İSTANBUL'DA MEYDANA GELEN SEL VE TAŞKINLAR

Hüseyin TUROĞLU

Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, No:5, 411-430, İstanbul 2011

İSTANBUL'DA MEYDANA GELEN SEL VE TAŞKINLAR

Hüseyin TUROĞLU

İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı

turogluh@istanbul.edu.tr

Öz

Son bir kaç on yıldan bu yana, İstanbul ve yakın çevresinde artarak meydana gelen şehirleşme hem arazi kullanımının ve hem de doğal eğim koşullarının değişmesine neden olmuştur. Bu değişiklik doğal akım birikimini ve akım yönlerini değiştirmiştir. Yapılaşmaların neden olduğu bu sel ve taşkınlar hatalı şehirleşme planlamasının ve uygulamalarının doğal bir sonucudur. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UZAL) Teknolojileri kullanılarak yapılan analizler yapılaşmaların doğal akımı engelleyici karakterini açıkça göstermektedir. Şehirleşmenin neden olduğu sel ve taşkınlardan korunma ve zarar azaltma hedefli projelere ihtiyaç vardır. Bu projelerdeki temel yaklaşım; yüzeysel akışı engellemek, sınırlandırmak, yönlendirmek olmamalıdır. Aksine; doğal akışı kolaylaştıran, büyük su kütlesinin oluşmasını önleyici projelerin yapılması gerekmektedir.

Abstract

Since last few decate, urbanization has increasingly changed both the landuse and the natural slope conditions of surface in Istanbul and close vicinity. This development has changed the natural flow accumulation and flow direction. Flashfloods and floods caused by mistaken urban plannining and applications are natural results in Istanbul. The results of analysis that Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) Technologies had been used, was clearly pointed out the preventive character of constructions on natural flow in Istanbul. Projects prevention and mitigations of fashfloods and floods causing the urbanizations are needed. The basic approach of this projects should not become to prevent, to limit, to canalize the surface flow. On the contrary, Projects which are facilitating the natural flow and preventing the formation of a large water body has to be done.

1. Giriş

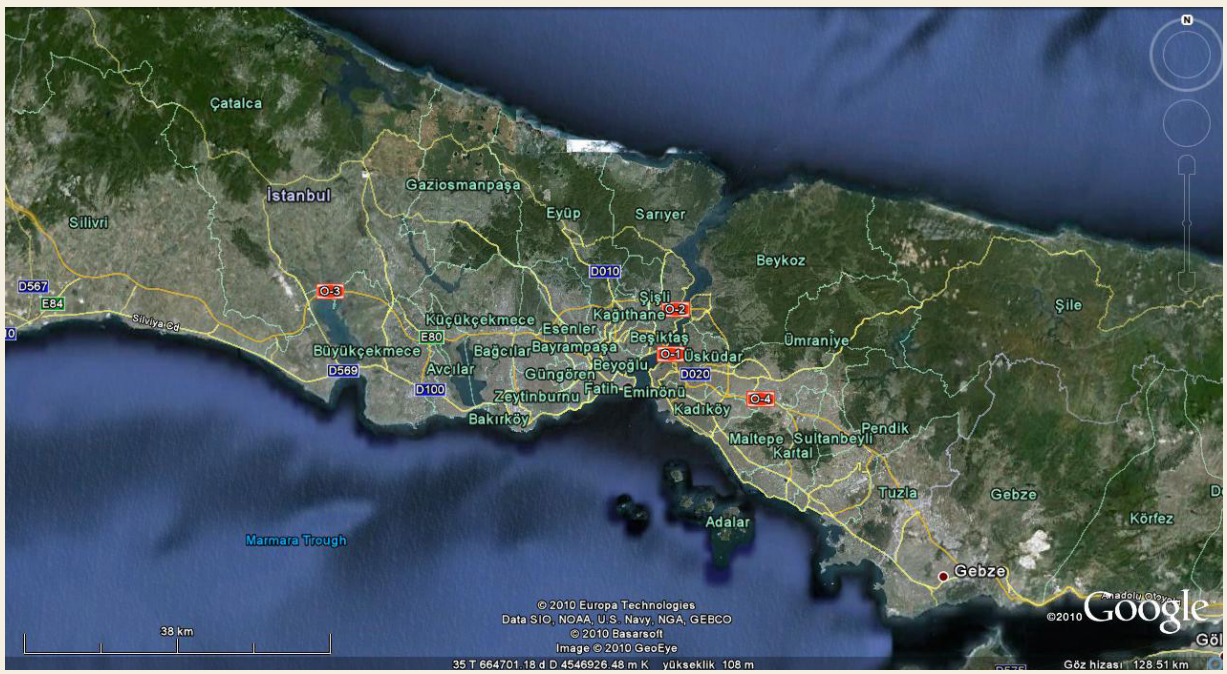
Genel olarak Türkiye'de, afet boyutunda meydana gelen sel ve taşkınların hem oluş sıklıkları ve hem de şiddet özelliklerinde giderek belirgin bir artış görülmektedir. DSİ Genel Müdürlüğü verilerine göre; 8-10 Eylül 2009 tarihlerinde İstanbul ve Tekirdağ'da ve sonrasında meydana gelen sel ve taşkınlar hariç olmak üzere, Türkiye genelinde, 1989-2009 yılları arasında, 20 yıllık dönem içinde büyük hasarlara neden olan, afet boyutunda toplam 369 adet sel ve taşkın meydana gelmiştir. Bu afetler sırasında 443 kişi hayatını kaybetmiş, 500 milyon dönümden fazla tarım arazisi ve yerleşim alanı sular altında kalmış ve 2 milyar doların üzerinde maddi zarar tespit edilmiştir. Türkiye genelini temsil eden bu tablo bir yana, sel ve taşkın afetlerinin İstanbul için anlamı daha çarpıcı olarak dikkati çekmektedir. 8-10 Eylül 2009 ve sonrasında meydana gelen sel ve taşkınlar hariç olmak üzere, İstanbul'da 20 yıl da afet boyutunda meydana gelen sel ve taşkınların sayısı 59 dur (DSİ Arşivi).

8-10 Eylül 2009 tarihlerinde, İstanbul, Tekirdağ ve Edirne'de daha şiddetli olmak üzere, genel olarak Trakya'da etkili olan sağanak karakterli devamlı yağışlar meydana gelmiştir. Bu yağışlar yüksek enerjili kontrolsüz bir akışla sel afetine ve uygun jeomorfolojik özelliklere sahip lokasyonlarda da su basması ve göllenme şeklindeki taşkınlara neden olmuştur. Yapılan belirlemelere göre sel ve taşkın afetleri İstanbul'da 26, Tekirdağ'da 5 kişinin hayatını kaybetmesi, 9 kişinin kaybolması, çok sayıda konut ve işyerlerinde maddi hasarlar, tarım alanlarında erozyon ve taşınan enkaz nedeniyle bozulmalar ile sonuçlanmıştır (Turoğlu 2009, Turoğlu 2010).

Can ve mal kayıplarına neden olan sel ve taşkınları konu alan, kamu kurum ve kuruluşları ile üniversite araştırma grupları tarafından gerçekleştirilen ve halen devam eden çok sayıda araştırma olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada ise İstanbul ve yakın çevresi odaklı olmak üzere (Şekil 1); konu ile ilgili temel kavramlar, etkili olan faktörler ve bu faktörlerin İstanbul'daki özellikleri ana hatları ile ele alınarak ilişkilendirilip, uygulamaya yönelik çıkarım ve öneriler yapılmıştır.

2. Kapsam ve Metodoloji

İstanbul ve yakın çevresi belirgin olarak sel ve taşkın afeti tehlikelerinin yüksek riski altındadır. Bu durumun sebebi son birkaç 10 yıldan bu yana giderek artan şehirleşmeden ve planlamadaki hatalardan kaynaklanmaktadır. Yapılaşmalar şehirleşmenin doğal sonucudur. Temel prensip olarak; her türlü yapılaşmanın coğrafi özellikler ile uyumlu projeler olması gerekir. Yüzeysel drenaj sistemleri ise şehirsel



Şekil 1- İstanbul ve yakın çevresini kapsayan çalışma sahası (Google Earth Imagine 2010 GeoEye).

planlamalarda mutlaka dikkate alınması gereken coğrafi unsurlardır. İstanbul'un şehirsel gelişiminde yüzeysel drenaj sistemlerinin göz ardı edilmesi sonucu sıklık ve şiddet özellikleri giderek artış gösteren sel ve taşkınlar meydana gelmektedir. Bu konunun analizi için İstanbul ve yakın çevresinin hem yüzey analizlerinin ve hem de hidrografik analizlerin güncel eğim koşulları dikkate alınarak yapılma zorunluluğu vardır. Bu yüzden topografik özelliklere ve güncel eğim koşullarının belirlenmesi için eski tarihli topografya haritalarının verileri yerine, yersel çözünürlük handikapına rağmen, mümkün olduğunca günümüze yakın tarihli uydu görüntülerinden üretilmiş topografik veriler tercih edilmiştir.

Sel-taşkın hedefli çalışmalar için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojileri son derece önemli avantajlar sağlamakta ve güncel, güvenilir sonular elde edilmektedir (Jenson 1988, Maathuis ve Wang 2006, Schäuble vd. 2006, Wang ve Liu 2006, Turoğlu 2008 Orlandini ve Moretti 2009). Bu çalışma; Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojilerine ait uygulamalar ile gerçekleştirilmiştir. Yüzey analizleri için güncel eğim koşullarının belirlenmesi amacı ile 2000-2006 yıllarına ait ASTER DEM verileri analizlerin dayandırıldığı temel veri kaynağıdır. Böylece, İstanbul'un doğal ve/veya yapay mevcut eğim koşulları, buna bağlı olarak doğal akım birikimi, havza bölümlenmesi ve doğal akım yönleri belirlenmiştir. Ayrıca araziden faydalanma özelliklerinin belirlenmesinde de Google Earth Image 2010 GeoEye imkânlarından faydalanılmıştır. Analizler; ArcGIS 9.2 ve ERDAS İMAGINE 9.1 yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3. Sel ve Taşkın kavramları

Sel ve taşkınlar; temel prensip olarak su fazlalığının kontrolünde gerçekleşen afet türleridir. Bu su fazlalığı doğa ya da insan kökenli çeşitli sebeplerden dolayı olabilir. Ancak hepsindeki ortak sonuç; yatak su taşıma kapasitesini aşan su fazlalığının yarattığı zarar ve ziyandır. Sel ve taşkın afetleri çoğu kez karıştırılarak ve hatta bazen aynı anlamda kullanılmaktadır. Sel ve taşkın afetleri aslında meydana geliş şekilleri ve sonuçları itibarı ile birbirinden çok farklı özelliklere sahip hidrografik kökenli iki afet türüdür. Sel; su kütlesinin bir yatak içinde ya da yatak kesitini aşarak, eğim yönünde, kabaca bir çizgisellik göstererek, kontrolsüzce ve büyük bir enerji ile akış hali olarak tanımlanabilir. Birkaç saat içinde gerçekleşir, hasara neden olur, yıkıcı bozucu, erozyona neden olan bir etkisi vardır. Taşıma gücü yüksektir. Yük seçiciliği olmayıp, organik ve inorganik doğa malzemeleri ile insan yapısı her türlü malzeme sel enkazını oluşturabilir. Birikintileri stratigrafik bir düzen arz etmez. Taşkın ise; bir göllenmeyi temsil eder. Etkili olduğu süre bir ya da birkaç gün hatta bazen günlerce devam edebilir. Taşkın suyunun çekilmesi yavaş olur. Bir sel sonrasında olabileceği gibi bazen doğrudan da gerçekleşebilir. Taşkın deposu sel deposunun aksine, kalın taneliden ince taneliye doğru, transgresif karakterdeki düzenli bir stratigrafik istif gösterir (Balcı ve Öztan 1987, Görcelioğlu 2003, Turoğlu 2005, Turoğlu 2007).

Klimatik Faktörler	Fiziki Faktörler
➢ Yağışın türü (yağmur, kar, dolu). ➢ Yağışın süresi. ➢ Yağışın şiddeti. ➢ Yağışın miktarı. ➢ Yağışın akarsu havzası içindeki dağılışı. ➢ Zeminin nem içeriği. ➢ Evapotranspirasyonu etkileyen diğer meteorolojik ve klimatik koşullar.	➢ Arazi kullanımı-Arazi örtüsü ➢ Bitki örtüsü. ➢ Toprak türü. ➢ Drenaj alanı. ➢ Drenaj havzasının şekli. ➢ Yükselti özellikleri. ➢ Eğim özellikleri. ➢ Topografya özellikleri. ➢ Drenaj sistemi. ➢ Yüzeysel akışın devamlılığını engelleyen göl, baraj, gölet, su kapanı, vb. rezarvuarların varlığı.

Tablo 1- Yüzeysel akışı etkileyen coğrafi faktörler (Turoğlu 2010).

4.Yüzeysel akışı denetleyen coğrafi faktörler ve İstanbul

Yüzeysel akış; klimatik ve Fiziki faktörlerin kontrolünde gerçekleşir ve toplam yağış miktarındaki kayıplar sonrasında kalan su miktarın yüzeysel hareketini ifade eder.

Buradaki klimatik faktörler hem yağış ve hem de sıcaklık gibi iklim elemanlarına ait özellikleri kapsar. Fiziki faktörler başlığı altındaki unsurlar ise genel olarak topografik ve hidrografik özellikler ile toprak, bitki ve arazi örtüsü, arazi kullanımı özelliklerini kapsamaktadır (Tablo 1) (Konrad 2002, Konrad 2005, Li vd. 2008, Gregory vd. 2006, Moore vd. 1988, Oriola 1994, Turoğlu 2009, Turoğlu 2010, Turoğlu ve Uludağ 2010).

Yukarıda özetlenen yüzeysel akışı denetleyen coğrafi faktörler İstanbul ve yakın çevresi için dikkate alındığında, fiziki faktörleri temsil eden unsurların İstanbul'un şehirsel gelişimi ile doğrudan ilişkili olduğu ve zamana bağlı bir değişim gösterdiği, bu değişikliğin de yüzeysel su hareketinin karakterini değiştirdiği görülmektedir. İstanbul ve yakın çevresi için uzun yılları kapsayan yağış istatistikleri ile sel-taşkın afetlerinin lokasyon ve şiddet özellikleri ayrı ayrı incelendiğinde, ayrıca şiddet ve sıklık özelliklerinin birbirleri ile karşılaştırıldığında, zamana bağlı farklılaşmanın şehirleşme ile yakın bir ilişkisi olduğu anlaşılmaktadır.

İstanbul ve yakın çevresinde zamana bağlı olarak arazi örtüsünde meydana gelen değişimi görmek ve karşılaştırma yapmak için 31 Mayıs 1975 tarihli, Landsat MSS görüntüsü ve 04 Ağustos 2006 tarihli Landsat ETM+ görüntüsü, kullanılmıştır (Şekil 2). Her iki uydu görüntüsü, bitki örtüsünü ön plana çıkartmak amacı ile 4:2:1 bant kombinasyonu tercih edilmiştir. Her iki uydu görüntüsündeki kırmızı renk bitki örtüsünü açık renkler ise sert zeminleri ve siyaha yakın, koyu renkler ise su ortamlarını temsil etmektedir. 31 Mayıs 1975 yılına ait uydu görüntüsü ile karşılaştırıldığında; 04 Ağustos 2006 yılına ait uydu görüntüsündeki kırmızı renkler ile temsil edilen alanınların belirgin şekilde küçüldüğü, buna karşın açık renkler ile temsil edilen alanların ise yine belirgin bir şekilde genişlediği açıkça görülmektedir (Şekil 2).

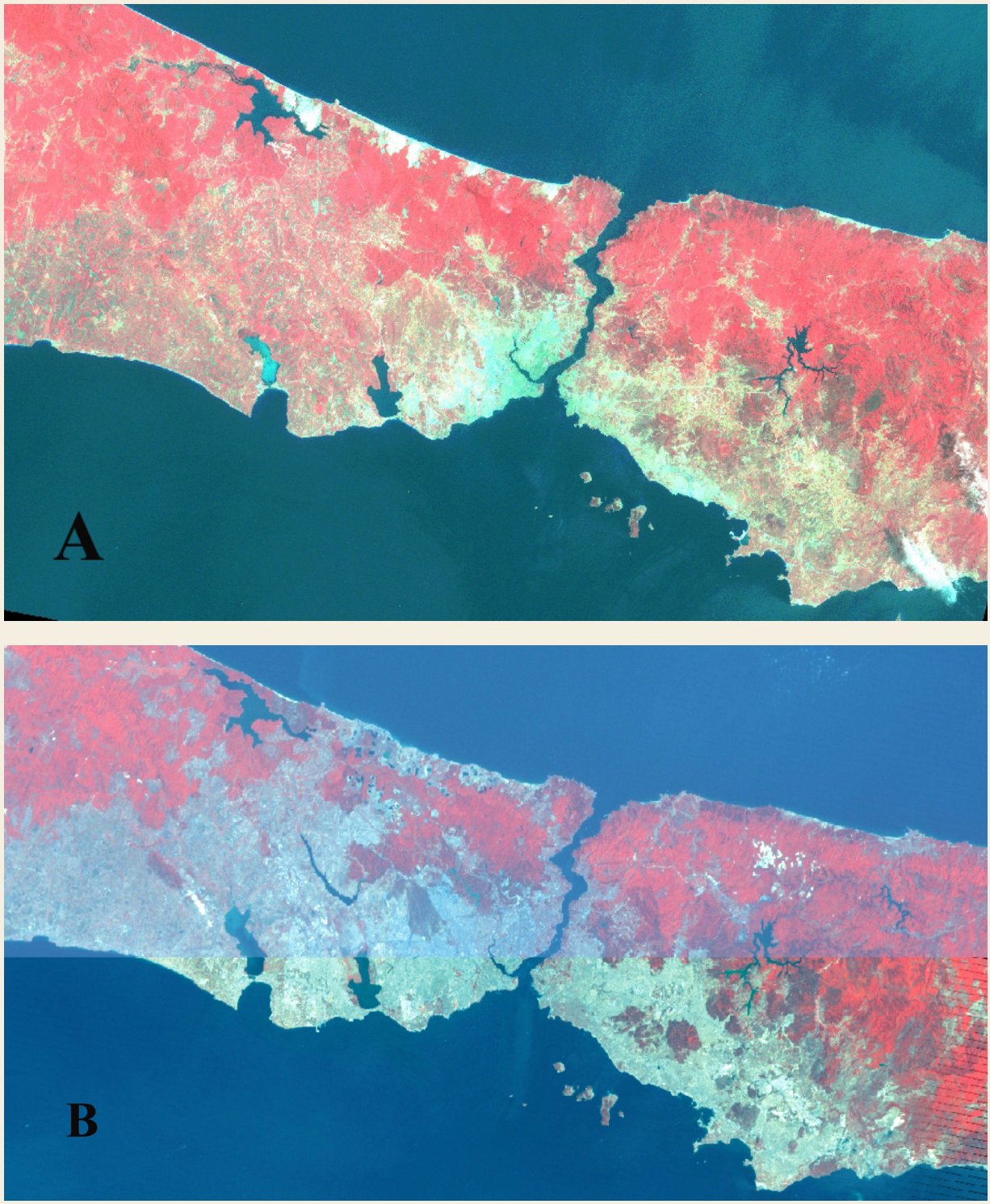
5.Yapılaşmaların yüzeysel akış üzerindeki etkileri

Yapılaşmalar şehirleşmenin doğal bir sonucudur. Konut, sanayi, ulaşım, sosyal-kültürel ve sportif amaçlı olarak gerçekleşen şehirsel yapılaşmalar geliştikleri bölgede hem doğal infiltrasyon ve hem de doğal eğim koşullarının değişmesine neden olurlar. Yapılaşmaların bu etkileri hem yağış ile gelen su miktarının infiltrasyon ile azalmasını engeller ve yüzeysel akışa geçen su kütlesinin artmasına neden olur ve hem de zaman içinde akış kanallarının değişmesine, toplanan su miktarlarının artmasına neden olur. Bu yüzden sel ve taşkınlar, aslında şehirsel gelişmenin ve dolayısıyla eğer doğru projeler uygulanmaz ise yapılaşmaların doğal sonuçları olarak kabul edilmelidir.

Yapılaşmaların doğal eğim koşulları üzerindeki değişikliklere neden olması genellikle iki yolla gerçekleşir. Bunlardan biri yapılaşmalar için gerçekleştirilen kazı ve dolgulardır.
Bu anlamda yapılan kazı ve dolgu çalışmaları doğal eğim koşullarının da değişmesine neden olur. Yapılaşmaların doğal eğim koşulları üzerindeki diğer etkisi ise beton ve diğer sert zeminlerin neden olduğu doğal eğim değişiklikleridir. Şehirsel gelişmenin, yapılaşmalar vasıtası ile meydana getirdikleri değişiklikler hem yüzeysel drenaja ait havza bölümlenmesini etkileyerek değişikliklere neden olur ve hem de bölgenin doğal akım yönleri üzerinde değişikliklere yol açar. Yüzeysel drenaja ait havza bölümlenmelerinin değişmesi hem doğal akım birikiminin değişmesine, alt havzalar içindeki eğim değişiklikleri ise doğal akım yönlerini değiştirerek bilinen drenaj kanallarının dışında akış yollarının oluşmasına neden olur (Turoğlu 2005, Turoğlu 2007, Turoğlu 2009).

Yapılaşmaların diğer etkisi ise yüzeysel akışa geçen su miktarı üzerindeki arttırıcı rolüdür. Zira yüzeysel akış; toplam yağış miktarı ile çeşitli nedenlerle meydana gelen su kayıplarının oranına bağlıdır. Su kayıpları yüzeysel akışa geçen su miktarının azalmasına, yüzeysel akış için toplanan su miktarının azalmasına dolayısıyla da sel ve taşkın riskinin azalmasına neden olur. Oysa yapılaşmalar ile meydana gelen bitki örtüsü tahripleri, infiltrasyon imkânı doğuran tarım alanları ve diğer toprak örtüsü sahaların beton ve diğer sert zeminlere dönüşmesi su kayıplarını azaltan şehirleşme gelişmeleridir (Konrad

2002, Konrad 2005, Li vd. 2008, Gregory vd. 2006, Oriola 1994, Turoğlu 2009, Turoğlu 2010, Turoğlu ve Uludağ 2010). Şehirleşme ile artan sert zeminler sadece infiltrasyon oranının azalmasına değil aynı zamanda pürüzsüz yüzeyler oluşturarak sürtünmeyi azaltıp, yüzeysel akış hızının artmasına, daha kısa zaman içinde daha büyük su kütlesinin bir araya gelmesine yardımcı olur. Yapılaşmalar ile doğal bitki örtüsünün tahrip edilmesi de yine bu kapsamda yüzeysel akışa geçen su miktarını ve yüzeysel akış hızını arttırıcı rol oynamaktadır.

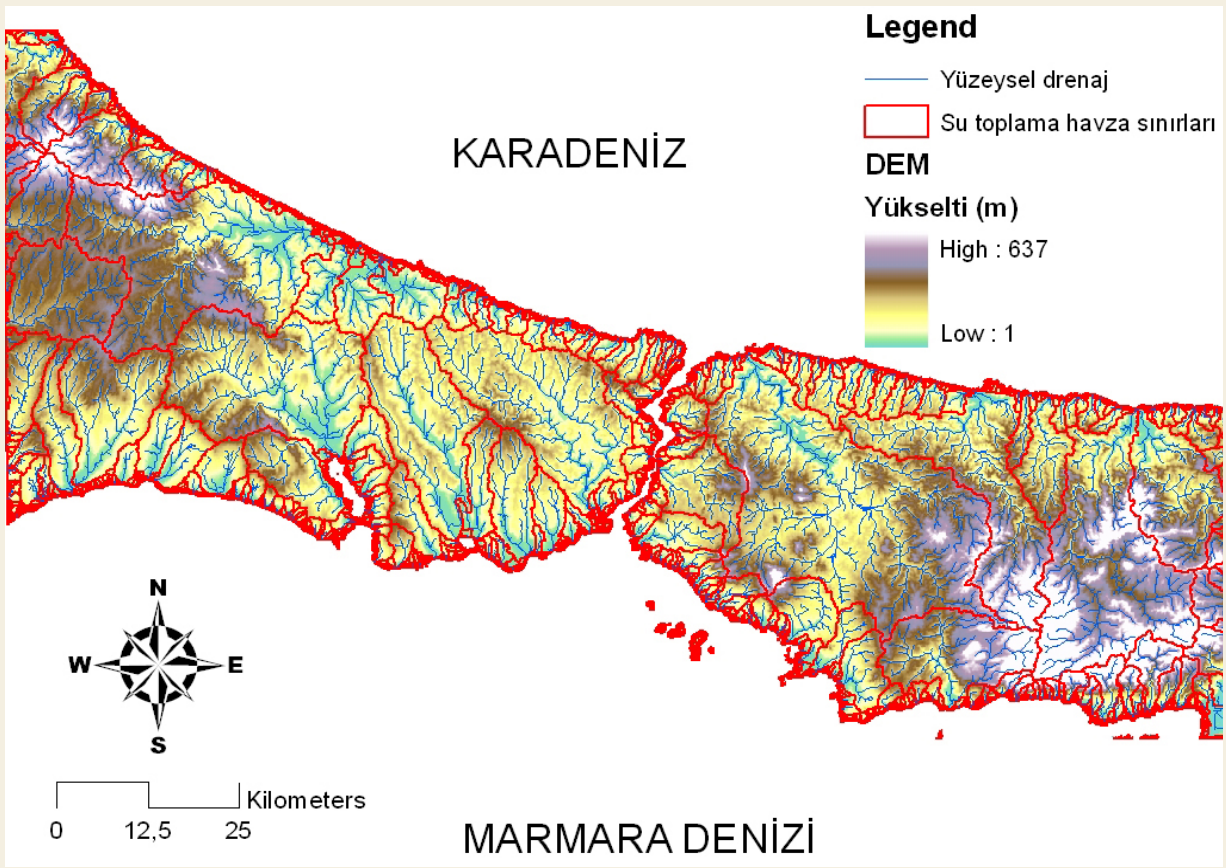


Şekil 2- İstanbul ve yakın çevresine ait, A:31 Mayıs 1975 tarihli, Landsat MSS görüntüsü. B: 04 Ağustos 2006 ve 20 Ağustos 2006 tarihli, Landsat ETM+ görüntüsü.

İstanbul ve yakın çevresinde şehirsel gelişime bağlı olarak gerçekleşen yapılaşmalar hem konut, sanayi, sosyal, kültürel ve sportif amaçlı yapılaşmalar ile ve hem de ulaşım amaçlı projeler ile ortaya çıkmıştır. Bu yapılaşma projeleri doğal akım birikimi ve doğal akım yönleri dikkate alınmadan gerçekleştirilmiştir. Zira İstanbul ve yakın çevresindeki doğal akım birikimi ve onu şekillendiren akarsu havzaları ile bu havzalardaki doğal akım yönleri kabaca kuzey güney yönlüdür. Ya güneyden Karadeniz'e doğru ya da kuzeyden Marmara Denizi'ne doğru akış gösterirler (Şekil 3).

6.Şehirsel gelişme yönleri ve ana arter karayolu güzergâhları

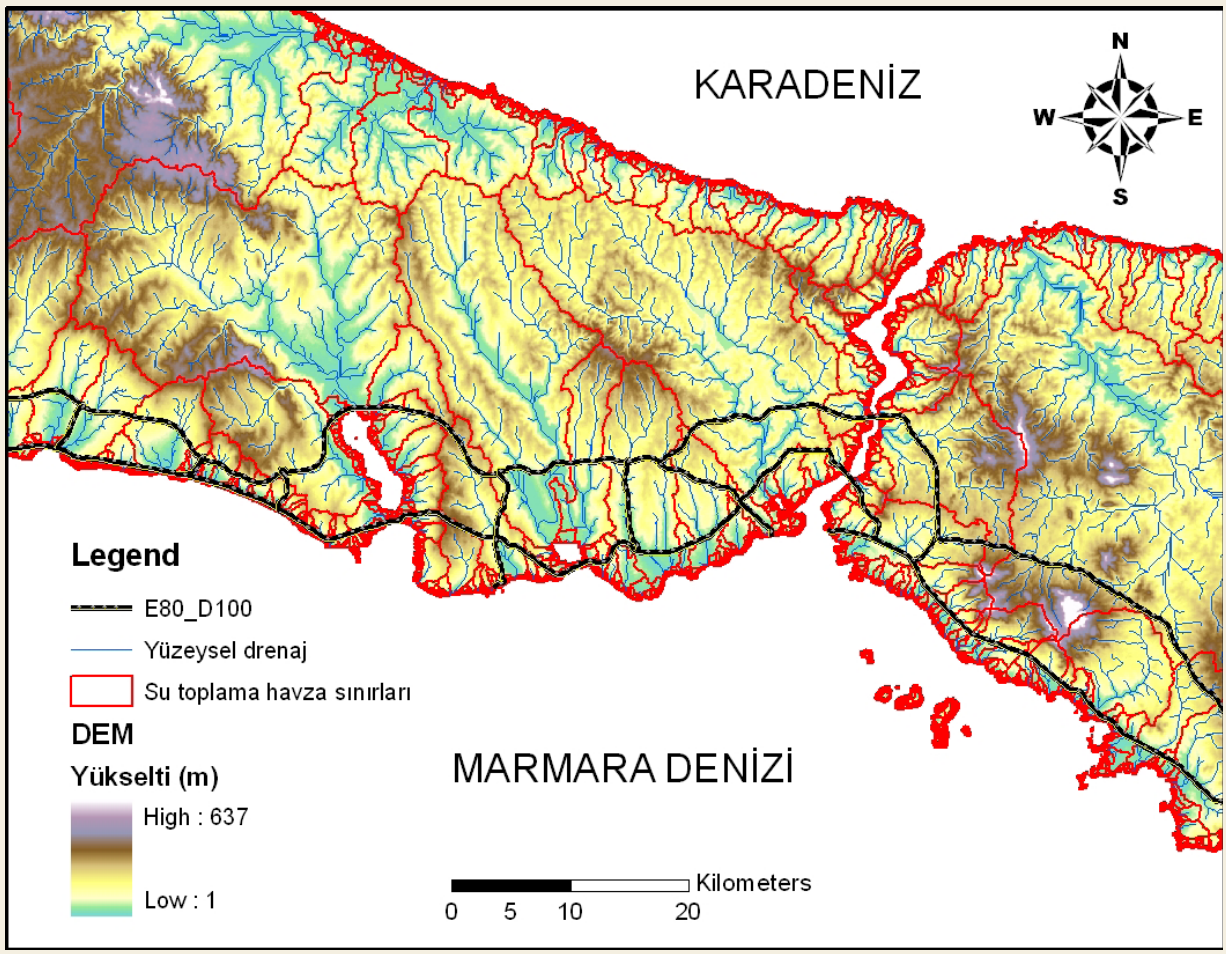
İstanbul'un sadece şehirsel gelişim yönleri değil ayrıca oto yollar ile şehri içi ana arter yolların kabaca doğu-batı yönlü olması aslında doğal bir zorunluluğun gereğidir. Bu zorunluluk öncelikli olarak, İstanbul şehrinin üzerinde bulunduğu kara parçasının şekilsel özelliğinden kaynaklanmaktadır. Genel anlamda doğu ile batıyı, daha dar çerçevede ise Anadolu ve güneybatı Asya ile güneydoğu Avrupa'yı birbirine bağlayan doğal kara köprüsü niteliğindedir. Bu karakteri, İstanbul'un şehirsel gelişme yönlerini temelde kontrol eden doğal faktör olmuştur. Tarihi yarımada merkezli olarak başlayan yapılaşmalar başlangıçta genişleyen halkalar ve kıyı boyu şehirleşmeleri şeklinde olmasına karşın bu gelişme 1960 yılların ikinci yarısından itibaren değişmeye başlamıştır. İstanbul'un şehirsel gelişimindeki karakter değişimi zaman içinde hızlanarak, 1970-2000 yılları periyodunda Marmara Denizi Kıyıları İstanbul-Tekirdağ ve İstanbul-Kocaeli istikametlerinde gerçekleşmiştir (Turoğlu 1993). Özellikle İstanbul'da da önemli hasarlara neden olan 17 Ağustos 1999 ve 12 Kasım 1999 depremleri sonrasında İstanbul'un şehirsel gelişim yönlerinde belirgin ve çok hızlı bir değişim başlamıştır. Son döneme ait yapılaşmalar büyük oranda yeni toplu konut alanları, kooperatif inşaatları, farklı niteliklerdeki siteler ve değişik alanlara ait sanayi faaliyetlerinin tesislerinden oluştuğu görülmektedir. Bu yapılaşmaların yayılışları ise İstanbul'un Marmara Denizi kıyılarından kuzey yönünde, iç kesimlere doğru yeni yerleşim alanları ortaya çıkaracak şekilde gelişmektedir.



Şekil 3- İstanbul ve yakın çevresinin güncel eğim özelliklerine bağlı olarak belirlenen doğal akım yönleri ve akarsu havza sınırları.

Bu gelişme halen de devam etmektedir. İstanbul ve yakın çevresini kapsayan 31 Mayıs 1975 tarihli Landsat MSS görüntüsü ile 04 Ağustos 2006 tarihli Landsat ETM+ görüntüleri incelendiğinde, 30 yıllık zaman dilimi içinde İstanbul ve yakın çevresinin, bitki örtüsü tahribatı ve yapılaşmalar ile örtülen arazinin dolayısıyla da arazi örtüsünde meydana gelen değişikliklerin kabaca doğu-batı yönelimli olduğu açıkça görülmektedir (Şekil 2).

E80 (Avrupa Otoyolu) ve D100 (E5) ile onların bağlantıları İstanbul şehir içi ana arter karayolu güzergâhlarıdır (Şekil 1). Uzaktan Algılama teknikleri ile üretilen, İstanbul ve yakın çevresinin güncel eğim özelliklerine bağlı, doğal akım yönleri ve akarsu havza sınırları ile İstanbul şehir içi ana arter karayolu güzergâhları çakıştırılmıştır (Şekil 4). Ortaya çıkan sonuç çok çarpıcı olup, hem E80 ve hem de D100 kara yolu Marmara Denizine boşalan tüm yüzeysel drenaj havzalarını enlemesine kesmektedir. E80 ile D100 karayollarının bağlantıları ile genellikle



Şekil 4- İstanbul ve yakın çevresinin doğal akım yönleri ve akarsu havza sınırları ile E80, D100 ve bunların bağlantıları.





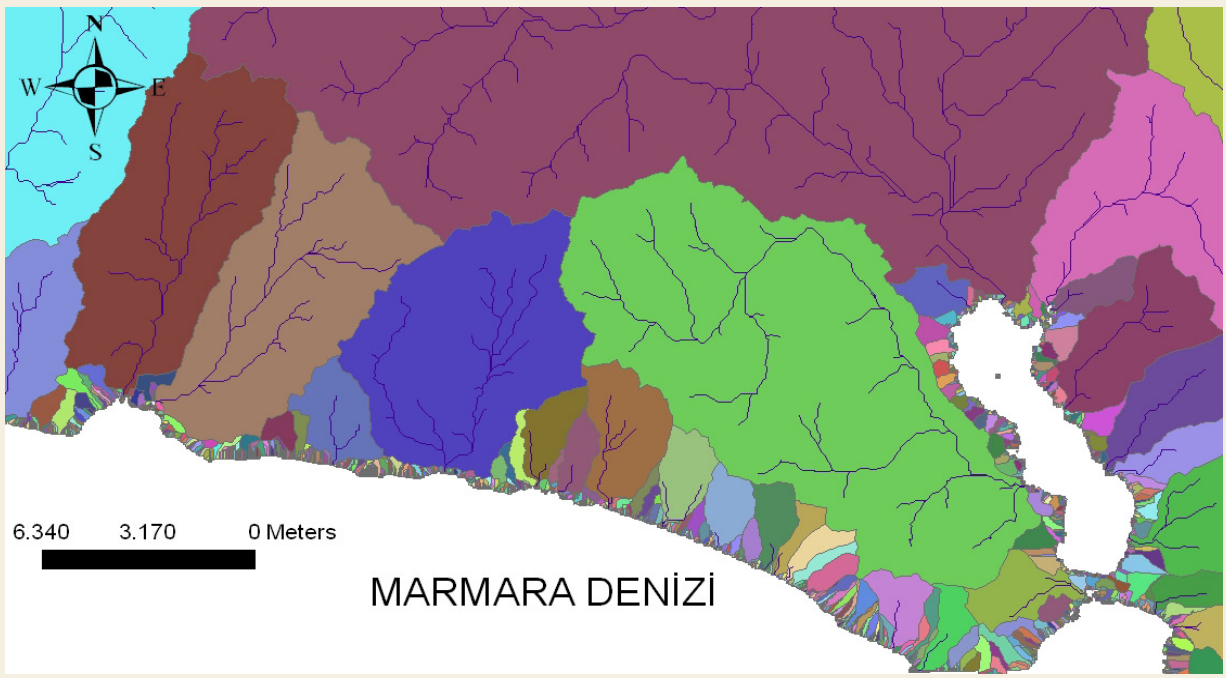
Foto 1-2: Silivri-Celaliye arasındaki vadileri enlemesine geçen yollara ait yol dolguları ve yüzeysel akış için bırakılan menfezler.



Şekil 5- Silivri ve Büyükçekmece arası arazi örtüsü.

vadi tabanlarından geçmektedir. Bu durum en az iki kez yüzeysel akışın engellenmesi anlamına gelmektedir. Hem E80 ve hem de D100 kara yollarının vadi tabanlarından geçişleri birkaç metrelik yükseltilerdeki dolgular ile olmaktadır. Her bir vadiden geçen yol mutlaka vadi tabanında yüzeysel drenaj için bir set oluşturmaktadır. Zira yol dolgusu altında su akışı için yapılan kutu ya da boru menfezler ihtiyaca cevap verecek niteliklerde değildir (Foto 1-2) (Şekil 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16).

Vadileri enlemesine geçen D100 ve E 80 oto yollarının oluşturduğu setler ve doğal eğim özelliklerini değiştiren etkileri yüzeysel akışı engelleyecek ve göllenmelere, büyük miktarlardaki suların toplanmasına ve afet niteliği taşıyacak gelişmelere zemin hazırlamaktadır. Bu yolla-

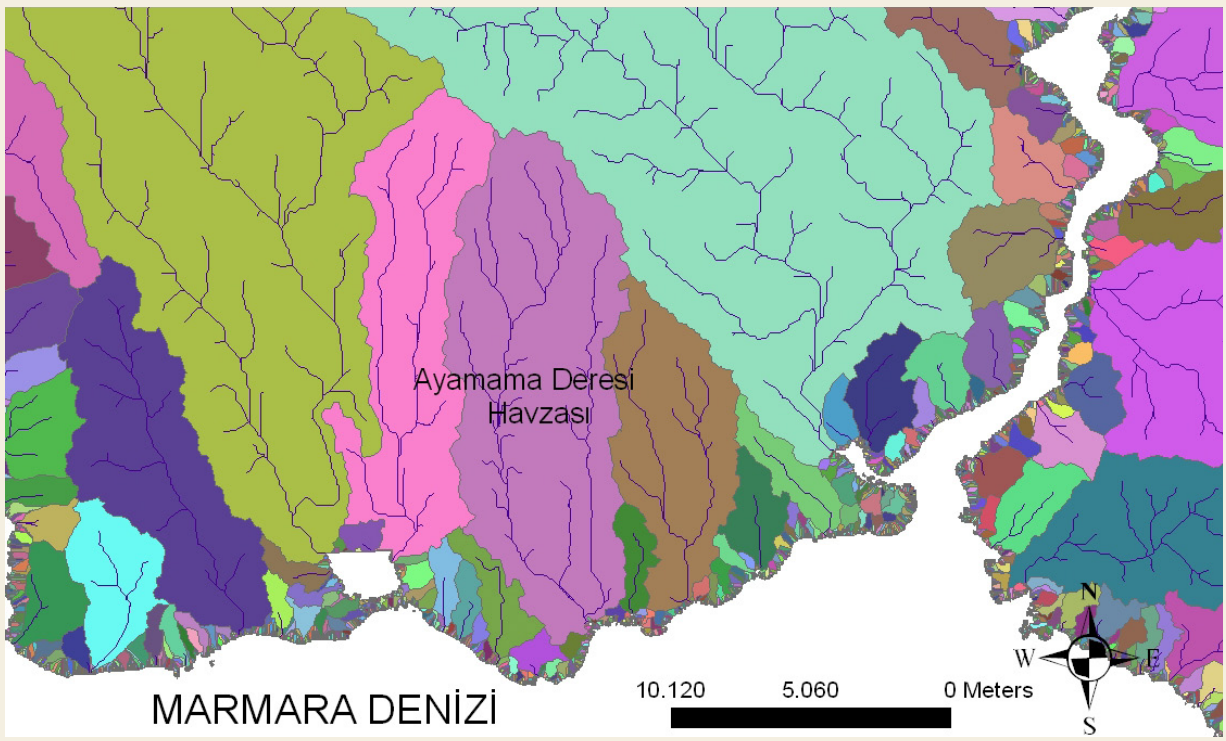


Şekil 6- Silivri ve Büyükçekmece arasındaki su toplama havzaları.

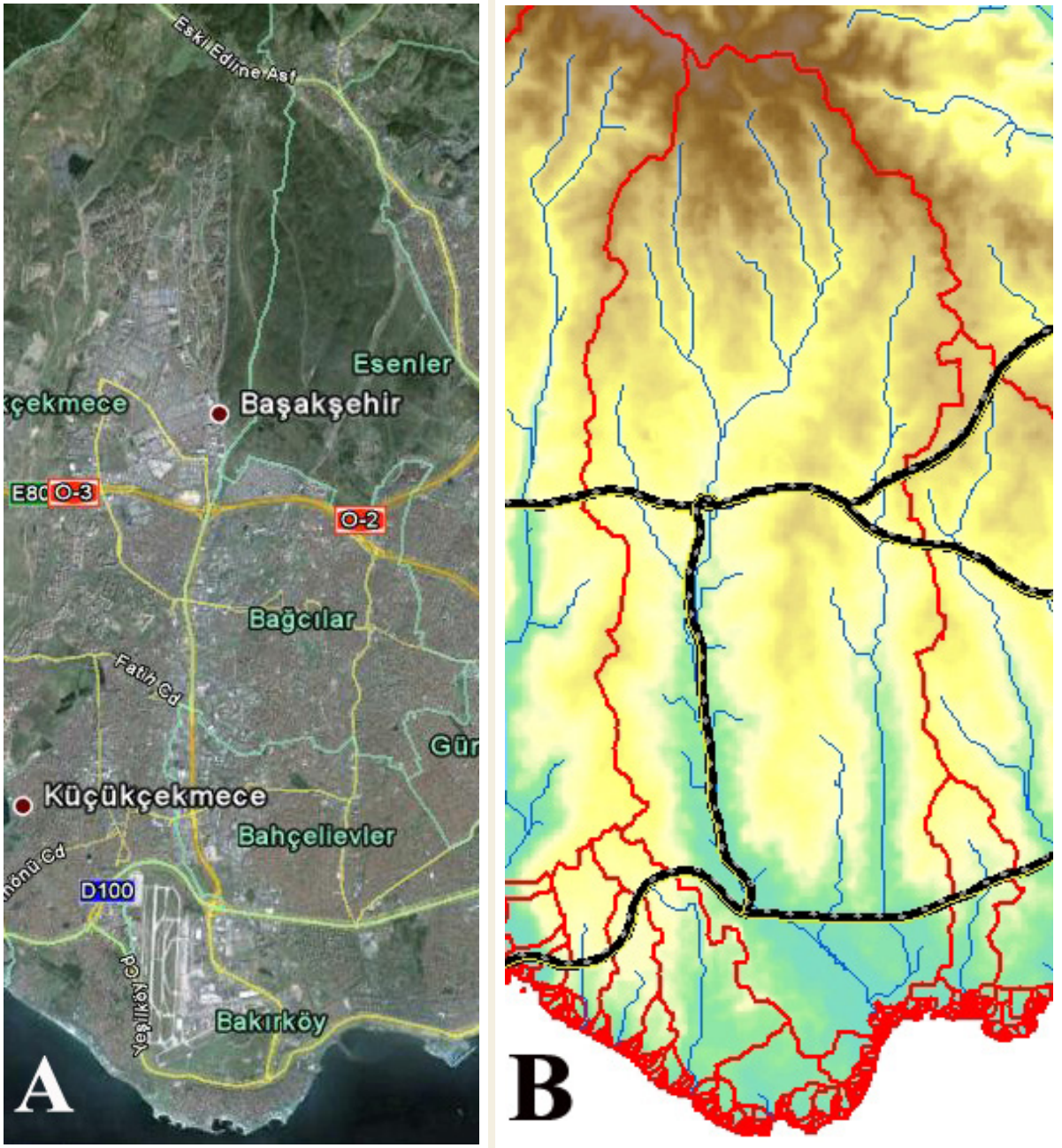


Şekil 7- Küçükçekmece-Kadıköy arası Marmara Denizi kıyıları arazi örtüsü.

rın bağlantı yoları ise çok azı iki vadiyi birbirinden ayıran su bölümü hattını takip ederken, diğer büyük çoğunluğu vadi tabanlarından geçirilmiştir. Bunlar; önemli hatalı uygulamaların gerçekleştirildiği yol projeleridir. Bağlantı yolunun vadinin en alçak noktalarından geçirilmesi doğal akış kanallarının yol platformuna dönüştürülmesi anlamına gelmektedir ve gerçekte de uygulanan budur. Bu uygulamanın en güzel örneği Ayamama Deresi ve E80'ni D100'e bağlayan Basın Ekspres yoludur (Şekil 9). Bu bağlantı yolu Ayamama Deresinin güncel eğim koşullarındaki doğal drenaj kanalı üzerine inşa edilmiştir. Yol güzergâhı ile güncel eğim özelliklerinden fay-



Şekil 8- Küçükçekmece-Kadıköy arası kıyılardan Marmara Denizine boşalan derelerin su toplama havzaları.



Şekil 9/A- Ayamama Deresi havzasının güncel arazi örtüsü. **B-** Doğal akım yönü otoyol güzergâhları.

dalanılarak hazırlanan doğal akım birikimi ve doğal akım yönü verileri ile çakıştırıldığında bire bir örtüşmektedir (Şekil 9). Bu durumda sıra dışı yağışların Basın Ekspres yolundan akması çok doğal bir olaydır, yadırganmamalıdır.

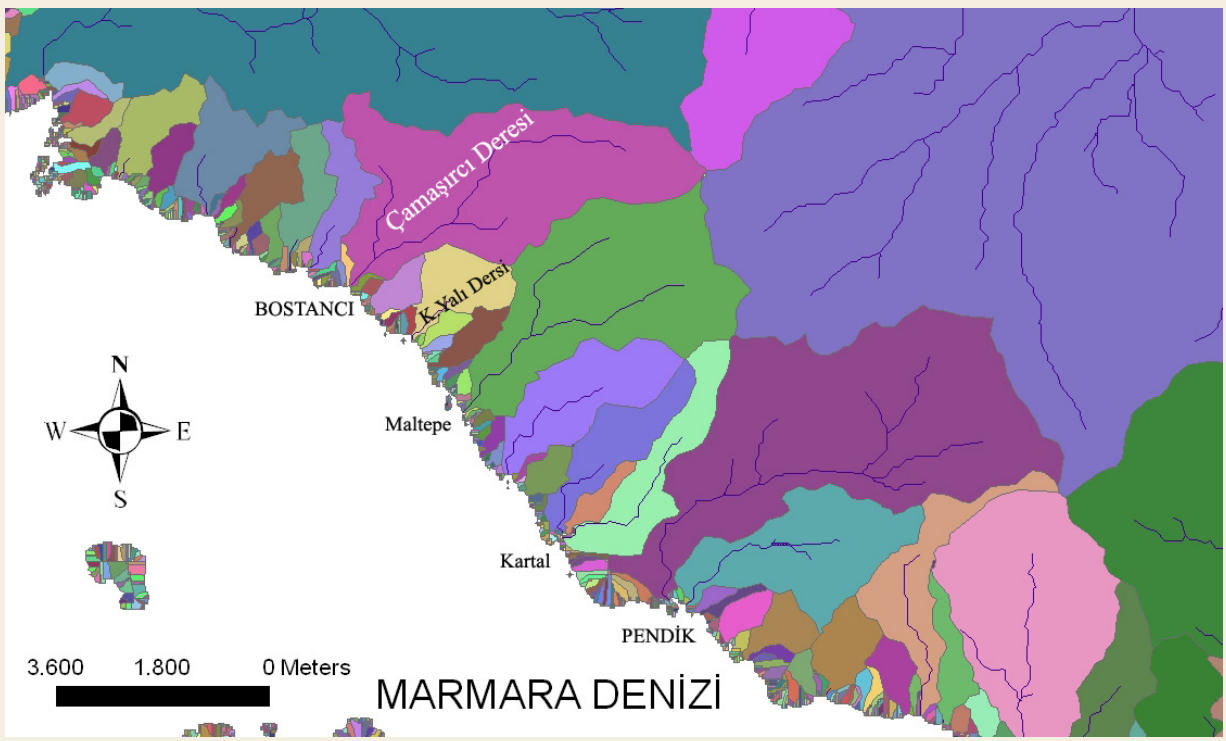
Sadece Ayamama Deresi değil, İstanbul'da vadi tabanlarını kullanarak inşa edilmiş yollara ait çok sayıda örnek vardır. Anadolu yakasında; Bostancı Deresi, Küçükyalı Deresi bunlardan öne çıkanlar olarak sayılabilir. Vadi tabanlarından geçirilen yol inşaatları sırasında, dere ıslah projesi kapsamında dere yataklarının arazinin durumuna göre farklı yönlere ötelenmeleri, sıklıkla yapılan değişikliklerdendir. Dere yataklarının doğal akış kanallarından çıkarılarak farklı yönlere ötelendirilmeleri derenin sadece normal ya da çekik seviyesindeki akışını kontrol etmede etkili olmaktadır. Sıra dışı yağışlarda akış bu kanallardan değil doğrudan doğal kanalından, yani yol platformundan olmaktadır. Vadi tabanından geçirilen bu yol projelerinin dere yatakları üzerindeki bir diğer düzenlemeleri ise dere yatağı kesitlerinin değiştirilmesidir.



Şekil 10- Kadıköy-Tuzla arası Marmara Denizi aklanı arazi örtüsü özellikleri.

Genellikle alan kazanma amaçlı olarak yapılan bu ıslah çalışması aslında İstanbul Derelerinin su taşıma kapasitelerini azaltarak sel ve taşkınlar için zemin hazırlamaktadır. Dere yataklarının beton kanallara dönüştürülmesi, yol platformu ya da kavşaklarda yeraltına alınması, ani keskin dönüşler ile kanalize edilmeleri vb. uygulamalar sel ve taşkınları teşvik edici, sıklık ve şiddet arttırıcı hatalı düzenlemelerdir. İstanbul derelerinin hemen tamamında bu tür hatalı düzenlemeler yapılmıştır (Şekil16) (Foto 3).

Doğu-batı doğrultusundaki güzergahlara sahip karayollarının İstanbul'da meydana gelen

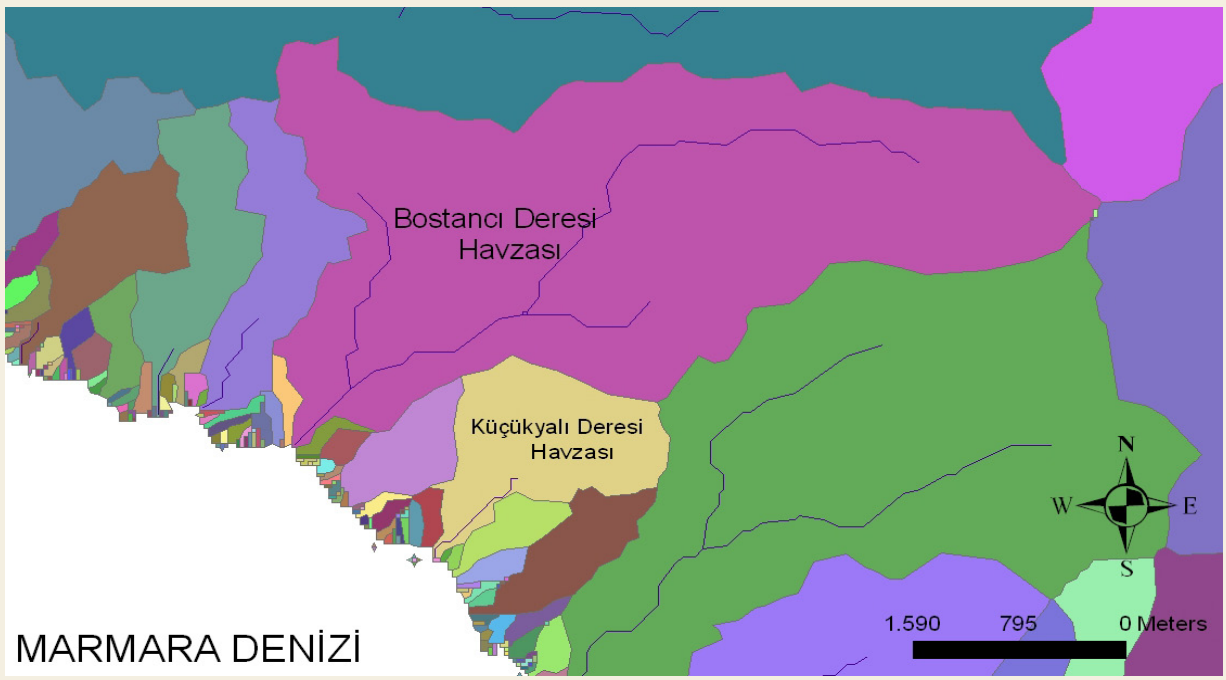


Şekil 11- Kadıköy-Tuzla arası Marmara Denizi aklanı akarsu havzaları.



Şekil 12- Bostancı ve Küçükyalı arazi örtüsü

sel ve taşkınlar üzerindeki etkileri, aslında gelişen teknolojik güçün, doğal ortam koşulları ve hidrografik prensipler dikkate alınmadan kullanılması ile önemli sorun haline gelmeye başlamıştır. Zira günümüz teknolojik imkanlar daha düyük miktarlarda kazı ve dolgu yapma fırsatı vermekte böylece doğal eğim koşulları daha fazla ve daha kolayca değiştirilmektedir. Ayrıca yine günümüz teknolojik imkanlar doğal drenaj sistemine daha kolay ve daha etkili olarak müdahale etme şans ve alternatifleri vermektedir. Bu durum da yüzeysel akışın doğal özelliklerini, afetlere neden olacak şekilde değiştirilmesine imkan sağlamaktadır. Örneğin; doğu-batı doğrultusundaki İstanbul-Çatalca-Saray-Vize yolu ile E80 ve D100 karayolları bu anlamda karşılaştırıldığında aradaki fark çok açık olaak görülmektedir. Bu farklılık buralardaki sel ve taşkın



Şekil 13- Bostancı ve Küçükyalı akarsu havzaları.

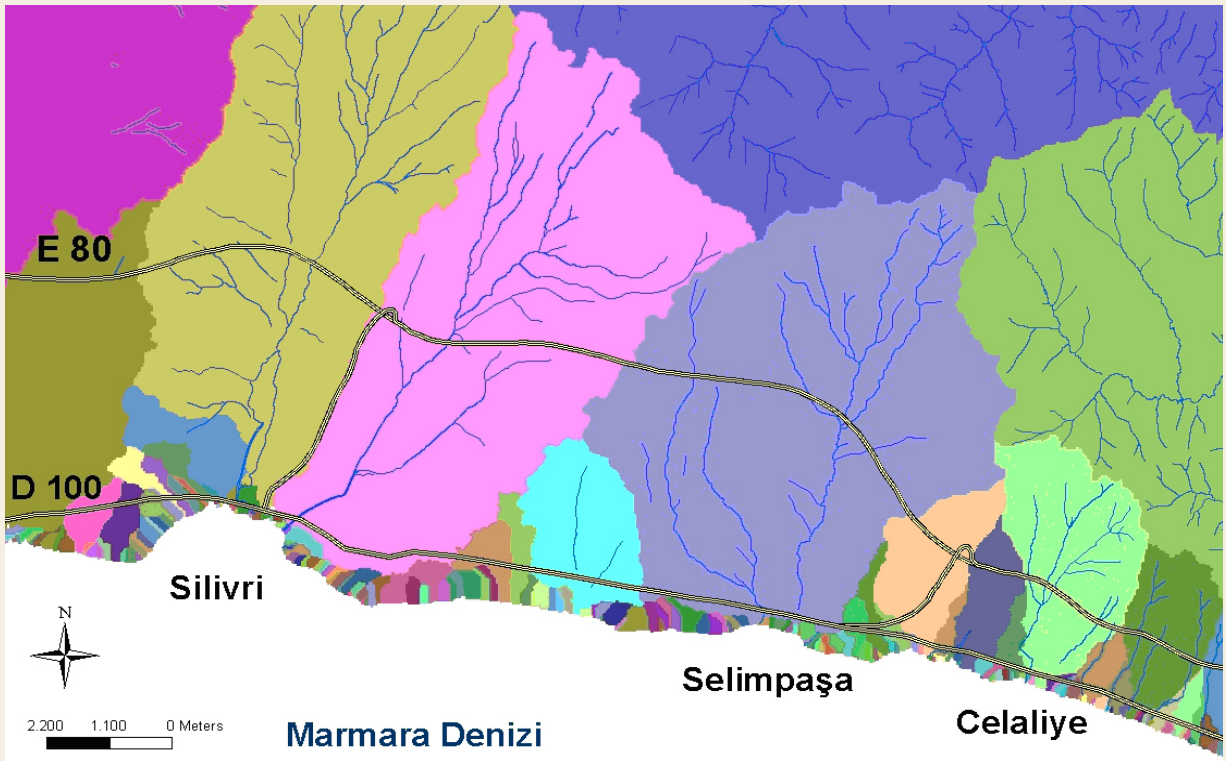


Şekil 14- Silivri-Celaliye arası arazi örtüsü ve D100 ile E 80 karayolları.

afetlerinin frekansları ve şiddetleri ile de doğru orantılıdır.

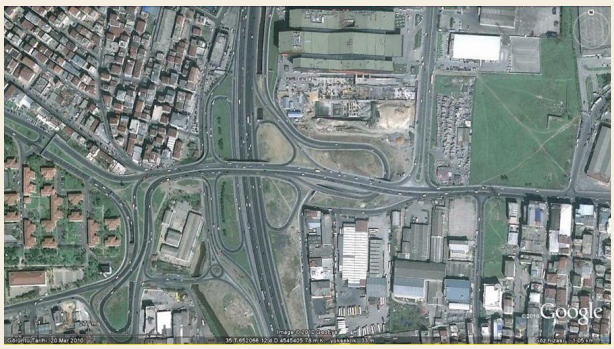
7. Dere yatağı ıslah çalışmaları

İstanbul Derelerinin hemen hemen tamamında dere ıslah projeleri ya uygulanmıştır ya da uygulanmaktadır. Bu kapsamda sıklıkla yapılan inşaat çalışmalarından biri köprülerdir. Ayrıca, dere yatağının daraltılarak beton kanala alınması yanında, üst kapama yapılması ve/veya ters kirişli beton köprüler de su akışını zorlaştıran, dere su taşıma kapasitesini azaltan,



Şekil 15- Silivri-Celaliye arası su toplama havzaları ve D100 ile E 80 karayolları.

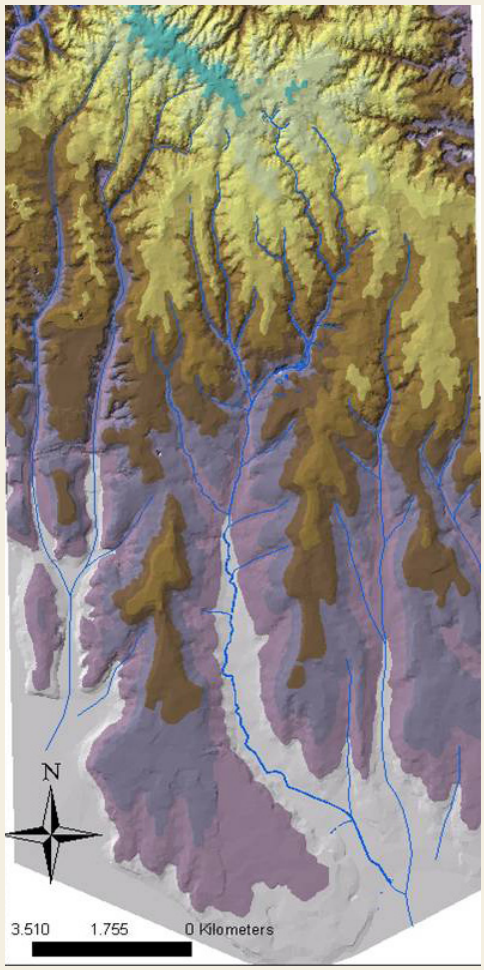












Şekil 16- Ayamama Deresi Dere ıslah projesi ve D100-E80 Otoyolları bağlantı yolu projesi. Her iki proje uygulamaları ile Ayamama Deresi doğal akış kanalından ötelenerek yapay beton kanallara alınmıştır. Bu kanalların kesitlerinin aynı olmadığı kanal inşaatının yer yer daralma ve genişlemeler ile gerçekleştiği görülmektedir. Bir başka dikkat çekici husus ise Ayamama Deresi akış kanalındaki keskin dönüşlerdir. Bunların çoğu beton kanallar ile olmaktadır. Tamamen ihtiyacı karşılayacak şekilde, ancak doğal akım özellikleri dikkate alınmaksızın, kanal ıslahı adı altında yapılan projelerdir. Yine aynı güzergâh üzerinde drenaj kanalının yol geçişlerinde yeraltına alınması da bir diğer dikkat çekici ve problemlere neden olan uygulamalardır.

kolaylıkla tıkanmaya yol açan dere ıslah düzenlemeleridir. Sıra dışı yağışlarla gelen yağmur suları için bu kanallar yetersiz kalırlar. Sular yatak dışına taşmak suretiyle vadi tabanı düzlüğüne yayılarak buradaki kullanım alanlarının sular altında kalmasına neden olurlar. Dere ıslah projeleri doğal akışı kolaylaştırıcı flüviyal dinamiklerin göz ardı edilmediği projeler olması gereklidir.

Beton yüzeylerin oluşturulması, geometrik şekilli kanallar, keskin dönüşlü ve ötelenmiş kanal sistemleri dere ıslahı amaçlı yapılmış olsalar dahi sel ve taşkınları teşvik edici projelerdir.


A


B


C


D


E

Foto 3- Foto A, B, C, D Bostancı Deresi dere ıslah projesi düzenlemeleridir. Foto E Ayamama Deresi üzerindeki tarihi ve günümüz köprüleridir.

8. Sonuçlar

- İstanbul'da meydana gelen sel ve taşkınlar aslında İstanbul'un şehirsel gelişiminin doğal sonuçlarıdır. Zira şehirsel gelişim için uygulanan projelerde doğal akım yönleri ve doğal akım birikimi özelliklerinin dikkate alınmadığı yapılan yüzey analizleri ve hidrografik analizler ile açıkça görülmektedir. Bu yüzden şehir selleri ve taşkınları olarak tanımlamak mümkündür.
- İstanbul ve yakın çevresindeki yüzeysel suların kabaca kuzey-güney yönelimli akış istikametleri bölgenin doğal eğim özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Doğu-batı doğrultusundaki E80 ve D100 Karayolları ise bu vadileri ve drenaj sistemlerini enlemesine geçerken, bunların bağlantı yolları için genellikle vadi tabanları tercih edilmiştir. Akarsu vadilerini enlemesine geçen karayolları yüzeysel akışı engelleyici, akışa geçen su miktarınını arttırıcı rol oynamaktadır. Akış yönünde vadi tabanlarının kullanıldığı bağlantı yolları ise sıradışı yağışlarda drenaj kanalı gibi çalışmaktadır. Bu sonuç da aslında sürpriz değildir.
- Yol boyu yapılaşmaların neden olduğu hem kazı ve dolgular ile doğal eğim koşulları değiştirilmiştir ve hem de yapıların fiziksel etkileri suyun yüzeysell dolaşımı üzerinde doğal koşulları değiştirici şekilde etkili olmuştur. Ayrıca sızmayı ve sürtünmeyi azaltıcı rolleri nedeni ile hem toplanan ve yüzeysel akışa geçen su miktarının artmasına ve hem de akış hızlarının artmasına zemin hazırlamıştır.
- İstanbulda meydana gelen sel ve taşkınların frekans ve şiddet özelliklerindeki artış, insanın gelişen teknolojik imkanlar ile doğal ortam özellikleri üzerine daha fazla müdahil olma imkanı bulması ile paralellik göstermektedir.
- Dere ıslah projeleri ile dere yataklarından farklı amaçlar için kullanım alanı kazanma yaklaşımlarından vazgeçilmeli ve bu projelerin hazırlanmasında flüviyal dinamikler mutlaka göz önüne alınmalıdır.
- İstanbul'da yapılan dere ıslah çalışmalarında, dere yataklarının vadi tabanı içinde farklı yerlere kaydırılması, yatak en kesitlerinin değiştirilmesi, beton kanallar ile keskin dönüşler oluşturulmas, alçak köprü, yetersiz menfezler ile akış planlaması yapılması sıradışı yağışların dere yatağını aşarak sel ve taşkınlara dönüşmesine neden olan proje hatalarıdır.

KAYNAKLAR

1. Balcı, H. A. –Öztan, Y. (1987). ***Sel Kontrolu***. Karadeniz Üniversitesi Orman Fakültesi, Genel yayın no: 113, Fakülte yayın no: 12, Trabzon.
2. Görcelioğlu, E. (2003). ***Sel ve Çığ Kontrolü***. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın no: 4415, O. F. Yayın no: 473, İstanbul.
3. Jenson, S. K. -Domingue, O. (1988). "Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis" ***Photogrammetrıc Engıneerıng And Remote Sensıng***, Volume 4, 11, 1593-1600.
4. Gregory, J. H. -Dukes, M. D. -Jones, P. H. -Miller, G. L. (2006), "Effect of urban soil compaction on infiltration rate". ***Journal of Soil and Water Conservation***. Volume 61, No. 3, 117-124.
5. Konrad, C. P. (2002) ***Hydrologic Trends Associated with Urban Development for Selected Streams in the Puget Sound Basin, Western Washington***, USGS Water Resources Investigations Report 02-4040, Tacoma, Washington. (http://pubs.usgs.gov/wri/wri024040/, 09.07.2010)
6. Konrad, C. P. (2005) "Effects of Urban Development on Floods", ***U.S. Geological Survey",***Fact Sheet 076-03(http://pubs.usgs.gov/fs/fs07603/, 09.07.2010).
7. Li, J. –Zeng, B. –Wang Y. –Shen, L., 2008, "Physical simulation of urban rainfall infiltration" ***Journal of China University of Mining and Technology***, Volume 18, Issue 2, 293-295, 304
8. Maathuis, B. H. P., Wang, L. (2006)

"Digital Elevation Model Based Hydro-processing". ***Geocarto International***, Volume 21, 1, 21-26,

9. Moore, I. D., Burch, G. J. ve Mackenzie, D. H. (1988). "Topographic effects on the distribution of surface water and the location of the ephemeral gullies". ***Transactions of the American Society Agricultural Engineering***. Volume 31, 1098–1107.
10. Orlandini, S. -Moretti, G. (2009), "Determination of surface flow paths from gridded elevation data", ***Water Resources Research***, Volume 45, W03417, doi:10.1029/2008WR007099.
11. Oriola, O. 1994, "Strategies for combating urban flooding in a developing nation: A case study from Ondo, Nigeria". ***The Environmentalist***, Volume 14-1, 57-62.
12. Schäuble, H., Marinoni,O., Hinderer, M. (2006) "A GIS-based method to calculate flow accumulation by considering dams and their specific operation time". ***Coumputers & Geosciences***, Volume 34- 6, 635-646.
13. Turoğlu, H. (1993). "Küçükçekmece-Tekirdağ sahil şeridindeki beşeri fonksiyonlara çevre kirliliği açısından bir ilk not". ***Çevre Koruma Dergisi***, Türkiye Çevre Koruma ve Yeşillendirme Kurumu Yayınları, 20. Yıl Özel Sayısı, İstanbul.
14. Turoğlu, H. (2005). "Bartın'da Meydana Gelen Sel Ve Taşkınlara Ait Zarar Azaltma ve Önleme Önerileri". ***İTÜ Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V Bildiriler Kitabı***, İstanbul, 02-03 Haziran 2005, 104-110.
15. Turoğluh, H. (2007) "Flood and flash floods analysis for Bartin River Basin", ***International River Basin Management Congress, Proceeding***, Antalya, Turkey, 22-24 March 2007, 0-14.
16. Turoğlu, H. (2008). ***Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları (Genişletilmiş 2. Baskı)***. Çantay Kitapevi, İstanbul.
17. Turoğlu, H. (2009). "8-10 Eylül 2009 Tarihlerindeki Yağışların Silivri-Selimpaşa Sahil Kuşağında Neden Olduğu Sel ve Taşkınlar". ***2. Ulusal Taşkın Sempozyumu Tebligler Kitabı***, DSİ Genel Müdürlüğü, 22-24 Mart 2010, Afyonkarahisar, 31-43.
18. Turoğlu, H. (2010). Yapılaşmaların doğal akım yönü ve akım miktarı üzerindeki etkileri. (The impacts of structuring on natural flow direction and flow accumulation). Ankara Üniversitesi, TÜCAUM VI. Ulusal Coğrafya Sempozyumu 03-05 Kasım 2010 Bildiriler Kitabı: 29-36.
19. Turoğlu, H. ve Uludağ, M. (2010). "Floods and flashfloods in Edirne (Turkey)". 10Th International Multidiciplinary Scientific Geoconference SGEM 2010, 20-26 June 2010, ***Conference Proceedings Volume II***, Section "Hydrology and Water Resources" p. 9-14, Albena, Bulgaria.
20. Wang, L., Liu, H. (2006) "An efficient method for identifying and filling surface

depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling". *International Journal of Geographical Information Science*, Volume 20, 2, 193 – 213.