

ANTHROPOGENIC GEOMORPHOLOGY IN THE DILDERESI BASIN (GEBZE-DILOVASI): CHANGES, DIMENSIONS AND EFFECTS

Dilderesi Havzası'nda (Gebze-Dilovası) Antropojenik Jeomorfoloji: Değişimler, Boyutları ve Etkileri

Murat UZUN⁴⁶

Öz

Birçok dinamik süreç ve faktörün etkisiyle gelişen-değişen jeomorfolojik unsurlar, günümüzde insan faaliyetlerin etkisinde farklı boyut ve görünüm kazanmaya başlamıştır. İnsanoğlunun rölyef üzerinde birçok müdahale kapsamında doğrudan ve dolaylı olarak etkili aktör haline gelmesi antropojenik jeomorfolojinin gelişmesini sağlamıştır. Bu çalışmada Kocaeli ili sınırları içerisinde yer alan Dilderesi Havzası'nın antropojenik jeomorfolojisi incelenmiştir. Araştırmada, Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak coğrafi bakış açısıyla çok basamaklı bir sistematik uygulanmış, farklı analiz ve değerlendirme yöntemleri denenmiştir. İlk olarak 1985, 2000 ve 2019 yıllarında havzanın arazi kullanımı ve meydana gelen değişimler tespit edilmiştir. Daha sonra farklı araştırmacıların antropojenik jeomorfoloji sistematiği dikkate alınarak havzanın antropojeomorfoloji haritası oluşturulmuş, kantitatif veriler üretilmiş, analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Antropojenik baskının yoğun olduğu alanlardaki jeolojik, jeomorfolojik ve hidrografik koşullar tekrar analiz edilerek, dağılımın nedenleri sorgulanmıştır. Havzadaki rölyef değişimin nicel ve daha kesin verilerini elde etmek için sahada 500'ün üzerinde nokta belirlenmiş, uydu görüntüleri, arazi çalışmalarındaki gözlem ve ölçümlerle etki-değişim haritası üretilmiştir. Dilderesi Havzası'nın çalışmada tespit edilen birçok coğrafi unsuru temel alınarak farklı etki değerleri kapsamında analitik hiyerarşi süreci ile muhtemel 3 farklı antropojenik jeomorfoloji etki senaryosu üretilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda Dilderesi Havzası'nda geçmişten günümüze arazi kullanımında değişimlerin yaşandığı, özellikle havzanın güneyinde ve batısında antropojenik jeomorfoloji koşullarının topografik görünümde değişim ve etkiler oluşturduğu görülmüştür. Ayrıca rölyef üzerinde boyutsal olarak en büyük değişimlerin taş ocakları, ana ulaşım güzergâhları ve sanayi alanlarında olduğu ve bu alanların topografyayı değiştirerek havzanın doğal koşullarını etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antropojenik Jeomorfoloji, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Rölyef Değişimi, Dilderesi Havzası (Gebze-Dilovası)

Abstract

Geomorphological elements developed and changed by the influence of many dynamic processes and factors have begun to gain different dimensions and appearances under the influence of human activities. The fact that humanity has become a direct and indirect effective actor in many interventions on relief has led to the development of anthropogenic geomorphology. In this study, the anthropogenic geomorphology of the Dilderesi Basin, located within the boundaries of Kocaeli province, was investigated. In this research, a multi-step systematic was applied with the geographical perspective by using Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) and different analysis and evaluation methods were tried. First of all, land use and changes occurred in the basin in 1985, 2000 and 2019 were determined. Afterwards, anthropogeomorphology map of the basin was created by considering the anthropogenic geomorphology systematics of different researchers, quantitative data were produced, analyzed and evaluated. The geological, geomorphological and hydrographic conditions in the areas where the anthropogenic pressure is intense are analyzed again and the reasons of the distribution are questioned. In order to obtain quantitative and more accurate data of relief change in the basin, over 500 points were determined in the field, satellite images, observation and measurements in field studies and effect-change map were produced. Based on many geographical elements of Dilderesi Basin, three different anthropogenic geomorphology impact scenarios have been produced with analytical hierarchy process within the scope of different impact values. As a result of the studies, it has been observed that land use changes have been experienced in the Dilderesi Basin from the past to the present day, and especially the anthropogenic geomorphology conditions in the south and west of the basin cause changes and effects on the topographic appearance. In addition, it was found that the biggest changes in relief were in quarries, main transportation routes and industrial areas and these areas affected the natural conditions of the basin by changing the topography.

Keywords: Anthropogenic Geomorphology, Geographical Information Systems (GIS), Relief Change, Dilderesi Basin (Gebze-Dilovası)

⁴⁶ 1PhD Student., Marmara University, Institute of Social Sciences, Department of Geography, Kadıköy TURKEY., <https://orcid.org/0000-0003-2191-3936>, murat_uzun53@hotmail.com

GİRİŞ

Yeryüzü, Dünya'nın oluşumundan günümüze kadar iç ve dış dinamik amillerin etkisinde mikro ve makro ölçekli olarak daima değişim içerisinde bulunmaktadır (Tarolli ve Sofia, 2016: 140). Birçok faktörün bu işleyişteki rolü Dünya'nın genelinde ya da farklı yerel alanlarda çok çeşitli rölyef unsurlarının varlığını mevcut kılmıştır (Erinç 2001: 4-5). Aynı zamanda bu alanların birçok jeomorfolojik gelişim evresinden geçmesi topografik görünümde çeşitliliği arttırmıştır (Golomb ve Eder, 1964: 4; Verstappen vd., 1989: 10). Lakin insanoğlunun Dünya'daki varlığı ile faaliyetleri belirtilen jeomorfolojik süreçlere-oluşumlara küçük ve büyük boyutlarda etki etmeye başlamıştır (Brown, 1970: 77; Erinç 1984: 86; Goudie, 1993: 40; Ekinci 2006: 124; Szabo vd., 2010: 5; Castree, 2014: 439; Tarolli 2016: 2301; Li vd., 2017: 110). Jeomorfolojinin yanında iklimatik ve hidrografik koşullar gibi birçok doğal unsuru da etkileyen insanoğlunun faaliyetleri aynı zamanda antroposen kavramının bilimsel anlamda farklı yankılar uyandırmasına neden olmuştur (Crutzen ve Stoermer, 2000: 17; Efe vd., 2008: 318; Syvitski, 2012: 13; Jefferson, 2013: 2; Harden, 2014: 5; Zalasiewicz vd., 2015: 198; Ellis, 2017: 526; Li vd., 2017: 110). Belirtilen durumlar antroposen kavramının jeolojik mazide yeni bir zamansal evre olarak adlandırılmasına kadar giden tartışmaların oluşmasını sağlamıştır (Zalasiewicz vd., 2008: 6; Zalasiewicz vd., 2010: 2228; Crutzen ve Steffen 2003: 27; Efe vd., 2008: 318; Steffen vd., 2011: 845). Tarım devrimi, madencilik, savaşlar, ulaşım ile başlayan süreç, sanayileşme ve günümüz koşullarının teknolojik ilerlemesiyle akıl almaz boyutlara ulaşmış ve insanoğlu talepleri neticesinde rölyefi farklı ölçek ve süreçlerde, kendi istekleri doğrultusunda daima şekillendirmeye çalışmıştır. Bütün bu gelişmeler jeomorfoloji bilimi içerisinde farklı ekoller, inceleme alanları ve konularının yanında değişen topografik görünüm ve etkilerini göz önüne alınarak antropojenik jeomorfoloji (antropojeomorfoloji) olarak isimlendirilen bir alt dalın varlığını ortaya çıkarmıştır (Nir, 1983: 88; Goudie, 2004: 46; Harden 2004: 77; Szabo 2010: 3; Özşahin, 2013: 926; Ertek, 2015: 346; Karataş, 2016: 443; Ertek, 2016: 202; Ertek, 2017: 73; Li vd., 2017: 109).

Antropojenik jeomorfoloji; insanın doğrudan ve dolaylı olarak etkeninde gelişen farklı morfojenetik süreçlerle ya da bu süreçlere müdahale şeklinde olan mikro ve makro ölçekli rölyef unsurlarının ya da insan yapımı yer şekillerinin dağılışı ve oluşumu bakımından incelenmesini temel alır (Szabo ve David, 2006: 18; Szabo vd. 2010: 6; Karataş, 2016: 444; Ertek, 2017: 73; Brown vd., 2017: 75; Li vd., 2017: 111-112). Aynı zamanda antropojenik jeomorfolojinin kapsamı meydana gelen yüzeysel görünümün doğaya ve insanın kendisine olan olumsuz etkilerini, muhtemel sorunları, riskleri ve geleceğe dönük tahminleri de içeren uygulamalı bir jeomorfoloji alanıdır (Özşahin, 2013: 927; Ertek, 2016: 202). Ancak antropojeomorfolojik incelemenin sistematığı ve genel kapsamı günümüzde tartışmaların odağında gelişmeye devam etmektedir. Bazı araştırmacılar jeomorfik sistemler üzerindeki insan etkileri, insan-manzara geri bildirimleri, jeomorfik tehlikeler ve antropojenik kökenli stratigrafik belirteçler olarak bu konu üzerinde farklı sistematiğe belirlemektedir. (Harden, 2004: 77; Verburg vd., 2016: 334). Başka araştırmacılar ise morfojenetik süreçler açısından sınıflandırma yapmakta, antropojenik jeomorfoloji koşullarının boyutlarını, sayısal özelliklerini ve etkilerini değerlendirmek, geleceğe dönük topografik görünüm değişimleri ile birçok doğal ortam üzerindeki etkilerini inceleyecek sistematiğe geliştirmektedir (Nir, 1983: 89; Erclih, 1990: 35; Walker, 1991:3; Szabo ve David, 2006: 18; Radziewicz, 2006: 128; Rozsa, 2007: 234; Rozsa ve Novak 2008: 13; Szabo vd. 2010: 6; Karataş, 2016: 444; Tarolli, 2016: 2301; Ertek, 2017: 78; Brown vd., 2017: 75; Li vd., 2017: 113; Xiang 2019: 1). Bu nedenle inceleme ve araştırma alanları sürekliliğini korumakla birlikte farklı değişimlerin odağında temel bir sistematığın varlığı sorgulanmaktadır (Steffen, 2016: 340). Özellikle gelişen teknolojik imkanlar CBS ve UA sistemleri rölyef üzerindeki insan kaynaklı değişimlerin tespitini kolaylaştırmış ve antropojenik jeomorfolojinin gelişmesine büyük katkı sağlamıştır (Ursu, vd., 2011: 92; Xiang 2019: 2). Son yıllardaki teknolojik gelişmelerle yersel ve hava LİDAR sistemleri, İnsansız Hava Araçları (İHA), çok yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler ve verilerle, çok detaylı değişim tespitlerinin yapılmasını sağlamakta ve antropojenik jeomorfoloji alanına güç katmaktadır (Tarolli ve Sofia, 2016: 142; Xiang vd., 2019: 2).

Antropojenik jeomorfolojinin dünya genelindeki temelleri 19. Yy. kadar uzansa da 20. Yy.'da asıl dikkati üzerinde toplamıştır (Karataş, 2016: 444). Tarım, maden vb. etkilerden sonra buhar makinesinin icadı ve ikinci Dünya savaşından sonra hızlanan sanayi çalışmaları, nüfus artışıyla birlikte göçlerin yaşanması, beşerî taleplerin artmasına, kentsel alanların genişlemesine, ulaşım, enerji, gıda ve diğer birçok ihtiyaç artışına sebep olmuştur (Manea vd., 2011:37; Erkal ve Taş 2013: 209; Kopar vd., 2018:38). Bu doğrultu da farklı alanlar kökeninde yüzey şekilleri antropojenik müdahalelere maruz kalmış ve değişimlere uğramıştır. 21. Yy.'da çok hızlı gelişen teknoloji ile kentsel gelişim, beşerî faaliyet ve ihtiyaçların talebindeki artışa bağlı olarak insanoğlu doğal dengenin işleyişine farklı müdahalelerde bulunmuştur. Bu müdahaleler günümüz koşullarında çok hızlı boyutlara ulaşmaya başlamış ve rölyef ile jeomorfolojik süreçlerde büyük değişimlere neden olmuştur (Szabo vd., 2010: 13; Jefferson, 2013: 1; Goudie ve Viles 2016: 17; Li vd., 2017: 111).

Ülkemiz koşullarında antropojenik jeomorfoloji süreçleri antik döneme kadar gitsede, sanayileşme, göç, ulaşım ve diğer gelişmelere bağlı olarak daha geç bir maziye sahiptir (Karataş, 2016: 444). Özellikle 20. Yüzyılın son çeyreğinden sonra kentlere olan göçün artması ve kentsel alanların genişlemesi jeomorfolojik görünümünde değişikliklere ve etkilere yol açmıştır (Ekinci ve Yalçınkaya 2015: 347). Yoğun nüfuslu yerleşim alanlarında ulaşım ve sanayi faaliyetlerinin varlığı rölyef

üzerinde birçok değişikliğin meydana gelmesine neden olmuştur (Karataş 2015: 320). Ülkemizde bu alanların başında yoğun nüfus ve sanayi varlığını barındıran Kocaeli ili sınırları içerisindeki Gebze ve yakın çevresi gelmektedir.

Çalışmada, Dilderesi Havzası sınırları içerisinde yer alan Gebze ve Dilovası yerleşim birimlerinin ekseninde antropojenik jeomorfoloji incelemesi yapılmıştır. Araştırma sahasının seçiminde, Dilderesi Havzası'nın son 30 yıllık dönem içerisinde yerleşim, sanayi ve nüfus odaklı antropojenik baskılara maruz kalması, havzada geçmişten günümüze ana ulaşım ağlarının bulunması, insan kaynaklı olarak rölyef üzerinde değişimlerin meydana gelmesi ve havza sınırları içerisinde tabiat parkı (Ballıkayalar) koruma alanının varlığı önemli rol oynamıştır. Çalışmanın temel amacını, Dilderesi Havzası'nda insan faaliyetlerine bağlı olarak meydana gelen değişimleri ve bu değişimler sonucu ortaya çıkan antropojenik jeomorfoloji koşullarını ortaya koymak oluşturmaktadır. Bu kapsamda antropojenik jeomorfoloji koşullarının tespit edilerek belli sistematik ve sınıflandırma ölçeğinde dağılışı haritasının oluşturulması, dağılışıta rol oynayan faktörlerin durumu, antropojeomorfolojik koşullarının değişim boyutu ile gelecekte antropojenik etkenlere maruz kalması beklenen muhtemel sahaların tahmin edilmeye çalışılması araştırma amacının detaylarını meydana getirmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın temel materyallerini, Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 1:25.000 ölçekli G22b3 ve G23a4 paftaları ayrıca 1986 yılına ait 1:100.000 ölçekli topografya haritası, Meti&Nasa yapımı olan 30 m çözünürlüklü AsterGDEM verisi, MTA'dan temin edilen 1:50.000 ölçekli G22a-G22b jeoloji paftaları, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Gebze iklim verileri, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'den alınan nüfus verileri, Landsat uydu görüntüleri, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nden alınan 1:5.000 ve 1:50.000 ölçekli imar planları ve önceki çalışmalar oluşturmaktadır. Çalışmadaki diğer verileri ise havza genelindeki arazi çalışmalarıyla elde edilen saha fotoğrafları ve bazı sayısal ölçümler oluşturmaktadır. Elde edilen materyaller coğrafya ilkeleri, prensipleri ve sistematigi kapsamında değerlendirilmiş ve çalışma planlanmıştır. Bu kapsamda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) çalışmanın temel aracı olup harita, veri üretimi ve analizlerin tamamı bu sistemle oluşturulmuştur.

Araştırmanın ilk safhasında konu ve alan ile ilgili literatür taraması sonucu elde edilen kaynaklar incelenmiş ve çalışmanın kapsamı belirlenmiştir. Daha sonra çalışmanın kapsamına uygun olarak araştırma sahasının sınırları tespit edilmiştir. Temin edilen AsterGDEM verisinden elde edilen Sayısal Yükselti Modeli (DEM) ArcGIS 10.3.1 yazılımına aktarılmıştır. Burada arctoolbox-spatial analyst tools ve hidrology üzerinden hidrolojik analiz işlem basamakları gerçekleştirilerek havza sınırını oluşturan su bölümü çizgisi ve havza alanı ile akarsu ağı oluşturulmuştur. Daha sonra MTA'dan temin edilen jeoloji haritaları sayısallaştırılmış ve havzanın jeolojisi haritası üretilmiştir. DEM verisi üzerinden sahanın eğim, baki ve yükselti haritaları oluşturulmuştur. İncelenen kaynaklar, arazi çalışmaları ile alana ait yükselti, eğim gibi model haritalar üzerinden havzanın jeomorfoloji haritası üretilmiştir.

Dilderesi Havzası'ndaki antropojenik jeomorfoloji koşullarının tespit edilmesi için birden fazla aşama uygulanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak United States Geological Survey (USGS)'den 27.08.1985 tarihli Landsat TM, 25.06.2000 tarihli Landsat ETM ve 08.07.2019 tarihli Landsat OLI verileri alınmıştır. Landsat uydu görüntüleri bant kompozisyonları düzenlenerek analize ve karşılaştırmalara uygun hale getirilmiştir. Daha sonra ise kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanmış ve arazi kullanım türünün yıllar içerisindeki değişimi sayısal olarak tespit edilmiştir. Elde edilen arazi kullanımı değişimi ile antropojenik jeomorfoloji koşullarının havzadaki dağılışı hakkında ön bilgi çalışması yapılmıştır. Bu aşamadan sonra çalışma alanındaki antropojenik jeomorfoloji durumu, değişimi ve etkisinin anlaşılması için ilk olarak nicel veriler üretilmiştir. Bu bakımdan çalışmada Nir'in (1983) Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksinin (PAJİ) kullanılması planlanmıştır (Nir, 1983: 89; Rozsa, 2010: 285; Özşahin, 2013: 928). Nir (1983) tarafından geliştirilen Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi (PAJİ) formülü şu şekilde uygulanmaktadır:

$$PAJİ = \frac{\$N + OYB}{2} \times \frac{1}{100} \times (Ki + Kr)$$

Formülde yer alan \$N havzadaki şehir nüfusunun oranını, OYB inceleme alanındaki okuma yazma bilmeyenlerin oranını göstermektedir. Ki ve Kr değerleri havzanın iklim ve rölyef koşullarını temsil eder. Bu değerler belli koşullar altında değişkenlik göstermektedir (Nir, 1983: 90; Rozsa ve Novak, 2008: 112; Rozsa, 2010: 287) (Tablo 1). Formülün uygulanması ve işlemin yorumlanması ise çıkan sonuç değerinin hangi aralıkta yer aldığı ile ilgilidir (Özşahin, 2013: 928). Bu nedenle Nir çalışmasında 0-1 arasında bir değer parametresi geliştirmiştir. Buna göre sonuçlar 0,30'dan küçükse antropojenik faaliyetlerin etki boyutu düşük bir tehlike ihtiva etmektedir. Sonuçlar 0,30-0,50 arasında ise koruma ve önlemlerle problemlerin zararları değerlendirilebilir. Sonuçlar 0,50'den büyük ise antropojenik jeomorfoloji koşullarının yüksek oranda zarar ve sorun oluşturduğu ve acil önlemlerin alınması gerektiği belirtilmektedir. Değerlerin 0,75'den büyük çıkması ise inceleme alanlarında çok yüksek boyutlarda antropojenik jeomorfoloji kökenli problemlerin olduğu, riskler taşıdığı ve acil çözüm yollarının aranması gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır (Erkal, 2018: 54). Formülün Dilderesi Havzası

kapsamında uygulanması için gereken veriler TÜİK'ten alınmış, iklim ve rölyef değerleri ise Nir'in belirttiği değerler arasından kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır (Tablo 1). Havzadaki nüfus ve diğer veriler hesaplanırken, tamamı havza sınırları içerisinde yer almayan mahallelerin nüfus ve okuma yazma bilmeyen nüfus verileri, toplam mahalle verisinin o mahallenin alanına oranlanmasıyla elde edilmiştir. Bu bakımdan çalışma alanındaki şehir nüfusu oranı %100, okuma yazma bilmeyenlerin oranı %1,84 olarak formülde kullanılmıştır. Çalışma alanının iklim verisi Nir'in çalışmasında belirtilen parametreleri arasından seçilmiştir. Havzanın iklim özelliği Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre kışları ılıman nemli orta enlem iklimi olarak tespit edilmiştir (Öztürk vd., 2017: 21). Bu bakımdan formüldeki değeri ılıman iklime karşılık gelmekte ve Nir sınıflandırmasına göre Ki değeri 0,4 olarak hesaplanmıştır. Havzanın Kocaeli Platosu'nda yer alması büyük çoğunluğunun plato sahası üzerinde bulunması ve morfometrik analiz sonuçlarından dolayı (Uzun, 2019: 457) Kr değeri Nir'in sınıflandırmasına göre 0,5 olarak formülde kullanılmıştır.

İklim Değerleri (Ki)	Değeri	Rölyef Değerleri (Kr)	Değeri
Ekvatorial İklim	0,6	Ovalar	0,2
Muson ve Savan İklimi	0,8	Tepeler	0,4
Kurak ve Yarı kurak iklim	0,6	Plato Sahaları	0,5
İlman İklim	0,4	Orta Yükseklikte Dağlık Alanlar	0,6
Soğuk İklim	0,6	Yüksek Dağlık Alanlar	0,8
Kutup İklimi	0,4		

Yukarıda formül ve detayları belirtilen PAJİ'nin parametrelerinin antropojenik jeomorfoloji koşullarını tam anlamıyla açıklamada yetersiz kaldığı ve tartışmalı bir kaynak olduğu düşünülmektedir (Szabo vd., 2010: 273; Rózsa ve Novák 2011: 109). Aynı zamanda elde edilen sonuçlarla birlikte bilimsel açıdan tartışmalı bir formül olan PAJİ'nin tam olarak açıklanamayan kısımları bulunmaktadır. Özellikle havza, bölge, ülke genelinde yapılan büyük projelerin ürettiği antropojenik jeomorfoloji koşullarının herhangi bir şehir nüfusu ya da okuma yazma bilmeyen nüfusla ilişkisinin çok düşük olması sonucu ortaya çıkmaktadır. Buna ilaveten okuma yazma bilmeyen nüfusun çevre ile ilgili algı düzeyinin kullanıldığı ve bu nedenle formülde yer aldığı belirtilmiştir. Ancak günümüz koşullarında teknolojik imkanlar, beşeri talepler ve ekonomik arzular farklı düzeylerde antropojenik baskıları arttırmakta ve jeomorfolojinin belli koşullar altında yeniden tanzimine yol açmaktadır. Tam olarak güncellenemeyen ve günümüz koşullarında antropojenik etkiyi hem nüfus verileri üzerinden hem de iklim ve rölyef verileri üzerinden tam olarak açıklayamayan PAJİ formülü (Rózsa ve Novák 2011: 109) belirtilen nedenlerle çalışmanın temel verisi dışında tutulmuştur. Çalışmada sadece havza genelinde PAJİ sonucu ortaya konmuş ve formüle göre antropojenik durum ifade edilmiştir. Formülün tartışmalı olmasından dolayı havzadaki antropojenik jeomorfoloji koşullarını tespit etmek amacıyla farklı sistemler kullanılmıştır ve bu analizler çalışmanın temel yöntemini oluşturmuştur.

Havzadaki antropojenik jeomorfolojinin dağılışını ve boyutlarını tespit etmek için Szabo (2010), Karataş (2016) ve Ertek (2017)'den yararlanarak antropojenik etki haritası oluşturulmuştur (Szabo vd., 2010: 7; Karataş 2016: 445; Ertek 2017: 76). Dağılış sınıflandırmasında morfojenetik süreç, etki süreci, müdahale türü ve antropojenik müdahale türü olarak 4 farklı sınıflandırma belirlenmiş ve haritaları üretilmiştir. Antropojenik jeomorfoloji haritaları ile verilerinin üretilmesi aşaması, geçmiş (1975, 1985, 1990, 2000, 2007, 2010) ve günümüz (2019) uydu görüntüleri ile arazi gözlemleri, yükselti, eğim, baki, yerleşim, ulaşım, arazi kullanımı haritaları ve analizleri incelenerek, karşılaştırılmış ve belirtilen sınıflandırma sistematığı içerisinde değerlendirilerek oluşturulmuştur. Elde edilen verilerle antropojenik jeomorfoloji koşullarının yoğun olduğu alanların sınırları belirlenmiştir. Çalışmada yararlanılan kaynaklarda antropojenik jeomorfoloji koşulları içerisinde morfojenetik süreç olarak belirtilen kriter aslında sahada antropojenik hadiseyi anlatmaktadır. Bu nedenle morfojenetik süreçle antropojenik süreç aynı durumu ifade etmektedir. Bu kapsamda antropojenik süreç olarak aşınma-kazma, biriktirme-doldurma, tesviye-düzleştirme ve karma yapı süreçleri belirtilmiştir. Boyutları arazide gözlemlenen süreçlerden aşınma ve birikmenin en az 1 m' den daha fazla boyutta olması, tesviyenin ise 1'den az gerçekleşmesi ve genel olarak düzleştirme sürecini göstermesi temel ölçüt olarak alınmıştır. Karma yapı durumu ise insan kaynaklı olarak bazı alanlarda hem aşınma hem de biriktirme faaliyetlerinin yan yana olduğu alanları kapsamakta ve kriter bu şekilde belirlenmektedir. Çalışmada daha sonra insan kaynaklı baskının yoğun olduğu antropojeomorfoloji etki alanı belirlenmiş ve antropojenik jeomorfoloji kapsamında jeoloji (formasyon, litoloji, zaman), jeomorfoloji, eğim, yükselti ve akarsu yoğunluğu haritaları belirtilen alan sınırı içerisinde kesilerek, alansal-oransal hesaplamaları yapılmıştır. Böylece antropojenik jeomorfoloji koşullarının hangi doğal ortam unsurları altında yoğunlaştığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra antropojenik jeomorfoloji haritası temelinde rölyef üzerindeki değişim boyutunun niceliksel özelliklerinin tespiti için 1'den 9'a kadar olan etki kriterleri geliştirilmiştir (Tablo 2). Bu değerlerinin tespiti için 2019 yılı uydu görüntüsü üzerinde 500'den fazla nokta belirlenmiş ve bu alanların 328'inde arazi çalışmaları ve ölçümler yapılmıştır. Ayrıca belirlenen noktaların tamamında Google Earth Pro (2007-2019) ile üç boyutlu görüntülerde bu ölçüm işlemleri için kullanılmıştır. Gözlem ve ölçüm noktalarının belirlenmesinde karelej sistemi oluşturulmuş ve 1 km²'lik alana en az 2 ölçüm noktası gelecek şekilde noktalar belirlenmiştir. Gözlem noktalarının belirlenmesinde değişim ve etki boyutlarının yüksek olduğu sahaların yoğun

olmasına dikkat edilmiştir. Arazideki ölçümler şerit metre yardımı ile yapılmıştır. Yüzeydeki antropojenik değişimlerin boyutları farklılık gösterdiğinden, arazide ölçülmesi zor olan alanlarda ölçümlerin tespiti için çekilen fotoğraflar Photoshop yazılımında perspektif oranlanmaya tabi tutulmuştur. Bunun sonucunda tespit edilen veriler belirlenen noktalara değer olarak yazılmıştır. Elde edilen bulgular ArcGIS 10.3.1 yazılımında arctoolbox-spatial analyst tools-interpolation üzerinden Natural Neighbour enterpolasyonuna tabi tutulmuştur. Bu işlemlerin sonucunda havzanın antropojenik jeomorfoloji değişim-etki haritası üretilmiş ve analizleri yapılmıştır.

Tablo 2: Çalışmadaki Antropojenik Jeomorfoloji Değişim-Etki Analizinde Kullanılan Sistematik ve Sınıflandırma Ölçütleri

Etki Düzeyi	Etki Katsayısı	Boyutsal Kriterler	Alansal Kriterler	Etki Türü Ölçütleri
Çok Az Etki	1	Gözlemlenebilen değişim çok az ya da yok	Alanı geniş veya dar olabilir	Orman alanları, çalılık fundalık alanlar, çıplak taş yüzeyler, tarım arazileri
Az Düzeyde Etki	2	0 - 0,5 m arası	Alanı geniş veya dar olabilir	Kırsal yerleşim alanları, tarım arazileri, mera alanları,
	3	0 - 0,5 m arası	Alanı geniş veya dar olabilir	Yerleşim alanları, kent dışı yerleşim alanları, tali yollar
Orta Düzeyde Etki	4	0,5 - 2 m arası	Alanı geniş veya dar olabilir	Yerleşim alanları, sanayi depolama alanları, karayolu ve tali yollar
	5	0,5 - 2 m arası	0 - 0,3 km ² arası	Yerleşim alanları, sanayi bölgeleri, sanayi depolama alanları, karayolu ve diğer tali yollar,
Yüksek Düzeyde Etki	6	2 - 5 m arası	0,3 - 0,5 km ² arası	Otoyol, Karayolu, Demiryolu, yol kavşak noktaları, sanayi tesisleri, kentsel yerleşim alanı
	7	5 - 10 m arası	0,3 - 0,5 km ² arası	Otoyol, Karayolu, Demiryolu, yol kavşak noktaları, sanayi tesisleri
Çok Yüksek Düzeyde Etki	8	10 - 15 m arası	0,5 - 1 km ² arası	Taş ocakları ve kum alım noktaları yakın çevresi, kıyı dolgu alanları, yol açma sahaları
	9	15 m ve daha fazla	1 km ² 'den fazla	Taş, Maden ocakları, çimento işleme tesisleri, kum alım noktaları, kıyı dolgu alanları, yol açma sahaları

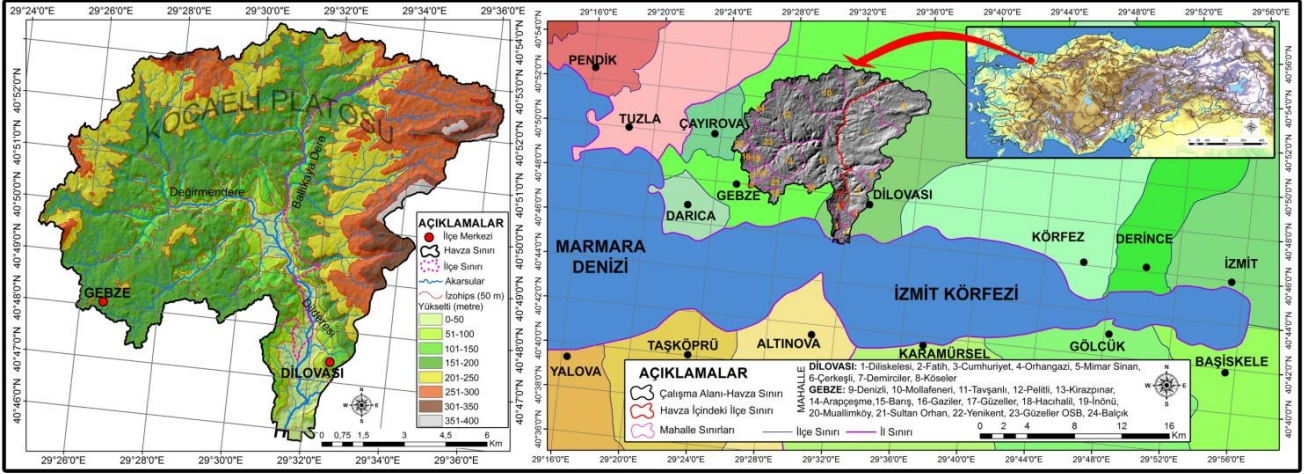
Çalışmada daha sona antropojenik jeomorfoloji dağılışı ve etkileri açıklanmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda Landsat uydu görüntülerinden 1985, 2000 ve 2019 yılları temelinde ve geçmiş dönemli topografya haritası (1986) ile günümüz DEM verisinden yamaç yönü (akış yönü) haritaları oluşturulmuştur. Yamaç yönü ya da yüzeysel akış yönü değişimi için [Karataş \(2016\)](#)'ın çalışmasındaki (çalışmada akış yönü olarak belirtilmiştir) eski ve yeni verilerin reclassify edildikten sonra raster calculator aracı ile değişim alanlarının ortaya çıkarılması uygulaması yapılmıştır ([Karataş, 2016: 451-452](#)). Bu uygulama ile eski topografya haritası ve uydu görüntülerinden yamaç yönlerinin (akış yönü) değişim boyutu tespit edilmiştir.

Çalışmanın son bölümünde elde edilen bütün veriler ışığında havzada geleceğe dönük olarak antropojenik jeomorfoloji koşullarının hangi alanlarda etki göstereceği ve dağılışı boyutları farklı senaryolar ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Analitik hiyerarşi süreci ile ağırlıklı bindirme (weight overlay) yönteminin kullanıldığı bu tahmin senaryosu analizinde üç farklı şekilde etki alanları belirlenmiş ve alt verilere 1'den 5'e kadar (etki değeri 1'den 5'e gittikçe azalır) etki düzeyi değeri girilerek farklı senaryolar üzerinden haritalar üretilmiş ve sayısal değerleri analiz edilmiştir ([Tablo 3](#)).

Tablo 3: Çalışmada Analitik Hiyerarşi Süreci ile Üretilen Antropojenik Jeomorfoloji Etki Dağılım Senaryosunda Kullanılan Kriterler							
Ana Parametre	Alt Parametre	SENARYO 1		SENARYO 2		SENARYO 3	
		Etki Değeri	Yüzde Değeri	Etki Değeri	Yüzde Değeri	Etki Değeri	Yüzde Değeri
Jeomorfoloji	Tepelik Alanlar	5		5		5	
	Plato Sahaları	2	15	1		2	10
	Ova ve alüvyal düzlükler	1		1	10	3	
	Aşınım yüzeyleri	3		3		4	
Arazi Kullanımı	Yerleşim, Sanayi vb.	1		1		1	
	Orman, Çalılık vb.	5	15	5	20	5	25
	Çıplak Taşlık Yüzey	2		2		3	
	Tarım ve Mera	4		3		5	
Ana Ulaşım Hatlarına Yakınlık	1 km	1		1		1	
	2 km	2		2		2	
	3 km	3	10	3	20	3	20
	4 km	4		4		4	
	5 km	5		5		5	
Antropojenik Müdahale Türü Alanları	Yerleşim	3		1			
	Karayolu	3		2			
	Otoyol	1		1			
	Sanayi Bölgesi	2	15	1	20		
	Sanayi depolama alanı	3		2			
	Taş Ocağı Kum alım yerleri	1		1			
	Liman, Kıyı Dolgu alanları	1		3			
Tarım, orman çalılık alanlar	5		5				
Yükselti Basamakları	0-80 m	1					
	81-160 m	2					
	161-240 m	3	10				
	241-320 m	4					
	321-400 m	5					
Eğim (Derece)	0-5	1		1			
	5-10	2		2			
	10-15	3	10	3	10		
	15-20	4		4			
	20'den fazla	5		5			
Jeoloji (Zaman Bakımından)	Kuvaterner	1					
	Tersiyer	2	10				
	Mesozoyik	3					
	Paleozoyik	3					
Akarsu Yoğunluğu (km ² /m)	0-120	1				1	
	121-240	2				2	
	241-360	3	10			3	20
	361-480	4				4	
	481-660	5				5	
İmar Planı	Yerleşim Alanı			1		2	
	Tabiat Parkı Koruma Alanı			5		5	
	Orman, Çalılık Alan			5	20	5	25
	Ağaçlandırılacak Alan			4		5	
	Sanayi Alanı			2		3	
	Ulaşım Alanı			1		1	

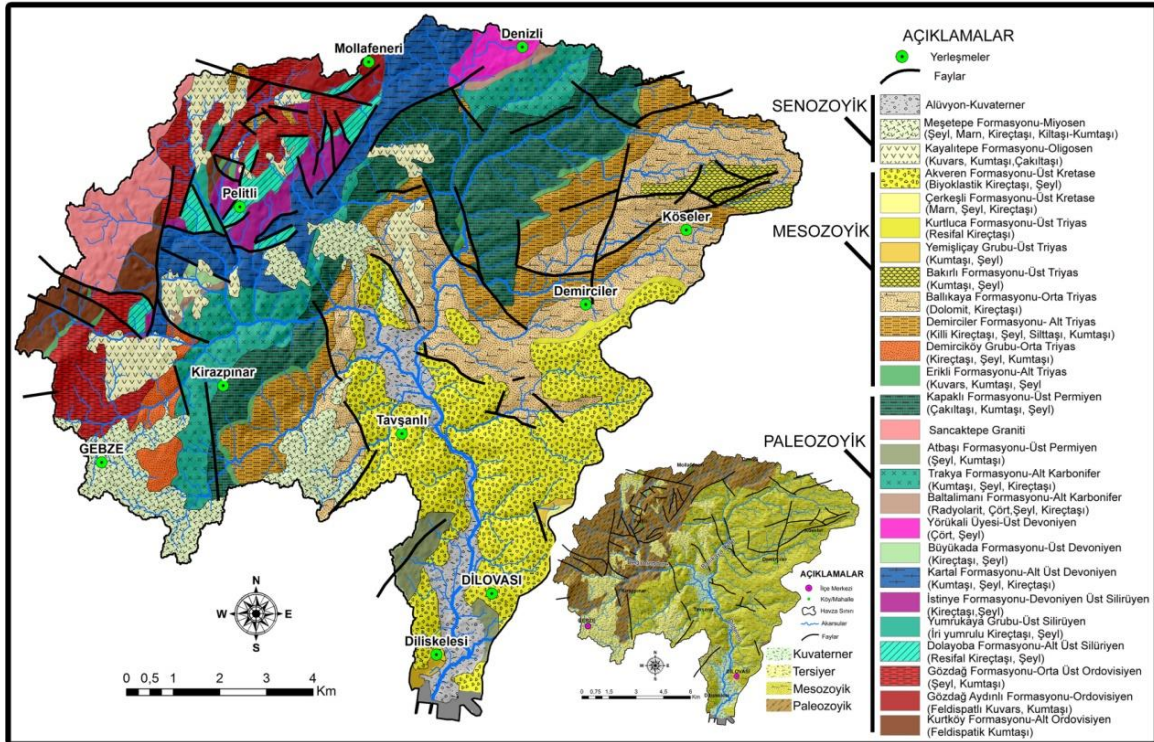
İNCELEME ALANININ KONUMU VE GENEL COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

Çalışma sahası Marmara Bölgesi'nin doğu-kuzeydoğusunda yer alan Kocaeli Platosu'nda bulunmaktadır. Havzanın alanını kuzey-güney doğrultusunda akış gösteren Dilderesi ve kollarının akaçlama alanı teşkil eder ve su bölümü çizgisi havzanın sınırlarını tayin eder. Havzanın sınırlarını, güneyde İzmit Körfezi, kuzeyde hafif tepelik alanlar ve Kocaeli Platosu'ndaki aşınım düzlükleri, batıda Çayırova dere havzası, doğuda Enarca dere havzası oluşturmaktadır (Şekil 1). Bu sınırlar dahilinde araştırma sahası 40°45' -40°55' kuzey enlemleri ile 29°24' -29°36' doğu boylamları arasında yer alır. Bu haliyle havza toplam 132,26 km²lik alan kaplamaktadır. İdari yönetim açısından havzanın sınırlarının tamamı Kocaeli il sınırları içerisinde yer almaktadır. Havzanın doğusu Dilovası, batısı ise Gebze ilçesinin sınırları içerisinde yer almaktadır. Havzanın %62,64'ü (82,85 km²) Gebze sınırları, %37,36'sı (49,41 km²) Dilovası sınırları içerisinde bulunmaktadır. Dilderesi akaçlama havzası sınırları içerisinde Dilovası'na bağlı 8 mahalle, Gebze ilçesine bağlı 16 mahalle yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 2: Çalışma Alanının Lokasyon Haritası ve Sayısal Yükselti Modeli

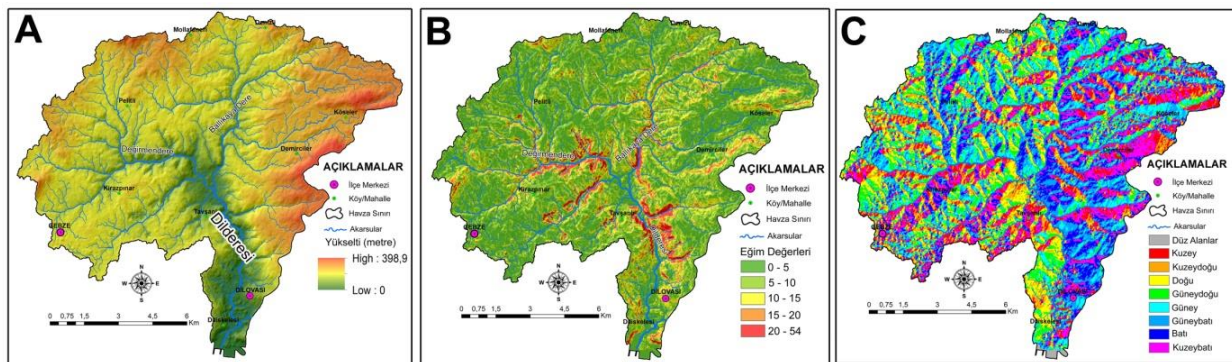
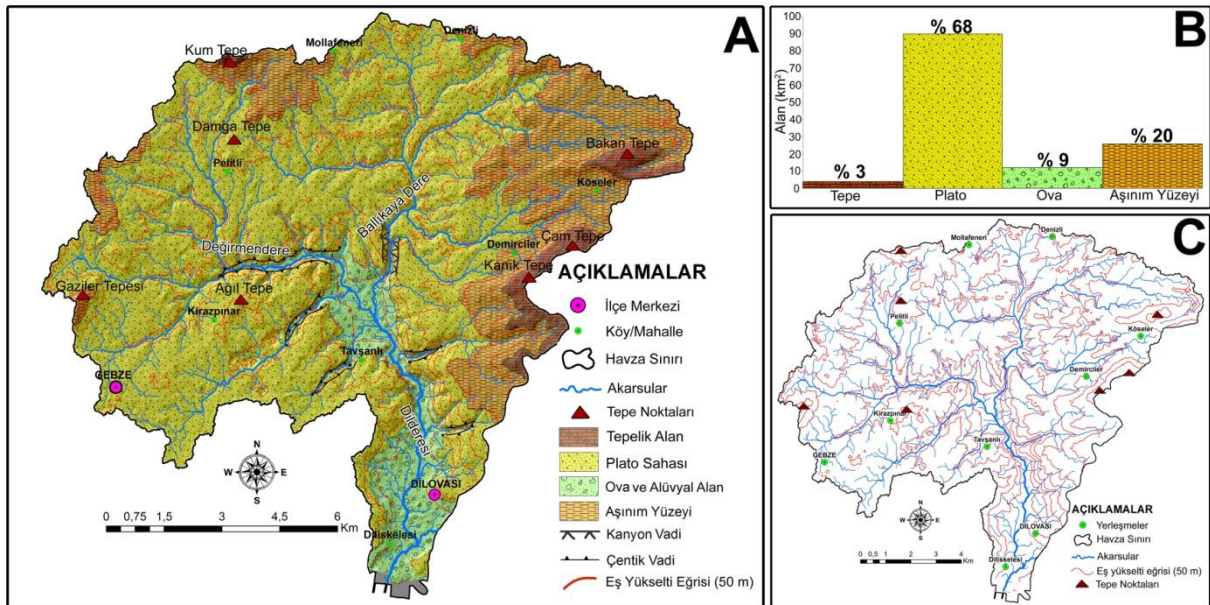
İnceleme alanında jeolojik yapıyı farklı yaşlardan ve birimlerden müteşekkil formasyonlar meydana getirir. Paleozoik yaşlı birimler havza alanının batı ve kuzeybatısında bulunmaktadır (Şekil 2). Alt-Orta Ordovisiyen yaşlı Kurtköy ve Gözdağ formasyonu kuvars ve kumtaşından, yine Paleozoik yaşlı Dolayoba, Kartal, Büyükada, Yörükali ve formasyonları kalker, şeyl ve kumtaşı birimlerinden oluşmaktadır. Bu birimlere Tavşanlı ve Kirazpınar'ın batı ve kuzeybatısında rastlanılmaktadır. Havzanın batısındaki faylar formasyonların oldukça parçalı bir yapı göstermesine neden olmuştur (Hoşgören, 1995: 344; Seymen, 1995: 16). Sancaktepe graniti sahadaki volkanik litolojiyi meydana getirir. Alt Karbonifer yaşlı Trakya formasyonu ile Üst Permiyen yaşlı Kapaklı formasyonu diğer birimlere nazaran KD-GB doğrultusunda faylarla sınırlanmıştır (Şekil 2). Sahanın doğu-kuzeydoğusunda Demirciler formasyonu ve Balıkaya formasyonu özellikle kalker mostralarıyla jeolojik yapıyı oluşturmaktadır. Bu alandaki kalkerler dolomitik özellikte olup oldukça serttirler (Turoğlu vd., 1994: 319). Havzanın bu kesiminde de litolojik birimler faylarla sınırlanmış olup Tavşanlı'nın güneyinden itibaren ise Üst Kretase yaşlı Akveren formasyonu bulunmaktadır. Havzadaki Tersiyer'e ait birimler genellikle aşağı çığırdı yer almaktadır. Bu alanlarda şeyl, marn, kumtaşından oluşan Kayalitepe ve Meşetepe formasyonları görülmektedir. Çalışma alanında Kuvaterner yaşlı birimleri alüvyonlar teşkil eder. Özellikle havzanın aşağı kesiminde akarsuların sedimentasyonu ile oluşmuş Tavşanlı'da geniş alan kaplar ve daha güneyde Dilderesi'nin ağız kısmına yakın Dilovası'nda görülür (Ekinci ve İli, 2015: 22-41).



Şekil 3: Dilderesi Havzası Jeoloji Haritası (MTA Jeoloji Paftalarından Düzenlenerek)

Dilderesi havzası ve yakın çevresinin jeolojik-jeomorfolojik gelişimi Kocaeli Platosu'nda meydana gelen hadiseler dahilinde vuku bulmuştur. Havza ve yakın çevresi Üst Miyosen'de aşınmış ve plato özelliği kazanarak peneplen sahasına dönüşmüştür. Pliyosen- Pleyistosen arasında neotektonik etkenler havzanın asimetrik görünüm almasını sağlamıştır. Kuvaterner başlarında epirojenik karakterde olan hareketler, Üst Pliosen aşınım yüzeyinin bir parçası olan Kocaeli penepleninde yükselme, İzmit Körfezi'nde alçalma şeklinde vuku bulmuştur. Üst Pliyosende de aşınmaya devam eden saha, flüvyal etkenlerle daha da aşındırılmış arızalı görünüm ile vadiler meydana getirmiştir. Havza tektonik etkenler ve flüvyal süreçlerin ortak etkisinde günümüzdeki görüntüsünü kazanmıştır (Hoşgören, 1995: 344; Turoğlu 1994: 319; Seymen 1995: 16; Tari ve Tüysüz, 2008: 19; Uzun, 2015: 355; Ekinci ve İlze, 2015: 22-41; Uzun, 2019: 458).

Dilderesi havzası jeomorfolojik açıdan Kocaeli Platosu üzerinde yer alır. Burada genel topografik görünüm alçak plato alanları, hafif yüksek tepelik alanlar, kıyı ovası, alüvyal vadiler ve akarsular tarafından parçalanmış hafif arızalı bir görüntü şeklindedir. Havzada tepelik alanlar olarak belirtilen sahalar genelde aşınmaya karşı direnç göstermiş aşınım yüzeylerinden müteşekkildir ve yükselti seviyeleri 400 m.'yi geçmez (Hoşgören, 1995: 350). Çalışma alanında Kanık Tepe (380 m), Çam Tepe (398 m) ve Bakan Tepe (372 m) havzanın en yüksek noktalarını oluşturmaktadır. Bu alanlar genel olarak havzanın doğu kesimindedir (Şekil 3A). Havzanın kuzeybatısında Damga Tepe (248 m), Ceviz Tepe (289 m) ve Kum Tepe (295 m) gibi alanlar diğer yüksek kesimleri teşkil etmektedir. Havza geneli daha çok akarsular tarafından tesviye edilmiş plato sahasıdır. Genel olarak 150-300 m arasında plato alanı üzerinde aşınım yüzeyleri, dik ve az eğimli yamaçlar, sırtlar ve flüvyal etkenlerle bazı alanlarda derince yarılmış vadiler gözlemlenir. İnceleme alanındaki ova sahalarını Dilderesi'nin denize döküldüğü alandaki Dilovası ve Tavşanlı civarında akarsuların birleştiği saha meydana getirmektedir (Şekil 3). Havzada jeolojik yapı nedeniyle Ballıkaya vadisinde yer yer karstik şekillere de rastlanılmaktadır.



Havzanın yükselti değerleri 0-398 m arasında değişmektedir. Ortalama yükselti değeri 187 m.dir. Havzanın %50'sini 150-250 m aralığındaki yükselti oluşturmaktadır. Bu alanlar plato sahalarına tekabül eder. Alçak alanlar (0-100 m arası) sahada %10'luk bölümü meydana getirirken yüksek alanlar (300 m.den fazla) ise sadece %3,5'luk bir alan kaplamaktadır (**Şekil 4A**). Havzada genel olarak 0° - 10° (%79) arasındaki eğim değerlerinin olduğu gözlemlenmektedir (**Şekil 4B**). Bu alanlar sahanın plato özelliği ile daha çok az eğimli yamaçlara tekabül eder. Ancak flüvyal etkenlerin sahada büyük rol oynaması sebebiyle bazı alanlarda yüksek eğim değerlerine rastlanılmaktadır. Özellikle Dilderesi aşağı kesimi, Ballıkaya ve Değirmendere'nin Tavşanlı civarındaki vadilerinde erozif faaliyetlerin etkisinde çentik ve boğaz vadiler görülmekte ve eğim değerlerin oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Havzanın bakı durumunda ara ve ana yönlerin birbirine yakın değerleri hafifçe aşınmış arızalı topografik yüzeyin etkisini göstermektedir (**Şekil 4C**).

Havzada ana akarsu varlığını Dilderesi teşkil etmektedir. Ancak bu akarsu yüksek kesimlerdeki Değirmendere ve Ballıkaya Dere'nin kollarını Tavşanlı civarında kapar ve buradan Dilderesi (Tavşanlı Dere) ismi ile K-G doğrultusunda akış göstererek İzmit Körfezi'ne dökülür (**Şekil 3C**). Bu akarsuların kolları ise kısa boylu ve genel olarak geçici akış göstermektedir. Sahadaki ana drenaj ağını dendritik drenaj tipi oluşturmaktadır. Ancak tektonik ve jeomorfolojik özellikler havzada mikro ölçekte farklı drenaj tiplerinin (radyal, paralel, kancalı drenaj ağı) görülmesini de sağlamıştır (**Uzun, 2019: 471**).

İnceleme alanı, Karadeniz ve Akdeniz iklimlerinin arasında geçiş özelliği göstermektedir. Bu nedenle sahada Marmara iklimi ya da Geçiş iklimi görülür (**Darkot ve Tuncel, 1981: 21; Erinc, 1996: 375**). Ancak yapılan farklı iklim sınıflandırmalarına göre çalışma alanı ılıman iklim koşullarında yer almaktadır. Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre havza, kışları ılıman nemli orta enlem temel iklimi içerisinde yer almaktadır (**Öztürk vd., 2017: 21**). Bu sınıflandırma içerisinde alt iklim tipi olarak kışları ılık, yazları çok sıcak olan (Csa) iklim tipine tekabül eder ve bu iklim tipi Akdeniz İklimine karşılık gelmektedir (**Öztürk vd., 2017: 23**). Gebze istasyonu verilerine göre havza ve çevresinde yıllık ortalama sıcaklıklar $13,9^{\circ}\text{C}$ civarındadır. En soğuk ay $5,2^{\circ}\text{C}$ ortalaması ile ocak ayı iken en sıcak ay ortalama $23,1^{\circ}\text{C}$ ile Ağustos ayıdır. Dilderesi havzasında yıllık yağış miktarı 765 mm civarındadır. Havzanın yüksek kesimlerine doğru yağış miktarı biraz artmaktadır. Uzun yıllar ortalamasına göre yıllık toplam yağış miktarının %39'u kış mevsiminde, %28'i sonbahar, %21'i ilkbahar ve %12'si yaz mevsiminde düşmektedir. Yağışların çoğu kış mevsiminde görülür.

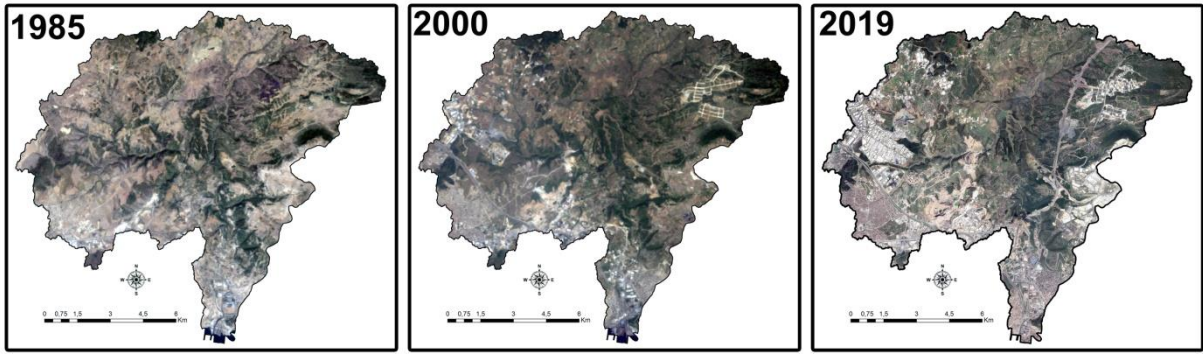
Havzanın büyük çoğunluğunu zonal toprak ordosu içerisindeki kireçsiz kahverengi topraklar oluşturmaktadır. Akarsuların vadileri ve yamaçlarında kollüvyal topraklar görülürken vadi tabanları, ova sahaları ve havzanın aşağı çıkırında alüvyal topraklar görülür. Kireçtaşının bulunduğu sahalarda rendzinalar toprak örtüsünü oluşturmaktadır. Havza, oldukça tahrip olmuş bitki örtüsü varlığına sahiptir. Bu nedenle genel olarak saha içerisinde maki-psödomaki ve garig türleri hakimdir. Özellikle 300 m seviyesine kadar görülen bu türlerin dışında nadir olarak mazı meşesi ve kermes meşesi görülmektedir (**Dönmez ve Gündördü, 1985: 145**). Orman varlığının az olmasıyla birlikte Ballıkaya vadisi çevresi ile havzanın doğu ve batısında kümeler halinde ağaçlık alanlara rastlanılmaktadır.

Havzadaki şehir yerleşim birimlerini Gebze ve Dilovası oluşturmaktadır. Gebze ve Dilovası ilçelerinin havzada kalan mahalleleriyle birlikte havzanın 2018 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemine Göre (ADNKS) göre toplam nüfusu 182.836 kişidir. Bu nüfusun %78,4 (143.361 kişi) Gebze, %21,6'sı (39.475 kişi) Dilovası ilçesinin sınırları içerisinde yaşamaktadır. Önemli bir ulaşım güzergahında yer alan Gebze ve çevresi, 1980'li yıllara kadar küçük bir şehir durumundayken, sanayi atılımları ile yoğun göç alan yer konumunda olmuştur. Bu nedenle çalışma alanının nüfusu özellikle son 30 yılda yaşanan göçle birlikte artış göstermiştir. Bu bakımdan 2008 yılında Gebze ilçesine bağlı Darıca, Çayırova ve Dilovası beldeleri ilçe statüsü kazanmıştır. Günümüzde Organize Sanayi Bölgeleri (OSB), fabrikalar ve sanayi tesisleri, depolama, liman tesisleri gibi ekonomik koşullar havza ve yakın çevresinin temel ekonomik faaliyetlerini oluşturmaktadır (**Tezkıran, 2009: 293**). Havzanın güneyi (aşağı çıkır) yoğun bir beşeri baskı altında kalmıştır. Havzanın kuzeyinde ise tarım ve mera alanları sanayi tesislerinin dışındaki diğer ekonomik faaliyet alanlarını oluşturmaktadır. Ayrıca İstanbul-Ankara TEM otoyolu (Trans European Motorway), D-100 Karayolu, İstanbul-İzmit arası demiryolu ve Kuzey Marmara Otoyolu- Osmangazi Köprüsü bağlantısı havza sınırları içerisinde geçmektedir.

BULGULAR

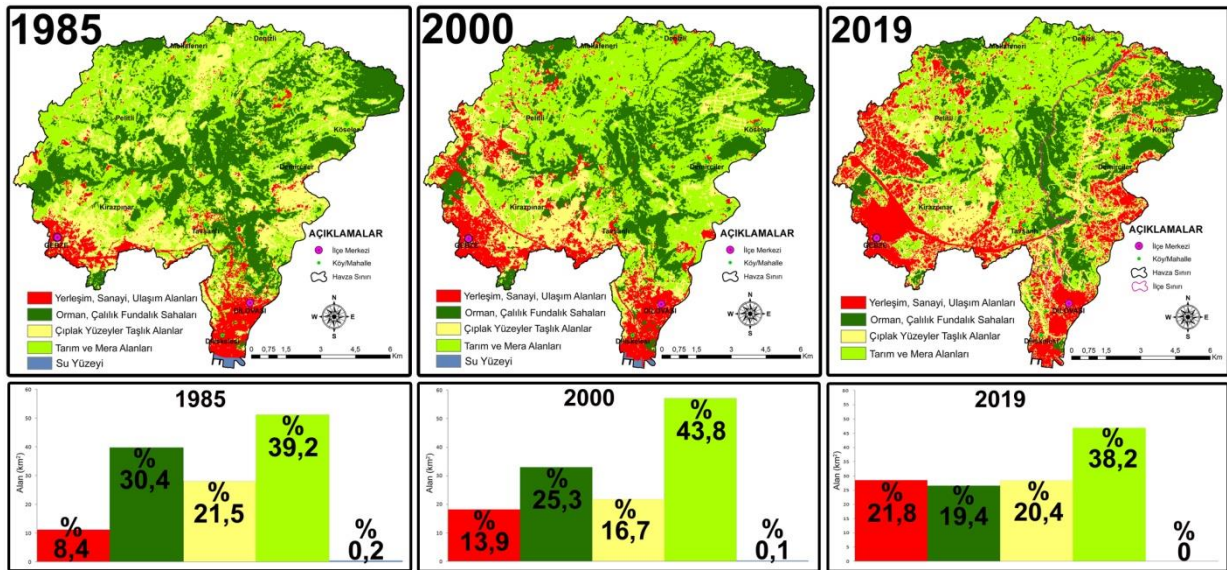
Dilderesi Havzası'nda Arazi Kullanımı ve Antropojenik Değişimler

Araştırma sahasında antropojenik koşulların yoğunlaştığı alanların tespiti için uydu görüntüleri yardımıyla havzadaki arazi kullanımını değişimi incelenmiştir. Havzanın 1985, 2000 ve 2019 yıllarına ait uydu görüntüleri bant kompozisyonları yapıldıktan sonra kontrollü sınıflandırmaya tabi tutulmuştur (**Şekil 5 ve 6**). Yapılan analiz sonucu sahada son 34 yılda büyük değişimlerin yaşandığı tespit edilmiştir (**Tablo 4, Şekil 5 ve 6**).



Şekil 6: Dilderesi Havzası'nın 1985, 2000 ve 2019 Yıllarına Ait Uydu Görüntüleri

Havzada incelenen yıllar içerisinde tarım-mera alanları ile orman-çalılık vb. alanlar azalmış, yerleşim ve sanayi alanları ise neredeyse 3 kat artış göstermiştir (Tablo 4). 1985 yılında havzanın güney kesimlerinde oldukça dar alanlı gözlemlenen yerleşim ve sanayi alanları özellikle D-100 ve TEM otoyoluna (O-4) doğru genişleyerek günümüzde daha geniş bir alana yayılmıştır. Günümüz koşullarında havzanın güney, batı ve doğu kenarlarında büyük değişimlerin yaşandığı görülmektedir (Şekil 5). Bu durumun nedenleri çalışma alanı ve yakın çevresinde (Gebze ve Dilovası ekseninde) sanayi tesislerinin kurulması, organize sanayi bölgesi, ulaşım ve bunlara bağlı olarak yaşanan yoğun göçle açıklanmaktadır. Bütün bu etkenler havzanın özellikle aşağı kesiminde yoğunlaşmıştır (Şekil 6). Bu alanlar antropojenik etkilerin yoğun baskısı altında yeniden tanzim edilmiş ve rölyef üzerinde değişiklikler yapılmıştır. Havzanın yukarı kesimlerinde tarım, mera, çalılık ve yer yer ormanlık alanların varlığı ile değişimin boyutunun az olduğu görülmektedir. Ancak bu alanlarda da son yıllarda yapılan Kuzey Marmara Otoyolu bağlantı çalışmalarının etkisinde değişimler ve antropojenik baskılar artış göstermiştir. İnceleme alanında diğer önemli değişim Dilderesi'nin ağız kesiminde meydana gelmiştir (Turoğlu 2019: 19). Bu alan sanayi odaklı liman tesislerinin yapılması nedeniyle doldurulmuş ve kara halini alarak kıyı dolgu alanını meydana getirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 7: Dilderesi Havzası'nda 1985, 2000 ve 2019 Yıllarındaki Arazi Kullanım Haritaları ve Oransal Grafikleri

	1985		2000		2019	
	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Yerleşim, Sanayi vb.	11,059136	8,49	18,141372	13,92	28,457059	21,84
Orman, Çalılık vb.	39,71382	30,48	32,975423	25,32	26,589802	19,49
Çıplak Taşlık Yüzey	28,032759	21,52	21,819093	16,74	28,390116	20,41
Tarım ve Mera	51,103785	39,25	57,085196	43,84	46,823203	38,26
Su Yüzeyleri	0,350755	0,26	0,239484	0,18	0	0

Arazi kullanımı durumunun analizi sonucu havzada yerleşim ve sanayi alanlarının artış gösterdiği ve günümüzde havza alanının %21,84'ünü oluşturduğu görülmektedir. Diğer yandan yapılan ulaşım ve yeni sanayi alanlarının geleceğe dönük

yerleşim baskını arttıracığı da anlaşılmaktadır. Son yıllarda arazi kullanımında yaşanan değişimler havzanın rölyefinde de morfojenetik süreçler açısından insan etkisinin büyük rol oynadığının göstergesidir. Bu durumda havzanın aşağı kesimi merkezli olarak antropojenik jeomorfoloji koşullarının gelişmesine neden olmuştur.

Dilderesi Havzası'nda Antropojenik Jeomorfoloji Koşullarının Boyutları, Dağılışı ve Etkileri

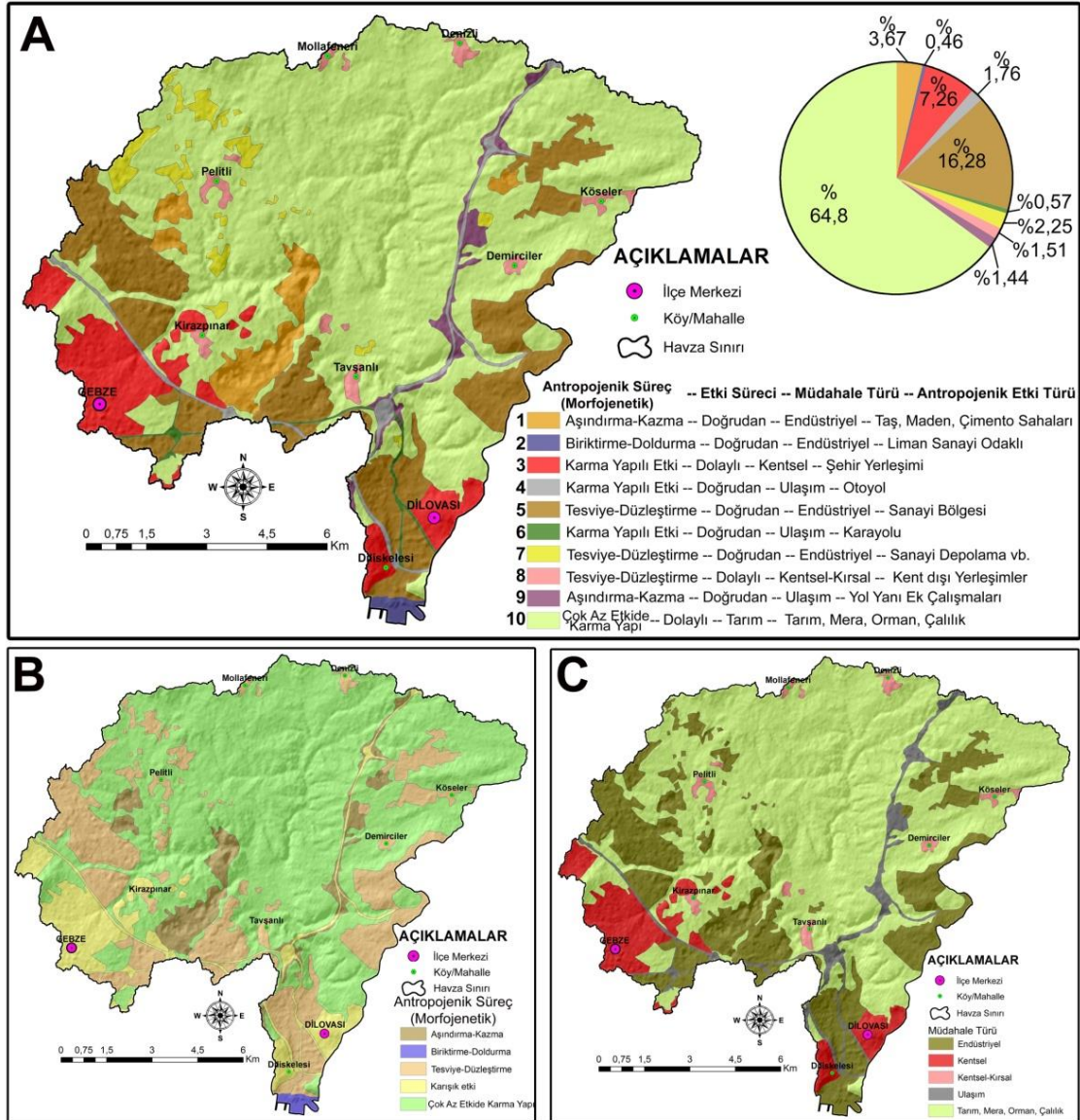
Dilderesi Havzası'ndaki antropojenik jeomorfoloji koşullarının tespiti, dağılışı ve etkileri için farklı sistematipler uygulanmıştır. Bu bakımdan ilk olarak tartışmalı olan ve formülde bazı sorunların olduğu PAJİ formülü hesaplanmış ancak bu çalışmanın ana verisini oluşturmamıştır. Bu formül sonucunun gerçek antropojenik jeomorfoloji etkisini ve boyutlarını göstermemesinden dolayı haritalar, incelenen kaynaklar, saha gözlemleri ve uydu görüntülerinden elde edilen bilgilerle antropojenik jeomorfoloji haritası oluşturmuş ve bulgular bu harita üzerinden değerlendirilerek çalışmanın odak noktasını meydana getirmiştir.

Antropojenik jeomorfoloji indeksi formülünün havzadaki verileriyle elde edilen sonuca göre etki oranı 0,45 olarak hesaplanmıştır. Formül sonucuna göre etki oranının orta düzeyde olduğu koruma ve önlemlerle problemlerin, zararların azaltılabileceği ortaya çıkmaktadır. Ancak sonucun 0,50'ye doğru yaklaşması gelecekte havzada zarar ve problemlerin oluşabileceği bunun neticesinde antropojenik jeomorfoloji etkisinin sorun yaratabileceği durumunu ortaya koymaktadır. Elde edilen değerlerin daha anlamlı hale gelebilmesi için değişimin tespit edildiği uydu görüntüsü yıllarındaki potansiyel antropojenik jeomorfoloji indeksini hesaplamak ve karşılaştırmak gerekmektedir. PAJİ formülünün uygulanması ile 1985 yılında etki indeksi 0,32 olarak hesaplanırken, 2000 yılında 0,31 olarak tespit edilmiştir. Değerlerin etki indeksindeki karşılığı her iki dönem için koruma ve önlemlerle problemlerin zararları azaltılabilmektedir. 2019 verileri ile kıyaslandığında ise değerlerin antropojenik etki açısından oldukça az seviyede olduğu ve son 30 yıllık dönemde havzada antropojenik değişimlerin, baskının arttığı ve yoğunlaştığı yorumu yapılmaktadır. Dilderesi Havzası'nda yapılan hesaplamalar sonucu ortaya çıkan 0,45 değeri, [Rozsa \(2010\)](#)'nın çalışmasında yer alan 2015 yılı Türkiye geneli (0,40) antropojenik jeomorfoloji etki indeksi oranının üzerindedir ([Rozsa, 2010: 288](#); [Özşahin 2013: 931](#)). Türkiye geneli ile Dilderesi Havzası kapsamında karşılaştırma yapıldığında, çalışma alanında Türkiye ortalamasının üzerinde yoğun ve zarar ile problem oluşturma potansiyeli yüksek antropojenik etkiler görülmektedir.

Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi verisi parametrelerinin antropojenik jeomorfoloji koşullarını tam anlamıyla açıklamada yetersiz kaldığı ve tartışmalı bir kaynak olduğu düşünülmektedir ([Szabo vd., 2010: 273](#); [Rózsa ve Novák, 2011: 109](#)). Bunun yanında formülün bilimsel açıdan kesin verilerle hesaplanmaması ve ortaya kesin sonuçları çıkarmaması diğer bir dezavantajı ortaya koymaktadır. Özellikle şehir nüfusu ya da okuma yazma bilmeyen nüfusun ülke genelinde yapılan büyük projelerin ürettiği yapay morfolojik değişimlerle herhangi bir ilişkisinin çok düşük olması sonucu göz ardı edilmiştir. Aynı zamanda incelenen sahada eğitim durumunun çevre algısıyla ilişkilendirilmesi diğer bir sorunu teşkil eder. Ortaya çıkan antropojenik durumlar orada yaşayan halkın çevre algısıyla değil yöneticiler ve karar vericilerin algısıyla daha çok alakalıdır. Diğer bir durum ise insanların çevre duyarlılığının günümüz koşullarında okuma yazma bilmeme ya da eğitim durumuyla çok fazla ilişkili olmamasıdır. Hatta artan eğitim ve teknoloji seviyesi doğayı değiştirmede ve şekillendirmede daha fazla etki yapmaktadır. Günümüz koşullarında güncellenmeye çalışılmış kısımları bulunan formülün ([Rózsa ve Novák, 2011: 111](#)) sonuç değeri belli alanlar için doğru olsada bu durumun ilçe, bölge ve havzaların tamamı için geçerli olamayacağı diğer bir tartışmalı durumu ortaya koymaktadır. Belirtilen tartışmalarla birlikte formülün havzada uygulanmasında ve sonuçlarında bilimsel açıdan hataların olması antropojenik jeomorfoloji çalışmalarında farklı sistematiğin ve yöntemlerin uygulanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu bakımdan Dilderesi Havzası'nda antropojenik jeomorfoloji koşullarının dağılışı, boyutlarını ve etkilerini daha kesin verilerle bilimsel açıdan incelemek amacıyla birçok parametrenin kullanıldığı yöntem uygulanmış ve çalışmasının temelini oluşturmuştur.

Dilderesi Havzası sınırları içerisinde uydu görüntüleri, arazi gözlemleri ve CBS temelli analizler sonucu farklı antropojenik jeomorfoloji sistematiği oluşturulmuştur. Çalışma alanının 2019 yılı uydu görüntüsü detaylıca taranmış, arazi gözlemleri yapılmış ve antropojenik kökenli topografik değişim alanları ve insan yapımı yüzey morfolojisi belirlenmiştir. Bu alanlar [Szabo \(2010\)](#), [Karataş \(2016\)](#) ve [Ertek \(2017\)](#)'in çalışmalarının temel alınması ve incelenmesi sonucu elde edilen bilgilerle sınıflandırılmıştır ([Szabo vd., 2010: 7](#); [Karataş 2016: 445](#); [Ertek 2017: 76](#)). Bu sınıflandırma antropojenik (morfojenetik) süreç, etki süreci, müdahale türü ve antropojenik etki türü olarak detaylandırılmıştır ([Şekil 7, Tablo 5](#)). Havzada değişimin yoğunlaştığı yerleşim, sanayi, ulaşım odaklı merkezlerin incelenmesi sonucu temel jeomorfolojik süreç olarak aşındırma ve biriktirme faaliyetinin morfojenetik kapsamı değerlendirilmiştir. Ancak bu sürecin bazı alanlarda karmaşık yapıda olması ve daha küçük boyutlarda rölyefi etkilemesi, tarım ve mera alanlarında ise kısa süreli gözlemlerin etkisinde ölçülemeyecek değişimlerin olması 5 farklı antropojenik sürecin Dilderesi Havzası'nda etkili olduğunu göstermektedir ([Tablo 5](#)). Bu durumdan hareketle temel olarak havzanın antropojeomorfoloji haritası oluşturulmuş ve belirtilen sınıflandırmaya tabi tutulmuştur ([Şekil 6](#)).

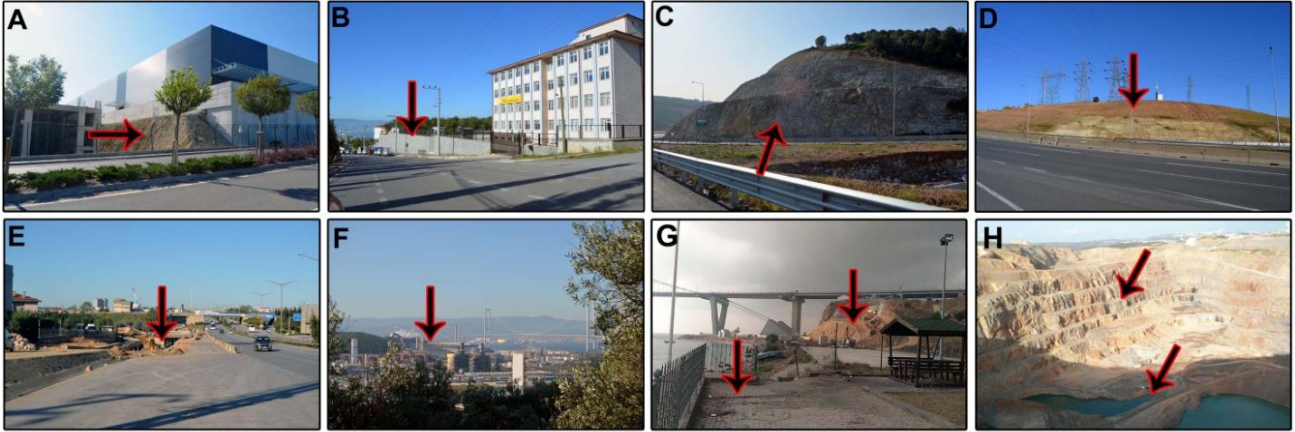
Yapılan analizler sonucu çalışma sahasının antropojenik jeomorfoloji haritası incelendiğinde, havzanın % 33,2'sinde yüksek oranda antropojenik değişimlerin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7A). Ancak havzanın yarısından fazla alanında (% 64,8) antropojenik jeomorfoloji koşullarının çok az etkili olduğu ya da hiç etkili olmadığı anlaşılmaktadır (Tablo 5). Havza içerisindeki Gebze ve Dilovası ilçeleri alanlarında da değerler havza geneli ile çok benzer koşullara sahiptir. Rölyef üzerinde meydana gelen değişimlerin havza genelinde yoğunlaştığı alanların havzanın aşağı çığırları ile doğu ve batı kesiminde olduğu dikkat çekmektedir. Özellikle Gebze ve Dilovası yerleşim merkezleri, D-100, TEM otoyolu ve bu yolun kuzeyindeki organize sanayi bölgeleri, taş ocakları sahası ile Kuzey Marmara bağlantı yolu antropojenik jeomorfoloji koşullarının en yoğun şekilde görüldüğü alanlardır (Şekil 7) (Fotoğraf 1).



Şekil 8: A) Dilderesi Havzası'nın Antropojenik Jeomorfoloji Haritası, B) Antropojenik Süreçlerin Dağılışı, C) Müdahale Türü Dağılışı

Havzanın antropojeomorfoloji haritası incelendiğinde 10 no'lu grup kapsamındaki koşullar toplam havza alanının % 64,8'ini oluşturmaktadır. Ancak bu alanlarda antropojenik koşulların rölyef üzerindeki etkisi çok az olup arazide gözlemlenmesi oldukça zordur. Ayrıca tarım odaklı arazi kullanımının olduğu bu alanlarda meydana gelebilecek değişimler daha çok dolaylı olarak oluşmaktadır. İnsan kaynaklı etki ve değişimlerin rölyef üzerinde en çok gözlemlenebildiği 5 no'lu grup havza toplam alanının %16,28'ini oluşturmaktadır. Endüstriyel kökenli müdahalelerin olduğu bu alanlarda rölyef üzerinde boyutsal olarak büyük değişimler olmamıştır. Ancak daha çok topografik yüzeyin tesviye ile düzleştirme faaliyetleri meydana gelmiştir. Yerleşim kökenli olan ve karmaşık yapıli etkiyle (3) morfojenetik sürece dahil olan sahalar endüstriyel kökenli değişimlerden sonra en büyük alanlı antropojenik koşulları meydana getirmektedir (% 7,26). Daha sonra ise en geniş alanlı antropojenik jeomorfoloji koşullarının yaşandığı sahaları 1 ve 7 no'lu gruptaki koşullar oluşturmaktadır. Aşındırma-kazma faaliyetlerinin yoğun şekilde yaşandığı ve rölyef üzerinde en büyük çaplı değişikliklerin

meydana geldiği taş ocağı kökenli antropojeomorfolojik koşullar diğer geniş alanlı etkileri meydana getirmektedir (Şekil 7A) (Fotoğraf 1). Diğer etki gruplarının alansal boyutları ise oldukça küçüktür. Ancak yaptıkları etkinin boyutu ve kapsamı farklılık göstermektedir.



Fotoğraf 1: Rölyefin Değişime Uğradığı Alanlar A) Dilovası Sanayi Bölgesi, B) Dilovası'nda Eğitim Alanı, C) ve D) D-100 Karayolu Kuzey Marmara Bağlantı Kavşağı, E) D-100 Gebze Yan Yol Çalışması, F) Dilovası-Dilderesi Sanayi Alanları G) Diliskelesi Kıyı Dolgu Alanları H) Kirazpınar Taş Ocağı Alanı

Havza genelinde yapılan analizin dışında havza içerisinde ilçelerin antropojeomorfolojik koşullarını değerlendirdiğimizde Gebze ve Dilovası ilçelerinde en büyük alanlı etki grubunu yine 5'ncü grup oluşturmaktadır. Belirtilen koşulun etki alanı Gebze'de %13,44'lük oranı ile havza geneline göre daha dar alanda görülürken, Dilovası'nda % 20,87 ile daha geniş alanda görülmektedir. İki ilçe alanı arasındaki temel farklılıklardan diğeri, biriktirme-doldurma morfojenetik süreci ile oluşturulan liman odaklı kıyı dolgu alanlarının Dilovası yerleşim sınırları içerisinde yer almasıdır (Fotoğraf 2). Bunun dışında Gebze ilçesinde sanayi depolama alanlarının oluşturduğu tesviye-düzleştirme etkisi ile taş ocakları kökenindeki aşındırma-kazma morfojenetik süreci daha fazla iken, Dilovası'nda Kuzey Marmara bağlantı yolu çalışmaları nedeni ile ulaşım kökenli aşındırma-kazma morfojenetik süreci alansal olarak daha geniş çapta görülmektedir (Tablo 5).

Tablo 5: Dilderesi Havzası Geneli ve Havza İçerisindeki Gebze ve Dilovası İlçeleri Kapsamında Antropojenik Jeomorfoloji Sınıflandırma Verilerinin Sayısal Değerleri						
Antropojeomorfoloji Dağılım Grubu ⁴⁷	Havza Geneli		Gebze		Dilovası	
	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
1	4,850901	3,67	4,525787	5,47	0,325114	0,65
2	0,613518	0,46	0	0	0,613518	1,24
3	9,581802	7,26	7,177025	8,66	2,404777	4,87
4	2,331925	1,76	1,07458	1,29	1,257345	2,55
5	21,439065	16,28	11,135117	13,44	10,303948	20,87
6	0,764704	0,57	0,502302	0,61	0,262401	0,53
7	2,9812	2,25	2,859153	3,45	0,122047	0,24
8	1,996149	1,51	1,529044	1,84	0,467105	0,94
9	1,907808	1,44	0,335303	0,41	1,572504	3,19
10	85,797386	64,8	53,715199	64,83	32,082186	64,92
Toplam	132,264458	100	82,85351	100	49,410945	100
Antropojenik (Morfojenetik) Süreç	Havza Geneli		Gebze		Dilovası	
	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Aşındırma-Kazma	6,758708	5,19	4,86109	5,86	1,897618	3,84
Biriktirme-Doldurma	0,613518	0,46	0	0	0,613518	1,24
Tesviye-Düzleştirme	26,416414	19,97	15,523313	18,74	10,893101	22,06
Karma Yapılı Etki	12,678431	9,58	8,753908	10,57	3,924523	7,94
Çok Az Etkili Karma yapı	85,797386	64,8	53,715199	64,83	32,082186	64,92
Müdahale Türü	Havza Geneli		Gebze		Dilovası	
	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Endüstriyel	29,884684	22,59	18,520056	22,35	11,364627	23,01
Yerleşim	11,577951	8,75	8,706069	10,51	2,871882	5,81
Ulaşım	5,004437	3,86	1,912186	2,31	3,092251	6,26
Diğer (Tarım, Mera)	85,797386	64,8	53,715199	64,83	32,082186	64,92

⁴⁷ Antropojenik jeomorfoloji dağılım grubu numaralarının açılımı ve sistematigi Şekil 7-A'da antropojeomorfoloji haritasında detaylıca belirtilmiştir.



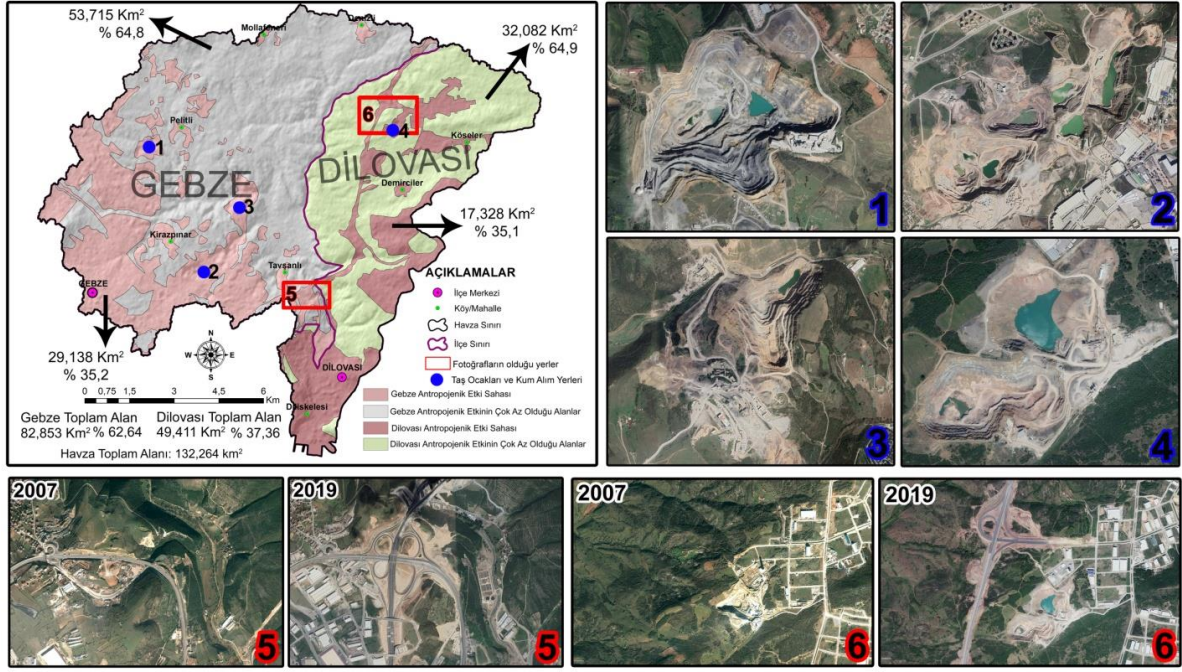
Fotoğraf 2: Havzanın Aşağı Kesimi ve Dilderesi Ağız Kısımında Meydana Gelen Antropojenik Kıyı Dolgu Alanı ve Diğer Rölyef Değişimleri (Kaynak: <https://www.youtube.com/channel/UCrQL5VhWgh0PaDRSoC-Glug>)

Antropojeomorfolojik koşullarda temel olarak antropojenik (morfojenetik) süreçte iki aşamalı tanzim meydana gelmiştir. Bunlar aşındırma ve biriktirme faaliyetleridir. Ancak antropojeomorfolojik süreçlerde daha küçük boyutlarda (boyutsal olarak 1m'den az) meydana gelen tesviye-düzleştirme işleme bu süreçlere üçüncü bir boyut katmıştır. Antropojenik etkende en geniş alanlı morfojenetik süreç tesviye-düzleştirme (% 19,97) işlemleridir. Bu alanlar genelde endüstriyel sahaların olduğu yerlerde görülmektedir (**Fotoğraf 3**). Daha sonra karma yapıli süreçler (% 9,58), aşındırma-kazma (% 5,19) ve biriktirme-doldurma (% 0,46) faaliyetleri yer almaktadır (**Tablo 5**). Ancak havzada görülen karma etkili alanlarda (yerleşim ve ulaşım sahalarında) biriktirme ve aşındırma faaliyetleri ile yer yer düzleştirme süreçlerinin ortak etkisinin olduğu gözlemlenmektedir. Aşındırma-kazma faaliyetleri özellikle TEM otoyolunun kuzeyindeki taş ocakları sahasında görülmekte ve rölyef üzerinde boyutsal açıdan büyük değişiklikler oluşturmaktadır (**Şekil 7 ve 8**). Biriktirme-doldurma faaliyeti ise kıyı alanındaki dolgu sahaları ile meydana gelmiştir (**Tablo 5**).



Fotoğraf 3: Dilderesi Havzası'nın Doğudan Görünümü ve Meydana Gelen Antropojenik Değişim Alanları

Çalışma alanında antropojenik jeomorfoloji koşullarını müdahale türü açısından incelediğimizde; en az etkiyi yapan ve havzanın 2/3'ünü teşkil eden temel müdahale türü tarım, mera, orman ve çalılık alanlardan müteşekkildir. Bu alanlar özellikle havzanın yukarı çığırında Mollafeneri, Denizli, Pelitli, Tavşanlı arasında yer almaktadır (**Şekil 7C**). Endüstriyel kökenli müdahale türü ise antropojenik jeomorfoloji koşullarının en çok görüldüğü saha olup % 22,59'luk oranı ile havza genelinde geniş bir alana sahiptir (**Fotoğraf 4**). Daha sonra ise yerleşim alanları (% 8,75) ve ulaşım (% 3,86) kökenli müdahale türü gelmektedir (**Tablo 5**). Gebze ve Dilovası ilçeleri sınırları içerisinde benzer koşullar gözlemlenmektedir. Fakat Gebze ilçe alanında yerleşim kökenli, Dilovası ilçe alanında ulaşım kökenli müdahale türü artış göstermektedir. Bu durumun nedeni Gebze'nin daha yoğun nüfuslu ve geniş alanlı yerleşim olması, Dilovası sınırlarından ise D-100, TEM otoyolu ve Kuzey Marmara bağlantı yolunun geçmesidir (**Şekil 8**).



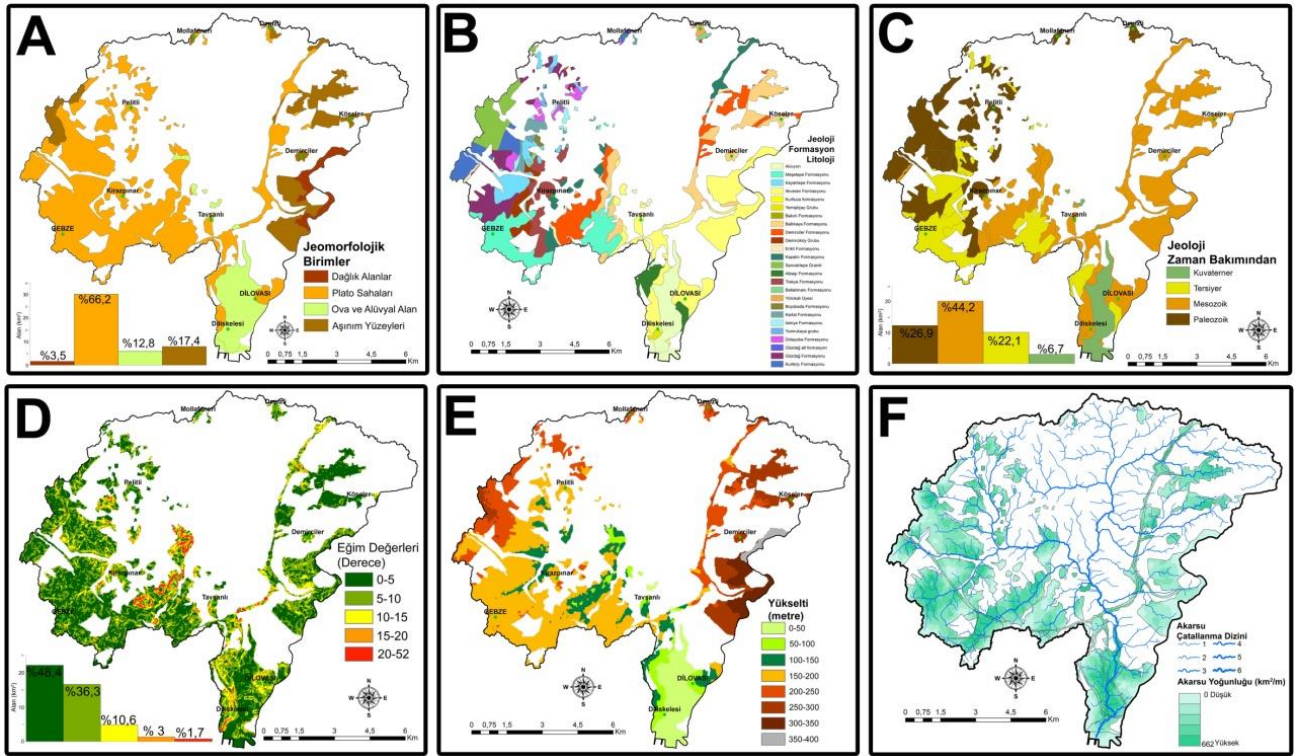
Şekil 9: Havzada Gebze ve Dilovası İlçe Sınırları Kapsamındaki Antropojenik Jeomorfoloji Koşullarının Sayısal Değerleri ve Rölyefte Meydana Gelen Değişim Alanları, 1) Pelitli, 2) Kirazpınar TEM, 3) Kirazpınar Kuzey ve 4) Köselers Taş Ocakları, 5) D-100 Kuzey Marmara Bağlantı Yolu ile Değişen Rölyef Durumu 6) Kuzey Marmara Bağlantı Yolu Köselers Mevkii Değişen Rölyef Koşulları

Havzayı genel olarak antropojeomorfolojik koşullar açısından incelediğimizde Gebze ve Dilovası sınırları içerisinde benzer koşulların olması ile birlikte birtakım farklılıklar da görülmektedir. Havzanın batı kesimini oluşturan ve havza alanının % 62,64'ni meydana getiren Gebze ilçe sınırları alanının % 35'inde antropojeomorfolojik koşulların etkili olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8). Dilovası ilçe sınırları havzanın toplam alanının % 37,36'sını oluşturmaktadır. Dilovası ilçe sınırlarında antropojenik koşullar % 35,1 oranında yaşanmaktadır. Bu iki alan havza genelindeki oransal değere çok yakındır. Bu durumun havzanın antropojenik etki zarar indeksinde aynı değerde etkiye sahip olduklarını göstermektedir. Aynı zamanda değerlerin bu şekilde oluşması, Dilovası yerleşim biriminin 10 yıl öncesine kadar Gebze'ye bağlı olması ve beşeri gelişimini batı yönünde sürdürmesinden kaynaklanmaktadır.



Fotoğraf 4: Gebze Kirazpınar Mahallesi Çevresindeki Antropojenik Jeomorfoloji Koşulları (Güneyden Kuzeye Bakış)

Dilderesi Havzası'nda antropojeomorfolojik koşullarının boyutları ve etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için antropojenik baskının fazla olduğu sahalardaki jeoloji (formasyon ve zaman bakımından), jeomorfoloji, eğim, yükselti ve hidrografik durum incelenmiştir (Şekil 9). Bu özelliklerin incelenmesi aynı zamanda havzadaki antropojenik jeomorfoloji koşullarının baskın olduğu alanlarda hangi çevresel etmenlerin etkileyici güç olarak ön plana çıktığı konusunda da yorum yapmamızı sağlayacaktır. Antropojeomorfoloji etki alanı, arazi kullanımı verileriyle ortaya çıkarılmış, havzanın % 33,2'sini oluşturmaktadır ve genel olarak havzanın aşağı kesimlerinde (güney ve batısı) yer almaktadır.



Şekil 10: Dilderesi Havzası Antropojenik Jeomorfolojinin Yoğun Olduğu Alanlardaki, A) Jeomorfoloji Haritası, B) Jeoloji (Formasyon) Haritası, C) Jeoloji (Zaman Bakımından) Haritası, D) Eğim Haritası, E) Yükselti Kademeleri Haritası, F) Akarsu Yoğunluğu Haritası

Antropojeomorfolojik etki alanındaki jeomorfolojik birimlerin dağılımına baktığımızda bu alanların daha çok plato sahalılarında (% 66,25) dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu durumun nedeni doğal olarak havzanın Kocaeli Platosu üzerinde bulunması ve en geniş alanlı ana jeomorfolojik birimi teşkil etmesinden kaynaklanmaktadır (Şekil 9A). Doğal olarak plato sahasında ekstrem yüksekliklerin görülmemesi ve bazı alanlar hariç aşınım-parçalanmanın (Uzun, 2019: 470) yüksek olmaması beşerî faaliyetlerin yayılmasını ve antropojenik jeomorfoloji etkisinin bu sahalarda artmasını sağlamıştır. Antropojenik etki alanlarının diğer görüldüğü sahalarda, plato alanları ile aynı koşulları sağlayan aşınım yüzeyleri ve ova alanlarıdır. Özellikle Dilderesi'nin meydana getirdiği alüvyal ova hem jeomorfolojik hem de hidrografik olanakları ile sanayi tesislerin kurulmasında ve oluşan antropojenik değişimde önemli rol oynamıştır. Tepelik alanlar havzada çok az olduğu için antropojeomorfolojik durumda tetikleyici bir role sahip değildir.

Havzadaki antropojeomorfolojik koşullarının etkili olduğu alanlarda yapıya jeolojik zaman açısından baktığımızda daha çok Mesozoik yaşlı birimlerin olduğu alanlarda (% 44,2) bu koşulların gerçekleştiği görülmektedir. Paleozoik ve Tersiyer birimleri ise belli oranda antropojenezin olduğu alanları oluşturmaktadır. Kuvaterner yaşlı sahalarda havzanın aşağı çığı ve Dilderesi'nin denize döküldüğü alanda görülür ve özellikle endüstriyel kökenli antropojenik jeomorfoloji koşullarının hâkim olduğu alanlarda burada yer alır (Şekil 9C). Dilderesi Havzası'nda antropojenik jeomorfoloji koşullarının jeolojik birimlerin yaşları açısından çok fazla tetikleyici etkiye sahip olmadığı anlaşılmaktadır. Jeolojik koşulları antropojeomorfolojik etki alanı içerisinde litoloji ve formasyon açısından daha detaylı incelediğimizde, en geniş alanlı formasyon grubunu Akveren formasyonu oluşturmaktadır. Belirtilen alanın % 20,26'sını biyoklastik kireçtaşı ve şeyl'den oluşan Üst Kretase yaşlı bu formasyon teşkil eder. Miyosen yaşlı Meşetepe Formasyonu şeyl, marn, kilitaşı, kumtaşı gibi birçok birimden oluşmakta ve antropojenik etki alanının litolojik açıdan % 12,4'ünü meydana getirmektedir (Şekil 9B). Ballıkaya Formasyonu % 9,6, Demirciler Formasyonu % 9,2 ve alüvyonlar % 6,68, oranında alan kaplamaktadır. Bu formasyonların dışında da 16 ayrı litolojik formasyon bu alanda yer alır. Bu durum havza içerisinde gelişen antropojenik alanların litolojik birimlerden çok fazla etkilenmediğini göstermektedir. Havzanın formasyonlar açısından heterojen yapıda olması birçok özellik ve farklı dirençlerdeki litolojik birimlerin antropojenik etkenlerle her türlü müdahaleye maruz kalabildiğini göstermektedir.

Eğim ve yükselti değerlerinin antropojeomorfolojik etki alanındaki dağılım ve oranlarına baktığımızda, havzanın tamamı ile bu alanlardaki koşullarda bazı farklılıklar gözlemlenmektedir. Antropojenik jeomorfoloji koşullarının hakim olduğu alanların % 84'ü 0°-10° arasındaki eğim değerlerinin olduğu alanlarda görülmektedir (Şekil 9D). Bu durum insanlığın teknolojinin çok fazla ilerlemesine rağmen çevresel etkenler ölçeğinde beşerî faaliyetlere daha uygun koşulları daima tercih ettiğini göstermektedir. Antropojeomorfoloji etki alanını yükselti basamakları açısından değerlendirdiğimizde bu

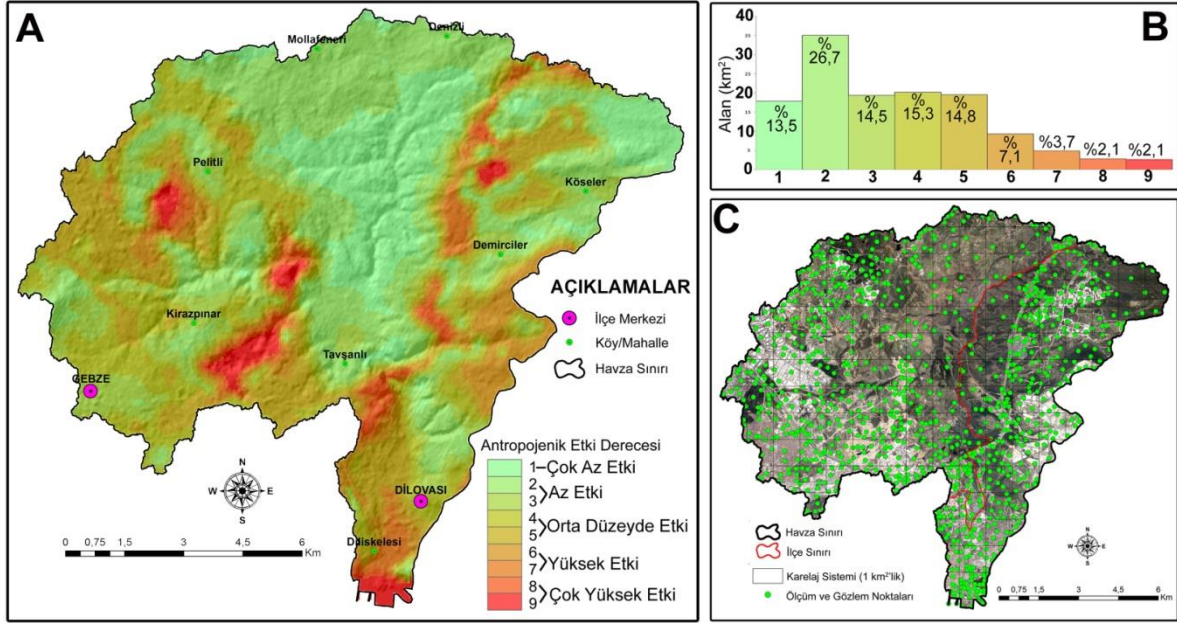
alanların 0-200 m arasındaki yükseltelerin olduğu alanlarda yoğunlaştığı (% 66) tespit edilmiştir (Şekil 9E). Bu durum hem denize yakınlık, ova-düzlük ve alçak plato alanlarının Dilderesi Havzası'nın aşağı kesiminde bulunması ile ilişkili hem de ulaşım ve tarihsel yerleşme alanının bu sahalardan itibaren yayılış göstermesi ile ilişkilidir.

Dilderesi Havzası antropojeomorfolojik etki alanı hidrografik koşullar açısından akarsu yoğunluğu kapsamında değerlendirildiğinde, akarsuların tetikleyici bir güç olduğu söylenebilmektedir. Dilderesi aşağı çığırının Tavşanlı'ya kadar olan kesimi nerdeyse tamamen endüstriyel ve kentsel müdahale türüne maruz kalmıştır (Şekil 9F). Bu alanın dışında ana akarsuyun iki önemli kolundan biri olan Değirmendere vadisi boyunca da endüstriyel kökenli antropojenez etkenler varlığını göstermektedir. Bu bakımdan suyun insan için tarihsel süreçte daima en önemli çevresel faktörlerden biri olduğu düşünüldüğünde havza sınırları içerisinde de akarsu yoğunluğunun fazla olduğu sahalarda antropojeomorfolojik süreçlerin yüksek miktarda etkisi altında kalmıştır. Havza sınırları içerisinde diğer önemli akarsu olan Ballıkaya Deresi ise tabiat park alanı olmasından dolayı belli korumalar altında bulunmaktadır. Bu nedenle bu derenin yatağı ve yakın çevresinde antropojenezin etkisi doğrudan görülmektedir. Bütün koşullar değerlendirildiğinde akarsulara yakınlık antropojenik jeomorfoloji koşullarını yüksek düzeyde çekici etmen olarak algılamakta ve akarsuların bütün boyutlarını etkilemektedir.

Dilderesi Havzası'nda farklı analiz ve çalışmalarla belirtilen antropojenik jeomorfoloji koşullarının ve etkilerinin daha iyi anlaşılması için uydu görüntüleri ve arazi çalışmalarıyla havzada 500'den fazla nokta belirlenmiştir. Belirlenen alanlardaki rölyef değişimi, belli ölçüm değerleri ve gözlemlerle analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu analizde farklı değerdeki aşınım, biriktirme, tesviye, karmaşık etki alanları ile etkinin çok az olduğu alanlar ve rölyef üzerindeki değişimin nicel boyutu göz önünde bulundurularak 1'den 9'a kadar etki değerleri verilmiştir. En az etki ve değişimin görüldüğü alanlar 1'e, en çok değişimin görüldüğü alanlar ise 9'a yakın değerler göstermektedir (Tablo 6). Elde edilen bütün veriler analiz edilmiş ve enterpolasyona tabi tutularak dağılış haritası üretilmiştir (Şekil 10).

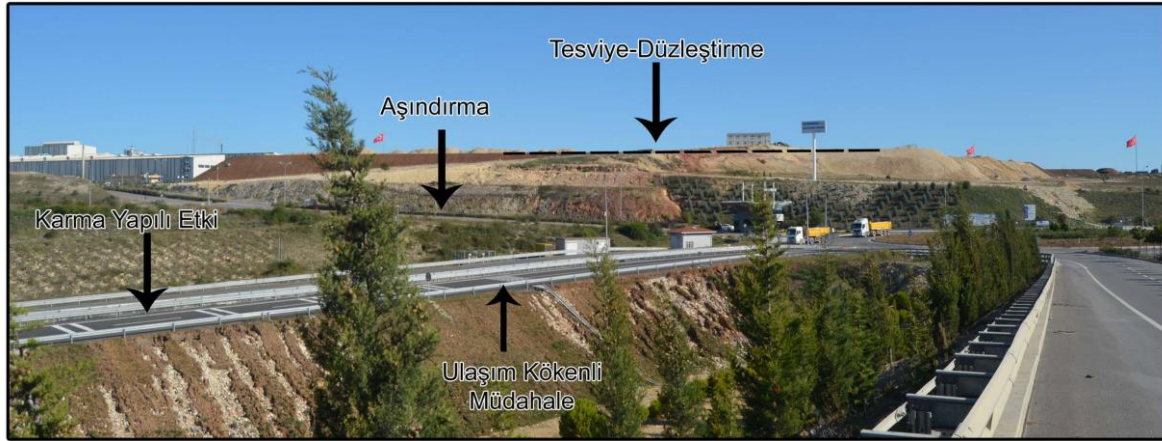
Tablo 6: Dilderesi Havzası'nda Yapılan Ölçüm ve Gözlemlerle Elde Edilen Antropojenik Jeomorfoloji Değişim-Etki Değerlerinin Alansal ve Oransal Verileri							
Etki Düzeyi	Etki Değeri	Havza Geneli		Gebze		Dilovası	
		Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Çok Az Etki	1	17,817641	13,55	10,718742	13,05	7,085267	14,52
	2	35,050724	26,69	24,130515	29,38	10,853897	22,24
Az Etki	3	19,317029	14,49	12,531065	15,27	6,73634	13,81
	4	20,166343	15,34	13,772395	16,76	6,330928	12,97
Orta Düzeyde Etki	5	19,533644	14,86	12,317523	14,99	7,137467	14,62
	6	9,243794	7,07	2,983337	3,63	6,210947	12,72
Yüksek Etki	7	4,868962	3,72	2,069807	2,52	2,780418	5,69
	8	2,780351	2,17	1,8389	2,23	0,834602	1,71
Çok Yüksek Etki	9	2,637966	2,11	1,777389	2,17	0,842437	1,72

Yukarıda bahsedilen analiz çalışması sonucu havza genelinde antropojenezin etkisinin, değişimin çok az ve az olduğu sahalarda toplam alanın % 54,6'sını oluşturmaktadır (Tablo 6). Havza sınırları içerisindeki Gebze ve Dilovası ilçe alanlarında benzer durumlar görülmekte fakat etki oranının az olduğu alanlar Dilovası'nda daha az yer kaplamaktadır. Antropojenik jeomorfoloji koşullarının orta düzeyde etkili olduğu alanlar havza genelinde % 30,1 Gebze sınırları içerisinde % 30,6 ve Dilovası'nda % 27,5'lik alanda görülmektedir (Tablo 6). Antropojeomorfolojik durum ve rölyef değişiminin yüksek ve çok yüksek olduğu alanlar Dilderesi Havzası genelinde % 14,9, havza içerisindeki Gebze ilçe sınırlarında % 10,4 ve Dilovası'nda % 21,7'lik oranda alan kaplamaktadır (Tablo 6). Aslında bu veriler çalışmadaki asıl sonucu göstermektedir. Rölyef değişimi ve antropojenik etki havza içerisinde Gebze'de azalırken Dilovası'nda alansal olarak artmaktadır. Durumun bu şekilde oluşmasında Diliskelesi kıyısındaki biriktirme faaliyetleri sonucu oluşan kıyı dolgu alanları, Dilderesi yatağının aşağı çığırındaki ıslah çalışmaları, TEM otoyolu, sanayi bölgesi alanları, taş ocağı sahaları ve Kuzey Marmara bağlantı yolu çalışmalarından kaynaklanmaktadır (Şekil 10). Gebze kesiminde ise en yüksek değişim değerleri Tavşanlı-Kirazpınar arasındaki taş ocaklarında, organize sanayi bölgesi ve TEM otoyolu civarında gözlemlenmektedir.



Şekil 11: A) Dilderesi Havzası'nda Gözlem ve Ölçümlerin Natural Neighbour Entepolasyonu ile Oluşturulmuş Antropojenik Jeomorfoloji Değişim-Etki Haritası **B)** Elde Edilen Değerlerin Oransal Grafiği **C)** Arazi ile Uydu Görüntüsü Ölçüm ve Gözlem Noktaları

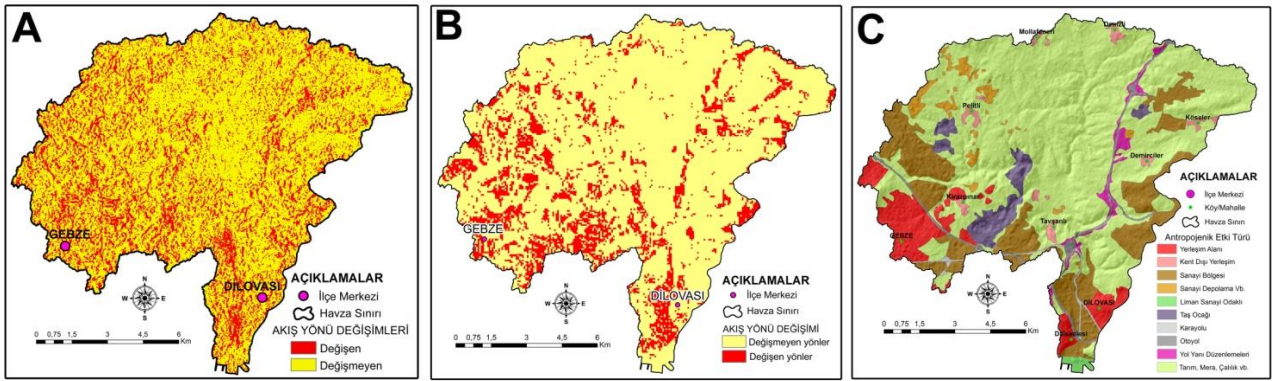
Antropojenik jeomorfoloji etki oranının ve rölyef değişimin çok yüksek değerler gösterdiği alanlar Kirazpınar ve Pelitli civarındaki, Demirciler kuzeyindeki taş ocaklarında yer almaktadır (Şekil 10). Bu alanları etkisi yine çok yüksek sahalar olan ve ulaşım odaklı aşınma-kazma antropojenik sürecinin geliştiği alanlar takip eder. Özellikle Kuzey Marmara bağlantı yolu kapsamında yapılan yol çalışmaları ile bu alanların kesişim noktası olan Tavşanlı'nın güneydoğusundaki D-100 kesimi çok yüksek etkilerin görüldüğü ve rölyefin yeniden tanzim edildiği alanlardır (Şekil 10). Diğer bir saha ise Dilderesi deltasında, yer kazanma amacıyla yapılmış kıyı dolgu alanlarıdır. Yüksek antropojenik koşulların görüldüğü bu alanları Gebze ve Dilovası ilçe sınırlarında yer alan özellikle tesviye-düzleştirme sürecinin görüldüğü organize sanayi bölgeleri takip etmektedir (Fotoğraf 5). Yerleşim alanları ise bazı kesimlerde orta düzeyde bazı alanlarda ise az düzeyde jeomorfolojik görünümde etki yapmaktadır.



Fotoğraf 5: Dilovası Sanayi Bölgesi ve Kuzey Marmara Bağlantı Yolu Kapsamındaki Antropojeomorfolojik Görünüm

Antropojenik jeomorfoloji verilerini değerlendirdiğimizde havzanın birçok unsuruna etki eden faktörlerin varlığı dikkat çekmektedir. Gebze ve Dilovası yerleşim alanlarının hızlı nüfus artışı ve göçle büyümesi, özellikle havzanın güney-güneybatı kesiminde yerleşme kaynaklı değişimlerin yaşanmasına neden olmuştur. Belirtilen yerleşim alanlarında asfalt yollar, bina ve diğer yapılar için aşındırma-kazma-tesviye işlemlerin ortak etkisinde karma yapıları antropojeomorfolojik koşullar egemen olmuştur. Gebze-Yenikent Mahallesi ile başlayan ve kuzeyde TEM otoyolunun sınır olduğu yerleşim alanları, bu sahaları güneyden takip ederek Dilovası-Orhangazi mahallesine kadar neredeyse kesintisiz bir kuşak oluşturur. Yüzeyle düzleştirmeler ve daha büyük boyutlardaki deformasyonun bulunduğu bu alanlar aynı zamanda havzanın yukarı ve aşağı çığıruları arasındaki bağlantısının kesintiye uğramasına neden olabilmektedir.

Havzada antropojenik jeomorfoloji etkisiyle meydana gelen değişimleri daha iyi analiz etmek için havzanın Landsat uydu görüntülerinden, 1986 yılına ait topografya haritası ve günümüz DEM verisinden üretilen akış yönleri (yamaç yönelimi) haritalarının bindirme analizi sonucu havzanın akış yönü değişim haritası yapılmıştır (Şekil 11). Ancak topografya haritasının ölçek değerinin günümüz ile aynı olmaması ve uydu görüntülerinden elde edilen akış yönlerinde hata paylarının olması akış yönü değişim haritalarının kesin veriler sağlamamasına neden olmuştur. Bu haritalar havzada yaşanan antropojenik jeomorfoloji koşulları ve dinamik sürecinin akış yönlerinin değişimine nasıl etki ettiğini hakkında ön bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır. Üretilen haritadaki akış değişim yönleri ile antropojeomorfolojik etkinin fazla olduğu alanların aynı olması oldukça dikkat çekicidir. Özellikle Dilderesi Havzası'nın batı ve güney kesiminde yoğun değişimlerin varlığı dikkat çeker. Havzanın aşağı çığı, taş ocakları ve sanayi bölgelerinin olduğu TEM otoyolunun kuzey kesimi, Kuzey Marmara bağlantı yolu, Dilovası çevresindeki değişim alanları diğer etki alanını göstermektedir (Şekil 11) (Fotoğraf 6 ve 7). Akış yönleri değişimini antropojenik etki türleri ile kıyasladığımızda, taş ocağı, ulaşım alanları ve sanayi bölgelerinde yoğun bir değişimin yaşandığı görülmektedir (Şekil 11). Özellikle havza sınırının aslında doğal olarak güney, batı, doğu kanadının değiştiği gözlemlenmektedir (Fotoğraf 6 ve 7). Bu durum havzadaki hidrolojik döngünün değişimi, su potansiyeli, erozyon durumu, sızma hadisesi ve ana akarsuyu oluşturan Dilderesi'nin akımını etkilemektedir.



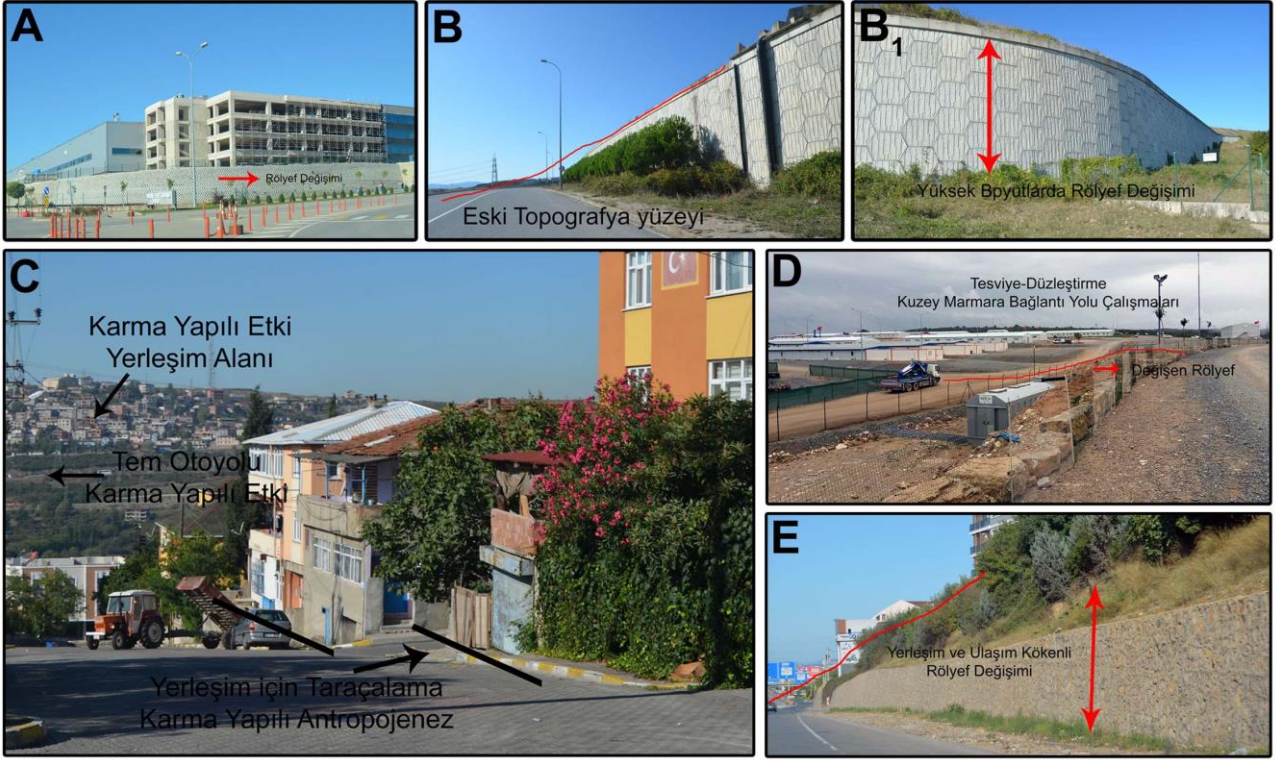
Şekil 12: Dilderesi Havzası Akış Yönü (Yamaç Yönelimi) Değişim Haritaları A) Landsat Uydu Görüntülerinden 1985-2019, B) Topografya Haritası ve Dem verisi üzerinden 1986-2019, C) Değişim Alanları Kapsamında Atropojenik Etki Türü Haritası



Fotoğraf 6: A) ve B) D-100, Tem ve Kuzey Marmara Otoyolu Bağlantısı İçin Rölyefin Değiştirilmesi, C) Dilovası Köşeler Mahallesi Yeni Yerleşim Amacıyla Rölyefin Düzenlenmesi

Çalışma alanında günümüz rölyef koşullarında gözlemlenen en geniş çaplı değişim alanlarını taş ocakları, kum çimento işleme tesisleri oluşturmaktadır. Bu alanlar Gebze-Kirazpınar, Pelitli ile Dilovası-Köşeler mahallerindeki alanlarda mevcuttur. Bu alanların birçoğunda rölyef aşındırılmış ve doğal olmayan çukur alanları meydana getirilmiştir. Bu çukur sahaları su ile dolu olup çevresindeki yamaçlarda eğim değerleri oldukça yüksektir. Gebze-Dilovası hattında yoğunlaşan endüstriyel kökenli değişimler geniş alan kaplamaktadır. Bu sahalarda yüzeyin arızalı görünümünü ortadan kaldırmak için tesviye-düzleştirme işlemleri yapılmıştır. Sanayi tesisleri, havzanın güneyini oluşturan eksende, TEM otoyolunun çevresi, havzanın batısı ile Dilovası'nın Diliskelesi-Köşeler mahalleleri arasında ve havzanın doğusunda yoğunlaşmıştır (Fotoğraf 7). Bu alanlarda daha çok düzleştirme işlemleri morfojenetik süreçleri oluşturmakta ve diğer koşullarda olduğu gibi havzanın akış deşarjına etki etmektedir. Ulaşım kökenli müdahaleler havza alanında geniş yer kaplamamasına rağmen antropojeomorfolojik etkenler açısından değişimleri ve etkileri oldukça büyük boyutlardır. Dilderesi Havzası içerisinden geçen D-100 karayolu, TEM otoyolu ile Kuzey Marmara bağlantı yolu güzergahında viyadük, tünel, yol düzleştirme faaliyetleri, yol açmak için yapılan rölyef tanzimi kapsamındaki çalışmalar sonucu havza üzerinde antropojenik değişimlerin büyük etkisi görülebilmektedir. Nitel ve nicel olarak boyutları tespit edilmeye çalışılan bu süreçlerin havzanın jeomorfolojik ve hidrografik yapısı ile süreçlerine olan etkileri havzanın tamamında zamanla ortaya çıkacaktır. Bu dinamik süreç, etkilenme sonucu ile doğal ortamın yanında beşeri faaliyetleri ve bölgede yaşayan insanları da etkileyebilecektir. Kıyı dolgu alanları havzanın doğal kıyısının tamamen değişmesine neden olmuştur. Özellikle sanayi odaklı yapılan limanlar

ile Dilderesi'nin ağız kesiminde yer alan sanayi faaliyetlerinin, havzanın aşağı kesiminin yanında, kıyı ekosistemini ve İzmit Körfezi'nde etkilemesi muhtemeldir.



Fotoğraf 7: A), B) ve B₁) Havzanın Doğu Kesimindeki Sanayi Odaklı Değişim Alanları, C) Dilovasında Yerleşim Amacıyla Yapılan Rölyef Tazimi D) Kuzey Marmara Bağlantı Yolu Çalışmaları ve Rölyef Değişimi E) Gebze D-100 Karayolu Kenarındaki Değişim

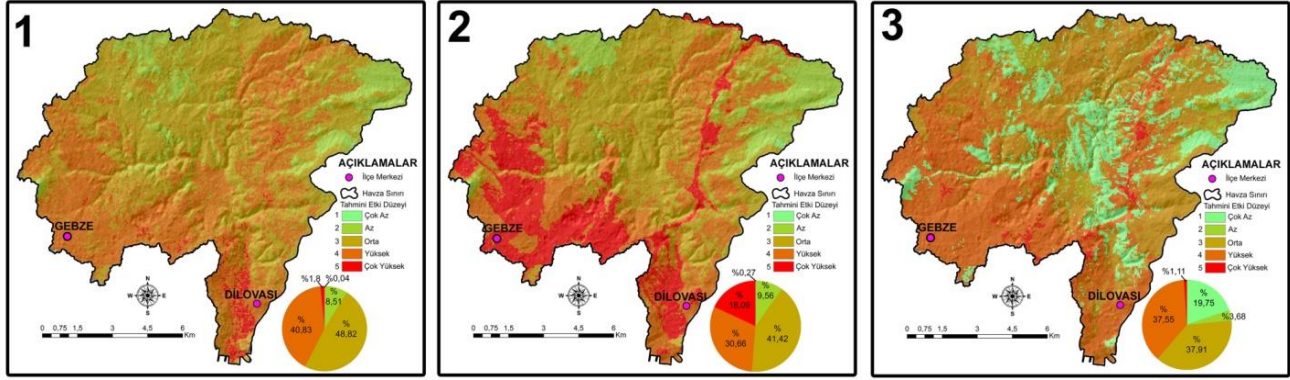
Dilderesi Havzası'nda Tahmini Antropojenik Jeomorfoloji Etki-Dağılı Senaryoları

Havzanın günümüz antropojenik jeomorfoloji verileri, dağılışı ve etki oranları ile değişim sahalarının gelişim durumları ve imar planlarının verileri kapsamında geleceğe yönelik tahminler oluşturulmuştur. Bu kapsamda Dilderesi Havzası içerisinde antropojenik jeomorfoloji koşulları ve etkileri 3 farklı senaryo üzerinden tahmin edilmeye çalışılmıştır. Yapılan ilk senaryoda havzanın bütün coğrafi koşullar değerlendirilmiştir. İkinci senaryoda yerleşim, sanayi ve ulaşım odaklı kapsam ön plana alınmış ve üçüncü senaryoda imar planı temelinde orman-ağaçlık ve koruma alanları (Ballıkaya Tabiat Parkı) temel alınarak tahminler yapılmıştır. Tahminler belirtilen durumlara göre farklı etki ağırlıkları ölçeğinde (1-5 arası) değerlendirilmiş ve ağırlıklı bindirme analizi yapılarak haritaları ve sayısal verileri oluşturulmuştur (Tablo 7, Şekil 12).

Dilderesi Havzası'nda antropojenik jeomorfoloji koşulları ve etki alanlarına ilişkin tahmin senaryolarının 1.'sinde; havzanın %89'luk kısmında orta ve yüksek etki düzeyinin görüleceği tahmin edilmiştir (Tablo 7). Bu alanlar havzanın, kuzeybatısı ve kuzeydoğusundaki hafif tepelik alanlar hariç tamamında görülmektedir (Şekil 12-1). Yapılan ilk senaryo sonucuna göre özellikle yerleşim, sanayi ve ulaşım etkenlerinin daha da artacağı düşünüldüğünden havza üzerindeki antropojenik jeomorfoloji etkisinin de buna paralel olarak yüksek düzeyde etki yapacağı tahmin edilmektedir. Aynı zamanda havzanın geniş alanda plato sahası olması, ova düzlüklerin varlığı, yükselti değerlerinin çok fazla olmaması ve eğim değerlerinin yüksek olmaması beşerî müdahalelerin yayılması için önemli bir çekici çevresel unsur olarak etki yapmaktadır. Birinci tahmin senaryosunda en yüksek etkiye maruz kalması beklenen alanların Dilderesi aşağı çığı, ova sahası ve Gebze yönüne doğru Tem otoyolu güzergahındaki alanların olması diğer dikkat çekici bir husustur (Şekil 12).

Üretilen ikinci geleceğe dönük tahmin senaryosunda yerleşim, sanayi ve ulaşım etkisinin fazla olması havza genelinde çok yüksek etkinin % 18'lik oranda görülmesini sağlayacaktır. Orta ve yüksek düzeydeki tahmini etki alanların ise havzanın % 72'sini oluşturabileceği düşünülmektedir (Tablo 7) Bu senaryoya göre havzanın % 90'lık bölümünde antropojenik jeomorfoloji koşulları ve etkilerinin fazlaca hissedileceği tahmin edilmektedir. Özellikle çok yüksek düzeyde rölyef üzerindeki değişimlerin görüleceği alanlar Gebze-Arapçeşme, Güzeller, Tavşanlı, Kirazpınar, Pelitli ve Sultan Orhan mahalleleri, Tem Otoyolunun kuzeyindeki endüstriyel sahalar, taş ocakları, Kuzey Marmara otoyolu bağlantı güzergahı ve çevresindeki alanlar ile Dilovası-Mimar Sinan mahallesi ve çevresinin olacağı anlaşılmaktadır (Şekil 12-2).

Tahmini Etki Düzeyi	Etki Katsayısı	Tahmin Senaryosu 1		Tahmin Senaryosu 2		Tahmin Senaryosu 3	
		Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Çok Az	1	0,053851	0,04	0,347979	0,27	25,035224	19,75
Az	2	11,0514	8,51	12,199763	9,56	4,676231	3,68
Orta	3	61,910259	48,82	52,837972	41,42	48,060697	37,91
Yüksek	4	51,775545	40,83	39,105764	30,66	47,596266	37,55
Çok Yüksek	5	1,999889	1,8	23,052425	18,09	1,378375	1,11



Şekil 13: Dilderesi Havzası'nda 3 Farklı Tahmin Senaryosuna Göre Antropojenik Jeomorfoloji Etki Haritaları

Dilderesi Havzası için üretilen son etki senaryosu ise Balıkaya Tabiat Parkı koruma alanı ve diğer ağaçlık alanların kapsamını imar planları vasıtasıyla ele alması nedeniyle diğer senaryolardan daha farklı sonuçların ortaya çıkmasına yol açmıştır. Diğer senaryolarda çok az etki alanının neredeyse hiç olmadığı tahmin edilmiş ancak üçüncü senaryo tahminine göre % 19,75'lik sahada antropojenik jeomorfoloji etkisinin çok az olacağı sonucu ortaya çıkmıştır (Tablo 7). Aynı zamanda çok az ve az etki düzeylerinin tamamı düşünüldüğünde havzanın 1 / 4'ünde antropojenik koşullarının etkisinin görülme olasılığının çok düşük olduğu anlaşılmaktadır. Bu alanlar havzanın kuzeydoğusundaki sahada, Balıkayalar Tabiat Parkı ve yakın çevresi ile havzanın yukarı çığırında yer almaktadır. Havzada orta, yüksek ve çok yüksek tahmini etki düzeyleri % 76,5'lik alan kaplaması beklenmektedir. Bu sahaların havzanın aşağı kesiminde, Tem otoyolu ve taş ocakları sahası ile Kuzey Marmara otoyolu bağlantı güzergahı çevresinde yoğunlaşacağı öngörülmektedir (Şekil 12-3).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Geçmişten günümüze artan nüfus, yaşanan göç olgusu, kentlerin büyüyüp alansal olarak genişlemesi, sanayileşme, beşeri ihtiyaçlar neticesinde artan enerji, gıda talepleri gibi antropojenik etkenler jeomorfolojik koşullar üzerindeki baskısını ve etkisini arttırmıştır. Dünya ve Türkiye ölçeğinde özellikle yoğun nüfuslu yerleşmelerin olduğu alanlarda rölyefin değiştirilmesi ve yeniden düzenlenmesi farklı boyutlarda etkiler oluşturmaktadır. Ülkemizdeki bu alanlardan biri de yoğun sanayi faaliyetlerinin bulunduğu Gebze-Dilovası ilçelerini kapsayan Dilderesi Havzası'dır. Havzada son 30 yıllık dönemde sanayi ve ulaşım faktörüne bağlı olarak yoğun göç olgusu yaşanmış, şehrsel alanlar genişlemiş ve değişimler meydana gelmiştir. Özellikle havzanın aşağı kesimlerinde, TEM otoyolunun çevresi yerleşme ve sanayileşme faaliyetleri kökeninde büyük değişimlere, antropojenik jeomorfoloji süreçlerinin etkisine maruz kalmaktadır. Havza genelinde uygulanan Potansiyel Antropojenik Jeomorfoloji İndeksi (PAJİ) sonucu 0,45 olarak hesaplanmıştır. Bu değer havza genelinde antropojenik etki oranının zamanla yüksek düzeyde olacağını ve bunun neticesinde antropojenik jeomorfoloji etkisinin sorun yaratabileceği sonucunu ortaya koymaktadır. Ancak bu değer havzanın tamamında antropojenik jeomorfoloji faktörlerinin etkili olduğuna dair bir yorum yapmamızı sağlamamaktadır. Aynı zamanda PAJİ formülünün tartışmalı olması, güncellenmemesi ve formülün tam olarak açıklanamayan kısımlar barındırması havzadaki antropojenik jeomorfolojik durumun tespiti için farklı sistemlerin kullanılması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle antropojenik jeomorfoloji koşullarını antropojenik süreç, etki türü, müdahale türü ve antropojenik etki türü sistematiklerinde incelediğimizde aşındırma, biriktirme, tesviye, karma yapı etki ve çok az etkili karmaşık süreçlerin olduğu tespit edilmiştir. Özellikle antropojenik jeomorfoloji koşullarının değişime fazlaca etki ettiği sahalar belli alanlarda yoğunlaşmıştır. Bu alanların müdahale kökeni ise daha çok endüstriyel kapsamdadır. Bu alanlar Gebze'de TEM otoyolu çevresinde ve Dilovası'nın kuzeyinde yoğunlaşmıştır. Diğer antropojenik müdahale türlerini ulaşım ve taş ocakları oluşturmaktadır. Bu türler alan açısından çok yer kaplamasına rağmen rölyef üzerinde oluşturdukları değişimlerin boyutları oldukça fazladır. Yerleşim alanlarında ise karmaşık süreçler temelinde değişimler meydana gelmiştir. Antropojenik jeomorfoloji koşullarının etkili

olduğu sahalarda jeomorfolojik açıdan plato yüzeylerine, 0-200 m arasındaki sahalara, eğim değerlerin daha düşük olduğu alanlara, akarsu kenarlarına ve jeolojik açıdan daha genç zamanlı birimlerin olduğu alanlara tekabül etmektedir. Bu durum antropojeomorfolojik koşulların etkili olduğu alanların çevresel faktörlerin beşerî faaliyetler için uygun koşullar sağladığında daha büyük değişimlere yol açabildiğini göstermektedir. Ancak havza genelinde antropojeomorfolojik koşulların gelişmesinde, geçmişte çevresel etkenlerin ön planda olduğu, günümüz şartlarında artık ulaşım, sanayi ve yerleşme alanları doğrultusunda geliştiği anlaşılmaktadır. Özellikle teknolojik gelişmeler artık havzada her türlü topografik unsurun yeniden tanzim edilip düzenlenebileceği, beşerî faaliyetlere uygun hale getirilebileceğini ve yapay şekillerin oluşabileceğini ortaya çıkarmaktadır. Bu özellikler havzanın antropojeomorfoloji etki ölçeğinin farklı boyutlarda artarak devam edeceğini göstermektedir. Arazi çalışmaları sonucu yapılan nicel ölçümler havzanın %15'inde yüksek ve çok yüksek etki değerinde rölyef değişimlerinin olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Havzadaki antropojenik jeomorfoloji durumunun bir başka boyutunu ise yapay şekillerin oluşması ya da rölyefin tanziminde farklı materyallerin kullanılmasıdır. Taş ocağı sahalarında doğal yapı aşındırılıp biriktirilirken kıyı dolgu alanında yapay malzeme kullanılmıştır. Ulaşım alanlarında yapay ve doğal unsurlar ortak etki ile yüzeyi şekillendirmektedir. Sanayi ve yerleşim alanlarında ise tesviye ve aşındırma faaliyeti doğal malzemenin çıkmasına bu unsurların ise başka alanlarda kullanılmasına neden olmuştur. Yerleşim sahalarının çoğunda yapay malzeme rölyefi yeniden şekillendirerek insan odaklı mikro şekillenmeler oluşturmuştur.

Antropojenik jeomorfoloji koşullarının Dilderesi Havzası'nın güney kesiminde yoğun şekilde yaşanması sadece bu alanda değil havzanın tamamında farklı etkiler oluşturmuştur. Özellikle akış yönleri değişim durumunun tespiti havza sınırlarının güney ve batı kesiminde doğal koşulların dışına çıktığını göstermektedir. Havzadaki akış sisteminin değişmesi, hidrografik yapıyı etkileyecek ve doğal olarak havzanın tamamında sorunların ve hatta riskli alanların (sel ve taşkın riski, erozyon riski vb.) ortaya çıkmasına neden olabilecektir. Ancak temel birtakım önlemlerin alınması ve planlamaların buna göre yapılması geleceğe dönük olması muhtemel sorunları azaltabilecektir. Çalışma alanındaki yerleşim, sanayi ve ulaşım odaklı antropojenik jeomorfoloji etkisi rölyef üzerinde değişimler oluşturarak sadece topografik görünümü değil genel havza işleyiş ve süreçlerini etkilemektedir. Bu işleyişin bazı süreçleri doğrudan gözlemlenebilirken bazıları dolaylı olarak etki yapmaktadır. Bütün etkenlerin, zararların ve geleceğe dönük olası sorunların azaltılması için mutlaka sürdürülebilir bir planlama yapılması gerekmektedir. Bu nedenle Dilderesi Havzası sınırları dâhilinde üretilen üç farklı antropojenik jeomorfoloji etki senaryoları da yapılacak planlamalara yol göstermesi bakımından oldukça önemlidir.

Günümüzde hızla gelişen teknolojik imkanlar, artan talep ve ihtiyaçlar insanoğlunun doğayı şekillendirmesini kolaylaştırmıştır. Bu nedenle ekonomik ve sosyal kalkınmaya katkı yapan sanayi, ulaşım hamlelerinin durdurulması söz konusu olmamaktadır. Dilderesi Havzası ve yakın çevresi de sanayi bölgeleri ve önemli ulaşım güzergahlarıyla hem bölgesel hem de ülke çapında ekonomik yapıya önemli katkılar sağlamaktadır. Aynı zamanda havzada meydana gelen antropojenik jeomorfoloji koşullarının etkisi hem rölyef üzerinde hem de diğer ortam koşullarında daima var olacaktır. Bu iki durum birlikte değerlendirildiğinde, asıl üzerinde durulması gereken konu ise yapılan plan ve projelerdeki koruma-kullanma ve sürdürülebilirlik kavramlarının varlığıdır. Bu kapsamda antropojenik jeomorfoloji şartlarının Dilderesi Havzası'nda önemli etki boyutlarına ulaştığı, bu durumun oluşmasında jeolojik ve jeomorfolojik koşulların insan faaliyetlerine uygun olduğu, ayrıca nüfus, sanayi ve ulaşım şartlarının etki faktörünü daha da arttırdığı sonucuna varılabilir. Geleceğe dönük olarak havza genelinde artması beklenen antropojenik etkenlerin Kuzey Marmara Otoyolu bağlantı sahası ve çevresi ile havzanın batısında yoğunlaşacağı tahmin edilmektedir. Bu alanların dışında incelenen planlarda Ballıkayalar Tabiat Parkının koruma alanı kapsamında bulunması ile etki ve baskı şartlarının olmaması, ağaçlandırılacak alanlar ile yeşil alan varlığının artırılması çalışmaları gelecek için umut verici uygulamalar olacaktır. Dilderesi Havzası'ndaki antropojenik jeomorfoloji koşullarının farklı boyutlarının incelendiği bu çalışma sonucunda ortaya çıkan antropojeomorfoloji dağılışı ve etki haritaları, analizleri ve geleceğe dönük senaryolar kapsamında yapılan yorumlar ile değerlendirmeler, uygulanan ve planlanan çalışmalara önemli katkılar sağlayabilecektir.

EXTENDED ABSTRACT

ANTHROPOGENIC GEOMORPHOLOGY IN THE DILDERESI BASIN (GEBZE-DİLOVASI): CHANGES, DIMENSIONS AND EFFECTS

INTRODUCTION

The Earth has always been in micro and macro scale changes under the influence of internal and external dynamic forces since the formation of Earth (Tarolli and Sofia, 2016: 140). The role of many factors in this process has made the existence of a wide range of relief elements available throughout the world or in different local areas (Erinç 2001: 4-5). At the same time, the fact that these areas go through many geomorphological development stages increased the diversity in topographic appearance (Golomb and Eder, 1964: 4; Verstappn et al., 1989: 10). However, the existence of mankind in the world and activities began to affect the geomorphological processes-formations in small and large dimensions (Brown, 1970: 77; Erinc, 1984: 86; Goudie, 1993: 40; Ekinci 2006: 124; Szabo et al., 2010: 5; Castree, 2014: 439; Tarolli 2016: 2301; Li et al., 2017: 110). In addition to geomorphology, human activities, which affect many natural elements such as climatic and hydrographic conditions, have also caused the scientific anthropocene concept to evoke different reflections (Crutzen and Stoermer, 2000: 17; Efe et al., 2008: 318; Syvitski, 2012: 13; Jefferson, 2013; Syvitski, 2012: 13; Jefferson, 2013: 2; Harden, 2014: 5; Zalasiewicz et al., 2015: 198; Ellis, 2017: 526; Li et al., 2017: 110). Industrialization, which started with the invention of the steam engine, has reached unbelievable dimensions with the technological advancement of today's conditions and as a result of human demands, it has started to shape the relief in different scales and processes in line with its own wishes. All these developments revealed the existence of a sub-branch called anthropogenic geomorphology (anthropogeomorphology) by considering different schools, fields of study and subjects as well as changing topographic appearance and effects within the science of geomorphology (Nir, 1983: 88; Goudie, 2004: 46; Harden, 2004: 77; Szabo, 2010: 3; Özşahin, 2013: 926; Ertek, 2015: 346; Karataş, 2016: 443; Ertek, 2016: 202; Ertek, 2017: 73; Li et al., 2017: 109). Anthropogenic geomorphology is based on the examination of micro- and macro-scale relief elements or man-made landforms with different morphogenetic processes or interventions that develop directly and indirectly (Szabo and David, 2006: 18; Szabo et al. 2010: 6; Karatas, 2016: 444; Ertek, 2017: 73; Brown et al., 2017: 75; Li et al., 2017: 111-112).

The study area is located on the Kocaeli Plateau in the east-northeast of the Marmara Region. The boundary of the basin constitutes the drainage area of Dilderesi and its branches, which flow in the north-south direction and the water section line forms the boundaries of the basin. The boundaries of the basin are Izmit Bay in the south, light hilly areas in the Kocaeli Plateau in the north, Çayırova stream basin in the west and Enarca stream basin in the east. Within these limits, the research area is located between 40045'-40055 'and longitude of 29024'-29036'. As such, the basin covers a total area of 132.26 km². In terms of administrative management, all of the borders of the basin are within the borders of Kocaeli province. The east of the basin is in Dilovası and the west is in Gebze. 62.64% (82.85 km²) of the basin is located within the boundaries of Gebze and 37.36% (49.41 km²) is within the boundaries of Dilovası. The main purpose of the study is to reveal the changes that occur due to human activities in the Dilderesi Basin and the anthropogenic geomorphology conditions that arise as a result of these changes.

MATERIALS AND METHOD

Materials and base maps obtained from many institutions were used in the study. The materials obtained were evaluated within the scope of geographical perspective and systematic and the study was planned. In this context, remote sensing (RS) and geographic information systems (GIS) are the main tools of the study and all of the maps, data generation and analysis have been created with these systems.

In order to determine the anthropogenic geomorphological conditions in the Dilderesi Basin, more than one stage was applied. In this context, Landsat satellite images of 1985, 2000 and 2019 were first used, controlled classification method

was applied and the change of land use type over the years was determined numerically. After this stage, firstly quantitative data were produced to understand the anthropogenic geomorphology status, change and effect in the study area. In this respect, the Potential Anthropogenic Geomorphology Index (IPAG) of Nir (1983) was used in the study (Nir, 1983: 89; Rozsa, 2010: 285). However, the fact that the formula is controversial and unable to fully explain the anthropogeomorphological conditions has enabled different systematics to form the main method of the study.

In order to determine the distribution of anthropogenic geomorphology in the basin, anthropogenic effect map was created by using Szabo (2010), Karataş (2016) and Ertek (2017) (Szabo et al., 2010: 7; Karataş 2016: 445; Ertek 2017: 76). In the distribution classification, anthropogenic (morphogenetic) process, effect process, intervention type and anthropogenic intervention type were identified and their maps were produced. The production of anthropogenic geomorphology maps and their data was created by examining the past and present satellite imagery, field observations, elevation, slope, survey, settlement, transportation, land use maps and analyzes, and evaluating them within the specified classification systematic. With the obtained data, the boundaries of the areas where the anthropogenic geomorphology conditions are intense were determined. Within the scope of these areas, geology, geomorphology, slope, altitude and river density maps were reproduced and spatial-proportional calculations were made. Thus, the parameters under which the anthropogenic geomorphology conditions are concentrated are tried to be determined. Then an effect parameter from 1 to 9 was developed to determine the quantitative properties of the changes in the relief on the basis of anthropogenic geomorphology map. In order to determine these values, more than 500 points were determined on the satellite image of 2019 and land observation studies and measurements were made in 328 of these areas. As a result of this, the determined data is written as value to the determined points. The findings were interpolated. As a result of these processes anthropogenic geomorphology change-effect map of the basin was produced and analyzed. In the last part of the study, in the context of all the data obtained, it is tried to predict in which areas the anthropogenic geomorphology conditions will affect the future in the basin with different scenarios. In this prediction scenario analysis, where weighted thrusting method is used, impact areas are determined in three different ways.

FINDINGS

In order to determine the areas where anthropogenic conditions are concentrated in the research area, land use change in the basin was investigated with the help of satellite imagery (1985, 2000 and 2019). During the years examined in the basin, agricultural-pasture areas and forest-bushes etc. areas decreased and residential and industrial areas increased almost threefold. In 1985, the residential and industrial areas observed in the southern parts of the basin were very narrow and expanded to the D-100 and TEM motorways and spread to a wider area. In today's conditions, major changes are observed in the southern, western and eastern edges of the basin.

According to the results of the anthropogenic geomorphology index formula, the impact rate in the basin was calculated as 0.45. With the application of IPAG formula, the impact index was calculated as 0.32 in 1985 and 0.31 in 2000. The effects of the values in the index of impact can be mitigated by protection and measures for both periods. When compared with the 2019 data, it is interpreted that the values are quite low in terms of anthropogenic effect and that anthropogenic changes have occurred in the basin in the last 30 years. The Potential Anthropogenic Geomorphology Index (IPAG) data reveals that the parameters are insufficient to fully explain the conditions of anthropogenic geomorphology and are a controversial source (Szabo et al., 2010: 273; Rózsa and Novák 2011: 109). In addition, the fact that the formula is not calculated with scientifically precise data and cannot produce accurate results presents another disadvantage. In particular, the city population or illiterate population arises from the fact that there is very low relation between the artificial morphological formations produced by large projects carried out throughout the country. At the same time, the relationship between the environmental perception of the educational situation in the field examined is another problem. Although the result value of the formula, which cannot be updated in today's conditions and contains discussions, is true for certain areas, it reveals another wrong situation that this situation cannot be valid for the whole district, region and basin. Because of the mentioned discussions, different systematic and methods should be applied in anthropogenic geomorphologic studies. In this respect, it has been systematically applied and formed the basis of its study in order to examine the distribution, dimensions and effects of anthropogenic geomorphology conditions in Dilderesi Basin more precisely and scientifically.

The satellite image of the study area in 2019 was scanned in detail, field observations were made and anthropogenic topographic change areas and man-made surface morphology were determined. The classification is detailed as morphogenetic process, effect process, intervention type and anthropogenic effect type. As a result of the analyzes, when the anthropogenic geomorphology map of the study area was examined, it was found that 33.2% of the basin had high anthropogenic changes. However, in more than half of the basin (64.8%), anthropogenic geomorphological conditions are seen to have little or no effect. Values in Gebze and Dilovası district boundaries within the basin have very similar

conditions with the basin in general. It is noteworthy that the areas where the changes occurring on the relief are concentrated throughout the basin are in the lower ground of the basin and in the eastern and western parts of the basin. Especially the Gebze and Dilovası settlement centers, D-100, TEM motorway and the organized industrial zones to the north of this road, the quarry area and the North Marmara connection road under construction are the areas where the anthropogenic geomorphology conditions are most intense.

For better understanding of relief change and anthropogenesis in the Dilderesi Basin, more than 500 points have been identified in the basin with satellite imagery and field studies. Relief changes in the determined areas were examined by giving effect values from 1 to 9 with measurements and observations. As a result of the analysis, the areas where the impact of anthropogenesis and change are very small and less constitute 54.6% of the total area. Similar situations are observed in Gebze and Dilovası district areas within the basin boundaries, but the areas with low impact rate occupy less space in Dilovası. The areas where the anthropogenic geomorphology conditions are moderately effective are seen in 30.1% in Gebze, 30.6% in general and 27.5% in Dilovası. The areas where the anthropogeomorphological status and relief changes are high and very high cover 14.9% of the overall Dilderesi Basin, 10.4% of the Gebze district boundaries within the basin and 21.7% of the Dilovası. In fact, these data show the actual result of the study. Relief change and anthropogenic effect are decreased in Gebze within the basin, while it increases in Dilovası area.

Anthropogenic geomorphology conditions and effects in Dilderesi Basin have been tried to be estimated in 3 different scenarios. In the first part of the prediction scenarios regarding anthropogenic geomorphology conditions and impact areas in Dilderesi Basin; It is estimated that moderate and high impact level will be seen in 89% of the basin. In the second predicted scenario, the high impact of settlement, industry and transportation will result in a very high impact in the watershed at a rate of 18%. According to this scenario, anthropogenic geomorphology conditions and effects are expected to be felt in 90% of the basin. The final impact scenario produced for the Dilderesi Basin has led to different results than other scenarios because it covers the coverage of the Ballıkaya Nature Park conservation area and other forest areas through zoning plans. In other scenarios, it is estimated that there is almost no effect area, but according to the third scenario estimate, anthropogenic geomorphology effect will be minimal in the area of 19.75%

CONCLUSION

In the last 30 years, there has been a phenomenon of immigration in the Dilderesi Basin due to industry and transportation factor, urban areas have expanded and changes have occurred. Particularly in the lower part of the basin, the environment of the TEM highway is subject to major changes in the origin and industrialization activities and the impact of anthropogenic geomorphological processes. The result of PAJI form applied in the basin was calculated as 0.45 and it was commented that problems could occur. However, discussing and not updating the formula provided different systematics to be the main source of the study. Therefore, when we examine the anthropogenic geomorphology conditions in the systematic of morphogenetic process, type of effect, type of intervention and type of anthropogenic effect, it is determined that there are erosion, deposition, grading, mixed effect and very little effective complex processes. In particular, the areas where anthropogenic geomorphology conditions affect the change are concentrated in certain areas. The intervention origin of these areas is mostly industrial. These areas are concentrated around the TEM motorway in Gebze and north of Dilovası. Other types of anthropogenic intervention are transportation and quarries. Although these species do not occupy much space in terms of space, the changes they create on the relief are quite large. In the settlement areas, changes have occurred on the basis of complex processes. The areas where anthropogenic geomorphology conditions are effective correspond to geomorphological plateau surfaces, areas between 0-200 m, areas with lower slope values, river edges and areas with younger geological units. Considering the factors affecting the spatial distribution of anthropogenic geomorphology conditions in the basin, it is understood that environmental factors have been in the foreground in the past, and in today's conditions it is now developed in the direction of transportation, industry and settlement areas. Especially technological developments reveal that all kinds of topographical elements can be reorganized and adapted to human activities. These characteristics show that the anthropogenic geomorphology effect scale of the basin will continue to increase in different dimensions. Quantitative measurements revealed that 15% of the basin had high and very high relief values.

The intense experience of anthropogenic geomorphological conditions in the southern part of the Dilderesi Basin has had effects not only in this area but also throughout the basin. Specifically, the determination of the change in flow direction shows that the basin boundaries are out of natural conditions in the southern and western parts. Changes in the flow system in the basin will affect the hydrographic structure and will naturally cause problems and even risky areas (flood and flood risk, erosion risk, etc.) throughout the basin. However, taking some basic measures and planning accordingly will reduce the probable future problems. Sustainable planning is essential to reduce all factors, damages and potential

future problems. Therefore, three different anthropogenic geomorphology impact scenarios produced within the boundaries of the Dilderesi Basin are very important in terms of guiding the planning.

Kaynakça / References

- Brown, A. G., Tooth, S. & Bullard, J. E. (2017). The geomorphology of the Anthropocene: Emergence, status and implications. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42, 71–90.
- Brown, E. H. (1970). Man Shapes The Earth, *Geographical Journal*, 136, 74–85.
- Castree N. (2014). The Anthropocene and geography I: The back story. *Geography Compass*, 8, 436–449.
- Crutzen P. J. & Steffen, W. (2003). How long have we been in the Anthropocene Era? *Climatic Change*, 61 (3).
- Crutzen, P. J. & Stoermer, E. F. (2000). The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, 41, 17–18.
- Darkot, B. & Tuncel, M. (1981). *Marmara Bölgesi Coğrafyası*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Dönmez, Y. & Güngördü, M. (1985). İzmit Körfezi Çevresinin İklim ve Bitki Örtüsü Özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 1, 143-152.
- Efe, R. Soykan, A. Cürebal, İ. & Sönmez, S. (2008). Türkiye’de Antroposen Döneminde Doğal Çevre Bozulmasını Etkileyen Antropojenik Faktörler, 16–17 Ekim 2008 TÜCAUM V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı içinde, (s. 317-328). Ankara.
- Ekinci, D. & İlze S. (2015). İzmit Körfezi ve Çevresinde Tektonik Jeomorfoloji Değerlendirmeleri. IV. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (UJES 2015) Bildiriler Kitabı içinde, (s. 19-56). Samsun.
- Ekinci, D. & Yalçınkaya, B. (2015). İstanbul’da Antropojenik Süreçler ve Etkileri. IV. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı içinde (s. 347-368). Samsun.
- Ekinci, D. (2006). Tuzla Kıyıları ve Yakın Çevresinde İnsan Kontrollü Güncel jeomorfolojik Gelişim. *Türk Coğrafya Dergisi*, 46, 123-145.
- Ellis, E. C. (2017). Physical geography in the Anthropocene, *Progress in Physical Geography SAGE*, 41(5), 525–532.
- Erinç, S. (1984). *Ortam Ekolojisi ve Degradasyon Ekosistem Değişlikleri*. İstanbul: İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve metodları* (4. Baskı). İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji I* (Güncelleştirenler; A. Ertek, C. Güneysu). İstanbul: Der yayınları.
- Erkal, A. (2018). *Körfez İlçesi’nde (Kocaeli) Antropojeomorfolojik Araştırmalar*. (Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Bilecik).
- Erkal, T. & Taş, B. (2013). *Jeomorfoloji ve İnsan, (Uygulamalı Jeomorfoloji)*. İstanbul: Yeditepe Yayınevi.
- Erlich P. R. (1990). *The Population Explosion*. New York: Simon and Schuster.
- Ertek, T. A. (2015). Antropojenik Jeomorfolojinin Ana Çizgileri, IV. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı içinde (s. 346). Samsun.
- Ertek, T. A. (2016) İnsan Faaliyetlerine Bağlı Jeomorfokronolojik Yıkımlar, 13-14 Ekim 2016 TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı içinde (s.201-219). Ankara.
- Ertek, T. A. (2017). Antropojenik Jeomorfoloji: Konusu, Kökeni ve Amacı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 69, 69-79.
- Golomb, B. & Eder, H. M. (1964). Landforms Made by Man. *Landscape*, XIV, 4-7.
- Goudie, A. & Viles, H. (2016). *Geomorphology in the Anthropocene*. United Kingdom: Cambridge University Publishers.
- Goudie, S. A. (1993). Human influence in geomorphology. *Geomorphology*, 7, 37–59.
- Goudie, S. A. (2004). *Encyclopedia of Geomorphology*. London and New York: Routledge.
- Harden C. P. (2004). The human-landscape system: Challenges for geomorphologists. *Physical Geography*, 35(1), 76–89.
- Harden, C. P., Chin, A., English, M.R., (2014). Understanding human–landscape interactions in the “Anthropocene”. *Environmental Management*, 53, 4–13.
- Hoşgören, M. Y, (1995). İzmit Körfezi Havzasının Jeomorfolojisi, İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Edt., E. MERİÇ). 343-348, Kocaeli.
- Jefferson A. J, Wegmann K. W. & Chin A. (2013). Geomorphology of the Anthropocene: Understanding the surficial legacy of past and present human activities. *Anthropocene*, 1(2): 1–3.
- Karataş, A. (2015). Serinyol Birikinti Yelpazesinde (Hatay) Antropojenik Degradasyon ve Hidrojeomorfolojik Etkileri, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(29), 319-3329.
- Karataş, A. (2016). Üsküdar’da Rölyefin Yeniden Tanzimi: Antropojenik Jeomorfoloji ve Yansımaları. *Uluslararası Üsküdar Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Cilt II* içinde (s.443-453). İstanbul.
- Kopar, İ., Çelik M. & Bayram, H. (2018). Kapadokya Volkanik Provensi’ndeki volkan rölyefinin antropojenik degradasyonu üzerine bir analiz. *Türk Coğrafya Dergisi* (71),37-46.
- Li, J. Yang, L. Pu, R. Liu, Y. (2017) A Review On Anthropogenic Geomorphology, *Journal of Geographical Sciences*, 27 (1), 109-128.
- Manea, Ş. Surdeanu, V. Rus, I. (2011) Anthropogenic changes on landforms in the upper and middle sectors of strei basin. *Rev. Roum. Géogr./Rom. Journ. Geogr*, 55(1), 37–44.
- Nir, D. (1983). *Man, A Geomorphological Agent. An Introduction to Anthropic Geomorphology*. London: Reidel.

- Özşahin, E. (2013), Asi Nehri Deltasının (Hatay) Antropojenik Jeomorfolojisi. E. Öner (Ed.), *Profesör Doktor İlhan Kayan'a Armağan* içinde (s. 925-934). İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları.
- Öztürk, M. Z. Çetinkaya & G. Aydın, S. (2017) Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *Cografya Dergisi*, 35, 17-27.
- Radziewicz, Z. (2006). Possibilities of Balancing of Anthropogenic Changes of Landforms and Water Conditions in the Tatra Mountains, *Miscellanea Geographica*, 12, 125-130.
- Rózsa P. & Novák T. (2008) *Mapping Anthropogenic Geomorphological Sensitivity on Global Scale. Abstracts of First Joint Congress of the IAGWorking Groups Human Impact on the Landscape (HILS) & Geomorphological Hazards (IAGeomhaz)*. Ruhr-University, Bochum, Germany.
- Rózsa P. & Novák T. (2011). Mapping anthropic geomorphological sensitivity on global scale, *Zeitschrift für Geomorphologie*, 55(1), 109-117.
- Rózsa P. (2007). Attempts at qualitative and quantitative assessment of human impact on the landscape. *Geogr Fiz Dinam Quat*, 30, 233-238.
- Rózsa, P. (2010) Nature and extent of human geomorphological impact – a review, anthropogenic geomorphology, a guide to man-made landforms. *Edt Sbazo*, 273-293.
- Seymen, İ. (1995). İzmit Körfezi'nin Kuvaterner İstifi. E. MERİÇ (Ed), *İzmit Körfezi ve Çevresinin Jeolojisi* içinde (s. 1-21). Kocaeli.
- Steffen, W, Leinfelder, R. & Zalasiewicz, J. (2016) Stratigraphic and Earth system approaches to defining the Anthropocene. *Earth's Future*. 4, 324-345.
- Steffen, W. Grinevald, J. Crutzen, P. McNeil J., (2011). The Anthropocene: Conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*. 369: 842-867.
- Syvitski, J. (2012). Anthropocene: An epoch of our making . *Global Change*, 78: 12-15.
- Szabó J, Dávid L. Lontai-Szilágyi Z. Baros Z., (2006). Antropogén geomorfológia (Anthropogenic Geomorphology) University notes. *Kossuth Egyetemi Kiadó*, Debrecen Tthe Hungarian version).
- Szabó, J. (2010). Anthropogenic Geomorphology: Subject and System. In J. Szabó, L. Dávid & D. Lóczy (Eds.), *Anthropogenic Geomorphology (A Guide to Man -made Landforms)* (pp:3-10). Newyork: Springer.
- Szabo, J. David, L. & Loczy, D. (2010). *Anthropogenic Geomorphology, A Guide to Man-Made Landforms*. Hungary: Springer.
- Tarı, U. & Tüysüz, O. (2008). İzmit Körfezi ve Çevresinin Morfotektoniği. *İTÜ Dergisi*, D7(1), 17-28.
- Tarolli, P (2016). Humans and the Earth's surface. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41: 2301-2304.
- Tarolli, P. & Sofia, G. (2016) Human topographic signatures and derived geomorphic processes across landscapes. *Geomorphology*, 255, 140-161.
- Tezkıran, S. (2009). *Gebze-Dilovası Arasında Sanayi Faaliyetlerinin Gelişimi ve Çevreye Olan Etkileri*. (Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Turoglu, H. (2019). Yapay kıyıların jeomorfolojik tanımlaması: Diliskelesi kıyıları örneği (Kocaeli, Türkiye). *Cografya Dergisi*, 39, 11-27.
- Turoğlu, H. Güneysu, C. Ertek, A. & Mater, B. (1994). Tabiat Parkı Çalışmalarında Bir Uygulamalı Jeomorfoloji Örneği: Ballıkayalar Vadisi (Gebze-Kocaeli). *Türk Coğrafya Dergisi*, 29, 315-346.
- Ursu A. Chelaru D. A. & Mihai F. C. Iordache, İ. (2011). Anthropogenic landform modeling using GIS techniques case study: Vrancea region. *Geographia Technica*, 13(1): 91-100.
- Uzun, M. (2015) İzmit Körfezi Kıyılarında, Kıyı Jeomorfolojisi-Kıyı Kullanımı İlişkisinin Coğrafi Analizi, *Zeitschrift für die Welt der Türken/Journal of World of Turks*, 7(2), 351-375.
- Uzun, M. (2019). Evaluation of Fluvial Processes And Formation of Drainage Network With Morphometric Indices in Dilderesi Basin (Kocaeli). *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 40, 454-477.
- Verburg, P. H, Dearing, J. A. & Dyke, J. G. (2016) Methods and approaches to modelling the Anthropocene. *Global Environmental Change*, 39: 328-340.
- Verstappen H. T, & Chengtai, D. (1989) Geomorphology and urbanization. *Progress in Geography*, 8(4): 8-12.
- Walker, H. J. (1991). Antropojenik Landforms in the Coastal Zone (Sahil bantlarında Antropojenik Yerçekilleri). *Jeomorfoloji Dergisi*, 19: 1-12, Ankara.
- Xiang, J. Li, S. Xiao, K. Chen, J. Sofia, G. & Tarolli, P. (2019) Quantitative Analysis of Anthropogenic Morphologies Based on Multi-Temporal High-Resolution Topography, *Remote Sensing*, 11(1493): 1-20.
- Zalasiewicz, J. Waters, C. N. Williams, M. Barnosky, A. D. Cearreta, A. Crutzen, P. ... & Haff, P. K. (2015). When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal. *Quaternary International*, 383: 196-203.
- Zalasiewicz, J. Williams, M. Smith, A. Barry, T. L. Coe, A. L. Bown, P. R. ... & Gregory, F. J. (2008). Are we now living in the Anthropocene? *GSA Today*. 18: 4-8.
- Zalasiewicz, J. Williams, M. Steffen, W. Crutzen, P. (2010). The New World of the Anthropocene. *Environmental Science & Technology*, 44 (7): 2228-2231.