"Coğrafi Perspektifle Dağ ve Dağlık Alanlar II (Sürdürülebilirlik-Yönetim-Örnek Alan İncelemeleri)" adlı bu kitap, dağ ve dağlık alanların doğal ortam özellikleri, beşeri ve ekonomik coğrafya özelliklerinin sürdürülebilirliği ve yönetimiyle alakalı 12 çalışmadan oluşmaktadır. Bu kitap ile Dünya'da ve Türkiye'de dağ ve dağlık alanlarla ilgili literatüre katkı sunulması hedeflenmiştir.

COĞRAFİ PERSPEKTİFLE DAĞ VE DAĞLIK ALANLAR

Editörler

Salih Birinci
Çağlar Kıvanç Kaymaz
Yusuf Kızılkan

ISBN: 978-625-8012-29-3

KRITER
Hobyar Mah. Cağaloğlu Yokuşu Sok. Fevzi Bey Han No: 21
Kat: 2 No: 5 Fatih / İstanbul Tel: 0 212 527 31 89
www.kriteryayinevi.com info@kriteryayinevi.com
@KriterYayinevi facebook.com/kriteryayinevi

KRITER

COĞRAFİ PERSPEKTİFLE DAĞ VE DAĞLIK ALANLAR II

(Sürdürülebilirlik-Yönetim-Örnek Alan İncelemeleri)

Editörler

Salih Birinci
Çağlar Kıvanç Kaymaz
Yusuf Kızılkan



KRITER

COĞRAFİ PERSPEKTİFLE DAĞ VE DAĞLIK ALANLAR II

(Sürdürülebilirlik-Yönetim-Örnek Alan İncelemeleri)

Editörler

Salih Birinci

Çağlar Kıvanç Kaymaz

Yusuf Kızılkan

COĞRAFİ PERSPEKTİFLE DAĞ VE DAĞLIK ALANLAR II

(Sürdürülebilirlik-Yönetim-Örnek Alan İncelemeleri)

Editörler:

Salih Birinci; Çağlar Kıvanç Kaymaz; Yusuf Kızılkan

Yazarlar:

Füsun Baykal; Çağlar Kıvanç Kaymaz; Yusuf Kızılkan; Salih Birinci; Ahmet Çavuş; Gözde Karslı; Zeynep Karagözoğlu; Zeki Boyraz; Murat Karabulut; Ahmet Avcu; Zeynep Kızılkaya; İbrahim Kopar, Serkan Kükrer; Şakir Fural; Dilek Aykır; Reşat Geçen; Sevgi Dönmez; Muhammet Topuz; Mehtap Bayrak; Reşat Geçen

ISBN: 978-625-8012-29-3

1. Baskı: Kriter Yayınevi 2021 / İstanbul

Yayınevi Sertifika No: 45353

Anahtar Kelimeler: Dağ ve Dağlık Alanlar, Sürdürülebilir Kalkınma, Sürdürülebilir Turizm, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama, Doğal Ortam Özellikleri

Birinci Baskı, 335 s. 16 cm x 23,5 cm

Kaynaklar var, Dizin Yok.

Kapak Tasarımı: Ahmet Baran

Mizanpaj: Kriter Yayınevi

Baskı: Çözüm Baskı Merkezi Ticaret Limited Şirketi
Emniyetevleri Mahallesi Güvercin Sokak No:7/1 Kağıthane / İstanbul
Matbaa Sertifika No: 49099

© Kriter Yayınevi

Kriter Basım Yayın Dağıtım Film Müzik Reklamcılık Yapım Sanayi ve Tic. ve Ltd. Şti. Tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

İletişim:

Kriter Yayınevi

Hobyar Mah. Cağaloğlu Yokuşu Sok. Fevzi Bey Han No: 21 Kat: 2 No: 5

Fatih / İstanbul

Tel: 0 212 527 31 89

info@kriteryayinevi.com

www.kriteryayinevi.com

Kitapta yer alan içerikler ile ilgili her türlü yasal sorumluluk, yazar veya yazarlarına aittir.

COĞRAFİ PERSPEKTİFLE DAĞ VE DAĞLIK ALANLAR II

(Sürdürülebilirlik-Yönetim-Örnek Alan İncelemeleri)

Editörler

Salih Birinci

Çağlar Kıvanç Kaymaz

Yusuf Kızılkan

Yazarlar

Füsun Baykal
Yusuf Kızılkan
Ahmet Çavuş
Zeynep Karagözoğlu
Murat Karabulut
Zeynep Kızılkaya
Serkan Kükrer
Dilek Aykır
Sevgi Dönmez
Mehtap Bayrak
Çağlar Kıvanç Kaymaz
Salih Birinci
Gözde Karslı
Zeki Boyraz
Ahmet Avcu
İbrahim Kopar
Şakir Fural
Reşat Geçen
Muhammet Topuz

Birinci Baskı

2021 – İstanbul

KRİTER

HAKEM KURULU

Prof. Dr. Alpaslan ALİAĞAOĞLU
Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü.

Prof. Dr. Bayram ÇETİN
Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Prof. Dr. Faruk ALAEDDİNOĞLU
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Prof. Dr. İhsan BULUT
Akdeniz Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Prof. Dr. İbrahim KOPAR
Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü.

Prof. Dr. Mehmet ZAMAN
Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü.

Doç. Dr. Alper UZUN
Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Doç. Dr. Atilla KARATAŞ
Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Doç. Dr. Emre ÖZŞAHİN
Namık Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Doç. Dr. Fatih ORHAN
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Doç. Dr. Mehmet Fatih DÖKER
Sakarya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Doç. Dr. Muhammed Zeynel ÖZTÜRK
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Doç. Dr. Namık Tanfer ALTAŞ
Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Coğrafya Eğitimi Anabilim Dalı.

Doç. Dr. Salih BİRİNCİ
Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü.

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet KARAKOÇ

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Sosyal ve Beşerî Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar ÇAKIR

Akdeniz Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar Kıvanç KAYMAZ

Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali ÇELİK

Iğdır Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Okan BOZYURT

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Dr. Öğr. Üyesi Pınar POLAT

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf KIZILKAN

Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

ÖNSÖZ

Dağ ve dağlık alanlar, dünya karalarının büyük bir bölümünü kaplamaktadır. Ayrıca bu alanlar tarih boyunca sahip oldukları doğal, tarihi, sosyo-kültürel ve ekonomik kaynak değerleri ile birçok uygarlık ve medeniyetin ilgi odağı olmuştur. Günümüzde beşerî ve ekonomik faaliyetlerin bu alanlarda giderek yoğunlaşması, küresel ısınma tehdidi gibi birçok çevresel sorunu beraberinde getirmiştir. Bunun neticesinde dağ ve dağlık alanlar sahip oldukları bütün değerlerle yok olma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Dağ ve dağlık alanların karşı karşıya olduğu risklerin farkına varılması, korunması ve sürdürülebilirliği, ulusal ve uluslararası alanda birçok kurum ve kuruluşu harekete geçirmiştir. Dünyada bu alanları yakından ilgilendiren gelişmeler arasında; Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı, Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, Dağ Formu'nun Kuruluşu, Birleşmiş Milletler Genel Kurulu 53. Oturum ve 53/24 Sayılı Karar ile Uluslararası Dağlar Yılı İlanı (2002), Havza Yönetimi ve Sürdürülebilir Dağ Gelişimi, Bişkek Küresel Dağ Zirvesi, Uluslararası Biyoçeşitlilik Yılı ve BM Genel Kurulu'nun Dağ Kararları örnek olarak gösterilebilir. Birçok disiplini yakından ilgilendirmesinin yanında özellikle coğrafya bilimi için dağ ve dağlık alanlarla ilgili çalışmaların klasik yaklaşımların ötesinde, yeni ve güncel değerlendirmeler ile analiz edilerek dünya literatürüne kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda ihtiyaç duyulan konulardan birisi de dağ ve dağlık alanların ön plana çıkan doğal çevre özellikleri ile sosyo-kültürel yapı ve ekonomik durumlarının sürdürülebilirlik yönüyle yeni yaklaşımlar ve bakış açılarıyla ele alınmasıdır. "Coğrafi Perspektifle Dağ ve Dağlık Alanlar II (Sürdürülebilirlik-Yönetim-Örnek Alan İncelemeleri)" adlı bu kitap, 2020 yılında yayımlanan Coğrafi Perspektifle Dağ ve Dağlık Alanlar (Sürdürülebilirlik-Yönetim-Örnek Alan İncelemeleri) adlı editörlü kitap çalışmasının devamı niteliğindedir. Dağ ve dağlık alanların doğal ortam özellikleri, beşerî ve ekonomik coğrafya özelliklerinin sürdürülebilirliği ve yönetimi ile bu konulara ilişkin örnek alan incelemelerine yer verilen kitap içeriğiyle, Dünya'da ve Türkiye'de dağ ve dağlık alanlarla alakalı yürütülen çalışmalara katkı sunulması hedeflenmiştir.

Bu çerçevede kitap dağlık alanlarla ilgili sürdürülebilirlik, yönetim ve örnek alan incelemelerini içeren 12 bölümden oluşmaktadır. Bu süreçte eserin ortaya çıkmasında sunmuş oldukları değerli katkılardan dolayı bütün yazarlara teşekkür ederiz. Ayrıca değerli zamanlarını ayırarak çalışmaları bilimsel yönden değelendirme noktasında katkı sunan kıymetli hakem kuruluna da şükranlarımızı sunarız.

Editörler

Doç. Dr. Salih Birinci

Dr. Öğr. Üyesi Çağlar Kıvanç Kaymaz

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf Kızılkan

01.12.2021, Erzurum

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ vii

DAĞLARIN GELECEĞİNİ TEHDİT EDEN İKİ ZIT OLGU:
NÜFUS KAYBI VE KENTLEŞME 1
Füsun Baykal

PALANDÖKEN KAYAK MERKEZİNDEKİ KONAKLAMA TESİSLERİNİN
ÇEVREYE KARŞI DUYARLI UYGULAMALARI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR
TURİZME YÖNELİK TUTUMLARININ İNCELENMESİ 27
Çağlar Kıvanç Kaymaz
Yusuf Kızılkan
Salih Birinci

SARIKAMIŞ'DA HÜZÜN TURİZMİNİN
SWOT ANALİZİ İLE İNCELENMESİ 57
Ahmet Çavuş
Gözde Karslı

KUMYAZI ÇAYI HAVZASININ (ELAZIĞ) YERLEŞME COĞRAFYASI
ÖZELLİKLERİ 77
Zeynep Karagözoğlu
Zeki Boyraz

ÇİMEN DAĞINDA (KAHRAMANMARAŞ) BİTKİ ÖRTÜSÜ DAĞILIŞINI
KONTROL EDEN TOPOĞRAFİK KOŞULLARIN COĞRAFİ BİLGİ
SİSTEMLERİ İLE ANALİZİ 105
Murat Karabulut
Ahmet Avcu

TERMOHİGROMETRİK İNDİS (THI) VE FİZYOLOJİK EŞDEĞER
SICAKLIK İNDİSİ (FES-PET) KULLANILARAK ERCİYES DAĞI
VE YAKIN ÇEVRESİNİN (KAYSERİ-TÜRKİYE) İKLİM KONFORU
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ 141
Zeynep Kızılkaya
İbrahim Kopar

YÜKSEK DAĞ EKOSİSTEMLERİNDEKİ
SU KAYNAKLARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR KULLANIMININ
SAĞLIK RİSK İNDEKSLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ:
TORTUM GÖLÜ VE ÇILDIR GÖLÜ ÖRNEĞİ.....167
Serkan Kükrer
Şakir Fural
Dilek Aykır

DAĞLIK ALANLARDA YER YÜZEY SICAKLIĞININ
DEĞİŞİMİ VE ÜZERİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER:
KAÇKAR DAĞI VE YAKIN ÇEVRESİ ÖRNEĞİ.....189
Reşat Geçen

RUSLE YÖNTEMİYLE DAĞLIK FRİGYA BÖLGESİNİN
(İHSANİYE-AFYONKARAHİSAR) EROZYON RİSK ANALİZİ 215
Sevgi Dönmez

DAĞLIK ALANLARDA AÇIK TAŞ OCAKLARININ YER YÜZEY
SICAKLIĞINA ETKİSİ: ORTA TOROSLAR ÖRNEĞİ 245
Muhammet Topuz

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (AHP) KULLANILARAK
AĞRI DAĞI SU POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....271
Mehtap Bayrak

UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK YANMIŞ
ORMAN ALANLARININ REJENERASYON SÜRECİNİN İZLENMESİ
VE DEĞERLENDİRİLMESİ: TAHTAKÖPRÜ YANGINI
(AMANOS DAĞLARI) ÖRNEĞİ 305
Reşat Geçen

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (AHP) KULLANILARAK AĞRI DAĞI SU POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mehtap Bayrak[1]

1. GİRİŞ

Su kaynakları en küçük canlı organizmadan en büyük canlı varlığa kadar yaşam kaynağı oluşturmakta, hayati önem taşımaktadır. Yeryüzünde kullanılabilen sınırlı miktardaki su kaynakları kentleşme ve nüfusun hızla artması, su kaynaklarının yanlış kullanılması ve uygulanan yanlış su politikaları nedeni ile hızlı bir şekilde azalmakta veya yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Kalitesi bozulan su kaynakları ise doğada kalmakta, kullanılabilir olmaktan çıkmakta, biyolojik yaşamı ve insan faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir.

Potansiyel akifer sahalarının ortaya çıkarılması, yer altı kaynaklarının sürdürülebilirliği için yeraltı suyu izleme, koruma, yönetim ve ıslah edilmesi için plan ve programlarının oluşturulması, gelecekteki suyun varlığının korunması için önemli adımlardır (Taheri, 2019:1163). Dünyada birçok kurak ve yarı kurak bölgede tatlı su kaynakları çıkış noktalarından itibaren kurumaya başlamış ya da kaynak kısmında bozularak kullanılamaz hale gelmiştir. Yağışın da yetersiz olduğu bu bölgelerde su kaynakları kayıplarını en aza indirmek için var olan en iyi mevcut verileri kullanarak yeraltı suyu potansiyelini belirleyen haritalar oluşturulmaktadır. Tarımsal alanlar ve endüstriyel faaliyetler için açılan kaçak kuyuların önüne geçmek için yeraltındaki su potansiyeli yoğunluğu fazla olan alanların önceden belirlenmesi önemlidir. Yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesi için çok kullanılan yöntemlerden biri olan AHP, 1971 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem çok kriterli karar verme yöntemidir (Ünal, 2012:38). Analitik Hiyerarşi Süreci'nde en önemli sorun kriterleri birbirleri arasında değerlendirdikten sonra amaca yönelik olarak en iyi kriterin belirlenmesi sürecidir. AHP süreci uygulandıktan sonra karar verilen

[1] Arş. Gör. Dr., İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul/Türkiye
e-mail: mehtap.bayrak@istanbul.edu.tr ORCID ID: 0000-0001-8167-4696

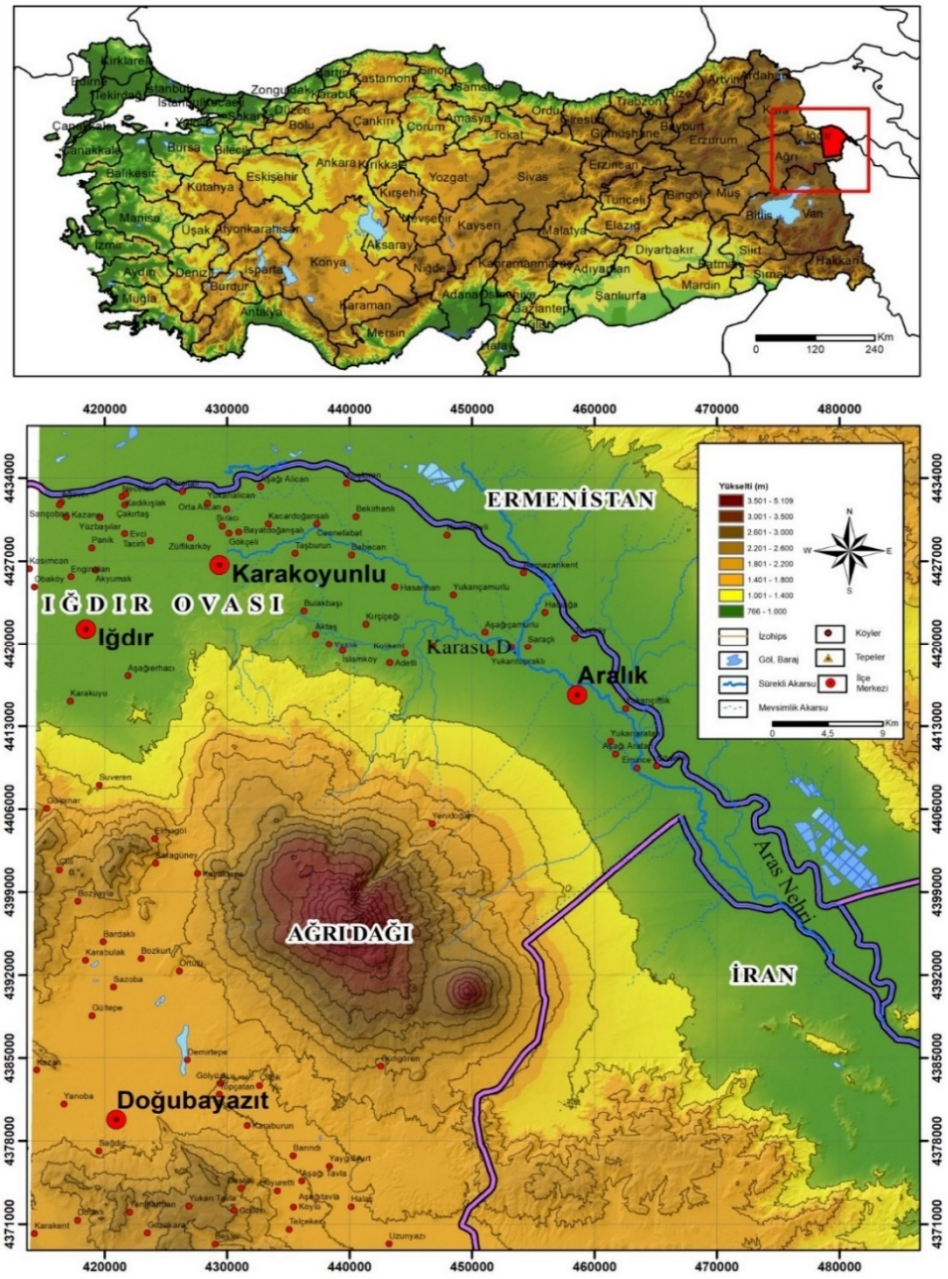
kritere göre elde edilen sonucun tutarlılık veya tutarsızlık derecesi ortaya konulmaktadır (Saaty, 1986:841). Zahedi (1986)'ye göre en iyi sonuca ulaşmak için izlenecek dört adım, problemi belirlemek, problemle ilişkin karar verici unsurları bölerek bir hiyerarşik yapı oluşturmak; karar vericileri karşılaştırarak çıkan verileri tespit etmek; karar kriterleri üzerinde "*özdeğer*" yöntemi kullanarak ağırlıklı oranları tahmin etmek ve karar sonuçları için, derecelendirme yaparak karar ögelerinin göreli ağırlıklarını tespit etmektir (Zahedi, 1986:96).

Bu çalışmada Ağrı Dağı su kaynaklarının sürdürülebilirliği Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Çok Kriterli Karar Verme tekniğinden yararlanılarak analiz edilmiştir. Analizlerin uygulanması ve haritaların oluşturulma sürecinde Coğrafi Bilgi Sistemleri'nden (CBS) yararlanılmıştır. Karara yönelik saptanan problemin amacı, Ağrı Dağı su kaynaklarının potansiyelini ortaya koymak, bu kaynakların sürdürülebilir olması için oluşturulan yeraltı suyu potansiyeli haritalarından yararlanmaktır. Bu haritalar sulama projeleri, su kaynakları yönetimi, suyun kaliteli kullanımı için bir ön kaynak niteliğindedir.

2. ÇALIŞMA ALANININ GENEL ÖZELLİKLERİ

2.1. Çalışma Alanının Lokasyonu

Türkiye'nin en yüksek dağı olan Ağrı Dağı, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Murat-Van Bölümü'nde yer almaktadır. Ağrı Dağı, kuzeydoğuda Ermenistan, doğuda Nahçıvan, güney ve güneydoğusunda İran ile sınır komşusudur. Ülke sınırları içinde ise kuzeyde Iğdır, batı ve güneybatısında Ağrı ili Doğubayazıt ilçesi yer almakta ve dağlık alan bu iki il sınırı içinde kalmaktadır. Ağrı Dağı **° 42´ 23.9400" kuzey enlemi ile ve 44° 17´ 46.2660"** doğu boylamında yer almakta, Aras Nehri'nin getirmiş olduğu alüvyonlar ile oluşturduğu geniş ovanın hemen ardında 5137 metre yükselmektedir (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışma alanı lokasyonu.

Ağrı Dağı yükseltileri birbirinden farklı iki zirveden oluşmaktadır. En yüksek zirvesinde Atatürk Zirvesi olarak adlandırılan Büyük Ağrı 5137 metre, en

yüksek zirvede İnönü Zirvesi olarak adlandırılan Küçük Ağrı 3989 m yükseltiye sahiptir. Büyük Ağrı ve Küçük Ağrı Dağı birbirinden Serdarbulak Geçidi ile ayrılmaktadır. Ağrı Dağı kuzey ve kuzeybatısında Aras Nehri ve ona bağlı Karasu Çayı'nın getirmiş olduğu alüvyonlar ile oluşan geniş Iğdır Ovası'na, güneybatıda ise Doğu Beyazıt Ovası'na bakmaktadır.

2.2. Çalışma Alanı Coğrafi Özellikleri

Türkiye'nin en önemli milli park alanlarından biri olan Ağrı Dağı, sahip olduğu manzara ve doğal yaşam kaynakları bakımından önemli bir morfolojik ünitedir (Yulu ve diğerleri, 2021:43). 1829 yılında Alman doğa bilimci ve gezgin Friedrich Parrot'un Rusya'nın bir keşif gezisiyle Ağrı Dağı zirvesine tırmanmasından sonra farklı amaçlarla çeşitli tırmanışlara sahne olan Ağrı Dağı (Yulu, 2019:51), yaklaşık olarak 1100 km² bir alan üzerinde yükselmekte (Yılmaz ve Şaroğlu, 1998:192), 4000 metrelere kadar genç bazalt birimleri, bu yükseltiden sonra ise andezit birimleri, kısmen anglomera, volkanik tüf ve breşler ile örtülü bulunmaktadır (Atalay, 1982:77). Polijenik ve stratovolkan özelliğindeki Ağrı Dağı (Pearce ve diğ., 1990:197) krateri lav ve kül çıkışlarının krateri doldurması sonucu eski görünümünü kaybetmiş, lav çıkışlarına bağlı olarak dağ yamaçlarında parazit konileri oluşmuştur. Bu lav çıkışları asidik karakterdedir (Sür, 1994:50) ve doğuda bulunan üç parazit koniden biri olan Çaltepe (4500 m)'den çıkan lavlar dağ yamacı boyunca Aras Nehri'ne kadar devem etmektedir (Atalay, 1982:79). Açık yaz günlerinde görülen dağın zirvesinde kalıcı kar (4300 m civarında) buzul takke şeklinde (10 km²) dağın zirvesini örtmekte (Çiner, 2003:66), yüksek kesimlerde çok sayıda buzul kuzey ve güney etekleri boyunca sarkmaktadır (Yılmaz ve Şaroğlu, 1998:192). Bu takke buzulu aynı zamanda Türkiye'nin en büyük buzuludur. Kuzeydoğuda yer alan Cehennem Vadisi'nde en büyük buzul dili yer almakta, morenler ise vadi gelişiminin çok fazla olmaması ve yeni çıkan volkanik malzemenin eski moren depolarını kaplaması nedeni ile geniş alanlarda gözükmemektedir (Çiner, 2003:66).

Büyük Ağrı ve Küçük Ağrı Dağı'nın temelde üst paleozoik yaşlı Devoniyen tabakaları, onun üstünde Karbonifer ve en üst kısımda fosilli Permiyen yaşlı birimlerden oluştuğu ve bu tabakaların volkanik malzemeler ile örtüldüğü düşünülmektedir (Yalçınlar, 1976:232). Andezitler Miyosen öncesinde, bazaltikler, volkanik tüf ve kül gibi proklastik malzeme çıkışları ise Pleistosen ve Kuvaterner'de ortaya çıkmıştır (Atalay, 1982:18). Iğdır Ovası diğer adı ile Sürmeli Çukuru ise geç oluşan Alpin faylanma sonucu Pliosen başlarında oluşmuş, volkanik örtünün yayılışı ile Pasinler çukurluğundan ayrılmıştır. Alp kıvrımlarının devamı boyunca genişleyen Aras Nehri'nin oluşturduğu ova kum,

çakıl ve kil depoları ile kaplanmıştır (Lahn, 1956:78). Doğubayazıt güneyi ve Ağrı Dağı kuzeyinde daha belirgin olmak üzere yer alan birikinti konileri geniş alan kaplamaktadır. Orta Eosen'de Doğubayazıt kuzeybatısı ve doğusunda marn, mil taşı ile ince kalker, Miyosen yaşlı marn ve kalkerler içinde ince detritiklerden oluşan farklı fasiyesler yer almaktadır.

Üst Miyosen'de kalınlaşan kıtasal kabuğun kıvrılma ve sıkışmaya maruz kalması sonucu oluşan doğrultu atımlı faylar, kuzeydoğuda Tuzluca-Kağızman-Iğdır-Doğubayazıt-Gürbulak eksenindeki yanal atımlı fayları kontrol etmiş, fay çıkışları boyunca volkanik çıkışlar, yani en eski volkan kütleleri oluşmaya başlamıştır (Arınç, 2013:23).

Ağrı Dağı'nda (Şekil 2, Şekil 3) eğim değerleri (0-75 °) kraterin zirve kısımlarından dağın eteklerine doğru gidildikçe flüvyal süreçlere bağlı olarak azalmaktadır (Avcı, Sunkar ve Toprak, 2017:127). Eğimin azaldığı kuzey-kuzeydoğu etekleri kısmında düz ovalık alana geçilmektedir. Bu düzlük alan Aras Nehri'nin birleşme boğazları ile birbirine bağladığı çöküntülerden biri olan Iğdır Ovası'nı oluşturmaktadır. Aras Nehri ülkemizin doğu sınırını oluşturan Erivan Ovası'nı Iğdır Ovası'ndan ayırarak bu çöküntü ovasını bölmektedir (Karaoğlu ve Çelim, 2018:20). Ağrı Dağı güneyinde yer alan Doğubayazıt Ovası ise birbirine paralel uzanan doğu-batı, kuzeybatı-güneydoğu doğrultudaki fayların oluşturduğu çöküntü ovasına biriken alüvyal malzemenin birikimi sonucu oluşmuştur (Ardos, 1995:135).



Şekil 2: Ağrı Dağı Küp Gölü ve dağ yamacı boyunca eğimli arazi yapısı.



Şekil 3: Ermenistan (Erivan Ovası) Ovası'ndan Ağrı Dağı'nın görünüşü.

Ağrı Dağı çevresinde yer alan sürekli akarsular hariç, çoğu su kaynağı mevsimsel özelliğe sahiptir. Iğdır Ovası Aras Nehri ve kolları tarafından sulanmaktadır. Kuzeybatıda Karahan, Telek Suyu ve Kars Çayı tarafından beslenen Arpaçay Aras Nehri'nin önemli kollarından biridir. Güneyde ovanın sularını drene eden ve Ağrı Dağı yamaçları boyunca çıkan kaynak sularını havzasında toplayan Orta Karasu Çayı, Hanako kanalı ile topladığı suları Aras Nehri'ne boşaltır. Günümüzde ise D.S.İ'ye göre Ateştepe kuzeyinden geçen yeni kanal ile Aşağı Karsu Çayı'na bağlanmakta ve Dil Ovası drenajını sağlamaktadır (Ardos, 1995:34). Ağrı dağı yamaçlarından çıkan kaynak suları Iğdır Bulakbaşı-İslamköy yakınlarında Karasu Çayı'na katılmaktadır. Bu kaynak suları Karasu Çayı üzerinde biyoçeşitlilik bakımından zengin bir sulak alan oluşturmuştur (Şekil 4). Ağrı Dağı güney eteğinde yer alan Doğubayazıt Sazlığı, Saz Gölü, Gölyazı Gölü ve taşkın ovası, Zor Dağı, Kaluz ve Yalıntaş Dağları'ndan gelen yüzey suları ile beslenmektedir. Doğubayazıt ilçesinde yer alan Balık Göl ise gideğeni olan Sarısu Çayı ile Doğubayazıt Sazlığı sularını bünyesine katarak İran topraklarında Aras Nehri'nin sağ kolu Zengimar Çayı'na dökülmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014:66). Kuzeyde Yakup Peygamber, Malaryesin, Buzhane dereleri ve güneydeki Karahan ve Söhlü dereleri de diğer yüzeysel su kaynaklarını oluşturmaktadır (İsfendiyaroğlu, 2006a:324).



Şekil 4: A-Ağrı Dağı kuzeydoğu eteği boyunca uzanan Karasu Çayı'na bağlı Bulakbaşı Sulak Alanı ve **B-** Sulak alan çevresindeki eğimli yamaçlarda yayılış gösteren volkanik malzeme (bazaltik kayaçlar), **C**-Ağrı Dağı yamaçlarından çıkarak eğimin azaldığı yerde Karasu Çayı'na karışan yamaç kaynağının çıkış noktası (Ekim 2020).

Doğu Anadolu depresyonlarından biri olan Iğdır Ovası'nın çevresinin yüksek kütleler ile çevrili olması çanak şeklindeki ova ve çevresinde farklı iklim şartlarının hüküm sürmesine, Doğu Anadolu Bölgesi karasal iklim özelliklerinden uzaklaşmasına neden olmaktadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılıman bir iklim hüküm süren ovalık alan ve çevresinde Iğdır istasyon verilerine göre (40 yıllık) yıllık ortalama sıcaklık 11,6 °C, yıllık ortalama yağış ise 154,6 mm'dir. Yağışın büyük kısmı ilkbaharda düşmektedir (Türkoğlu, 2019:2; igdir.tarimorman.gov.tr). Ağrı, Doğubayazıt, Patnos istasyon verilerine göre yıllık ortalama sıcaklıklar 6,2-9,2 °C arasında değişmektedir. Ağrı'nın yıllık ortalama yağış miktarı 521,8 mm, Doğubayazıt'ın yıllık ortalama yağış miktarı 333,2 mm'dir (Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 1960-2012). Ağrı Dağı eteklerinde kurak iklim şartları yaşanırken, zirveye doğru çıkıldıkça soğuk iklim koşulları hüküm sürmektedir. Dağın zirvesinde 31,6 °C'ye (mgm.gov.tr) kadar düşen en düşük sıcaklık yükselti azaldıkça artmaktadır. Alçak kesimlerde sıcaklığın düşmesi farklı bitki türlerinin

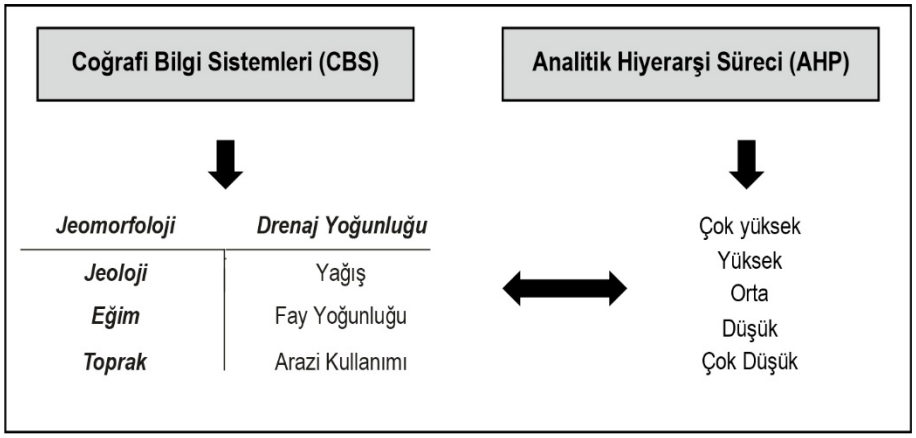
yetişmesine imkân sağlamaktadır. Yarı kurak iklim koşulları hüküm süren ovada kahverengi step toprakları yaygın olarak yer almaktadır. Yüksek kesimlerde ise yarı nemli soğuk iklim koşulları hüküm sürmektedir. İklime bağlı olarak Aras Nehri boyunca yayılış gösteren step formasyonu nispeten çevresine göre alçakta kalan Iğdır Ovası ve Tuzluca civarlarında tuzcul bitkilere yerini bırakmaktadır (Atalay, 1994:234). Doğubayazıt Sazlığı ve Bulakbaşı Sulak Alanı çevresinde sazlıklar, geniş alanlarda ıslak çayırlıklar, daha kurak kesimlerde ise bozkırlar yer almaktadır (İsfendiyaroğlu ve Kurt, 2006b:328). Ağrı Dağı boyunca 2000-4000 metreler arasında dağ bozkırları, 2000-2500 metreler arasında kuzey yamaçlarda çalı toplulukları ile kaplıdır. 4000 metreden sonra kalıcı kara bağlı bitki örtüsü görülmemektedir. Salkım huş (Betula pendula) Küçük Ağrı kuzeyinde görülen relikt türlerden biridir (İsfendiyaroğlu, 2006a:324).

Ağrı Dağı eteklerinde kuzey ve kuzeybatıda Iğdır İli merkez, Karakoyunlu ve Aralık ilçesi yerleşim alanları, güneyde ise Doğubayazıt ilçesi yerleşim alanı yer almaktadır. Ağrı Dağı çevresindeki yerleşmelerde (Doğubayazıt, Karakoyunlu, İslamköy) 2020 yılı TÜİK verilerine göre yaşayan toplam nüfus miktarı 262.621 kişidir. Dağ çevresinde ovalık alanlarda tarımsal faaliyetler sürdürülürken, meralar ve otlak alanlarda büyükbaş az olmakla birlikte daha çok küçükbaş hayvancılık faaliyetleri sürdürülmektedir, Ağrı Dağı 2000 yılında turizm faaliyetlerine çok yoğun olmamakla birlikte açılmış, dağ yamaçları boyunca dağcılık ve yürüyüş sporları yapılmaya başlanmıştır (İsfendiyaroğlu ve Kurt, 2006:328; İsfendiyaroğlu, 2006:324). Ağrı Dağı'nda güvenlik sebebi ile turizm faaliyetleri sekteye uğrasa da, özelikle güney kısımdan Ağrı Dağı'na yapılan tırmanışlar günümüzde de devam etmektedir (Yulu, 2020:332).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Ağrı Dağı su kaynakları potansiyelinin değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci'nden yararlanılmıştır. Bu sürece göre ana problem tanımlanarak hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Ağrı Dağı su kaynaklarının potansiyel durumunu belirlemek için birinci seviyede alt kriterler her biri birbirinden bağımsız olarak belirlenmiştir. Belirlenen katmanlar arasında ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturularak katmanların önem derecesine göre karar seçenekleri oluşturulmuş ve matrisleri belirlenmiştir. Her bir karar seçeneğinin karşılaştırma matrisleri köşegenleri "1" olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni aynı kriterlerin birbirine üstünlüğünün olmamasıdır. Hiyerarşik yapıda yer alan kriterlerin belirlenmesinde Abijith, D. ve arkadaşları tarafından hazırlanan "GIS-Based Multi-Criteria Analysis for İdentification of Potential Groundwater Recharge Zones- a Case Study from

Ponnaniyaru Watershed, Tamil Nadu, İndia" adlı çalışma örnek alınmıştır. Bu çalışmada Hindistan'daki Ponnaniyaru Havzası'ndaki yeraltı suyu potansiyeli AHP yönteminden yararlanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Hiyerarşik tablo oluşturulurken aynı önem derecesine sahip olan kriterlerin birbirlerine göre ağırlıkları belirlenmiştir. Bu çalışmada ana problem Ağrı Dağı su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin nasıl sağlanacağıdır. Buna göre su kaynağını etkileyen ölçütlerin birbirleri ile olan ilişkilerinin ağırlıkları AHP yöntemi ile belirlenmiştir.



Şekil 5: AHP'de kullanılan karar ölçütleri ve sınıflandırmalar.

Hiyerarşi sürecinde birinci seviyede birbirinden bağımsız olarak belirlenen sekiz katman jeoloji, jeomorofloji, eğim, toprak derinliği, yağış, drenaj yoğunluğu, fay yoğunluğu ve arazi kullanımı/arazi örtüsüdür. Bu katmanların oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri'nden yararlanılmıştır (Şekil 5). DEM verilerinin oluşturulmasında 30 metre çözünürlükte SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) verileri kullanılmıştır. Bu veriler earthexplorer.usgs.gov/ sitesinden temin edilmiştir. Önceden oluşturulan bu DEM verisi üzerinden ArcMap 10.3 programı kullanılarak Slope Analysis tool ile eğim haritası, yine aynı DEM verisi üzerinden Hydrology tool ile drenaj yoğunluğu haritası oluşturulmuştur. Jeomorfoloji haritasının oluşturulmasında Jennes Topografya Modeli kullanılarak Landform Classification tool ile aynı DEM verisi üzerinden morfolojik birimler tespit edilmiş ve haritalandırılmıştır. Jeoloji ve fay yoğunluğu haritası içi MTA 1/500.000'lik jeoloji paftaları sayısallaştırılmıştır. Toprak derinliği haritası hazırlanırken Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü'nden alınan toprak verisinden faydalanılmıştır. Yağış özelliklerinin belirlenmesinde ise Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan veriler kullanılmıştır. Yağış verileri ArcMap 10.3'te işlenerek mekânsal dağılımı

oluşturulmuştur. Arazi kullanım/arazi örtüsü haritası land.copernicus.eu/ sitesinden temin edilen CORINE 2018 yılı verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Sayısallaştırma sonucu hazırlanan her bir katman için ArcGIS'te yer alan raster reclassify tool aracılığı ile ağırlık değerleri yeni değer olarak eklenmiş ve raster verilere dönüştürülmüştür. Vektör verilere de yeni bir ağırlık isminde field alanı seçilerek ağırlık değerleri girilmiş, bu veriler de raster verilere çevrilmiştir. Bütün bu işlemler için çözünürlük 30 m olarak seçilmiştir. Sonrasında Ağırlıklı Doğrusal Bindirme Analizi (Weighted Overlay Analysis) uygulanmıştır. AHP ağırlık değerleri de girilerek çakıştırma analizi gerçekleştirilmiştir. AHP sürecinde Ağrı Dağı su kaynakları potansiyeli için çok yüksek, yüksek, orta, düşük, çok düşük olmak üzere beş farklı sınıf kullanılmıştır (Şekil 5). Ortaya çıkan Ağrı Dağı su potansiyeli haritası bölgede yer alan su kaynakları ile karşılaştırılarak doğrulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Ağrı Dağı ve Yakın Çevresi Su Kaynakları

Ağrı Dağı kuzey ve kuzeydoğusunda yer alan Iğdır Ovası, rejimi düzensiz olan Aras Nehri ve kolları tarafından sulanmaktadır. Yağışların kar şeklinde düşmesi, yaz kuraklığı akarsu debilerinde azalmaya neden olurken, kar erimeleri ile birlikte en fazla ilkbaharda, kısmi sonbahar yağışları ile de az da olsa bir yükselme gözlemlenmekte, akarsu rejimleri düzensizleşmektedir (Arınç, 2013:34). Aras Nehri kaynağını Bingöl Dağları'ndan (Varto) alarak Erzurum-Kars Platosu'nu geçtikten sonra Tuzluca'daki Boğum Boğazı'nı geçmekte, Arpa Çayı da kendine katarak (Arınç, 2013:35) güneyindeki çöküntü ovası olan Iğdır Ovası ve Erivan Ovası'nı ikiye bölerek Ermenistan sınırına ulaşmakta, oradan da Azerbaycan toprakları içinde Kura Nehri'ne dökülmektedir. Aras Nehri, kar erimeleri ve ilkbahar yağışları ile beslenmektedir. Iğdır Karakoyunlu ilçesi Bulakbaşı ve İslamköy yerleşme alanları arasında kalan Bulakbaşı Gölü 135 ha kaplamakta, su ürünleri istihsal ve üreme alanı olarak kullanılmaktadır. Bulakbaşı Sulak Alanı Ağrı Dağı kuzeydoğu yamacından çıkan kaynak suları ile beslenmektedir. Göl sulak alan özelliği taşımasına rağmen herhangi bir tescili ve koruma statüsü bulunmamaktadır (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2019:33.). Ağrı Dağı yamacından çıkan kaynak suları Orta Karasu Çayı'nı da beslemektedir (Tablo 1). Iğdır Ovası'nda yer alan akiferler de volkanik kayaçlardan yanal olarak süzülen sular ile beslenmektedir (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2016:30). Ağrı Dağı yamaçlarında eriyen karlar yamaçlarda yer alan vadiler boyunca ya da eğim kırıklıkları boyunca şelaleler oluşturarak akışa geçmektedir. Cehennem Vadisi (5000 m), Çılkan Vadisi (3500 m), İsik Vadisi (3200), Acı Vadi (3000 m),

Kando Vadisi (2500 m), Hıdır Nebi Vadisi (2000 m), Timur Vadisi (1900 m), Acemi Vadisi (1600 m) Ağrı Dağı'nda suyun mevsimsel olarak akışa geçtiği bazı vadilere örnek verilebilir (yesiligdir.com).

Tablo 1: Ağrı Dağı yamaç kaynakları ile beslenen Orta Karasu Çayı.

Akarsu İsmi	Toplam Uzunluğu (km)	İl Sınırı İçindeki Uzunluğu (km)	Debisi (m3 /sn)	Bağlı Olduğu Akarsu	Kullanım Amacı
Orta Karasu Çayı	10.5	10.5	5	Aras Nehri	Sulama

Kaynak: Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2019:33.

Büyük ve Küçük Ağrı Dağı Arasında yer alan Serdarbulak Gölü, kuzey yamaçta yer alan Küp Gölü; Süt Pınarı, Yenidoğan Pınarı, Buzhane Pınarı, Yakup Peygamber Pınarı, Serdarbulak Pınarı, Kız Pınarı, Hasan Pınarı, Hıdırlı Ziyaret Pınarı, Mehmet Pınarı, Tekaltı Pınarı; mevsimsel akışta olan Karnıyarık, Cin, Kızılkaya, İkisu, Levent, Kara Şelale, Urartu, Boğaz, Kando, Çilkan Kızıltaş ve Şip Şelalesi Ağrı Dağı'ndaki mevcut su kaynaklarını oluşturmaktadır (yesiligdir.com).

4.2. Ağrı Dağı Su Kaynakları Potansiyeli'nin Belirlenmesinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi-Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi, gerçek ölçümlere ya da tercihlerin, duyguların göreceli gücüne dayanan genel bir ölçüm teorisidir. Bu teori hem fiziksel hem de sosyal alanlarda bir ölçüm olarak kullanılmaktadır. Bu teoriye göre hem sürekli hem de kesintili olan ikili karşılaştırmalardan oransal bir ölçek oluşturulması hedeflenmektedir (Saaty, 1987:161). Uzman görüşüne dayanarak atanan mekânsal parametreler, karşılaştırılarak, CBS tabanlı çok kriterli karar verme tekniği uygulanmaktadır (Zghibi ve diğ., 2020:27). Bir sonuca varmak için belirlenen birkaç faktör arasında ilişkiye, geri bildirime izin verilmektedir. Sayısal değiş tokuşlar yapılarak kıyas yapmadan hem tümden gelim hem de tüme varımsal düşünmeye ulaşılması sağlanır (Saaty, 1987:161). Karar verme süreçlerinde en fazla kullanılan yöntem olan AHP'de karar, kullanılan kriterlerin karşılaştırılması sonucu çıkan tutarlılığın ve korelasyonun önemini ortaya koymaktadır (Atanasova, Lapevski ve Timovski, 2014:373). MIF (Çok Etkili Faktörler) ise, "Majör ve minör etkili faktörlere dayalı olarak atanan puanlara göre bir bağımlı değişken ve bir bağımsız değişkenler arasındaki uzamsal ilişkileri hesaplayan bir çok kriterli karar verme tekniğidir"(Zghibi ve diğ., 2020:27). AHP ve MIF'in birlikte uygulanması çalışma alanında uygulanacak araştırmalar için bir fizibilite çalışması görevi görerek yüksek maliyetli çalışmaların kolaylaşmasına katkı

sağlamaktadır. MIF taban suyu yoğunluğunu belirlemede hata payını en aza indirmede yardımcı olmaktadır.

Ağrı Dağı su kaynakları potansiyelinin değerlendirilmesinde AHP kullanmak suretiyle amaç, kriterler ve alternatifler belirlenerek hiyerarşik bir ağ oluşturulmuştur. Su kaynakları potansiyelini belirleme bir amaç olarak en üst basamakta yer almaktadır. Bu amacı etkileyen birinci seviyede karar vericiler olarak jeomorfoloji, litoloji, eğim, fay yoğunluğu, toprak, drenaj yoğunluğu, yağış ve arazi kullanımı olmak üzere sekiz ölçüt belirlenmiştir. Her bir ölçüte ağırlık atanmıştır. Ölçütler sonucunda su potansiyelini tespit etmek amacı ile her bir kriterin ağırlıkları belirlenmiş (Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4) ve GIS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) kullanılarak bunlara ait haritalar ayrı ayrı sayısallaştırılmış ve birbirine entegre edilmiştir.

Tablo 2: Ağrı Dağı su kaynakları potansiyeline göre haritalama yapmak için AHP ağırlık faktörlerinin belirlenmesi.

Kriter	a	b	C	d	e	f	g	h
Jeomorfoloji (a)	1	2	2	4	3	3	2	3
Fay Yoğunluğu (b)	1/2	1	2	2	3	2	3	4
Arazi Kullanımı (c)	1/2	1/2	1	3	4	4	3	3
Litoloji (d)	1/4	1/2	1/3	1	2	3	2	3
Eğim (e)	1/3	1/3	¼	1/2	1	3	4	2
Toprak (f)	1/3	1/2	¼	1/3	1/3	1	2	2
Drenaj Yoğunluğu (g)	1/2	1/3	1/3	1/2	1/4	1/2	1	3
Yağış (h)	1/3	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1/3	1

Tablo 3: AHP ağırlık faktörlerinin hesaplanması.

Toplam	3,75	5,42	6,50	11,67	14,08	17,00	17,33	21,00
Jeomorfoloji (a)	0,27	0,37	0,31	0,34	0,21	0,18	0,12	0,14
Fay Yoğunluğu (b)	0,13	0,18	0,31	0,17	0,21	0,12	0,17	0,19
Arazi Kullanımı (c)	0,13	0,09	0,15	0,26	0,28	0,24	0,17	0,14
Litoloji (d)	0,07	0,09	0,05	0,09	0,14	0,18	0,12	0,14
Eğim (e)	0,09	0,06	0,04	0,04	0,07	0,18	0,23	0,10
Toprak (f)	0,09	0,09	0,04	0,03	0,02	0,06	0,12	0,10
Drenaj Yoğunluğu (g)	0,13	0,06	0,05	0,04	0,02	0,03	0,06	0,14
Yağış (h)	0,09	0,05	0,05	0,03	0,04	0,03	0,02	0,05
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tablo 4: Her bir kritere göre hesaplanan normalleştirilmiş AHP ve MIF ağırlıkları.

Toplam (MIF)	Ağırlık (AHP)	%	Kriterler
1,93	0,24	24,18	**Jeomorfoloji (a)**
1,49	0,19	18,64	**Fay Yoğunluğu (b)**
1,47	0,18	18,40	**Arazi Kullanımı (c)**
0,87	0,11	10,91	**Litoloji (d)**
0,81	0,10	10,07	**Eğim (e)**
0,54	0,07	6,77	**Toprak (f)**
0,54	0,07	6,71	**Drenaj Yoğunluğu (g)**
0,35	0,04	4,33	**Yağış (h)**
	1,00	100	**Toplam**

Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4'e göre, AHP ağırlık oranları hesaplamaları şu şekilde yapılmıştır. 1 ile 5 arasında önem derecesi olan bir ölçek (çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük) kullanılmıştır. Birinci seviyede yer alan ölçütler (jeomorfoloji, litoloji, eğim, fay yoğunluğu, toprak, drenaj yoğunluğu, yağış ve arazi kullanımı) karşılaştırılarak matrisler oluşturulmuştur. Karşılaştırma matrisleri köşegen elemanları 1 olan bir kare matristir, çünkü aynı kriterlerin birbirine üstünlüğü yoktur (Tablo 2).

Karar ölçütleri her bir seçenek için ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada;

i: ölçüt

j: ölçütün ikili karşılaştırma değeri

aij değeri: "ölçüt (i) değeri, bir başka ölçüte (j) göre ne oranda tercih edilmelidir? Yani i değerinin j değerine göre üstünlüğü nedir? sorusuna cevap verilerek elde edilmiştir?

Her bir kriterin ağırlığı gerçek hayatta var olan ağırlığının önem derecesine göre belirlenmiştir. Örneğin Tablo 2'ye göre Jeomorfoloji (a) kriteri fay yoğunluğu (b) kriterine göre 2 değerine (yani yüksek) sahip ise, fay yoğunluğu, jeomorfoloji kriterine göre ½ oranında puanlandırılmıştır. Örneğin jeomorfolojinin (a) litolojiye (d) göre değeri 4 (yüksek) ise, litolojinin (d) jeomorfolojiye (a) göre değeri ¼ oranında puanlanması gerekmektedir.

Kriterlerin birbirleri ile etkileşimleri ağ şeklinde birbirine geçmektedir. Bu süreçte hiyerarşik yapıda jeoloji kriteri toprak, drenaj yoğunluğu, fay yoğunluğu ve arazi örtüsü/arazi kullanımını büyük oranda etkilemektedir. Arazi örtüsü/arazi kullanımı kriteri, yağış, drenaj yoğunluğu, eğim ve jeomorfolojiyi büyük oranda etkilerken, faylar üzerinde az bir etkiye sahiptir. Toprak kriteri arazi kullanımını

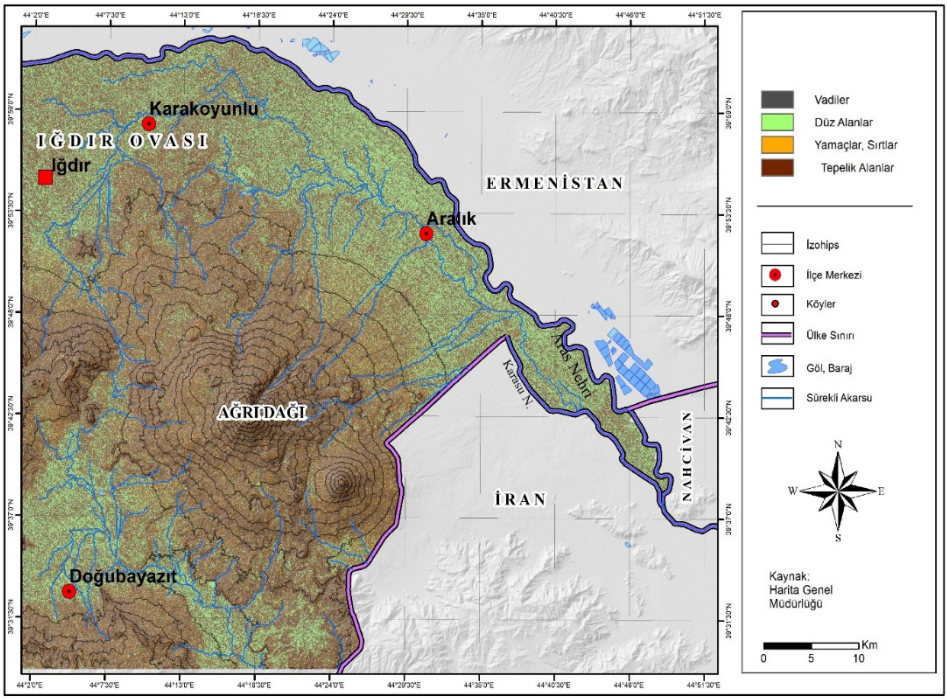
doğrudan etkilemekte, fay yoğunluğu ile jeomorfoloji arasında zayıf bir etki bulunmaktadır. Jeomorfoloji kriteri, yağış, drenaj yoğunluğu ve toprak ile az oranda etkileşim içindedir. Drenaj yoğunluğu kriteri yağış ile eğim kriteri drenaj yoğunluğu ile yüksek oranda etkileşim içindedir. Drenaj yoğunluğu kriteri, toprak ve fay yoğunluğu ile az oranda etkileşim içindedir.

Tüm kriterlerin karşılıklı bu şekilde matrisi yapıldıktan sonra kendi içlerinde belirlenen ikinci seviye alt kriterleri arasında karşılaştırmalar aynı şekilde yapılarak AHP oranları tespit edilmiştir. Bu ağırlık oranlar Doğrusal Bindirme Analizi (Weighted Overlay Analysis) yapılarak çakıştırılmış, Ağrı Dağı taban suyu potansiyeli ortaya konulmuştur.

4.2.1. Jeomorfoloji

Çalışma alanı, tepelik alanlar, yamaçlar, sırtlar, düz ovalık alanlar ve vadilerden oluşmaktadır. Tepelik alanlar % 32, vadiler % 32.1, ovalık düz alanlar % 23.1 ve yamaçlar % 12.8'lik bir alan kaplamaktadır (Şekil 6). Jeomorfoloji, su kaynaklarını eğim ve yükselti özellikleri bakımından etkilemektedir. Eğim, yüzeye düşen yağışın ve yüzeyden akan diğer suların zemine sızma veya yüzeyde kalma oranını etkilemektedir. Yükseltinin fazla ve yağışın yağmur şeklinde düştüğü yerlerde ise su kaynağı varlığı artmaktadır (Hoşgören, 2004:59).

Çalışma alanının kuzey-kuzeydoğusunda yer alan Iğdır Ovası ve güney-güneybatısında yer alan Doğubayazıt Ovası eğimin az olmasına bağlı olarak akış hızının az olduğu ve zemine sızma ve buharlaşmanın fazla olduğu morfolojik birimlerdir. Aynı zamanda bu ovalık alanlarda litolojik yapı alüvyon malzemeden oluşmaktadır. Alüvyon malzeme geçirimli yapıdadır ve zemindeki suyun yeraltına sızmasını arttırmaktadır. Aynı zamanda eğimin az olması buharlaşma miktarını da arttırdığından zemindeki su potansiyelinin azalmasına neden olmaktadır. Jeomorfolojik birim olarak alanın en büyük yükseltisi olan Ağrı Dağı'nda ise su kaynağı potansiyelini yağışlar oluşturmaktadır. Özellikle yükseltiye bağlı olarak kış mevsiminde yağışların kar şeklinde olması akarsu oluşumunu olumsuz etkilese de, ilkbahar ile birlikte eriyen karlar, yamaç boyunca yer alan kaynak suları eğim yönünde yamaç boyunca akışa geçmektedir. Dolayısıyla alandaki jeomorfolojik birimler yağış ile doğrudan ilişkilidir. Şekil 6'ya bakıldığında su kaynaklarının Ağrı Dağı kuzey-kuzeybatı yamaçları boyunca yoğunlaştığı, bu yamaçlar boyunca akışa geçerek Aras Nehri'ne katıldığı görülmektedir. Güney-güneybatıdaki su kaynakları ise Doğubayazıt Ovası'nın kuzey ve kuzeybatı yamaçları boyunca yoğunlaşmıştır. Yamaçtan doğan kaynak suları eğim boyunca akışa geçerek Doğubayazıt Sazlığı'nı beslemektedir.



Şekil 6: Çalışma alanı jeomorfoloji haritası.

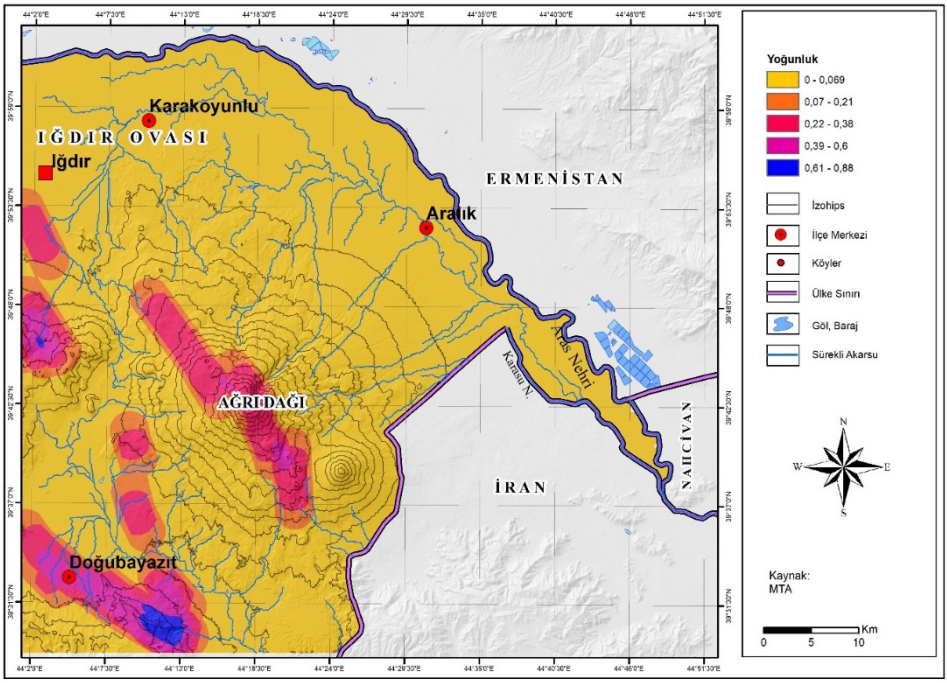
Tablo 5: Jeomorfoloji verileri AHP ağırlık oranları.

Jeomorfoloji	Alan (Ha)	Oran (%)	Ağırlık
Tepelik Alanlar	84.225	32	1
Yamaç ve Sırtlar	33.637	12.8	2
Vadiler	84.533	32.1	4
Ova (Düz)Alanlar	60.823	23.1	5
Toplam	**263.218**	**100**	

Elde edilen analizlere göre, ovalık (düz) alanlarda AHP ağırlık oranı 5 (çok yüksek), vadilerde ise 4 (Yüksek) olarak belirlenmiştir. Su potansiyelini etkileyen tüm veriler çakıştırıldığında düzlük alanlarda ve vadilerde taban suyu seviyesi yapılan beş farklı sınıflandırmaya göre çok yüksek ve yüksek değerde çıkmıştır. Buna göre Iğdır Ovası, Doğubayazıt Ovası ve vadilerin yer aldığı alanlarda su kaynaklarının oldukça zengin olduğu AHP yöntemi ile de elde edilen taban suyu potansiyeli haritası ile de doğrulanmıştır (Şekil 14). Sonuç olarak jeomorfoloji için elde edilen AHP ağırlığı 0,24 ve çok etkili faktör (MIF) ise 1,93 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4).

4.2.2. Fay Yoğunluğu

Çalışma alanında fay yoğunluğu Ağrı Dağı'nda kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda yamaçlardan zirveye doğru artmaktadır. Ağrı Dağı batısı ve güneyi de fay yoğunluğunun arttığı alanlardır (Şekil 7). Doğu Anadolu Bölgesi'nde kuzey-güney yönlü sıkıştırmaların meydana geldiği neotektonik dönem aynı zamanda volkanik faaliyetlerin etkili olduğu, günümüz morfolojisinin şekillenmesinde önemli bir rol oynadığı dönemdir (Öztürk, 103). Ağrı, Van ve Iğdır'da etkili olan fay zonu neotektonik döneme aittir ve bu faylar sağ yanal doğrultu atımlı faylardır. Ağrı ili ve özellikle Doğubayazıt ilçesinde etkili olan bu faylar kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanmaktadır. Tutak, Balık gölü ve Doğubayazıt fay zonları sağ yanal, doğrultu atımlı faylardır (Toprak ve Sunkar, 2019:286). Zor volkanik dağı ve Ağrı Dağı arasında ise uzanan Iğdır Fayı da sağ yanal doğrultu atımlı faydır (Öztürk, 2020:102).



Şekil 7: Çalışma alanı fay yoğunluğu haritası.

Volkanik alanlarda faylanma sonucu ortaya çıkan volkanik malzeme akiferlerin altında geçirimsiz zon oluşturarak suyun daha derinlere kaçmasını engelleyeceği gibi, bazalt, lapilli, volkan külü ve proklastik malzemelerin çıktığı sahalarda bu sahaların çevreye yayılması ile yeni akiferlerin oluşmasına da neden

olmaktadır (Karataş, 2011:620). Çalışma alanında oluşan akiferlerin yanı sıra fayların oluşturduğu çatlak ve yarıklardan sızan sular da yeraltı suyunu beslemekte, eğimin azaldığı düz yamaçlarda kendisine çıkış noktası bularak yüzeye çıkmaktadır. Örneğin İslamköy'de yer alan Bulakbaşı sulak alanını besleyen yamaç kaynakları Karasu Çayı'na su sağlamaktadır.

Tablo 6: Fay yoğunluğu verileri AHP ağırlık oranları.

Fay Yoğunluğu	Alan (Ha)	Oran (%)	Ağırlık
0,61 - 0,88	1.279	0.5	5
0,39 - 0,6	6.971	2.6	4
0,22 - 0,38	18.646	7.1	3
0,07 - 0,21	16.359	6.2	2
0 - 0,069	220.571	83.6	1
Toplam	**263.827**	**100**	

Çalışma alanında fay yoğunluğu oranlarına bakıldığında (Tablo 6), yüksekten düşüğe doğru olan veriler Şekil 7'de su potansiyelinin hangi alanlarda yoğunlaştığını göstermektedir. Fay çizgiselliğinin yoğun olduğu yani çizgilerin kesiştiği noktalarda su potansiyeli yüksektir. Bu sular daha çok yeraltı sularını oluşturmaktadır. Tablo 6'ya göre fay yoğunluğu kendi içinde beş sınıfa ayrılmıştır. 0,61-0,99 aralığında olan yoğunluk 1.279 ha ile AHP ağırlık oranı 5 (çok yüksek); 0-0,069 aralığında olan fay yoğunluğu 220,571 ha ile AHP ağırlık oranı 1 (çok düşük) olarak belirlenmiştir. Fay yoğunluğunun çok yüksek ve yüksek olduğu alanlar 8250 ha alan kaplamaktadır. Şekil 7 ve Tablo 6'ya göre fay yoğunluğu ve AHP oranlarının yüksek çıktığı alanlar, AHP ile elde edilen taban suyu potansiyeli haritasında çakıştırılan alan ile paralellik göstermektedir (Tablo 14). Sonuç olarak fay yoğunluğu için elde edilen AHP ağırlığı 0,19 ve çok etkili faktör (MIF) ise 1,40 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4).

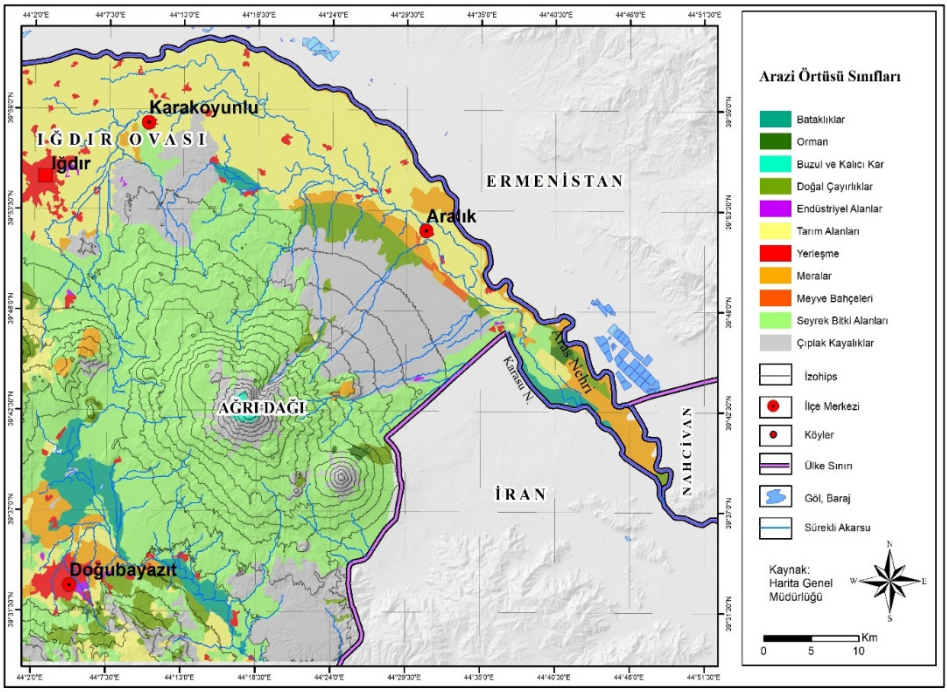
4.2.3. Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü

Arazi kullanımı/arazi örtüsü topografik yapının, doğal bitki örtüsü alanlarının değiştirilerek kullanılmasını ifade eder (Saravanan ve diğ., 2019:111). Arazinin farklı şekillerde kullanılması yüzey akışını, buharlaşmayı, toprak kalitesini etkileyerek su potansiyelinin varlığında da değişikliğe yol açmaktadır. Tarım alanları, yerleşim alanları ve endüstriyel alanlarda suyun fazla tüketimi su kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır.

Çalışma alanında arazi örtüsünü başlıca bitki örtüsü yayılış alanı (seyrek bitkili alanlar, doğal çayırlıklar, meralar, orman), tarım alanları (meyve bahçeleri

dahil), sanayi alanları, yerleşme alanları, su kütleleri ve kullanılmayan alanlar (çıplak kayalıklar) oluşturmaktadır. Yüksek, eğimli arızalı kesimler seyrek bitki örtüsü ve çıplak kayalıklar ile örtülü iken, düz ovalık alanlarda tarım alanları, meralar, yerleşim alanları, bataklıklar ve az da olsa sanayi alanları mevcuttur. Arazi örtüsünün büyük kısmını 110.183 ha aile seyrek bitki örtüsü yayılış alanları, 59.522 ha ile tarım alanları ve 49.610 ha ile çıplak kayalık alanlar oluşturmaktadır. Yerleşme alanları arazide % 2.3'lük bir paya sahipken, meralar arazide sadece % 5.2'lik bir alan kaplamaktadır (Şekil 8, Tablo 7).

Yerleşim alanları, ekonomik faaliyetler (tarım, hayvancılık ve az da olsa endüstriyel faaliyetler) suyun en fazla tüketildiği alanlardır. Bitki örtüsü kökleri ile yeraltına suyu iletmektedir. Fakat Ağrı Dağı ve çevresi bitki örtüsünün seyrek olduğu alanlardır.



Şekil 8: Çalışma alanı arazi kullanımı/arazi örtüsü haritası.

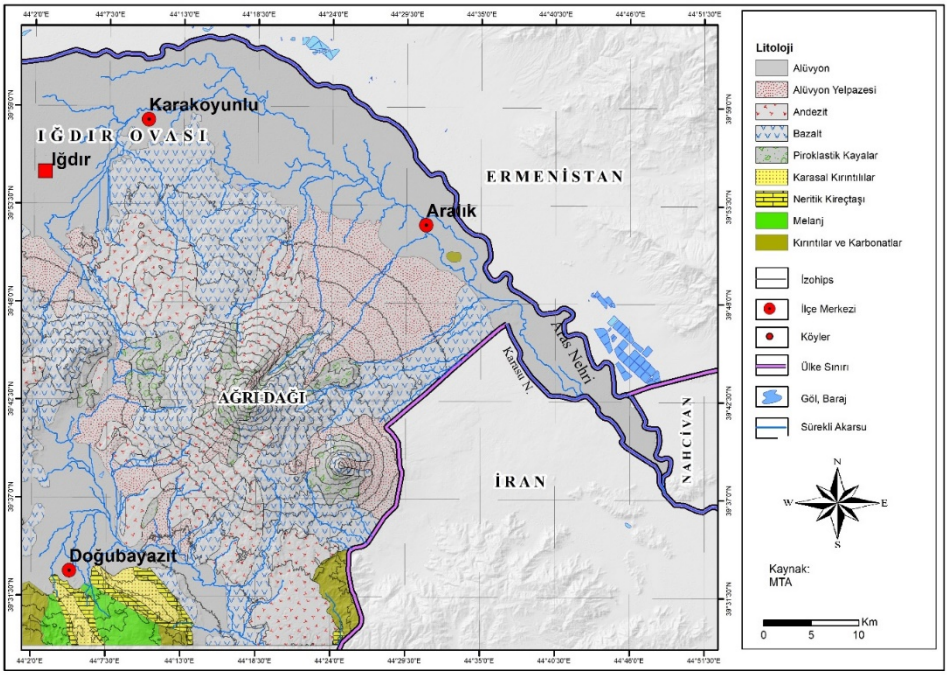
Tablo 7: Arazi kullanımı/arazi örtüsü verileri AHP ağırlık oranları.

Arazi Kullanımı	Alan (Ha)	Oran (%)	Ağırlık
Bataklıklar	8.838	3.4	5
Buzul ve Kalıcı Kar	590	0.2	1
Çıplak Kayalıklar	49.610	18.9	1
Doğal Çayırlıklar	11.590	4.4	2
Endüstriyel Alanlar	438	0.2	2
Orman	612	0.2	3
Yerleşme Alanları	6.079	2.3	2
Tarım Alanları	59.522	22.7	5
Meralar	13.720	5.2	2
Meyve Bahçeleri	444	0.2	4
Seyrek Bitki Örtüsü Alanları	110.183	41.9	2
Su Kütleleri	1.136	0.4	5
Toplam	**262.762**	**100**	

Elde edilen verilere göre Tablo 7'de, AHP ağırlık oranlarının en yüksek olduğu alanlar (ağırlıklı sınıflandırmaya göre 5 ve 4) su kütleler (akarsular, göller, kaynak suları), bataklılar, yerleşim alaları ve meyve bahçeleridir. Yerleşim alanları ve meyve bahçelerinde su tüketimi fazla olmasına rağmen ağırlık oranının yüksek çıkmasının nedeni tarım alanları ve meyve bahçelerinin su kaynaklarının yakınında kurulmasından kaynaklanmaktadır. Şekil 14'te verilen taban suyu potansiyeli haritası bu alanlar ile doğrusallık göstermektedir. Arazi kullanımı/arazi örtüsü için elde edilen AHP ağırlığı 0,18 ve çok etkili faktör (MIF) ise 1,47 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4).

4.2.4. Jeoloji

Çalışma alanı düz ovalık alanlarda akarsuların varlığına bağlı olarak alüvyon malzeme ile kaplıdır. Dağ yamaçlarında ise yine suların taşıyıp dağın eteklerinde biriktirmesi ile oluşan flüvyal şekillerden biri alüvyon yelpazeleri yer almaktadır. Ağrı Dağı volkanik kökenli andezit ve bazaltik unsurlardan ve yüksek kesimlerde ve kuzeybatı-güneydoğu yamacında proklastik malzemeler yer almaktadır (Şekil 9). Doğubayazıt güneyinde karasal kırıntılılar, neritik kireçtaşı, kırıntılılar ve karbonatlar ve melanj birimleri yayılış gösterir (Şekil 9). Ağrı Dağı çevresindeki düzlük alanlar % 35.6 oranında alüvyal malzeme ile örtülü ve yamaç eteklerindeki ana yer şekli % 14.5 oranında alüvyal yelpazeleridir. Bazalt % 25, andezit ise % 14.8 oranında araziyi örtmektedir (Tablo 8).



Şekil 9: Çalışma alanı litoloji haritası.

Volkanik kayaçlar (örneğin bazaltlar) gaz kaçışı ve yüzeyde çabuk soğumaya bağlı olarak gözenekli bir yapıya sahip olur ve geçirgenliği artar. Çatlaksız yapıya sahip olan volkanik kayaçlar geçirimsizdir. Bu çatlaklar üzerinde faylanma da etkili olmaktadır (Gültekin ve Temizel, 2020:73). Alüvyon malzeme is geçirgen olması nedeni ile yeraltı suyu potansiyeli bakımından zengindir. Bu alanlar yamaçlardan ve yüzeyden gelen sular ile de beslenmektedir (Örneğin Doğubayazıt Sazlığı gibi).

Tablo 8: Litoloji verileri AHP ağırlık değerleri.

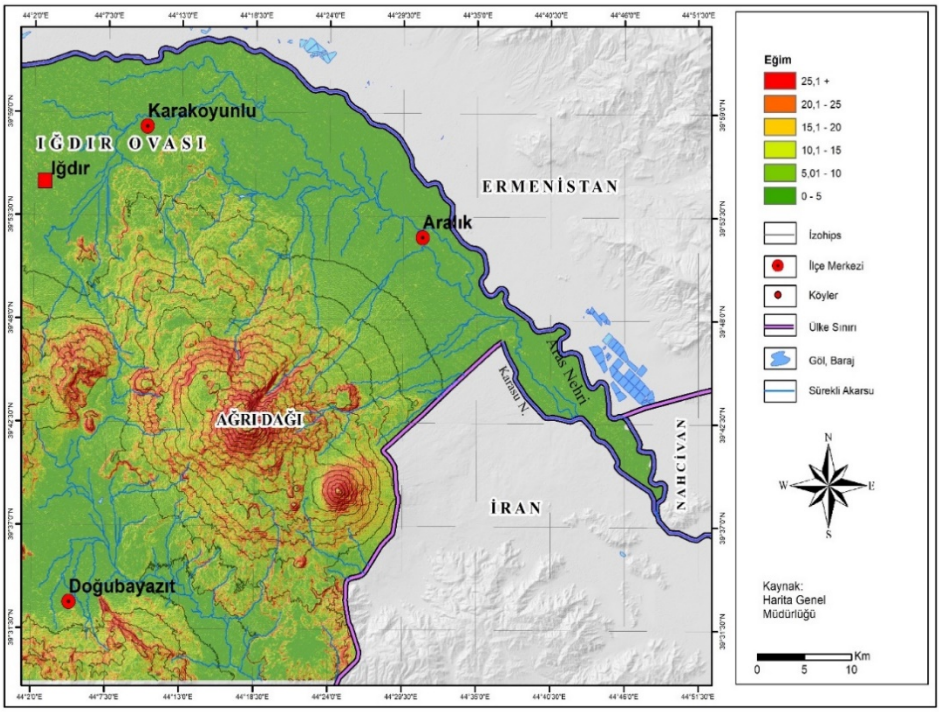
Jeoloji	Alan (Ha)	Oran (%)	Ağırlık
Alüvyon	94.103	35.6	5
Alüvyon Yelpazesi	38.151	14.5	5
Andezit	39.084	14.8	1
Bazalt	65.986	25	1
Karasal Kırıntılılar	2.879	1.1	4
Kırıntılar ve Karbonatlar	4.700	1.8	4
Melanj	3.927	1.5	1
Neritik Kireçtaşı	3.323	1.2	3
Piroklastik Kayalar	11.731	4.5	2
Toplam	**263.884**	**100**	

AHP ağırlık oranları Tablo 8'e göre göstermektedir ki litolojik yapının geçirgen olduğu alanlar yapılan sınıflandırmaya göre su potansiyelinin de yüksek olduğu alanlardır. Alüvyonla örtülü, alüvyon yelpazelerinin bulunduğu alanlar sınıflandırmada ağırlık ölçütü çok yüksek (5), karasal kırıntılılar ve karbonatların yaygın olduğu alanlarda ise yüksek (4) olarak belirlenmiştir. Karasal kırıntılı ve karbonatlar da geçirgenliği fazla olan kayaçlardır (Hoşgören, 2004:59). Fakat çalışma alanında geniş alan kaplamamaktadır. Sonuçta litolojik birimler için elde edilen AHP ağırlığı 0,11 ve çok etkili faktör ise (MIF) 1,87 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Tüm kriterlere ait ağırlıkların çakıştırılması ile elde edilen taban suyu haritası ile geçirgenliği yüksek litolojik yapının dağılımı uyum sağlamaktadır (Şekil 14).

4.2.5. Eğim

Eğim yağışlarla gelen suyun zemin boyunca akışa geçmesini ve yeraltına sızmasını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Fakat eğim aynı zamanda suyun yeraltına geçişinde litolojik yapı ile de yakından ilişkilidir. Jeomorfolojik özelliklerde (4.2.1'de) de bahsedildiği üzere eğimin arttığı yerlerde su akışı hızlı olacağından yeraltına sızma azalır. Eğimin azaldığı düz alanlarda ise akış hızı azalan su zemine kolayca sızar ve yeraltında akışa devam etmektedir (Hoşgören, 2004:59). Çalışma alanında eğim 6 sınıfa ayrılmıştır. Yeraltına sızmanın fazla olduğu düz alanlarda eğim 0-5 °, 5,01-10 ° ve 10,1-15 ° arasındadır. Ağrı dağı yüksek kesimlerinde ise eğim 20,1 ° ile 25 ° arasında değişmektedir. Su kaynaklarının çıkış noktası ise haritada görüldüğü üzere eğimin 15,1-20 ° arasında başladığı yamaçlardır (Şekil 10).

AHP ağırlık oranlarının yer aldığı Tablo 9'a göre eğimin az olduğu alanlar sınıflandırmaya göre su potansiyelinin de yüksek olduğu alanlardır. 0-5 ° ve 5-10 ° eğim aralıkları, ağırlık ölçütü çok yüksek (5) ve yüksek (4) değerlere sahiptir. Eğim değerlerine göre elde edilen AHP ağırlığı 0,10 ve çok etkili faktör (MIF) ise 1,81 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Tüm kriterlere ait ağırlıkların çakıştırılması ile elde edilen taban suyu haritası ile eğim değerlerinin düşük olduğu alanlar uyum sağlamaktadır (Şekil 14). Eğim az olmasına rağmen su potansiyelinin bu alanlarda yüksek olması akarsuların sürekli akışa sahip ve yamaç kaynakları ile sürekli beslenmesinden ileri gelmektedir. Çalışma alanında akarsuların yağmur ile beslenmesi çok az miktardadır.



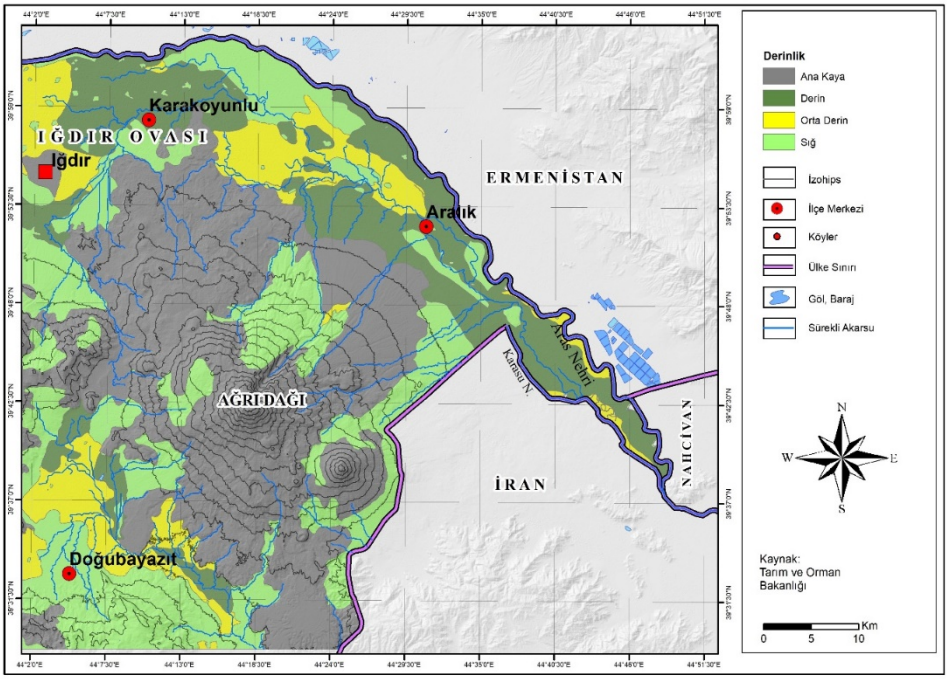
Şekil 10: Çalışma alanı eğim haritası.

Tablo 9: Eğim değerleri AHP ağırlık oranları.

Eğim	Alan (Ha)	Oran (%)	Ağırlık
0-5	125.248	47.6	5
5-10	58.322	22.1	4
10-15	31.520	12	3
15-20	20.394	7.8	2
20-25	12.696	4.8	1
25+	15.038	5.7	0
Toplam	**263.218**	**100**	

4.2.6. Toprak Derinliği

Pedolog ve Amerikan Toprak Bilimci Hans Jenny'e göre toprakların oluşumu iklim, organizmalar, yer şekilleri, ana materyal ve zaman ile ilişkilidir (Tripathy ve Raha, 2019:145). Dik yamaçlar boyunca oluşan kolüvyal toprakta drenaj fazla iken, taşkın ovalarında yayılış gösteren alüvyal topraklarda drenaj zayıftır. Eğime bağlı olarak yamaçların dikleştiği kısımlarda toprak derinliği azalırken, eğimin azaldığı düz ovalarda toprak derinliği artmaktadır (Tripathy ve Raha, 2019:148).



Şekil 11: Çalışma alanı toprak derinliği haritası.

Tablo 10: Toprak derinliği AHP ağırlık oranları.

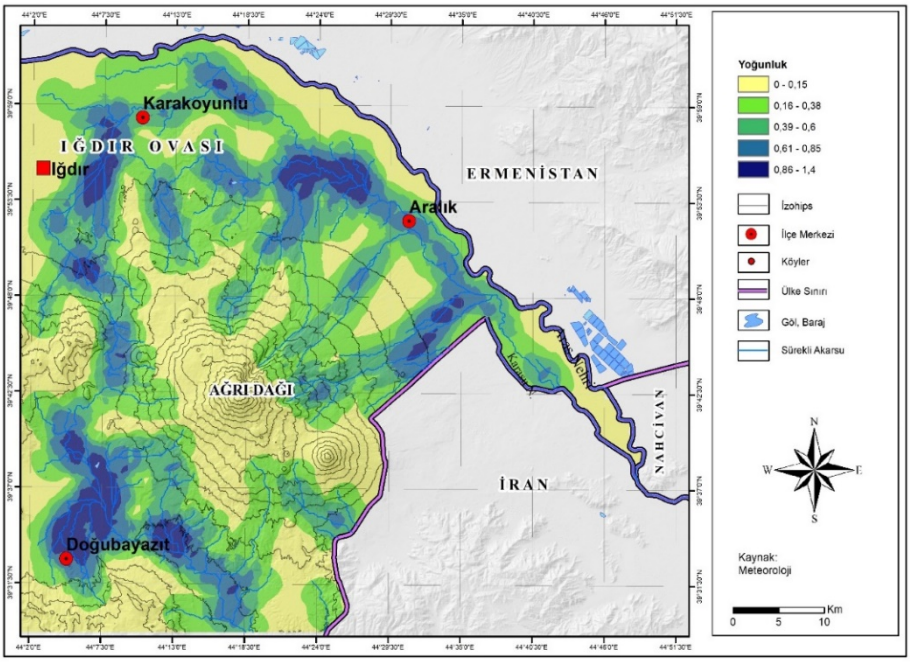
Toprak Derinliği	Alan (Ha)	Oran (%)	Ağırlık
Ana Kaya	94.103	42.5	1
Derin	38.151	17.4	5
Orta Derin	39.084	11.1	3
Sığ	65.986	29	2
Toplam	**237.324**	**100**	

Toprak derinliği eğimin azaldığı Karakoyunlu ve Aralık ilçesi çevresinde akarsu boyunca artış göstermekte, Iğdır Ovası'nda orta derinlikte ve Doğubayazıt Ovası'nda orta derinlikte ve sığ topraklar görülmektedir. Derinlik Aşağı Karasu Çayı'nın sınıra ulaştığı kısımda artış göstermektedir. Derinliğin artış göstermesi akarsuyun taşımış olduğu ve sediment miktarı ve yamaçlardan taşınan materyal ile ilişkilidir. Ağrı Dağı'nda yamaçlarda ana kaya ortaya çıkmaktadır. Ana kayanın çatlaklı yapıda olmadığı bu yamaçlarda drenaj zayıftır (Şekil 11, Tablo 10). Bu alanlarda eğim fazla olduğu için su tutma kapasitesi de düşmektedir. Toprak derinliği fazla olmasına rağmen Karasu Çayı boyunca ve Iğdır Ovası'nda su varlığının fazla olması eğimin azalmasına bağlı olarak su akışının yavaşlaması ile ilişkilidir.

AHP ağırlık oranlarına bakıldığında Tablo 10'a göre toprak derinliğinin fazla olduğu alanlar sınıflandırmaya göre su potansiyelinin de çok yüksek (5) olduğu alanlardır. Toprak derinliğine göre elde edilen AHP ağırlığı 0,07 ve çok etkili faktör (MIF) ise 0,54 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Tüm kriterlere ait ağırlıkların çakıştırılması ile elde edilen taban suyu haritası ile toprak derinliğinin fazla olduğu alanlar su potansiyelinin yoğunluğu bakımından uyum sağlamaktadır (Şekil 14).

4.2.7. Drenaj Yoğunluğu

"AHP'de drenaj yoğunluğu, toplam akarsu uzunluğunun, toplam havza alanına bölünmesiyle elde edilir" (Abijith, ve diğ., 2020:10). Şekil 12'ye bakıldığında drenaj yoğunluğu için beş sınıf oluşturulmuştur. Yoğunluk değerlerinin 0,61-0,85 km² ile 0,86-1,4 km² arasında olduğu alanlar drenajın yoğun olduğu alanlar; yoğunluğun 0-0,15 km² ile 0,16-0,38 km² olduğu alanlar ise drenajın düşük olduğu alanlar olarak belirlenmiştir. Drenaj yoğunluğu yüksek ise, akım düşük, yeraltına sızma ise fazladır.



Şekil 12: Çalışma alanı drenaj yoğunluğu haritası.

Tablo 11'e göre drenaj yoğunluğunun fazla olduğu alanlar su potansiyelinin de çok yüksek (5) olduğu alanlardır. Bu alanlar Şekil 12'de ovalık alanlara ve vadi tabanlarına denk gelmektedir. Drenaj yoğunluğuna göre elde edilen AHP ağırlığı

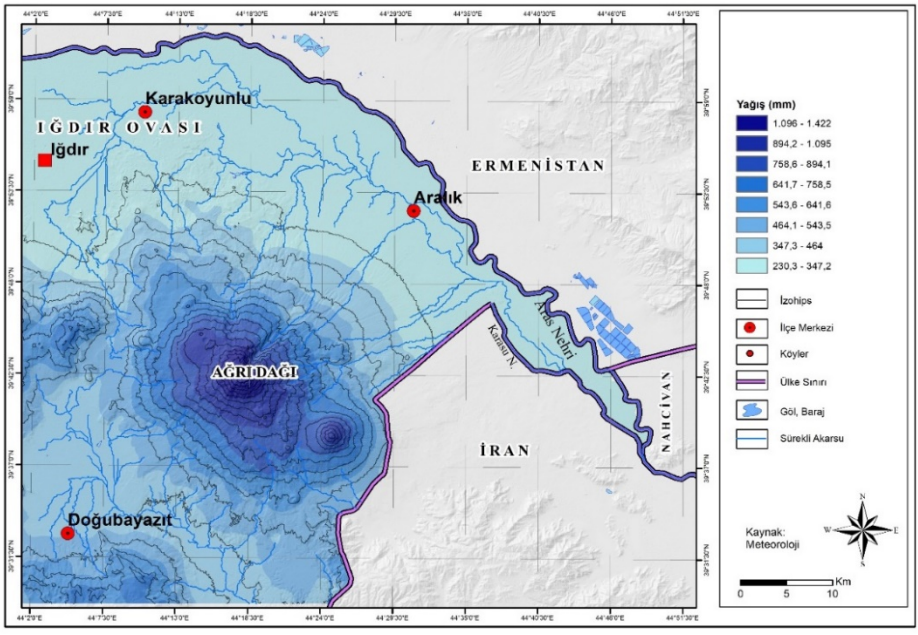
0,07 ve çok etkili faktör (MIF) ise 0,54 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Tüm kriterlere ait ağırlıkların çakıştırılması ile elde edilen taban suyu haritası ile drenaj yoğunluğunun fazla olduğu alanlar su potansiyelinin yoğunluğu bakımından benzerlik göstermektedir (Şekil 14).

Tablo 11: Drenaj yoğunluğu AHP ağırlık verileri.

Drenaj Yoğunluğu	Alan (Ha)	Oran (%)	Ağırlık
0,86 - 1,4	14.214	5.4	5
0,61 - 0,85	34.314	13	4
0,39 - 0,6	50.283	19	3
0,16 - 0,38	76.180	28.9	2
0 - 0,15	88.903	33.7	1
Toplam	**263.893**	**100**	

4.2.8. Yağış

Su döngüsünün temeli olan yağış faktörü, atmosferden gelen suyun zemine düşmesi, suyun yeraltı suyuna, akarsulara, göllere karışması veya zeminden akışa geçmesi, bitki kökleri ile toprağa su sağlaması veya terleme ile atmosfere su sağlayarak atmosferdeki nemi arttırması bakımından önemlidir. Buharlaşma ile atmosfere çıkan su da atmosferde nemi arttırmakta ve yağışlar için su kaynağı oluşturmaktadır.



Şekil 13: Çalışma alanı yağış haritası.

Enterpolasyon yapılarak çalışma alanında yağışın dağılışı gösterilmiştir. Yağış verilerine bağlı olarak yağışın dağılımı beş sınıfa indirgenmiştir. Bu sınıflamaya göre, en yüksek yağış oranının 693,2 - 1.422 mm arasında değiştiği gözlemlenmektedir. Yağışın yüksek olduğu yerler Büyük Ağrı ve Küçük Ağrı dağı zirve kısımlarına tekabül etmektedir. Bu alanlarda su potansiyeli zayıflamaktadır (Şekil 13). AHP ağırlık oranlarına bağlı olarak yükseltinin arttığı yerde, yağış da artmakta, fakat su potansiyeli düzmekte, yapılan AHP ağırlık sınıflandırmasında düşük (2) ve çok düşük (1) oranında değerlendirilmektedir (Tablo 12). Bu alanlarda yağışlar kar şeklindedir ve kalıcı karın yayılış alanını göstermektedir. Yükselti azaldıkça yağış da azalmakta, düz ovalık alanlarda yağış 230,3 - 361,2 mm'lere kadar düşmektedir. Bu alanlarda yağış az olmasına rağmen su potansiyelinin yüksek olması Aras Nehri'nin kaynağını yüksek dağlık alanlardan alması, Karasu Çayı'nın ve Doğubayazıt kaynaklarının yamaç kaynakları ile beslenmesinden ileri gelmektedir. Yağışlar karların eridiği ilkbahar aylarında akışa geçerek veya sonbaharda az da olsa yağmur şeklinde düşerek yeraltı suyuna ve akarsulara katılmaktadır. Elde edilen AHP ağırlığı 0,04 ve çok etkili faktör (MIF) ise 0,35 olarak belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 12: Yağış verileri AHP ağırlık oranları.

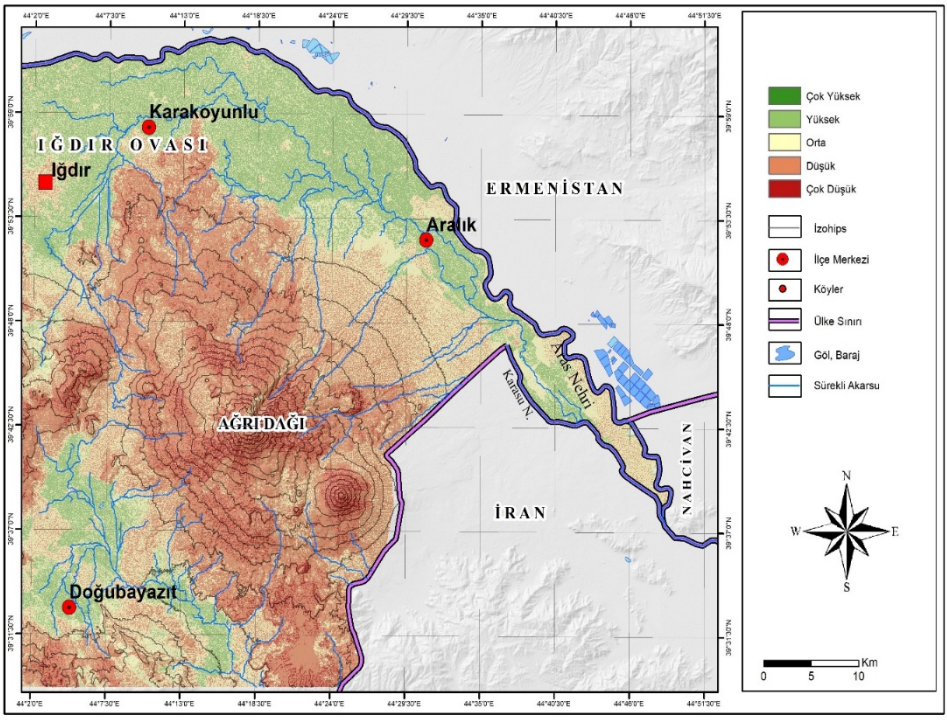
Yağış	Alan (Ha)	Oran (%)	Ağırlık
230,3 - 361,2	114.516	43,4	5
361,3 - 520,1	80.501	30,5	4
520,2 - 693,1	41.425	15,7	3
693,2 - 931,5	20.318	7,7	2
931,6 - 1.422	7.132	2,7	1
Toplam	**263.893**	**100**	

4.3. Taban Suyu Potansiyeli

Çalışma alanında su potansiyelini belirlemek için AHP ve çok etkili faktör verileri ArcGIS 10.3 programı üzerinden sayısallaştırılmıştır. Birinci seviyede tüm katmanlar raster formatında çakıştırılmıştır. Taban suyu potansiyeli dağılımını göstermek için beş ayrı sınıflandırma kullanılmıştır (çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük). Şekil 14'e göre çalışma alanı taban suyu potansiyelinin düşük olduğu alanlar Ağrı Dağının zirve kısımları ve yamaç ve sırtlarının yayılış alanlarıdır. Taban suyu potansiyelinin arttığı yerler düz, ovalık alanlarda, geçirimli alüvyal malzemenin bulunduğu alanlardır. Bu alanlarda sızma fazladır, eğimin azalmasına bağlı olarak ovalık alanda suyun akış hızı azalmakta, sahanın su tutma kapasitesi artmaktadır (Şekil 14). Iğdır Ovası ve çevresi, Doğubayazıt Ovası ve sazlık alanları su potansiyelinin yüksek olduğu alanlardır.

Bu alanlarda yerleşme alanlarının henüz çok geniş alanlar kaplamaması su kullanımı bakımından çok büyük tehditler oluşturmasa da tarım alanlarının varlığı (örneğin, Karakoyunlu ve Aralık ilçelerinde) bilinçsizce su tüketimine neden olmaktadır.

Elde edilen verilere göre, taban suyunun yüksek olduğu alanlar jeomorfoloji kriteri için düz, ovalık alanlar ile alüvyal yelpazelerinin ve akarsu vadilerinin bulunduğu alanlar, jeoloji kriteri için alüvyon ovalar ve karbonatlı, kırıntılı kayaçların bulunduğu alanlar, fay yoğunluğu kriteri için kuzey-kuzeydoğu yönünde Iğdır Fay Zonu, güneyde, batıda ve kuzeybatıda Balık Göl Fayı, Doğubayazıt Fay Zonu'na bağlı kırıklı yapıların bulunduğu alanlar veya Ağrı Dağı yamaçlarında granitlerin neotektonizmaya bağlı çatlak, kırıklı ve çukur yapıda olan kısımları, arazi örtüsü/kullanımı bakımından yerleşme alanlarının, daha çok tarım ve mera alanlarının yoğunlaştığı alanlardır. Toprak derinliği kriterine bağlı olarak, düz ovalık alanlarda toprak derinleşmekte fakat eğimin azalmasına bağlı olarak sızma da artmaktadır.



Şekil 14: Çalışma alanı taban suyu potansiyeli.

Tablo 13: Taban suyu AHP ağırlık oranları.

Taban suyu	Alan (Ha)	Oran (%)	Ağırlık
Çok Yüksek	22	0,1	5
Yüksek	51.345	19,6	4
Orta	85.941	32,8	3
Düşük	109.318	41,7	2
Çok Düşük	15.288	5,8	1
Toplam	**261.914**	**100**	

Ağrı Dağı yüksek kesimlerinde her ne kadar yağış fazla gibi gözükse de, kar şeklinde olan yağış su potansiyelini düşürmektedir. Söz konusu eğimin azaldığı alçak kesimlerde yağış azalmakta, su kaynaklarının yoğunluğu üzerinde etkisi azalmaktadır. Bu alanlarda su kaynağını yağış değil, kaynak suları, Aras Nehri ve kollarının, mevsimlik akarsuların getirdiği sular oluşturmaktadır. Özellikle akarsu vadilerinin olduğu alanlarda ve akarsu aşağı çığırlarında drenaj yoğunluğunun çok arttığı gözlemlenmiştir. Bu alanlar Ağrı Dağı eteklerinden çıkan kaynak suların bu yamaçlarda artması ile ilişkilidir. Taban suyu yoğunluğunun bulunduğu alanların belirlenmesi (Şekil 14) su kaynağına erişim konusunda yerleşme, tarımsal faaliyetler, sanayi faaliyetleri gibi arazi kullanım özellikleri için kolaylık sağlamaktadır. Taban suyu potansiyelini gösteren haritalardan yararlanarak bu bölgelerde ileriki zamanlarda sulama ve kullanma suyu amaçlı daha fazla su kuyusunun açılması muhtemeldir.

5. SONUÇ

Çalışmada AHP ve MIF modellerinde kullanılmak üzere alana ait sekiz harita ve bu haritaların çakıştırılması sonrasında sonuç verisi elde etmek için bir taban suyu potansiyeli haritası kullanılmıştır. Su kaynaklarının sürekliliğinin sağlanması için, kullanılan modele göre, su kullanımına etki eden jeomorofloji, jeoloji, eğim, fay yoğunluğu, arazi kullanımı/arazi örtüsü, toprak ve drenaj yoğunluğu gibi hidrojeolojik, meteorolojik ve topografik veriler bir ölçüt olarak değerlendirilmiş ve sayısallaştırılarak haritalandırılmıştır. Her bir harita için ağırlık faktörü oluşturulmuştur. Taban suyu haritasındaki ilgili renkler karşılaştırma ölçeğindeki MIF değerlerini göstermektedir. Gerçek değerleri gösteren her bir harita MIF değerlerini gösteren taban suyu haritası ile karşılaştırılmıştır. Su potansiyelini etkileyen her bir faktör birbirinden bağımsızdır ve genel olarak her bir faktörün birbiri ile yüksek oranda doğrudan ya da az da olsa dolaylı yoldan ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Her bir etki faktörünün nispi oranları hesaplanmıştır. Hem büyük hem de en küçük ağırlık faktörlerinin toplanması sonucu elde edilen nispi oranlar şu şekildedir: Jeomorfoloji 2.1, fay yoğunluğu 1.7, arazi örtüsü/arazi kullanımı 1.7, litoloji 1.0, eğim 0.9, toprak 0.6, drenaj yoğunluğu 0.6 ve yağış 0.4'tür. Büyük ve küçük ağırlık oranları Tablo 4'te gösterilmektedir. Alt ağırlık faktörleri ise çalışma alanının mevcut koşulları ve arazi gözlemlerine bağlı olarak 1-5 arasında belirlenerek toplam su potansiyeline etki eden faktörler için en yüksek ve en düşük değer ortaya konuldu. Taban suyu potansiyelini etkileyen kriterlerin sıralaması arazi gözlemleri ve alandaki gerçek etki faktörlerinin etkisi göz önünde bulundurularak sıralanmıştır. İkili karşılaştırma matrisleri sonucunda su potansiyeli üzerinde en fazla etkiye jeoloji faktörünün sahip olduğu tespit edilmiştir. Jeomorfoloji ve arazi kullanımı onu takip etmektedir. Bu sıralamaya göre taban suyuna en az etkisi olan faktör yağıştır. Taban suyu haritası araziye ait veriler karşılaştırılarak hazırlandığı için tahmin edilen su potansiyel alanlarına olan yaklaşımın güvenirliliği de artmıştır.

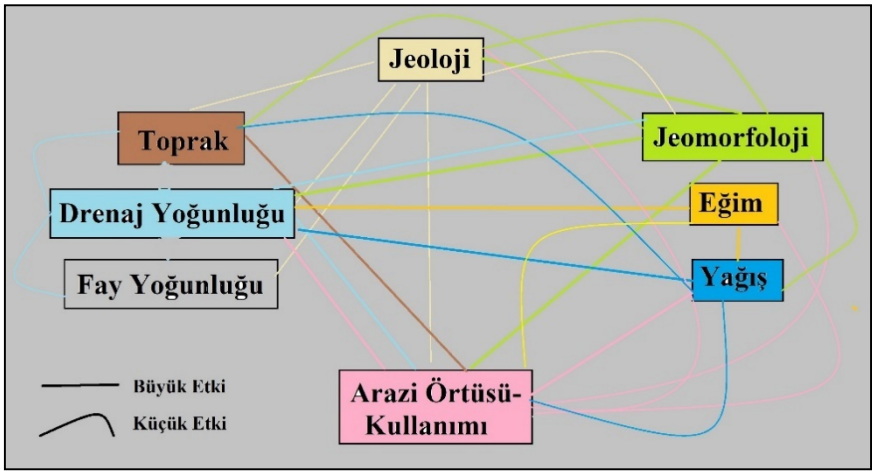
Jeolojik yapı AHP modelinde alüvyon, alüvyon yelpazesi, andezit, karasal kırıntılılar, kırıntılılar ve karbonatlar, melanj, neritik kireçtaşı, proklastik kayalar olmak üzere on sınıfa ayrılmış ve ağırlık oranları tespit edilmiştir. Çok etkili faktör (MIF) modeline göre ise, jeolojik yapının su potansiyelinde toprak, drenaj yoğunluğu, fay yoğunluğu ve arazi örtüsü/arazi kullanımı üzerinde büyük etkisi, jeomorfoloji üzerinde ise dolaylı yoldan daha az etkisi olduğu tespit edilmiştir (Şekil 15). Jeolojik yapı su kaynakları ile sürekli etkileşim içindedir. Bu nedenle akiferleri, su kaynağı miktarını, su kalitesini ve zemindeki tane boyutunun geçirimliliğine bağlı olarak akiferlerin hidrolik iletkenliğine etki etmektedir. Alüvyon malzeme, alüvyon yelpazeleri, karasal kırıntılılar ve karbonatların geçirgenliğinin fazla olduğu alanlarda su potansiyeli yüksek çıkmıştır. Elde edilen analizlere göre alüvyonun en fazla olduğu alan Iğdır Ovası (Iğdır merkez, Karakoyunlu, Aralık ilçesi), Tarlabaşı ve Yenidoğan Köyü'nün üstünde yer aldığı alüvyon yelpazeleri, Doğubayazıt ilçesi kuzeyi ve Ağrı Dağı eteğine bakan yamaçlarıdır (Şekil 9, Tablo 8).

Jeomorfoloji için AHP modelinde dört sınıf belirlenmiştir: Vadiler, sırtlar ve yamaçlar, tepelik alanlar ve düz-ovalık vadiler (Şekil 6). Çok etkili faktör (MIF)'de ise arazi örtüsü, jeoloji ve drenaj yoğunluğu üzerinde büyük etkiye sahip, diğer kriterler ile az oranda ilişkilidir (Şekil 15). Düz ovalık alanlar ağırlık oranının en yüksek çıktığı alanlardır (Tablo 5). Fay yoğunluğu Tablo 6'ya göre beş sınıfa ayrılmıştır. 0,61-0,99 aralığında olan yoğunluk fazla, 0-0,069 aralığında olan fay yoğunluğu düşük olarak belirlenmiştir. Çoklu etki faktörü (MIF) jeoloji ile büyük etkileşimdedir (Tablo 15).

Arazi örtüsü için AHP modelinde, on bir sınıf belirlenmiştir: Bataklıklar, orman, mera, tarım alanları, endüstriyel alanlar, su kütleleri, çıplak kayalıklar, yerleşim alanları, kalıcı kar, meyve bahçeleri, doğal ve seyrek bitki alanlarıdır (Şekil 8). Arazi örtüsü drenaj yoğunluğu ve yağışlar ile büyük etki içindeyken, diğerleri ile daha az etkileşim içindedir (Tablo 15).

Toprak derinliği için AHP modelinde anakaya, derin, orta derin ve sığ olmak üzere dört sınıf belirlenmiştir. Çok etkili faktör (MIF) modelinde ise toprak arazi örtüsü/arazi kullanımı ile doğrudan ilişkilidir. Jeoloji, jeomorfoloji, yağış, drenaj yoğunluğunun toprak üzerindeki etkisi daha fazladır (Şekil 15). Toprak derinliğinin daha fazla olduğu bölgelerde su kapasitesinin daha yüksek olduğu, böyle alanlara daha fazla yeraltı suyu akışının sağlandığı gözlemlenmiştir. Bu alanlar yine alüvyal sahalara tekabül etmektedir (Şekil 11, Tablo 10). Drenaj yoğunluğu için AHP modelinde beş ayrı sınıf belirlenmiştir. Bu değerler 0,61-0,85 km² ile 0,86-1,4 km² arasında olduğu alanlarda drenajın yoğun, 0-0,15 km² ile 0,16-0,38 km² olduğu alanlarda ise drenajın düşük olduğu tespit edilmiştir. Drenajın yoğun olduğu alanlar diğer kriterlerin de ağırlık ölçütünün fazla olduğu alanlar ile aynıdır (Şekil 12, Tablo 11). Çok etkili faktör (MIF) modelinde ise drenaj yoğunluğu jeomorfoloji ve arazi örtüsü ile büyük etki faktörü göstermekte, diğer kriterler ile az etkileşim içindedir (Tablo 15).

Yağış için AHP modelinde beş sınıf belirlenmiştir. 230,3 - 361,2 mm en düşük yağış aralığı, 931,6 - 1.422 mm en yüksek yağış aralığıdır. Çok etkili faktör (MIF) modelinde ise, yağış drenaj yoğunluğunu doğrudan büyük oranda, arazi örtüsü/kullanımını ise dolaylı olarak daha az etkilemektedir. Diğer faktörler ile de az etkileşim içindedir (Şekil 15). Yağış özelliklerine bakıldığında akiferlere kaynak direk yağıştan sağlanmamaktadır. Yağış oranının en fazla olduğu alanlar Ağrı Dağı ve yüksek yamaçları olmasına rağmen, taban suyu potansiyelin en fazla olduğu alanlar ovalık ve düz alanlar olarak tespit edilmiştir. Buradaki temel sebep yağışın infiltrasyonu (sızması) değil, kar şeklinde düşen yağışların ilkbaharda eriyerek eğim doğrultusunda hızlı bir şekilde akışa geçmesi ve eğimin azaldığı yerlerde ortaya çıkarak Aras Nehri'ne (Karasu Çayı'na) karışmasıdır. Bir diğer kaynak çıkışı da eğimin azaldığı Ağrı Dağı güney yamaçlarından olmaktadır (Şekil 13, Tablo 12). Bu kaynak sularının da Doğubayazıt Sazlığı'nı ve Ağrı Dağı eteklerindeki bataklıkları beslediği tespit edilmiştir (Şekil 13, Tablo 12). Doğubayazıt Ovası'nı asıl besleyen su kaynağı ise Sarısu Nehri'dir.



Şekil 15: Su potansiyeli etkileyen çoklu faktör hiyerarşi ağı.

Elde edilen taban suyu haritası aynı zamanda su kaynakları açısından kritik öneme sahip kesimler ortaya koymaktadır. Iğdır Ovası'nda her geçen gün sayısı artan su kullanımı, drenaj yoğunluğunun kapasitesini düşürmekte ve geleceğe dönük sürdürülebilirliği tehlikeye sokmaktadır. Nüfus artışına bağlı olarak veya suyu olmayan köylere su kaynağı sağlamak amacı ile her geçen gün yenisi açılan su kuyularının varlığı yöredeki mevcut yer altı suyu kaynağını göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre de taban suyu potansiyelinin zenginliği Şekil 14'te gösterilmektedir. Bölgede yeraltı suyunun kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Yeraltı suyu aşırı kullanılmaya başlandığında aynı zamanda su kalitesinin bozulmasına da neden olacaktır. Yer altında depolanan su ile suyun kullanım durumu arasındaki ilişki bölgeye ait hazırlanan mevcut su potansiyeli haritalarından takip edilmeli, su kullanımına ilişkin bir yönetim planı oluşturulmalıdır.

KAYNAKÇA

Abijith, D., Saravanan, S., Singh, L., Jennifer, J. J., Saranya, T. ve Parthasarathy, K.S.S. (2019). "GIS-Based Multi-Criteria Analysis for Ientification of Potential Groundwater Recharge Zones- a Case Study from Ponnaniyaru Watershed, Tamil Nadu, Idia". *HydroResearch,* 3(2020), 1-14.

Ardos, M. (1995). *Türkiye Ovalarının Jeomoroflojisi Cilt II (2. Baskı).* İstanbul: Çantay Kitabevi.

Arınç, K. (2013). *Türkiye'nin İç Bölgeleri (II. Baskı).* Erzurum: Eser Ofset Matbaacılık, Biyosfer Araştırmaları Merkezi.

Atalay, İ. (1982a). *Türkiye Jeomoroflojisine Giriş.* İzmir: Ticaret Matbaacılık.

Atalay, İ. (1994b). *Türkiye Vejetasyon Coğrafyası (1. Baskı),* İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

Atanasova, T., Lapevski, M. ve Timovski, R. (2014). "Analitik Hıerarchy Process (AHP) Method Application ın the Process of Selectıon and Evaluatıon", *İnternational Scientific Conference,* 21-22 November, Gabrovo, 373-380.

Avcı, V., Sunkar, M. ve Toprak, A. (2018). "Ağrı Dağı'nın (Ararat) Morfometrik Analizleri". *IV. Uluslararası Ağrı Dağı ve Nuh'un Gemisi Sempozyumu*, 18-20 Ekim 2017, d. Oktay Belli, Faruk Kaya, İbrahim Özgül, Vedat Evren Beli, 124-132, Ağrı.

Çiner, A. (2003). "Türkiye'nin Güncel Buzulları ve Geç Kuvaterner Buzul Çökelleri." *Türkiye Jeoloji Bülteni,* Cilt 46, Sayı 1, 55-78.

Gültekin, F. Ve Temizel, E. H. (2020). "Kentsel Faaliyetlerin Kıyı Akiferlerine Etkileri: Doğu Karadeniz Havzası Örneği". *Türkiye Jeoloji Bülteni,* 63, 69-82.

Hoşgören, Y. (2004). *Hidrografya'nın Ana Çizgileri (5. Baskı).* İstanbul: Çantay Kitabevi.

İsfendiyaroğlu, S. (2006a). "Ağrı Dağı, DOGO29", Güven Eken, Murat Bozdoğan, Süreyya İsfendiyaroğlu, Dicle Tuba Kılıç, Yıldıray Lise (Ed.), *Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları (ss.324-327),* Ankara: Doğa Derneği.

İsfendiyaroğlu, S., Kurt, B. (2006b). "Doğubayazıt Sazlığı, DOGO30", Güven Eken, Murat Bozdoğan, Süreyya İsfendiyaroğlu, Dicle Tuba Kılıç, Yıldıray Lise (Ed.), *Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları (ss.324-327),* Ankara: Doğa Derneği.

Karaoğlu, M. ve Çelim Ş. (2018). "Doğu Anadolu Bölgesi ve Iğdır'ın Jeolojisi ve Toprak Özellikleri." *Journal of Agriculture,* 1(1), 14-26.

Karataş, A. (2011). "Fayların Doğal Kaynak Sularının Oluşum ve Gelişimine Etkileri". *Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları,* No:5, 613-624.

Lahn, E. (1956). "Aras Nehri Amenajman Sahasının Jeolojik ve Sismolojik Durumu (Doğu Anadolu)." *Türk Coğrafya Dergisi,* Cilt 0, Sayı 15-16, 74 – 84.

Öztürk, Y. (2020). "Aktif Fayların Tanımlanmasında Jeomorfik Belirteçlerin Rolü: Balıkgöl Fay Zonu Örneği". *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi,* (5):101-117.

Pearce, J. A., Bender, J. F., De Long, S. E., Kidd, W. S. F., Low, P. J., Güner, Y., Saroğlu, F., Yilmaz, Y., Moorbath, S. ve Mitchell, J. G. (1990). "Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey." *Journal of Volcanology and Geothermal Research,* 44, 189-229.

Saaty, T. L. (1986). "Axıomatic Foundation of the Analytıc Hıerarchy Process". *Management Science*, Vol. 32, No. 7, 841-855.

Saaty, R. W. (1987). "The Analitik Hıerarchy Process-What ıt is and How ıt ıs used", *Mathl Modelling,* Vol. 9, No. 3-5, pp. 161-176.

Saravanan, S., Jacinth, J.J., Singh, L., Saranya, T., Sivaranjani, S., 2019. "Impact of land-use change on soil erosion in the coonoor watershed, Nilgiris Mountain range, Tamil Nadu, India". *In Advances in Remote Sensing and Geo Informatics Applications* (pp. 109-111). Springer. Cham.

Sür, Ö. A. (1994). "Türkiye'de Volkanizma ve Volkanik Yerşekilleri". AÜ Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, S.3, 29-52.

Taheri, K., Missimer, T. M., Taheri, M., Moayedi, H. ve Pour, F. M. (2019). "Critical Zone Assessments of an Alluvial Aquifer System Using the Multi-influencing Factor (MIF) and Analytical Hierarchy Process (AHP) Models in Western Iran". *Natural Resources Research,* Vol. 29, No. 2, 1163-1191.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ağrı Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü (2014). Ağrı İl Çevre Durum Raporu, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Agri_icdr2013.pdf.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Iğdır Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2016). Iğdır İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Igdir2015.pdf.

Toprak A. ve Sunkar, M. (2019). "Ağrı ve Doğubayazıt Havzalarında Meydana Gelen Doğal Afetlerin Mekansal Dağılımı ve Analizi", Oktay Belli, Abdulhalik Karabulut, Faruk Kaya, İbrahim Özgül, Vedat Evren Belli

(Ed.), *V. Uluslararası Ağrı Dağı ve Nuh'un Gemisi Sempozyumu,* 16-18 Ekim 2019, (ss. 283-293), Ağrı.

Tripathy, B. ve Raha, S. (2019). "Formation of Soil". *Thematics Journal of Geography*, Vol-8, Issue-8, 144-150.

Türkoğlu, M. (2018). "Iğdır İlinin Biyolojik Çeşitliliği Üzerine Bir Bildiri". *Researchgate*, 1-5.

Ünal, Ö. F. (2012). "Performans Değerlemede Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Uygulamaları". *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*. I-37-55.

Yalçınlar, İ. (1976). *Türkiye Jeolojisine Giriş*. İstanbul:Edebiyat Fakültesi Matbaası.

YeşilIğdır (2020). *Iğdır'ın Göğe Uzanan Eli: Ağrı Dağı.* https://yesiligdir.com/yazar/yazi/7600, 21.11.2021.

Yılmaz, Y., Güner, Y. ve Şaroğlu, F. (1998). "Geology of the Quaternary Volcanic Centres of the East Anatolia." *Journal of Volcanology and Geothermal Research,*85, 173-210.

Yulu, A., (2019). "Friedrich Parrot'un Ağrı Dağı Araştırma Keşif Gezisi". *Coğrafya Dergisi,* 38, 49-58. İstanbul University Press.

Yulu, A. (2020). "Ağrı Dağı'nda Dağcılık Turizmi ve Çevresel Etkileri", Salih Birinci, Çağlar Kıvanç Kaymaz, Yusuf Kızılkan (Ed.), *Coğrafi Perspektifle Dağ ve Dağlık Alanlar (Sürdürülebilirlik-Yönetim-Örnek Alan İncelemeleri) (329-355),* 1. Baskı, İstanbul:Kriter Yayınevi.

Yulu, A., Kapan, K., Bulut, M .B. B. (2021). "Evaluation of The Recreational Potential of Mount Ağrı (Ararat) National Park", *Ege Coğrafya Dergisi*, 30 (1). 43-56.

Zghibi, A., Mirchi, A., Msaddek, M. H., 3, Merzougui, A., Zouhri, L., Taupin, J. D., Chekirbane, A., Chenini, İ. and Tarhouni, J., "Using Analytical Hierarchy Process and Multi-Influencing Factors to Map Groundwater Recharge Zones in a Semi-Arid Mediterranean Coastal Aquifer". *Water,* 12, 1-27.