olan su ihtiyaçlarının doğru tahmin edilmesi bölgedeki su yönetimi planlamalarının sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. Su tüketimleri genel olarak dünya üzerinde toplam nüfus miktarı, nüfusun sosyo-ekonomik özellikleri, yaşam standardı, su okuryazarlık durumu, su sistemleri alt yapı yatırımlarının gerçekleştirilme durumu, kayıp kaçak durumu, bölgenin iklim özellikleri, yetiştirilen tarım ürünleri gibi birçok etkenden dolayı ülkelere göre farklılık gösterir. Bu yüzden su tüketimi konusu su yönetiminde hayatın her alanını ilgilendiren ve bu nedenle çok boyutlu bir şekilde ele alınması gereken konulardan birini oluşturur.

Su, dünya üzerindeki tüm canlıların yaşam garantisi olduğu için yerine kullanılacak alternatifi bulunmayan bir kaynaktır. Öte yandan su kaynakları üzerinde en büyük baskıyı oluşturan insanlardır. Su, insanın yaşamındaki her alanda ihtiyaç duyduğu bir doğal kaynak olması ancak buna karşın suyun doğada çok kısıtlı oranda bulunması nedeniyle su kaynaklarının korunması ve verimli bir şekilde kullanılması doğadaki yaşamın ve insanlığın gelecekte var olabilme mücadelesinin değişmez anayasasıdır.

Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (KASKİ)'ne bağlı Sayaç Okuma ve Tahakkuk Şube Müdürlüğü'nden elde edilen verilere göre 2015-2021 yılları arası dönemde Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan il ve ilçe merkezleri için tahakkuk edilen su miktarları grafik 4.10'da verilmiştir.



Grafik 4. 10: KASKİ Tarafından Havza İçerisindeki Merkezlere Tahakkuk Edilen Su Miktarlarının Yıllara Göre Dağılış (KASKİ Sayaç Okuma ve Tahakkuk Şube Müdürlüğü verilerine göre hazırlanmıştır).(Not: Havza içerisinde yer alan Gölbaşı ilçe merkezine ait verilere ulaşılamadığı için kullanılamamıştır.)

KASKİ verilerine göre havza içerisinde yer alan merkezlerin su tüketimi dikkate alındığında 2015 yılında merkezlere tahakkuk edilen toplam su miktarı 45,6 milyon m^3'tür. Tüketilen toplam suyun % 84,2'si Kahramanmaraş şehir merkezi tarafından tüketilmektedir. Kahramanmaraş şehir merkezini oluşturan Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçeleri dikkate alındığında şehir merkezinde toplam su tüketiminin % 49,1'i Dulkadiroğlu ilçesinde ve % 50,1'i ise Onikişubat ilçelerinde tüketilmiştir. Havzadaki diğer ilçelerin toplam tüketim içerisindeki oranlarına bakıldığında Türkoğlu ilçesi % 7,2, Pazarcık ilçesi % 6,4 ve Çağlayancerit ilçesi ise % 2'dir (Grafik 4.10). Dolayısıyla havza içerisinde Kahramanmaraş şehir merkezinin su tüketimi konusundaki payı çok yüksektir. 2021 yılına gelindiğinde ise havza içerisindeki yerleşim merkezlerindeki toplam su tüketilen su miktarı 2015 yılına göre % 65 artış göstererek toplam 70,2 milyon m^3'e ulaşmıştır. 2021 yılı toplam su tüketimindeki merkezlerin tüketim oranlarına bakıldığında Kahramanmaraş şehir merkezi % 83, Türkoğlu ilçesi % 8,7, Pazarcık % 6,2 ve Çağlayancerit ilçesi ise % 1,9'dur. Havza içerisinde yer alan merkezleri için 2015-2021 yılları arasında tahakkuk edilen su

miktarları dikkate alındığında 2015 yılından 2021 yılına gelindiğinde toplam su tüketimleri Kahramanmaraş şehir merkezinde % 66, Pazarcık ilçesinde % 67, Türkoğlu ilçesinde % 54, Çağlayancerit ilçesinde ise %68 oranında artış olduğu görülmektedir (Grafik 4.10).

Havza içerisindeki ile ve ilçe merkezlerine göre şebekeye verilen içme suyu debileri tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4. 12: İl ve İlçe Merkezlerine Verilen İçme Suyu Debileri (KASKİ, 2015)

İlçe Adı	**Debi (l/s)**
K.Maraş Merkez	2700
Türkoğlu	90
Pazarcık	135
Çağlayancerit	65
Gölbaşı*	-
Toplam	2990
** 2015 yılı Su Tahakkuk verilerine ulaşılamamıştır.* *Not: Güncel verilere ulaşılamamıştır.*	

KASKİ verilerine göre yapılan hesaplama göre havza içerisindeki il ve ilçe merkezlerine verilen toplam su miktarı toplam 94,3 milyon m^3'tür (Tablo 4.12). KASKİ, *Sayaç Okuma ve Tahakkuk Şube Müdürlüğü*'nden elde edilen verilere göre ise 2015 yılı için tahakkuk edilen toplam su miktarı ise 45,6 milyon m^3 olduğu görülmektedir. Buna göre havzada içerisindeki sadece şehir merkezlerindeki içme suyu şebekelerindeki kayıp kaçak oranı % 48,3 oranında olduğu görülmektedir. Aksu Çayı Havzası'ndaki kırsal kesimlerde içme suyu şebekelerine verilen sular herhangi bir debimetreden geçirilmediği için kayıp kaçak oranları tam olarak bilinememektedir. Kırsal kesimdeki alt yapı özellikleri düşünüldüğünde kayıp kaçak oranlarının çok daha yüksek oranlarda olduğu söylenebilir. Ceyhan Havzası genelinde yapılan ölçümlerde yerleşmelerdeki su kayıp kaçak oranını % 20 ile % 75 arasında olduğu hesaplanmıştır. Ülkemizde ise içme suyu şebekelerine verilen sulardaki ortalama kayıp kaçak oranı ise % 51'dir (DSİ, 2017:8-266).

Havza içerisinde yer alan il ve ilçe merkezlerinin içme ve kullanma suyu ihtiyaçlarını karşıladıkları su kaynakları incelendiğinde havzada daha çok kaynak sularının kullanıldığı görülmektedir. Kaynak suları kirlilik sorunu olmaması nedeniyle

herhangi bir arıtma maliyeti ve suyun yeryüzüne çıkarılmasında herhangi bir enerji maliyeti olmadığı için kullanımının daha ekonomik olduğu söylenebilir. Bunun yanında havzada kaynak suları yanında yeraltı su kuyularının da kullanıldığı görülmektedir. Havzada içme ve kullanma suyu tüketiminde yüzey suyu kullanımının oldukça az olduğu görülmektedir. Havzadaki içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılandığı kaynaklara ait özellikler tablo 4.13'te verilmiştir.

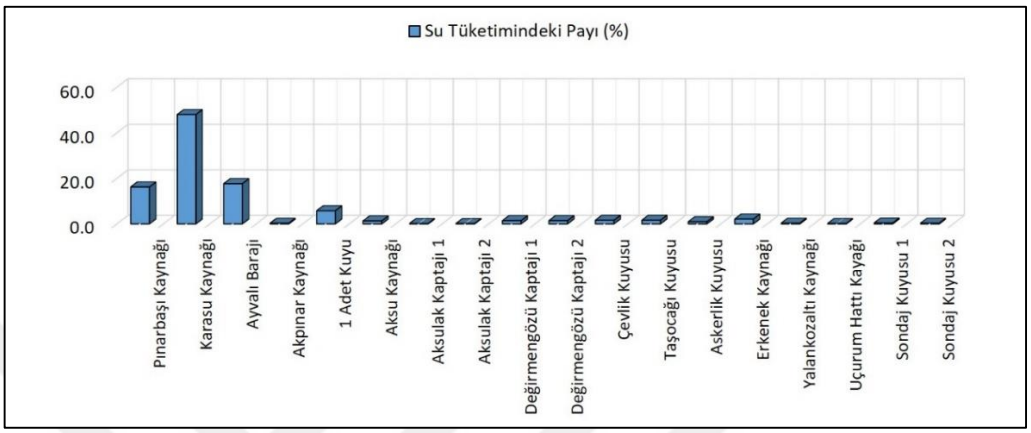
Tablo 4. 13: Havza İçerisindeki Merkezlerin Su İhtiyacını Karşıladıkları Su Kaynakları (DSİ, 2018:10-15).

		Kaynak Bilgileri	
	Kaynak Adı	**Verimlilik (l/s)**	**Alınan Su Miktarı (l/s)**
K.Maraş Merkez	Pınarbaşı Kaynağı	507,36	507,36
	Karasu Kaynağı*	1500	1500
	Ayvalı Barajı	551,75	551,75
Pazarcık	Akpınar Kaynağı	10	10
	1 Adet Kuyu	180	180
Çağlayancerit	Aksu Kaynağı	500-1000	41
	Aksulak Kaptajı 1	20-25	5
	Aksulak Kaptajı 2	20-25	5
	Değirmengözü Kaptajı 1	50-150	45
	Değirmengözü Kaptajı 2	50-150	45
Türkoğlu	Çevlik Kuyusu	80	50
	Taşocağı Kuyusu	60,2	50
	Askerlik Kuyusu	30	30
Gölbaşı	Erkenek Kaynağı*	500	67
	Yalankozaltı Kaynağı	2,5-14	10
	Uçurum Hattı Kayağı	6	6
	Sondaj Kuyusu 1	12	12
	Sondaj Kuyusu 2	10	10
	** Havza dışında yer almaktadır.*		

Havza içerisindeki merkezlere tablo 4.13'te verilen kaynaklardan alınan su debileri üzerinden yapılan hesaplamalara göre bu kaynaklardan yıllık toplam 98,6 milyon m^3 içme ve kullanma suyu temin edilmektedir. Toplam su temininde elde edilen suların kaynakları bakımından dağılış oranları incelendiğinde havzanın yıllık toplam içme ve kullanma suyunun % 18'sini yüzey suları, % 72'sini kaynak suları ve % 11'ini ise yeraltı su kuyularından elde edilen sular oluşturmaktadır (Tablo 4.13).

Havzada merkezler için en fazla içme ve kullanma suyu alınan kaynakların 1500 l/s ile Karasu Kaynağı, 551,7 l/s ile Ayvalı Barajı, 507,6 l/s ile Pınarbaşı Kaynağı

olduğu görülmektedir (Grafik 4.11). Bu üç kaynağın içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılanmasındaki payı % 82'dir. İçme ve kullanma suyu alınan diğer kaynakların toplam su ihtiyacının giderilmesindeki payı grafik 4.11'de verilmiştir.



Grafik 4. 11: Toplam Su Tüketiminde Su Kaynaklarının Oranları (DSİ verilerine göre hesaplanıştır).

Su kaynakları içerisinde toplam tüketimin % 82'sini karşılayan kaynaklardan Pınarbaşı ve Ayvalı Barajı Kahramanmaraş merkez ilçelerinden Dulakdiroğlu ilçe sınırları içerisinde yer alırken Karasu ise Aksu Çayı Havzası dışında olup Ceyhan Havzası'nda bulunmaktadır. Gölbaşı içme suyu kaynaklarından Erkenek kaynağı'da havza sınırları dışında Fırat Havzası'nda yer almaktadır Dolayısıyla Karasu ve Erkenek kaynaklarından alınan su ile Fırat Havzası ve Ceyhan Havzası'ndan Aksu Çayı Havzası'na su transferi gerçekleştirilmektedir. K.Maraş şehir merkezi, 1940'lı yıllarda su ihtiyacını Pınarbaşı kaynaklarından sağlarken 1962 yılında Kırkgöz ve Bahar Pınarı ve Büyükgöz kaynakları da kullanılmaya başlanmıştır. 1979 yılında iki adet su kuyusu (83/l) açılmış ve 1990 yılına gelindiğinde ise kuyu sayısı 33'e yükseltilmiştir. 2005 yılından itibaren Karasu kaynağının kullanıma alınması ile 33 kuyu kullanımına son verilmiştir. Ayrıca daha sonra 2010 yılından itibaren ise Ayvalı Barajı'ndan su almaya başlamıştır (DSİ, 2017:2-115). Şehir merkezindeki mevcut su kaynakları içme ve kullanma su ihtiyacını karşılamada yetersiz kaldığı için açılan yeraltı suyu kuyularından 440 l/s su alınarak şehrin içme suyu şebekesine ilave edilmektedir (KİÇDR, 2018:25). Şehir şebekesinden verilen sular içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılarken öte yanda havza için en önemli sorunlardan biri tarımsal sulama suyu ihtiyacıdır. Havzada Ayvalı Barajı ve Kartalkaya Barajı olmak üzere iki adet baraj yer almaktadır. Ancak barajlardan Ayvalı Barajı'nın suları Kahramanmaraş

şehir merkezi için Kartalkaya Barajı suları ise Gaziantep şehir merkezi için içme suyu olarak kullanılması nedeniyle bölgedeki çiftçiler tarımsal sulamada baraj sularından yeterince faydalanamamaktadır. Bu nedenle tarımsal sulama sorun çözmek için yeraltı su kuyuları açarak yeraltı suyu kullanımına yöneldikleri görülmektedir. *DSİ 20. Bölge Müdürlüğü, Yeraltı Suları Şube Müdürlüğü*'nden elde edilen verilere göre Aksu Çayı Havzası'nda 2019 itibariyle toplam açılan yeraltı su kuyusu sayısı 11 671'dir. Açılan kuyularının % 84'ü tarımsal sulama amaçlı açılan kuyulardır. Havzada 2015 yılı itibariyle açılmış olan kuyularının kullanım amaçları ve yıllık toplam su tahsis miktarları verilmiştir (Tablo 4.14).

Tablo 4. 14: Aksu Çayı Havzası'nda Kullanım Amaçlarına Göre Açılan Su Kuyuları (DSİ, 2015)*.

	Kuyuların Kullanım Amaçları				
	Hayvansal Sulama	İçme Suyu	Kullanma Suyu	Sanayi Suyu	Tarımsal Sulama
Narlı Alt Havzası	0	84	68	8	1349
Toplam Su Tahsisi (hm^3/yıl)	0	5.549	4.566	1.248	32.897
Maraş Merkez Alt Havzası	4	332	379	80	2791
Toplam Su Tahsisi (hm^3/yıl)	0.01	14.076	11.35	25.101	56.053
Türkoğlu Alt Havzası	0	24	10	1	252
Toplam Su Tahsisi (hm^3/yıl)	0	0.0025	0.008	1.734	9.97
Sağlık (Gavur) Alt Havzası	2	59	44	14	913
Toplam Su Tahsisi (hm^3/yıl)	0.007	8.16	0.343	4.298	34.628
Genel Toplam Kuyu Sayısı	6	499	501	103	5305
Genel Toplam Su Tahsisi (hm^3/yıl)	0.017	27.7875	16.267	32.381	133.548
	* Güncel verilere ulaşılamamıştır.				

Aksu Çayı Havzası içerisinde açılan su kuyularının kullanım amaçları incelendiğinde 5305 kuyu sayısı ile en çok tarımsal sulama amaçlı ve daha sonra 501 kuyu sayısı ile *"kullanma"* ve 499 kuyu sayısı ile *"içme suyu"* amaçlı kuyular açıldığı

görülmektedir. Açılan kuyular için DSİ tarafından toplam tahsis edilen su miktarı 210 hm^3/yıl'dır. Bu miktar şehrin toplam içme ve kullanma suyu miktarından daha fazladır. Kuyular içim tahsis edilen toplam suyun % 63,6'sını tarımsal sulama, % 15, 4'ü sanayi suyu ve % 7,8'i ise içme ve kullanma alanlarına tahsis edildiği görülmektedir (DSİ, 2015). Tarımsal sulamaya tahsis edilen suyum yüksek olması dikkat çekicidir. Dünya üzerinde de ülkemizde de en fazla su tüketilen sektörlerin başında tarım sektörü gelmektedir. Ülkemizde tarımsal sulamada kullanılan suyun toplam su tüketimindeki payı 2000'li yıllarda % 75 oranında iken 2023 yılında bu oranın % 64 seviyesine düşmesi beklenmektedir. Ülkemizin 2023 yılında toplam tarımsal sulamada kullanılacak su miktarının ise 72 milyar m^3'e ulaşması ön görülmektedir (OBKP, 2018:27). Ülkemiz için kullanılabilir toplam su miktarı 112 milyar m^3 olduğu düşünülürse tarımsal sulamanın toplam su tüketimindeki yükü daha iyi anlaşılacaktır. Bu durum özellikle su kaynaklarının verimli kullanılması konusunda tarımsal sulama teknikleri konusunda atılacak adımların ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Aksu Çayı Havzası içerisinde bulunan Maraş Ovası, Narlı Ovası ve Türkoğlu Ovası bulunması nedeniyle tarım arazileri açısından zengin bir havzadır. Ayrıca sahip olduğu iklim özellikleri nedeniyle çok sayıda tarım ürü üretilebilen havzada yılda iki tarım ürünü alınabilmektedir. Bu yüzden tarımsal sulama suyunun yoğun olarak tüketildiği bir havzadır. Havzanın en büyük yerleşim merkezi olan ve havzadaki su tüketiminde en büyük paya sahip Kahramanmaraş ilinin iç ve dış ticaretinde tarım ürünleri ve tarıma dayalı sanayi ürüleri önemli yer tutmaktadır. 2018 yılında *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı* tarafından yayınlanan *Kahramanmaraş İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu*'na göre şehirde başlıca ticareti yapılan tarım ürünleri genel olarak buğday, arpa, mısır, çavdar ile sanayi bitkilerinden pamuk, şekerpancarı, ayçiçeği, kırmızıbiber üretilmektedir Ayrıca son zamanlarda soğan, sarımsak ve yer fıstığı üretimlerinin de yapıldığı görülür. Aynı raporda K.Maraş şehir merkezinin toplam nüfusunun % 42,1'inin tarım sektöründe çalıştığı belirtilmiştir. Bunun yanında havza içerisinde yer alan Çağlayancerit ilçesinde nüfusun % 80,9'unun, ve diğer ilçelerde ise nüfusun % 70-75 arasında tarımda çalışanlar oluşturduğu belirtilmiştir. Şehirde toplam 162,9 ha'lık bir tarım arazisi sulanabilmektedir. Sulanabilen tarım arazilerinin sadece % 25'i

DSİ tarafından devlet sulaması olarak gerçekleştirilirken geri kalan kısmı ise kooperatif ve halk sulaması oluşturmaktadır. Havzadaki sulanabilecek arazilerin ise sadece % 46'sı sulama imkanına kavuşmuş durumdadır (KİÇDR, 2018:23). Bu veriler bölgede hala çözüm bekleyen tarımsal sulama sorunlarının olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Havzadaki tarımsal sulama faaliyetleri yaygın olarak "*salma sulama*" teknikleri ile yapılmaktadır (Foto 4.1-Foto 4.2). Bu yöntemle yapılan sulamalar hem su tüketimini artırmakta hem de sulama verimliliğini azaltmaktadır. Örneğin gündüz saatlerinde tarımsal sulama yapılması durumunda buharlaşma kayıpları nedeniyle sulamanın randımanının % 40 oranında kaldığı görülmüştür (UÇEP,1997:31).



Foto 4. 1: Maraş Ovası'nda Salma Sulama İle Yetiştirilen Mısır Üretim Alanları



Foto 4. 2: Maraş Ovası'nda Mısır Üretiminde Uygulanan Salma Sulama Teknikleri

Havza içerisinde son zamanlarda tarımsal sulamada modern sulama tekniklerinden yağmurlama ve damlama sulama sistemlerinin de uygulanmaya başlandığı görülmektedir (Foto 4.3- Foto 4.4).



Foto 4. 3: Maraş Ovası'nda Yer Fıstığı Üretiminde Kullanılan Yağmurlama Sulama Sistemleri



Foto 4. 4: Narlı Ovası'nda Sebze Üretiminde Kullanılan Damla Sulama Sistemi

Modern sulama tekniklerinden "*yağmurlama*" ve "*damlama sulama*" teknikleri, "*salma sulama"* tekniklerine göre suyun daha verimli kullanıldığı sistemlerdir. Örneğin damla sulamada arazinin her yeri ıslatılmadığı için evaporasyon miktarı azalır. Bunun yanında damla sulamada yüzeysel akış gerçekleşmez ve suyun hareketi ise daha çok derine doğru sızma şeklindedir. Bu nedenle tarımsal sulamada su tasarrufu açısından en etkin yöntemlerden biridir (Hillel, 1988; Bucks, 1982; Musick, 1984; Akt: Baştuğ, 1995:349). Salma sulama ise genelde suyun çok olduğu ve eğimin az olduğu yerlerde daha az emek ile gerçekleştirilmesi nedeniyle çok fazla tercih edilen bir yöntemdir. Öte yandan damlama ve yağmurlama sistemlerinin

kurulabilmesi için öncesinde belli bir maliyet gerektirdiğinden çiftçiler tarafından bu nedenle pek tercih edilmemektedir. Tarımsal sulamada suyu tasarruf eden yöntemlerin yaygınlaştırılması su kaynaklarının verimli kullanılması açısından oldukça önemlidir. Aksu Çayı Havzası'nda son zamanlarda damlama ve yağmurlama sulama sistemlerinin geliştiği görülmektedir. Ancak bu yöntemlerin uygulandığı alanların daha çok salma sulama yapma imkanı olmayan arazilerde ve çok kısıtlı alanlarda uygulandığı görülmektedir. Bu nedenle havzada modern su tekniklerinin kullanımı su tasarruf bilincinden daha ziyade susuzluk sorunu çözmek amaçlı tercih edildiği görülmektedir. Bu nedenle havzanın su yönetiminin sürdürülebilirliği açısından sulama yöntemleri konusunda çiftçilerin bilgi ve becerilerini geliştirecek planlamaların yapılması su yönetimi açısından öncelikli konulardan birini oluşturmaktadır.

Su tüketiminde içme ve kullanma suları genel olarak yerel yönetimler tarafından m^3 cinsinden faturalandırıldığı için bu alandaki kullanımlar kayıp kaçak oranlarına rağmen genel olarak kayıt altına alınmaktadır. Ancak özellikle tarımsal sulamada yeraltı sularının kullanıldığı alanlarda su miktarı yerine daha çok enerji tüketimleri faturalandırıldığı için bu alandaki su tüketimlerinin ortaya konulması daha zordur. Su tüketiminde en yüksek paya sahip olan tarımsal sulama suyu tüketimlerinin detaylı bir şekilde ortaya konulamaması su yönetimi planlamaları açısından büyük bir sorundur. Özellikle tarım arazileri açısından zengin olan ve tarımsal sulamada daha çok yeraltı sularının kullanıldığı durumlarda bu durum daha belirgindir.

Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan DSİ 20. Bölge Müdürlüğü tarafından yeraltı su kuyularına ruhsat verilmesi uygulamasında her kuyu için kullanılabilecek belli bir su miktarı tahsis edilmektedir. Buna karşın ruhsat alan kuyuların toplam su tüketiminin tahsis edilen su miktarına göre ne kadar olduğuna dair herhangi bir ölçüm yapılmamıştır. Bu uygulama nedeniyle geçmişte uzun bir dönem, yeraltı sularının denetlenmesi tam olarak gerçekleştirilememiştir. Bu durumun önüne geçmek amacıyla 2011 yılında çıkarılan 27957 sayılı Resmi Gazete'de "*DSİ Yeraltı Suyu Ölçüm Sistemleri Yönetmeliği"* yayınlanmıştır. Bu yönetmelik ile yeraltı su kuyularına bir ölçüm sistemi zorunluluğunun getirilmesi ile kuyu sahiplerine tahsis edilen azami su miktarının ne kadarının kullanıldığının ölçülerek yeraltı su kullanımına yeni

denetimler getirilmiştir. Bu yönetmelik ile su tüketimi yanında aynı zamanda enerji kullanımının da sıkı bir denetim altına alınması ön görülmektedir. Su ve enerji tüketimini kontrol altına almayı öngören bu uygulama su yönetimi açısından önemli bir adım olsa da yönetmeliğin çıkarıldığı tarihten günümüze kadar olan dönemde tam olarak bu sistem uygulanamamıştır. Hala birçok yeraltı su kuyusunda ölçüm cihazı bulunmamaktadır. 16.03.022 tarihinde *Tarım ve Orman Bakanlığı* tarafından yayınlanan bir karar ile bu ölçüm sistemlerinin takılması için tanınan süre 2022 yılından itibaren 2 yıl süreyle daha uzatıldığı duyurulmuştur.

İçme ve kullanma suyunda doğrudan tüketilen su miktarı ödenirken yeraltı su kuyularında ise daha çok enerji tüketim bedelleri ödenmektedir. Bu alanlarda su tüketiminin genel olarak tüketenler için belli bir bedeli vardır. Bu durum bu alandaki su kullanımında genel olarak bir kontrol durumu olduğu söylenebilir. Ancak kaynak suları doğada kendiliğinden ortaya çıkması nedeniyle tüketici için gerek su miktarı gerekse herhangi bir enerji bedeli olmadığı için bu alandaki su kullanımı daha kontrolsüzdür. Bu nedenle insanların kaynak sularının kullanımında su tasarruf tedbirlerine pek riayet etmedikleri görülür (Foto 4.5).



Foto 4. 5: Kahramanmaraş Şazibey Camii'nde Lavabolardaki Kaynak Sularının Kullanımı

Kahramanmaraş şehir merkezinde yer alan tarihi camilerden biri olan Şazibey Camisi bahçesinde bulunan bir kaynak suyunun lavabolarda kullanımı konusunda asılmış olan uyarı tabelası bölgedeki su okuryazarlığı bilincini ortaya koyması bakımından dikkat çekicidir. Kaynaktan çıkan su herhangi bir depolama ya da başka

bir amaçla kullanıma sunulamadığı için kaynaktan çıkan sular, lavaboda kullanım olmadığı zamanlarda doğrudan şehrin kanalizasyonuna yönlendirilmektedir. Dolayısıyla gerek tarımsal sulamada uygulanan mevcut teknikler, gerekse sanayileşmenin su kaynakları üzerinde yarattığı kirlilik sorunları dikkate alındığında bölgede su kaynaklarının önemi konusunda farkındalığın yeterince gelişmemiş olduğu görülmektedir.

4.5.Su İhtiyaç Projeksiyonları

Bir bölgedeki nüfusun toplam su ihtiyacı ile eldeki mevcut su kaynakları arasında denge kurma çabası su yönetiminin en temel konularından biridir. Sürekli artan nüfus miktarı ile doğada oldukça kısıtlı olan su kaynakları üzerinde her geçen gün baskısını artırmaktadır. Su kaynakları üzerinde oluşan bu baskılar, yaşamın sürdürülebilirliği açısından geleceği tehdit eden en büyük tehlikelerden biridir. Bu yüzden su kaynakları üzerinde baskı kuran nüfus ile ilgili projeksiyonlar geliştirilerek buna göre gelecekte ortaya çıkacak su ihtiyaçlarının belirlenmesi büyük önem taşır. Su ihtiyaç projeksiyonları bölgenin su yönetimindeki sürdürülebilirliğin sağlanmasında planlamacılara yol gösteren bir rehber niteliğindedir.

Su, insan hayatının her alanında kullanılan bir kaynak olması nedeniyle su ihtiyaç projeksiyonları hazırlanırken su tüketimine etki eden tüm faktörlerin detaylı bir şekilde ortaya konulması gerekir. Ayrıca yalnızca nüfusun insan sayısı olarak nicelik yönünün değil bunun yanında zaman içerisinde değişen ekonomik faaliyetler, artan yaşam standartları ve buna bağlı olarak toplumun değişen tüketim alışkanlıkları gibi çok sayıda niteliksel durumun da dikkate alınması gerekir.

Aksu Çayı Havzası için gelecek su ihtiyaçlarının belirlenmesinde DSİ tarafından 2014 yılında onaylanan *"Ceyhan Havzası Nüfus ve Su İhtiyaç Tahmin Raporu"* verileri esas alınmıştır. DSİ tarafından geliştirilen su ihtiyaç projeksiyonlarında 2012 yılına ait il, ilçe ve belde belediyeleri ve köylerine ait nüfus verileri kullanılarak bu yerleşim yerleri için içme ve kullanma ile sanayi suyu ihtiyaçları dikkate alınmış ancak tarımsal sulama ihtiyaçları hesaplanmamıştır. İl ve ilçe merkezleri için ayrı ayrı hazırlana su ihtiyaç projeksiyonları, kırsal yerleşmeler için alt havzalar bazında gruplandırılarak toplam su ihtiyacı olarak verilmiştir. 2012'de

çıkarılan ve 12.11.2012'de yürürlüğe giren 6360 sayılı *"On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun"* ile birçok köy ve belediyenin tüzel kişiliği ortadan kaldırılarak bağlı oldukları ilçe merkezlerine bağlanarak mahalle statüsüne kavuşturulmuştur (DSİ, 2017:8-2). Kırsal yerleşmeler tüzel olarak ortadan kaldırıldığı için bu yerlere ait nüfuslar da ilçe merkezi nüfuslarına dahil edilmesi ile kırsal alandaki su tüketimleri de kent merkezlerindeki su tüketimleri içerisine dahil olmuştur. Dolayısıyla ilçe merkezlerinin toplam su ihtiyaç projeksiyonları kırsal kesim için ihtiyaç duyulan su talepleri ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Havza içerisinde yer alan il ve ilçe merkezlerinin 2012 yılı nüfus miktarı ve su tüketimleri dikkate alınarak DSİ tarafından 2065 yılına kadar olan dönem için yıllara göre geliştirilen kentsel su ihtiyaç projeksiyonları tablo 4.15'te verilmiştir.

Tablo 4. 15: Havza İçinde Yer Alan İl ve İlçe Merkezlerinin 2065 Yılı İçin Geliştirilen Su İhtiyaç Projeksiyonları (DSİ, 2017).

	Toplam Brüt Su İhtiyacı (hm^3/yıl)				
	Kahramanmaraş	Pazarcık	Türkoğlu	Gölbaşı	Çağlayancerit
2012	63,3	2,65	1,76	2,77	0,7
2015	64,7	2,82	1,86	2,72	0,82
2020	67,8	3,05	1,95	2,85	0,88
2025	71,6	3,28	2,05	2,99	0,95
2030	76,2	3,52	2,15	3,1	1,02
2035	81,5	3,77	2,26	3,2	1,1
2040	87,3	4,03	2,38	3,4	1,18
2045	93,8	4,31	2,51	3,5	1,26
2050	103,8	4,52	2,6	3,7	1,33
2055	114,5	4,75	2,7	3,9	1,39
2060	126,1	5	2,8	4,1	1,46
2065	138,7	5,26	2,91	4,3	1,53
Toplam	152,7 hm^3/yıl				

Havza içerisinde yer alan merkezlerin 2065 yılı için öngörülen toplam su ihtiyaçları dikkate alındığında en yüksek su ihtiyacı 138,7 hm^3/yıl ile Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçelerini kapsayan K.Maraş şehir merkezinde olacağı görülmektedir (Foto 4.6). Daha sonra en fazla su ihtiyacı sırasıyla Pazarcık ilçesinde 5,26 hm^3/yıl, Türkoğlu ilçesinde 2,9 hm^3/yıl, Gölbaşı ilçesinde 4,3 hm^3/yıl ve Çağlayancerit ilçesinde ise 1,5 hm^3/yıl olması beklenmektedir. Havzadaki kent merkezlerinin 2065 yılında toplam su ihtiyacının 152,7 hm^3/yıl olması tahmin edilmektedir (Tablo 4.15).



Foto 4. 6: Kahramanmaraş Şehir Merkezi (Onikişubat + Dulkadiroğlu İlçeleri)

2065 yılında ortaya çıkacak olan su ihtiyacının % 90,8'ini Kahramanmaraş şehir merkezi, % 3,4'ünü Pazarcık ilçe merkezi, % 2,8'ini Gölbaşı ilçesi, % 1,9'unu Türkoğlu ve % 1'ini ise Çağlayancerit ilçesi oluşturacaktır (Tablo 4.15).

Tablo 4. 16: Aksu Çayı Havzası'nda Alt Havzalara Göre Kırsal Yerleşmelerin 2065 Yılına Göre Su İhtiyaç Projeksiyonu (2018:10-17).

Alt Havza	2065 Yılı Toplam Su İhtiyacı (hm^3/yıl)
Narlı Alt Havzası	3,30
K.Maraş Alt Havzası	10,70
Türkoğlu Alt Havzası	0,88
Gavur Gölü Havzası	3,05
Toplam	17,93

Alt havzalara göre kırsal yerleşmelerin 2065 yılı toplam su ihtiyacı 17,93 hm^3/yıl'dır. 2065 yılında kırsal yerleşmeler için mevcut kullanmış oldukları su kaynaklarına ek olarak Kısık Barajı'ndan toplam 5,3 hm^3/yıl su alımı planlanmaktadır. Buna göre havzada 2065 yılında kentsel ve kırsal yerleşmeler için toplam içme suyu ihtiyacının 170,6 hm^3 olacağı tahmin edilmektedir (Tablo 4.16).

Tablo 4. 17: Havza İçerisinde Yer Alan Merkezlerin 2065 Yılı Projeksiyonuna Göre Gelecekte Kullanılmaya Devam Edilecek Olan Su Kaynakları ve Ortaya Çıkacak Olan Fazladan Su Taleplerini Karşılayacağı Kaynaklar (DSİ, 2018:10-15).

	2065 Projeksiyonuna Göre Gelecekte Su Temini Edilmeye Devam Edilecek Kaynaklar	Verimlilik (l/s)	Alınan Su Miktarı (l/s)	Gelecekte Su Tahsisi Talep Edilecek Kaynaklar ve Su Miktarı (hm^3/yıl)
K.Maraş Merkez	Pınarbaşı Kaynağı	507,36	507,36	Kısık Barajı 9,15
	*Karasu Kaynağı	1500	1500	Menzelet Barajı 94,60
	Ayvalı Barajı	551,75	551,75	
Pazarcık	Akpınar Kaynağı	10	10	Kısık Barajı 3,82
	1 Adet Kuyu	180	180	
Çağlayancerit	Aksu Kaynağı	500-1000	41	-
	Aksulak Kaptajı 1	20-25	5	
	Aksulak Kaptajı 2			
	Değirmengözü Kaptajı 1	50-150	45	
	Değirmengözü Kaptajı 2	50-150		
Türkoğlu	Çevlik Kuyusu	80	50	Kısık Barajı 2,47
Gölbaşı	Erkenek Kaynağı	500	67	4,37

Havza içerisinde yer alan merkezler içerisinde Kahramanmaraş şehir merkezinin mevcut su kaynakları ile 2065 yılında ortaya çıkacak olan su ihtiyacına cevap veremeyeceği tahmin edilmektedir. Bu durumda 2065 yılı için ortaya çıkacak olan fazla su taleplerinin karşılanmasında gelecekte havza içerisinde yapılması planlanan Kısık Barajı'ndan 9,15 hm^3/yıl ve günümüzde faaliyette olan ve hava dışında yer alan Menzelet Barajı'ndan ise 94 hm^3/yıl su alımı yapılması planlanmaktadır. Bunun yanında 2065 yılında Pazarcık ilçe merkezi için 3,82 hm^3/yıl ve Türkoğlu ilçe merkezi için ise 2,47 hm^3/yıl çıkacak olan fazla su ihtiyaçlarının da Kısık Barajı'ndan sağlanması planlanmaktadır (Tablo 4.17).

Havza içerisinde yer alan ve gelecekte kurulması planlanan büyük ölçekli tesislerden Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) ve Küçük Sanayi Siteleri (KSS) için geliştirilen su ihtiyaç projeksiyonları tablo 4.18'de verilmiştir.

Tablo 4. 18: Havza İçerisinde Faaliyette Olan ve Gelecekte Yapılması Planlanan Sanayi Bölgeleri İçin Geliştirilen Su İhtiyaç Projeksiyonları (DSİ, 2018: 10-6).

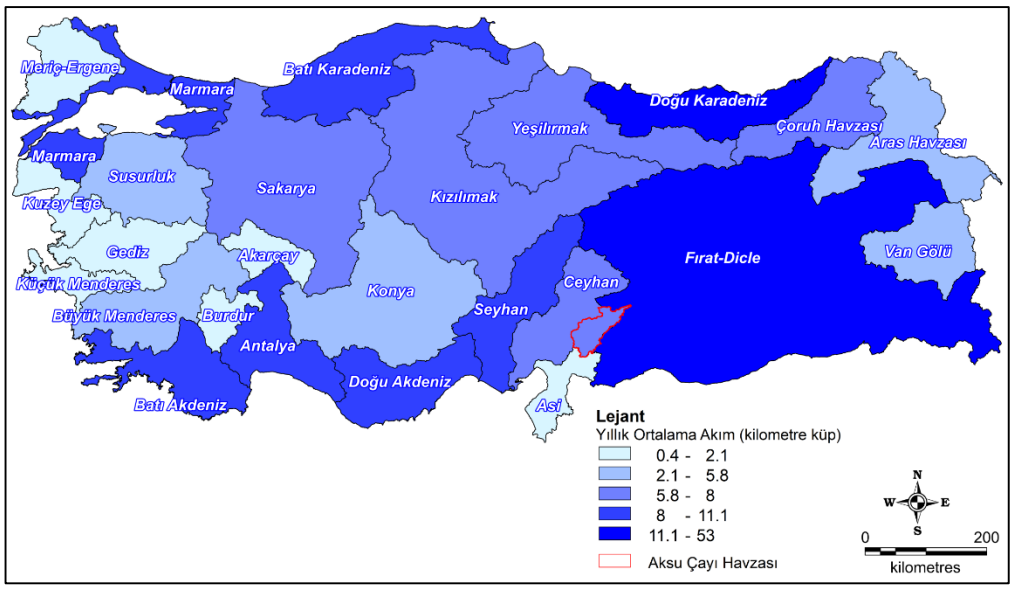
(hm^3/yıl)	Yıl	K.Maraş* OSB	Pazarcık Narlı KSS	Türkoğlu OSB	Tomsuklu** OSB	Toplam Tüketim
Proses Suyu Tüketimi	2025	1.520	0.033	0.217	12.705	14.474
	2030	1.520	0.035	0.278	13.518	15.351
	2035	1.520	0.038	0.339	14.383	16.28
	2040	1.520	0.041	0.399	15.303	17.264
	2045	1.520	0.044	0.46	16.283	18.307
	2050	1.520	0.047	0.521	17.325	19.413
	2055	1.520	0.047	0.521	18.434	20.522
	2060	1.520	0.047	0.521	19.614	21.702
	2065	1.520	0.047	0.521	21.71	23.798
İçme Suyu Tüketimi	2025	0.280	0.009	0.046	0.217	0.551
	2030	0.280	0.011	0.059	0.23	0.58
	2035	0.280	0.013	0.071	0.245	0.609
	2040	0.280	0.014	0.084	0.261	0.639
	2045	0.280	0.016	0.097	0.278	0.671
	2050	0.280	0.018	0.11	0.295	0.703
	2055	0.280	0.018	0.11	0.314	0.722
	2060	0.280	0.018	0.11	0.334	0.742
	2065	0.280	0.018	0.11	0.37	0.778
Toplam Tüketim	2025	1.800	0.042	0.263	12.921	15.025
	2030	1.800	0.046	0.336	13.748	15.931
	2035	1.800	0.051	0.41	14.628	16.889
	2040	1.800	0.056	0.483	15.564	17.903
	2045	1.800	0.06	0.557	16.56	18.978
	2050	1.800	0.065	0.631	17.62	20.116
	2055	1.800	0.065	0.631	18.748	21.244
	2060	1.800	0.065	0.631	19.948	22.444
	2065	1.800	0.065	0.631	22.08	24.576
	** Havza dışında yer almaktadır. **Planlama aşamasındadır.*					

Kahramanmaraş şehir merkezi sanayinin geliştiği bir şehrimizdir. Bu nedenle su tüketiminde sanayi suyu kullanımı da önemli bir yer tutmaktadır. DSİ tarafından geliştirilen 2065 yılı projeksiyonuna göre sanayi alanında 2065 yılında toplam 24,7 hm^3/yıl su tüketiminin gerçekleşeceği tahmin edilmektedir (tablo 4.18).

DSİ tarafından geliştirilen su ihtiyacı projeksiyonları hayatın olağan akışı ve gelişimi göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalardır. Dolayısıyla tüm tahminlerdeki hesaplamalar gelecek yıllarda ortaya çıkacak olan savaş, deprem, pandemi vs gibi ekstrem durumların yaşanmayacağı varsayımına dayanmaktadır. Ancak 6 Şubat tarihinde yaşanan depremlerle nedeniyle Kahramanmaraş il merkezi ve diğer ilçe merkezlerinde ekonomik ve demografik şartlar ciddi zarar görmüştür. Bu nedenle nüfus projeksiyonunda olduğu gibi su ihtiyaç projeksiyonlarının da bölgede deprem sonrası oluşacak yeni demografik şartlara göre yeniden güncellenmesinde fayda görülmektedir.

4.6. Havzalar Arası Su Transferleri

Dünya üzerinde iklim özellikleri nedeniyle su kaynakları potansiyeli düzensiz bir dağılış gösterir. Bunun yanında sosyo-ekonomik özellikler nedeniyle dünya üzerinde nüfusun dağılışı da düzensizdir. İklim özelliklerinin kurak olduğu bölgelerde nüfus miktarı fazla olan ülkeler yer alabilirken öte yandan yağış miktarı fazla olan iklim bölgelerinde ise nüfusu az olan ülkeler yer aldığı görülmektedir. Bu nedenle su kaynakları ile nüfusun dağılışındaki düzensizlikler su yönetiminin en önemli problemlerinden birini oluşturmaktadır. Ülkemizde de farklı iklim özelliklerinin görülmesi nedeniyle, su potansiyelinin ülke geneline dağılışı düzensizdir (Harita 4.4).



Harita 4. 4: Türkiye'de Hidrolojik Havzalara Göre Su Potansiyellerini Dağılışı (UHYS, 2014'den düzenlenmiştir).

Orman ve Su İşleri Bakanlığı (2012) verilerine göre, ülkemizde yer alan 25 hidrolojik havzanın yıllık ortalama akım özellikleri incelendiğinde ülkemizdeki toplam akımın % 52,5'inin Fırat-Dicle Havzası (% 28,5), Doğu Karadeniz Havzası (% 8,0), Antalya Havzası (% 5,9), Batı Karadeniz (5,3) ve Batı Akdeniz Havzası (% 4,8) olmak üzere toplam 5 hidrolojik havzada gerçekleştiği görülmektedir. Toplam akımın % 52,5'ine sahip olan bu hidrolojik ülkemizin alan olarak yalnızca % 35,8'ini kaplamaktadır. Dolayısıyla ülkemizde geri kalan 20 hidrolojik havza ülkemizin % 64,2'sini kaplamasına rağmen toplam akımın sadece % 47,5'ine sahiptir (UHYS, 2014:4). Havzalar arasındaki su potansiyeli farklılığı bu havzalardaki nüfusun dağılış düzensizliği ile birleştiğinde su konusunda yaşanan sorunları daha da ciddi boyutlara taşımaktadır.

Geçmişte yerleşim kurmak için su kaynakları yakınına giden insanlar su kaynakları kıyısında kurmuş oldukları yerleşmelerin belli bir zaman sonra nüfus artışı nedeniyle büyümesi veya iklim değişiklikleri gibi nedenlerden dolayı su kaynakları yetersiz hale gelmeye başlamıştır. Böylece daha önce su kaynakları yakınına giden insanoğlu daha sonra yöntem değiştirerek bu defa başka yerlerdeki su kaynaklarını yerleşmelerin olduğu bölgelere kendi yakınlarına getirme fikri ile ilk havzalar arası su transferlerinin ortaya çıktığı söylenebilir. Öyleki ülkemizde yer alan birçok su kemeri ve su kanalları bu görüşü doğrular niteliktedir. Wessel (1991)'e göre su transferleri insanlık medeniyeti var olduğundan beri uygulanmaktadır.

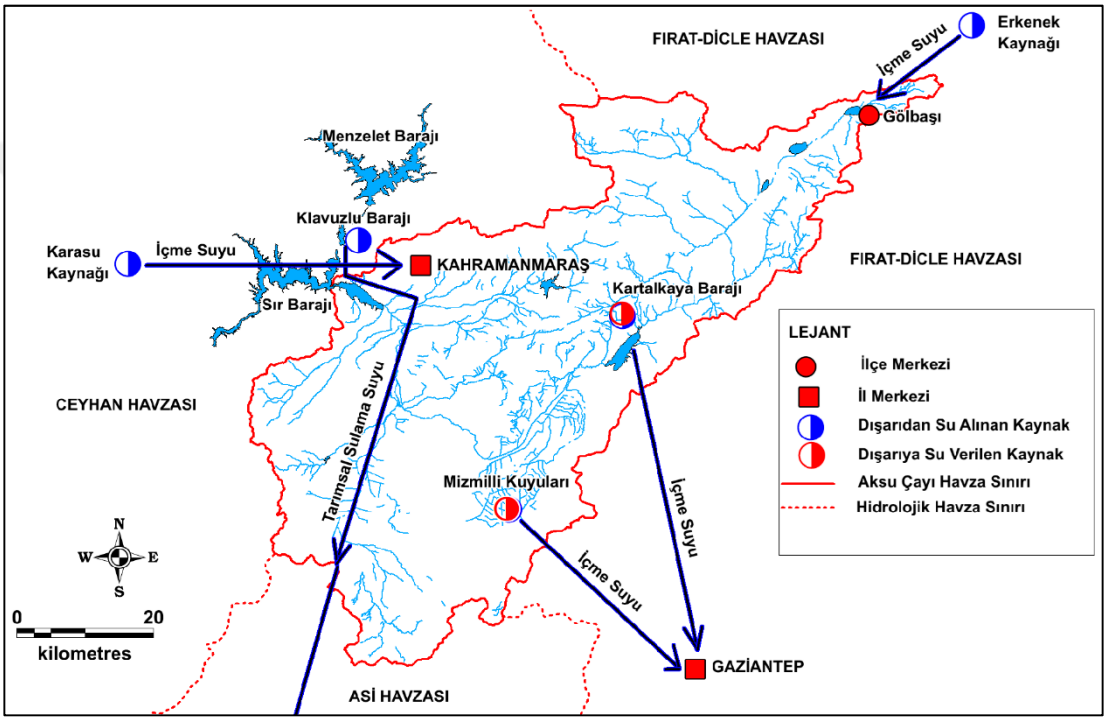
Havzalar arası su transferi genel olarak suyun insan faaliyetleri ile kanal, kemer ya da boru hatları vb. gibi bir sistem ile bir havzadan alıp başka bir havzaya taşınmasıdır. Öyleki karalarda su tankerler ile ya da denizlerde "*medusa bag"* denilen büyük balonları yardımıyla su transferlerinin yapıldığı da görülmüştür (Maden, 2013:107). Su transferleri, bir havzanın kendi içerisinde bir yerden başka bir yere olabileceği gibi bir havzadan başka bir havzaya veya bir ülkeden başka bir ülkeye şeklinde de olabilir. Dünya üzerinde artan nüfus ile birlikte nüfusu milyonları aşan büyük metropollerin ortaya çıkmasıyla su ihtiyaçları daha artmış ve gelişen teknoloji sayesinde daha profesyonel yöntemler kullanılarak çok daha uzak mesafeler arası su transferleri gerçekleştirilmektedir. Örneğin ülkemizde uygulamaya Konya Ovası Projesi (KOP), Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) projeleri bu anlamda başlıca

örneklerdir. Havzalar arası su transferleri her ne kadar su ihtiyacı olan bölgeler için su sorunları için kısa vadede bir çözüm olarak görülse de dikkat edilmediği takdirde transfer edilen suyun alındığı bölgeler için ekolojik ve sosyo-ekonomik sistemler için sorunlara da neden olabilir. Bu nedenle havzalar arası su transferi yapılacak durumlarda bazı temel ilkeleri dikkate almak gerekir. Örneğin su sıkıntısı çeken havzada su tasarruf tedbirlerinin uygulanıp uygulanmadığına bakılmalı ve buna rağmen su sıkıntısı çekilecekse su transferi yapılmalıdır. Su tasarruf tedbirleri uygulanmadan doğrudan su transferi yapılmamalıdır. Öte yandan suyun alınacak olduğu havzada çevresel ekosistem su ihtiyacı belirlenerek, ekolojik kalitesinde bozulmaların yaşanmamasına ve havzanın gelecekteki ekonomik gelişiminde bir sorun yaratmamasına dikkat etmek gerekir (Karakaya ve Gönenç, 2006:81).

Havzalar arası su transferlerinde en temel tartışma konularından biri su hakkıdır. Su alınan havzalarda suyun başka havzalara transferi sonucu meydana gelen olan ekonomik kayıplar nedeniyle suyun kullanımı konusunda bazı çatışmalara yol açmaktadır. Ayrıca havzalar arası yüzey sularının transferinde ortaya çıkabilecek çevresel sorunların engellenmesi amacıyla çıkarılan bazı yasal düzenlemeler de mevcuttur. Örneğin Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği'nde "*doğal nitelikli sulak alanların ekolojik karakterini ve fonksiyonlarını olumsuz yönde etkileyecek ölçüde su alınamaz"* ifade yer almaktadır. Ancak bu konuda söz konusu su miktarının nasıl belirleneceği ve bunun için hangi metotların kullanılacağı açıkça belirtilmemiştir. Öte yandan yeraltı sularının transfer edilmesi ÇED yönetmeliği kapsamında değildir (Karakaya ve Karakaya, 2008:115). Dolayısıyla ülkemizde havzalar arası su transferleri konusunda ki düzenlemelerde hala bir takım belirsizlikler mevcuttur. Örneğin gelecekte ortaya çıkacak olası bir kuraklık döneminde suyun alındığı havzada da su ihtiyacı ortaya çıkması durumunda suyun kullanım önceliğinin hangi şartlara göre ve kime verileceği sorusunun cevabı belirsizdir. Bu belirsizlikler, havzalar arası su transferleri yapılırken öte yanda su alınan başka bir havzadaki su sorunlarına neden olabilir. Bu durum havzalarda yaşanan su sorunlarına çözüm olmaktan daha ziyade yaşanan su sorunlarının başka bir havzaya transfer edilmesine yol açacaktır.

Aksu Çayı Havzası gerek kendi içinde su ihtiyaçlarını karşılamak için Ceyhan Havzası'ndan ve Fırat-Dicle Havzası'ndan Aksu Çayı Havzası'na ve gerekse başka

havzaların su ihtiyacının karşılanması amacıyla Aksu Çayı Havzası'ndan Fırat-Dicle ve Asi Havzalarına olmak üzere birçok su transferi projelerinin gerçekleştirildiği görülür. Havzalar arası gerçekleştirilen su transferlerinin amaçlarına bakıldığında genel olarak içme suyu amaçlı su transferlerinin daha yaygın olduğu görülür. Bunun yanında tarımsal sulama suyu ihtiyacının karşılanmasına yönelik su transferinin yapıldığı da görülür (Harita 4.5).



Harita 4. 5: Aksu Çayı Havzası'nda Havzalar Arası Su Transferleri

Havzalar arası su transferleri doğrudan Aksu Çayı Havzası ile diğer havzalar arasında olması yanında bazı su transferlerinin ise geçiş güzergâhında yer almaktadır. Örneğin Ceyhan Havzası'nda yer alan Kılavuzlu Barajı'ndan alınan suların Asi Havzası'na su transferi, Aksu Çayı Havzası içerisinden geçirilen su kanalları ile gerçekleştirilmektedir. Bu anlamda Aksu Çayı Havzası havzalar arası su transferinde bölgede önemli bir kavşak noktasında yer almaktadır.

Aksu Çayı Havzası'nda gerçekleştirilen havzalar arası su transferleri ayrı ayrı ele alınarak incelenmiş bu su transferleri, havzanın su yönetimi açısından değerlendirilmiştir.

4.6.1. Ceyhan Havzası'ndan Aksu Çayı Havzası'na Yapılan Su Transferleri

Ceyhan Havzası'ndan Aksu Çayı Havzası'na yapıla iki su transferi projesi yer almaktadır. Bunlar içme suyu amaçlı geliştirilen Karasu Projesi ile diğer yandan Kılavuzlu Barajı'ndan tarımsal sulama suyu temini amaçlı yapılan transferler oluşturmaktadır.

Karasu Projesi, Kahramanmaraş'ın Andırın ilçesine bağlı Torlar ve Gökgedik köyleri arasında Değirmenözü mevkiinden doğar ve Körsulu Deresi'ne akış gösterir. Kaynak suları 53 km'lik bir boru hattı ile Kahramanmaraş şehir merkezine taşınmaktadır. Yükseklik olarak 935 metre kotunda bulunan kaynağın suları Kahramanmaraş şehir merkezinde 720 metre kotundaki depolara cazibe yolu ile gelmektedir. Kaynağın yıllık su kapasitesi 63 milyon m^3'tür. Yapılan laboratuvar analiz sonuçlarına göre kaynak suları arıtmaya gerek duyulmadan kullanılabilecek düzeyde temiz olduğu görülmüştür. 2005 yılından itibaren şehre içme suyu veren Karasu kaynağının kullanıma alınması ile daha önceden şehre içme suyu veren 33 adet yeraltı su kuyusunun kullanımına son verilmiştir. Böylece şehrin içme suyu temininde ciddi oranda enerji tasarrufu yapılmasını sağlamıştır. Bunun yanında Karasu kaynağının sularının iletim hattı üzerinde bir HES kurularak ayrıca 13GWh/yıl firm elektrik üretimi gerçekleştirilmeye başlanmıştır (DSİ, 2017:2-116).

Ceyhan Havzası'ndan Aksu Çayı Havzası'na gerçekleştirilen bir diğer su transferi ise Ceyhan Nehri üzerinde inşa edilen Kılavuzlu Barajı'ndan tarımsal sulama suyu alınması şeklinde gerçekleştirilmektedir (Foto 4.7). Aslında burada kullanılan sular, Kılavuzlu Barajı'nın hemen kuzeyinde yer alan ve yine aynı akarsu üzerinde kurulmuş olan Menzelet Barajı'nın sularıdır (Foto 4.8). Kılavuzlu Barajı burada adeta bir regülatör işlevinde kullanılmaktadır. Kılavuzlu Barajı toplam yağış alanı 8 486 km^2, yıllık ortalama akımı 2 169 hm^3 ve aktif hacmi ise 69 hm^3'dür. Normal su alma kotu 485,5 m olan baraj bulunduğu kotu sayesinde toplam 16 869 ha'lık alanı cazibe ile sulama imkanına sahiptir. Kılavuzlu Sulaması'nın ilk etabını oluşturan K.Maraş Merkez Ovası için 9 368 ha'lık alanın sulama şebekesine ve Kılavuzlu Sulamasının (KS) ana iletim kanalından 80 m^3/s sulama suyu verilmektedir (Foto 4.9). 1998 yılında inşaatına başlanan bu kanal ile Kılavuzlu Barajı'nın suları İslahiye Ovası'na kadar

yaklaşık 85 km'lik bir mesafeye kadar taşınır (DSİ, 2017:2-102). Bu mesafenin 66 km'lık bir bölümü Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alır.



Foto 4. 7: Ceyhan Nehri Üzerinde Kurulmuş Olan Kılavuzlu Barajı



Foto 4. 8: Menzelet Barajı



Foto 4. 9: Kılavuzlu Sulama Sisteminin Ana İletim Hattı (Türkoğlu Ovası).

Kılavuzlu Barajı'ndan alınan sular, Kahramanmaraş şehir merkezinin hemen güneyinden doğu yönüne doğru akış gösteren ana iletim kanalı, şehir merkezinden itibaren güney yönüne dönerek havzanın önemli tarım alanlarını oluşturan Maraş

Ovası ve Türkoğlu Ovası tabanından geçerek Nurdağı'nın hemen doğusunda havza sınırları dışına çıkar. Çoğunlukla açık kanal sistemi ile taşınan sular ova tabanında yer alan ofiyolitlerden oluşan bazı tepelik alanları tünellerle geçiş yapar. Havzadaki en önemli sorunlardan biri olan tarımsal sulama suyu ihtiyacının giderilmesinde bu sulama kanallarının büyük katkısı vardır. Sulama kanalları sayesinde daha önceki dönemlerde sulama imkanı olmayan birçok arazi, sulama imkanına kavuşmuş ve çiftçilerin ikinci ürün ekimi yapabilme imkanına kavuşmuştur (Foto 4.10).

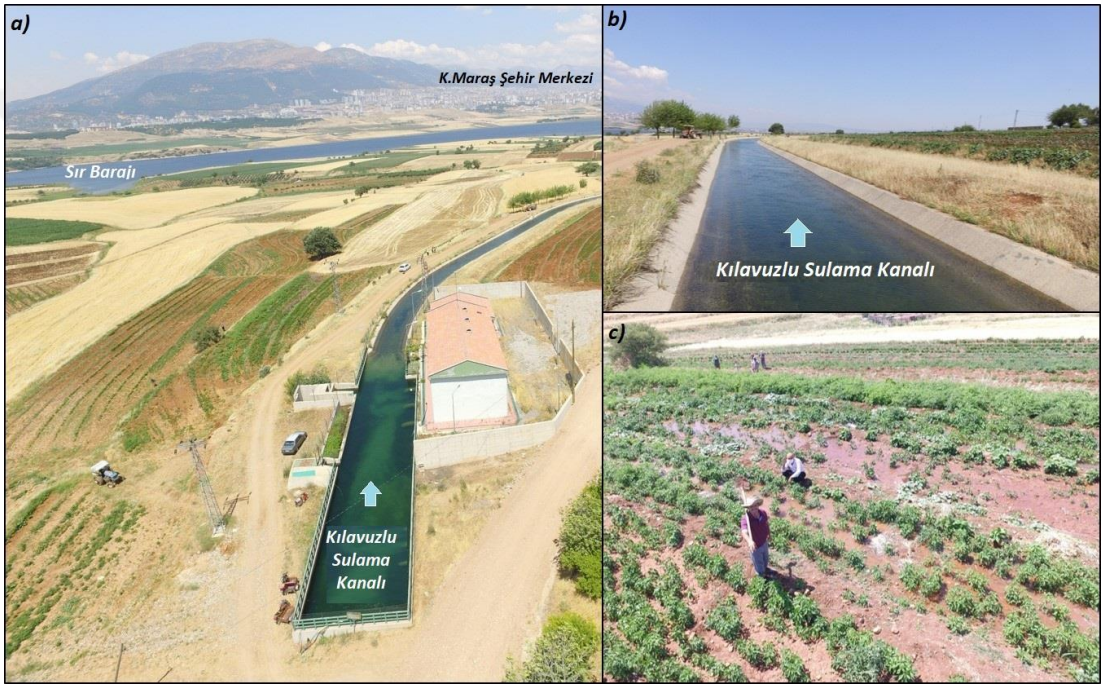


Foto 4. 10: Kılavuzlu Sulaması İle Yüzey Sulamasına Kavuşan Cüceli Köyünde Biber Üretimi Yapan Çiftçiler

Sulama kanalları sayesinde daha önceki dönemlerde yeraltı su kuyuları ile sulama yapılan birçok yerde yüzey suyu sulamasına geçilmiş ve yeraltı su kullanımları önemli ölçüde tasarruf edilmesini sağlamıştır. Aynı zamanda çiftçiler için kuyuların işletilmesi esnasında ortaya çıkan enerji masrafların da ortadan kalkması çiftçilerin ekonomik olarak büyük yararlar sağlamıştır.

Tarımsal sulamada yoğun yeraltı suyu kullanılan bölgelerde tarımsal sulamada yüzey sularına geçilmesi ile bölgedeki köylülerin aktardığına göre bölgenin hidrolojik sistemlerinde önemli değişimler ortaya çıkmıştır. Örneğin Kahramanmaraş'ın hemen güneyinde yer alan ve yoğun olarak yeraltı suyu kullanarak Maraş Ovası'nda tarım

yapan ve yılda iki ürün alan Selimiye Mahallesi (köyü) yer alır. Bu köydeki çiftçilerinin aktardığına göre yeraltı su kuyularının çalıştırıldığı dönemde, köyün yakınında bulunan akarsulardan Deliçay'ın yaz mevsiminde tamamen kuruduğu görülürken bölgenin Kılavuzlu Sulaması'na kavuşması ile (Foto 4.11) çiftçilerin tarımda yeraltı suyu yerine yüzey sularını kullanmaya başlaması sonucu Deliçay sularının yaz aylarında da akış göstermeye devam ettiği belirtilmiştir. Ayrıca Deliçay'daki suyun yaz aylarındaki akmaya başlaması ile bölgede bazı sucul kuşların da görülmeye başladığı da belirtilmiştir (Foto 4.12).



Foto 4. 11: Yeşilyurt ve Selimiye Mahallesine Tarımsal Sulama Suyu Taşıyan Su Kanalları



Foto 4. 12: Deliçay'ın Yaz Mevsimindeki Su Durumu ve Akarsu Çevresinde Görülen Bazı Sucul Kuş Türleri (Deliçay Köprüsü)

Bir bölgedeki yoğun yeraltı suyu kullanımlarının bölgedeki yeraltı su seviyesini düşürdüğü bilinen bir gerçektir. Yüzey suyu sulamasına geçilmesi ile yeraltı suyu kullanımı azalmasına bağlı olarak yeraltı su seviyesinin yükselmesi ile sonucu bölgedeki Deliçay'ı besleyen kaynakların su verimlerindeki artış nedeniyle Deliçay'ın yaz akımlarındaki artışı desteklemiş olabilir. Diğer taraftan yüzey sulamasına bağlı olarak fazla sulama sularının akarsuya drene edilmesi sonucu da bu durum gerçekleşmiş olabilir. Bu konuda bölgedeki yeraltı su seviyesi ve çevrede yer alan kaynakların akım özellikleri detaylı bir şekilde analiz etmeden bu konuda kesin bir şey söylemek mümkün değildir.

Tarımsal sulama sektörel anlamda en çok su tüketimi olan alanların başında gelir. Bu nedenle özellikle Kılavuzlu Sulaması ile Aksu Çayı Havzası'nın tarımsal sulama suyu ihtiyacının büyük bir kısmı karşılanmaktadır. Bu durum tarımsal sulamada yeraltı sularına olan yoğun baskıyı belli bir oranda azalttığı söylenebilir. Bu nedenle Kılavuzlu Sulama Projesinin korunması ve geliştirilmesi Aksu Çayı Havzası'nın su yönetimi açısından büyük önem arz etmektedir.

4.6.2. Ceyhan Havzası'ndan Asi Havzası'na Yapılan Su Transferleri

Ceyhan Havzası'ndan Asi Havzası'na yapılan su transferi, Menzelet Barajı sularının Kılavuzlu Sulaması ana iletim kanalı üzerinden doğrudan Asi Havzası'ndaki Tahtaköprü ve Reyhanlı Barajlarına ve diğer yandan Asi Havzası'nda tarımsal sulama yapılması şeklinde planlanmıştır. Bu havzalar arası su transferi doğrudan Aksu Çayı Havzası içerisinden geçirilen su kanalları ile yapılmaktadır. Asi Havzası'na yapılan su transferleri yapılan su kanalları aynı zamanda Aksu Çayı Havzası içerisinde tarımsal sulama suyu taşıyan su kanalları ile aynıdır. Bu nedenle Asi Havzası'na su transferi projesi ile Aksu Çayı Havzası'nın özellikler Maraş ve Türkoğlu Ovası gibi önemli tarım alanlarının sulama suyu imkanlarının sağlanmasını kolaylaştırdığını söylemek mümkündür.

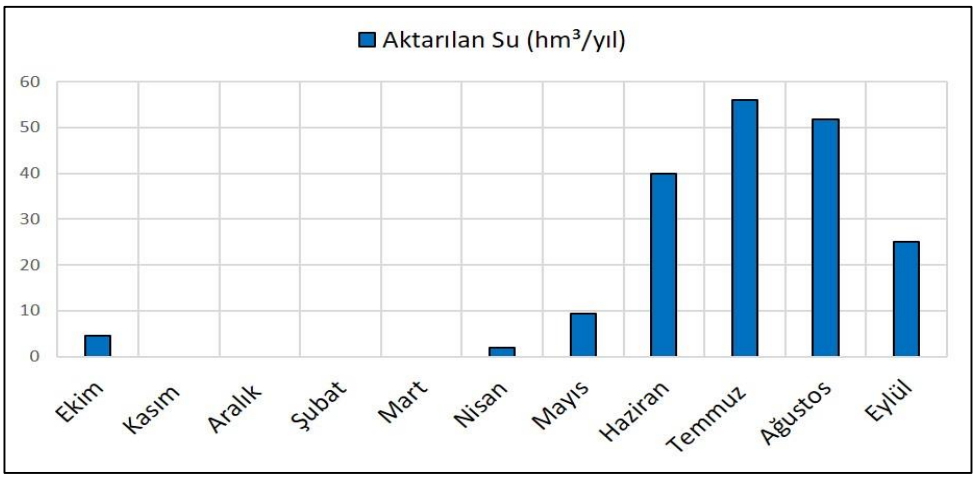
Ceyhan Havzası'ndan aktarılan sular sayesinde Asi Havzası'nda 18 113 ha pompaj ile 10 487 ha ise cazibe ile olmak üzere toplam 28 600 ha'lık alanda sulama yapma imkanına kavuşmuş olmaktadır (DSİ, 2018:6-1) Bu anlamda Ceyhan Havzası'ndan Asi Havzası'na aktarılan sular özellikle Amik Ovası gibi önemli tarım

alanlarına sahip olan Asi Havzası'nda tarımsal sulama suyu ihtiyacının giderilmesinde oldukça önemli tol oynar. Ceyhan Havzası'ndan özellikle tarımsal sulamanın başladığı döneme bağlı olarak yıl içerisinde su aktarımları Nisan ayından itibaren başlar ve Ekim ayı sonuna su aktarımı devam eder. Su transferi yaklaşık 85 km'lik bir su kanalı üzerinden gerçekleştirilmektedir (Foto 4.13).



Foto 4. 13: Ceyhan Havzası'ndan Asi Havzası'na Su Transferi Yapılan Su Kanalı-Ana İletim Hattı

DSİ (2018) verilerine göre Ceyhan Havzası'ndan Asi Havzası'na Nisan-Ekim ayları arası dönemde aktarılan su miktarı toplam su miktarı grafik 4.12'de verilmiştir.



Grafik 4. 12: Ceyhan Havzası'ndan Asi Havzası'na Aylara Göre Aktarılan Toplam Su Miktarı (DSİ, 2018:6-2).

Ceyhan Havzası'ndan Asi Havzası'na aylara göre toplam 188,6 hm^3 su aktarımı gerçekleştirilmiştir (DSİ, 2018:6-2).

Yapılan hesaplamalara göre Menzelet Barajı'ndan Asi Havzası'nda yer alan Tahtaköprü Barajı'na 127,2 hm3/yıl ve Reyhanlı Barajlarına ise 175,3 hm^3/yıl olmak üzere toplam 302,5 hm^3/yıl aktarılması öngörülmüştür. Bunun yanında Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan eski Gavur Gölü'nün bulunduğu alandan da 104 hm^3yıl olmak üzere Ceyhan Havzası'ndan Asi Havzası'na toplam 406 hm^3/yıl su aktarımı ön görülmektedir (DSİ, 2018:6-2).

4.6.3. Fırat-Dicle Havzası'ndan Aksu Çayı Havzası'na Yapılan Su Transferleri

Adıyaman'a bağlı Gölbaşı ilçesi, Aksu Çayı Havzası'nın en kuzeydoğusunda yer alan ilçe merkezini oluşturur (Foto 4.14). Gölbaşı ilçe merkezinin içme suyu ihtiyacı Fırat-Dicle Havzası'nda yer alan Erkenek Kaynağı'ndan karşılanmaktadır.

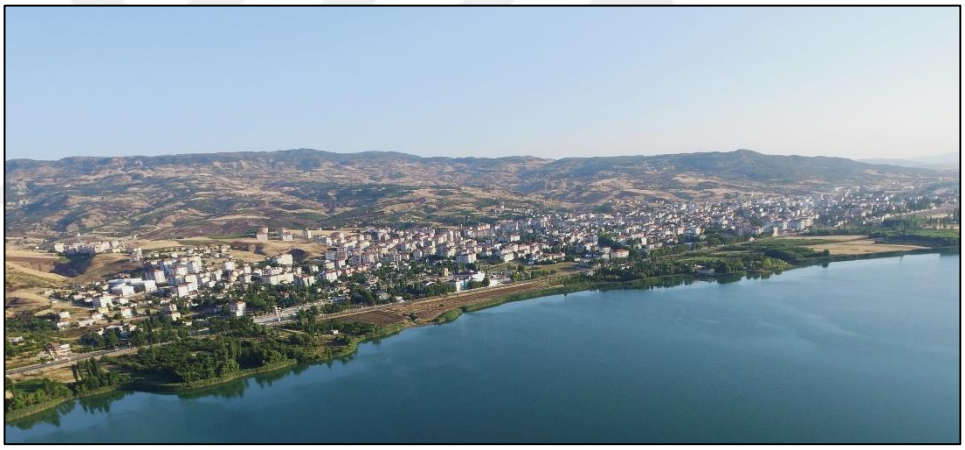


Foto 4. 14: Gölbaşı İlçe Merkezi (Adıyaman)

Gölbaşı ilçe merkezi ve bunun yanında Harmanlı, Balkar ve Belören yerleşmelerinin de içme suyu ihtiyacı bu kaynaktan sağlanır. Hidrolojik olarak Fırat-Dicle Havzası'nda yer alan Erkenek Kaynağı, idari olarak Malatya'nın Doğanbey ilçesine bağlı Erkenek Mahallesi'nin kuzeybatısında yer alır. 1285 kotunda yer alan kaynağın suları toplam 18,9 km'lik bir çelik boru sistemi Gölbaşı ilçesinde yer alan depolama alanına getirilir. DSİ tarafından toplam tahsis edilen su miktarı 500 l/s'dir. Erkenek Kaynağı'ndan alınan sular, 2016 yılında onaylanan Adıyaman Besni Gölbaşı İçme suyu isale hattı ile bölgede yerleşim bölgelerine dağıtılarak bu bölgede yer alan yerleşmelerin 2050 yılına kadar içme suyu ihtiyacını karşılayacağı öngörülmektedir. DSİ tarafından yapılan projeksiyonlara göre Havza içerisinde yer alan Gölbaşı ilçe

merkezinin 2065 yılına kadar olan içme suyu ihtiyacı Erkenek Kaynağı'ndan karşılanabilecektir (DSİ, 2017:8-503).

Fırat-Dicle Havzası'ndan Aksu Çayı Havzası'na gerçekleştirilen bir diğer su transferi ise Gaziantep şehir merkezinin içme suyu ihtiyacını karşılamak için Göksu Çayı'ndan alınan ve pompalar yardımıyla havzaya aktarılan sulardır. Göksu Çayı'ndan alınan sular ile Kartalkaya Barajı'nın beslenmesi amaçlanmıştır. Gölbaşı ilçesine bağlı Ozan Köyü'nün hemen kuzeyinde ve Fırat-Dicle Havzası'nda yer alan Göksu Çayı'ndan alınan sular, pompalarla öncelikle Gölbaşı Gölü'ne aktarılır (Foto 4.15-4.16). Daha sonra buraya aktarılan sular, kanallar yardımıyla Azaplı Gölü ve İnekli Gölü'ne aktarılır ve son olarak Aksu Çayı'na bağlanır.

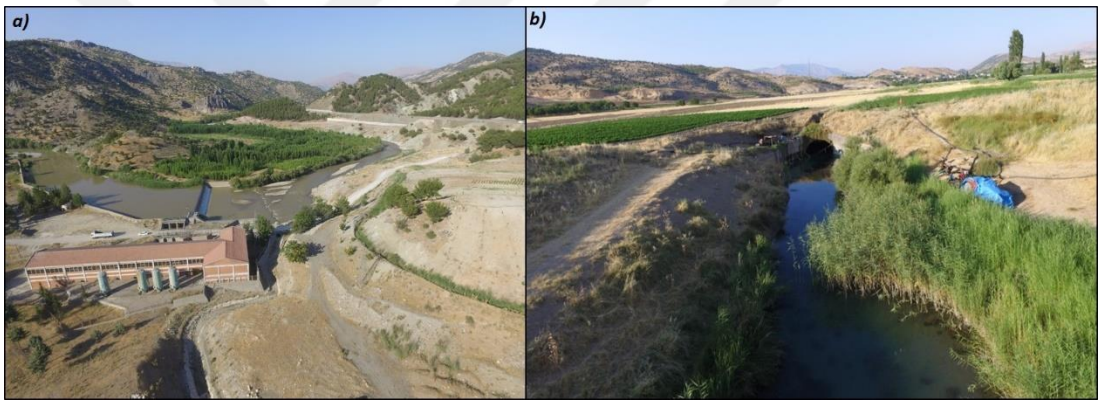


Foto 4. 15: Göksu Çayı Üzerinde Kurulan Regülatörden Alınan ve Gölbaşı Depresyonuna Aktarılan Sular

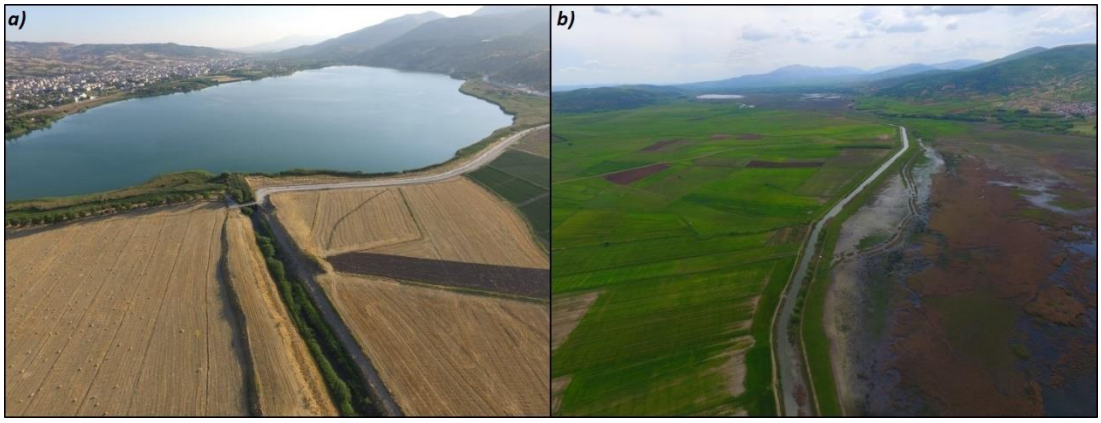


Foto 4. 16: Gölbaşı Gölü'ne Aktarılan Suları Azaplı ve İnekli Gölüne Aktaran Su Kanalları

Göksu Çayı'ndan aktarılan sular, Aksu Çayı'nın suları ile birleşerek Gölbaşı Depresyonunun güneybatısında yer alan bir regülatörde toplanır. Daha sonra burada

biriken sular kanallara alınarak yaklaşık 7,5 km'lik bir kanal ile Aksu Çayı vadisinin batı yamacından taşınarak tekrar Aksu Çayı'na aktarılır (Foto 4.17).

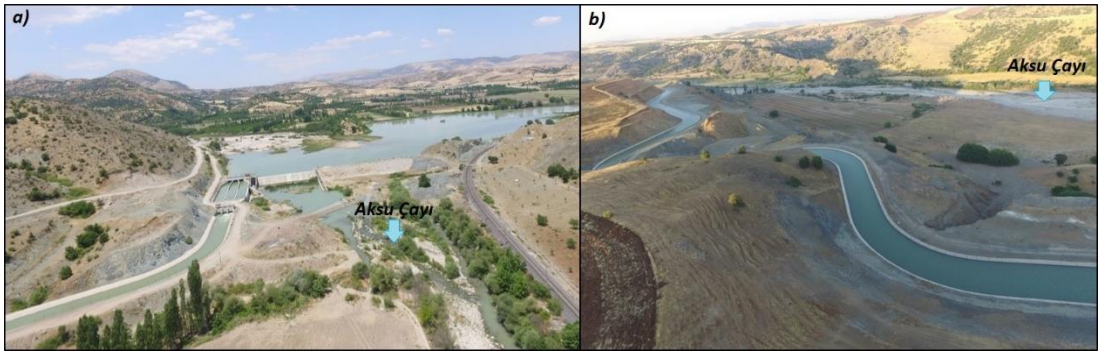
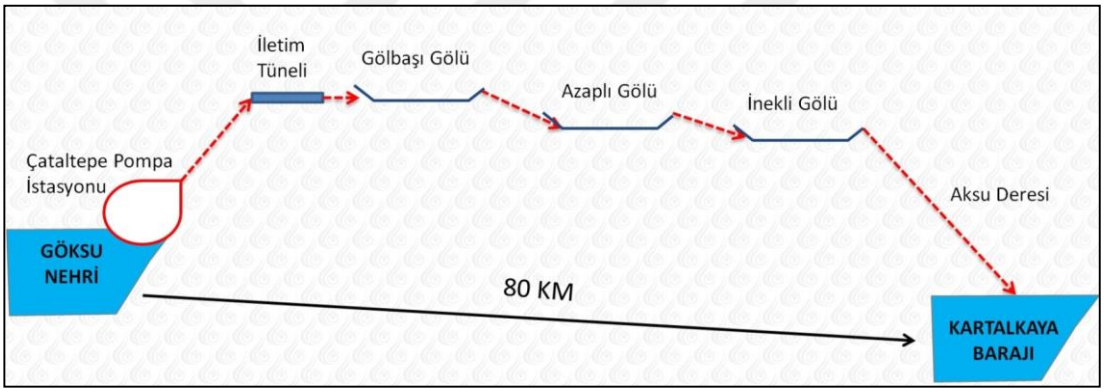


Foto 4. 17: Gölbaşı Depresyonunda Yer Alan Regülatörde Biriken Suların Kanalları Alınması



Şekil 4. 1: Göksu Çayı'ndan Kartalkaya Barajı'na Yapılan Su Transferi Sistemi (GASKİ, 2018:84)



Foto 4. 18: Kartalkaya Barajı

Göksu Çayı'ndan transfer edilen sular, Aksu Çayı'nın suları ile birlikte son olarak Pazarcık ilçe merkezinin hemen batısında yer alan Kartalkaya Barajı'na

ulaştırılır (Foto 4.18). Kartalkaya Barajı'na ulaştırılan sular buradan tekrar Fırat-Dicle Havzası'nda bulunan Gaziantep şehir merkezine içme ve kullanma suyu olarak aktarılır.

Göksu Çayı'ndan Aksu Çayı Havzası'na su transferi proje olarak 2005 yılında işletmeye açılmıştır. Genellikle Mayıs ve Eylül ayları arası dönemde su transferi yapılan bu sistem ile 2005-2013 yılları arasında toplam 245,8 hm^3 su transferi yapılmıştır. Göksu Çayı'ndan su transferleri genelde yağışın az olduğu dönemlerde Kartalkaya Barajı'na takviye amaçlı yapılmıştır. Bu sistemin yüksek enerji maliyetleri nedeniyle sadece zorunlu zamanlarda işletilmiştir (DSİ, 2015:4-403).

Gaziantep şehir merkezi için 2020 yılında Çağlayancerit'in Düzbağ Mahallesi yakınlarında Göksu Çayı üzerinde kurulan Düzbağ İçme Suyu Projesi'nin işletmeye başlanmayla ile birlikte Göksu Çayı'nın suları artık doğrudan boru hatları Gaziantep'e götürülmeye başlanmıştır. Böylece Göksu Çayı'ndan Aksu Çayı Havzası'na yapılan su transferleri de sona ermiştir.

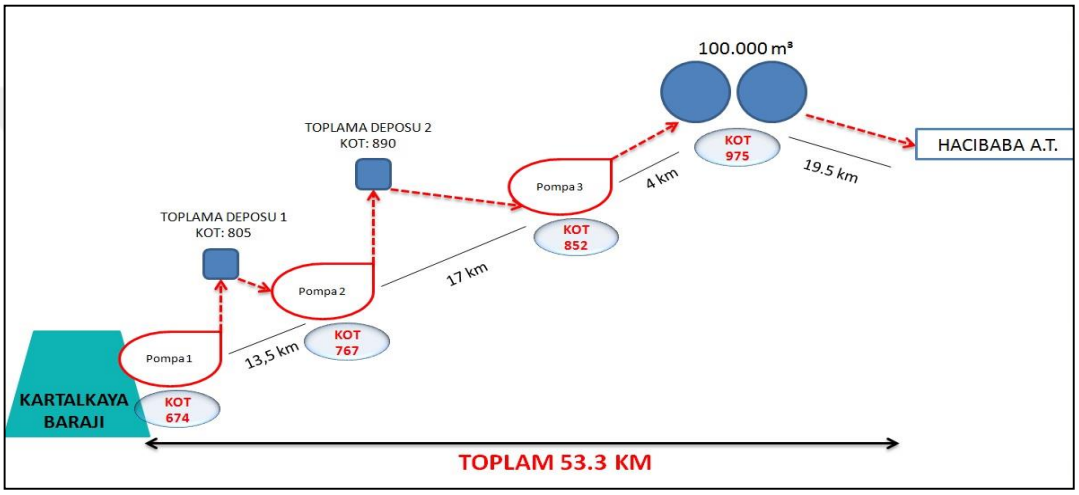
4.6.4. Aksu Çayı Havzası'ndan Fırat-Dicle Havzasına Yapılan Su Transferleri

Aksu Çayı Havzası'ndan Fırat-Dicle Havzası'nda yer alan Gaziantep şehir merkezine içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak üzere havza içerisinde yer alan Kartalkaya Barajı ve Mizmilli Kuyuları olmak üzere iki farklı kaynaktan su transferi gerçekleştirilmektedir. Mizmilli Kuyuları DSİ tarafından Çöçelli Köyü yakınlarında Yuvalıdere vadi tabanında açılmış olan toplam 30 adet su kuyundan oluşmaktadır.

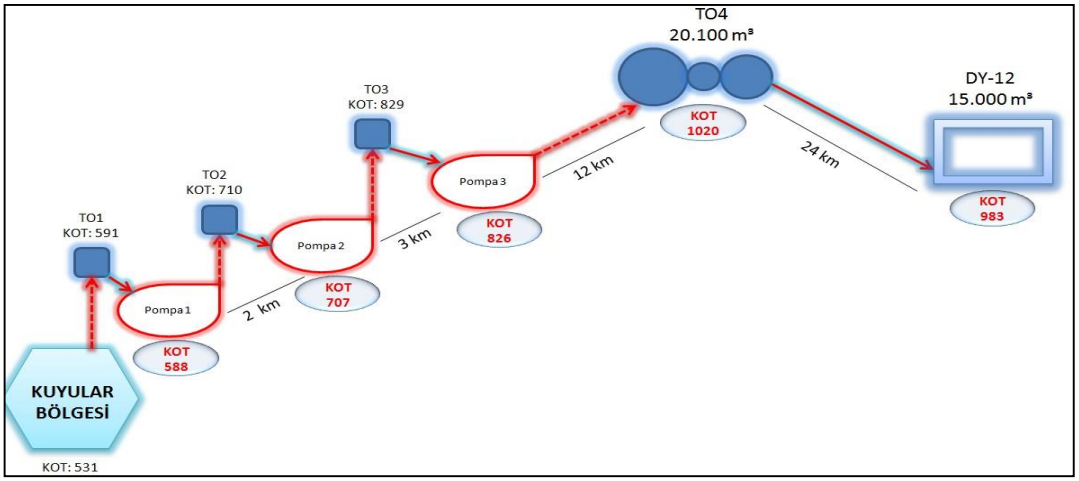
Gaziantep 2022 yılı itibariyle TÜİK verilerine göre toplam nüfusu 2 154 051 kişidir. Toplam nüfus bakımından ülkemizde 9. sırada yer almaktadır. İçişleri Bakanlığı'nın 2023 yılında yayınlamış olduğu verilere göre Gaziantep şehir merkezinde ise toplam 451 447 kayıtlı Suriyeli göçmen bulunmaktadır.[20] Öte yandan Gaziantep iklim özellikleri bakımından incelendiğinde yıllık ortalama yağış 553,3 mm'dir. İklim açısından kurak ve su kaynakları açısından zengin olmayan bu büyükşehir toplam su ihtiyacının büyük bir bölümünü Aksu Çayı Havzası içerisinde

[20] https://www.goc.gov.tr/gecici-koruma5638 adresinden 19.04. 2023 tarihinde alınmıştır.

yer alan Kartalkaya Barajı ve Mizmilli yeraltı su kuyularından karşılamaktadır. 1981 yılından itibaren Kartalkaya Barajı ve 2006 yılından itibaren Mizmilli yeraltı su kuyularından su almaya başlayan Gaziantep, günümüzde hala bu kaynaklardan etkin olarak faydalanmaktadır. Aksu Çayı Havzası içerisinde yer alan Kartalkaya Barajı'ndan 3 m^3/s ve Mizmilli yeraltı su kuyularından ise 1,5 m^3/s olarak her iki kaynaktan alınan sular 350 m ve 550 m pompaj yapılarak Gaziantep şehir merkezine gönderilir (DSİ, 2017:3-9). (Şekil 4.2-Şekil 4.3).



Şekil 4. 2: Kartalkaya Barajı'ndan Gaziantep'e Yapılan Su Transferinin Şematik Gösterimi (GASKİ, 2018:78).



Şekil 4. 3: Mizmilli Kuyuları'ndan Gaziantep'e Yapılan Su Transferinin Şematik Gösterimi (GASKİ, 2018:68).

2007-2014 yılları arası dönemde Kartalkaya Barajı'ndan toplam 571,5 hm^3 (71,4 hm^3/yıl) ve aynı dönemde Mizmilli Kuyularından ise 154,1 hm^3 (19,27 hm/yıl)

su transfer edilmiştir (Foto 4.19, Foto 4.20). DSİ verilerine göre yalnızca 2007-2014 yılları arasında Aksu Çayı Havzası'ndan Gaziantep'e toplam 725,6 hm^3 su aktarılmıştır (DSİ, 2017:14-51). Bu aktarılan su miktarı içerisinde Göksu Çayı'ndan Kartalkaya Barajı'na aktarılan sular da dahildir.

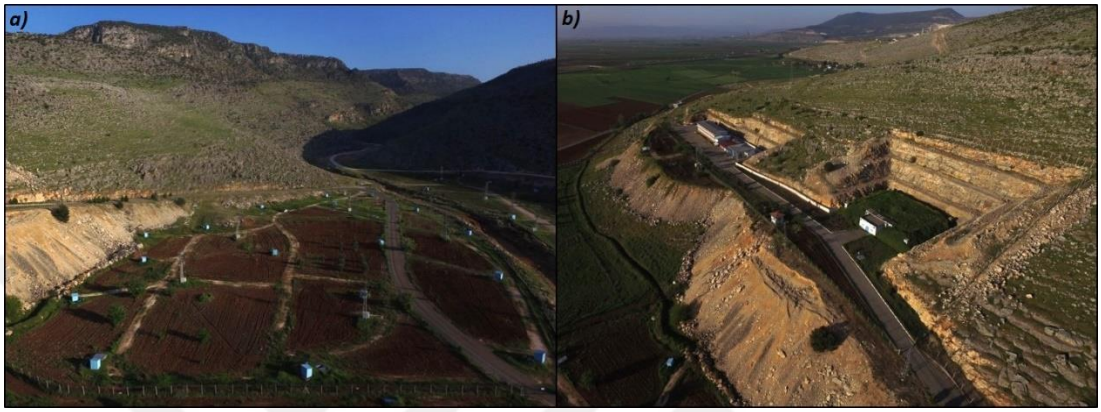


Foto 4. 19: Mizmilli Yeraltı Su Kuyuları ve Pompa İstasyonları



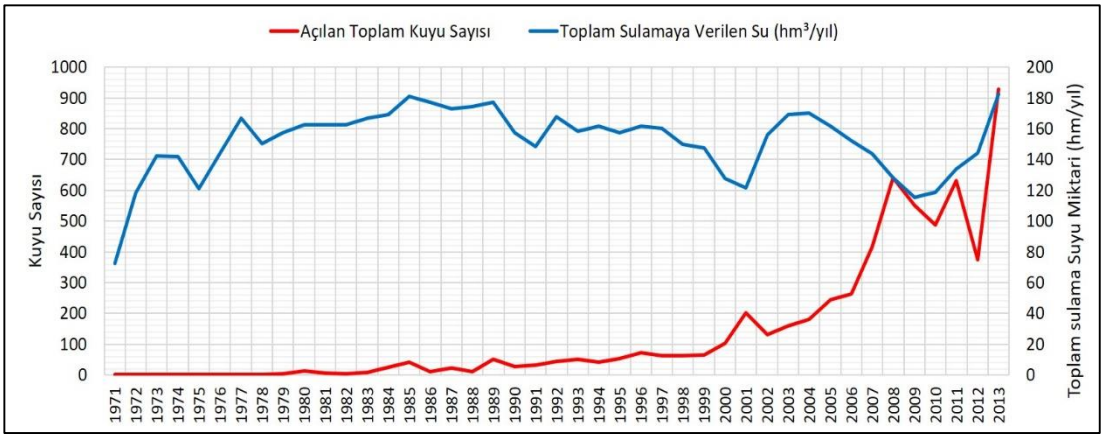
Foto 4. 20: Kartalkaya Barajı ve Pompa İstasyonları

Şehrin artan nüfusu ve sanayileşmeye bağlı olarak GASKİ'ye ait SCADA verilerine göre Gaziantep'in toplam su tüketiminde Aksu Çayı Havzası'ndaki kaynakların payı geçmişten günümüze giderek artış göstermiş ve 2019 yılına gelindiğinde bu oran yaklaşık % 98 oranına ulaşmıştır.

Kartalkaya Barajı 1971 yılında sulama, içme suyu ve taşkın önleme amaçlı işletmeye açılmış ancak 1981 yılından itibaren Gaziantep'in içme suyu ihtiyacının karşılanması ile birlikte içme suyuna da hizmet etmeye başlamıştır. Ancak zaman içerisinde Gaziantep'in artan nüfusu ve sanayisi ile birlikte artan büyük su ihtiyacı nedeniyle barajın içme ve sulama suyu ihtiyaçları dengesinin sağlanmasında bazı

sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Çünkü Kartalkaya Barajı, havzanın önemli tarım alanlarından Narlı Ovası'nın sulama ihtiyacının giderilmesinde önemli bir yere sahiptir. 30974 Sayılı Su Tahsisleri Hakkındaki Yönetmelik gereği suyun kullanım önceliğinde, içme ve kullanma suyu birinci öncelikte yer alırken tarımsal sulama ise üçüncü sırada yer almaktadır. Bu yüzden barajın sularının havza dışında bulunan Gaziantep şehir merkezine içme suyu olarak gönderilmesi nedeniyle barajdan sulama suyuna verilen su miktarında zaman zaman kısıtlamaya gitmesine neden olmuştur. Öyleki yağışın az olduğu dönemlerde Kartalkaya Barajı'nın zaman içerisinde içme ve tarımsal sulama ihtiyaçlarını karşılayamaz hale gelmesi nedeniyle 2005 yılından itibaren Fırat Havzası'nda yer alan Göksu Çayı'ndan pompalar ile Aksu Çayı'na su aktarılarak, Kartalkaya Barajı'na havza dışından su takviyesi yapılmıştır.

Gaziantep şehir merkezinin içme suyunda yaşanan artışlar ve buna bağlı olarak Kartalkaya Barajı'ndan alınan su miktarındaki artış bölgedeki tarımsal sulama açısından sıkıntıların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Narlı Ovası'ndaki bölgenin iki önemli sulama kooperatifi olan *"Sağ Sahil Sulama"* ve *"Sol Sahil Sulama"* birliklerine verilen tarımsal sulama su miktarlarında yıldan yıla önemli dalgalanmaların yaşanmasına neden olmuştur. 1971-2013 yılları arası dönemde ile Kartalkaya Barajı'ndan sulama kooperatiflerine verilen tarımsal sulama suyu ve yeraltı suyu kuyularındaki artış sayıları grafik 4.13'te verilmiştir.

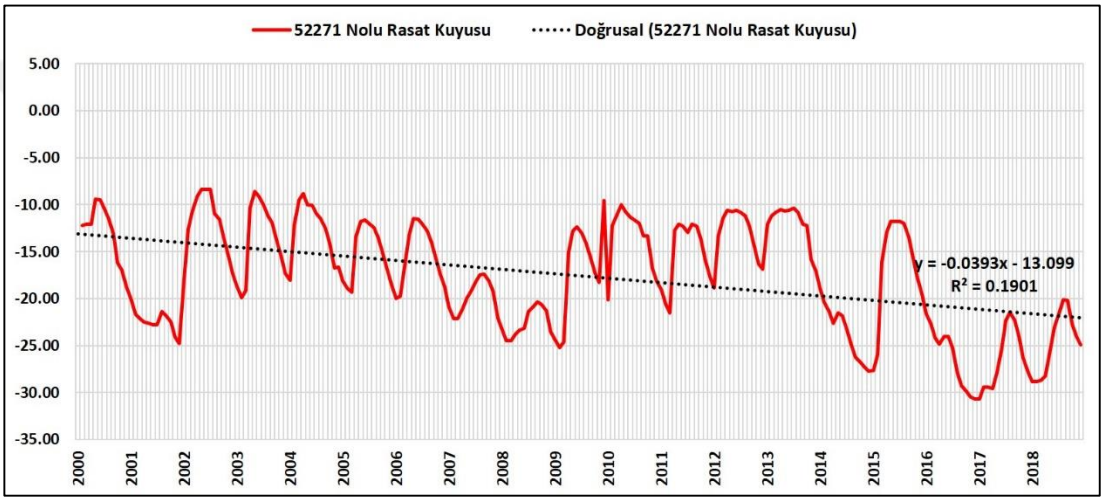


Grafik 4. 13: Kartalkaya Barajı'ndan Tarımsal Sulamaya Verilen Toplam Su Miktarı ile Açılan Yeraltı Su Kuyusu Sayılarının Yıllara Göre Dağılışı (DSİ, 2015 ve DSİ, 2019 verilerine göre düzenlenmiştir).

Aksu Çayı Havzası'nda Kartalkaya Barajı'ndan verilen sulama kooperatiflerine verilen tarımsal sulama suyu miktarları incelendiğinde yıldan yıla dalgalanmaların olduğu görülmektedir. Örneğin 2000 yılı sonrasında en yüksek tarımsal sulama suyu 182,4 milyon m^3 ile 2013 yılında verilirken en düşük sulama 115,6 milyon m^3 ile 2009 yılında verildiği görülmektedir. Tarımsal sulamaya verilen su miktarında 4 yıllık gibi kısa bir zaman diliminde toplam 67 milyon m^3 farklar olduğu görülmektedir. İncelenen dönem içerisinde özellikle 2000-2001 yıllarında tarımsal sulamaya verilen sulama suyunda belirgin bir azalmanın olduğu görülürken aynı yıllarda ise açılan yeraltı su kuyularında belirgin bir artışın olduğu görülmektedir. Diğer yandan aynı şekilde 2004 yılından 2009 yılına kadar olan dönemde tarımsal sulama suyunda önemli bir azalış olduğu görülürken aynı dönemde ise açılan yeraltı su kuyularında ciddi bir artış olduğu görülmektedir. Dolayısıyla barajdan tarımsal sulamaya verilen su miktarındaki kısıtlamalar çiftçilerin yeraltı su kuyularına yönelmesine neden olduğu görülmektedir. Aksu Çayı Havzası'nda yeraltı su kuyusu sayıları incelendiğinde 2000 yılına kadar oldukça yavaş bir artış seyrinin olduğu görülür. 2000 yılına kadar yıllık ortalama açılan kuyu sayısı 25'tir. Özellikle Kartalkaya Barajı'nda su miktarının Gaziantep'in içme ve kullanma suyu ihtiyacı ile tarımsal sulamayı karşılayamaz hale gelmesi üzerine 2005 yılından itibaren Göksu Çayı üzerinden Kartalkaya Barajı'na su takviyesinin yapılmaya başlanmıştır. 2005 yılından itibaren artan su sıkıntısı bölgedeki itibaren havzada açılan yeraltı su kuyusu sayılarına da yansımış ve 2005'den sonraki yıllarda havzada açılan yeraltı su kuyularında ciddi artışların yaşandığı görülmektedir. 2000 yılına kadar yıllık ortalama 25 kuyu açılırken, 2005 yılından sonraki dönemde açılan yıllık ortalama suyu sayısı 709'a yükseldiği görülmüştür (Grafik 4.13). Havzada açılan su kuyularının % 84.2'sinin tarımsal sulama amaçlı açılmış olması bölgede tarımsal sulamaya verilen su miktarında yaşanan azalmaya bağlı olarak bölgedeki insanların tarımsal sulama ihtiyaçlarını karşılamak için yeraltı sularına yöneldiklerine işaret etmektedir. Öyleki tarımsal sulama amaçlı açılan su kuyularının yoğunlaştığı alanlardan biri de Kartalkaya Barajı yakın çevresinde yer alan ve önemli tarım alanlarının bulunduğu Narlı Ovası çevresi olduğu görülmektedir. DSİ 20. Bölge Müdürlüğü Yeraltısuları Şube Müdürlüğü'nden alınan verilere göre Kartalkaya Barajı'nın içinde bulunduğu

Pazarcık ilçe sınırları içerisinde 2019 yılı itibari ile toplam 1946 adet yeraltı su kuyusunun açıldığı tespit edilmiştir.

DSİ tarafından Narlı Ovası'nda yeraltı su seviyesinin gözlemi amacıyla açılmış olan 52271 nolu rasat kuyusuna ait 2000 -2018 yılları arası rasat verileri incelendiğinde Narlı Ovası'nda yeraltı su seviyesinin son yıllarda önemli bir azalma eğiliminde olması bölgedeki yeraltı su kullanımının artışının önemli göstergelerden biridir (Grafik 4.14).

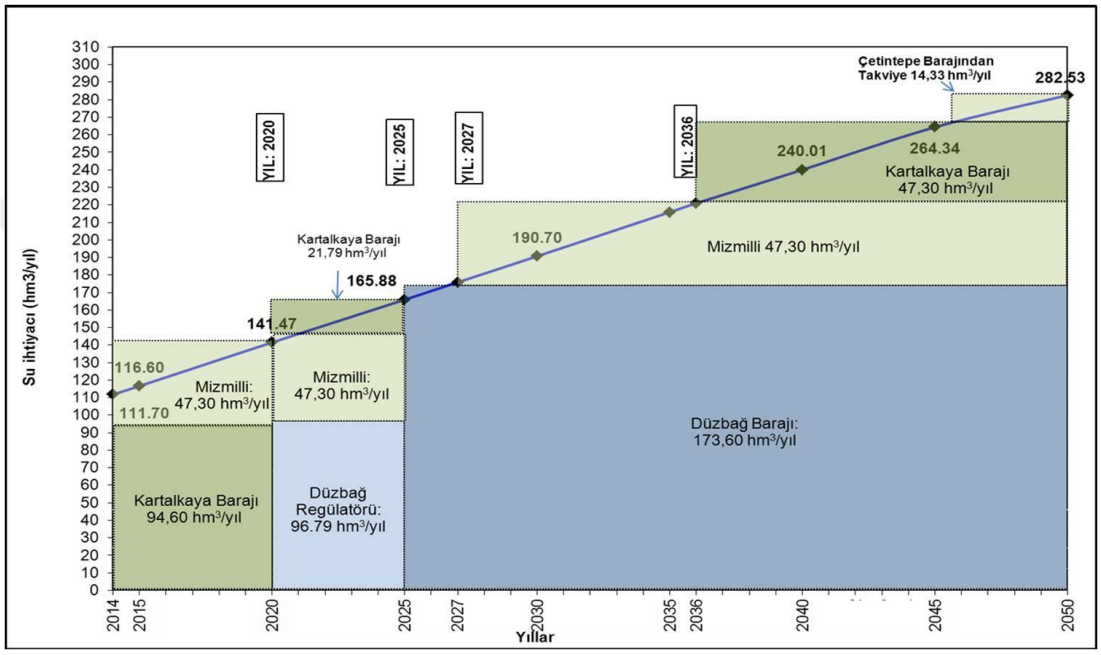


Grafik 4. 14: Narlı Ovası'nda Yeraltı Su Seviyesinin Yıllara Göre Değişimi (DSİ 20. Bölge Müdürlüğü Verileri)

2018 yılında DSİ 20. Bölge Müdürlüğü tarafından yayınlanan *Ceyhan Havzası Master Planı Özet Raporu*'nda, bölgede tarımsal sulamada birliklerinin tarımsal sulamada yeraltı su kuyularının kullanımı sonrası sulama birliklerinin elektrik tüketim maliyetlerinin ciddi boyutlara ulaşmasının bölgedeki tarımsal üretim için önemli sorunlardan biri olduğu belirtilmiştir. Ayrıca tarımsal sulamada yaşanan sulama suyu kıtlığı nedeniyle bölgedeki çiftçilere bir yıl su isteği az olan arpa-buğday gibi bitkiler ekmeleri ve diğer yıl ise su isteği fazla olan mısır, pamuk gibi ürünlerin yetiştirilmeye teşvik edilerek tarımsal sulamadaki su sıkıntısının çiftçilerin gelirine en az yansıtılması için çaba sarf edildiği belirtilmiştir (DSİ, 2018:7-3).

Gaziantep'in yapılan nüfus projeksiyonuna göre 2050 yılında toplam nüfusu 3,2 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir (GASKİ, 2017:4-18). Mevcut su kaynaklarının gelecekte şehrin su ihtiyacını karşılamayacağı öngörülmüş ve 2020

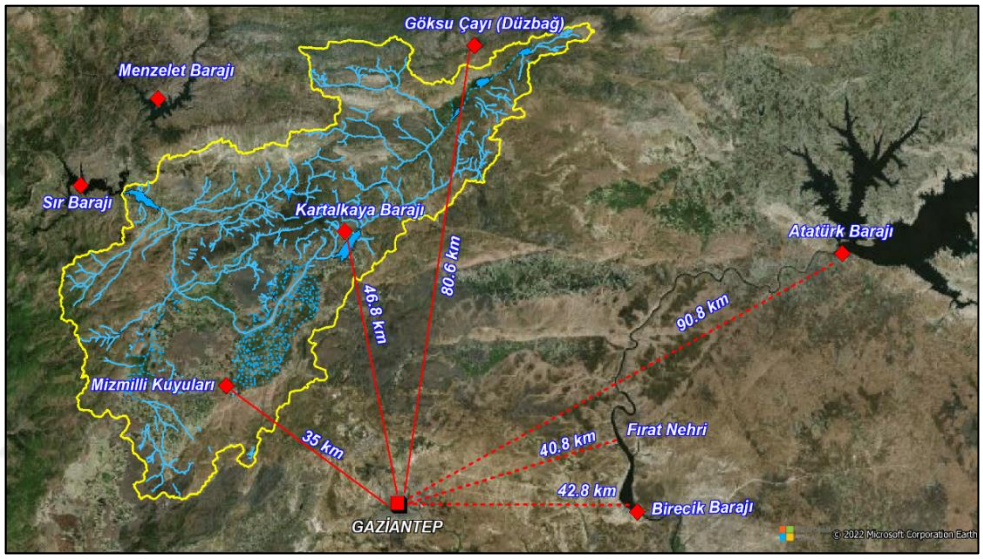
Düzbağ Projesinin işletmeye alınmıştır. 2050 yılına kadar şehrin su ihtiyacını karşılaması beklenen Düzbağ Projesinin faaliyete geçmesiyle Gaziantep'in Kartalkaya Barajı üzerindeki baskısı da azalmıştır. Ancak Gaziantep'in 2050 yılı su ihtiyaç projeksiyonuna göre Aksu Çayı Havzası'ndan 2050 yılına kadar su alımına devam edileceği görülmektedir (Grafik 4.15).



Grafik 4. 15: Gaziantep Şehir Merkezinin 2050 Yılı Su İhtiyaç Projeksiyonu (GASKİ, 2017:4-31).

2014-2020 yılları arası Gaziantep şehir merkezine Kartalkaya Barajı'ndan yıllık ortalama 94,6 milyon hm^3 ve Mizmilli Kuyularından ise 47,3 hm^3 olmak üzere Aksu Çayı Havzası'ndan yılda ortalama 141,9 hm^3 su transferi gerçekleştirilmiştir. 2020 yılında Düzbağ Projesi'nin faaliyete geçmesi sonucu Kartalkaya Barajı'ndan 21,7 hm^3/yıl, Mizmilli kuyularından 47,3 hm^3/yıl ve Düzbağ Regülatöründen ise toplam 96,7 hm^3/yıl su alımı gerçekleştirilmeye başlamıştır. Düzbağ Projesinin faaliyete geçmesi ile Aksu Çayı Havzası'ndan transfer su miktarında yaklaşık 72,9 hm^3 bir azalma olmuştur. Bunun sonucunda Gaziantep'in Aksu Çayı Havzası üzerindeki su baskısı bir önceki döneme göre azalmıştır. GASKİ'nin 2050 yılı projeksiyonuna göre 2025-2036 yılları arası dönemde Gaziantep'in Kartalkaya Barajı'ndan su alımı gerçekleştirmeden yalnızca Düzbağ ve Mizmilli kaynakları ile su ihityaçlarını gidereceği planlanmaktadır. Ancak 2036 yılından itibaren tekrar Kartalkaya Barajı'ndan su alımlarına devam edileceği görülmektedir. Dolayısıyla

Gaziantep şehir merkezinin Aksu Çayı Havzası'ndaki su kaynaklarından 2050 yılına kadar faydalanmaya devam edeceği öngörülmektedir. Bu yüzden Aksu Çayı Havzası'ndaki su kaynaklarının korunması yalnızca havza içerisindeki yerleşmeler açısından değil aynı zamanda havza dışında yer alan Gaziatep şehir merkezinin bugünü ve geleceği açısından oldukça önemli olduğu görülmektedir (Turoğlu vd; 2019). Gaziantep şehir merkezi günümüzde kullanmış olduğu su kaynaklar ile çevresinde yer alan su kaynaklarına göre kuş uçumu mesafeleri verilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4. 4: Gaziantep Şehir Merkezinin Çevresinde Yer Alan Su Kaynaklarına Göre Kuş Uçumu Mesafeleri

Gaziantep ülkemizin en önemli ve en yüksek su potansiyeli olan Fırat Nehri ve üzerinde kurulmuş olan Birecik Barajı'na mesafe olarak daha yakın olmasına rağmen su ihtiyaçlarını karşılamak için Fırat Havzası yerine Aksu Çayı'na yönelmesi geçmişten bu yana Aksu Çayı Havzası'nda önemli su baskılarının oluşmasına neden olmuştur. 2050 yılı için geliştirilen su ihtiyaç projeksiyonlarında Gaziantep'in Aksu Çayı Havzası'ndaki su kaynaklarından su alımlarına devam edileceği görülmektedir. 2050 yılı nüfus projeksiyonlarına göre havzada yer alan yerleşmelerin nüfus gelişimi, tarım potansiyeli ve iklim özelliklerinde meydana gelecek olası değişim etkileri düşünüldüğünde Aksu Çayı Havzası'ndaki yerleşmeler ile Gaziantep şehir merkezi arasında suyun kullanımı konusunda bazı sorunların ortaya çıkması mümkündür. Bu nedenle Gaziantep şehir merkezinin su ihtiyaç projeksiyonlarını su potansiyeli açısından zengin olan Fırat Nehri üzerine yönlendirilmesi hem Gaziantep şehir

merkezi hem de Aksu Çayı Havzası'nın su yönetiminin sürdürülebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir akarsu havzasının sahip olduğu mevcut coğrafi özellikler ve buna bağlı olarak gelişen doğal ekosistemler o bölgedeki hidrolojik sistemleri etkileyen en temel bileşenleri oluşturur. Bu nedenle bir akarsu havzasının coğrafi faktörlerinin iyi analiz edilmesi havza içerisinde işleyen ekolojik ve hidrolojik sistemlerin işleyişinin doğru anlaşılmasına ve coğrafi faktörler üzerinde gelişecek olan doğal ve beşeri kaynaklı olası değişikliklerin havzada işleyen bu sistemler üzerinde ne gibi sonuçlara yol açacağının öngörülmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu anlamda bir bölgenin coğrafi faktörlerinin doğru analiz edilmesi su yönetim planlamalarının en başında gerçekleştirilmesi gereken temel adımlarından birini oluşturur. Daha sonrasında havzanın toplam su potansiyelinin korunması ve verimli bir şekilde kullanılabilmesi için geliştirilecek olan beşeri sistemlerdeki tüm planlamalar havzanın coğrafi faktörlerine göre planlanmalıdır. Bu yüzden her akarsu havzasını oluşturan coğrafi faktörler değişiklik özellikler gösterebileceğinden havzalar için geliştirilecek olan su yönetim planlamaları da buna göre değişiklik göstermesi mümkündür. Bu nedenle su yönetim planlamaları her akarsu için doğal havza sınırları dikkate alınarak havza temelli bütüncül su yönetimi anlayışıyla yönetilmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda bu tez çalışmasının birinci bölümünde Aksu Çayı Havzası'na ait jeolojik, jeomorfolojik, klimatik, hidrolojik, toprak ve bitki örtüsü özellikleri ayrı ayrı ele alınarak her bir coğrafi faktör su yönetimi bağlamında incelenmiş ve elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanmıştır.

-Aksu Çayı Havzası'nda jeolojik olarak 53 farklı litolojik birim tespit edilmiştir. Dolayısıyla havza geçirgenlik özellikleri birbirinden farklı çok çeşitli litolojik birimlerden oluşmaktadır. Bu durum havza içerisinde sızma ve yüzeysel akış özellikleri bakımından çok çeşitli şartların etkili olmasına neden olmaktadır. Örneğin geçirgenlik oranı yüksek litolojik birimlerden Kuvaterner Alüvyonlarının (Qal) geniş yer kapladığı havzanın güneyinde yer alan Maraş Ovası, Narlı Ovası ve Türkoğlu Ovalarında yağışların yeraltına sızma oranı fazla olduğundan bu alanlarda yer altı suyu

verimliliği açısından zengin akiferlerin oluştuğu görülmüştür. Öte yandan geçirgenlik oranının düşük olduğu litolojik birimlerden Orta Miyosen- kumtaşı, çamurtaşı-kireçtaşının (Tyş) yaygın olduğu alanların ise yeraltı suyu verimliliği açısından fakir alanlar olduğu görülmüştür. Ayrıca bu alanlar sızmanın az olması nedeniyle yüzeysel akış oranlarının fazla olması nedeniyle bu bölgelerde erozyonun sorununun ön plana çıktığı görülmektedir. Dolayısıyla jeolojik özellikler havzanın yeraltı su potansiyeli miktarını belirlediği gibi diğer yanda akarsuların yüzeysel akış özellikleri üzerinde de etkili olduğu görülmüştür. Öte yanda geçirgenliğin yüksek olduğu ancak aynı zamanda tektonik hareketlerle yükselime uğramış olan Triyas kireçtaşları (TRKk) ve Orta Eosen kireçtaşı (Tmh)'nın bulunduğu alanların yeraltı su potansiyeli açısından zengin ancak su seviyelerinin çok derinlerde olduğu ortaya konulmuştur.

-Havzada ülkemizin en önemli fay kuşaklarından Doğu Anadolu Fayı ve Ölü Deniz Fayı yer almaktadır. Bu fayların denetiminde havzada çok sayıda kırık hatları gelişmiştir. Bu durum havzada birçok fay kaynağının oluşumuna neden olmuştur. Havzanın en önemli su kaynaklarını oluşturan Göz kaynağı, Mizmilli, Bağlama, Taşbiçme ve Sakçagöz gibi kaynakların bölgede oluşan faylara bağlı olarak geliştikleri görülmüştür. Havzada en son yaşanan 6 Şubat 2023 tarihindeki depremleri sonrasında arazide yeni fay kaynaklarının oluşması bölgede yeni su kaynaklarının oluşumunda hala tektonik hareketlerin etkili olmaya devam ettiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca yaşanan büyük depremler sonrasında fay kaynaklarından bazılarında (Aksu Çayı'nın ilk kaynağı olan Göz kaynağı) aylarca suların bulanık akması nedeniyle bu kaynaktan içme suyu alan Çağlayancerit ilçesine aylarca içme suyu verilememiştir. Deprem riski yüksek olan alanlarda fay kaynaklarının alternatifsiz bir şekilde içme suyu olarak kullanıldığı yerleşmeler için olası büyük depremlerin buralar için önemli su sorunlarına neden olabileceği görülmüştür.

Havzanın jeomorfolojik özellikler bakımından incelendiğinde havzada yükseltinin 2490 m ile 420 metre arasında değiştiği görülmüştür. En düşük yükselti ile en yüksek yükseltiye sahip noktalar arasında 2070 metre yükselti farkının olduğu görülür. Bu anlamda havzada kendi içinde dikey olarak toplam 10 $^{\circ}$C'lik bir sıcaklık farkının oluşabileceği görülmüştür. Havzanın ortalama eğimi ise % 22 bulunmuştur. Özellikle havzanın kuzey kesimlerinde bulunan ve genel olarak doğu batı yönünde

uzanış gösteren Ahır Dağı, Milcan Dağı, Kandil Dağı, Öksüz Dağı, Sakarkaya Dağı, Çataldağ ve Erince Dağı yüksek dağlık ve eğimli alanlar yer alır. Bu alanlar havza içerisinde yağmur ve kar yağışının en fazla olduğu alanları oluşturur. Bu nedenle kuzey kesimde yer alan dağlık alanların havzanın su potansiyeli üzerinde önemli etkileri vardır. Kar yağışının uzun dönem dağların zirvesinde yerde kalması ve bahar ayında erimeye başlaması ile Aksu Çayı'nın akım rejimleri üzerinde önemli etkileri olmaktadır. Kuzeyde yer alan dağlık alanların genelinde doğal bitki örtüsü tahrip edilmiş ve bitki örtüsü açısından zayıf bir örtüye sahiptir. Bu nedenle kuzeyde yüksek dağlık kesimlerin bulunması ve buna karşın güneyde ise Narlı Ovası, Türkoğlu Ovası ve Maraş Ovası gibi düzlük alanların yer alması nedeniyle sağanak yağışlar sonrası ya da bahar aylarında meydana gelen kar erimeleri sonrasında dik yamaçlardan derelerin aniden ovaya ulaşması nedeniyle ovalık alanlar için büyük taşkın risklerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Dağların dik yamaçlarından ovaya akış gösteren akarsular üzerinde birçok tersip bentleri ve bazıları üzerinde gölet inşa edilerek sel ve taşkın riskleri azaltılmış olsa da ovalık alanlarda taşkın riski hala devam etmektedir. Öte yandan kuzey kesimlerde yer alan dağlık alanların eğimli yamaçlarında şiddetli erozyon alanları görülmektedir. Bu durum yamaçlardan akan dereler ile taşınan yoğun rüsubat nedeniyle havzada bulunan göl, baraj ve göletlerin su tutma kapasitesiteleri üzerinde önemli riskler oluşturmaktadır. Havzada yer alan Kartalkaya Barajı'nda erozyon nedeniyle su tutma kapasitesinin önemli ölçüde azaldığı ve baraj için belirlenen ölü hacim kapasitesinin planlanan süreden çok daha kısa sürede dolması nedeniyle baraj için yeni bir dipsavak ihtiyacının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Havzada inşa edilen baraj ve gölet gibi su depolama yapıları için erozyon hala en büyük tehlikelerden biridir.

Havzanın iklim özellikleri incelendiğinde Kahramanmaraş istasyonuna ait 1959-2021 yılları arası günlük sıcaklıklar üzerinden yapılan hesaplamalarda yıllık ortalama sıcaklıklar 16,8 ºC olduğu görülmüştür. 1959-1990 arası dönem yıllık ortalama sıcaklık 16,2 ºC iken 1990-2021 yılları arası yıllık ortalama sıcaklık ise 17,3 ºC olarak hesaplanmıştır. Son 31 yıllık dönemde bölgedeki yıllık ortalama sıcaklıklarda 1,1 ºC artış gerçekleşmiştir. Havzada ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık Kahramanmaraş istasyonu verilerine göre 45,2 ºC ile 2007 yılında ölçülürken

havzada en düşük minimum sıcaklık ise -15,5 ºC ile Gölbaşı istasyonunda (1986-2021) ölçülmüştür. Aylık ortalama sıcaklıklar incelendiğinde en yüksek aylık ortalama sıcaklık Kahramanmaraş'ta 28,4 ºC ile Ağustos ayında Gölbaşı istasyonunda ise 28,5 ºC ile Temmuz ayında görülmüştür. Her iki istasyonda da en düşük ortalama sıcaklık Ocak ayında görülmüş olup Kahramanmaraş'ta 4,8 ºC ve Gölbaşı istasyonunda ise 2,2 ºC'dir. Kahramanmaraş ve Gölbaşı istasyon verilerine göre sıcaklık bakımında sayılı gün eğilimleri incelendiğinde her iki merkezde tropik gün ve yaz günü sayılarının artış eğiliminde olduğu görülürken diğer yanda kış günü, donlu gün sayılarının ise artış eğiliminde olduğu görülmüştür. Sayılı günlerde görülen bu eğilimler havzada gelecekte kış mevsiminde kar yağışlarının azalacağına ve yaz aylarındaki sıcaklıktan kaynaklı buharlaşma kayıplarının artacağına işaret etmektedir. Bu durumun bölgenin su yönetimi açısından gelecekte büyük sıkıntı yaratacağını söylemek mümkündür.

Havzada yağış özellikleri incelendiğinde Kahramanmaraş istasyonunda (1959-2021) yıllık ortalama yağış miktarı 704,7 mm Gölbaşı istasyonunda(1986-2021) 733,2 mm olarak ölçülmüştür. Kahramanmaraş'ta görülen en yüksek yıllık toplam yağış 1169 mm ile 1996 yılında görülürken en düşük yağış ise 442,7 mm ile 1999 yılında görülmüştür. Kahramanmaraş istasyonuna göre bölgede 726,3 mm'lik bir salınım göstermektedir. Gölbaşı'nda ise en yüksek 1108,6 mm ile 2012 yılında en düşük ise 492,8 mm ile 1990 yılında görülmüştür. Buna göre Gölbaşı bölgesinde yağışlara yıllara göre toplam 615,8 mm'lik bir salınım göstermektedir. Her iki istasyonda da düzensiz yağış rejimi görülmekle birlikte her ikisinde de yağışın büyük bir bölümü kış mevsiminde düşmektedir. İncelenen istasyon verilerine göre havza içerisinde yıllık toplam yağış miktarlarında genel olarak pek bir değişim görülmemektedir. Ancak yağışın aylara göre dağılışında ve yağışlı gün sayılarında görülen değişimler havzadaki yağış rejiminde değişimlerin yaşandığını ortaya koymaktadır. Havzada özellikle kar yağışlı gün sayıları ve nivometrik sabit oranlarının azalma eğilimde olduğu görülmüştür. Bu durum gelecekte havzadaki hidrolojik sistemler üzerinde olumsuz etkiler yaratma riski oluşturmaktadır. Havzanın Thiessen yöntemi, aritmetik ortalama ve izoheyt yöntemleri kullanılarak elde edilen alansal ortalama yağış miktarları üzerinden yapılan hesaplamalara göre seçilen yönteme göre değişiklik göstermekle

birlikte havzanın toplam kullanılabilir net su potansiyelinin 1,1 milyar m^3 ile 1,3 milyar m^3 arasında olduğu hesaplanmıştır.

Havzada başlıca görülen ağaç türleri meşe (Quercus *sp.*) kızılçam (Pinus *brutia*), sedir (Cedrus *libani*), Fıstık çamı (Pinus pinea), Ardıç (Juniperus *oxycedrus*), Karaçam (Pinus *nigra*) ve Göknar (Abies *cilicica*)'dır. Havza orman varlığı açısından fakir sayılır. Havzadaki ormanların alansal oranı % 30'dur. Orman varlığının % 50,6'sı kışın yaprağını dökmeyen iğne yapraklı ormanlardan oluşmaktadır. Ormanların kapalılık oranları incelendiğinde ise ormanların % 64,5'inin "1" düzeyinde, % 16,5'inin "2" düzeyinde ve % 19'unun ise "3" düzeyinde bir kapalılığa sahip olduğu ortaya konmuştur. Havzadaki tüm ormanlar bozulmuş orman karakterindedir. Havzadaki ormanların % 65'inde erozyon önleme, iklim koruma, içme suyu ve su kaynaklarının koruma fonksiyonundaki verimlilik derecesinin az olduğu görülmüştür. 1990 ve 2020 yıllarına ait havzanın NDVI analizleri incelendiğinde havzada geniş yapraklı ağaç çeşitleri ve kapalılık durumu iyi olan orman örtüsünde % 42'lik bir azalma meydana geldiği görülmüştür. Bu durum havzadaki ormanlık alanların yoğun bir tahribat baskısı altında olduğunu ortaya koymaktadır.

Havzada yer alan arazilerin tarım potansiyellerine göre sınıf özellikler incelendiğinde havzanın % 28'ini I. derecede önemli tarım alanları, % 5.1'ini II. derecede önemli tarım alanları, % 4,3'ünü III. derecede önemli tarım alanları ve % 58,7'sini ise IV. derecede önemli tarım alanları oluşturmaktadır. Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıflamasına göre havzanın % 43,4'ünü işlemeli tarıma elverişli araziler oluştururken % 53'ünü ise işlemeli tarıma elverişsiz araziler oluşturmaktadır. Havzada yer alan arazilerin erozyon dereceleri incelenmiş ve havzanın % 52,3'ünde III. ve IV. derece erozyon alanları olduğu görülmüştür. Bu nedenle tarım faaliyetlerinin bilinçli bir şekilde yapılması ve bölgede erozyonla mücadele edilmesi, bölgenin su yönetimi açısından büyük önem arz etmektedir.

Havzada *USG-EarthExplore* veri tabanı üzerinden elde edilen DEM (*Digital Elevation*) verileri kullanılarak *ArcMap 10.5* yazılımı kullanılarak Aksu Çayı Havzası'na ait *"Strahler Stream Order Analizi"* gerçekleştirilmiş ve havzada en yüksek dizin sayısı 6 olduğu görülmüştür. Ayrıca bu dizinlerde akış gösteren sürekli

ve geçici akarsular ile birlikte toplam akarsu uzunluğu 5046 km olarak hesaplanmıştır. Harita Genel Komutanlığı'nın 2002 yılında yayınlamış olduğu 1/25000 ölçekli topografya paftaları üzerinden yapılan incelemelerde havzada toplam 2032 adet kaynak olduğu tespit edilmiştir. Buna göre havzada 2 km^2'ye yaklaşık 1 kaynak düştüğü hesaplanmıştır. Havza içerisinde kaynakların dağılışı düzensizdir. Havza doğal göl varlığı açısından fakir bir havzadır. Havzanın toplam göl yüzdesi % 0,18 olarak hesaplanmıştır. Havzada geçmişte yer alan Gavur Gölü'nün kurutulması işlemleri ve sonrasında yaşanan ekolojik sorunlar dikkate alındığında havzanın sulak alan yönetimi konusunda geçmişte büyük yanlış uygulamalar yapıldığı ve bunun çevresel etkilerinin günümüzde hala devam ettiği görülmektedir.

Aksu Çayı Havzası toplam su potansiyeli ve nüfus miktarı açısından incelendiğinde uluslararası kabul gören *Falkenmark* ve *Shiklomanov* indekslerine göre kişi başına düşen su miktarı açısından havzanın su fakiri bir havza olduğu görülmektedir. Bunun yanında havzada yer alan önemli tarım alanlarının varlığına bağlı olarak gerçekleştirilen yoğun tarım faaliyetleri nedeniyle su potansiyelinin önemli bir bölümünün tarımsal sulamada kullanılması, havzadaki su baskısının daha da artmasına neden olmaktadır. Bunun yanında havzada yer alan Kahramanmaraş ve Türkoğlu ilçe merkezlerindeki sanayi merkezlerinden arıtılmadan Aksu Çayı ve yan kollarından Öznecik Dere, Karaçay ve Erkenez Çayı'na bırakılan endüstriyel atık sular nedeniyle havzada kısıtlı olan su kaynaklarının kirlenmeden dolayı kullanılamaz hale gelmesi havzada su sorunlarını artıran önemli nedenlerden birini oluşturmaktadır. Su tüketimi ve su baskısını artıran diğer sorunlardan birini ise şehir merkezlerinde İçme suyu şebekelerine verilen suların yaklaşık % 50'ye yakın oranda alt yapı eksikliğinden dolayı sistemde kaybedilmesi oluşturmaktadır. Tüm bunların yanında kişi başına düşen su varlığı açısından fakir olan Aksu Çayı Havzası'ndan uzun yıllar havza dışında bulunan Gaziantep şehir merkezine içme ve kullanma suyu transferi yapılması havzadaki su sorunlarını artıran diğer önemli nedenlerden birini oluşturmaktadır. Havzadaki coğrafi faktörler ve beşeri faktörler incelendiğinde havzada ortaya çıkan su sorunlarının daha çok su yönetiminde yapılan beşeri kaynaklı yanlış planlamaların uygulanmasından kaynaklandığı saptanmıştır.

Aksu Çayı Havzası için sürdürülebilir bir su yönetimi planı oluşturulabilmesi için aşağıda verilen planlamaların yapılması büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda yapılması önerilen uygulamalar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

-Aksu Çayı Havzası için öncelikle kapsamlı bir havza yönetim planı oluşturulmalıdır. Havza içerisinde gerçekleştirilecek olan tüm yatırım planlamaları bu havza yönetim planına göre uygulanmalıdır.

-Havzada yer alan Aksu Çayı ve yan kollarından Öznecik Dere, Karaçay, Erkenez Çayı ve havzanın tüm sularının döküldüğü Sır Barajı'nda yaşanan endüstriyel su kirliliği acil bir şekilde kontrol altına alınmalıdır. Sanayi merkezlerinde her bir işletme için endüstriyel atıksu arıtma sistemlerinin kurulması ve düzenli olarak bu sistemlerin işletilmesi sağlanmalı ve bu konuda kurallara uymayan işletmelere çok ağır yaptırımlar uygulanmalıdır.

-Havzada tarımsal üretimde yaygın olarak kullanılan geleneksel salma sulama sistemleri yerine su tasarrufu sağlayan modern sulama sistemlerine geçiş sağlanmalıdır. Bu konuda çiftçilere uygun kredi imkanları ve teknik destek ve eğitim imkanları sağlanmalıdır. Ayrıca havzada çiftçiler bilinçlendirilerek su isteği az olan tarımsal ürünlerin yetiştirilmesi teşvik edilmelidir. Bunun yanında çitçilerin tarımsal üretimde pestisit ve fungusit kullanımları konusunda eğitimler verilerek su kaynaklarında yaşanacak tarımsal kaynaklı kirlenmelerin önüne geçilmelidir.

-Havza içerisinde yer alan göl, baraj ve göletlerde depolanan suların özellikle yaz aylarında buharlaşma kayıplarını en aza indirecek sistemler geliştirilerek bu sistemlerin düzenli olarak uygulanması sağlanmalıdır.

-Bölgede insanların su tüketimi konusunda bilinçlendirilmesi ve su kaynakları konusunda bir farkındalık kazandırmak amaçlı sosyal etkinlikler ve eğitim programları hazırlanmalıdır. Bu konuda kamu spotları çekilerek yerel ve sosyal medya üzerinden halka ulaştırılmalıdır.

-Şehir merkezlerinin alt yapı sistemlerindeki eksiklikler nedeniyle şehir içi su dağıtım şebekelerinde yaşanan su kayıp kaçak oranlarının azaltılması gereklidir. Bu konuda şehirlerin alt yapı sistemlerinin iyileştirilmesi ve şehir içi şebekelerde meydana

gelecek olan su arızalarına hızlı bir şeklide müdahale edebilecek bir sistem geliştirilmelidir.

-Gaziantep şehir merkezi, içme ve kullanma suyu ihtiyacını uzun yıllar Aksu Çayı Havzası'nda bulunan su kaynaklarından karşılamakta ve 2050 yılına kadar da su ihtiyacının karşılanmasında Aksu Çayı Havzası'ndan su alımı öngörülmektedir. Aksu Çayı Havzası, içerisinde yer alan nüfus itibariyle düşünüldüğünde kişi başına düşen su varlığı bakımından su sıkıntısı olan bir havza konumundayken zaman içerisinde artan nüfus nedeniyle su sıkıntısının daha da artması öngörülmektedir. Bu nedenle Gaziantep'in içme suyu ihtiyaç projeksiyonlarını su potansiyeli bakımından Aksu Çayı Havzası'na göre çok daha zengin olan Fırat Nehri'ne yönlendirilmesi hem Gaziantep şehir merkezinin hem de Aksu Çayı Havzası'nın su yönetimindeki sürdürülebilirlik açısından büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

ACKERMAN, S.T., KNOX, J. A.: 2015 — **Meteoroloji.** 3. Basım (Çev: Mikdat Kadıoğlu ve Sedef Çakır). Nobel Yayınları. Ankara.

ADIGÜZEL, F.: 2003 — **Küresel Su Politikaları ve Havza Yönetimi. 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Paneli.** TMMOB, Jeoloji Mühendisliği Odası Yayınları: 91. s.22-30.

ADIYAMAN İLİ ARAZİ VARLIĞI.: 1982 — **Adıyaman İli Arazi Varlığı.** Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

ADRIEN, N. G.: 2004 — **Computational Hydraulics and Hydrology Dictionary**. CRC Press. USA.

AFAD.: 2023a — **06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan Depremlerine İlişkin Ön Değerlendirme Raporu**. AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı. Ankara.

AFAD.: 2023b — **20 Şubat Yayladağ (Hatay) Depremine İlişkin Ön Değerlendirme Raporu.** AFAD Yayınları.

AĞIRALİOĞLU, N.: 2011 — **Baraj Güvenliği.** Beta Yayınları.

AHRENS, C. D.: 2009 — **Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate and the Environment.** Ninth Edt. Brook/Cole, Cengage Learning. USA.

AKSU, S., AĞCA, E.: 2007 — DSİ Genel Müdürlüğünce Baraj Emniyeti İle İlgili Olarak Yapılan ve Yapılması Gereken Çalışmalar. **I. Ulusal Baraj Güvenliği Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı**, s, 617-628. Mayıs 28-30.Ankara.

AKYOL, A., TOLUNAY, A.: 2011 — Sürdürülebilir Orman Yönetimi ve Su Kaynakları Yönetim Politikaları. **1. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu Bildiriler Kitabı**. s, 329-340. Antalya.

ALAGÖZ, C. A.: 1944 — **Türkiye'de Karst Olayları.** Türk Coğrafya Kurumu Yayınları. Sayı: 1. Ankara.

ALBAYRAK, A., YURTERİ, C.: 2007 Hidroelektirik Santrallerinin Çevresel Etkileri. **I. Ulusal Baraj Güvenliği Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı**, s,341-350. Mayıs 28-30.Ankara.

APAYDIN, A., DEMİR, N., YILMAZ, F.: 2019 Örenli Göletinde (Bayramiç-Çanakkale) Rezervuar Hidrolojisinin Yeraltısuyu Dinamiği İle İlginç İlişkisi. **DSİ 2019 Teknik Bülteni.** Sayı: 131: DSİ Yayınları.

ARIK, F. Ş.: 1992 Selçuklular Zamanında Anadolu'da Meydana Gelen Depremler. **Tarih Araştırmaları Dergisi.** 16 (27). Ss, 13-32.

ATALAY, İ.: 1986 **Uygulamalı Hidrografya.** Ege Üniversitesi Basımevi. İzmir.

ATALAY, İ.: 1994 **Türkiye Vejetasyon Coğrafyası.** Ege Üniversitesi Basımevi. I. Baskı. İzmir.

ATALAY, İ.: 2002 **Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri**. Meta Basımevi. İzmir.

ATALAY, İ.: 2004a **Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği.** 2. Basım. Meta Basımevi. İzmir.

ATALAY, İ.: 2004b **Doğa Bilimler Sözlüğü.** Meta Basımevi. İzmir.

ATALAY, İ.: 2008 **Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafya.** Cilt 1. Meta Basım. İzmir.

ATALAY, İ.: 2011 **Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası.** Meta Basım Matbaacılık. İzmir.

ATALAY, İ.: 2013 **Uygulamalı Klimatoloji.** 2. Basım. Meta Basımevi. İzmir.

ATALAY, İ., MORTAN, K.: 1995 **Türkiye Bölgesel Coğrafyası**. 4. Basım. İnkılap Yayınları. İstanbul.

ATMACA, E.: 2016 Pestisitlerin Su Canlıları Üzerine Etkileri. **Türkiye Klinikleri J Vet Sci Pharmacol Toxicol-Special Topics** 2(2), s, 50-57.

AVCI, M.: 1993 Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve "Anadolu Diagonal'ine Coğrafi Bir Yaklaşım. **Türk Coğrafya Dergisi**, (28), s,225-248.

AVCI, S.: 2020 Hakim Rüzgar Yönünün Belirlenmesi İçin Bir Yazılım Önerisi: PrevailingWindRUB 1.0. İstanbul Üniv. **Coğrafya Dergisi**. ss; 209-219. İstanbul.

AYDIN, O., ÜNALDI, Ü. E., DUMAN, N., ÇİÇEK, İ., TÜRKOĞLU, N.: 2017 Türkiye'de Su Kıtlığının Mekansal Ölçekte Değerlendirilmesi. **Türk Coğrafya Dergisi**. s, 11-18.

BAHADIR, H., UÇKU, R.: 2018 Uluslararası Acil Durum Veri Tabanına Göre Türkiye Cumhuriyeti Tarihindeki Afetler. Artvin Çoruh Üniv. Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi, **Doğal Afetler ve Çevre Dergisi**. 4(1):28-33.

BAŞTUĞ, R.: 1995 Tarımda Su Muhafazası. **Tarımda Su Yönetimi ve Çiftçi Katılımı Sempozyumu Bildiriler Kitabı**. s,343-356.

BAYAZIT, M.: 1995 **Hidroloji.** İTÜ Yayınları. İstanbul.

BAYRAM, A. F.: 2000 **Hidrojeoloji Sözlüğü.** Konya.

BİLEN, Ö.: 2009 **Türkiye'nin Su Gündemi.** DSİ Yayınları. Ankara.

BİLGEN KARACA, G., KODAL, S., YILDIRIM, Y. E.: 2019 Havza Bazlı Bitkisel Üretim ve Sulama Suyu Optimizasyon Çalışmaları ve Önemi. **Toprak Su Dergisi,** Özel Sayı. s, 107-114.

BİRSOY, Y., ÖLGEN, M. K.:1992 Thornthwaite Yöntemi ile Su Bilançosunun ve İklim Tipinin Belirlenmesinde Bilgisayar Kullanımı. Ege Üniv., Fak., **Ege Coğrafya Dergisi**, s. 153-178, İzmir.

BISWAS, A. K., TORTAJADA, C.: 2009 **Changing GlobalWater Management Landscape, In: Water Management in 2020 and Beyond,** Springer. DOI 10.1007/978-3-540-89346-2.

BISWAS, A. K.: 2012 **Impacts of Large Dams: Issues, Opportunities and Constraints.** (Impacts of Large Dams: A Global Assessment: Part 1). Springer- Verlag Berlin Heidelberg.

BOGGS, S.:2014 **Sedimantoloji ve Stratigrafi Temel İlkeleri** (Çev. Muhittin Görmüş, Beşinci Basımdan Çeviri).Ankara Üniversitesi Yayınevi. Ankara.

BSŞ (BİRİNCİ SU ŞURASI).: 2021 **Tarım ve Orman Bakanlığı I. Su Şurası, Tarımsal Sulama Grubu Çalışma Belgesi.** Ankara.

BUCK, D. A., NAKAYAMA, F.S., WARRICK, A. W.: 1982 **Principles, Pratices and Potentialities of Trickle (Drip) İrrigation Advances in İrrigation,** Vol.1 (Ed. by D. Hillel), Academic Press, New York, 219-298.

BURKUT, E.: 2018 Burkut, Enis (2018). Suda Amonyum, Nitrit ve Nitrat. **Su ve Çevre E-Dergisi**. s, 20-22.

CANPOLAT, Ö., UZUN, S.: 2019 Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Barajı Gölü'nde Meydana Getirdiği Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi. **DEÜ, Fen Bilimleri Dergisi**. 8 (3), 816-825.

CANPOLAT, Ö., VANLI, E.: 2019 Determination of Heavy Metal Pollution Caused by Wastewater of Milk Products Factory, Paint Factory and Textile Factory in Erkenez Stream (Kahramanmaraş). Turkish **Journal of Agriculture-Food Science and Technology**. 7 (11): 1858-1866.

CEYHAN, S., AKILLI, H.: 2009 Karapınar'da Neler Oluyor. **Mavi Gezegen Dergisi**, 14, 52-57.

CHAHAR, B. R.: 2015 **Groundwater Hydrology.** McGraw Hill Education (India) Private Limited. New Delhi. (Çevrimiçi) https://libgen.rocks/ads.php?md5=02251D50C38A0BEF674BD4D8D19FC238

CHAPRA, S. C.: 2015 **Yüzeysel Su Kalitesi Modelleme** (Birinci Basımdan Çeviri). Nobel Yayınları. Ankara.

CHARLTON, R.: 2008 **Fundamentals Of Fluviyal Geomorphology**. Taylor & Francis e-Library.

CUMHURBAŞKANLIĞI.:2023. **Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu.** Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı Yayınları. Ankara.

ÇEPEL, N.: 1986 Barajların Yukarı Yağış Havzaları İçin Arazi Kullanım Planlamasının Ekoloji Esasları. **İstanbul Üniv. Orman Fakütesi Dergisi.** Cilt-36, Sayı 2. s,17-27. İstanbul.

ÇİÇEK, İ.: 1995 — Türkiye'de Kurak Dönemin Yayılışı ve Süresi (Thornthwaite Metoduna Göre) **Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi**, 4, 77-102. Ankara.

DAVIE, T., QUINN, N W.: 2021 — **Hidrolojinin Temelleri.** (Çeviri: Hasan Özdemir, Abdullah Akbaş, Hafzullah Aksoy). Nobel Yayınları. Ankara.

DEMİR, A.: 2003 — **Su ve DSİ Tarihi**. DSİ Vakfı Yayınları. Ankara.

DEMİR, E., BİROĞLU, İ.: 2018 — Baraj Göllerindeki Sediment Problemi: Hasanlar Barajı Örneği. **Uluslararası V. Baraj Güvenliği Sempozyumu**. 27-31 Ekim, İstanbul, Cilt III, s, 1247-1255.

DEMİR, T., YILDIZ, C.: 2014 — Coğrafya Araştırma Yöntemleri (15. Bölüm). Az Eğimli Yamaçlarda Yüzey Erozyonunun Belirlenmesinde Kullanılan Baz Yöntemler. **Coğrafyacılar Derneği Yayınları**, s,367-385. Balıkesir.

DEMİROĞLU, M.: 2017 — Yeraltı Suyu Bütçe Tartışmaları. **Jeoloji Mühendisliği Dergisi**. (41), 79-89.

DİNÇ, U.: 1980 — Yeni Toprak Taksonomisi (1975) ve Toprakların Ordo Düzeyinde Sınıflandırılması. **İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi**. Cilt, 30, sayı 1, s, 86-98. İstanbul.

DOĞAN, H. M., KILIÇ, O. M., YILMAZ, D. SENCER.: 2014 — Tokat İli Bitki Yoğunluk Sınıflarının LANDSAT-7 ETM+ Uydu Görüntüleri ve Coğrafi Bilgi Ssitemleri İle Araştırılması. **Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi** Dergisi, s, 47-53.

DOĞAN, U.: 1997 — Gidengelmez Dağlarında Doğal Ortam ve İnsan İlişkileri. **Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi**, vol.6, 41-62.

DOYGUN, H., KISAKÜREK, Ş., ERDOĞAN, N., HATİPOĞLU, İ. H.: 2014 — Kahramanmaraş-Ahir Dağı Bitki Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılama Yöntemleri ile İncelenmesi. **II. Ulusal Akdeniz Orman ve**

Çevre Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, s-721-728. Süleyman Demirel Üniv. Isparta.

DSİ.: 1967 **Maraş Gâvur Gölü Kurutma Sahası Verimlilik Raporu.** Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı Yay. Ankara.

DSİ.: 1973 **Maraş Ovaları Hidrojeolojik Etüdü**. DSİ Yayınları. Ankara.

DSİ. 1983. **K.Maraş-Narlı Ovası ve Karst Havzası Hidrojeolojik Etüd Raporu.** DSİ. Yayınları. K.Maraş.

DSİ.: 1988 **Gaziantep-İslahiye Sakçagözü Bucağı ve Çevresi Karst Hidrojeolojik Etüt Ara Raporu**. DSİ XX. Bölge Müdürlüğü Yayınları.

DSİ.: 1992 **K.Maraş-Türkoğlu Yeşilyöre Kasabası ve Arazilerinin Orçan Çayı ve Kollarının Taşkın ve Rüsubat Zararlarından Korunmasına Ait İstikşaf Raporu.** DSİ 20. Bölge Müdürlüğü Yayınları. K.Maraş.

DSİ. : 1995 **K.Maraş-Pazarcık Kartalkaya Barajı Yukarı Havza Islahı Revize Raporu.** DSİ 20. Bölge Müdürlüğü Yayınları. K.Maraş.

DSİ.: 1999 **K.Maraş-Merkez Beşenli Köyü ve Arazilerinin Cacık, Gücük, Akbayır ve Kandil Dereleri Taşkın ve Rüsubat Zararlarından Korunmasına Ait İstikşaf Raporu.** DSİ 20. Bölge Müdürlüğü Yayınları. K.Maraş.

DSİ. : 2012 **Kahramanmaraş Merkez Fatih Kasabası Deliçay Deresi ve Kolları Taşkın ve Rüsubat Kontrolüne Ait Ön İnceleme Raporu.** DSİ 20. Bölge Müdürlüğü Yayınları. K.Maraş.

DSİ.: 2015 **Ceyhan Havzası Hidrojeoloji Raporu.** DSİ 20. Bölge Müdürlüğü Yayınları. Kahramanmaraş.

DSİ.: 2016 **Su Dünyası.** DSİ Vakfı Yayınları. Sayı 150. s.18.

DSİ. : 2017 **Ceyhan Havzası Master Plan Raporu.** DSİ 20. Bölge Müdürlüğü Yayınları. Kahramanmaraş.

DSİ.: 2018 **Ceyhan Havzası Master Planı Özet Raporu.** DSİ 20. Bölge Müdürlüğü Yayınları. Kahramanmaraş.

DSİ.: 2022 **DSİ Faaliyet Raporu.** DSİ Yayınları. Ankara.

DSİ.: 1997 **K.Maraş-Çağlayancerit İlçe Merkezinin Zorkun Deresi Taşkın ve Rüsubat Zararlarından Korunmasına Ait İstikşaf Raporu.** DSİ 20. Bölge Müdürlüğü Yayınları. K.Maraş.

DUMLU, O., YALÇIN, H. T., BOZKURTOĞLU, E.: 2006 **Yeraltı Suyu, Jeolojisi ve Hidrololiği.** Literatür Yayıncılık. İstanbul.

DURAN, C.: 2007 Uzaktan Algılama Teknikleri İle Bitki Örtüsü Analizi. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, **Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü DOA Dergisi**. Sayı, 13, s,45-67. Tarsus.

EFE, B., TOROS, H., DENİZ, A.: 2015 Türkiye Geneli Yağış ve Sıcaklık Verilerinde Eğilimler ve Salınımlar. **VII. Atmospheric Science Symposium** 28-30 April. İstanbul.

EMRE, Ö., DUMAN, T.Y., OLGUN, Ş., ELMACI, H., ÖZALP, S.: 2012 **1/250 000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi. Gaziantep (NJ 37-9), Şanlıurfa (NJ 37-10) ve Suruç (NJ 37-14) Paftaları.** MTA Yayınları. Ankara.

ERDEM, O.: 2005 **Onlar Ne Dedi ?** Kuş Araştırmaları Derneği Yayınları. Ankara.

EREN, M.: 2020 Gözenek ve Gözenek Tipleri. **ESOGÜ Mühendislik Mimarlık Fak Dergisi**. 28 (1), 83-87. Eskişehir.

ERİNÇ, S.: 1984 **Ortam Ekoloji ve Degradasyonal Ekosistem Değişiklikleri.** İstanbul Üniversitesi Yayınları. Yayın No.3213. İstanbul.

ERİNÇ, S.:2002 — **Jeomorfoloji I.** 6. Baskı. Der Yayınları. İstanbul.

ERİNÇ, S.:2001 — **Jeomorfoloji II**. . Der Yayınları. İstanbul.

ERKAL, T., TAŞ, B.: 2013 — **Jeomorfoloji ve İnsan**. Yeditepe Yay. İstanbul.

ERKMEN, C., ERAVCI, B., YAMAN, M., ALBAYRAK, H., AKTAN, T., ÖZSARAÇ, V., TEKİN, B. M., KUTERDEM, K., TEPEUĞUR, E.: 2009 — **Doğu Anadolu Fayının Palesismolojisi (Pilot Bölge: Türkoğlu Gölbaşı Arası). Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği,** Ulusal Deprem Programı Yay. Ankara.

EROL, O.: 1993 — **Genel Klimatoloji.** 4. Baskı. Gazi Büro Kitabevi. Ankara.

EYİDOĞAN, H.: 2016 — Barajlarımızın Güvenliği İçin Deprem Kaydı Yapıyor muyuz? **Bilim ve Gelecek Dergisi.** (e-dergi) 143. Sayı. s. 52-56.

FETTER, C. W.: 2018 — **Applied Hydrogeology.** Waveland Press. Inc. USA.(Çevrimiçi) https://libgen.rocks/ads.php?md5=5414E9B35EE213A7A3AC651E7FF02FD7

FETTER, C. W.: 2004 — **Uygulamalı Hidrojeoloji,** Çev. Mustafa Afşin ve Kamil Kayabalı, Ankara, Gazi Kitabevi.

FITZAPATRIC, F. A.: 2017 — **Handbook of Applied Hydrology.** (Chapter 44). Watershed Geomorphological Characteristics. McGraw-Hill Education. USA. SBN 978-0-07-183509-1.

FREEZE, A. R., CHERY, J. A.: 2003 — **Yeraltı Suyu.** Çev. Kamil Kayabalı. Gazi Kitabevi. Ankara.

FORD, D.C., WILLIAMS, P .N.: 1989 — **Karst Geomorphology and Hyrdology**. London. Chapman & Hall.

FORD, D.C., WILLIAMS, P .N.: 2007 — **Karst Hydrogeology and Geomorphology.** John Wiley & Sons, Ltd.

GARİPAĞAOĞLU, N.: 2012 — Havza Planlamalarında Coğrafyacının Rolü ve Türkiye'de Havza Planlamacılığı. **Atatürk**

Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Cilt 16. Sayı 2. S.303-336.

GASKİ.: 2009 — **Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu.** Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Yayınları.

GASKİ. : 2017 — **Düzbağ ve Kartalkaya İçme Suyu Arıtma Tesisleri Proje Yapımı Ön Proje Raporu.** Gaziantep.

GASKİ. : 2018 — **Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu.** Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Yayınları.

GASKİ.: 2019 — **SCADA** Verileri.

GAZİANTEP İLİ ARAZİ VARLIĞI.: 1992 — **Gaziantep İli Arazi Varlığ.** Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

GENÇER, M., UĞURLU, A., KACAR, M., ÖZCAN, H., KESİM, A., AYDIN, B.: 2005 — **Hidrometeoroloji.** Ankara.

GÖKHAN, İ.: 2009 — Arapların Fethinden Selçuklular Zamanına Kadar Maraş. **BELLETEN,** 73 (266) , 35-76 . DOI: 10.37879/belleten.2009.35

GÖKHAN, İ.: 2011 — **Maraş Tarihi.** UKDE Yayıncılık. Ankara.

GÖKHAN, İ.: 2013 — İslam ve Bizans Sınırları Arasında Hades Şehri. **Fırat Üniversitesi Orta Doğu Araştırmaları Dergisi**. Cilt: VIII, Sayı, 2.s-87-109.

GÖNCÜ, S.: 2001 — **Seydi Suyu'nda Azot ve Fosfor Döngüsünün Modellenmesi.** Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir.

GÖNCÜ, S., HASANOĞLU, E., AVDAN, U., YİĞİT AVDAN, Z., ALBEK, E. A.: 2015 — Borabey Göleti'inin Termal Katmanlaşma Yapısının İncelenmesi. **Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi**. Cilt: 16. Sayı: 3. S-351-366.

GÖNENÇ, İ. E.: 2006 — **Sürdürülebilir Havza Yönetimi.** İGEM Yayıncılık. İstanbul.

GÖRCELİOĞLU, E.: 1982 **Türkiye'de Akarsu Havzalarının Sediment Verimlerini Etkileyen Başlıca İklim, Havza ve Akım Özellikleri Üzerine Araştırmalar.** İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Yay. İstanbul.

GÖRCELİOĞLU, E.: 1983 Havza Ortalama Yağışının Bulunmasında Yeni Bir Yöntem. **İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi**. s, 222-237. İstanbul.

GÖRCELİOĞLU, E.: 1992 Havzalarda Orman ve Otlak Alanları Amenajmanının Su Verimine ve Kalitesine Etkileri. **İstanbul Üniv. Orman Fakütesi Dergisi**. Cilt-42, Sayı 1-2. s,17-30. İstanbul.

GÖRCELİOĞLU, E.: 1996 Ormanların Sel ve Taşkınlar Üzerine Etkileri. **İstanbul Üniv. Orman Fakütesi Dergisi**. Cilt-46, Sayı 1-2-3-4. s,15-25. İstanbul.

GÖRER, N.: 2003 **Küresel Su Politikaları ve Havza Yönetimi.** 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Paneli. TMMOB, Jeoloji Mühendisliği Odası Yayınları: 91. s.7-11.

GRAY, N.F.: 2015 **İçme Suyu Kalitesi** (2.Basımdan Çeviri).Nobel Yayınları. Ankara.

GÜLCİ, S., GÜLCİ, N., YÜKSEL, K.: 2019 Aslantaş Baraj Gölü ve Çevresinin Su Yüzey Alanı ve Arazi Örtüsü Değişiminin Landsat Uydu Görüntüleri Kullanarak İzlenmesi. **Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**. s,100-110.

GÜLCÜ, S., ÇELİK, S., SERİN, N.: 2008 Su Kaynakları Çevresinde Uygulanan Ormancılık Faaliyetlerinin Su Üretimi ve Kalitesine Etkileri. **TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı**. s, 61-69. Ankara.

GÜLEN, L., BARKA, A., TOKSÖZ, M. N.: 1987 **Kıtaların Çarpışması ve İlgili Kompleks Deformasyon: Maraş Üçlü Eklem Bölgesi.** Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni. 319-336.

GÜNAY, Y., TABUMAN, C., ÇÖTERT, F.: 1977 **İçme suyu ve Pis Sularda Rutin Analiz Yöntemleri Kılavuzu.** Yayın No: 24, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları. İstanbul.

GÜNDOĞDU, K. S., BANTCHİNA, B. B.: 2018 Landsat Uydu Görüntülerinde NDVI Değer Dağılımının Parsel Bazlı Değerlendirilmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftlik Arazisi Örneği. **Bursa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.** Cilt 32. Sayı 2, s, 45-53.

GÜNEY, E., BOZYİĞİT, R., MEYDAN, A.: 2014 **Jeomorfoloji Sözlüğü.** Çizgi Kitabevi. Konya.

GÜNGÖR, S.: 2013 Yitirilmiş Bir Sulak Alan: Kahramanmaraş Gavur Gölü'nün Öyküsü. **Türk İdare Dergisi**. Sayı 477. s,303-320.

GÜRBÜZ, M., KORKMAZ, H., GÜNDOĞAN, R., DIĞRAK, M.: 2003 **Gavur Gölü Bataklığı.** Kahramanmaraş Valiliği, İl Çevre Müdürlüğü Yayınları. Kahramanmaraş.

GÜRBÜZ, M., KARABULUT, M., KORKMAZ, H.: 2008 Gavur Gölü Bataklığı'nın Kurutulmadan Önceki Kültürel Ekolojisi. **Sulak Alan Konferansı 10-11 Temmuz Kayseri, Bildiriler Kitabı**. s, 57-72.

GÜRER, İ., GÜNYAKTI, A.: 2020 **Uygulamalı Mühendislik Hidrolojisi.** Nobel Yayınları. Ankara.

GÜRER, İ.: 1979 Kar Meteorunun Evrimi ve İlkbahar Tahminlerinde Kullanılması. **II. Ulusal Kar Hidrolojisi Bildirimleri.** DSİ Yayınları, s,79-85. Ankara.

GÜRER, İ.: 1980 Kar ve Ölçümü. **DSİ Teknik Bülteni,** DSİ Yayınları. Sayı 49. s.34-41.

GÜRER, İ., UÇAR, İ.: 2013 CBS ve Uzaktan Algılama Destekli Kar Erimesi Modeli (SRM) İle Akış Hidrografı Benzetimi (Kayseri-Sarız Çayı Havzası Örneği). **Gazi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi**, cilt 28, No 1, s, 91-101. Ankara.

HARMANCIOĞLU, N. B., GÜL, A., FISTIKOĞLU, O.: 2002 **Entegre Su Kaynakları Yönetimi.** Türkiye Mühendislik Haberleri. Sayı 419. S, 29-38.

HARTMANN, D. L.: 2016 **Global Physical Climatology.** Second Edt. Department of Atmospheric Sciences, University of Washington, Seattle, WA, USA.

HATFIELD, J. L.: 2014 **Convergence Of Food Security, Energy Security and Sustainable Agriculture.** (Chapter 2): Soil Degradation, Land Use, And Sustainability. Springer Heidelberg New York Dordrecht London.

HILLEL, D.: 1987 **The Efficient Use of Water in İrrigation, World Bank Tecnical Paper**, No:64, The World Bank, Washington, D.C.

HOŞGÖREN, Y.: 1992 **Hirografyanın Ana Çizgileri.** İstanbul Üniv Yay. İstanbul.

HUGGETT, R. J.: 2015 **Jeomorfolojinin Temelleri.** (Üçüncü Basımdan Çeviri: Uğur Doğan). Nobel Yayınları.

INGLADA, J.: 2016 **Land Surface Remote Sensing İn Agriculture And Forest** (Chapter 3): Land Cover Mapping From Optical Images. Great Britain and the United States by ISTE Press Ltd and Elsevier Ltd.

IŞILDAR, H. T., ERCOŞKUN, Ö. Y.: 2021 Göller Yöresinde Sürdürülebilirlik ve Dirençlilik. **Journal of Management Theory and Practies Research**. Cilt:2, Sayı:2. S-89-114.

İLHAN, A.: 2011 **Yeni Bir Su Politikasına Doğru.** Sosyal Değişim Derneği Yayınları (Birinci Baskı). İstanbul.

İNAÇ, S., GÖRÜCÜ, Ö., PINAR, A. H.: 2008 The bird species of Kumasir lake (Kahramanmaras-Turkey) and a view of environmental ethics on sustainable wetland management. **Journal of Environmental Biology**, 29(3),411-414.

İNANÇ, S.: 2010 Kahramanmaraş'ın Sulak Alanlarından Gâvur ve Kumaşır Göllerinin Kuşlar Açısından Önemi ve Çevre Etiği. **III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı**. 20-

22 Mayıs. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi. Cilt: III, Sayfa: 1217-1224.

İRCAN, M. R., DUMAN, N.: 2021 — Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Şanlıurfa İklimi. **DTFC Dergisi**, 61.1:68-93. Ankara.

İZBIRAK, R.: 1986 — **Coğrafi Terimler Sözlüğü.** Milli Eğitim Yayınları. İstanbul.

JENNINGS, J. N.: 1971 — Karst (An Introduction to Systematic Geomorphology, vol, 7) Cambridge, Mass. And London: MIT Press.

KAHRAMANMARAŞ İRAP.: 2020 — **Kahramanmaraş İl Afet Azaltma Planı**. Kahramanmaraş İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Yayınları.

KAHRAMANMARAŞ İLİ ARAZİ VARLIĞI.: 1997 — **Kahramanmaraş İli Arazi Varlığı.** Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

KALKAN, B.: 2018 — Barajların İşletme Ömürlerinin Uzatılması Amacı ile Moloz Bariyeri Kullanımı. **Uluslararası V. Baraj Güvenliği Sempozyumu.** 27-31 Ekim, İstanbul, Cilt III, s, 1163-1172.

KANDEMİR, E.: 2010 — **Uzaktan Algılama Tekniğinde NDVI Değerleri İle Doğal Bitki Örtüsü Tür Dağılımı Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar**. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. İzmir.

KARA, C., BAHADIROĞLU, C.: 2001 — Kumaşır Gölü (Kahramanmaraş)'nün Bazı Ekolojik Özellikleri. **Fen ve Mühendislik Dergisi**. Cilt: 4, Sayı:1. s-57-62.

KARA, C., ÇÖMLEKÇİOĞLU, U.: 2004 — Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyoloji ve Fiziko-Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi. **KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi.** 7 (1) s.1-7.

KARABACAK UZUN, S.: 2017 — **Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Barajı'nda Meydana**

Getirdiği Ağır Metal Kirliliği. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Elazığ.

KARABACAK, V.: 2007 **Ölü Deniz Fay Zonu Kuzey Kesiminin Kuvaterner Aktivitesi.** Doktora Tezi. Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir.

KARAHANOĞLU, N.: 2018 Yeraltısuyu Çekimi Sonucu Oluşan Yüzey Çökmesi Poblemi: Bilimsel Araştırmaların Tarihsel Gelişimi. **Jeoloji Mühendisliği Dergisi** 42, 77-106.

KARAKAYA, N., GÖNENÇ, İ. E.: 2006 Türkiye'de Havzalar Arası Su Transferi İçin Bir Kara Destek Sistemi Önerisi. **İTÜ Dergisi**, Cilt 16, Sayı, 1.s, 79-90.

KARAKAYA, N., KARAKAYA, İ.: 2008 Havzalar Arası Su Transferi: Hukuksal Açıdan Bir Değerlendirme. **TMMOB 2. Su Kongresi Bildiriler Kitabı**. Cilt I. s,109-116.

KARAKOYUN, Y., YUMURTACI, Z.: 2013 Hidroelektrik Santral Projelerinde Çevresel Akış Miktarının ve Çevresel Etkinin Değerlendirmesi. **Tesisat Mühendisliği, MMO Dergisi,** vol.12, no.138, 7-23.

KARATAŞ, A.: 2011 **Fayların Doğal Kaynak Sularının Oluşum ve Gelişimine Etkileri.** Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, No:5, 617-626. İstanbul.

KASAPOĞLU, K. E.: 2007 **Depremler ve Türkiye. TMMOB,** Jeoloji Mühendisliği Odası Yayınları. No.99. Ankara.

KASKİ.: 2015 **Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu**. Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi Yayınları.

KASKİ.: 2021 **Kahramanmaraş Su ve Kanaliazyon İdaresi Faaliyet Raporu.** Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi Yayınları.

KAYA, B., ALADAĞ, C.: 2009 Maki ve Garig Topluluklarının Türkiye'deki Yayılış Alanları ve Ekolojik Özelliklerinin

İncelenmesi. **Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**. Sayı: 22, s, 67-80. Konya.

KESİK, M.: 2007 — Maraş Depremi (1114). **İstanbul Üniversitesi, Tarih Dergisi.** Sayı 42, ss, 43-46.

KESKİN, M. E., KORKMAZ, K. A., ÇARHOĞLU, A. I., HELVACI, D.: 2009 — Dim Barajının Deprem Güvenliğinin Dinamik Analizlerle İncelenmesi. **TUBAV Bilim Dergisi.** Cilt 2. Sayı:2. S. 128-137.

KİÇDR.: 2018 — **Kahramanmaraş İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu.** Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yayınları.

KOCAMAN, B., ÖZDEMİR, O. N.: 2018 — Ceyhan Havzası-Kartalkaya Barajının Yıkılması. İki Boyutlu Hidrodinamik Model. **Uluslararası V. Baraj Güvenliği Sempozyumu Bildiler Kitabı.** s.1064-1070. İstanbul.

KOÇ, K.: 2010 — **Kahramanmaraş'ta Sosyal Hayatın Fiziki Yapıya Etkisi.** UKDE Yayınları. Kahramanmaraş.

KORKMAZ, H.: 2000 — **Kahraman Maraş Havzasının Jeomorfolojisi**. Kahramanmaraş Valiliği, İl Kültür Turizm Müdürlüğü Yayınları, No:3.

KORKMAZ, H.: 2008 — Antakya-Kahramanmaraş Graben Alanında Kurutulan Sulak Alanların (Amik Gölü, Emen Gölü ve Gavur Gölü) Modellerinin Oluşturulması. **Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**. Cilt: 5 Sayı:9, s-19-37.

KORZOUN, V. I., SOKOLOV, A. A., BUDYKO, M. I., VOSKRESENSKY, K. P., KALİNİN, G. P.: 1978 — **World water balance and water resources of the earth. Studies and Reports in Hydrology** (UNESCO), no. 25 / United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 75. Paris (France); International Hydrological Decade, Moscow (USSR). USSR National Committee, 1978, 663 p.

KÖKNEL, B.: 1979 — DSİ Kar Ölçüm Ağı. **II. Ulusal Kar Hidrolojisi Bildirileri**. DSİ Yayınları, s,4-5. Ankara.

KÜLKÖYLÜOĞLU, O.: 2015 **HES'ler ve Depremler.** TMMOB Jeoloji Mühendileri Odası. Haber Bülteni. s.9-13.

L'VOVICH, M. I.: 1979 **World water resources and their future. Translation of the original Russian edition** (1974), American Geophysical Union, Washington, D.C.

LEI, C.: 2018 **Join Hands to Meet Water Security Challenges and Promote Global Sustainable Development In: Global Water Security,** Springer**.** s.V-X.

LEWIS, W. M.: 2009 **Ecological Zonation in Lakes.** (Lake Ecosystem Ecology) (chapter 1).Elsevier: USA.(Çevrimiçi) http://library.lol/main/AAA426DAF8423DEE80FC4C1B92758BA7

LI, X., LIN Y.: 2019 **3D Remote Sensing Applications İn Forest Ecology** (Chapter 7): Do High-Voltage Power Transmission Lines Affect Forest Landscape and Vegatation Growth: Evidence From a Case For Southeastern Of China. Forests 2019, 10, 162, doi:10.3390/f10020162.

LILESAND, T. M., KIEFER, R. W., CHIPMAN, J. W.: 2018 **Uzaktan Algılama ve Görüntü Yorumlama**. 7. Basım. (Çeviri: Kaan Şimşek). Palme Yayınları. Ankara.

LUTGENS, F. K., TARBUCKS, E. J., TASA, D.: 2014 **Genel Jeoloji** (Çeviri Edt. Cahit Helvacı, 11. Basımdan Çeviri) Nobel Yayınları, Ankara.

MADEN, T. E.: 2013 Havzalararası Su Transferinde Büyük Adım: KKTC İçme Suyu Temin Projesi. **Ortadoğu Analiz Dergisi.** Cilt 5, Sayı, 50. s, 102-111.

MATER, B.: 1998 **Toprak Coğrafyası.** Çantay Kitabevi. İstanbul.

MERİÇ, B. T.: 2004 Su Kaynakları Yönetimi ve Türkiye. **Jeoloji Mühendisliği Dergisi.** Cilt (28), Sayı 1.s.27-38.

MGM.: 2016 **Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi.** Meteoroloji Genel

Müdürlüğü, Araştırma Daire Başkanlığı, Klimatoloji Şube Müdürlüğü. Ankara.

MGM.: MGM:(Çevrimiçi): https://adana.mgm.gov.tr/istasyonlar.aspx

MILANOVIC, P. T.: 2004 **Water Resources Engineering İn Karst,** Crc Press, Boca Raton, Fl, P. 312.

MILANOVIC, S., STEVANOVIC, Z., JEMCOV, I.: 2010 Water Lossesrisk Assessment: An Example From Carpathian Karst, **Environmental Earth Sciences,** Vol. 60, Pp. 817–827.

MOLLINGA, P. P.: 2006 **Integrated Water Resoruces Management**. (Chapter 1): IWRM in South Asia: A Concept Looking For A Constituency. (First Published). SAGE Publications. New Delhi.

MOZAFARI M., RAEISI, E.: 2015 Understanding karst leakage at the Kowsar Dam, Iran, by hydrogeological Analysis, **Environmental and Engineering Geoscience**, Vol. XXI, No. 4, 325-339.

MTA.: 2012 **Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası (1/250 000 Ölçekli), NJ 37-9 Gaziantep Paftası.** Özel Yayın Serisi. 30. Ankara.

MTA.: 2017 **Türkiye Sismotektonik Haritası.** Özel Yayın Serisi-34. MTA Yay. Ankara.

MUSICK, J. T.: 1984 **Water Conservaiton in İrrigated Crop Production.** USDA - ARS. USDA Conservation and Production Reserarch Lab. Bushland, Texas. 12pp.

NAZİK, L., TUNCER, K.: 2010. Türkiye Karst Morfolojisinin Bölgesel Özellikleri. **Türk Speleoloji Dergisi.** Karst ve Mağara Araştırmaları 1:7-19.

NORTH, F.K.: 1985 **Pertoleum Geology.** Allen & Unwin. London.

OKÇU, D.: 1999 **Türkiye'de Bitki Örtüsü İndeksi Değerlerinin Değişimi ve Meteorolojik Parametrelerle İlişkilendirilmesi.** İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.

OKUMUŞ, M.: 2010 **Gâvur Gölü Havzası.** Kentvizyon Yayınları. Kahramanmaraş.

OBKP, (ON BİRİNCİ KALKINMA PLANI).: 2018 **Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyon Raporu.** Kalkınma Bakanlığı Yayınları.

OKAY, I. A., TÜYSÜZ, O.: 1999 **Tethyan Sutures of Northern Turkey.** Geological Society, London, Special Publications, v. 156; p.475-55. Doi:10.1144/GSL.SP.1999.156.01.22

OKP, (ONUNCU KALKINMA PLANI).: 2014 **OKP (Onuncu Kalkınma Planı) Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyon Raporu.** Kalkınma Bakanlığı Yayınları.

ORHON, D., SÖZEN, S., ÜSTÜN, B., GÖRGÜN, E., KARAHAN GÜL, Ö.: 2002 **Su Yönetimi ve Sürdürülebilir Kalkınma. Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli, Ön Raporu.** İstanbul. S,2-28.

OSİB, (ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI).: 2017:b **Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar.** Orman ve Su İşleri Bakanlığı Yayınları. Ankara.

OSİB, (ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI).: 2017:a **Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı.** Orman ve Su İşleri Bakanlığı Yayınları, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.

OZANER, F. S.: 2004 **Avlan Gölü Yeşererek Ekosistemdeki Eski Yerini Alabilecek mi?** Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği, Çarşamba Söyleşileri. 27 Ekim 2004. Yayımlanmamış Konferans Metni. Ankara. S,3.

ÖNALAN, M.: 1990 Önülke Havzaları ve K.Maraş Önülke Havzasının Jeolojik Evrimi. **İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yerbilimleri Dergisi**, Cilt:7,S.1-2, 19-43

ÖZBEK, T., ÖZCAN, Ç.: 2001 **Akarsularda Katı Madde.** TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları. Ankara.

ÖZDEMİR, H.: 2011 **Havza Morfometrisi ve Taşkınlar.** Fiziki Coğrafya Araştırmaları Sistematik ve Bölgesel

kitabı içerisinde 5.Bölüm (s.507-526). Türk Coğrafya Kurumu Yayınları. İstanbul.

ÖZDEMİR, M. A., İNCEÖZ, M.: 2003 — Doğu Anadolu Fay Zonunda Karlıova Türkoğlu Arasında Akarsu Ötelenmelerinin Tektonik Verilerle Karşılaştırılması. **Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi**. s.89-114. Afyon.

ÖZHAN, S.: 1994 — "Havzalarda Orman ve Otlak Alanları Amenajmanının Su Verimine ve Kalitesine Etkileri" Adlı Makaleye İlişkin Bir Açıklama. **İstanbul Üniv. Orman Fakütesi Dergisi.** Cilt-44, Sayı 3-4. s,65-76. İstanbul.

ÖZHAN, S., HIZAL, A., YURTSEVEN, İ.: 2011 — Meşe-Kayın Karışık Ormanında Ormanaltı Yağış. **Jorunal Of Faculty Of Forestry, Istanbul Univ**, 61 (1): 23-30. İstanbul.

ÖZMEN, B., NURLU, M., GÜLER, H., 1997 — **Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi.** Bayındırlık ve İkan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Yay. Ankara.

ÖZÜNLÜ, C.: 2016 — **Su Yönetimi.** Dora Yayınları. Bursa.

PALUTOĞLU, M., ŞAŞMAZ, A.: 2017 — 29 Kasım 1795, Kahramanmaraş Depremi, Güney Türkiye. **MTA Dergisi.** 155: 191-206.

PAMPAL, S., ÖZMEN, B.: 2009 — **Depremlerle Baş Edebilmek.** Eflatun Yayınevi. Ankara.

PARLAK, M.: 2011 — Bitki Örtüsünün Su Verimine Etkisi. **I. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu Bildiriler Kitabı**. s, 357-364. Antalya.

PEKCAN, N.: 1997 — K.Maraş Türkoğlu Arasındaki Tipik Bir Akarsu Kapması. **İstanbul Üniv. Ed. Fakültesi Coğrafya Dergisi**, Sayı 5. sf:45- 54 İstanbul.

PEKTEZEL, H.: 2015 — Gelibolu Yarımadası'nda CBS Tabanlı RUSLE (3D) Yöntemiyle Erozyon Duyarlılık Analizi. **Asos Journal, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi**, sayı 17, s, 131-151.

POEHLS, D.J., SMITH, G. J.: 2009 — **Encyclopedic Dictionary Of Hydrogeology.** Elsevier Press, Netherlands.

PONCE, V. M., PANDEY R. P., Ercan, S.: 2000 — Characterization of drought across climatic spectrum. **Journal of Hydrologic Engineering**, ASCE, 5/2 222-224.

RİNGLER, Cl., BRYAN, E., BİSWAS, A., CLİNE, A. S.: 2010 — **Water and Food Security Under Global Change, In: Global Change: Impacts On Water and Food Security,** Springer. DOI: 10.1007/978-3-642-04615-5.

ROHLI, R. V., Vega, A. J.: 2018 — **Climatology.** Fourth Edition. Burlington, Massachusetts: Jones & Bartlett Learning.

RÜŞTÜ, I., SALEM, K.: 2004 — Türkiye'nin Sınıraşan Akarsu Anlaşmalarına Coğrafi Açıdan Bir Bakış. **Marmara Coğrafya Dergisi.** Sayı 10. s.53-72.

SARIGÜL, O., ŞİMŞEK, M.: 2014. — **Polyelerde İnsan Yaşamı: Eviye Polyesi Örneği.** Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı. s, 636-645.Muğla Sıtkı Koçman Üniv. Muğla.

SARIGUL, O. TUROĞLU, H.: 2020 — Kahramanmaraş Şehri Sel ve Taşkınlarının Coğrafi Analizi ve Öngörüler. **İstanbul Üniv. Coğrafya Dergisi**. ss, 275-293. İstanbul.

SCHALLENBERG, M., DE WİNTON, M.D., VERBURG, P., KELLY, D., HAMILL, K., HAMILTON, D.: 2013 — **Ecosystem Services of Lakes. In Ecosystem Services in New Zealand-Conditions and Trends**. (203-225.ss.). Manaaki Whenua Press: Lincoln, New Zealand.

SEKİZİNCİ KALKINMA PLANI (SKP).: 2001 — **Su Havzalarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyon Raporu.** Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları.

SELÇUK BİRİCİK, A.: 1994 — Gölbaşı Depresyonu. **Türk Coğrafya Dergisi.** Sayı: 29. s-53-81.

SELÇUK BİRİCİK, A.: 2009 — **Fiziki Coğrafya-Jeomorfoloji ile Hidroloji'nin Temel Prensipleri ve Araştırma Yöntemleri.** Cilt 1. Gonca Yayınları. İstanbul.

SELÇUK BİRİCİK, A., KORKMAZ, H.: 2001 — Kahramanmaraş'ın Depremselliği. **Marmara Coğrafya Dergisi.** Sayı 3. Cilt 1.s. 53-82. İstanbul.

SEZGİN, N., PINAR, A., UTKUCU, M.: (2002) — Maraş Üçlü Eklem Bölgesinde Günümüzdeki Etkin Olan Tektonik Rejim. **İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yerbilimleri Dergisi,** Cilt: 15 (1), 43-55.

SHELKNANLOYMILAN, L.: 2013 — **Atık Sulardan Azot ve Fosforun Chlorella vulgaris Beijerinck Yardımıyla Deneysel Olarak Uzaklaştırılması.** Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara.

SİNGH, S.: (2006). — **Climatology.** Pravalika Puplications, Allahabad.

SKP (SEKİZİNCİ KALKINMA PLANI).: 2001 — **Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu.** DPT Yayınları. Ankara.

STRAHLER, A.N.:(1952). — **Dynamic Basis of Geomorphology.** Bull Geol Soc Am 63:923– 938.

SUKACHEV, V. N., DYLIS, N.V.: 1968 — (Çeviri: J.M. Maclenan). **Fundamentals of Forest Biogeocoenology.** Oliver and Boyd, Ltd. Edinburgh.

SÜLÜKİ, M. H.: 2010 — **Küçük Hidroelektrik Santrallerde Cansuyunun Belirlenmesi.** Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

SÜMENGEN, M.: 2014 — **1/ 100 000 Ölçekli Türkiye Jeolojisi Serisi Şanlıurfa M-37 Paftası**, No: 215. MTA Yay, Ankara.

SÜMENGEN, M.: 2018 — **1/ 100 000 Ölçekli Türkiye Jeolojisi Serisi Şanlıurfa M-38 Paftası**, No: 216. MTA Yay, Ankara.

SÜR, Ö.: 1994 — **Strüktüral Jeomorfoloji.** Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları. Ankara.

SYGM: SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ.: 2021 **Gaziantep İli İçme ve Kullanma Suyunun Güvenliği Planlanın Hazırlanması I. Ara Raporu.** Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Yayınları.

SYGM: SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ.: 2022 **IPCC 6. Değerlendirme Raporu: İklim Değişikliği 2021, Fiziksel Bilim Temeli Yönetici Özeti, Bilgilendirme Notu.** Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM), Ankara.

ŞEKERTEKİN, A. İ., KUTOĞLU, Ş. H., MARANGOZ, A. M.: 2015 Uzaktan Algılama Teknolojisi ve Uydu Görüntüleri Yardımıyla Önemli Çevresel (Su ve Kara) Etkilerinin Gözlemlenmesi. **Bülent Ecevit Üniversitesi, Karaelmas Fen Mühendislik Dergisi**. 5 (2); 105-122.

ŞEN, Ö. L.: 2013 **IPCC'nin Son Raporu Işığında Türkiye'de İklim Değişikliği Olası Etkileri ve Çözüm Önerileri.** s, 19-23. İstanbul Politikaları Merkezi. İstanbul.

ŞEN, Z.: 2003b **Yeraltı Suyu.** Su Vakfı Yayınları. İstanbul.

ŞEN, Z.: 2003a **Su Bilimleri Yöntemleri.** Su Vakfı Yayınları.

ŞİMŞEK, H.: 2011 **Sazlıdere Baraj Gölü'nün Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi**. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

ŞİMŞEK, M.: 2018 **Geyik Dağı Kütlesi'nde (Orta Toroslar) Karstik Depresyonların Dağılışı ve Bu Dağılışa Etki Eden Faktörler.** İstanbul Üniv. Sosyal Bilimle Enst. Doktora Tezi. (Yayımlanmamış).

ŞULUL, K.: 2008 İslam Coğrafyacılarından Yakut b. Abdillah el-Hamavi'nin (Ö.626/1229) M'ucemü'l-Büldan'ına Göre Silvan. **Harran Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi Dergisi.** Sayı:19,Ocak-Haziran, s-149-159.

TAGEM-DSİ.: 2017 **Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri.** Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü-Devlet Su İşleri Yayınları. Ankara.

TANRIVERDİ, Ç., ALP, A., DEMİRKIRAN, A. R., ÜÇKARDEŞ, F.: 2010

Assessment Of Surface Water Quality Of The Ceyhan River basin, **Turkey. Environ Monit Assess.** 167: 175-184.

TANYAŞ, H., KOLAT, Ç., SÜZEN, M. L.: 2015

A New Approach To Estimate Cover-Management Factor Of RUSLE And Validation Of RUSLE Model in The Watershed Of Kartalkaya Dam. **Elsevier-Journal Of Hydrology**, p-584-598.

TANYEL, M.: 2019

Aynı Yetişme Ortamında Yer Alan Farklı Ağaç Türlerinde İntersepsiyonun Belirlenmesi. Bartın Üniv, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Bartın.

TAPUR, T., BOZYİĞİT, R.: 2016

Konya İli Obruklarının Turizm Potansiyeli. **Marmara Coğrafya Dergisi**. 34, 253-267.

TOB:TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI.: 2021

Su Kaynaklarının Kalite ve Miktar Olarak Korunması ve İzlenmesi Grubu Çalışma Belgesi. I. Su Şurası. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları. Ankara.

TOB: TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI.: 2019

Ulusal Erozyon Değerlendirme Sisteminin Doğal Kaynak Planlama Çalışmaları ile Entegre Edilmesi Çalıştayı. Tarım ve Orman Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Erozyon Kontrol Daire Başkanlığı Yayınları. 25-28 Mart- Mardin.

TBMM.: 2018

9 Ekim, Beşinci Birleşim, Salı Günü Tutanakları. **Türkiye Büyük Millet Meclisi Tutanak Dergisi**, Cilt 2.

TÇV (1989).

Türkiye'nin Sulak Alanları. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları. Ankara.

THORNTHWAITE, C. W.: 1948

An Approach Toward A Rational Classification Of Climate. **Geografical Review** 38.1:55-94.

TIRIL, A.: 2006

Sulak Alanlar. Peyzaj Mimarları Odası Yay. Ankara.

TOPUZ, M.: 2019 **Gâvur Gölü (Kahramanmaraş) Geç Kuvaterner Paleocoğrafyası'nın İncelenmesi.** Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Kahramanmaraş.

TOROĞLU, E., TOROĞLU, S., ALAEDDİNOĞLU, F., 2006 Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. **Coğrafi Bilimler Dergisi.** 4 (1), s.93-103.

TORTAJADA, C., FERNANDEZ, V.: 2018 **Towards Global Water Security:A Departure from the Status Quo? In: Global Water Security,** Springer.(Çevrimiçi) https://doi.org/10.1007/978-981-10-7913-9.

TOSUN, H.: 2015 **Earthquakes and dams. In Earthquake Engineering-From Engineering Seismology to Optimal Seismic Design of Engineering Structures.** (Chapter 7). IntechOpen.ss,189-202.

TOSUN, H., SEYREK, E.: 2007 Baraj Yeri Sismik Tehlike ve Toplam Risk Analiz Esasları Ceyhan Havzası İçin Yapılan Uygulamalar. 2**. Geoteknik Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Bildiri**. s.328-342. Adana.

TRANVİK L.J., DOWNİNG JA, COTNER JB, LOİSELLE SA, STRİEGL RG, BALLATORE TJ ET AL.: 2009 Lakes and reservoirs as regulators of carbon cycling and climate. **Limnology and Oceanography** 54: 2298–2314.

TUNCER, B., BAKIRCI, M.: 2020 6030 Sayılı Büyükşehir Yasasının Türkiye'nin Kırsal Yerleşim Düzenine Mevcut ve Muhtemel Etkileri: Konya Örneği. **Türk Coğrafya Dergisi**. (74), 75-85.

TURKMEN, S.:2003 Treatment of The Seepage Problems at The Kalecik Dam (Turkey), **Engineering Geology,** Vol. 68, Pp. 159– 169.

TUROĞLU, H.: 2016 Sensitivity of streamflow to climate change in Melen River basin (NW Turkey). "**16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM"** (pp.645-651). Albena, Varna, Bulgaria.

TUROĞLU, H.: 2013 "Possible Effects of Climate Change on Water Management in Istanbul". . **The Conference on Global Climate Change, 6-7 September 2013.Yıldız Technical University Auditorium,** Istanbul (pp.1-10). İstanbul, Turkey.

TUROĞLU, H.: 2014 İklim Değişikliği Bağlamında İstanbul'un Su Yönetimi Problemleri. **TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı**. s,97-107 Ankara.

TUROĞLU, H.: 2019 Istanbul's Water Management Risks, **1st Istanbul Internatıonal Geography Congress,** İstanbul, Turkey, pp.535-547.

TUROĞLU, H., SARIGÜL, O., TÜRKOĞLU, S.: 2019 Gaziantep İçin Su Güvenliği-Su Potansiyeli Hakkında Coğrafi Değerlendirme. **Küresel Ekolojik Güvenlik Uluslararası Sempozyumu, Bildiriler Kitabı**. s.551-577. Ankara.

TÜRKER, Y. Ö., COŞKUN, A. A.: (2011). Orman ve Su İşlerinin Hukuki Analizi. **1. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu Bildiriler Kitabı.** s, 319-328. Antalya.

TÜRKEŞ, M.: 1997 Hava ve İklim Kavramları Üzerine. **TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.** 355, 36-37. Ankara.

TÜRKEŞ, M.: 2001 **Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma.** Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2000 Yılı Seminerleri. Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi: 1: 187-205, Ankara.

TÜRKEŞ, M.: 2010 **Klimatoloji ve Meteoroloji.** Kriter Yayınları. İstanbul.

TÜRKEŞ, M.: 2013 **IPCC İklim Değişikliği 2013: Fiziksel Bilim Temeli Politikacılar İçin Özet Raporundaki Yeni Bulgu ve Sonuçların Bilimsel Bir Değerlendirmesi.** s, 8-18. İstanbul Politikaları Merkezi. İstanbul.

TÜRKEŞ, M.: 2018 **Genel Klimatoloji.** 3. Basım. Kriter Yayınları. İstanbul.

TÜRKEŞ, ., SÜMER, U. M., ÇETİNER, G.: 2000 **Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri.** Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları. (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.

TÜRKSOY, M.: 1979 Kar Üzerine Yağan Yağmurla Birlikte Meydana Gelen Akımın Hesaplanması. **II. Ulusal Kar Hidrolojisi Bildirimleri.** DSİ Yayınları, s,109-113. Ankara.

TÜSİAD.: 2008 **Türkiye'nin Su Yönetimi, Sorunlar ve Öneriler**. TÜSİAD Yayınları. İstanbul.

TÜTÜNCÜ, A. N., DAL, UFUK., AZAKLI KÖSE, M.: 2018 **Milletlerarası Sınıraşan Akifer Hukuku.** Beta Yayınları, İstanbul.

TVOB.: 2021 **Su Kaynaklarının Kalite ve Miktar Olarak Korunması ve İzlenmesi Grubu Çalışma Belgesi.** I. Su Şurası. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları. Ankara.

UÇEP.: 1997 **Ulusal Çevre Eylem Planı.** Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları. Ankara.

UHYS.: 2014 **Ulusal Havza Yönetim Stratejisi**. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Yayınları. Ankara.

ULUSAL ÇEVRE EYLEM PLANI.: 1997 **Ulusal Çevre Eylem Planı.** Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları. Ankara.

UNAL, B., EREN, M., YALCIN, M. G.: 2007 "Investigation of leakage at Ataturk Dam and Hydroelectric Power Plant by Means of Hydrometric Measurements", **Engineering Geology,** Vol. 93, Pp. 45–63.

UNITED NATIONS (UN).: 2022 **World Population Prospects, Summary of Results.** UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3.

UNITED NATIONS (UN).: 2011 **Renewable Freshwater Resources: Long Term Annual Average.** (Çevrimiçi) https://unstats.un.org/unsd/environment/envpdf/Water_Resources.pdf

UNITED NATIONS (UN).: 2019 — **Average Annual Rate Of Population Change 2025-2030.** (Çevrimiçi) https://population.un.org/wpp/Maps/

UNITED NATIOS (UN).: 2014 — **The United Nations World Water Development Report.** (Çevrimiçi) https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000225741

UNITED, NATIONS (UN).: 2011 — **Renewable Freshwater Resources Per Capita: Long Term Annual Average.** (Çevrimiçi) https://unstats.un.org/unsd/environment/waterresources.htm.

USUL, N.: 1979 — Kar Erime Devresinde Hidrograf Analizi. **II. Ulusal Kar Hidrolojisi Bildirimleri.** DSİ Yayınları, s,104-108. Ankara.

USUL, N.: 2017 — **Mühendislik Hidrolojisi.** ODTÜ Yayıncılık. Ankara.

UYSAL, G., ŞENSOY, A., ŞORMAN, A. A., ERTAŞ, M. C.: 2021 — Kısa Dönemli Hidrolojik Tahmin Sistemi Uygulaması. Artvin Çoruh Üniv. Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi. **Doğal Afetler ve Çevre Dergisi**, s,338-353.

UZ, G.: 2004 — **Çeşitli Organik Maddeleri İçeren Atık Suların BOİ ve KOİ Değerlerinin İncelenmesi.** Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

ÜNAL, Ç.: 2019 — Türkiye'nin I. Düzey Bölgelerinde Göç İstatistiklerinin Değişim Analizi (2007-2017). **Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi**. Cilt 21, Sayı 2. ss, 737-758.

ÜSİAD.: 2011 — **Türkiye'de Su Yönetimi Nasıl Olmalı?** Ulusal Sanayici ve İşadamları Derneği Yayınları.

ÜSTÜN, A., TUŞAT, E., YALVAÇ, S., ÖZKAN, I., EREN, Y., ÖZDEMİR, A., BİLDİRİCİ, I.O., ÜSTÜNTAŞ, T., KIRTILOĞLU, O.S., MESUTOĞLU, M., DOĞANALP, S., CANASLAN, F., — Land subsidence in Konya Closed Basin and its spatio-temporal detection by GPS and DInSAR. **Environmental Earth Sciences,** 73, 10, 6691-6703.

ABBAK, R.A., AVŞAR, N.B., ŞİMŞEK, F.F.: 2015 **Population Megatrends and Water Management, In: Assessing Global Water Megatrends,** Springer. (Çevrimiçi) https://doi.org/10.1007/978-981-10-6695-5

VARIS, O.: 2018

VAUGHN, D. M.: 2008 **Encyclopedia World Climatology: Arid Climates**. Springer, Netherlands.

VERPOORTER, C., KUTSER, T., SEEKELL, D. A., TRANVİK, L. J. A.: 2014 **Global Inventory of Lakes Based on High-Resolution Satellite Imagery**. Geophys. Res. Lett, 41, s. 6396–6402.

VIOLLET, P. L.: 2005 **Water Engineering in Ancient Civilizations**. (Translated, 2007; Holly, Forrest M). International Association of Hydraulic Engineering and Research, Monography Series.

VOROSMARTY CJ., LEVEQUE, C., REVENGA, C.: (2005). **Fresh water. In: Ecosystem and Human Well-being**. Vol.1: Current State and Trends. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press.

WESSEL, J.: 1991 **Ethical Approaches To Water Transfer. İnterbasin Water Transfer,** (p-137-41), Proceedings Of The International Workshop. UNESCO. Paris.

WISLER, C. O., BRATER E. F.: 1959 **Hydrology.** 2nd Printing, John Willey and Sons, Inc., New York.

WOOLWAY, R.I., KRAEMER, B.M., LENTERS, J.D. ET AL.: 2020 Global Lake Responses to Climate Change. **Nat. Rev. Earth Environ**, 1, s. 388–403. doi.org/10.1038/s43017-020-0067-5.

WWF.: 2014 **Sürdürülebilir Hidroelektrik İçi Çevresel Akış Kılavuzu.** WWF Yayınları, İstanbul.

YANMAZ, A. M., USUL, N.: 2006 **Kavramsal Su Mühendisliği.** ODTÜ Yayınları.

YARAR, M., MAGNİN, G.: 1997 **Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları.** Doğal Hayatı Koruma Derneği Yayınları. İstanbul.

YENER, İ., GÜVENDİ, E.: 2010 Dünya'da ve Türkiye'de Kullanılan Toprak Sınıflandırma Sistemlerine Genel Bir Bakış. **III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi**.20-22 Mayıs, Cilt III, s, 988-998. Artvin.

YENGOH, G. T., DENT, D., OLSSON, L., TENGBERG, A. E., III TUCKER, C. J.: (2015). **Use Of The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) To Asses Land Degradation At Multiple Scales.** (Chapter 1). Introduction. SpringerBriefs in Environmental Science.

YILDIZ, D.: 2013 İklim Düzensizliği, Su Yönetimi ve Gıda Güvenliği İlişkisi. **Su Kaynaklarının Yönetimi, Politikalar ve Sorunlar: Küreselden Yerele. Panel Bildirileri.** Nevşehir Üniversitesi, İktisadi ve İdari bilimler Fakültesi.

YILDIZ, D.: 2019 **Deprem ve Su Raporu.** Su Politikaları Derneği Yayınları.

YILDIZ, D.: 2019 **Uygulamalı Havza Hidrolojisi.** Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Konya Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No:143, Teknik Yayın No:26. Konya.

YILMAZ, A.: 2008 **Çevresel Etki Değerlendirmesi.** Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları. Sivas.

YILMAZ, C.: 2013 Dünya Nüfusunun Tarihsel Gelişim Seyri ve Günümüzde Ulaştığı Boyut. **Dernekler Dergisi.** 2013/2. s-40-49.

YILMAZ, E.: 2020 Türkiye'de Thornthwaite İklim İndislerindeki Eğilimler. İstanbul Üniv., **Coğrafya Dergisi**. 40: 163-15. İstanbul.

YILMAZ, E., ÇİÇEK, İ.: 2016 Türkiye'de Thornthwaite İklim Sınıflandırması. **Journal of Human Sciencesi** 13 (3), 3973-3993. doi:10.14687/jhs.v13i3.3994.

YILMAZ, F.: 2009 Su ve Ekosistem. **İklim Değişikliği ve Çevre Dergisi**. s.1-5.

YILMAZ, M.: 2010 — Karapınar Çevresinde Yeraltı Suyu Seviye Değişimlerinin Yaratmış Olduğu Çevre Sorunları. **Ankara Üniversitesi, Çevrebilimleri Dergisi**. 2, 145-163.

YÖNLÜ, Ö.: 2012 — **Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Gölbaşı (Adıyaman) ile Karataş (Adana) Arasındaki Kesiminin Geç Kuvaterner Aktivitesi.** Doktora Tezi. Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir.

YURTSEVEN, İ., SERENGİL, Y., ÖZHAN, S.: 2013 — Meşe Kayın Karışık Meşceresinde Yapay Sinir Ağları Kullanılarak İntersepsiyonun Tahmin Edilmesi. **Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University**, 63 (1) , 19-25. Istanbul.

YÜKSEL, A., GÜNDAOĞAN, RECEP., AKAY, A. E.: 2008 — Using the Remote Sensing and GIS Technology for Erosion Risk Mapping of Kartalkaya Dam Watershed in Kahramanmaraş. Turkey. **Sensors** (8), s, 4851-4865.

YÜKSEL, Ö.: 2009 — **Gölbaşı (Adıyaman) Dolayında Doğu Anadolu Fay Sisteminin Paleosismisitesi ve Zeminlerin Değerlendirilmesi**. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.

ZACHAR, D.: 1982 — **Soil Erosion.** Elsevier Scientific Publishing Company.

Dipnot Kaynakları

URL 1: https://unstats.un.org/unsd/environment/envpdf/Water_Resources.pdf
Erişim Tarihi: 23.03.2021

URL 2: https://population.un.org/wpp/Maps/ Erişim Tarihi: 17.04.2021

URL 3: https://unstats.un.org/unsd/environment/waterresources.htm
Erişim Tarihi: 23.04.2021

URL 4: https://dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754 Erişim Tarihi: 25.04.2021

URL 5: https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30567
Erişim Tarihi: 27.04.2021

URL 6: https://www.maraskaski.gov.tr/haberler/detay.aspx?Id=5428
Erişim Tarihi: 01.05.2023

URL 7: https://archive.internationalrivers.org/resources/a-faultline-runs-through-it-exposing-the-hidden-dangers-of-dam-induced-earthquakes-2645
Erişim Tarihi: 18.11.2021

URL 8: https://deprem.afad.gov.tr/tarihseldepremler Erişim Tarihi: 18.11.2021

URL 9: http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/ Erişim Tarihi: 21.11.2021

URL 10: http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/ Erişim Tarihi: 21.11.2021

URL 11: https://www.ensonhaber.com/gundem/askerler-deprem-bolgelerine-icme-suyu-tasidi Erişim Tarihi: 28.04.2023

URL 12: https://www.maraskaski.gov.tr/duyurular/detay.aspx?Id=5546 Erişim Tarihi: 28.04.2023

URL 13: https://kahramanmaras.ktb.gov.tr/TR-242381/antik-fil.html#:~:text=1400'l%C3%BC%20y%C4%B1llara%20dayanan%202,taraf%C4%B1ndan%20aya%C4%9Fa%20kald%C4%B1r%C4%B1lm%C4%B1%C5%9F%20%C5%9Fekilde%20sergilenmektedir Erişim Tarihi: 25.02.2023

URL 14: https://kahramanmaras.ktb.gov.tr/TR-242381/antik-fil.html#:~:text=1400'l%C3%BC%20y%C4%B1llara%20dayanan%202,taraf%C4%B1ndan%20aya%C4%9Fa%20kald%C4%B1r%C4%B1lm%C4%B1%C5%9F%20%C5%9Fekilde%20sergilenmektedir. Erişim Tarihi: 25.02.2023

URL 15: https://www.trthaber.com/foto-galeri/kahramanmarasta-yeni-bulunan-fil-fosilleri-incelemeye-alindi/38806/sayfa-3.html Erişim Tarihi: 25.02.2023

URL 16: https://www.maraskaski.gov.tr/haberler/detay.aspx?Id=5428
Erişim Tarihi: 28.11.2022.

URL 17: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm
Erişim Tarihi: 10.04.2023

URL 18: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/02/20050217-3.htm
Erişim Tarihi: 12.04.2023

URL 19: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121206-1.htm
Erişim Tarihi: 14.04.2023

URL 20: https://www.goc.gov.tr/gecici-koruma5638 Erişim Tarihi: 17.04.2023

ÖZGEÇMİŞ

Lisans eğitimimi 2003-2008 yılları arasında Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Coğrafya Öğretmenliğinde aldım. Yüksek lisans eğitimimi ise 2010-2013 yılları arası dönemde Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Coğrafya Eğitimi Bilim Dalı'nda Yrd. Doç. Dr. Nuri İNAN danışmanlığında " Aksu Çayı (K.Maraş) Havzasının Fiziki Coğrafyası" isimli tezim ile tamamladım. Doktora eğitimime 2017 yılında İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilimdalı'nda başladım ve Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU danışmanlığında "Aksu Çayı (K.Maraş) Havzasının Su Yönetimi Amaçlı Coğrafi Analizi" isimli tezimi hazırlayarak 2023 yılında tamamladım. 2008 yılından beri Milli Eğitim Bakanlığına bağlı liselerde Coğrafya Öğretmeni olarak görev yapmaktayım. Çalışmalarıma jeomorfoloji konularında (su yönetimi, havza yönetimi, uygulamalı jeomorfoloji) devam etmekteyim.