

Araştırma Makalesi

KOCAELİ GÖLCÜK’TE OLUŞAN HEYELANLARIN NEDENLERİ, ETKİLERİ VE ALINAN ÖNLEMLER

Causes and Impacts of the Landslides Occurring in Kocaeli Gölcük and Remediation Measures Undertaken

Musa ZENGİNCE¹ ve Ahmet KARAKAŞ²

ÖZET

Küçük veya büyük ölçekli oluşan heyelanlar insan canı ve malına zarar vermektedirler. Planlama ve yapılaşma sürecinde gerekli bilimsel çalışmaların yapılmaması, doğal olayların afete dönüşmesine zemin hazırlamaktadır. Bunu önüne geçmek için yerleşime uygunluk çalışmaları göz önüne alınarak yapılaşmaya gidilmelidir. Heyelanlar Gölcük ve civarında sık sık meydana gelmektedir. Bu nedenle bu çalışmada Kocaeli ili Gölcük ilçesi orta kesimlerinde oluşan heyelanların nedenleri, etkileri ve alınan önlemler araştırılmıştır. Jeolojik açıdan bu kesimlerde sık sık heyelan oluşmasının nedenlerinin başında, inceleme alanının Üst Paleosen-Orta Eosen yaşlı kırıntılılar ve ayrılmış volkanikler ve piroklastiklerin üzerinde yer alması gelmektedir. Yerleşik alan sınırları içerisinde kalan heyelanlı alanlarda 174 adet hane yer almaktadır. İnceleme alanında MTA heyelan haritaları dışında kalan 15 adet aktif kütle hareketi alanları (heyelan, toprak akması) tespit edilmiş ve bu alanların yapılar ve tarım alanlarına etkisi ortaya konulmuştur. Ayrıca, bu heyelanların oluşumu sonrası heyelanlı bölgelerin iyileştirilmesi kapsamında yarattığı etkilere karşı alınan önlemler de araştırılmıştır.

ABSTRACT

Small or large-scale landslides harm human life and property. Not considering the necessary scientific studies in the planning and development stages leads natural phenomenon to turn into a natural disaster. To avoid this, housing should be planned by considering settlement suitability studies. Landslides frequently occur in and around Gölcük. For this reason, the causes, effects and measurements against landslides in the central part of Gölcük district of Kocaeli province were investigated. Geologically, one of the main reasons at the beginning of the cause of frequent landsliding in these parts that the study area is located on the Upper Paleocene-Middle Eocene clastic and weathered volcanics and pyroclastics. There are 174 households in the landslide areas within the boundaries of the built-up area. In the study area, 15 active mass movement areas (landslide, earth flow) other than MTA landslide maps were determined and the impacts of these areas on the construction and agricultural areas were determined. In addition, remediation measures taken against the impacts of occurred landslides have been investigated.

¹ Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Kocaeli, Türkiye, musazengince@kocaeli.bel.tr

² Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye, akarakas@kocaeli.edu.tr

*İlgili yazar / Corresponding author: akarakas@kocaeli.edu.tr

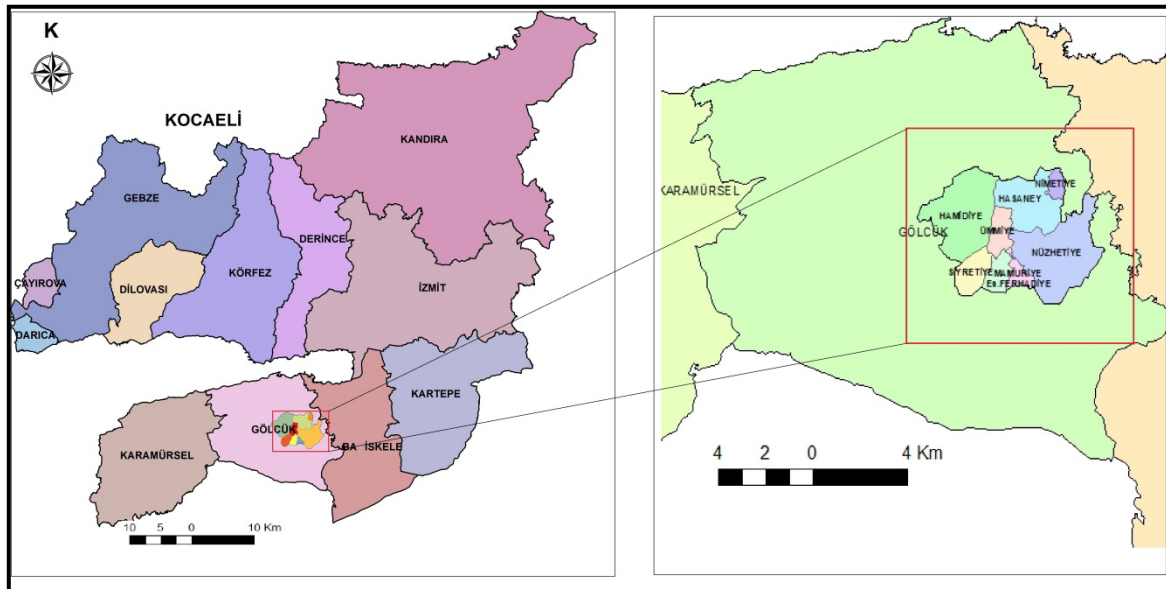
Gönderim Tarihi: 26.04.2018

Kabul Tarihi: 27.06.2018

GİRİŞ

Heyelanlar doğal afetler arasında en sık ve yaygın meydana gelen, can ve mal kayıplarına sebep olan doğal süreçlerdir. Heyelan duraylılık analizlerinin yapılması ve potansiyel heyelan alanlarının belirlenmesi; yeni yerleşim alanlarının doğru yerlerde seçilmesini, yapılacak mühendislik çalışmalarının doğru planlanmasını ve oluşabilecek zararların en aza indirilmesini sağlayacaktır. İnceleme alanının tamamı birinci derece deprem bölgesinde kalmaktadır. Yöre halkı 1999'da depremlerin tetiklediği heyelanlardan etkilenmiştir. İnceleme alanı Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün heyelan yoğunluk hartasında, yüksek yoğunluklu heyelan alanında kalmaktadır (Duman ve diğ., 2006; Gökçe ve diğ., 2008). Coğrafi konumu, iş ve yaşanabilme açısından önemli bir potansiyele sahip olan Kocaeli, yeni yerleşim ve sanayi alanlarına hızla ihtiyaç duymaktadır. Bölge tektonik, jeolojik, jeomorfolojik, iklim koşulları açısından heyelan oluşumuna oldukça elverişlidir (Duman ve diğ., 2006). Karakaş ve Coruk (2011) 2010 yılında aşırı yağışlardan dolayı Kocaeli ilinin farklı ilçelerinde meydana gelen kütle hareketleri ve bu hareketlerin maddi ve manevi etkilerini incelemişlerdir. Gölcük (Kocaeli) güney köyleri için heyelan tehlikesinin değerlendirilmesi Zengince ve Karakaş (2016) tarafından ortaya konmuştur. Heyelanların yerel altyapı ve çevreye olan etkisi Skrzypczak ve diğ. (2017) tarafından Polonya Alt Karpatya Voyvodalığı bölgesi için araştırılmıştır. Sismik aktivitenin ve yağış durumunun heyelan hareketlerine etkisinin fiber optik sistemlerle izlenmesi ve değerlendirilmesi çalışması Kocaeli ili, Başiskele Belediyesi, Kılıçarslan Mahallesi Bahçecik Mevkii'ndeki heyelanlı alan için Kelam ve diğ. (2017) tarafından yapılmıştır.

İnceleme alanı Kocaeli ili, Gölcük ilçesi orta kesimlerinde yer alan Hamidiye, Ümmiye, Mamuriye, Siretiye, Nimetiye, Eski Ferhadiye ve Nüzhetiye köylerinin yerleşim alanlarını kapsamaktadır (Şekil 1). Bu alanlarda meydana gelen heyelanların nedeni, çevreye verdiği hasarlar ve bu heyelanlara karşı alınan önlemler araştırılmıştır. Bu alanlarda oluşan heyelanların oluşum mekanizmalarının anlaşılması, etki alanlarının belirlenmesi ve alınan önlemlerin efektifliği ileride oluşacak heyelanların etkisinin en aza indirilmesine öncülük edecektir. Ayrıca, bu gibi çalışmalar yerleşime uygun alanların belirlenmesi çalışmalarında bir altlık teşkil edecektir.



Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası
Figure 1. Study area location map

İnceleme alanı 1/25000'lik G24-c1 ve G24-c2 paftalarında yer alıp yaklaşık olarak 28 km²lik bir alana sahiptir. Gölçük ve civarı Armutlu yarımadasının kuzeybatısında yeraldığından jeolojisi Armutlu yarımadasının jeolojisi ile temsil edilir.

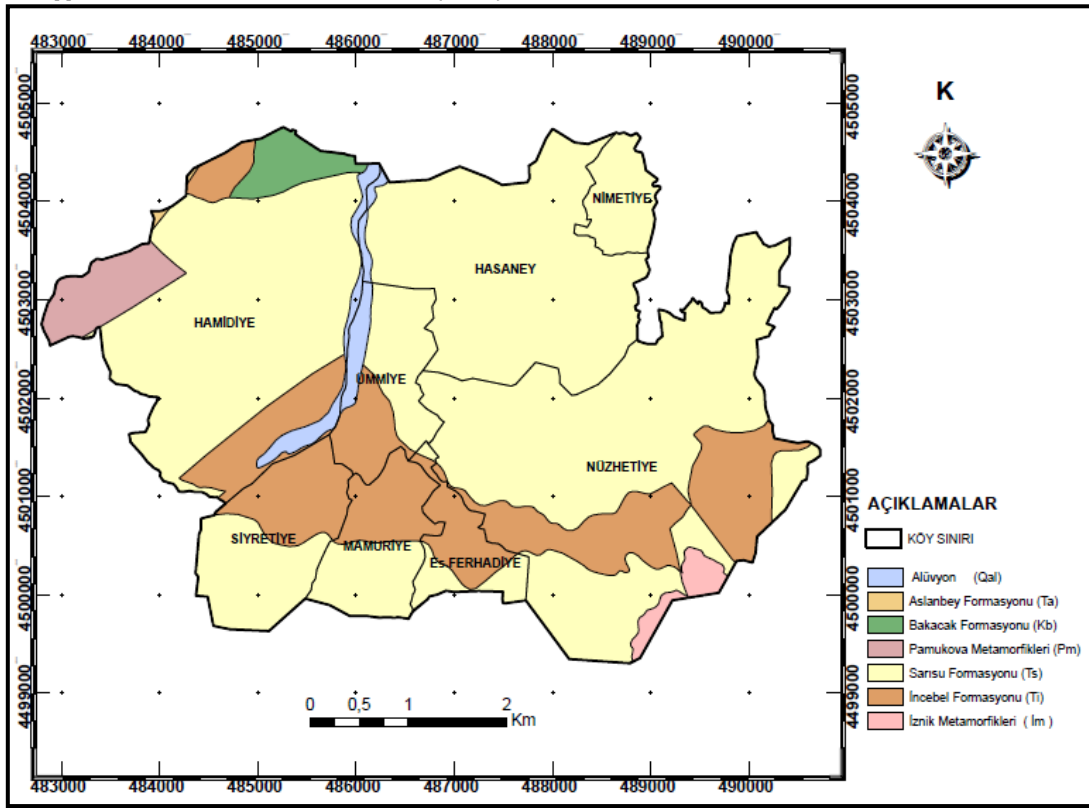
Armutlu Yarımadası'nda yer alan kaya stratigrafi birimleri iki ana grupta toplanabilir. Bunlardan birincisi bölgenin temelinde yer alan düşük ya da nispi olarak daha yüksek dereceli metamorfik kayalar, diğeri ise metamorfik kayalar üzerinde Senomaniyen-Türoniyen yaşlı kireçtaşlarıyla uyumsuz olarak yer alan Kretase-Pliyosen yaş aralığındaki metamorfik olmayan volkanik, volkanosedimenter ve sedimanter kayalardır (Akartuna, 1968).

Metamorfik grup içinde yüksek dereceli olanlar çoğunlukla amfibolit ve metagranitlerden oluşan ve bölgenin güneyinde (Pamukova kuzeyi) kuvarsit ve granit çakıllı metakırıntıları da içeren bir metamorfik topluluk bulunmaktadır (Pamukova metamorfikleri). Metamorfik grubun diğerkayaları ise Sapanca Gölü-İznik arasında ve yarımadanın batı kesimlerinde yaygın yüzeylemeler veren düşük dereceli metamorfizmaya uğramış bölümler bulunur. İznik metamorfikleri olarak adlanan bu alanlar yer yer felsik volkanik ve volkanotortul birimler de içeren meta-kırıntılı karbonat seviyesiyle başlar. Bu birimin üzerinde ise alacalı renkli, çoğunlukla volkanik-piroklastik kayaların egemen olduğu ve yine çeşitli kırıntılı kayalar içeren bir birim yer alır. Bu birimin de üzerinde metavolkanik kayalardan oluşan ve yer yer mermer blok ve ara tabakaları içeren bir birim uyumsuz olarak gelir (Göncüoğlu ve diğ., 1986).

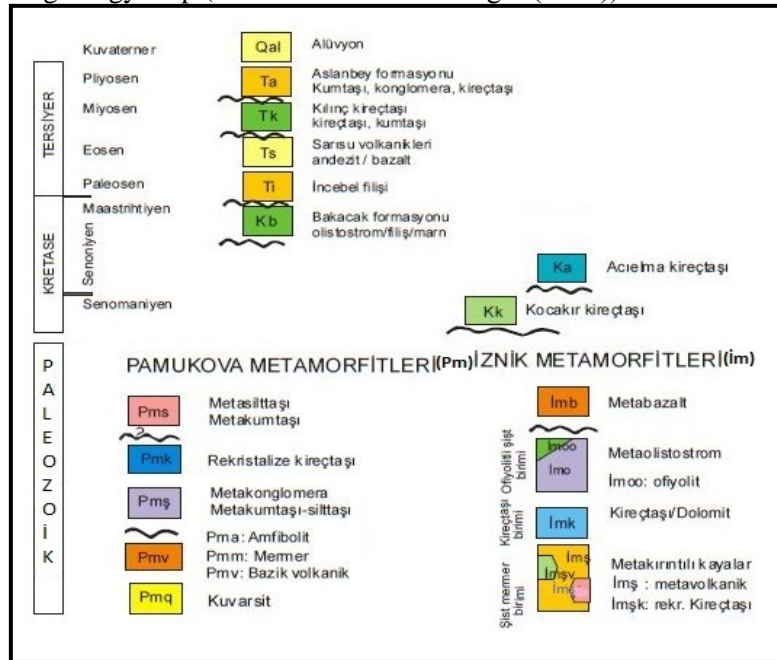
Yalnızca düşük dereceli metamorfik birimler içindeki büyük boyutlu ve yüksek mermer yüzeylemeleri üzerinde ince bir kumtaşı düzeyi ile başlayan kireçtaşları, metamorfik grubu örten istifin ilk üyesidir. Erken Üst Kretase (Senomaniyen-Turoniyen) yaşlı bu formasyona daha genç birimlerin altında rastlanmaz (Göncüoğlu ve diğ., 1986).

Bu grubun ikinci birimi, Senoniyen yaşlı makrofosilli kireçtaşlarıdır. Üst Kretase formasyonlarının en yaygını Mastrohtiyen yaşlı bir fliš istifidir (Bakacak fm). Bu birim metamorfik grubun en üst üyesi olan metavolkanikleri ya da alacalı şistler içindeki büyük ofiyolit yüzeylemelerini bir taban konglomerasıyla uyumsuz olarak örter. Bu birimin alt düzeyleri, özellikle bölgenin güneyinde, çok nadir ofiyolit bloklarıyla birlikte Üst Jura ve Kretase yaşlı kireçtaşı blokları içeren olistostromal bölümler kapsar. Bu birimin üzerinde yer alan formasyonlar ise güneyde Paleosen-Eosen yaşlı kalın bir fliš (İncebel fm), kuzeyde ise Eosen yaşlı daha çok andezitik volkanik bir istif niteliğindedir (Sarısu fm). (Göncüoğlu ve diğ., 1986).

Pliyosen yaşlı çökellerden oluşan Arslanbey formasyonu yarımadanın kuzey sınırları boyunca gözlenir. Kuvaterner yaşlı alüvyon, Armutlu Yarımadası'nın kuzeyinde İzmit Körfezi kıyısında ve yarımada içerisindeki derelerin vadilerinde kum, silt, kil, mil olarak izlenmektedir (Göncüoğlu ve diğ., 1986). İnceleme alanı jeoloji haritası Şekil 2'de genelleştirilmiş stratigrafik kesiti de Şekil 3'te verilmektedir.

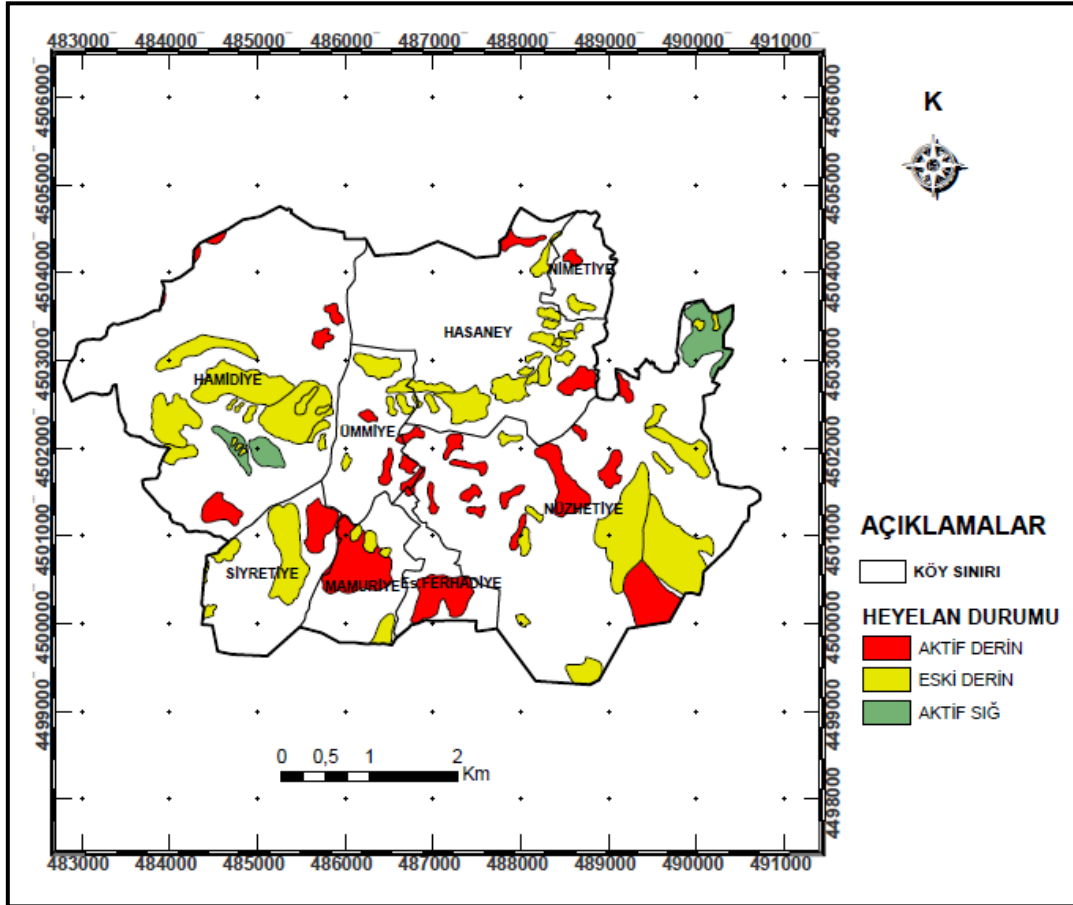


Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası (Göncüoğlu (1986)'dan değiştirilerek)
Figure 2. Study area geology map (Modified from Göncüoğlu (1986))



Şekil 3. İnceleme alanı ve civarının stratigrafik kesiti (Göncüoğlu (1986)'dan değiştirilerek)
Figure 3. Generalized stratigraphic section of the study area and surroundings (Modified from Göncüoğlu (1986))

Heyelanlar oluşumları için fiziki koşulların uygun olması durumunda harekete geçen kütle hareketleridir. Ayrıca deprem ve aşırı yağış gibi faktörler de heyelan tetikleyici olabilmektedirler. İnceleme alanında meydana gelen heyelanların tespiti için büro ve arazi çalışmaları yapılmıştır. Büro çalışmaları kapsamında daha önce yapılmış olan harita, teknik rapor, önceki jeolojik çalışmalar derlenmiştir. Arazi çalışmaları jeolojik çalışmalar ile heyelan tespiti aşamalarından oluşmuştur. Bu kapsamda 1/100000 ölçekli MTA heyelan haritası temel alınarak, arazi çalışmalarında 250 m² den büyük heyelanlar alansal olarak haritalanmıştır. Ancak çizgisel olarak da haritalanmış akma yapıları bölgede çok sayıda görülmektedir. İnceleme alanında, MTA heyelan haritasına göre 84 alansal heyelan, 28 çizgisel haritalanmış aktif kütle hareketi alanları (heyelan, toprak akması, devrilme, vb.) tespit edilmiştir (Şekil 4). Buna ek olarak arazi incelemeleri ile MTA heyelan haritalarında yer almayan 15 aktif kütle hareketi alanları (heyelan, toprak akması) belirlenmiştir. MTA heyelan haritaları baz alınarak Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında hazırlanan Türkiye heyelan veri tabanı (Çan ve diğ., 2013) yerel, bölgesel ve ulusal bazda heyelan envanterine ulaşımına imkan sağlamaktadır. Bölgede meydana gelen kütle hareketlerinin oluşumu ve alansal dağılımları jeoloji, tektonik, jeomorfoloji ve iklim gibi faktörler tarafından kontrol edilmektedir (Duman ve diğ., 2006). İnceleme alanı ve civarında meydana gelen heyelanların oluşumuna katkıda bulunan önemli birkaç etken aşağıda açıklanmaktadır.



Şekil 4. İnceleme alanı heyelan envanter haritası (Duman ve diğ., 2006)

Figure 4. Landslide inventory map of the study area (Duman ve diğ., 2006)

Jeolojik Etkenler

Kütle hareketleri; meydana geldiği jeolojik formasyonun cinsi, yapısal özellikleri, fay, çatlak, şistozite, tabakalanma, ayrışma-dayanım ve yeraltısuyu gibi birçok etkenlerin etkisi altında farklı geometrik yapıda (düzlemsel, dairesel, karışık), farklı hızda (çok hızlı, hızlı, yavaş, krip gibi) ve farklı yayılım özelliğinde gelişebilir (Varnes, 1978). İnceleme alanında en yaygın olarak Sarısu formasyonu görülmektedir (Bknz Şekil 2). 20,2 km²'lik bir alan kaplayan bu formasyon (Çizelge 1) inceleme alanının yaklaşık %71'ni oluşturmaktadır. Hasaney, Nimetiye ve Nüzhetiye köylerinin hemen hemen tamamı bu formasyon üzerinde kalmaktadır. İncebel formasyonu çalışma alanında bulunan en yaygın ikinci formasyondur. Mamuriye, Siretiye, Eski Ferhadiye ve Nüzhetiye (Sakarbıçkı) köyleri bu formasyon üzerinde yer almaktadır. Arazi çalışmalarında bu bölgelerde oluşan heyelanlar üzerine yoğunlaşmıştır. Bahsedilen alanlarda yerleşik hayatı olumsuz etkileyen birçok alan tespit edilmiştir. Sarısu formasyonu litolojik birimleri üzerinde meydana gelen Hamidiye köy alanı heyelanı (Şekil 5); andezit tuf biriminin alterasyonu neticesi gri renkli kaygan bir zon oluşturmuş ve bu birim üzerindeki ince kum taneli marn tabakasını yeraltı ve yüzey sularının de etkisiyle harekete geçmiştir (Yamlı ve Akgül, 2012). Çizelge 1 jeolojik formasyon-birimlerin alanlarını (m² olarak), üzerindeki heyelanlı alanları (m² olarak) ve heyelanlı alanların formasyon alanına oranlarını (% olarak) göstermektedir.

Üst Kratese yaşlı Bakacak formasyonu ve Pliyosen yaşlı Aslanbey formasyonu inceleme alanında çok küçük alanlar kapladığından ve bahsedilen formasyonlarda heyelan alanları bulunmadığından değerlendirmeye alınmamıştır.



Şekil 5. Hamidiye köyünde meydana gelen heyelan
Figure 5. Landslide occurred in Hamidiye village

Çizelge 1. Jeolojik formasyonlar üzerindeki heyelanlı alanların oransal dağılımı.
Table 1. Proportional distribution of landslide areas on geological formations.

Jeolojik Formasyon veya Birim	Heyelanlı Alan (m ²)	Formasyon Alanı (m ²)	Formasyon üzerinde heyelanlı alanlar (%)
Sarisu Formasyonu (Ts)	4498050	20271148	22,19
İncebel Formasyonu (Ti)	1917280	5629533	34,06
Bakacak Formasyonu (Kb)		495676	0
Pamukova Metamorfikleri(Pm)		749831	0
Aslanbey Formasyonu (Ta)		21960	0
Alüvyon (Qal)		580159	0
İzmit metamorfikleri (İm)		285908	0

Jeomorfolojik Etkenler

İnceleme alanının bulunduğu kesimlerde arazi yüksekliği 83 m ile 591 m arasında değişmekte olup ortalama yükseklik 300-400 m civarındadır. Yamaç eğim değerleri 0° ile 46° arasında değişip yamaçlarda hâkim eğim 15-25°'dir. Yamaç yüzeylerin coğrafi yönleri (bakı) arazi gözlemlerine göre her yöne olmakla beraber genelde heyelanlar K-KB yönlerinde gelişmiştir. İnceleme alanı içerisinde yüksekliği 400 ila 600 m rakımlı tepeler bulunmaktadır. Bu tepeler derin vadilerle kesilmekte ve yüksek eğimli alanlar oluşturmaktadır (Şekil 6). Mamuriye–Eski Ferhadiye arasında meydana gelen heyelan bölge morfolojisinin heyelana müsait alanlar oluşturduğunun bir göstergesidir. Kocaeli ve çevresini etkileyen depremlerde, jeolojik yapının, jeomorfolojik özelliklerin (yükselti, eğim) uygun olmasına bağlı olarak; İzmit Körfezi'nin güneyindeki Samanlı Dağları'nın denize bakan kuzey yamaçlarında kütle hareketleri meydana gelmiştir. Gölçük'e bağlı Nusretiye Köyü'ndeki heyelan, bu dağlar üzerinde meydana gelen kütle hareketlerine örnek oluşturur (Kahraman ve Arıkan, 2015).



Şekil 6. Derin vadi kenarlarında oluşan heyelan

Figure 6. The landslide occurred at the edges of the deep valley

İklimsel Etkenler

İnceleme alanının iklimi Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasında bir geçiş bölgesinde yer almaktadır. Yazlar sıcak ve az yağışlı, kışlar yağışlı, zaman zaman karlı ve soğuk geçer. Meteoroloji Genel Müdürlüğü bilgilerine göre bölgenin yıllık en yüksek sıcaklığı 44,1 °C ve yıllık en düşük sıcaklığı -18,0 °C, yıllık ortalama sıcaklığı 14,9 °C, yıllık ortalama yağış miktarı ise 814,7 mm olarak belirlenmiştir (URL-1, 2018). Ancak son yıllarda meydana gelen ani yağışlar bölgede heyelanların oluşmasına neden olmuştur (Karakaş ve Coruk, 2011) zira 2012 yılında sadece Mamuriye köyünde beş farklı noktada heyelanlar oluşmuştur. Bölgenin yağışlı olması, inceleme alanında yer altı suyu seviyesinin yüzeye yakın olmasını sağlar. Bunun yanında, bölgede uygulanan yanlış sulama ve mevsimsel yağış değişikliği yamaç duyarlılığı artırmakta ve heyelana sebep olmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Gölcük köylerini birbirine bağlayan yol üzerinde meydana gelen heyelan

Figure 7. Landslide occurred side of the road connecting Gölcük villages

KÜTLE HAREKETLERİNİN ETKİLERİ

Kocaeli ili dahil Türkiye'nin çeşitli illerinde kütle hareketlerinden özellikle heyelanların etkileri oldukça yaygındır. Türkiye genelinde meydana gelen heyelanların nedenleri, tipleri, etkileri ve alınacak önlemler Öztürk (2002) tarafından derlenmiştir. Çalışma kapsamında köy yerleşik alan sınırları içerisinde kalan heyelanlı alanlar incelenmiştir. İnceleme alanında bulunan bütün köylerin yerleşik alan sınırları içerisinde heyelanlı alanlar tespit edilmiştir (Çizelge 2). Mamuriye, Siretiye, Nüzhetiye- Sakarbiçki köylerinin hemen hemen tamamı heyelanlı alanlar içerisinde kalmaktadır.

Yerleşik alan sınırları içerisinde kalan heyelanlı alanlarda 174 adet hane yer almaktadır. Hane başı nüfus sayısı ortalama 4 kişi olarak hesaplandığında 696 kişi heyelan tehlikesi ile karşı karşıyadır.

MTA heyelan haritalarında yer almayan 15 adet aktif kütle hareketi alanları (heyelan, toprak akması) tespit edilmiştir. Tespit edilen bu alanlar incelendiğinde, köy yerleşik alanı içerisinde oluşanların;

logar sistemlerinin çalışmaması, drenaj sisteminin olmaması, mesken inşaatlarında önlem alınmaması vb. nedenlerden tetiklendiği tespit edilmiştir (Yamlı ve Akgül, 2012).

Yola yakın bölgelerde ve tarımsal olarak değerlendirilen alanların içerisinde ise, doğal sürece ek olarak yanlış sulama, projesiz yol çalışmalarının heyelan oluşumuna yol açtığı görülmektedir. Heyelanların etkilediği yerleşim alanları ve yapılar aşağıda açıklanmaktadır.

Çizelge 2. Gölçük ilçesi orta kesimlerde yer alan köylerin yerleşik alanında meydana gelen heyelan alanları ve etkiledikleri yerleşimler.

Table 2. Landslide areas and settlements in the settlement area of the villages located in the middle part of the Gölçük district.

Köy Adı	Köy Yerleşik Alanı (m ²)	Heyelan Alan (m ²)	Heyelan Alanındaki Hane Sayısı
Hamidiye	499186	18375	6
Ümmiye	402044	750	0
Siretiye	337136	175438	60
Mamuriye	284929	221572	54
Eski Ferhadiye	270414	197832	16
Nüzhetiye	796974	31852	5
Nüzhetiye(Sakarbıçkı)	138479	132977	28
Nimetiye	201216	15787	6
Hasaney	657809	83278	5
TOPLAM			174

Mamuriye

Diğer adı Çürükbayır olan köy, eski heyelan gölü etrafına kurulmuştur. Köy jeolojik olarak iki farklı formasyon üzerinde yer almaktadır. İki formasyon sınırları içerisinde de heyelan alanları mevcuttur.

Sarısu volkanikleri içerisinde meydana gelen heyelanlı alanlar daha sığdır ve alt kotlarda başlayan İncebel formasyonunun daha sağlam durumdaki kayaçlarına dayanarak dengelenmektedir. Bu kayaçların akarsuya yakın olan bölümlerinde de aktif heyelanlar bulunmaktadır. Köy; iki adet aktif derin yataklı dere arasında kurulmuştur.

Mamuriye köyü yerleşik alanı büyük oranda, MTA haritasında işaretlenen; heyelanlı alanda kalmaktadır. Eski heyelan olarak adlandırılan alanlar üzerinde de yeni aktif alanların olduğu tespit edilmiştir. Köy içerisinde beş farklı noktada bu izleri görmek mümkündür. Köy camisi, köy okulu ve on ev meydana gelen heyelanlardan zarar görmüştür (Şekil 8). Köyün yüksek kotlu alanlarında kayma derinlikleri sığken alt kotlarında meydana gelen heyelanlarda kayma düzlemi daha derindir.



Şekil 8. Mamuriye köyünde zarar gören yol ve bina
Figure 8. Road and building damaged by the landslide in Mamuriye village

Siretiye

Köy yerleşik alanın tamamı heyelan alanında kalmaktadır. Köy içerisinde ve civarında fabrika, su deposu gibi büyük yapıların olması heyelan tehlikesini artırmaktadır.

Nüzhetiye-Sakarbıçkı

Arazi çalışmaları sırasında tespit edilen bir başka heyelan alanı Nüzhetiye, Sakarbıçkı Mahallesinde yer almaktadır. Köy yerleşik alanı aktif heyelan alanında kalmaktadır. Heyelan köye ulaşım sağlayan yol üzerinde oluşmuş, ulaşımı engellemiş ve istinat duvarlarına hasar vermiştir (Şekil 9).

Ceviz bahçesi yapılarak ağaçlandırılan alan üzerinde oluşan akma türü hareket geniş bir alanı kaplamaktadır. Bahçe yapıldıktan sonra kurulan sulama sisteminin yanlış kullanılması akmanın oluşumuna zemin hazırlamıştır.

Hamidiye köyünü diğer köylere bağlayan yollar üzerinde de heyelan, kayma ve akma türü kütle hareketleri bulunmaktadır. Bu nedenle köy yolu zaman zaman kapanmaktadır. Alınan önlemler olsa da jeoteknik analizlerin eksikliğinden dolayı yetersiz kalmaktadır ve yeni tehlikeler ortaya çıkmaktadır.



Şekil 9. İnceleme alanında zarar gören istinat yapısı
Figure 9. Retaining structure damaged in the study area

Hamdiye

Köy içerisinde meydana gelen heyelan sebebiyle iki bina boşaltılmış ve heyelan meydana gelen alan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından afete maruz bölge olarak ilan edilmiştir. Önlem alınmadığı takdirde köy yolu ve etrafındaki binalar, gelişebilecek yeni heyelanların etkisiyle zarar görecektir (Yamlı ve Akgül, 2012).

Hasaney

Hasaney köyü içerisinde tespit edilen heyelan çevresindeki binaları tehdit etmektedir. Alanda bulunan bir bina boşaltılmış ancak heyelan sonrası gerekli teknik önlemler alınmamıştır. Heyelan alanının topuk kısmından, yol inşaatı ve su deposu inşaatı nedeniyle hafriyat alınmış, yağışlarında etkisiyle heyelan meydana gelmiştir (Yamlı ve Akgül, 2012) (Şekil 10).

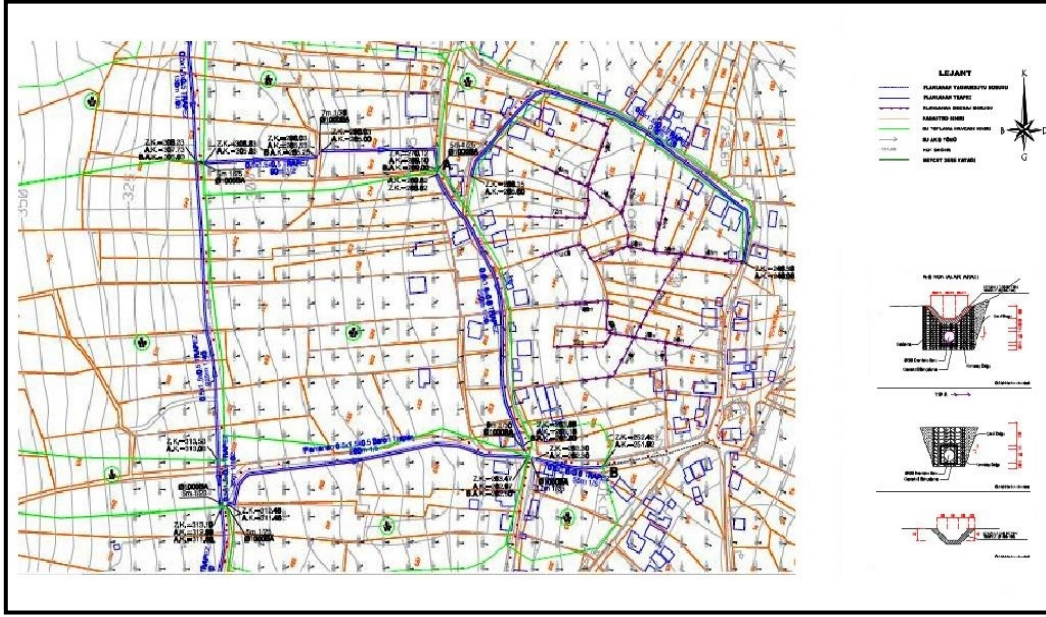


Şekil 10. Hasaney köyünde eski heyelan alanı üzerinde oluşan yeni heyelan
Figure 10. New landslide developed on the old landslide area in Hasaney village

HEYALANLAR İÇİN ALINAN ÖNLEMLER

İnceleme alanında meydana gelmiş heyelanlar için yapılan iyileştirme çalışmalarının değerlendirildiği bu bölümde yapılan jeoteknik çalışmalar ve uygulanan inşaa projelerine değinilmiştir.

Mamuriye köyünde meydana gelen heyelanlar sonucu bölgede jeoteknik sondajlar, laboratuvar deneyleri, stabilite analizi ve inklinometre deneyleri yapılmıştır. Yapılan şev stabilite analizlerinde stabilite sorunu olduğu görülmüştür. Stabilite Güvenlik katsayısı (Fs) 0,536-3,055 arasında değiştiği belirlenmiştir. İnklinometre çalışmaları neticesinde heyelan-kaymanın yönü belirlenmiş ve 20 günde maksimum 15 mm olduğu tespit edilmiştir. Yer altı suyu seviyesi oldukça yüksektir. Bölgede uygulanan yanlış sulama ve mevsimsel yağış değişikliği duyarlılığı artırmakta ve heyelana sebep olmaktadır. Sorunların önüne geçilebilmesi için drenaj sistemi kurulmalı ve istinat yapıları yapılmalıdır (Keskin ve Yolcu, 2015). Mamuriye köyünde heyelanlara önlem olarak uygulanan drenaj hatları Şekil 11’de gösterilmektedir. Yapılan istinat yapıları ve drenaj sistemi sonrası bölgedeki yamaç hareketlerinin azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 11. Mamuriye köyünde uygulanan drenaj hatları.
Figure 11. Drainage lines applied in Mamuriye village.

Nuzhetiye-Böcekli yolu üzerinde meydana gelen heyelan sonrası yapılan istinat yapısı zarar görmüştür (Şekil 12). Sonrasında yapılan jeoteknik çalışmada killi tabaka üzerinde oturtulan temelin sularının etkisiyle istinat duvarında deformasyon meydana getirdiği tespit edilmiştir. Yağmur ve yüzey sularının yol güzergâhına olabilecek olumsuz etkileri drenajla ortadan kaldırılması ve istinat duvarının, litolojisi kiltası olan İncebel formasyonuna oturtulması gerektiği anlaşılmıştır (Beyazıt ve Kaymakçı, 2015).



Şekil 12. Heyelanlar sonrası yapılan bazı istinat yapıları.
Figure 12. Some retaining structures built after the landslides.

Hasaney mezarlık mevkiinde meydana gelen heyelan sonucu jeoteknik rapor hazırlanmış; stabilite analizleri, laboratuvar deneyleri yapılarak heyelan incelenmiş, yolu ve mezarlık bölgesini etkileyebileceği belirlenmiştir. Önerilen istinat yapısının uygulanması sonrası tehlike ortadan kalkmış ve yol kullanılmaya başlamıştır (Kaymakçı ve Beyazıt, 2013).

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Türkiye’de heyelan oluşumlarının en çok görüldüğü Üst Paleosen-Orta Eosen yaşlı kırıntılılar ve ayrılmış volkanikler ve proklastiklerin olduğu alan içerisinde kalan inceleme alanının heyelan oluşum nedenleri, etkileri ve alınan önlemler bu çalışmada ortaya konmuştur. Gölcük ve civarının jeolojik, jeomorfolojik, yüksek sismik aktivite ve sürekli yağış alma durumundan dolayı sürekli bir heyelan oluşturma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu nedenle CBS ile heyelan duraylılık haritasının oluşturulması ve planlamalara altlık olarak kullanılması gerekmektedir. Planlama ve yapılaşma sürecinde bilimsel çalışmaların doğru biçimde yapılmaması doğal olayların afete dönüşmesine zemin hazırladığı sonucu ortaya çıkmıştır. Köy yerleşik alanı: Köy cami, köy konağı, okul, sağlık ocağı gibi köy ortak yapıları ile köy nüfusuna kayıtlı ve köyde sürekli oturanlar tarafından, mevzuat hükümlerine uygun olarak inşa edilmiş yapıların toplu olarak bulunduğu yerlerdeki binaların en dışta olanlarının dış kenarlarından geçirilen çizginin içinde kalan alan, köy yerleşik (meskûn) alanıdır. Köy yerleşik alan sınırından itibaren 100 m dışında kalan alan ise köy yerleşik alanı civarı olarak tanımlanır; ancak ilgili kurumlar sorumluluk alarak köy yerleşik alanı sınırlarını daha güvenli alanlara kaydırmalıdır (İmar Yönetmeliği, 1999).

Heyelanların önlenmesine yönelik bazı çalışmalar olsa da jeoteknik analizlerin doğru biçimde yapılmaması veya dikkate alınmaması, yeni tehlikeler ortaya çıkarmaktadır. Heyelan oluşumunda doğal etkenlerin yüksek katkısı yanında insan etkisinin tetikleyici ya da süreci hızlandırıcı etkisinin fazla olması; bölge insanının bu konuda bilinçlendirilmesi gerektiği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır.

Jeoteknik çalışmaların planlama ve imalat öncesi hazırlanması can ve mal kaybının önüne geçilebileceğini göstermektedir. Doğal afet oluşumundan sonra yapılan jeoteknik, teknik, imalat, planlama çalışmaları maliyeti ciddi bir biçimde artırmaktadır. Bundan dolayı doğal afetleri de göz önünde bulunduran yerleşime uygunluk çalışmaları yapılmalı ve uygulanmalıdır. Gölcük ve civarının yüksek sismik aktivite ve sürekli yağış alma durumundan dolayı heyelan oluşturma potansiyeline sahip yamaçların fiber optik sistemlerle izlenmesi ve değerlendirilmesi heyelan hareketlerine karşı alınacak bir erken uyarı önlemi olabilir.

KAYNAKLAR

AKARTUNA M., 1968. Armutlu yarımadasının jeolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen. Fak. Monog. 20, 1-105.

BEYAZIT S., ve KAYMAKÇI Y., 2015. Nüzhetiye Böcekli Yolu Heyelana Yönelik Jeoteknik rapor, Kocaeli Belediyesi Arşivi

ÇAN T., DUMAN T. Y., OLGUN Ş., ÇÖREKÇİOĞLU Ş., GÜLMEZ F. K., ELMACI H., HAMZAÇEBİ S., EMRE Ö., 2013. Türkiye Heyelan Veri Tabanı, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

DUMAN T. Y., EMRE Ö., ÇAN T., NEFESLİOĞLU H., 2006. 1/500.000 Ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri Haritası-İstanbul Paftası, MTA Özel Yayın.

GÖKÇE O., ERDEM Ş., DEMİR A., 2008. Türkiye’de Afetlerin Mekânsal ve İstatistiksel Dağılımı, Afet Bilgileri Envanteri, Afet İşleri Genel Müdürlüğü.

GÖNCÜOĞLU M. C., ERENDİL M., TEKELİ O., ÜRGÜN B. M., AKSAY A., KUŞÇU İ., 1986. Armutlu Yarımadasının Doğu Kesiminin Jeolojisi, M.T.A Raporu, 7943.

KAHRAMAN N., ve ARIKAN, R., 2015. Kocaeli ve Deprem, Uluslararası Karamürsel Alp ve Kocaeli Tarihi Sempozyumu II, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, 859-875 ss

KARAKAŞ A. ve CORUK Ö., 2011. Impact of Mass Movements in the Kocaeli Province, Turkey, *Geology Today*, 27, issue 2, 70-73.

KAYMAKÇI Y., ve BEYAZIT S., 2013. Hasaney Köyü Mezarlık Yanı Heyelana Yönelik Jeoteknik rapor, Kocaeli Belediyesi Arşiv.

KELAM A. A., M. K. KOÇKAR, H. AKGÜN, 2017. Sismik Aktivitenin ve Yağış Durumunun Heyelan Hareketlerine Etkisinin Fiber Optik Sistemlerle İzlenmesi ve Değerlendirilmesi, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

KESKİN Ş., ve YOLCU Y., 2015. Gölcük İlçesi, Mamuriye Mahallesi Heyelana Yönelik Jeolojik-Jeoteknik-Jeofizik Etüt Rapor, Kocaeli Belediyesi Arşivi.

ÖZTÜRK K., 2002. Heyelanlar ve Türkiye’ye Etkileri, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 2, 35-50.

PLANSIZ ALANLAR İMAR YÖNETMELİĞİ, 1999. Resmî Gazete No:23804, Bölüm İki.

SKRZYPCZAK I., KOKOSZKA W., KOGUT J., 2017. The Impact of Landslides on Local Infrastructure and the Environment, “Environmental Engineering” 10th International Conference, Vilnius Gediminas Technical University Lithuania, 27-28 April 2017.

URL-1 T.C METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-veilceler-istatistik.aspx?m=Kocaeli, (Ziyaret tarihi: 2 Mart 2018).

VARNES D. J., 1978. Slope Movement Types and Processes. In *Landslides: Analysis and Control*. Edited by R. L. Schuster and R. J. Krizek. Transportation Research Board, National Academy of Science, Special Report 176, Chapter 2, 11-33, Washington.

YAMLI M., ve AKGÜL O., 2012. Hamidiye Köy İçi Heyelana Yönelik Jeolojik Etüt Raporu, Kocaeli AFAD.

ZENGİNCE M, KARAKAŞ A, 2016. Gölcük (Kocaeli) Güney Köyleri Heyelan Tehlikesinin Değerlendirilmesi, Proceedings of International Symposium on Natural Hazards and Hazard Management (DAAYS'16), Karabük Üniversitesi, Karabük, 367-372