

KANDIRA - ARIKLAR HEYELANI (20 Ekim 1997)

T.Ahmet ERTEK*

Giriş

Kayaçalardan, çözülme türünü materyallerden veya topraktan oluşmuş kütlelerin, yerçekiminin etkisi altında koparak yer değiştirmesi genel olarak "Heyelan" yada "Yer kayması" terimi ile ifade edilir (ERİNÇ, 1996). Bir başka tanımla, "Toprak, taş veya bunların karışımından oluşan bir zeminin yada çeşitli kayaçların, bir yüzey üzerinde, aşağıya ve dışarı doğru hissedilebilir bir şekilde hareket etmesine "Heyelan" denir (ERGUVANLI, 1982). Başka bir ifade ile "Heyelanlar-Arazi kaymaları: Bir toprak veya yerkabuğu kütlelerinin, yamaç eğimi boyunca az veya çok süratli bir şekilde yer değiştirmesi olayıdır (KURTER, 1985). Kütle hareketleri içinde ele alınan heyelanlar, daha çok hızlı kütle hareketleri içinde yer alırlar.

Kütle hareketleri (Mass movements) 2 grupta toplanır:

I- Yavaş Kütle Hareketleri (Slow mass movements)

- a) Sürünme (Creeping)
- b) Soliflüksiyon (Solifluction)
- c) Kaya akıntıları ve blok akıntıları (Rock currents and block currents)

II- Hızlı Kütle Hareketleri (Rapid mass movements)

- a) Yamaç döküntüleri (Talus)
- b) Kaya çığları (Rock avalanches)
- c) Çamur akıntıları (Mud currents)
- d) Heyelanlar (Landslides)
 - 1- Asıl heyelanlar (Landslides)
 - 2- Göçmeler (Rotational landslides)
 - 3- Toprak kaymaları (Earthflows)

gibi alt gruplara ayrılır (ERİNÇ, 1996).

Arıklar Heyelanı, Kocaeli ili Kandıra ilçesinin Arıklar Köyü doğusunda göçme tipinde (Rotational landslide) meydana gelmiş bir dönerek kaymadır. Kandıra-Akmeşe arasında yer alan bu köy, Kandıra'ya 14 km mesafede ve güneydoğusunda yer alır.

19-20 Ekim 1997 Pazarı Pazartesi'ye bağlayan gece 01.00'de aşırı yağışlar sonucu Kandıra-Arıklar Köyü'nün Karaağaç Dere doğu yamacında bir yer kayması oluşmuştur. 3 hayvan barınağı, tarım alanları, koruluk alanlar, kaynak suyolları ve köyün

* Y. Doç. Dr. T. Ahmet Ertek, İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü öğretim üyesi.

mezarlığı tamamen hasar görmüştür. 1992'de temeli atılarak heyelanlı yamacın alt kısmına yerleştirilmiş Arıklar Göleti gövdesi kısmen, taşma savakları ise tamamen zarara uğramıştır. Can kaybı olmaması ve Karaağaç Dere vadisinin heyelan setti (toe=heyelan topuğu) tarafından kapanmamış olması diğer sevindirici bir unsur olmakla birlikte, hareketin tamamen durmuş olduğu da söylenemez. Yapılan hasar tespit çalışmalarına göre zarar 400 milyar TL. (2.2 milyon \$) dolayındadır.

Heyelan olaylarına sebep alan faktörler ve bunların etkili olduğu alanlardan; özellikle Kandıra ve çevresi, yağış ve bitki örtüsünün tahribinin neden olduğu heyelan alanlarına dahil olmaktadır (SÜR, 1979, Türkiye Heyelan Haritası).

Baraj/Gölet yeri seçiminin, özellikle baraj settinin yanlış yerde kurulmuş olması (SÜR, 1977; HOŞGÖREN, 1974-77; KURTER, 1985), Arıklar Heyelanı'nın oluşumunun ana başlığını ve aynı zamanda araştırmanın amacını oluşturur. Yamaç dengesi, yamacın eteğinde yapılan bu gölet çalışmaları ile bozulmuştur. Burada;

- 1- Yamaç eğimlerinin kuvvetli ve elverişliliği,
- 2- Aşırı sonbahar (1997 Ekim) sağanak yağışları,
- 3- Eosen fliš formasyonunun yöredeki varlığı,
- 4- Kayaç eğimlerinin batı-kuzeybatıya -gölet gövdesine- doğru olması heyelanı tetikleyen ve harekete geçiren etkenler arasındadır.

Aynı yamaçta:

- 1-Yağışlarla killerin önce likiditelerinin artışı suyla doygunluğu ile plastisitesinin fazlalaşması tiksotropi neticesi hareketin başlaması,
- 2-Yamaç dengesinin (yamaç gradyanı) alttan bir mühendislik yapısı (Arıklar Göleti) yapımı sırasındaki çalışmalarla bozulması, dolayısıyla beşeri faaliyetlerle yanal desteğin kaldırılması heyelanın en önemli iki faktörü olarak karşımıza çıkar.

Yine sözkonusu yamaçta:

- 1- Doğal bitki örtüsünün tahribi,
- 2- Kaşık şekilli bir menderes yeniği içinde böyle bir hızlı kütle hareketinin gelişmiş olması,
- 3- Genel olarak kaymanın kuzeybatı (hakim rüzgar) yönünde gelişmiş olması,
- 4- Heyelanlı yamaç üzerinde tarımsal faaliyetlerin sürdürülmüş olması,
- 5-Bu faaliyetlerde kazık kök yerine saçak köklü ekim ve dikimlerin yapılması.

Arıklar Heyelanı'nın gelişimine sebep olan ikincil nedenler arasındadır.

Arıklar Heyelanı, dairesel kayma (rotational landslide=dönerek kayma) tipinde gelişmiştir. Bu tip dönerek veya eğrisel yüzeyli kaymada, evvela küçük yarıklar belirmiş ve kayma yüzeyi boyunca giderek bir ayrılma (sökülme)şeklinde kendini göstermiştir. Ayrılan kütle ise gölet gövdesine, dolayısıyla yamaçtan aşağı doğru tekerlenme hareketi ile devam etmiştir. Kayma yüzeyi devamlı bir çevresel yarıkla sınırlanmıştır. Heyelan aynasını oluşturan bu ana diklik 150 metre seviyelerinden başlar. Kayma yüzeyi, düzgün yüzeyli bir yamaçta geliştiğinden, söz konusu çevresel yarık, düzgün bir parabolik yayı

andırır. 900 m uzunluğundadır. Heyelan tümseği yada heyelan topuğunu oluşturan malzeme ise, 90 m'lerde yani akarsu tabanında nihayetlenir.

1990'lı yıllarda dünyada olduğu kadar ülkemizde de doğal afetlerin artış gösterdiği ortadadır. "Yer Kökenli (Jeolojik) Afetler" ve "Atmosferik Kökenli (Meteorolojik) Afetler" olmak üzere doğal afetler iki grupta toplanabilir (ŞAHİN, 1991). Kobe / Erzincan, Dinar, Adana depremleri; Endonezya / Çanakkale, Marmaris orman yangınları; Filipinler, Vietnam, Orta Avrupa / Senirkent, İzmir, Alibeyköy, Bartın selleri ve çamur selleri gibi çoğaltılabilecek, son yıllarda gittikçe artan doğal afet örneklerinde birçok can ve mal kayıpları olmuştur. Yanlış arazi kullanımı sebebiyle, bu doğal afetlerde insanın payının olduğu da unutulmamalıdır.

Bir uygulamalı jeomorfoloji çalışması olan bu araştırma, heyelan sonucu bir baraj/gölet gövdesinin zarar görmesi sebebiyle, mühendislik yapılarındaki çalışmalarda mühendis-jeomorfolog ilişkisinin eksikliğini, jeomorfoloji disiplininin önemini ve gerekliliğini bir kez daha ortaya çıkarmaktadır.

Arıklar Heyelanı'nın Oluşumu ve Gelişimi

Kandıra-Arıklar Köyü güneydoğusunda 150 m seviyelerinde yer kayması sonucu 900 m uzunluğunda bir heyelan aynası yada kayma yarası (main scarp), 20 Ekim 1997 sabaha karşı gelişir. Kayma 300 m uzunluğunda olup, 171250 m² lik bir alanı etkiler. Eosen marlları üzerinde gelişen kayma yüzeyi ile killi, kireçli, kumlu yapıdan oluşmuş olan fliş formasyonu aşırı yağışlarla 90 m'lere kadar harekete geçer. Heyelanın topuğu (toe), Arıklar Göleti ve Karaağaç Dere tabanı üzerinde son bulur. Gerek 29 Ekim, gerekse 16 Kasım 1997 tarihli sahadaki gözlemlerimizde dönerek kayma sonucu gelişen heyelanın gövdesi 3 yönde harekete geçmiştir. Bunlardan güneyde olan birincisi doğu-batı (E-W) yönlüdür. Heyelan aynasının dikliği 3-5 m arasındadır. Köyün mezarlığı ve gölet gövdesi ile taşma savağına zarar vermiştir. Bir diğeri ve İğrek Tepe (165 m)'ye kadar yaklaşan ise, güneydoğu-kuzeybatı (SE-NW) yönünde gelişmiştir. Heyelan gövdesi üzerindeki meşe, kayın topluluğundan oluşan koruluk alanı ve ekili tarlaları etkilemiştir. Kısmen ağaçları köklerinden sökmüştür. Ters eğimler (slope reversed) mevcuttur. 120 m seviyelerindeki yoncalığın bulunduğu mevkiide 3 m çapında bir göl yer alır. Ters eğimlerin bulunduğu mevkiide gelişen bu göller heyelan gölleri (landslide lakes)'dir. Heyelan aynasının dikliği 7-8 m dolayında olup, aynada 5-8 m'lik açılmalar söz konusudur (Şekil 1-2).

Yer yer fliş formasyonunun farklı kayaç birimleri göstermesi sebebiyle kireçli kapılar zonlara ve peribacasına benzer şekillere rastlanır. Birbirleriyle ilişkili, aynı heyelan aynasını takip eden ancak farklı yönelme gösteren en kuzeyde bulunan üçüncü kayma ise güneygüneybatı - kuzeykuzeydoğu (SSW - NNE) yönünde gelişmiştir. Heyelan gövdesi üzerinde enine çatlaklar (transverse cracks) ve ters eğimler mevcuttur. Heyelan aynası geride bir koruluğa dayanır. Kazık köklü meşe, kayın, gürgen türündeki ağaç toplulukları kazık kök arzetmesi nedeniyle ayna gerisinde heyelan dikliğine paralel çatlak (crown)'ların gelişmesini engellemiştir. Heyelan aynası üzerinde ağaç devrilmeleri yine söz konusudur. 150 m'lerden başlayan ayna 120 m'lere kadar uzanır. 2 - 10 m arasında heyelan aynası diklik yüksekliğine sahiptir. Koruluğu, kaynakların suyolunu, bahçe ziraati yapılan fındıklıkları ve sebze bahçeleri (Örneğin lahanalar),

4- Strüktür (Yapı),

5- Beşeri faaliyetler.

1-Kuvvetli eğim: Eğimlerin fazla olduğu saha ve yamaçlarda heyelan olasılığı artar. Kandıra güneydoğusundaki Karaağaç Dere ilk topografya yüzeyine yerleşmesi kuzeydoğu-güneybatı (NE-SW) yönlü olan bir fay çizgisine intibakı ile gerçekleşir. Dolayısıyla karşı yamaca oranla, heyelanlı yamaçta nisbeten fazla olan eğimin varlığı heyelanın meydana gelişini kolaylaştırır. Heyelanlı kesimdeki yamaç eğimleri 12° dolayında iken yer yer 20° ye kadar da çıkmaktadır. Arıklar Köyü'nün de üzerinde kurulu olduğu heyelanın kuzeybatısındaki karşı yamaçta ise, eğim değeri 4° dir.

Kütlenin kopması, kayma yüzeyi üzerinde beliren çatlaklar boyunca ve daire merkezi (0) etrafında dönme şeklinde olur . Kopmayı doğuran kuvvet (hareket kuvveti) esas olarak kütlenin ağırlığıdır. Buna karşı koyan kuvvet ise, kayma yüzeyinden geçen yönlü basıncıdır. Mukavemet kuvvetinin hareket kuvvetine oranı, kayma yüzeyinin çeşitli durumlarına göre hesaplanır ve bu oranın minimum değeri, yamacın kaymaya karşı "emniyet faktörü"nü teşkil eder . Bu oran 1 ise, iki kuvvetin eşitliğine karşılık gelir ve yamaç, denge limitinde bulunur. 1'in altında ise, denge hali ortadan kalkmış demektir. Kuru, temiz ve gevşek detritik malzeme (Kum, çakıl ve bir dereceye kadar siltlerde) kayma yüzeyleri oluşmaz. Bu gibi malzemenin denge sınırı $t = p \cdot \tan \phi$ 'dir. Bu eşitlikte t, malzemeyi dengede tutan maksimum yönlü basınç kuvveti demektir. Diğer bir deyimle, denklem bir malzemenin yönlü basınç gücünü ifade eder. Bu halde ϕ simgesi malzemenin iç sürtünme açısıdır. Bu değer, kumdan kuma veya çakıldan çakıla değişik olup, genellikle malzemenin yoğunluğuna ve onu teşkil eden tane veya taneciklerin şekil ve büyüklüğüne bağlıdır. En büyük değerler köşeli, iyi elenmiş ve yoğun malzemede görülür. Genellikle kum için $\phi = 30^\circ$ olarak alınır . Buna göre $\tan \phi = 0.577$ 'dir . Doğal kum depolarında ise sürtünme açısı $30-40^\circ$ arasında değişir ve yoğun depolarda daha fazla olur. Su altında ise, bu değer aşağı yukarı 25° 'dir. Yamaçlar bu derecelerden daha eğimli olamaz. Zira, tanelerin sürtünme ve tutma kuvveti ortadan kalkar ve bunlar birbiri üzerinde kayarak yuvarlanırlar. Hareket ve mukavemet kuvvetleri arasındaki oranın bozulması, yani emniyet faktörünün ortadan kalkmasında en önemli rolü yağışlar oynar. Çünkü, yağışla doymun hale gelen kütlenin ağırlığı, dolayısıyla hareket kuvveti artar. Aynı zamanda su ile doymunluk, tanelerin süspansiyon haline geçmesine, dolayısıyla yönlü basıncın azalmasına yol açar. Bu nedenle şiddetli yağışlardan sonra heyelanlar fazla görülür (KURTER, 1985).

Kandıra'daki bu heyelanı tetikleyen en önemli faktör, şiddetli yağışlar olmuştur. Ancak yamaç eğimini arttıran faktörlere gelince bunlar; kaynak sularına su yolu, ana dere üzerinde baraj/gölet yapma çalışması gibi sebeplerle yamacın üzerinde ve altında yapılan hafriyat, yamacın alt kısmının akarsular (Karaağaç Dere) tarafından oyulması dolayısıyla akarsuların yana aşındırma faaliyetleri gibi faktörlerdir.

2-Suyla doymunluk: Hemen hemen bir kural olarak heyelanlar, yağışlı ve zeminin nemli olduğu mevsimlerde meydana gelirler. Şiddetli ve devamlı yağmurlar yahut karların erimesi, kayaçların ve çözülme ürünü enkazın içine bol miktarda suyun sızmasına imkan verir. Bunun neticesinde plastisite veya likidite sınırlarına erişilir ve herhangi bir sebeple, meydana gelen tiksotropi neticesinde heyelan oluşur. Su, ayrıca

denge açısını küçülterek, ağırlığı arttırarak, buna karşılık sürtünmeyi azaltarak heyelanları kolaylaştırır (ERİNÇ, 1996).

Bir yamacı tahrip etmeye yönelik en belirgin hareket kuvveti "yerçekimi" dir. Genellikle yamacı oluşturan malzemenin ağırlığı ve bu ağırlığı arttırıcı yüklenme, yamaç stabilitesini (yamaç duraylılığı) azaltır. En belirgin mukavemet kuvveti ise; malzemenin "yönlü basıncı" olup, bu da fazla nem ile azaltılmaktadır. Malzeme içersindeki fazla serbest su onu tamamen süspansiyon haline geçirebilir veya yönlü basıncı ortadan kaldırabilir. Çoğu kaymalar, şiddetli yağışlar esnasında veya onlardan kısmen sonra görülürler. Kuru kaymalar çok enderdir. Bir de kayacın veya toprak malzemesinin yönlü basıncı kimyasal değişimlerle de azaltılabilir. Yerçekiminin artması, yönlü basıncın azalması, beraberce veya ayrı ayrı etki yaparak genellikle kaymanın nedenini oluştururlar (KURTER, 1985).

26 senelik (1965-1990), yıllık yağış toplamı 1107.4 mm ve aylık ortalama yağış miktarı 92.2 mm olan **Kandıra**'nın Ekim ayı uzun yıllar ortalama toplam yağış miktarı 132.9 mm'dir. Yine aynı yılları kapsayan (1965-1990) yıllık yağış toplamı 1369.0 mm ve aylık ortalama yağış miktarı 114 mm olan **Akmeşe**'de Ekim ayı uzun yıllar ortalama toplam yağış miktarı 142.2 mm'dir (D.M.İ., 1997).¹⁾ 37 senelik (1961-1997) yıllık yağış toplamı 932.4 mm ve aylık ortalama yağış miktarı 93.2 mm olan **Kocaeli**'de aynı sürede Ekim ayı uzun yıllar ortalama toplam yağış miktarı 77.7 mm'dir. Ekim 1997'de aylık toplam yağış miktarı ise 2.8 kat artarak 219.3 mm olmuştur (Tablo 1) (GRAFİK 1--2-3-4) (D.M.İ., 1997).

Kocaeli'de 1997 Ekim ayının 13'de başlayan yağışlar 14, 16, 19, 21 ve 26'sında sıçramalar yaparak sağanaklara dönüşmüştür. Ay içinde sürekli olarak 13-22 Ekim günleri arasında kesintisiz, yağışlar izlenir. Bu süre içindeki en yüksek değerlerden biri 19 Ekim'de 25.9 mm ile heyelandan önceki güne tarihlenmektedir. Süregelen bu 1 haftalık yağışlarla killerdeki suyla doygunluk ve diğer şartların da elverişliliği ile kayma gerçekleşmiştir. Kaymadan sonraki 25-27 Ekim tarihleri arasında üç günlük tekrar bir yağışlı dönem söz konusudur. Hareketin peşi sıra oluşan heyelan göllerindeki su seviyelerinin artışı bu döneme karşılık gelir. 26 Ekim ise 40.2 mm yağış ile ayın en yağışlı gününü oluşturur.

Özellikle Arıklar Heyelanı'nda yamaç yüzeyi üzerine kayan enkazın depolanması ağırlığı arttırıcı bir etki oluşturduğu gibi, yamaç üzerine beşeri tesirlerin (suyolu, hayvan barınağı, gölet çalışmaları v.b.) kurulması, yağın yağışlar gibi nedenlerle, yamaca sızan suların ağırlıklarının ilavesi de yamaç ağırlığının artmasına neden olur. Yamacın bitki örtüsünden yoksun oluşu, sızan suların bir kısmının terleme sonucu tekrar atmosfere dönmesine olanak vermediğinden olumsuz bir tesir yapar. Ayrıca yamacın bitki örtüsünden yoksun oluşu, yağın yağışın dal veya yapraklar tarafından tutulmadan olduğu gibi yamaç yüzeyine düşmesine sebep olur. Dolayısıyla bu durumda, yamaca sızan suların miktarı artacaktır. Bitki örtüsüyle kaplı yamaçlarda bu bitkilerin kökleri, unsurları bir arada tutan bir bağ (bağ direnci) vazifesi görür. Bitki örtüsünün tahribi bu baği ortadan kaldıracığından kaymaları özendirici bir zemin

¹⁾ Günümüzde Kandıra ve Akmeşe'de Meteorolojik ölçümler yapılmamaktadır.

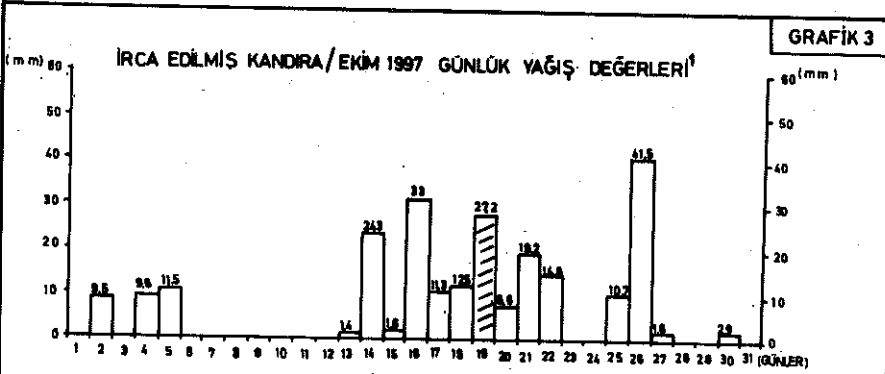
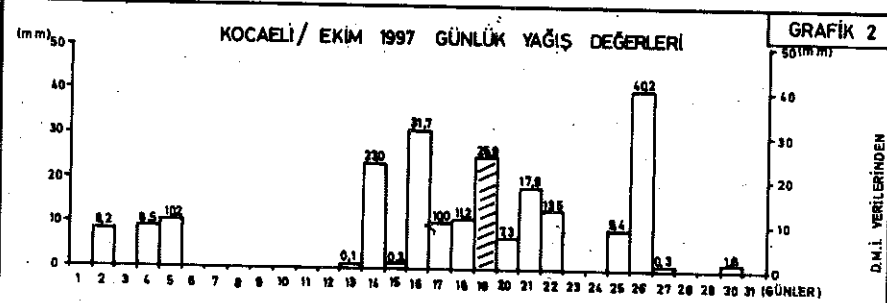
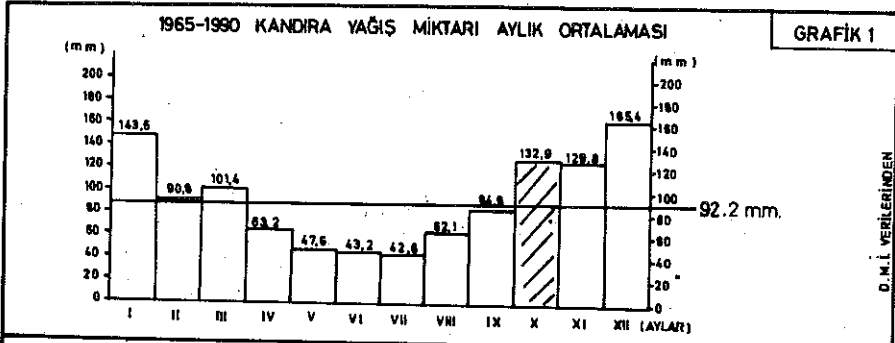
hazırlanmış olur. Saçak köklü ekilmiş yoncaların varlığı ise, burada kaymanın bir diğer nedenidir.

Tablo 1: Kocaeli Meteoroloji Müdürlüğü 1997 Ekim Ayı Yağış verileri.

<u>YAĞIŞLI GÜNLER</u>	<u>MİKTAR(mm= kg/m²)</u>
01. 10. 1997	0.0
02. 10. 1997	8.2
04. 10. 1997	8.5
05. 10. 1997	10.2
13. 10. 1997	0.1
14. 10. 1997	23.0
15. 10. 1997	0.3
16. 10. 1997	31.7
17. 10. 1997	10.0
18. 10. 1997	11.2
19. 10. 1997	25.9
20. 10. 1997	7.3
21. 10. 1997	17.9
22. 10. 1997	13.5
25. 10. 1997	9.4
26. 10. 1997	40.2
27. 10. 1997	0.3
30. 10. 1997	1.6
31. 10. 1997	0.0
Aylık toplam yağış miktarı:	219.3 mm.
Uzun yıllar ortalama toplam yağış miktarı:	77.7 mm.

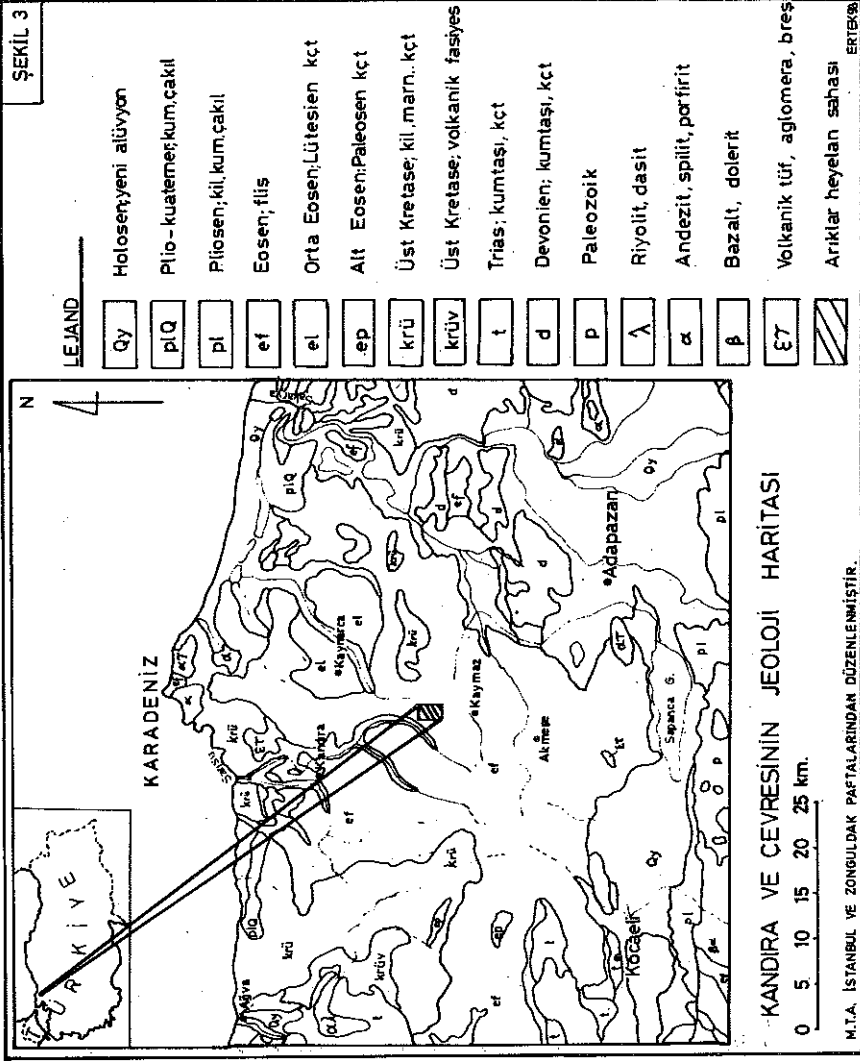
3- Kaya tabiatı: Killi formasyonların, fliş, marn, tuf gibi depoların yaygın olduğu sahalarda heyelanlar çok daha fazla görülür. Buna karşılık kireçtaşı ve bazalt gibi kayalarda heyelanlar seyrekler. Yamaçlardaki denge açısı, plastisite ve likidite sınırları malzemenin tabiatına sıkıca bağlıdır. Çeşitli kil türlerinin plastisite sınırları birbirine yakın, fakat likidite sınırları çok farklıdır. Örneğin; bu bakımdan en düşük değeri gösteren kaolinit, en az suyla likidite sınırına erişen yani heyelana en elverişli olan kil türüdür. Bunun oranı ve türü, heyelan olasılığını arttıran veya azaltan ve bu suretle heyelanların yayılış alanını belirleyen başlıca faktörlerden birisidir (ERİNÇ, 1996).

Arıklar Heyelanı'nın bulunduğu yamaç Eosen fliş formasyonu ile temsil edilir. Flişler, mavi marnların üzerinde sarımsak renkte tabakalar teşkil ederler. Flişin gre tabakaları orta unsurlu klastiklerden (0.063-2 mm arası kumlar) olan psammitik kayalardan oluşur. Sahada bulunan Eosen 300 m kalınlığa sahip olup, bunda en fazla kalınlık fliş fasiyesine aittir. Sarı flişler, kumtaşları ve marnlar ihtiva ederler (BAYKAL, 1940) (Şekil 3). Özellikle heyelanlı yamaçta marn ve killere rastlanır. Kaymanın oluşumuyla birlikte bunlar katı-yarı katı-plastik-sıvı gibi aşamalardan geçmiş bulunurlar. Marnlar üzerinde bir kayma yüzeyi oluşturan killer bünyelerine su almış ve 20° lik eğime rağmen yamaç aşağı harekete geçmişlerdir. Mevcut kil mineralleri yapılan XRD analizine göre, kaolinit grubuna ($Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2 H_2O$) aittir.



¹ 1990'dan itibaren Kandıra'da yağış kayıtları D.M.I tarafından tutulmamıştır. Bu sebepten Kandıra (100m.) 1997 Günlük yağış değerleri, KOCAELİ (76m.) verilerine dayanarak yükseklikte yağış artması oranını yerel koşullara göre belirlemek için $rh=r_0 \cdot (54 \times h)$ formülü (EROL 1988) uygulanarak hesaplanmıştır.

ERTEK 88



Bu grubun (hidro-alüminyum silikatların) kil mineralleri son derece kararlıdır. Zira kafesli olan yapılarına su almazlar. Islandıklarında az miktarda plastik olurlar ve hacim büyümesine uğramazlar. Bununla beraber islandıkları zaman, borusal olan yapısı nedeniyle, yuvarlanarak harekete geçer, kütle hareketleri ve creeping olayına yol açarlar (KURTER, 1985).

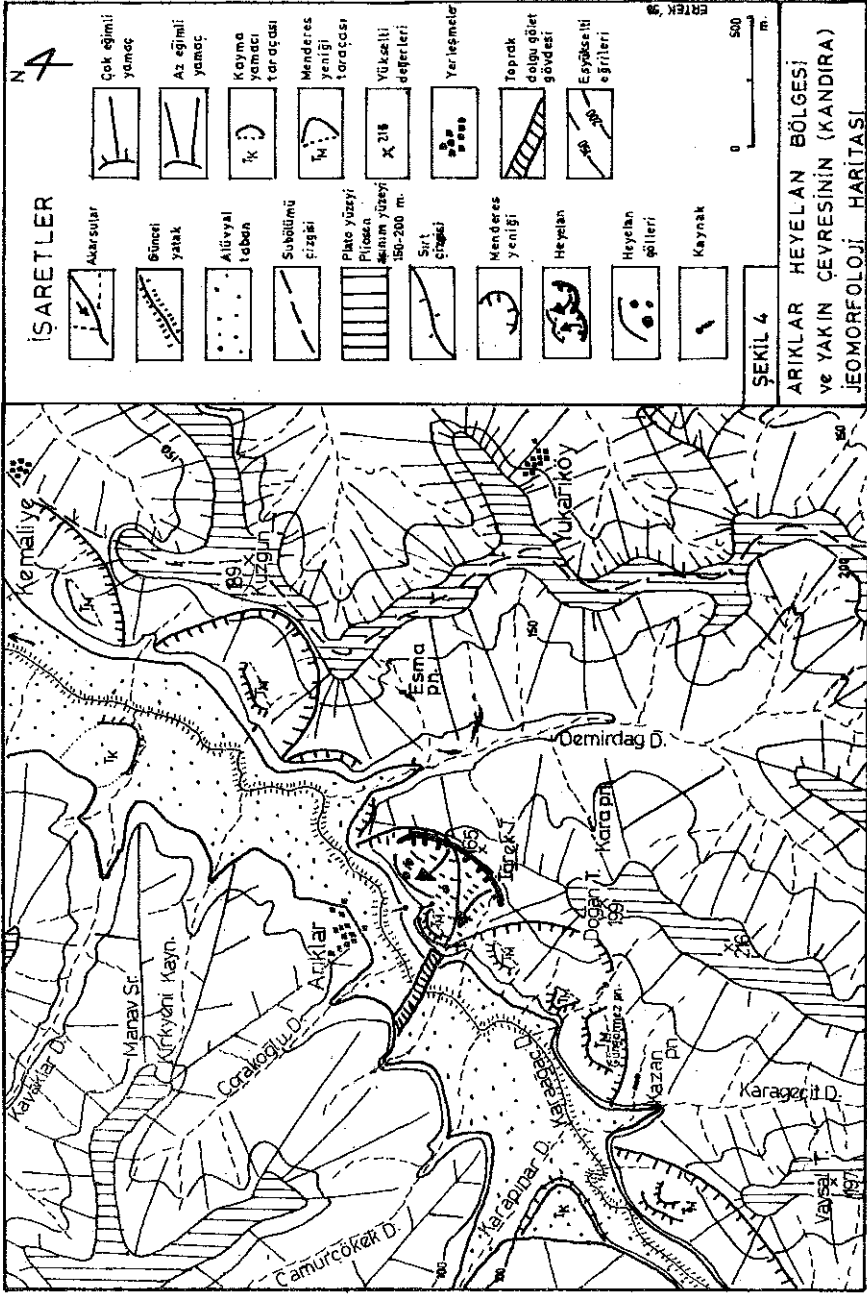
4- Strüktür (Yapı): Tektonik yapı ile heyelanlar arasında sıkı ilişkiler vardır. Tabakaların yamaç eğimine paralel olarak dalmaları heyelanları kolaylaştırır. Özellikle bu tabakalar arasında killi bir seviyenin varlığı önemli rol oynar (ERİNÇ, 1996). Arıklar Heyelanı'nın bulunduğu saha Kocaeli Yarımadası üzerinde bulunur. Saha, diskordant örtülü polisiklik topografyalara tipik bir örnektir (ERTEK, 1995). Alçak platolardan olan Kandıra Platosu üzerine Sarısu ve kolları yerleşmiştir (Şekil 4).

Heyelan sahasında ise, Sarısu'nun tabilerinden Karaağaç Dere bulunur. Alçak plato yüzeyi 150-200 m'lerde uzanan aşınım yüzeyi parçalarından oluşur. Ana akarsu yamaçlarında bir asimetri söz konusudur. Bu, NE-SW yönlü eski bir faya intibak etmiş Karaağaç Dere vadisinden anlaşılır. Yamaçlar arasındaki eğim farklılığı belirgindir. Heyelanlı yamaçta bu değer 20°lere kadar ulaşır. Bu dere, 80 m'lerde geniş tabanlı ve alüvyal dolgulu bir vadi meydana getirir. Bugünkü yatağında 5 m'lik bir yarıntı yapar. Dik olan güneydoğu yamacında NE-SW yönünde dizili birçok menderes yeniği bulunur. Bu yeniklerin içinde 100-110 m seviyelerinde menderes yeniği taraçaları, karşı yamaçlarında ise 90-100 m seviyelerinde devresel olmayan taraçalardan kayma yamacı taraçaları oluşmuştur..

Arıklar Heyelanı, Arıklar Köyü'nün kurulu bulunduğu kayma yamacının karşısında bir menderes yeniği içinde gelişmiştir (Foto 1). Morfolojik olarak heyelana neden olan önemli süreçlerden biri de, kaşık şekilli konveks bir alanda böyle bir yer kaymasının gelişmesidir. Bunda ilk tetikleme hareketini yapan Karaağaç Dere'nin, öncelikle heyelana maruz kalan yamacın altına kadar sokulması ve yana aşındırma faaliyetini sürdürmesidir. Daha sonra bir mühendislik yapısının (Arıklar Göleti) böyle bir yeniğin kenarında tesisidir. Dolayısıyla alttan yanal desteğin kaldırılması ve yamacın harekete geçmesi burada söz konusudur (Foto 2).

Arıklar'da anadere talilerinin dandritik drenaj karakteri arz etmesi, kayma yamacı taraçaları ile menderes yeniği taraçalarının çarpılmış ve vadi içine eğimli oluşları, menderes yeniklerinin kesintiye uğraması ile üzerinde genç vadilerin kurulması, sahadaki aşınım yüzeylerinin 1-5° kuzeye eğimli oluşları, Karaağaç Dere bugünkü yatağında belirgin bir yarıntı (+ 5 m'lik) içinde bulunuşu sahadaki genç tektoniğin kanıtları arasındadır. Bunlar, sahadaki gençleşmelerin sürdüğünü de gösterir.

5- Beşeri Faaliyetler: Bir kaymanın "görünür" ve "gerçek" olmak üzere iki nedeni vardır. Görünür neden, o anda hareketin kuvvetinin artması, mukavemet kuvvetinin azalması veya deprem, şok veya titreşimlerdir. Görünür neden ani olabilir ve bir tetik etkisi yaratır veya bir süre devamlı olarak etki yapar (KURTER, 1985). Kandıra-Arıklar'da 20° eğime sahip yamaç, bir menderes yeniği içinde bulunur. Yenik dikliğinin uç kısmına bir gölet gövdesi ve taşma savağı tutturulmuştur. Dolayısıyla, gölet çalışmaları sırasında yanal desteğin kaldırılması söz konusu olmuştur. Bir hafta süreli



Şekil 4 – Arıklı Heyelan Bölgesi ve Yakın Çevresinin (Kandira) Jeomorfoloji Haritası.

şiddetli (Ekim 1997) yağışlar fliş formasyonu üzerinde kaymaya neden olmuştur. Çevrede aynı şartların hüküm sürdüğü aynı yamaç üzerinde birçok menderes yeniği bulunduğu halde, burada böyle bir heyelan gelişmiştir. Arıklar'da şiddetli yağış kaymanın "görünür" nedenidir. "Gerçek" neden ise fliş formasyonu içindeki killerin yağışla harekete geçmesi gibi görüldüğü halde, menderes yeniği içinde bir gölet gövdesinin ve savaklarının inşasıdır. Dolayısıyla yamacı tutan yan al desteğin kaldırılmış olmasıdır.

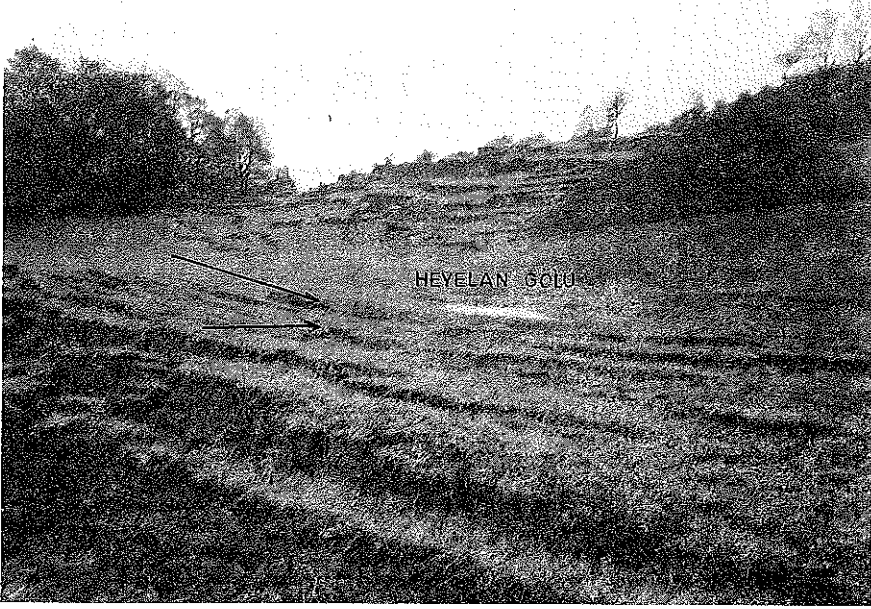


Foto 1 – Kandıra - Arıklar Heyelanı ve oluşan ters eğimler ile bir heyelan gölü.

Bunun yanında, doğal bitki örtüsünü oluşturan meşe formasyonunun (DÖNMEZ, 1979) çevrede tahrip edilip, tarım alanlarına dönüştürülmesi olumsuz beşeri faaliyetlerden ve heyelanın oluşum nedenlerinden sayılabilir.

Sonuç ve Öneriler :

Bu araştırma, Kandıra-Arıklar Köyü'nde görülen yer kaymasının oluşumu ve gelişimi ile heyelanı meydana getiren faktörleri ve bunların detaylı açıklamalarını konu alır.

Sonuç itibariyle sahanın öncelikle zemin tabiatının kütle hareketlerine elverişli olduğu görülür. Bu durum özellikle sahada yapımı süren ve hasara uğramış bulunan gölet (Kandıra-Arıklar Göleti) çalışmasına büyük dikkat edilmesi gerekir. Göçme tipinde dönerek kayma şeklinde gelişen bu heyelanda, saha zemininin genel karakteri göz önünde bulundurularak, dikkat edilmesi gereken bazı hususlar aşağıda sıralanmış ve çeşitli önlemler önerilmiştir:



Foto 2 – Kandıra – Arıklar Heyelanı sonucu yıkılmış Arıklar Göleti taşma savakları ve solda heyelan topuğu.

1- Bir yamacın ağırlığı, şiddetli yağışlar esnasında doygunluk yolu ile artar. Ancak bu da yamacın aşırı yüklenmesi ile aynı etkiyi yapar. Yanal desteğin kaldırılması, yani bir bina veya yol inşaatı (burada Kandıra-Arıklar Göleti inşaatı) için yamaç eteğinin kazılması, kaymaların en çok görülen nedenlerindendir. Bu halde potansiyel kayma yüzeyinin (P_s) normal basıncı azalır ve desteksiz kalan kısmın gerilim ve yönlü basınçları artar. Bu durumda eğer malzeme bir düzlem veya belirli bir yüzey boyunca kayma eğilimi gösteriyorsa düzlemsel kayma (translational landslide) oluşur. Eğer malzeme homojense, muhtemelen dönerek kayma (rotational landslide) görülecektir. Kandıra-Arıklar Köyü'ndeki kayma, fliş fasiyesindeki homojen malzeme nedeniyle dönerek kayma şeklindedir. Ayrıca sahada, ters eğimler ve heyelan gölleri gelişmiştir.

2- Rezervuar (Baraj/Gölet) yeri seçimi burada hatalıdır. Bir menderes yeniği kenarında bir gölet gövdesinin ve taşma savaklarının inşası yapılmamalıydı. Dolayısıyla yamacı tutan yanıl destek daha önce saptanmalı, bunun kaldırılıp, kaldırılmayacağı iyice incelenmeli idi.

3- Kayma yüzeyinin belirlenmesi, zemin ve yeraltı suyu özelliklerinin tanınması için delgi yapılır. Eğer kayma, toprağın altındaki kayaç kesimini de etkilemişse, (ki Arıklar'da etkilemiştir) böyle bir delgi tabakalaşma ve kayaç cinsi hakkında da bilgi sağlar. Bu tür çalışmalar, kayma nedenleri ve bundan oluşan zararların giderilmesi için yapılması gerekenler ve bunun maliyeti hakkında bilgiler verir.

4- Çoğu kere kaymadan sonra, kayma nedeni etkili olmakta devam etse de,

yardımcı faktörler etkilerini yitirdiklerinden kayma tekrarlamayabilir. Su, daima kaymanın yardımcı bir faktörü durumunda olduğundan, çoğu kere suyun drêne edilmesi kaymanın tekrarlanmamasını sağlayan önleyici bir çalışma olmaktadır. Bir kayma alanındaki drenaj düzenlemesi için 2 ana yol vardır. Bunlardan birisi, gelen yeraltı suyunu kapalı bir drenaja alarak, bir kuyu veya boşaltma alanında toplamak ve onu uzağa taşıyarak yeraltı suyu seviyesini düşürmektir. Diğeri ise, drenaj alanı içerisine boru döşeyerek su akışını azaltmaktır. Suyu zaptedecek böyle bir drenaj, akış yönüne dik olarak kazılmış ve içi geçirimli malzeme ile doldurulmuş derin galeri veya etek hendekler hazırlanarak yapılır. Bu halde yüzey ve yeraltı suyu toplansa da uzak bir noktaya doğru sevk edilmiş olur. Özellikle ikinci öneri, Arıklar Heyelanı'nda yapılabilecek kurtarma çalışmalarından birisidir.

5- Bir yer kaymasına sebep olan fazla ağırlığın kaldırılması ile de düzenleme çalışmaları yapılabilir. Eğer bu mümkün değil ise (Örneğin; başka bir yere kaldırılamayacak bir karayolu veya demiryolu dolgusu, bir baraj/gölet gövdesi mevcutsa), iyi bir yanal destek tesis edilmelidir. Bu durumda bir "istinat duvarı" büyük ölçüde yardımcı olur. Fakat kaymanın nedeni su ise, (Arıklar Heyelanı'ndaki yağış faktörü gibi) bunun bazen hiçbir faydası yoktur. Tomruk, beton veya diğer malzemeden yapılacak içi iri taş veya bloklarla doldurulmuş sandıklar da istinat duvarı yerini tutarlar. Sıkıştırılmış toprak veya kayadan ibaret ağır etek payandaları da bu görevi yapabilir. Sağlam ve güvenilir bir zemine kadar çakılmış kuvvetli kazıklar, hem önleyici ve hem de düzenleyici bir çalışma olarak kabul edilir.

6- Sahada gerçekleştirilecek bir ağaçlandırma çalışması, kaymaların önlenmesi bakımından etkili olabilir. Bu, hem yer kaymaları üzerinde önemli rol oynayan suyun zemine sızmasını önlemek, hem de zeminde fazla miktarda bulunan suyun bir kısmının buharlaşma (terleme) yoluyla kaybını sağlamak bakımından yarar sağlayabilir.

7- Kayan böyle bir sahada hem fazla ağırlığın kaldırılması, hem de görünümün de düzenlenmesi için, kayan malzeme başka yere taşınır veya yeni malzeme eklenir. Bu tür toprak çalışmalarında buldozerler kullanılır. Eğer çok geniş ve derin sahaları etkileyen bir kayma sözkonusu ise, düzenleme çalışmaları çok güçtür ve orada mevcut veya yapılması düşünülen beşeri tesislerin (örneğin baraj/gölet, liman, karayolu vb. gibi) başka yere taşınması bazen tek çareyi oluşturur. Arıklar'da göletin başka yere taşınması söz konusu olmayabilir. Ancak gölet gövdesinin menderes yeniği kenarından kurtarılması ve taşma savağının da heyelanın karşı yamacına kurulması önerilir.

KATKI BELİRTME

Bu makaleyi inceleyen ve kil mineralleri tayininde İ.T.Ü. Metalürji Laboratuvarında XRD analizi yaptırtan İ.Ü.D.B.İ.E'den Prof.Dr. Namık ÇAĞATAY'a, yorumlarıyla katkı sağlayan Yard. Doç. Dr. Oya ALGAN'a ve yardımlarını esirgemeyen Jeol. Müh. Erol SARI'ya ve ayrıca Kocaeli D.M.İ. çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- ABDÜSSELAMOĞLU, Ş., 1963, "Kocaeli Yarımadasının Jeolojisi", *M. T. A. Rapor* No: 3249 (Yayınlanmamış), Ankara.
- AKKAN, E., 1975, *Sinop Yarımadasının Jeomorfolojisi*, Ank. Üniv. Dil ve Tarih Coğ. Fak. yayını, No: 261 s. 74 -89, Ankara.
- AKKAN, E. - DOĞU, A. F. - ÇİÇEK, İ. - GÜRGEN, G. - YİĞİTBAŞIOĞLU, H. - SOMUNCU, M., 1993, "Uzungöl", *Ank. Üniv. Türkiye Coğrafyası Araş ve Uyg. Merk. Dergisi*, sayı: 2, s. 251-262, Ankara.
- ARDOS, M., 1980, "8 Şubat 1974 Karabük Heyelanı", *İst. Üniv. Coğ. Enst. Dergisi*, Sayı:23 , s. 47-55, İstanbul.
- ATALAY, F. İ .-BEKAROĞLU, N., 1973, *Heyelanlar ve Mühendisli Uygulaması*, Karayolları Gn. Md. Yayınları, No: 200, Ankara.
- ATALAY, İ., 1974 -1977, "Muş-Palu Arasındaki. Murat Vadisi Boyunca Oluşan Kütle Hareketleri", *Coğrafya Dergisi*, sayı: 20-21, s. 263-277, İstanbul
- ATALAY, İ., 1991, "Kuzey Anadolu Dağ Kuşağında Arazi Degradasyonu ve Heyelanlar", *T. Jeom. Dern. Uluslararası 1. Bölgesel Jeomorfoloji Konferansı Bildiri Özleri*, s. 10-11, Ankara.
- ATİKER, M., 1983, "Darıca (Gebze) Yer kayması", *Jeom. Derg.*, sayı: 11, s. 53-62, Ankara.
- BAYKAL, F., 1943, "Adapazarı – Kandıra Bölgesinde Jeolojik Etüdler (Etudes geologies dans la region de Kandıra – Adapazarı)", *İ. Ü. Fen. Fak. Mec. Seri B. Cilt: VIII*, sayı: 4, s. 256-263, İstanbul
- BERET, B., 1955, "Sera Heyelanı", *Türk Coğr. Derg.*, sayı: 13-14, s. 155-160, İstanbul
- BİLGİN, T., 1984, *Adapazarı Ovası ve Sapanca Oluğunun Alüvyal Morfolojisi ve Kuaterner'deki Morfolojik Tekamülü*, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını, No: 2572, İstanbul.
- COOKE, R. U.-DOORNKAMP, J. C., 1974, "Geomorphology in Environmental Management", Oxford Univ, pp. 128-166, Oxford.
- ÇİÇEK, İ., 1985, *Türkiye'de özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinde Heyelan Olayları ve Ekonomiye Etkileri*, G. Ü. Sosyal Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Ankara.
- DARKOT, B.-TUNCEL, M., 1981, *Marmara Bölgesi*, İ.Ü. Coğr. Enst. Yay No: 118, İstanbul.
- DOĞU, A. F. - ÇİÇEK, İ. - GÜRGEN, G., 1989, "23 Haziran 1988 Çatak Heyelanı, (Trabzon – Maçka). *Coğr. Araş. sayı: 1*, s. 103 –107, Ankara.
- DÖNMEZ, Y., 1979, *Kocaeli Yarımadasının Bitki Coğrafyası*, İ. Ü. Coğr. Enst. Yay. No: 112, İstanbul.
- ERGUVANLI, K., 1982, *Mühendislik Jeolojisi*, İ.T.Ü. Kütüphane Sayı:1227, İstanbul.
- ERİNÇ, S. 1996, *Jeomorfoloji. I*, Genişletilmiş 4. Baskı., ISBN: 975-8004-21-2, s. 351 – 367, İstanbul

- EROL, O. 1985, "Baraj Yeri Seçimi ve İnşaatında Gözönünde Bulundurulması Gereken Jeomorfolojik Konular", Geomorphological Aspects of Dam Site Selection and Dam Building, T. Jeom. Dern. 9. Türkiye Bilimsel ve teknik Kurultayı, Bildiri Özleri, s. 27 – 29, Ankara.
- EROL, O., 1988, *Genel Klimatoloji*, İ. Ü. Dz. Bil. ve Coğ. Enst. Yay. No.8 İstanbul.
- ERTEK, T. A. -TUROĞLU, H -MATER, B., 1993, "Çiftlik Heyelanı. (Sinop)", Türk Coğr.Derg. Sayı:28, s:181-188, İstanbul.
- ERTEK, T. A., 1995, *Kocaeli Yarımadasının Kuzeydoğu Kesiminin Jeomorfolojisi* , ISBN 975-7206-08-3, İstanbul.
- ERTUNÇ, A ., 1991, "Çoruh Nehri. Üzerinde Tasarlanan Baraj Projelerine Heyelanların Etkisi". Türkiye I. Heyelan Sempozyumu., Bildiriler, s. 342-355, Trabzon.
- GELİŞLİ, K. - ÇINAR, H., 1991, "Heyelan Araştırmalarında Jeofizik Yöntemler", Türkiye I. Heyelan Sempozyumu. Bildiriler, s. 356-365, Trabzon.
- GİRGİN , M., 1996, "Aşkale Heyelanı. (Erzurum)", Türk Coğr .Derg . sayı: 31, s. 155-166, İstanbul.
- HIGHWAY RESEARCH BOARD SPECIAL REPORT 1958, "Landslides and Engineering Practice". NAS-NRC Publication – 544, Washington, D. C.
- HOŞGÖREN, M.Y., 1974-1977, "İnegöl Havzasında Arazi Kaymaları ile İlgili Gözlemler". İst.Üniv. Coğ. Ens. Derg. sayı: 20-21, s : 223-243, İstanbul .
- İZBIRAK, R., 1960, *Yerşekillerini Değiştiren Olaylar*, Harita Umum .Md. Yay. Har. Derg. No: 50, Ankara.
- KURTER, A., 1985, *Uygulamalı Jeomorfoloji*, İ. Ü. Dz. Bil. ve Coğ. Enst. Yüksek Lisans Ders Notları (Basılmamış), İstanbul .
- MATER, B. - ERTEK, T. A., 1993, "Doğu Karadeniz'deki Heyelan Göllerine Yeni Bir İlave: Uzungöl (Trabzon)", T. Jeom. Dern. 14. Türkiye Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri Özleri, s. 11-12, Ankara.
- MATER, B. - ERTEK, T.A. - GÜRPINAR, E. - GÖNENÇGİL, B. -TUROĞLU, H. - ULUDAĞ, M. (1995): "Batı Karadeniz: İğneada –Sinop Arası Kıyı Bölgesinin Ekolojik Envanteri". İst.Üniv. Rektörlüğü Araş.Fonu Projesi, Sayı: 614 / 210994, İstanbul.
- ÖNER, E., 1985, *Türkiye'de Özellikle Orta Karadeniz Bölgesinde Heyelan Olayları ve Ekonomiye Etkileri*, G. Ü. Sosyal Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi. (Basılmamış) Ankara.
- ÖNER , E. – ÇİÇEK, İ., 1987, "Heyelan Olayları ve Karadeniz Kıyı Şeridinden Örnekler", *Jeom.Derg.* sayı: 15, s. 53-64, Ankara.
- ÖRKÜN, M., 1978. *Büyükçekmece Koyu Doğusunda Gürpınar ve Kavaklı Koyu Çevreleri ve Kıyıların Heyelan Etüdü*, İ. Ü. Ed. Fak. Coğr. Enst. Fiziki Coğr. Kürsüsü (Basılmamış) Mezuniyet Tezi., 33 s, İstanbul .
- PEKCAN, N., 1993-1996, "Karadeniz Bölgesi Heyelanları. ve Önlenmesi Yolunda Önerilerimiz", İ.Ü. Ed. Fak. Coğr. Bölümü Coğr. Derg. sayı: 4, s. 137-141, İstanbul.

- SORRELL, C. -SANDSTRÖM, G. -ZIM, H. S., 1973, *Rocks and Minerals*, Golden Press, New York.
- SÜR, Ö., 1972, "Heyelan Olaylarına Sebep Olan Faktörler ve Bunların Türkiye'de Etkili Bulunduğu Alanlar". Ank. Üniv. Coğ. Araş. Dergisi. Sayı: 5-6. s. 215-222, Ankara.
- SÜR, Ö., 1977, "Heyelan Olaylarının Ekonomik Etkileri", Ank. Üniv. Coğr. Araş. Derg. No: 8, s. 137-150, Ankara.
- ŞAHİN, C., 1977, "Göldağı ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi ve Yer Kaymaları", Ank. Üniv. Coğr. Araş. Derg. No: 8, s. 121-136, Ankara.
- ŞAHİN, C., 1991, *Türkiye Afetler Coğrafyası*, Gazi Üniv. Gazi Eğitim Fak. Yay. No: 21, s. 15-34, Ankara.
- TOĞROL, E., 1991, "İyileştirme Yöntemleri", Türkiye I. Ulusal Heyelan Sempozyumu, Bildiriler s. 1-4, Trabzon.
- TONBUL, S. -ÖZDEMİR, M. A., 1991, "Çemişkezek (Tunceli) Heyelanı" T. Jeom. Dern. 14. Türkiye Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri Özleri, s. 18-19, Ankara.
- UTKU, T., 1975, *Teori ve Tatbikatta Heyelanlar*, Bayındırlık Bakanlığı, Karayolları Gn.Md. Yay. Ankara.
- UZUN, A., 1986, *Murat Dağı-Narman Arasındaki Kütle Hareketleri*, Atatürk Üniv. Sosyal Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Erzurum .
- UZUN, A., 1987, "Pınarlı Heyelanı", Jeom. Derg. Sayı:15, s. 91-96, Ankara.
- UZUN, A., 1990, "Murat Dağı-Narman Arasındaki Heyelanlar ve Sonuçları", Fırat Üniv. Coğrafya Sempozyumu, 14-15 Nisan 1986. s. 249-261, Elazığ.
- YAVAŞ, Ö. M.-YAVAŞ, F. B. -KARATATAR, Ö. -ERENBİLGE, T., 1996, "Doğal Afetlerin Çevreye Etkisi", Ank. Üniv. Türkiye Coğr. Araş. ve Uyg. Merk. III. Coğr. Semp. 15-19 Nisan 1996, Bildiri Özetleri, s. 82- 83, Ankara,
- YILMAZ, M. 1997, *Kocaeli ve Çevresinin İklimi*, İ. Ü. Sosyal Bil. Enst. Fiziki Coğr. Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), İstanbul.
- YILMAZ, Ö., 1996, "Narman Havzası Kırıntılı Çökellerindeki Kütle Hareketleri: Malzeme, Oluşum Mekanizması ve Yorumu", Türk Coğr. Derg. sayı: 31, s. 199-218, İstanbul.
- ZANBAK, C. -ERDOĞAN, M., 1980, "Kayseri Dolaylarında Kütle Hareketleri. Ayvazhacıköy Yerkayması. Yeryuvar ve İnsan", sayı (3/4), s. 60-65, Ankara.
- ZABUN, V., 1976, *Kandıra (Kocaeli İli) Dolayının Jeolojisi ve Paleontolojisi*, İ. Ü. Fen Fak. Genel Jeol. Kürs. Dipl. Çal. (Yayınlanmamış), İstanbul.
- ZARUBA, Q.- MENCL, V., 1969, "Landslide and Their Control", Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Prag.