

ANTROPOJENİK KAYNAKLI JEOMORFOLOJİK DEĞİŞİMLERİN OLUŞMASINDAKİ FAKTÖRLERİN COĞRAFİ ANALİZİ: MALTEPE İLÇESİ (İSTANBUL) ÖRNEĞİ

GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF FACTORS IN THE OCCURRENCE OF
ANTHROPOGENIC ORIGINATED GEOMORPHOLOGICAL CHANGES:
EXAMPLE OF MALTEPE DISTRICT (ISTANBUL)

Murat UZUN^{*} 

Öz

Yeryüzü jeomorfolojisi, şehirleşme, sanayi, ulaşım, madencilik, turizm vb. birçok faktörün etkisinde antropojenik baskılara maruz kalmakta ve gelişen teknolojik imkânlarla birlikte farklı boyutlarda değişimlere uğramaktadır. İnsan etkisiyle meydana gelen bu değişimlerin çeşitli yaklaşımlarla incelenmesi antropojenik jeomorfoloji çalışmalarının başlangıç noktası olmuştur. Türkiye’de de özellikle yoğun nüfuslu alanlarda farklı etmen ve süreçlerle antropojenik kökenli jeomorfolojik değişimler yaşanmaktadır. Bu çalışmada Maltepe (İstanbul) ilçesindeki antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğu ve bu değişimde rol oynayan faktörler jeostatistiksel yöntemlerle incelenmiştir. Araştırmada, 1985 ve 2020 yılına ait yükselti verileri, 10’ar yıllık dönemler halinde son 50 yıllık periyottaki uydu görüntüleri, ortofotoları ile arazi çalışmalarındaki ölçüm-gözlem verileri kullanılarak inceleme sahasının antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğu haritası üretilmiştir. Antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğunu etkileyen etmenler 10 ana faktör ve bunlara bağlı 58 alt parametre olarak belirlenmiştir. Değişim yoğunluğu verileri ile belirlenen ana faktör ve alt birimlerine regresyon, coğrafi dedektör, etki-faktör analizleri uygulanmış ve etken faktörler tespit edilmiştir. Değişim modeline göre ilçe arazisinin % 20,4’ünde çok yüksek ve yüksek yoğunlukta jeomorfolojik-topografik değişimlerin yaşandığı belirlenmiştir. Analiz sonuçları antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlerin meydana gelmesinde arazi kullanımı, jeomorfoloji, yükselti, bina kat sayısı ve yol yoğunluğunun değişimin esas faktörleri olduğunu göstermiştir.

* Marmara Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, murat_uzun53@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-2191-3936

Anahtar Kelimeler: Antropojenik jeomorfoloji, Rölyef değişimi, Jeostatistiksel analizler, Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), Coğrafya

Abstract

Earth geomorphology, urbanization, industry, transportation, mining, tourism and so on. It is exposed to anthropogenic pressures under the influence of many factors and undergoes changes in different dimensions with the developing technological opportunities. The investigation of these human-induced changes with various approaches has been the starting point of anthropogenic geomorphology studies. Anthropogenic origin in Turkey, especially in densely populated areas with different factors and processes geomorphological changes are happening. In this study, the intensity of anthropogenic geomorphological change in Maltepe (Istanbul) district and the factors played role in this change were investigated by geostatistical methods. In the research, anthropogenic originated geomorphological change density map of the study area was produced by using elevation data of 1985 and 2020, satellite images of the last 50-year period in 10-year periods, orthophotos and measurement-observation data from field studies. The factors affecting the intensity of anthropogenic geomorphological change were determined as 10 main factors and 58 sub-parameters. Regression, geographical detector, impact-factor analysis were applied to the main factors and subunits determined by the change density data and the effective factors were determined. According to the change model, it was determined that very high and high density geomorphological-topographic changes were experienced in 20.4% of the district land. Analysis results showed that land use, geomorphology, elevation, building floors and road density are the main factors of change in the occurrence of anthropogenic originated geomorphological changes.

Keywords: Anthropogenic geomorphology, Relief change, Geostatistical analysis, Geographic information systems (GIS), Geography.

1. Giriş

Litosferdeki jeomorfolojik birimleri inceleyen, oluşum ile dağılışını açıklamaya çalışan jeomorfoloji biliminde; yer şekillerin oluşum ve dinamik gelişim süreçleri iç ve dış etkenlerle açıklanmaktadır (Erinç, 2001; Ertek, 2015). Son 150 yıllık dönemde ise Dünya nüfusunun hızla artması, buna paralel taleplerin çoğalması ve teknolojik gelişmeler ekseninde, jeomorfolojik unsurların değiştirilmesinde insanın yeni bir etken olduğu bakış açısı ortaya çıkmıştır (Szabó, 2010; Goudie & Viles, 2016; Ellis, 2017). İnsan etkisi olarak nitelendirilen antropojenik süreçler; yeni bilimsel gelişmelerle jeolojik anlamda yeni bir dönem (Antroposen) olarak isimlendirilmekle birçok disiplinde kendine yer edinmeye başlamıştır (Crutzen & Stoermer, 2000; Zalasiewicz Williams, Steffen & Crutzen 2010; Steffen, Grinevald & Crutzen, 2011; Knitter, vd., 2019; Larsen & Harrington, 2020). Bütün bu gelişmeler, doğal süreçlerin dışında insan etkisi ve kontrolündeki yer şekillerinin ortaya çıkmasını sağlamış ve jeomorfoloji bilimi içerisinde antropojenik jeomorfoloji olarak isimlendirilen yeni bir çalışma alanı ortaya çıkmıştır (Goudie, 1993; Rózsa, 2010; Castree, 2014; Brown vd., 2017). Antropojenik jeomorfoloji (antropojeomorfoloji); birçok faktör kapsamında insan yapımı yer şekillerini, yüzeyde meydana getirilen rölyef değişimlerini, bu değişimin morfometrik boyutlarını ve topografya başta olmak üzere birçok doğal unsur üzerinde meydana getirdiği etkileri çeşitli sistematik yaklaşımlar

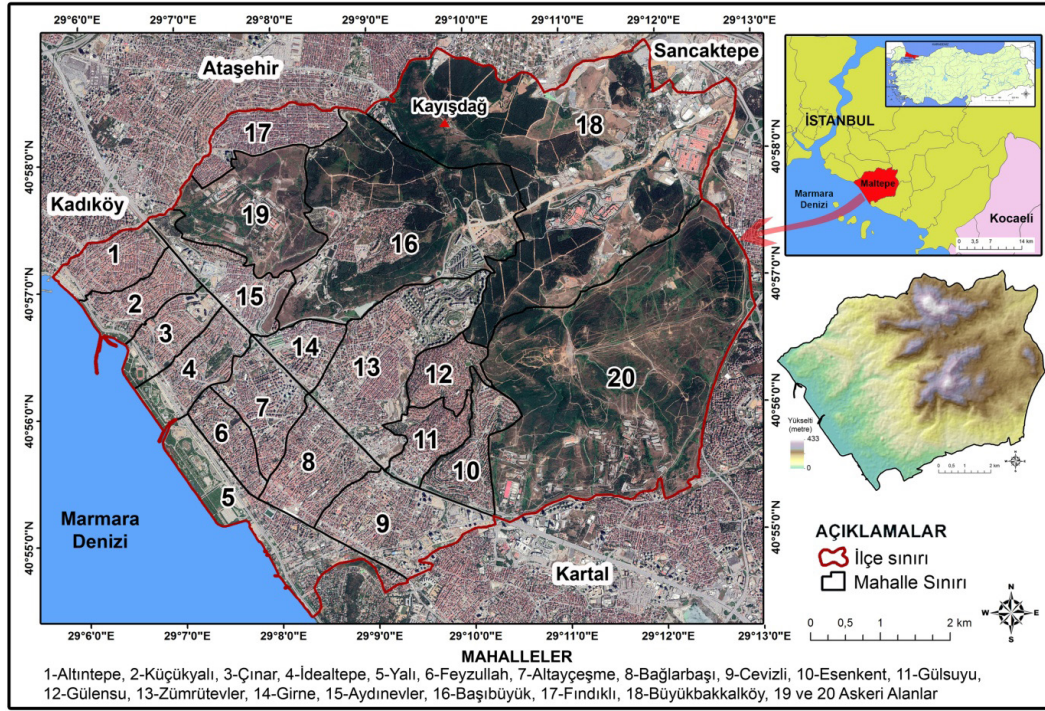
üzerinden incelemektedir (Walker, 1991; Szabó, David & Loczy, 2010; Jefferson, Wegmann & Chin 2013; Erkal & Taş, 2013; Harden, Chin & English, 2014; Tarolli, 2016; Verburg, Dearing & Dyke, 2016; Ertek, 2017; Li vd., 2017; Saleem, 2018; Chirico vd., 2020; Uzun, 2020a).

Antropojenik jeomorfolojinin geçmişi, modern bilimsel zamanda çok eskiye dayanmasa da antik dönemden itibaren insanoğlu höyükler, piramitler, küçük su kanalları, taş-maden ocakları, savaş hendekleri ve benzeri birçok örneklerle küçük düzeyde jeomorfolojik görünümü ve yapıyı değiştirmişlerdir. Sanayi devrimi ve sonrasındaki süreç içerisinde nüfusun hızlı artması, göç, şehirleşme ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak doğal ortamı oluşturan unsurlar çok fazla antropojenik baskıya maruz kalmıştır. Bu nedenle jeomorfolojik birimler farklı etken ve faktörler neticesinde küçük ve büyük ölçekli olarak değiştirilmeye, şekillendirilmeye çalışılmıştır. Günümüzde meydana gelen bu hadiseler antropojenik jeomorfolojinin etkisinin Dünyanın farklı bölgelerinde çeşitli şekillerde ve ölçeklerle gözlemlenebilmesini sağlamıştır. Bütün bu topografik değişimler ise jeomorfolojik süreçlerin dinamik gelişimini doğrudan ya da dolaylı olarak etkilerken, iklimatik, hidrografik, pedolojik ve ekosistem gibi diğer doğal ortamlarda da değişimlere yol açmıştır. Gelişen değişim süreçleri sonucunda antropojenik jeomorfoloji çalışmaları da farklı yöntemleri içerisinde barındırmaktadır. Doğal ortamdaki degradasyon, yüzey deformasyonu, bazı formüller üzerinden kantitatif uygulamalar, kentsel-uygulamalı jeomorfoloji, sayısal-morfometrik, analitik sınıflandırmaları içeren yaklaşımlar, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Uzaktan Algılama (UA) ve İnsansız Hava Araçları (İHA) gibi teknolojilerin kullanılması, etki analizleri, eski-yeni kartografik verilerin analizi, antropojenik jeomorfolojide kullanılan farklı yöntem ve bakış açılarıdır (Brown, 1970; Nir, 1983; Goudie, 1993; Rózsa, 2007; Szabó, David & Loczy, 2010; Manea, Surdeanu, & Rus, 2011; Ursu, 2011; Rózsa & Novak, 2011; Tarolli & Sofia, 2016; Sofia, Marinello & Tarolli, 2016; Li vd., 2017; Brandolini vd., 2019; Knitter vd., 2019; Rocatti vd., 2019; Tarolli vd., 2019; Xiang vd., 2019; Cao, Sofia & Tarolli 2020; Rózsa vd., 2020).

Türkiye’de antropojenik jeomorfoloji kavramı, son yıllarda farklı yaklaşımlarla yavaş da olsa gelişme göstermeye başlamıştır (Ekinci, 2006; Efe vd., 2008; Özşahin, 2013; Ertek, 2016; Karataş, 2016; Kopar, Çelik & Bayram, 2018; Güner, 2019; Uzun, 2020a; Uzun 2020b; Sümer, Tekin & Alak, 2020). Ülkemizde son yıllarda yoğun nüfuslu yerleşmeler başta olmak üzere göç ve şehirleşme, ulaşım, madencilik, turizm tesisleri gibi antropojenik unsurlar jeomorfoloji üzerinde değişimlere neden olmaktadır (Ekinci, 2006; Ertek & Erginal, 2006; Efe vd., 2008; Ekinci & Yalçınkaya, 2015; Ertek, 2017; Karataş, 2016; Kopar, Çelik & Bayram, 2018; Turoğlu, 2019; Uzun, 2020b). Bu çalışmada da inceleme sahası olarak İstanbul ilinin Anadolu yakasında yer alan ve son yıllarda antropojenik kökenli değişimlerin yoğunlaştığı Maltepe ilçesi seçilmiştir.

Maltepe ilçe sınırlarını kuzeybatıda Fındıklı Dere, batıda Çamaşırılık Dere, güney-güneybatıda Marmara Denizi, kuzeyde Kayışdağ yamaçları ile Anadolu otoyolu, doğuda bağlantı yolu ve güneyde Dragos Tepesi oluşturmaktadır. İlçenin kuzey-kuzeybatısında Kadıköy ve Ataşehir, kuzeydoğusunda Sancaktepe ve doğusunda Kartal ilçeleri bulunmaktadır. Belirtilen sınırlar dâhilinde inceleme sahası 40°54’-40°59’ kuzey enlemleri ile 29°6’-29°13’ doğu boylamları arasında yer alır (Şekil 1). İlçenin

toplam alanı 54,02 km², ortalama yükseltisi 139,8 m, en yüksek yeri 433 m ile Kayışdağ, en alçak yerini Marmara Denizi kıyısı oluşturur.



Şekil 1. Maltepe İlçesinin Lokasyon Haritası ve Sayısal Yükselti Modeli (SYM)

Maltepe'de son yıllarda artan nüfusla birlikte yerleşme alanı genişlemiş, doğal koşullar; ulaşım, eğitim, hizmet, sosyal kullanım alanları ile farklı boyutlarda antropojenik etkiye maruz kalmıştır. Belirtilen durumlardan dolayı sahada antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimler yaşanmıştır. Farklı etkenlerle, belli alanlardaki antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlerin yoğunluğundan dolayı Maltepe ilçesi inceleme sahası olarak seçilmiştir. Çalışmanın amacını, inceleme sahasında meydana gelen antropojenik kaynaklı jeomorfolojik ve topografik değişimlerinin mekânsal dağılışının ortaya konması ve bu dağılıştaki rol oynayan baskın faktörlerin farklı yöntemlerle tespit edilmeye çalışılması oluşturmaktadır.

2. Veri ve Yöntem

Çalışmada ilk olarak araştırmanın temeli için konu ve yöntem kapsamında literatür taraması sonucu elde edilen kaynaklar incelenmiş ve çalışmanın iş-akış sistematığı oluşturulmuştur (Şekil 2). Daha sonra çalışmada kullanılacak materyaller temin edilmiştir. Araştırmada, Harita Genel

İnceleme sahasının jeomorfolojik verilerinin elde edilmesinden sonra antropojenik verilerinin üretilmesi için uydu görüntülerinden ve arazi gözlem-ölçümlerinden faydalanılmıştır. Bu çalışmalar için ilk olarak United States Geological Survey (USGS)'den 10.08.1980 tarihli Landsat MSS, 01.09.1990 tarihli Landsat TM, 15.05.2000 ve 26.07.2010 tarihli Landsat ETM, 08.05.2020 tarihli Landsat OLI verileri, İBB'den 1970 ve 1982 yılına ait ortofotolar alınmıştır. 2020 yılına ait Google Earth Pro'dan alınan yüksek çözünürlüklü (4800x2966 ve 300 DPI) 10 adet uydu görüntüsü ise Photoshop yazılımına aktarılmış, inceleme alanı kapsamında birleştirilmiş ve çok yüksek çözünürlüklü (3 m) şekilde koordinatlandırılarak tiff formatında kaydedilmiştir. Ortofotolar ve uydu görüntüleri ArcGIS yazılımında imagine analys ile bant kompozisyonları düzenlenerek işleme uygun hale getirilmiştir. Arazi kullanımı ve kentsel gelişim dağılışı için 1970 yılı manuel, diğer yıllar kontrollü sınıflandırma yöntemi ile analiz edilmiştir. Daha sonra arazi çalışması ve 3 boyutlu uydu görüntüleri üzerinden 3148 binanın kat sayısı noktasal verileri, kriging yöntemi ile enterpole edilerek bina kat sayı yoğunluğu haritası üretilmiştir. 2020 yılı uydu görüntüsünden bütün yol verileri çizgi olarak sayısallaştırılmış daha sonra line density ile yol yoğunluğu haritası üretilmiştir.

2.1. Antropojenik Jeomorfoloji ve Değişim Verilerinin Üretimi

Antropojenik jeomorfoloji haritası, jeomorfolojik ve antropojenik verilerin değerlendirilmesi, uydu görüntülerinin analizleri ve arazi çalışmalarından elde edilen bilgilerin harmanlanmasıyla üretilmiştir. İlçenin antropojenik jeomorfoloji haritası için Brandolini vd. (2019) tarafından geliştirilmiş sınıflandırmanın sahaya özgü hale getirilmiş hali kullanılmıştır.

Araştırmada antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimler kapsamında yükselti değişimleri 1985 ve 2020 SYM üzerinden değişen-değişmeyen alanlar olarak saptanmıştır. Daha sonra geçmişten günümüze uydu görüntüleri ve arazi kullanım verileri analiz edilmiştir. Ancak günümüzdeki değişimin güncel boyutunu tespit etmek amacıyla arazi çalışmalarından gözlem ve ölçüm verileri kullanılmıştır. Bu nedenle antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimler arazide gözlemlenmiş, 6 parametreden oluşan değişim boyutu ile ölçümler yapılmış ve noktasal X ve Y verileri kaydedilmiştir. Kriterlerin belirlenmesinde Szabó (2010), Karataş (2016), Ertek (2017), Tarolli vd. (2019), Uzun (2020a)'un çalışmalarından faydalanılmıştır (Tablo 2). Kriterlerin ağırlık değerleri ve tutarlılık verilerinin tespitinde analitik hiyerarşi sürecindeki (AHS) kriterler arası karşılaştırma matrisi ve aşağıdaki formüllerinden üretilen tutarlılık değerleri kullanılmıştır (Saaty, 1980; Saaty & Kearns, 1985; Saaty, 2004) (Tablo 1). Bu sayede antropojenik kökenli jeomorfolojik değişim yoğunluğu modelinin güvenilirliği sayısal olarak sağlanmaya çalışılmıştır. Kriter ağırlıkları, tutarlılık indeksi (CI), rastgele indeksi (RI) ve tutarlılık oranının (CR) belirlenmesinde Saaty (1980) tarafından detaylıca açıklanan aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Saaty, 1980). Karşılaştırma matrisinde ilk olarak değerlerin birbirine oranları belirlenmiştir. Daha sonra 2. adımda her sütunun toplam değeri bulunmuş ve ve kriter sınıfına bölünerek ağırlık kriterleri hesaplanmıştır. Belirlenen ağırlık kriterlerine her sütun için çarpma işlemi uygulanmış ve toplam ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Toplam ağırlık değerlerinin ağırlık kriterlerine bölünmesi ile ortaya çıkan verilerin ortalama değeri λ_{max} sonucunu vermektedir.

CI formülündeki n ise toplam kriter/parametre sayısını ifade etmektedir. CI değerinin bulunması ve Saaty tarafından belirlenen RI değerinin kullanılması ile CR değeri hesaplanmıştır.

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \quad CR = CI/RI$$

Tablo 1. Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişim Parametrelerinin AHS Karşılaştırma Matrisi

1. Adım karşılaştırma matrisinin oluşturulması						
	0	1	2	3	4	5
0	1	0,5	0,33	0,25	0,2	0,16
1	2	1	0,5	0,33	0,25	0,2
2	3	2	1	0,5	0,33	0,25
3	4	3	2	1	0,5	0,33
4	5	4	3	2	1	0,5
5	6	5	4	3	2	1
Toplam	21	15,5	10,83	7,08	4,28	2,44

2. Adım ağırlık kriterlerinin matrise göre hesaplanması							3. Adım toplam ağırlık değerlerinin hesaplanması								
	0	1	2	3	4	5	A*		0	1	2	3	4	5	T*
0	0,047	0,032	0,03	0,035	0,046	0,065	0,042	0	0,042	0,032	0,033	0,039	0,049	0,060	0,258
1	0,095	0,064	0,046	0,046	0,058	0,081	0,065	1	0,084	0,065	0,051	0,052	0,062	0,075	0,39
2	0,142	0,129	0,092	0,07	0,077	0,102	0,102	2	0,126	0,13	0,102	0,079	0,081	0,094	0,614
3	0,19	0,193	0,184	0,141	0,116	0,135	0,159	3	0,168	0,195	0,204	0,159	0,124	0,125	0,975
4	0,238	0,258	0,277	0,282	0,233	0,204	0,248	4	0,21	0,26	0,306	0,318	0,248	0,189	1,53
5	0,285	0,322	0,369	0,423	0,467	0,409	0,379	5	0,252	0,325	0,408	0,477	0,496	0,379	2,33

A*: Ağırlık kriteri-satırların ortalaması, T*: Toplam ağırlık kriteri-satırların toplamı

Tablo 2. Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişim Yoğunluğu İçin Kullanılan Kriterler

Katsayı	Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişim Yoğunluğu	Morfometrik Kriterler (Boyutsal ve Alansal)	Değişim-Etki Türü Kriterleri	Ağırlık Kriteri	Toplam Ağırlık Değeri
0	Değişim Yok	Gözlemlenebilen değişim yok	Orman, çalılık fundalık alanlar, çıplak yüzeyler, tarım arazileri	0,042	0,258
1	Çok Az	0-0,5 m. daha az, alanı dar veya geniş olabilir	Çıplak yüzeyler, tarım arazileri mera alanları vb.	0,065	0,390
2	Az	0,5-2 m arası, dar veya geniş alanlı olabilir	Yerleşim, ticaret alanları, tali yollar, depolama alanları	0,102	0,614
3	Orta	2-4 m arası, dar veya geniş alanlı olabilir	Yerleşim, ticaret alanları, kamu, park-bahçe alanları, karayolu	0,159	0,975
4	Yüksek	5-9 m arası dikey değişim ve etki alanı oldukça geniş	Ulaşım alanları, yerleşim alanları, kavşaklar, park bahçe	0,248	1,53
5	Çok Yüksek	10 m'den fazla dikey değişim, etki alanı geniş	Ana ulaşım yolları, demiryolu, park-bahçe-otopark, yerleşim	0,379	2,33

Tutarlılık İndeksi (CI): 0,019 - Tutarlılık Oranı (CR): 0,015 - Rastgele İndeksi (RI): 1,24

Kriter kaynakları: Szabó (2010), Karataş (2016), Ertek (2017), Tarolli vd. (2019), Uzun (2020a)'un çalışmaları

Arazi çalışmaları ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü üzerinden yapılan ölçümler, 5678 nokta üzerinde işaretlenmiş ve bu alana atanan noktalara 0-5 arasında sınıflandırılan kriter değerleri ve AHS ile belirlenen ağırlık değerleri girilerek IDW yöntemi ile enterpole edilmiştir. Verilerin validasyonu, morfometrik parametrelerin arazi gözlemleriyle ve 3 boyutlu uydu görüntüleri üzerinden yapılmıştır. Yükselti değişim verileri, uydu görüntüleri ve arazi kullanım değişim verileri (1970-2020) ile arazi ölçümlerine dayanan etki verilerinin birleştirilmesi sonucu sahanın antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğu model haritası üretilmiştir. Antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlerin meydana gelmesinde rol oynayan faktörlerin tespiti için jeoloji, jeomorfoloji, yükselti, eğim, bakı, topografik rölyef, arazi kullanımı, kentsel gelişim evreleri, bina kat sayısı ve yol yoğunluğunu içeren 10 ana faktör ile bunlara ait sınıflandırılmış 58 alt birim kullanılmıştır. Değişimde rol oynayan faktörlerin bağlantısal durumu ve etki düzeyleri istatistiksel analizlerle ortaya konmuştur.

2.2. İstatistiksel Analizler

2.2.1. Regresyon Analizi

Regresyon analizi, iki ve daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi ve matematiksel bağıntıyı analiz etmeyi açıklayan fonksiyonel bir yöntemdir (Kılıç, 2013). İki değişken arasındaki (bağımlı-y ve bağımsız değişken-x) ilişki basit regresyon yöntemi ile analiz edilir ve $f(x)$ formülü ile açıklanır. Bir olayın sonuç olarak meydana gelmesine sebep olan faktörler genelde birden fazladır. Dolayısıyla regresyon modelinde bir bağımlı değişkenle birden fazla bağımsız değişkenin ilişkisi de analiz edilebilir. Daha fazla değişkenin olduğu durumlarda çoklu regresyon (Y_i) ya da lojistik regresyon yöntemleri kullanılır.

$$f(x) = \beta_0 + \beta_1 x_i \quad Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i$$

Çalışmada antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğu analizi ile belirlenen 6 kategorik parametrenin alansal verileri bağımlı değişkeni oluştururken, değişimi etkileyen 10 ana faktöre bağlı kategorik sınıflandırılmış 58 alt birim bağımsız değişken olarak tespit edilmiştir. Yukarıda belirtilen (Y_i) çoklu regresyon formülünde β değeri sabit değer ve modelde yer alan değişkenlere ait katsayıları göstermekte, ε ise tesadüfi hatayı simgelemektedir. Çoklu regresyon formülünün uygulanması sonucu çoklu R , R^2 , standart hata ve anlamlılık f verileri hesaplanmıştır. Değişim verisi ve etken faktörlerin alt birimlerinin aralarındaki ilişki düzeyini gösteren R^2 değeri üzerinden bağlantısal çıkarımlar yapılmıştır. Analizinde R^2 değerinin bulunması için değişkenlerin çoklu regresyon formülü sonucu ortaya çıkan katsayı değerleri üzerinden toplam hatalar karesi SS_{err} ve tüm toplam kareler SS_{tot} değerleri hesaplanmış ve daha sonra regresyon (R^2) verisi bulunmuştur.

$$SS_{err} = \sum_i (y_i - f_i)^2 \quad SS_{tot} = \sum_i (y_i - \bar{y})^2 \quad R^2 = 1 - \frac{SS_{err}}{SS_{tot}}$$

Sonuçların 1'e yakın olması değişkenlerin daha yakın düzeyde ilişkiye sahip olduğunu, 0'a yakın olması ilişki düzeylerinin uzak olduğunu göstermektedir. Çoklu regresyonda dağılımların birden çok ilişki düzeyi olduğundan grafiksel olarak ana kriterler ve alt birimler ayrı hesaplanmış ve antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişime etkisi değerlendirilmiştir.

2.2.2. Coğrafi Dedektör Analizi

Coğrafi dedektör (denetleyici-algılayıcı) yöntemi Wang vd., (2010) tarafından baskın faktörlerin mekansal dağılımını tespit etmek amacıyla kullanılan istatistiki değerleri ve formüle dayalı hesaplamaları içeren metottur (Wang, 2010; Hu vd., 2011; Liao vd., 2016; Luo vd., 2016; Xu, 2017; Görüm & Fidan, 2021). Coğrafi dedektör analizi, herhangi bir yüzeysel x verisinin (bağımlı değişken) üzerindeki potansiyel etkileri, baskın faktörleri mekansal varyans analizlerine bağlı olarak ilişkisel yorumlamayı sağlayan istatistiksel bir yöntemdir. Yöntem aynı zamanda tek bir faktörün belirleyici gücünü bağımsız bir değişkenle ölçmekle kalmaz, farklı faktörlerin etkileşimlerini de tahmin edebilmektedir. Yöntemin dört temel bileşeni bulunmaktadır. Bunlar; risk, faktör, ekolojik ve etkileşim dedektörleridir (Wang vd., 2010). Çalışmada antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim haritası modelindeki temel baskın faktörlerin ortaya konması için coğrafi dedektör bileşenlerinden faktör ve etkileşim dedektörleri kullanılmıştır. Yöntemin temel varsayımı, çalışmada antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlerin 10 ana faktör ve alt birimleri ile mekansal dağılımda kesiştirilmesi ve ilişkilendirilmesi üzerine kurgulanmıştır. Bu bağlamda herhangi bir x faktörün varyansını ideal açıdan açıkladığı durumda antropojenik kaynaklı değişimin uzamsal varyansı 0 olacaktır. Gerçek bir durumda ise bağımlı değişken ve x katmanı arasında Wang tarafından (2010) tanımlanan aşağıdaki formülde belirtilen q değeri ifadesini ortaya çıkmaktadır.

$$q_x = 1 - \frac{1}{N\sigma} \sum_{z=1}^L N_{\sigma z} \sigma^2$$

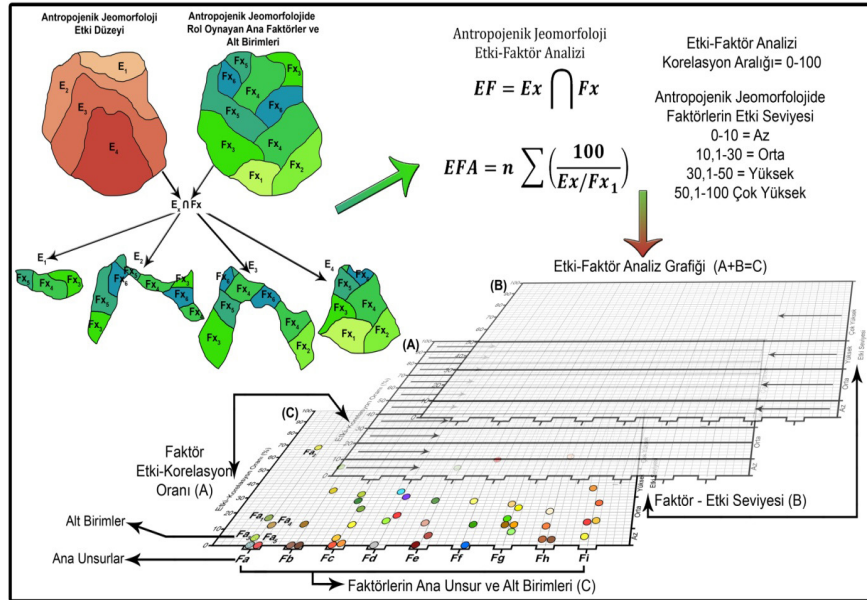
Formülde, σz ana ve alt faktörlerin herhangi bir z bölgesi içerisindeki antropojenik değişim boyutunun varyansını ifade eder. N_z ise belirlenen x alanındaki alt birimlerin sayısını ve σ^2 ise antropojenik değişim boyutunun alansal varyansını simgelemektedir. N toplam faktör alt birim sayısı, L ise toplam kategori sayısını ifade eder. Eşitlikte ikinci terim antropojenik değişim verilerinin ortalama varyans değeridir. Coğrafi dedektör yöntemi bileşenlerinden uygulanan faktör dedektörü analiz sonuçlarının birden fazla faktör ile kesişimin sağlanması sonucu etkileşim dedektörü analiz verileri ortaya çıkar (Wang vd., 2010; Luo, vd., 2016). Bu yöntem bağımlı değişken üzerindeki birden çok bağımsız değişken verilerinin q_x değerlerinin karşılaştırılması ile model sonucuna etkisi incelenir. Çalışmada etkileşim dedektörü ile antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlerde rol oynayan temel ana faktörler kesiştirilmiş ve baskın faktör boyutundaki etki durumu açıklanmıştır.

2.2.3. Etki-Faktör Analizi

Faktör analizleri birçok disiplin içerisinde kullanılan çok değişkenli analiz yöntemlerinden biridir. Analizin temeli x değişkenli bir olayda birbiri ile ilişkili değişkenleri bir araya getirerek, az sayıda yeni (ortak) değişken bulmayı amaçlar (Costello & Osborne, 2005; Yaşlıoğlu, 2017). Faktör analizlerinde kovaryans ve korelasyon matrisi işlemlerin ilk basamağıdır. Burada korelasyon kavramı iki değişken arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Korelasyon matrisinin faktörleştirilmesi temeline dayalı faktör analizinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Harrington, 2009). Korelasyon ve faktör analiz

yöntemlerinde temel faktörün baskın yönünden çok, alt değişkenlerin bir noktada birleştirilmesi ve yeni bir ortak paydaki faktörün bulunması yer aldığından çalışmada daha farklı bir sistematik kullanılmıştır. Bu nedenle araştırmada, coğrafi dedektör, frekans yöntemi gibi tekniklerin basitleştirilmiş versiyonları ile korelasyon analizine dayalı etki-faktör analiz formülü üretilmiştir (Şekil 3).

Etki-Faktör analizi, antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim parametrelerinin (E_x) alansal sınırları içerisinde kesişen ($E_x \cap F_x$) herhangi bir ana faktörün alt birimlerinin (F_{x_1}) alansal verilerinin korelasyonuna dayanmaktadır. Belirtilen korelasyon aralığı yüzdesel değer olarak incelendiği için formülde 100 sayısı bu değeri ifade eder. Hesaplanan veriler etki-korelasyon aralığı olarak grafiksel görünümde 0-100 arasında değer almaktadır. Faktörlerin etki seviyesi az (0-10), orta (10,1-30), yüksek (30,1-50) ve çok yüksek (50,1-100) şeklinde oluşturuldu. Faktör-etki seviyesinin bu şekilde oluşturulmasında alansal verinin yarısından fazlasında bulunan faktörün etkisinin çok yüksek, 1/3'ünden fazlasında bulunan faktörün yüksek etkisi olacağı varsayımı temel alınmıştır. Etki-faktör analizi, antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğu verilerinden çok yüksek (5), yüksek (4), orta (3) ve az (2) seviyedeki alanlar ile 10 ana faktör ve 58 alt parametre üzerinden uygulanmıştır. Ana faktör ve alt birimlerin alansal verileri antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim haritasındaki dört sınıf alanı içerisinde ArcGIS yazılımında arctoolbox-analysis-statistics-tabulate intersection ile hesaplamalar yapılmış ve her alt birimin EFA değeri bulunmuştur. Elde edilen bulgularla ana unsur ve alt birimlerin etki faktör analizi grafiği oluşturulmuştur.

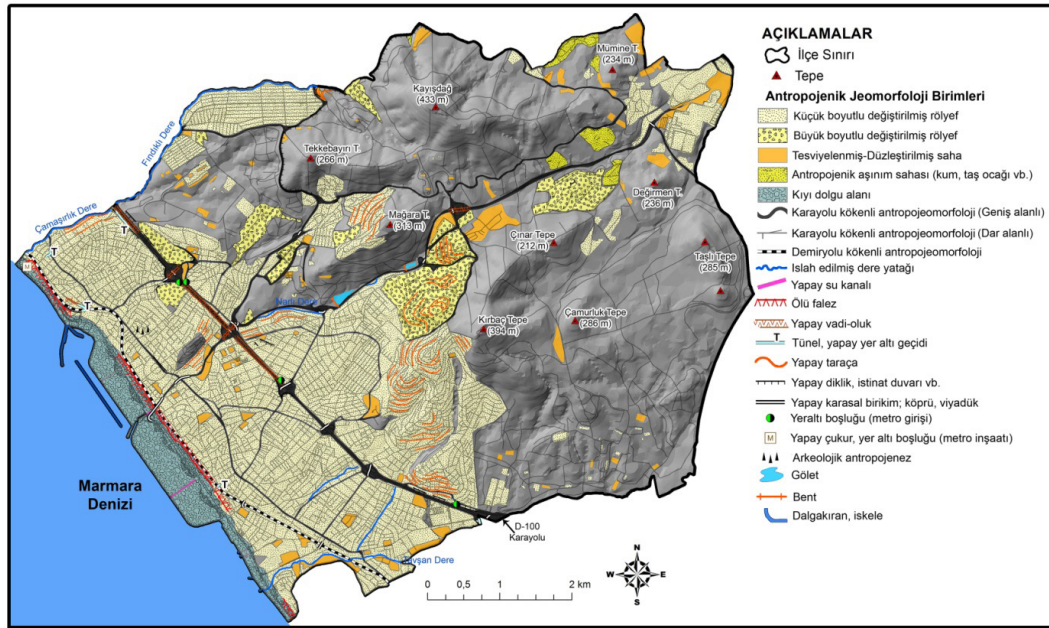


Şekil 3. Etki-Faktör Analiz Formülünün Uygulama ve Grafik Oluşturma Aşamaları

3. Bulgular

3.1 İnceleme Sahasının Antropojenik Jeomorfolojisi

Maltepe ilçesinde geçmişten günümüze çeşitli antropojenik etkenler çerçevesinde jeomorfolojik yapı farklı boyutlarda değiştirilmiştir. Bu değişim aşındırma, biriktirme, daha küçük boyutlardaki tesviye ve ortak etkendeki karma yapılı süreçlerle meydana gelmiştir. İlçede yüzeyel ve jeomorfolojik olarak büyük bir değişimin yaşandığı sahayı kıyı dolgu alanları oluşturmaktadır. Kıyı dolgu alanları ile 1970'den 2020 yılına kadar 2,23 km²'lik kara alanı kazanıldığı ve kıyı çizgisinin maksimum olarak 587 m, ortalama 279 m denize doğru ilerlediği tespit edilmiştir (Fotoğraf 1). Yapılan dolgu çalışmaları ile yüksek kıyı özelliği kaybolmuş ve Küçükyalı-Süreyya Plajı-Dragos arasında bulunan aktif falezlerin ölü faleze dönüşmesine neden olmuştur. Aynı zamanda bu alanda yapay kanallar, dalgakıran, küçük ve büyük boyutta iskeleler gibi antropojenik yapılar ortaya çıkmıştır. Ayrıca ulaşım kökenli değişimin yol açtığı süreç sahada karasal birikim olarak ortaya çıkmış ve tünel, köprü çalışmaları ile yüzeyde antropojenik jeomorfoloji birimlerinin gözlemlenmesine neden olmuştur (Şekil 4).

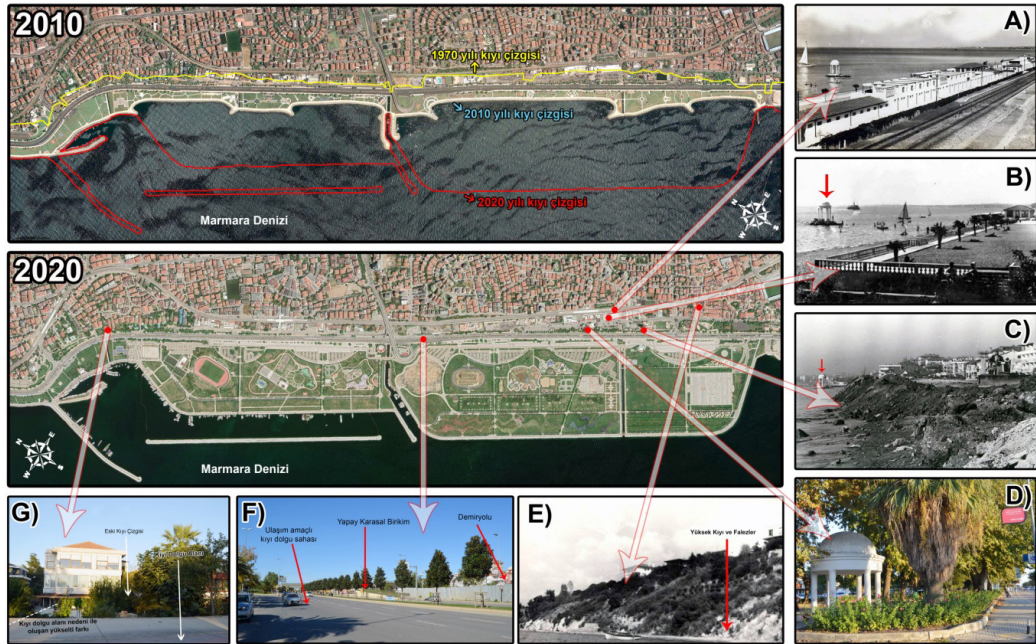


Şekil 4. Maltepe İlçesinin Antropojenik Jeomorfoloji Haritası

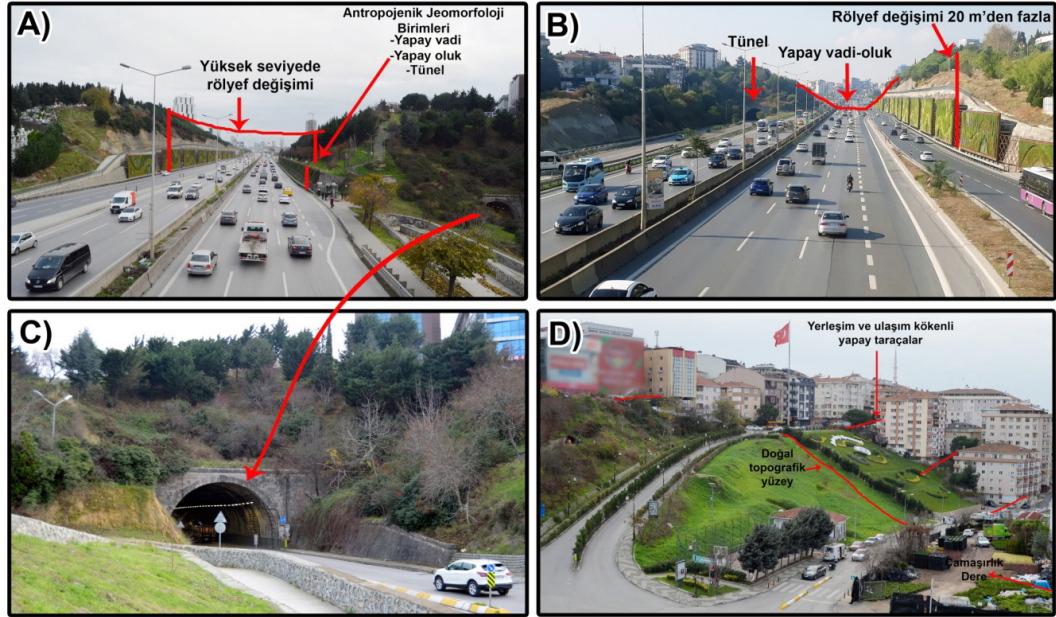
İnceleme sahasında geniş alan kaplayan diğer antropojenik jeomorfoloji birimleri küçük ve büyük boyutlu rölyef değişim alanlarından, yüzeyel aşınım sahalarından ve tesviye-düzleştirme işlemlerinin yapıldığı yerlerden oluşmaktadır. İlçede büyük boyutlu olarak topografik yüzeyin değiştirildiği alanlar, Küçükyalı, Zümrütevler, Başbüyük, Aydınevler, Fındıklı ve Büyükbakkalköy Mahallelerinde gözlemlenmektedir. Bu alanlar son yıllardaki kentsel gelişimin ve yüksek katlı binaların olduğu sahalarla

tekbül eder. Özellikle aşındırma faaliyeti ile zeminin engebelilik durumunun düzeltildiği sonra tesviye işlemi ile rölyefin kullanıma açıldığı anlaşılmaktadır. Küçük ölçekli rölyef değişimi alanları inceleme sahasında yerleşme kaynaklıdır. Maltepe'de tesviye-düzleştirmenin görüldüğü alanlar spor, depolama, park alanları, askeri amaçlı kullanım alanlar ve sosyal kullanım alanlarından oluşmaktadır.

İlçede görülen antropojenik kökenli aşınım sahaları Büyükbakkalköy Mahallesi'nde görülen kum-taş ocağı çalışmalarının olduğu alanda yoğunlaşmıştır. İlçede antropojeomorfolojik birimlerin meydana gelmesinde rol oynayan ulaşım koşulları birçok alanda farklı rölyef değişimlerinin yaşanmasına da neden olmuştur (Şekil 4). İlçede en önemli antropojenik jeomorfoloji birimlerinin oluşmasına neden olan ve büyük çaplı arazi değişimine sebebiyet veren ana yol güzergâhlarıdır. Özellikle D-100 karayolunun aşındırma ve biriktirme faaliyetleri ile oluşturduğu yapay yer yersekileri belli alanlarda gözlemlenmektedir. Altın-tepe-Küçükyalı ile Aydınevler-İdealtepe-Girne Mahallesi D-100 arasında kazma işlemi ile yol çalışmalarının yapılması ve son yıllarda bu alandaki genişletme süreci yapay vadi ve oluğun, kavşaklarda köprü ile yapay karasal birikim alanlarının meydana gelmesine neden olmuştur (Fotoğraf 2 ve 3). D-100'den Başbüyük ve Büyükbakkalköy hattına uzanan yeni yol çalışmalarında da değişimler mevcuttur.

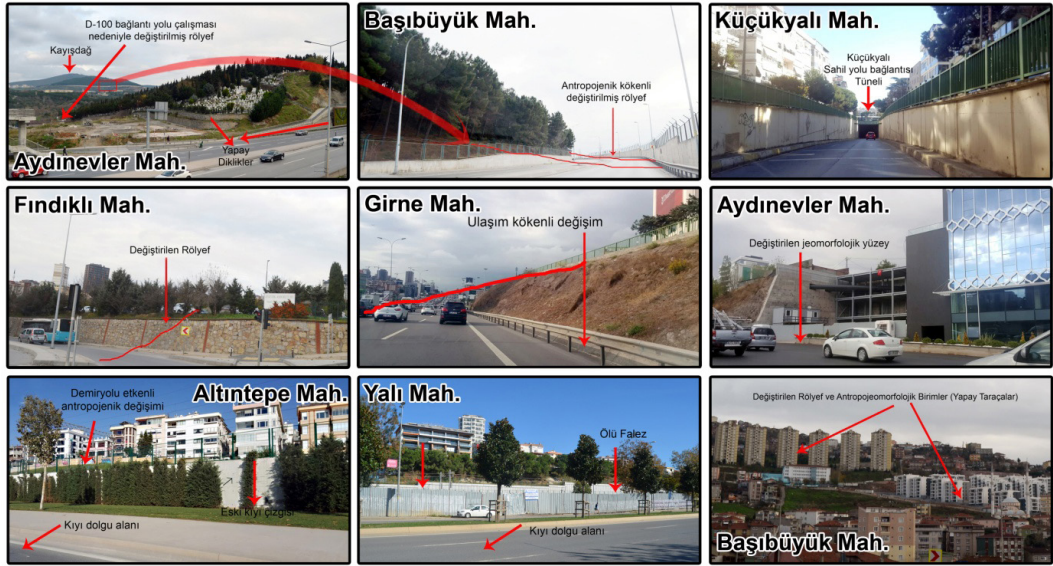


Fotoğraf 1. Maltepe Sahilinde Geçmişten Günümüze Kıyı Çizgisi Değişimleri A) Süreyya plajı ve denizdeki anıtın 1970 yılındaki durumu, B) Süreyya plajı 1972 yılı, C) 1980 yılında başlayan kıyı dolgu çalışmaları (Maltepe Belediyesi arşivi), D) Süreyya plajındaki anıtın 2020 yılındaki görünümü, E) Aktif falezler (1972), F) ve G) Ulaşım odaklı dolgu alanları



Fotoğraf 2. Altuntepe-Küçükyalı D-100 Karayolu Çevresindeki Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişimler A) Batıdan doğuya B) Doğudan batıya bakış C) Altuntepe tünel D) Altuntepe’de yapay taraçalar

İlçede yerleşim alanlarının tamamını kapsayan sahada farklı genişliklerdeki yollar daha küçük boyutlu antropojeomorfolojik koşulların oluşumunu sağlamıştır. Bunun yanında yerleşim ve ulaşım faktörünün ortak etkisi, eğim, engebellelik gibi durumlar, bu süreçlerin rölyef üzerinde yapay taraçalar oluşturmasını sağlamıştır. Yapay taraçalar Esenkent, Gülsuyu, Gülenusu, Zümrütevler, Başıbüyük, Büyükbakkalköy ve Girne Mahallesi gibi irtifa farkının kısa mesafelerde arttığı yerlerde gözlemlenir (Fotoğraf 3). Araştırma sahasında kazma işlemleri sonucu yüzeyin altında da antropojeomorfoloji birimleri meydana getirilmiştir. Bunun yanında yüzey üzerinde birikim faaliyetleri sonucu yapay boşluklar oluşturulmuştur. İlçenin batısında Altuntepe’de bulunan tünel, sahanın geçmişi daha eskilere giden antropojenik etki alanlarından biridir. Bunun dışında, D-100 karayolu üzerindeki köprü ve viyadükler ile meydana gelen alt geçit sahaları diğer antropojeomorfolojik birimleri teşkil eder. Aynı zamanda bu yol güzergahında yüzeyin altında kazma faaliyeti ile yapılan metro çalışması diğer yapay yer şeklini oluşturur. İlçedeki neredeyse bütün akarsuların vadileri yeniden tanzim edilerek değiştirilmiş ve dereler ıslah edilmiştir. Bu yüzden derelerin denize döküldükleri alanlarda yüzeyde gözlemlenen ya da yer altına drenajı verilen yapay kanallar mevcut bulunmaktadır. Özellikle Çamaşırılık, Tavşan ve Narlı Dere’lerde bu durum belirgin şekilde sahada gözlemlenmektedir.



Fotoğraf 3. Araştırma Sahasının Farklı Kesimlerinde Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişimler

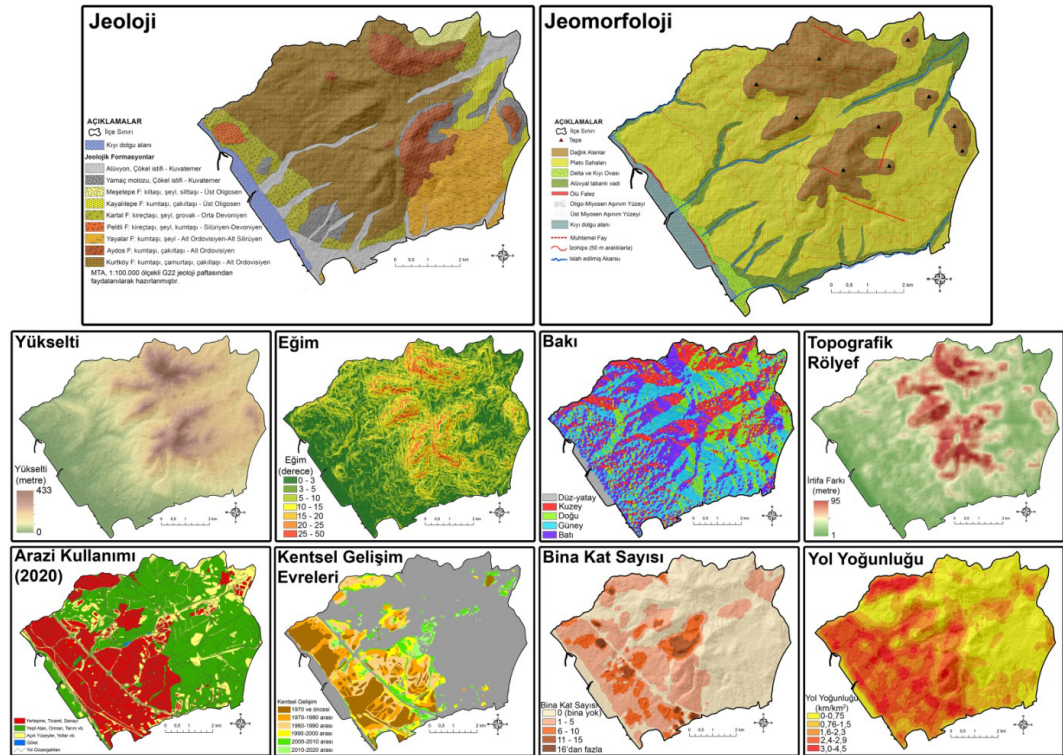
3.2. Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişim Analizi

İnceleme sahasının antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğu haritası incelendiğinde, sahil bandının tamamı (kıyı dolgu alanları), D-100 karayolu ve kavşak noktaları, Küçükyalı, Aydınnevler, Zümrütevler, Başıbüyük, Büyükbakkalköy Mahallelerinin belli kesimlerinde çok yüksek seviyede değişimlerin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5). Bu alanlar toplam ilçe sahasının % 12,2'sini oluşturmaktadır. Yüksek seviyedeki antropojenik kökenli jeomorfolojik değişim alanları ise ilçenin toplam alanının % 8,2'sini meydana getirmektedir. Bu iki sınıf düzeyi (4 ve 5) jeomorfolojik koşullar üzerinde antropojenik etkilerin yoğun olduğu sahalarda olup ilçenin 1/5'ini oluşturur. İnceleme sahasında orta seviyede değişimlerin yaşandığı yüzeyler % 19,1'lik alan kaplamaktadır. 2020 yılı yerleşim alanları başta olmak üzere sahanın birçok kesiminde bu alanlar yoğunlaşmaktadır. Az seviyedeki değişimler % 26,4'lük alan kaplar. Antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimin çok az olduğu alanlar % 6,5'lik sahayı oluştururken değişimin hiç olmadığı ya da gözlemlenemediği alanlar % 27,6'luk saha kaplamaktadır (Şekil 5).

sonucu da gözlemlenmektedir. İlçede jeomorfolojik görünümün son yıllarda değiştiği ve değiştirilmeye devam ettiği saha ise Aydınveher Mahallesinin kuzeyindeki askeri alanının eğitim kurumuna dönüştürüldüğü alandır. Bu alanda özellikle vadi ve yamaçların aşındırma ve biriktirme faaliyetleri ile beşeri kullanıma uygun hale getirilmesi antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlerin yoğun olarak gözlemlenebilmesini sağlamıştır.

3.3. Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişimlerin Oluşmasındaki Faktörlerin Bağlantısal ve İstatistiksel Analizi

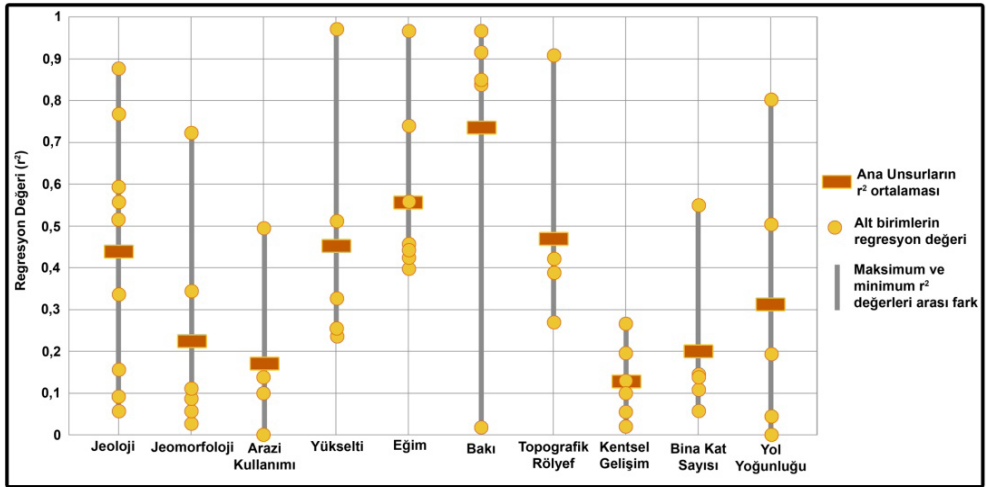
İnceleme sahasının antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim haritasının yoğunluk seviyelerindeki etken faktörlerin tespiti için 10 ana faktör ve bu faktörlere ait 58 alt parametre belirlenmiştir. Ana faktörler; jeoloji, jeomorfoloji, yükselti, eğim, baki ve topografik rölyef gibi jeolojik-jeomorfolojik faktörler ile arazi kullanımı, kentsel gelişim evreleri, bina kat sayısı ve yol yoğunluğu gibi antropojenik faktörlerden oluşmaktadır (Şekil 6). Belirtilen ana faktörler ile alt parametrelerinin inceleme sahasında modellenen antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğuna etki düzeyleri, regresyon, coğrafi dedektör ve etki-faktör analizleri ile bağlantısal ve istatistiksel olarak incelenmiştir.



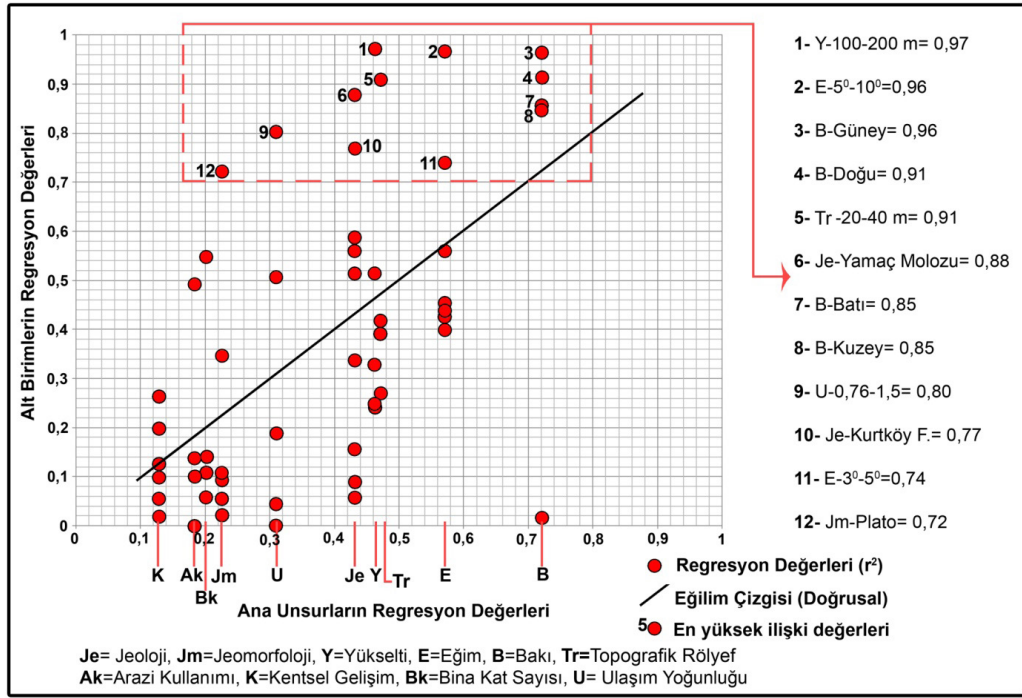
Şekil 6. Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişimlere Etki Eden Faktörler

İnceleme sahası kapsamında ilk olarak ana faktörler ile alt birimleri, antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğunun sıralı kategorik olarak sınıflandırılmış 6 seviyesi ile regresyon analizine tabi tutulmuştur. Hesaplanan regresyon sonuçlarına göre ana faktörler arasında antropojenik kökenli jeomorfolojik değişimleri etkileyen unsurların, bakı, eğim, topografik rölyef, yükselti verileri olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 7). Her ne kadar ilçenin yükselti, eğim verileri antropojenik faaliyetlerin jeomorfolojik değişime etki ilişkisi düzeyinin yüksek olması beklense de analizde arazi kullanımı, jeomorfoloji, bina ve yol yoğunluklarının düşük ilişki düzeyi dikkat çekmektedir. Bu durumun oluşmasında verilerinin bazılarının sıralı kategorik düzeyde olmaması ve değişim seviyesiyle orantısız ilişkisinde çarpıklarının olması sonucu ortaya çıkar. Ana unsurların alt birim kapsamında maksimum ve minimum regresyon değerlerinin açıklığı incelendiğinde ise ana faktörün tek başına antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimde etkili olmadığı alt birim bazında etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Regresyon analizi alt birim verileri değerlendirildiğinde, 12 alt parametrenin belirgin şekilde değişimde baskın rolleri üstlendiği anlaşılmaktadır. En yüksek ilişki düzeyinin yükselti (100-200 m), eğim (5^0-10^0), bakı (güney) alt parametrelerinde olduğu görülmektedir (Şekil 8). İlçede yerleşim alanlarının genişlemesinin eğim ve yükseltinin kıyıda daha fazla olduğu daha kuzeye yönelmesi, güney yönlü yamaçların Anadolu yakasının asimetrik yapısından dolayı ilçede daha fazla alan kaplaması verilerin bu şekilde oluşmasını sağlamıştır. Jeolojik olarak sahada Kurtköy formasyonunun, jeomorfolojik olarak plato alanlarının geniş yer kaplaması regresyon analizine göre bu birimlerin değişimde baskın faktörler arasında yer almasını sağlamıştır. Topografik rölyef verisinde irtifa farkının 20-40 m arasında olduğu sahalarda yerleşim ve ulaşım amaçlı yüzey tanzimi bu parametrenin ilişki düzeyinin yüksek olmasını yol açmıştır. Ana faktörlere bağlı diğer parametrelerin birçoğu regresyon analizi verilerine göre doğrusal eğilimin altındadır ve etki düzeyleri ilişkisi oldukça düşüktür (Şekil 8).



Şekil 7: Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişimi Etkileyen Faktörlerin Regresyon Analizi



Şekil 8. Ana Faktörler ile Alt Parametrelerin Regresyon Grafiği

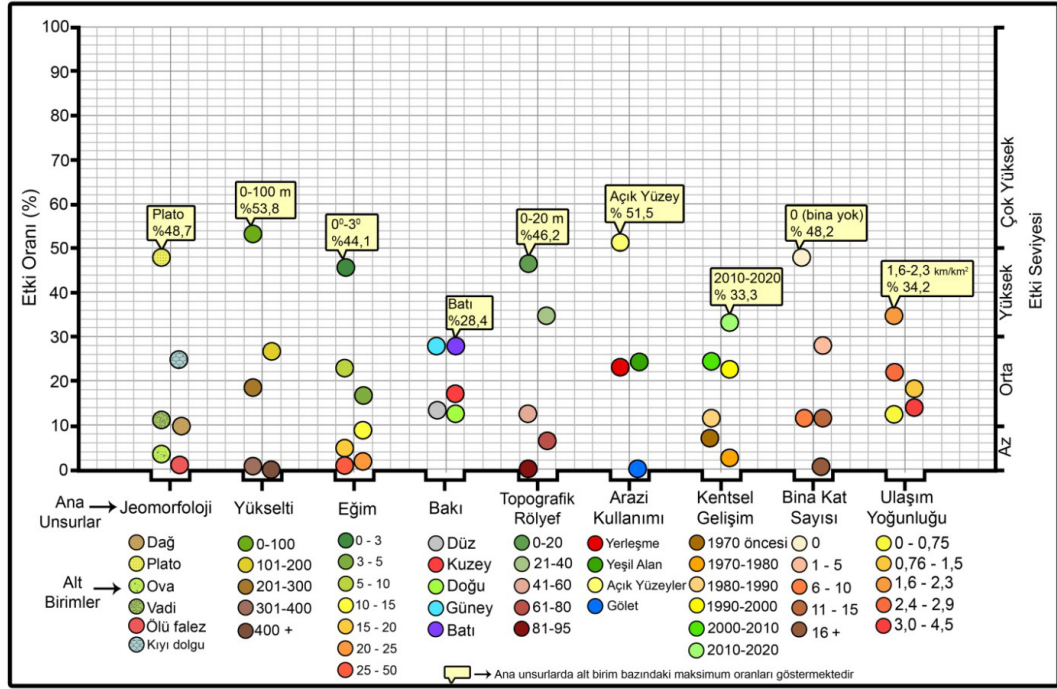
Araştırmada antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlere etki eden faktörlerin coğrafi de-
 dektör analizi verileri incelendiğinde; 10 ana faktör arasında mekânsal varyans istatistiğine dayalı
 olarak arazi kullanımı, bina kat sayısı, yol yoğunluğu ve jeomorfolojinin baskın faktörler olduğu tes-
 pit edilmiştir (Tablo 3). Arazi kullanım verilerinin diğer verilere nazaran belirgin şekilde yüksek q
 değeri Maltepe ilçesinde antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlerdeki etken faktör olduğunu
 göstermektedir. Jeoloji, eğim, bakı ve kentsel gelişim evrelerinin meydana gelen jeomorfolojik deği-
 şimdeki rolü oldukça düşüktür.

Tablo 3. Coğrafi Dedektör Analizi ile Faktörlerin Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişimlere Etki Değerleri

Faktör Dedektör Analizi		Etkileşim Dedektör Analizi		
Faktör		q değeri	Faktör Etkileşimleri	q değeri
Jeomorfolojik Faktörler	Jeoloji (Je)	0,072	Jeomorfolojik F. (Je \cap Jm \cap Y \cap E \cap T)	0,697
	Jeomorfoloji (Jm)	0,277	Antropojenik F. (Ak \cap K \cap Bn \cap U)	0,97
	Yükselti (Y)	0,135	Yükseltinin Eğim \cap Bakı \cap Topografik R.	0,348
	Eğim (E)	0,043	Jeomorfoloji \cap Yükselti	0,413
	Bakı (B)	0,059	Bina Kat Sayısı \cap Yol Yoğunluğu	0,561
	Topografik Rölyef (Tr)	0,109	Jeomorfoloji \cap Arazi Kullanımı	0,686
Antropojenik Faktörler	Arazi Kullanımı (Ak)	0,408	Yükselti \cap Kentsel Gelişim	0,178
	Kentsel Gelişim (K)	0,042	Topografik Rölyef \cap Yol Yoğunluğu	0,397
	Bina Kat Sayısı (Bk)	0,273		
	Yol-Ulaşım Yoğunluğu (U)	0,287		

İnceleme sahasındaki antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlere etki eden faktörlerin etkileşim dedektörü değerleri incelendiğinde; arazi kullanımı, kentsel gelişim, bina ve yol yoğunluğu verilerinin etkileşimdeki etkisi oldukça yüksektir (Tablo 3). Jeomorfolojik faktörlerin etkileşim düzeyi q değeri oldukça yüksektir. Ancak çok fazla faktörün etkileşimde baskın faktör açısından yüksek çıkması normal bir istatistiksel durumdur. Bu noktada dikkate değer veri, jeomorfoloji ve arazi kullanımının etkileşimsel faktörünün yüksek olduğudur. Belirtilen durum ilçede meydana gelen antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlerin meydana gelmesinde, jeomorfolojik koşulların sağladığı elverişli olanakların arazi kullanımında farklı amaçlarla tanzim edildiğini ve değiştirildiğini gösterir.

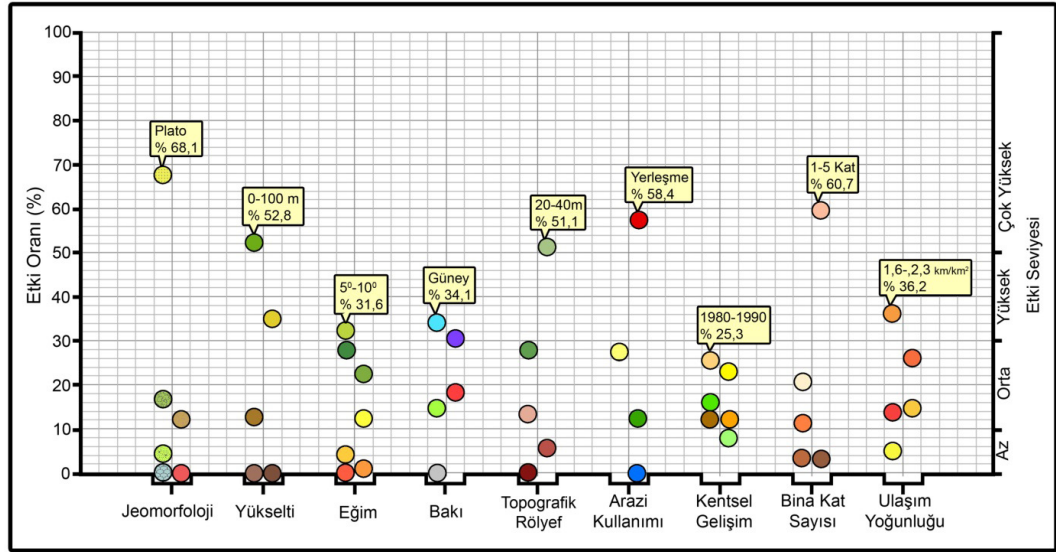
Etki-faktör analizinde 10 ana faktör ve 58 alt parametre 4 yoğunluk seviyesinde ayrı ayrı analiz edilmiş ve jeoloji verisi hariç hepsi grafiksel olarak gösterilmiştir. Antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğunun çok yüksek olduğu sahalarda sadece üç faktörün baskın ilişkisel yapıda olduğu tespit edilmiştir. Faktörlerin alt birimlerinden 7 tanesi yüksek, 26'i orta, 22'ü ise az seviyede değişimlere etki etmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Çok Yüksek Yoğunluktaki Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişim Alanlarının Etki-Faktör Analizi

Antropojenik kökenli jeomorfolojik değişimlere etki eden faktörlerden yükselti seviyesi 0-100 m aralığı (% 53,8), arazi kullanımından açık yüzeyler (% 51,5) ve Kurtköy formasyonu (% 56,4) çok yüksek bağlantısal değerler sunmaktadır. Bu değerler arasından litolojik birimin ilçede geniş alan kapsamı yüksek düzeyde ilişki olduğunu gösterse de gerçek anlamda baskın faktör olmadığı anlaşılmaktadır. Ancak yükselti seviyesinin 0-100 m arasında olduğu alanlar rölyef değişimi için elverişli koşullar sunduğundan etki düzeyinin çok yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Açık yüzeyler-yolların çok yüksek seviyedeki etkisi ise antropojenik etkilerle yapay vadi, tünel, oluk, diklik gibi unsurların ulaşım güzergâhlarında gözlemlenmesi ve bu unsurlar için rölyefin büyük boyutta tanzim edilmesiyle açıklanmaktadır. Plato sahaları, eğimin düz ve düze yakın olduğu alanlar, irtifa farkının 0-40 m arasında olduğu yerler ve son 10 yıldaki kentsel gelişim alt birimlerinin çok yüksek seviyedeki rölyef değişimi ile yüksek etki seviyesinde ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Özellikle jeomorfolojik koşulların antropojenik düzenlemeler için olanaklar sunduğu alanlar rölyefin tanzimini kolaylaştırmıştır. Bina verisinin olmadığı ve ulaşım yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanların yüksek etki seviyesi dikkat çekicidir. Bu durumun oluşmasında ana ulaşım güzergâhlarının en büyük antropojenik kökenli

jeomorfolojik değişimlere neden olması, bu sahalarda bina varlığının olmaması ve D-100 karayolunun tek güzergâhında yol yoğunluğunun orta, ancak yol genişliğinin yüksek olması ile açıklanabilmektedir. Ana faktörlerden 22 alt biriminin rölyef değişiminin oluşmasına az etkisi olduğu ya da hiç olmadığı tespit edilmiştir.

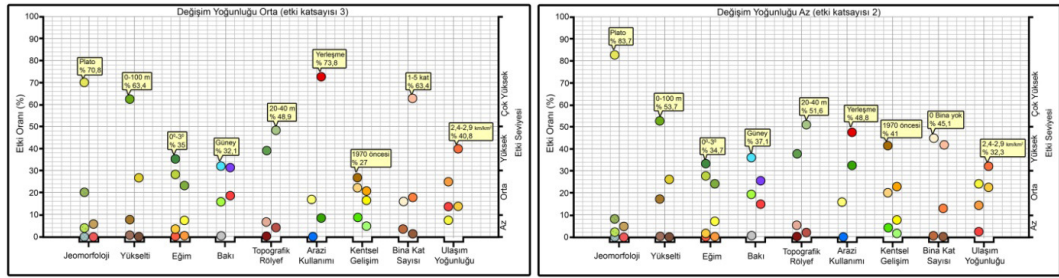


Şekil 10. Yüksek Yoğunluktaki Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişim Alanlarının Etki-Faktör Analizi

İlçenin yüksek seviyedeki antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğu alanları için yapılan etki-faktör analiz sonuçlarına göre; plato (% 68,1), 0-100 m arasındaki yükselti (% 52,8), 20-40 m arası irtifa farkı (% 51,1), yerleşim alanları (% 58,4) ve 1-5 kat arasındaki bina yoğunluğu (% 60,7) çok yüksek etki düzeyine sahiptir (Şekil 10). Bu durum ilçenin büyük çoğunluğunun alçak plato sahalardan müteşekkil olması ve antropojenik koşulların müdahalesi için elverişli olanakları sunmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca arazi kullanımında yerleşim alanlarının meydana gelen rölyef değişiminde büyük rol oynadığı ve 1-5 kat arası bina yoğunluğu dağılışı dikkate alındığından yüzeyin tesviye sürecine uğradığı anlaşılmaktadır. Özellikle irtifa farkının 20-40 m arasındaki alanlarda yüksek seviyede değişim yoğunluğunun yaşanması bu alanların mutlak suretle beşeri faaliyetler için tanzim edilme zorunluluğundan ileri gelir. Eğim ve topografik rölyef verileri; jeomorfolojik özelliklerin antropojenik kullanım için mutlaka belli süreçlerle değiştirilmesi gerektiğini ortaya koyar. Özellikle bu alanların yerleşim ve ulaşım yoğunluğu ile yakın ilişkisi rölyefin farklı süreçlerle tanzimine yol açmış ve jeomorfolojik koşullar değiştirilmiştir. Ulaşım, bina kat sayısı ve arazi kullanım etki-faktör ilişkisi de bu durumu desteklemektedir. Ana unsurlardan 23 alt birimin yüksek

seviyedeki rölyef değişiminde etkisi oldukça azdır. 24 alt birim orta, 6 alt birim yüksek seviyede korelasyon ilişkisi ve etki seviyesine sahiptir.

Araştırma sahasında orta seviyedeki jeomorfolojik değişim yoğunluğunun etki-faktör analizi değerlendirildiğinde çok yüksek etkide bulunan alt birimlerin korelasyon değerinin oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Plato alanları (% 70,8), 0-100 m arasındaki yükseltiler (% 63,4), yerleşme sahaları (% 73,8) ve 1-5 kat arası bina yoğunluğu alanları (% 63,4) çok yüksek etki seviyesine sahiptirler (Şekil 11). Bu durum, jeomorfolojik koşulların antropojenik faaliyetler için oldukça elverişli olanaklar sağladığı alçak plato sahalarının geçmişten günümüze yerleşim, ticaret ve ulaşım alanlarına dönüşmesi ve dolayısıyla mutlak suretle rölyef üzerinden küçük ve büyük boyutlu değişimlerin yaşanmasıyla açıklanabilir. Maltepe ilçesinde az yoğunlukta antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlerin olduğu sahalarda; plato (% 83,7), 0-100 m arası yükselti (% 53,7) ve 20-40 m arası irtifa farkı (% 51,6) çok yüksek seviyede etkiye sahipken, yerleşim, bina ve yol yoğunluğu yüksek seviyede etkiye sahiptir (Şekil 11). Az seviyede rölyef değişiminin, jeomorfolojik ana unsurlardan bir veya iki alt birim üzerinden yüksek korelasyon ilişkisi tespit edilirken beşeri koşullarının alt birimlerinin daha yüksek etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 11. Orta ve Az Yoğunlukta Antropojenik Kaynaklı Jeomorfolojik Değişim Alanlarının Etki-Faktör Analizi

4. Sonuç

Çalışmada, ülkemizin en yoğun nüfuslu bölgelerinden İstanbul'un Maltepe ilçesi örneği üzerinden antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğu ve bu değişimde rol oynayan etken faktörlerin istatistiksel olarak etki düzeyleri incelenmiştir. Araştırma sahasında son 50 yıllık zaman içerisinde şehirleşme ve ulaşım başta olmak üzere çeşitli türden beşeri kullanımların etkisinde jeomorfolojik yapı farklı süreçlerle değiştirilmiştir. Bu durum çalışma sahasında çeşitli boyutlarda antropojenik jeomorfoloji birimlerinin gözlemlenmesini sağlamıştır. Antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim modeli haritasına göre çalışma sahasının %20,4'ünde çok yüksek ve yüksek yoğunlukta jeomorfolojik-topografik değişim yaşandığı tespit edilmiştir. İlçe alanının %19,1 orta, %26,4'ü az, %6,5'i çok az yoğunlukta değişimlere sahne olurken %27,6'sında herhangi bir jeomorfolojik

değişimin yaşanmadığı tespit edilmiştir. İlçede antropojenik nedenli olarak kıyı jeomorfolojisinin asli yapısının değiştiği ve geniş alanlı yapay kıyı sahasının oluştuğu gözlemlenmiştir. Ayrıca antropojenik etkenlerle vadilerin ve dere yataklarının değiştirildiği ya da kanala alındığı, yeni yerleşim alanlarının olduğu sahalarda yapay taraçaların meydana getirildiği, ulaşım amaçlı olarak yapay olukların oluştuğu tespit edilmiştir. Antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişim yoğunluğunun oluşmasındaki etkin unsurların belirlenmesi için değişim yoğunluğu seviyeleri ile jeomorfolojik-antropojenik ana faktörler ve alt parametreleri regresyon, coğrafi dedektör ve etki-faktör analiz yöntemleriyle bağlantısal açıdan değerlendirilmiştir. Regresyon analiziyle jeomorfolojik faktörlerin, coğrafi dedektör ve etki-faktör analizleriyle de jeomorfoloji ve arazi kullanımı alt birimlerinin esas faktörler olduğu saptanmıştır. Özellikle bazı unsurların sıralı kategorik veri olmaması regresyon analizinde ilişkisel yapının farklı sonuçlar vermesine neden olmuştur. Ancak coğrafi dedektör etkileşim verisinin özellikle jeomorfoloji ve arazi kullanımının baskın olduğunu göstermesi, etki-faktör analizinin ise her değişim seviyesi için etken faktörleri ortaya koyması bu iki yöntemin daha doğru ve kullanışlı sonuçlar sağladığını göstermektedir. Bu iki yöntemin sonuçları temel alındığında ilçede antropojenik kaynaklı jeomorfolojik değişimlerin meydana gelmesinde, jeomorfolojik koşulların sağladığı kolay tanzim edilebilir özelliklerin arazi kullanım türlerinin etkisiyle yoğun şekilde değişime uğradığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Belirtilen durum sahada yükseltinin az, eğimin daha sade olduğu kıyıya yakın alanlardaki yerleşim ve ulaşım amaçlı değişimler ile son yıllarda eğim, irtifa farkı ve yükseltinin biraz daha fazla olduğu alanlardaki yeni yerleşim ve ulaşım sahalarında antropojenik kaynaklı değişim yoğunluğunun oluştuğu göstermektedir. Antropojenik kaynaklı değişimlerin jeomorfoloji başta olmak üzere birçok dinamik işleyiş sürecine etki edeceği ve dolayısıyla muhtemel farklı sorunların ortaya çıkması da tetikleyeceği geleceğe dair muhtemel sorunların oluşacağını ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

- Brandolini, P., Cappadonia, C., Luberti, G., Donadio, C., Stamatopoulos, L., Di Maggio, C. ... Del Monte, M. (2019). Geomorphology of the Anthropocene in Mediterranean Urban Areas. *SAGE Progress in Physical Geography*, 20(10), 1-34. doi: 10.1177/030.913.3319881108
- Brown, E. H., (1970). Man Shapes The Earth. *Geographical Journal*, 136, 74-85. doi: 10.2307/1795683
- Brown, A. G., Tooth, S., Bullard, J. E., Thomas, D., Chiverrel, R., Plater, A., & Murton, J. (2017). The Geomorphology of the Anthropocene: Emergence, status and implications. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42, 71-90. doi:10.1002/esp.3943
- Cao, W., Sofia, G., & Tarolli, P. (2020). Geomorphometric Characterisation of Natural And Anthropogenic Land Covers. *Progress in Earth and Planetary Science*, 7(2), 1-17. doi: 10.1186/s40645.019.0314-x
- Castree, N. (2014). The Anthropocene and Geography I: The Back Story. *Geography Compass*, 8, 436-449. doi: 10.1111/gec3.12141
- Costello, A. B., & Osborne, J. W. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical assessment, research & evaluation*, 10(7), 1-9.
- Crutzen, P.J., & Stoermer, E.F. (2000) The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, 41, 17-18.

- Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., & Sönmez, S. (2008, 16-17 Ekim). Türkiye'de Antroposen Döneminde Doğal Çevre Bozulmasını Etkileyen Antropojenik Faktörler. *TÜCAUM V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. (ss.317-328). 16-17 Ekim 2008, Ankara.
- Ekinci, D. (2006). Tuzla Kıyıları ve Yakın Çevresinde İnsan Kontrollü Güncel Jeomorfolojik Gelişim. *Türk Coğrafya Dergisi*, 46, 123-145.
- Ekinci, D., & Yalçınkaya, B. (2015). İstanbul'da Antropojenik Süreçler ve Etkileri. *IV. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. (ss.347-368). Samsun.
- Ellis, E. C. (2017). Physical Geography in the Anthropocene. *Progress in Physical Geography SAGE*, 41(5), 525-532. doi: 10.1177/030.913.3317736424
- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji I* (Ertek A., & Güneysu, C., Güncelleştirenler). İstanbul: Der Yayınları.
- Erkal, T., & Taş, B. (2013). *Jeomorfoloji ve İnsan (Uygulamalı Jeomorfoloji)*. İstanbul: Yeditepe Yayınevi.
- Ertek, T. A., & Erginal, A. E., (2006) Anthropogenetically triggered landslide factors of the Varyant landslide area at Büyükçekmece. *NW Turkey, Zeitschrift für Geomorphologie*, 50(2), 177-191.
- Ertek, T. A. (2015). Antropojenik Jeomorfolojinin Ana Çizgileri. *IV. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. (ss.346-347) Samsun.
- Ertek, T., A. (2016). İnsan Faaliyetlerine Bağlı Jeomorfokronolojik Yıkımlar. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. (ss.201-219). Ankara.
- Ertek, T. A. (2017). Antropojenik Jeomorfoloji: Konusu, Kökeni ve Amacı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 69, 69-79. doi: 10.17211/tcd.319409
- Goudie, S. A. (1993). Human Influence in Geomorphology. *Geomorphology*, 7, 37-59. doi: 10.1016/0169-555X(93)90011-P
- Goudie, A., & Viles, H. (2016). *Geomorphology in the Anthropocene*. Cambridge University Publishers.
- Görüm, T., & Fidan., S. (2021). Spatiotemporal variations of fatal landslides in Turkey. *Landslides*. January. 1-15.
- Güner, Ö. (2019). Atakümdaki (Samsun) Antropojeomorfolojik Yapılar ve Çevresel Etkileri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 24(42), 1-15. doi: 10.17295/ataunidcd.620592
- Harden, C. P., Chin, A., & English, M. R. (2014). Understanding Human-Landscape Interactions in the Anthropocene. *Environmental Management*, 53, 4-13. doi: 10.1007/s00267.013.0082-0
- Harrington D. (2009). Assessing Confirmatory Factor Analysis Model Fit and Model Revision. *Confirmatory Factor Analysis*, 52(3), 1-11.
- Hu Y., Wang J. F., Li X. H., & Zhu J., (2011). Geographical detectors-based risk assessment of the under-five mortality in the 2008 Wenchuan earthquake, China. *New Jorunal Introducing Global Public Health PLoS ONE*, 6(6), doi: 10.1371/journal.pone.0021427
- 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. (2016). Üsküdar'da Rölyefin Yeniden Tanzimi: Antropojenik Jeomorfoloji ve Yansımaları. *Uluslararası Üsküdar Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Cilt II*. (ss.443-453). İstanbul.
- Kılıç, S. (2013). Doğrusal Regresyon Analizi. *Journal of Mood Disorders*, 3(2), 89-92. doi: 10.5455/jmood.201.306.24120840
- Knitter, D., Augustin, K., Biniyaz, E., Hamer, W., Kuhwald, M., Schwanebeck, M., & Duttmann, R. (2019). Geography and the Anthropocene: Critical Approaches Needed. *SAGE Progress in Physical Geography*, 20(10), 1-11. doi: 10.1177/030.913.3319829395

- Kopar, İ., Çelik M., & Bayram, H. (2018). Kapadokya Volkanik Provensi'ndeki Volkan Rölyefinin Antropojenik Degradasyonu Üzerine Bir Analiz. *Türk Coğrafya Dergisi*, 71, 37-46. doi: 10.17211/tcd.424377
- Larsen T. B., & Harrington J. (2020) Geographic Thought and the Anthropocene: What Geographers Have Said and Have to Say. *Annals of the American Association of Geographers*. doi: 10.1080/24694.452.2020.1796575
- Li, J., Yang, L., Pu, R., & Liu, Y. (2017). A Review on Anthropogenic Geomorphology. *Journal of Geographical Sciences*, 27(1), 109-128. doi: 10.1007/s11442.017.1367-7
- Liao Y, Zhang Y, He L, Wang J, Liu X, Zhang N, ... Xu, B. (2016). Temporal and Spatial Analysis of Neural Tube Defects and Detection of Geographical Factors in Shanxi Province, China. *New Journal of Science*. doi: 10.1039/c6nj00000a
- Luo, W., Jasiewicz, J., Stepinski, T., Wang, J., Xu, C., & Cang, X. (2016). Spatial association between dissection density and environmental factors over the entire conterminous United States. *Geophys Res Lett*, 43, 692-700. doi: 10.1002/2015GL066941
- Manea, Ş., Surdeanu, V., & Rus, I. (2011). Anthropogenic Changes on Landforms in the Upper And Middle Sectors of Strei Basin. *Romania of Journal Geography*, 55(1), 37-44.
- Nir, D., (1983). *Man, A Geomorphological Agent. An Introduction to Anthropic Geomorphology*. Dordrecht, Boston, London: Reidel.
- Özşahin, E. (2013). Asi Nehri Deltasının (Hatay) Antropojenik Jeomorfolojisi. Öner, E. (Ed.) *Profesör Doktor İlhan Kaya'nın Armağanı*. (ss. 925-934). İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları.
- Chirico P.G., Bergstresser S., DeWitt J.D., & Marissa A. A. (2020). Geomorphological mapping and anthropogenic landform change in an urbanizing watershed using structure-from-motion photogrammetry and geospatial modeling techniques. *Journal of Maps*. doi: 10.1080/17445.647.2020.1746419
- Rocatti, A., Fancini, F., Luino, F., De Graff, J., & Turconi, L. (2019). Morphological changes and human impact in the Entella River floodplain (Northern Italy) from the 17th century. *ScienceDirect Elsevier*, 182, 1-19.
- 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. Szabó, J., David, L., & Loczy, D. (Eds.). *Anthropogenic Geomorphology, A Guide to Man-Made Landforms*. (ss. 273-293). Dordrecht Heidelberg London New York: Springer.
- Rózsa P., & Novák, T. (2011). Mapping anthropogenic geomorphological sensitivity on global scale. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 55(1), 109-117. doi: 10.1127/0372-8854/2011/0055S1-0041
- Rózsa P., Incze, J., Balogh, S., & Novák T. (2020). A novel approach to quantifying the degree of anthropogenic surface transformation – the concept of 'hemeromorphy'. *Erkunde*, 74(1), 45-57. doi:0.3112/erdkunde.2020.01.03
- Saleem, A. M. (2018). The Anthropogenic Geomorphology of the New Suburbs, East of Greater Cairo, Egypt. *Buletin Social. Géogphy. d'Égypte*, 91(1), 1-28. doi: 10.21608/BSGE.2018.90304
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York: McGraw-Hill International Book Company.
- Saaty, T. L., & Kearns, K. P. (1985). *Analytical planning: The organization of system (C. 7)*. Oxford Great Britain: Pergamon Press.
- Saaty, T. L. (2004). Decision making – the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(1), 1-35.

- Sofia, F., Marinello, F., & Tarolli, P. (2016). Metrics for quantifying anthropogenic impacts on geomorphology: Road networks. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41, 240-255. doi: 10.1002/esp.3842
- Steffen, W., Grinevald, J., & Crutzen, P. (2011). The Anthropocene: Conceptual and Historical Perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 369, 842-867. doi: 10.1098/rsta.2010.0327
- Sümer, Ö., Alak, A., & Tekin, A. (2020) Antropojen ve Antroposen Kavramlarının Tarihsel Gelişimine Yerbilimsel Bir Bakış. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 23, 1-20.
- Szabó, J., David, L., & Loczy, D. (2010). *Anthropogenic Geomorphology: A Guide to Man-Made Landforms*. London, New York: Springer.
- Szabó, J. (2010). *Anthropogenic Geomorphology: Subject and System*. Szabó, J., David, L., & Loczy, D. (Ed.). (ss.3-10). Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer.
- Tarolli, P. (2016). Humans and the Earth's Surface. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41, 2301-2304. doi: 10.1002/esp.4059
- Tarolli, P., & Sofia, G. (2016). Human Topographic Signatures and Derived Geomorphic Processes Across Landscapes. *Geomorphology*, 255, 140-161. doi: 10.1016/j.geomorph.2015.12.007
- Tarolli, P., Cao, W., Sofia, G., Evans, D., & Ellis, E. (2019). From features to fingerprints: A general diagnostic framework for anthropogenic geomorphology. *Progress in Physical Geography*, 43(1), 95-128.
- Turoğlu, H. (2019). Yapay kıyıların jeomorfolojik tanımlaması: Diliskelesi kıyıları örneği (Kocaeli, Türkiye). *Coğrafya Dergisi*, 39, 11-27. doi: 10.26650/JGEOG2019-0015
- Ursu, A., Chelaru, D. A., Mihai, F. C., & Iordache, I. (2011). Anthropogenic Landform Modeling Using GIS Techniques Case Study: Vrancea Region. *Geographia Technica*, 13(1), 91-100. doi: 10.5281/zenodo.19144
- Uzun, M., (2020a). Anthropogenic Geomorphology in The Dilderesi Basin (Gebze-Dilovası): Changes, Dimensions and Effects. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 41, 319-345. doi: 10.32003/igge.623378
- Uzun, M., (2020b). Antropojenik Jeomorfoloji Kapsamında Rölyefin Değişim Analizi: Ataşehir (İstanbul) Örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi/Turkish Journal of Geographical Sciences*, 18(1), 57-84. doi: 10.33688/aucbd.684790
- Verburg, P. H., Dearing, J. A., & Dyke, J. G. (2016). Methods and Approaches to Modelling the Anthropocene. *Global Environmental Change*, 39, 328-340. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2015.08.007
- Walker, H. J. (1991). Antropojenik Landforms in the Coastal Zone (Sahil Bantlarında Antropojenik Yerçekilleri). *Jeomorfoloji Dergisi Özel Sayı*, 19, 1-12.
- Wang J.F., Li X.H., Christakos, G., Liao, Y. L., Zhang, T., Gu, X., & Zheng, X. Y. (2010). Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun Region, China. *International Journal of Geographical Information Science*, 24, 107-127. doi: 10.1080/136.588.10802443457
- 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, MPDI*, 11, 1-20. doi: 10.3390/rs11121493
- Xu, C., (2017). Spatio-Temporal Pattern and Risk Factor Analysis of Hand, Foot and Mouth Disease Associated with Under-Five Morbidity in the Beijing-Tianjin-Hebei Region of China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(4), 1-14. doi: 10.3390/ijerph14040416
- Yaşlıoğlu, M. M., (2017). Sosyal Bilimlerde Faktör Analizi ve Geçerlilik: Keşfedici ve Doğrulamalı Faktör Analizlerinin Kullanılması. *Istanbul University Journal of the School of Business*, 46, 74-85.

Zalasiewicz, J., Williams, M., & Steffen, W. Crutzen, P. (2010). The New World of the Anthropocene. *Environmental Science & Technology*, 44(7), 2228-2231.

GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF FACTORS IN THE OCCURRENCE OF ANTHROPOGENIC ORIGINATED GEOMORPHOLOGICAL CHANGES: EXAMPLE OF MALTEPE DISTRICT (ISTANBUL)

Murat UZUN^{*} 

Anthropogenic processes are characterized as human influence. With the scientific developments in recent years, it has started to take a place in many disciplines, as it is in reference to a new period in geological terms. Apart from natural processes, all these developments have enabled the change of geomorphological units due to anthropogenic origin and the emergence of man-made landforms, and anthropogenic geomorphology has taken its place in the science of geomorphology. Anthropogenic geomorphology; It examines man-made landforms within the scope of many factors, the relief changes on the surface, the morphometric dimensions of this change and its effects on many natural elements, especially topography, with various systematic methods (Walker, 1991; Goudie, 1993; Szabó, David & Loczy, 2010; Jefferson, Wegmann & Chin 2013; Harden, Chin & English, 2014; Tarolli, 2016; Verburg, Dearing & Dyke, 2016; Brown vd., 2017; Ertek, 2017; Li vd., 2017; Tarolli vd., 2019; Xiang vd., 2019; Cao, Sofia & Tarolli 2020). The concept of anthropogenic geomorphology in Turkey, has begun to show a slow but steady progress in recent years with different approaches (Efe vd., 2008; Ekinçi, 2006; Özşahin, 2013; Ertek, 2016; Karataş, 2016; Kopar, Çelik & Bayram, 2018; Güner, 2019; Uzun, 2020a; Uzun 2020b; Sümer, Tekin & Alak, 2020). In recent years, anthropogenic factors such as migration and urbanization, transportation, mining, tourism facilities, especially in densely populated settlements, have caused changes in geomorphology in our country. In the study, the study area as the most densely populated city in Turkey located on the Anatolian side of Istanbul, anthropogenic induced by different factors in recent years Maltepe district of intensified geomorphological change is selected. In this study, it is aimed to determine the intensity of anthropogenic

* Marmara University, Department of Geography, murat_uzun53@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-2191-3936

Received: 28.02.2021

Accepted: 25.03.2021

originated geomorphological changes in Maltepe district and the factors play role in these changes by geostatistical methods.

The research basically consists of three main parts. These sections consist of the production of the anthropogenic geomorphology map of the site, the determination of the anthropogenic originated geomorphological changes and the statistical relational analysis of the factors in the change. The geomorphological and anthropogenic data, which constitute the main data of the study, were produced with GIS techniques using the obtained materials. In order to produce anthropogenic geomorphology map and anthropogenic originated geomorphological change intensity data, elevation change (1985-2020) and land use change (1970-2020) data of the site and observation-measurement data based on the parameters determined as 6 criteria and observation-measurement data over high resolution satellite images were used. The obtained data were analyzed and interpolated with the IDW method and an anthropogenic originated geomorphological change density model of the district was created. Then, factor data affecting the change that occurred were produced. These factors consist of 10 main factors consisting of geology, geomorphology, elevation, slope, aspect, topographic relief, land use, urban development phases, building floors and road density, and 58 subunits. With 6 categorical data of the density of change, 10 main elements and 58 subunits were subjected to regression, geographical detector and impact-factor analysis. The connective data of the influencing factors in change were revealed by using geostatistical methods.

In the last 50 years, the geomorphological structure has been changed with different processes under the influence of urbanization, transportation, social facilities and other factors. This led to the observation of various sizes of anthropogenic geomorphology units in the study area. 22 anthropogenic geomorphology units of different sizes and spatial widths were observed in the study area. According to anthropogenic originated geomorphology change map model created based on elevation, land use changes and satellite images and measurement-observation data in field studies; it has been determined that there is very high and high density relief change in 20.4% of the study area. In the research area, 19.1% medium, 26.4% low, 6.5% anthropogenic originated geomorphological changes were experienced. It has been determined that there is no geomorphological change in 27.6% of the district area. When the anthropogenic based geomorphological change density map of the study area is examined, it has been determined that there are very high levels of changes in the entire coastline (coastal embankments), D-100 highway and junction points, certain parts of Küçükyalı, Aydınevler, Zümrütevler, Başbüyük, Büyükbakkalköy neighborhoods. 10 main factors and 58 subunits associated with them were determined to determine the factors in the formation of anthropogenic originated geomorphological change density, and these elements were evaluated in relation to the levels of change intensity and regression, geographical detector and impact-factor analysis methods. The obtained findings revealed that geomorphological factors in regression analysis, geomorphology and land use subunits in geographical detector and impact-factor analysis are effective factors. Especially the fact that some elements are not sequential categorical data caused the relational structure to reveal different results in regression analysis. However, the fact that the geographical detector

interaction data shows that geomorphology and land use are dominant, and the impact-factor analysis reveals the factors for each change level, showing that these two methods provide more accurate and useful results. Based on the results of these two methods, it is concluded that the easily changeable features provided by the geomorphological conditions undergo extensive changes with the effect of land use types in the occurrence of anthropogenic originated geomorphological changes in the district. For this reason, in the study area, anthropogenic origin geomorphological changes due to settlement and transportation are concentrated in the areas close to the coast where the elevation and slope are low. Apart from the specified areas, in recent years, it is seen that anthropogenic originated geomorphological change density has occurred in new settlements and transportation areas in areas where slope, altitude difference and elevation are slightly higher.