

Zonguldak-Armutçuk Arasındaki Bölgenin Kütle Hareketleri Oluşma Riski Açısından İncelenmesi

Hülya KESKİN ÇİTIROĞLU

ZKÜ Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 67100 Zonguldak, Türkiye

Yayın Kodu (Article Code): 09-20A

Özet: Bu çalışmada, Zonguldak-Armutçuk arasında yer alan yaklaşık 155 km²'lik bir bölgenin kütle hareketleri oluşma riski açısından incelenmesi amaçlanmıştır. İnceleme alanında yer alan litolojik birimler yaşlıdan gence doğru Yılanlı, Alacaagzı, Kozlu, Karadon, Zonguldak, Velibey, Sapça, Tasmaca, Cemaller, Gökçetepe, Başköy ve Dinlence Formasyonları ile alüvyon ve plaj kumudur. Bölgede görülen kütle hareketi türleri Varnes (1978)'e göre sınıflandırılmış ve hareketlere neden olan doğal ve yapay etkenler ortaya konmuştur. Kaya yamaçlarda, genellikle devrilme ve kaya düşmesi gözlenmiştir. Yerinde ayrışmayla veya taşınarak oluşan zeminlerde ise moloz akması, toprak akması ve heyelanların yaygın olduğu görülmüştür. Kütle hareketlerinin oluşumuna neden olan doğal ve yapay etmenler irdelenerek inceleme alanı Eyüboğlu (1999)'na göre farklı özellik ve koşullar gösteren beş alana ayrılmıştır. Sonuç olarak çalışma alanı kütle hareketleri oluşma riski açısından çoğunlukla düşük, orta ve çok riskli özelliklere sahiptir. Aktif ve duraylı alanlar ise oldukça düşük yayılım göstermektedir.

Anahtar sözcükler: Kütle hareketi, risk, eğim, heyelan

Investigation In Terms Of The Occurrence Risk Of Possibility Mass Movements Between Zonguldak-Armutçuk Area

Abstract: The objective of this study is to investigate the occurrence risk of mass movements within the area of approximately 155 km² between Zonguldak and Armutçuk. The following lithological units exist in the investigated area respectively from the oldest to the youngest: Yılanlı, Alacaagzı, Kozlu, Karadon, Zonguldak, Velibey, Sapça, Tasmaca, Cemaller, Gökçetepe, Başköy and Dinlence Formations with alluvium and beach sands. The mass movements observed in the area have been classified according to Varnes (1978), and the natural and unnatural (man-made) causes have been established. In the rock slopes, generally, toppling and rock falls have been observed while debris flow, soil flow or landslides have widely been observed in the slopes of soils formed by in situ alteration or transportation. Based on the evaluation of the natural and unnatural causes of mass movements, the study area has been divided into five regions according to Eyüboğlu (1999). As a conclusion the studied area has low, medium or high risk regions in terms of the possibility of mass movements. In the area, the active and stable regions are of smaller extent.

Keywords: Mass movement, risk, slope, landslide

e-mail: keskinhc@gmail.com

Giriş

Yeryüzünün şekillenmesinde yüzlerce, binlerce hatta milyonlarca yıl geçebilmesine karşın kütle hareketleri, bir insan yaşamı içinde bile çok kısa sayılan bir sürede gelişen ve yeryüzünü şekillendiren olaylardan biridir. Kütle hareketleri kaya veya zemin ortamlarının dengesinin bozulmasıyla meydana gelmektedir. Söz konusu dengenin bozulmasında çoğunlukla yağış, eğim, deprem gibi tamamen doğal nedenler yanında daha az oranda kazılar, patlatmalar gibi insan eliyle olan nedenlerin etkin olmasıyla birlikte kütle hareketleri tamamen bir doğa olayıdır. Türkiye genelinde, özellikle Karadeniz bölgesinde yaygın şekilde meydana gelen kütle hareketleri sadece binaların yıkılması, hasar görmesi, yerleşim yerlerinin, alt yapıların, ekonomik ve stratejik açıdan önemli mühendislik yapılarının, tarım ve orman alanlarının kullanılmaz hale gelmesi, büyük miktarda toprağın erozyonla kaybedilmesi gibi maddi kayıplara yol açmakla kalmayıp, en önemlisi can kaybına neden olmaktadır.

Bu çalışmada, Batı Karadeniz Bölgesi içinde Zonguldak-Armutçuk arasında yer alan yaklaşık 155 km²'lik alan yapılan arazi çalışmalarıyla Varnes (1978)'e göre aktif kütle hareketleri türlerine ayrılmış ve kütle hareketi oluşumunu yönlendiren etmenler ve belirlenen aktif hareket alanları dikkate alınarak kütle hareketleri oluşma riski açısından incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda çalışma alanı Eyüboğlu (1999)'na göre duraylı, düşük riskli, orta riskli, çok riskli ve aktif özellikler gösteren beş farklı bölgeye ayrılmıştır.

Materyal ve Metod

1. Jeoloji

Zonguldak-Armutçuk arasındaki yaklaşık 155 km²'lik inceleme alanı içinde 13 adet litolojik birim yer almaktadır (Şekil 1).



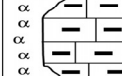
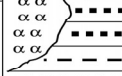
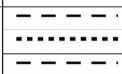
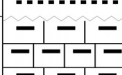
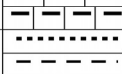
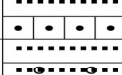
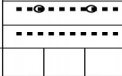
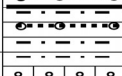
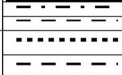

Bunlar yaşlıdan gence doğru, Yılanlı (Viziyen), Alacaağzı (Namuriyen), Kozlu (Westfaliyen A), Karadon (Westfaliyen B, C,D), Zonguldak (Malm-Barremiyen), Velibey (Apsiyen), Sapça (Albiyen), Tasmaca (Senomaniyen), Cemaller (Senomaniyen), Gökçetepe (Turoniyen), Başköy (Turoniyen), Dinlence (Turoniyen-Kampaniyen) Formasyonları ile Kuvaterner yaşlı Alüvyon ve Plaj kumudur (Yergök ve ark. 1987). İnceleme alanı çok engebeli bir morfolojiye ve derin vadilerle birbirinden ayrılmış kuzeydoğu-güneybatı gidişli yüksek tepelere sahiptir.

Çalışma alanında ayırt edilen litolojik birimler hidrojeolojik özelliklerine göre değerlendirildiğinde Alüvyon, Plaj kumu, Yılanlı ve Zonguldak Formasyonları geçirimli birimler; Alacaağzı, Kozlu, Karadon, Velibey, Sapça, Tasmaca ve Cemaller Formasyonları geçirimsiz birimler olarak sınıflandırılmıştır. Dinlence Formasyonu yarı geçirimli, Gökçetepe ve Başköy Formasyonları ise az geçirimli birim olarak değerlendirilmiştir. Bunlardan alüvyonlar gözenekli akiferi, çakıltası ve kireçtaşlarından oluşan birimler ise karstik akiferi oluşturmaktadır (Keskin ve ark. 2001). İnceleme alanında rezerv suyun az olduğu veya hiç olmadığı Mayıs-Eylül döneminde kısa süreli sağanak yağışların kütle hareketi oluşumu üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Zonguldak-Armutçuk arasında kalan bölgenin morfolojisi jeolojik yapı ve litolojinin eşliğinde şekillenmiştir. Engebeli arazi, yüksek tepeler ve tepeler arasında yanal ve taban aşındırması gösteren vadiler inceleme alanının morfolojisinin temel unsurlarıdır.

İnceleme alanının eğim gruplarına göre arazi tanımlama sınıflaması Çepel (1995)'e göre yapılmış (Eyüboğlu 1999) ve farklı eğim gruplarındaki bölgelerin inceleme alanı içinde kapladıkları alan ve yüzdeleri Tablo 1'de verilmiştir. Tüm eğim gruplarının genel dağılımına bakıldığında

oldukça sarp alanların %35.48'lik dağılım değeriyle inceleme alanı içinde en çok alan kaplayan eğim grubu olduğu görülmektedir. Oldukça sarp alanları sırasıyla çok eğimli ve sarp alanlar izlemektedir. Eğim değerlerinin yüksek olması inceleme alanı içinde ayrışma ve taşınmanın hızını arttıran ve sürecini azaltan önemli bir unsur olmaktadır. Kütle hareketlerinin çoğunlukla 21°-45° arasında eğimlere sahip olan çokeğimli, oldukça sarp ve sarp alanlarda

olduğu görülmüştür. 11°-20° arasında eğimlere sahip orta eğimli alanlar ise daha yüksek eğimli alanlarda oluşan kütle hareketlerinin topuk kısmını oluşturmakla beraber aynı zamanda kütle hareketlerinin olduğu alanlar olarak da görülmektedir. İnceleme alanındaki yamaçların çok eğimli, oldukça sarp ve sarp morfolojiye sahip olmaları kütle hareketlerinin oluşumuna uygun koşullar sağlamaktadır.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON SİMGE	KALINLIK	LİTOLOJİ	
SEN.	KUV.	HOL.		Kal Kp		 Alüvyon/Plaj Kumulu UYUMSUZLUK	
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST	Turoniyen Kampaniyen	Dinlence Formasyonu (Krl)	~1000-2000 m	 Aglomera, tuf	
			Turoniyen	Başköy Formasyonu (Krb)	60--300 m	 Marl, kilitaşı, kumtaşı, tuf	
				Gökçetepe Formasyonu (Krg)	~200 m	 Kumtaşı, kilitaşı, tuf	
			Senomaniyen	Cemaller Formasyonu (Krc)	~250 m	 Kumtaşı, silttaşı, kilitaşı UYUMSUZLUK	
				Tasmaca Formasyonu (Krt)	~400 m	 Marl, kumtaşı, kilitaşı	
			ALT	Albiyen	Sapca Formasyonu (Krs)	~400 m	 Glokonilli kumtaşı, kilitaşı
		Apsiyer		Velibey Formasyonu (Krv)	~200-250 m	 Kuvarsit, çakıl serpintili kumtaşı	
		JURA	ÜST	Barremiyen	Zonguldak Fm. (JKrz) Öküşne Kireçtaşı üyesi (JKrzö)	~250 m	 Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı
				Malm			
		PALEOZOYİK	KARBONİFER	ÜST	Westfalyen	Karadon Formasyonu (Kka)	~300-450 m
Kozlu Formasyonu (Kk)	~300-800 m					 Çakiltası, kumtaşı, kilitaşı, silttaşı, kömür	
ALT	Namuriyen			Alacaagzı Formasyonu (Ka)	~250-1000 m	 Kumtaşı, kilitaşı, silttaşı	
				Viziyen	Yılanlı Formasyonu (Dky)	~300 m	 Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı

Şekil 1. İnceleme alanı sütun kesiti (Yergök ve ark. 1987).

Tablo 1. Eğim gruplarının Çepel (1995)'e göre arazi tanımları (Eyüboğlu 1999) ve inceleme alanı içindeki dağılımları.

Eğim grupları (°)	Arazi tanımı	İnceleme alanında kapladığı alan (km ²)	İnceleme alanındaki değeri (%)
0-5	Düz-çok az eğimli	2	1.3
6-10	Az eğimli	0.5	0.32
11-20	Orta eğimli	20	12.90
21-25	Çok eğimli	43	27.74
26-35	Oldukça sarp	55	35.48
36-45	Sarp	31	20
>45	Çok sarp	3.5	2.26

2. Kütle Hareketleri

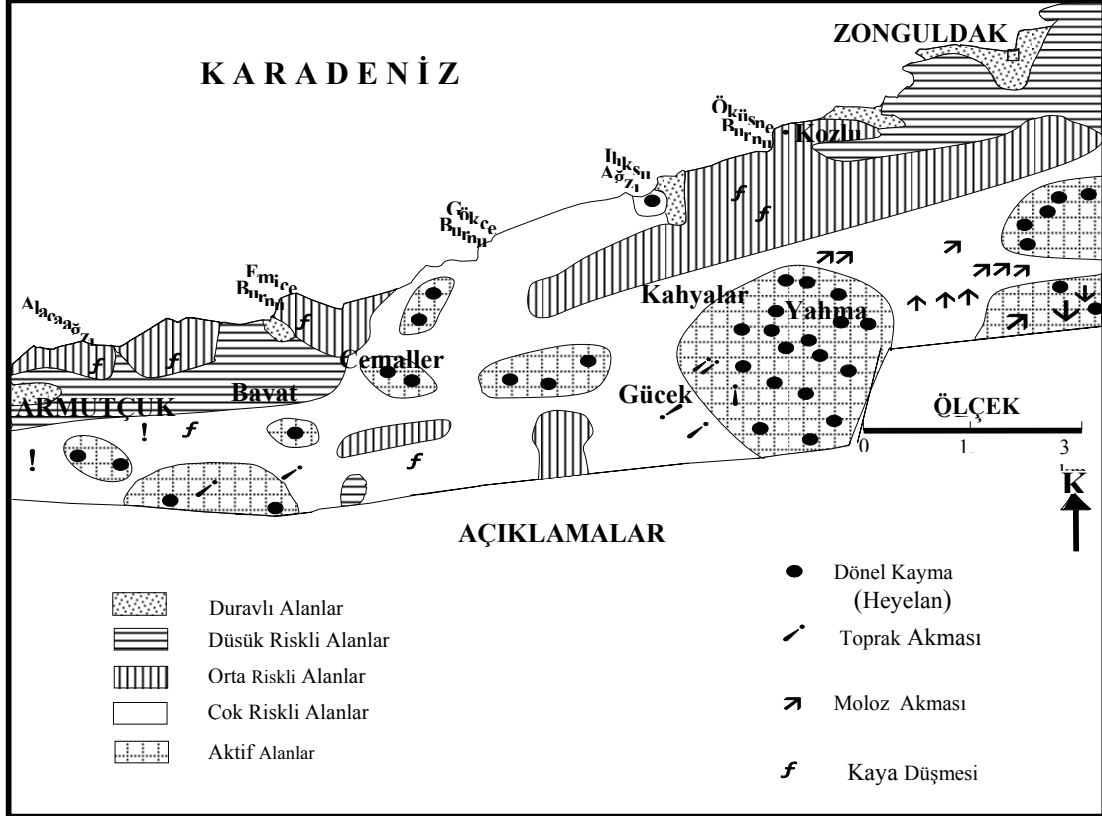
Kütle hareketleri, dış olaylar zinciri içinde kısa zamanda gelişebilen ve yeryüzünü şekillendirmede etkili olan doğa olaylarıdır. “Kütle hareketleri, yerçekiminin etkisi altında yamaçlardan aşağıya doğru oluşan ve gelişen kütleli ve yer değiştirmeleridir. Yerkabuğunun şekillenmesinin önemli bir ögesini oluşturdukları için nedenleri çoğunlukla doğal, çok daha az oranda da yapaydır” (Eyüboğlu 1999). Kütle hareketleri ifadesi, oluş mekanizmaları birbirinden farklı olan kayma, akma, düşme, devrilme, yanıl yayılma, çökme gibi hareketlerin tümünü içermektedir. Bu hareketler; meydana geldiği yere, hareket eden malzemenin türüne, hızına, şekline, hareket yüzeyinin olup olmamasına ve hareket yüzeyinin

şekline göre isim almaktadırlar (Erguvanlı 1994). Kütle hareketlerinin en önemli yönü, onarılması zor hasarlara, büyük parasal zararlara ve en önemlisi can kaybına neden olmasıdır.

Bu çalışmada inceleme alanındaki yamaçlarda ve yol şevlerinde kaya ve zemin ortam içinde gelişen kütle hareketlerinin oluştuğu malzeme türünü ve hareket şeklini öne çıkaran sınıflandırma (Varnes 1978) (Tablo 2) kullanılmış ve kütle hareketlerinin harita üzerinde gösterimi Malgot and Mahr (1979)'a göre yapılmıştır. İnceleme alanı içinde kaya yamaç ve şevlerde devrilme, düşme ve düzlemsel kayma; ayrık taneli malzeme içinde ise moloz akması, toprak akması ve dönel kayma (heyelan) türünde kütle hareketleri gelişmektedir (Şekil 2). İnceleme alanı içinde kütle hareketlerinin oluşumuna neden olan veya oluşum sürecini kısaltan doğal etkenler jeomorfoloji (yamaç eğimleri, akarsu oymaları), jeoloji (litoloji, ayrışma, yapısal özellikler), iklim (yağışlar, sıcaklık değişimi), yüzey ve yer altı suları, bitki örtüsü ve deprenselliktir. Yapay etkenler ise arazi kullanımı, kazılar ile sarsıntı ve titreşimlerdir. Bir doğa olayı olan kütle hareketleri yine bir başka doğa olayı olan depremlerin yarattığı doğal titreşimler nedeniyle de gerçekleşebilmektedir. Zonguldak-Armutçuk arasında kalan inceleme alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre II. Derece deprem bölgesinde yer almakta ve Türkiye'nin depremselliği üzerinde büyük etkisi olan doğrudan atımlı Kuzey Anadolu Fayının yaklaşık olarak 30 km kuzeyinde bulunmaktadır (DAD 2009). İnceleme alanı içinde bilinen bir deprem episantrına rastlanmamakla birlikte yakın çevresinde magnitüdü 5'den büyük olan depremlerin inceleme alanı üzerinde etkili olduğu görülmüştür (TDV 1997).

Tablo 2. Kütle hareketlerinin Varnes (1978)'e göre sınıflandırması.

Malzeme türü Hareket türü		Ana kaya	Zemin	
			Çoğunlukla kaba taneli	Çoğunlukla ince taneli
Düşme		Kaya düşmesi	Moloz düşmesi	Toprak düşmesi
Devrilme		Kaya devrilmesi	Moloz devrilmesi	Toprak devrilmesi
Kayma	Dönel	Kaya kayması (heyelanı)	Moloz kayması (heyelanı)	Toprak kayması (heyelanı)
	Düzlemsel	Kaya kayması	Moloz kayması	Toprak kayması
Akma		Kaya akması	Moloz akması	Toprak akması
Yanal yayılma		Kaya yayılması	Moloz yayılması	Toprak yayılması
Karmaşık		Bir veya daha fazla ana hareket türünün bir arada olması		

**Şekil 2.** İnceleme alanı kütle hareketleri ve risk haritası.

Bulgular

1. İnceleme Alanındaki Kütle Hareketleri

Kaya Düşmeleri

İnceleme alanı içinde çok eğimli, oldukça sarp, sarp ve çok sarp eğim gruplarına sahip alanlarda kaya birim içinde en çok görülen kütle hareketi türüdür. Şiddetli yağışlar, akarsu topuk oyması, dalga aşındırması ile çatlak ve kırıklarda bulunan suyun donma-erime olayları sonucu ana kayadaki süreksizliklerden kopan blok ve çakıl büyüklüğündeki parçaların yerçekimi etkisiyle çok eğimli ve sarp yamaçlardan aşağıya doğru düşmesi şeklinde gözlenmişlerdir. İnceleme alanı içinde yapılan kazı ve patlatma çalışmalarının da kaya ortamın duraylılığının bozulması üzerinde katkısı oldukça fazladır. Zonguldak-Ereğli karayolunda ve bu yolu diğer köy ve mahallelere bağlayan çoğunluğu stabilize olan yollarda açılmış yarmalar nedeniyle özellikle şiddetli yağışlardan sonra kaya düşmeleri görülmektedir. Alacağzı Tepe güneyinde Velibey kumtaşları, Gölbaşı Tepe kuzeyi ve doğusunda Zonguldak kireçtaşları ve Velibey kumtaşları, Damatlı Tepe güneybatısı ve Yanık Tepe kuzeyinde Başköy kumtaşı ve marnları, Sirat Tepe kuzeyi ve Kös Tepe güneyinde Zonguldak ve Yılanlı kireçtaşları içinde belirlenen kaya düşmelerine ek olarak, Zonguldak-Ereğli karayolu, köyleri ve diğer küçük yerleşim yerlerini birbirine bağlayan tali yollar ile orman yolları boyunca yamaç ve şevlerde çatlaklı kaya ortamlar düşme hareketinin gelişmesine potansiyel ortamlar olarak tespit edilmiştir.

Kaya Devrilmeleri

Yapılan arazi gözlemleri sonucunda inceleme alanı içinde özellikle oldukça

sarp, sarp ve çok sarp yamaçlarda dik veya dike yakın eğimli çatlaklar boyunca kaya devrilmelerinin geliştiği veya gelişmeye uygun koşullar sağlandığı görülmüştür. Batıdan doğuya doğru Eren Tepe, Gölbaşı Tepe, Yanık Tepe, Kös Tepe ve Sirat Tepe dolaylarında kaya devrilmeleri görülmekle birlikte inceleme alanının kuzeyinde Karadeniz'e paralel olarak yer alan Zonguldak kireçtaşları içinde kaya devrilmesinin gerçekleşebileceği alanlar mevcuttur. Kaya devrilmelerinin inceleme alanı içinde bazı yerlerde düşme hareketiyle devam ettiği de görülmüştür.

Kaya Kaymaları

İnceleme alanı içinde çok ender olarak görülen kaya kaymalarını, kaya ortamda gelişen diğer devrilme ve düşme türü kütle hareketlerinden ayıran en önemli özellik kayma hareketinin bir kayma düzlemi boyunca gerçekleşmesidir. "Yamaç dışına doğru eğimli çatlaklara sahip tabakalar kazı, patlatma ya da aşınma gibi sebeplerle alt dayanaklarının ortadan kalkmasıyla asılı kalmaktadır. Asılı kalan kütlelerin ağırlığı içsel sürtünmeyi yendiği andan itibaren yerçekimi etkisiyle ve bir düzlem boyunca kaya kaymaları gerçekleşmektedir" (Erguvanlı 1994). Görülen birkaç kaya kayması yol şevleri boyunca kazı ve patlatma çalışmaları sonucunda gelişmiş düzlemsel kaymalardır. İnceleme alanı içinde en iyi gözlenen kaya kayması, Terziköy ve Dorilli Tepe arasında yer alan yol şevinde gelişmiş düzlemsel kaymadır.

Toprak Akmaları

Toprak akmaları, inceleme alanı içinde Armutçuk, Neyren ve Damatlı Tepe arasında, Karacangaç, Kavuş ve Ardıç Tepe kuzeyinde, Saka ve Demirciler Mahalleleri dolaylarında yoğun olarak gözlenmiştir.

Ayrık taneli malzeme içinde gelişen toprak akmalarını inceleme alanı içinde görülen diğer kütle hareketlerinden ayıran en önemli özellik düşük eğimli yamaçlarda da gelişebilmeleridir. Yapılan incelemelerde toprak akmalarının ormanlık alanlar dışında yerleşim, mera ve tarım alanlarında, yağış miktarının artmasıyla doğal su içeriği %35'in üzerine çıkarak likit limit değerlerini aşan ince taneli malzemenin yüzeysel olarak akışa geçmesiyle meydana geldiği gözlenmiştir. Seyrek bitki örtülü veya çıplak alanlarda gerçekleşen toprak akmaları, yüzeysel erozyona yol açmakta ve tarım alanlarında verim düşüklüğüne sebep olmaktadır. İnceleme alanı içinde toprak akmalarının başta tarım alanları olmak üzere eski kütle hareketleriyle taşınarak oluşmuş alanlarda veya dönel kayma (heyelan) sonrası geliştiği görülmüştür. Neyren, Karacangaç Tepe ve Demirciler dolaylarında dönel kayma sonrası gelişen toprak akmaları bu durumun en iyi gözlemlendiği yerlerdir.

Moloz Akmaları

Moloz akmaları, çoğunlukla ince taneli malzeme olan kil ve silt, daha az oranda kum, çakıl ve blok içeren malzemenin inceleme alanının en tipik iklim özelliği olan şiddetli yağışlar ve günlük sıcaklık farklarının etkisiyle yamaç aşağı yüzeysel hareketiyle oluşmaktadır. Toprak akmalarında olduğu gibi yerleşim, mera ve tarım alanlarında gözlenen moloz akmaları sarp olduğu kadar daha az eğimli yamaçlarda da kolaylıkla oluşabilmektedir. İnceleme alanı içinde toprak akmalarının oluştuğu aynı ortam koşulları ve aynı doğal faktörlerin etkisiyle gelişen moloz akmalarını toprak akmalarından ayıran en önemli özellik, inceden kabaya farklı tane boyutunda malzeme içermesidir. İnceleme alanının doğusunda yoğun olarak gözlenen moloz akması malzemeleri, buralarda

yüzeyleyen ve çoğunlukla kıltaşı, silttaşı, kumtaşı ve kireçtaşı içeren birimlerden kaynaklanmaktadır. Yahma Mahallesi doğusunda, Virancık Köyü ile Kozluköy arasında ve Çağlı Tepe güneyinde yoğun şekilde moloz akmaları gözlenmiştir. Tespit edilen moloz akmalarının eski ve yeni dönel kayma hareketi görülen yerlerde ve seyrek bitki örtülü ya da çıplak alanlarda görülmeleri yüzeysel akma olarak gerçekleşen hareketin kısa süren şiddetli yağışla veya zeminin suya doygun olmasıyla birlikte kolaylıkla oluşabildiğini göstermektedir.

Dönel Kaymalar (Heyelanlar)

“Dönel kaymalar, ayrık taneli malzeme içinde gelişen diğer kütle hareketlerinden farklı olarak bir kayma yüzeyi boyunca gelişen hareket türüdür” (Tarhan 1989). Büyük hasarlara neden olan pek çok dönel kaymanın görüldüğü alanlarda, daha önceki yıllarda da hareket görülmüştür. İnceleme alanının batısından doğusuna doğru her alanda görülebilen dönel kaymaların bitki örtüsünün seyrek olduğu, kalabalık yerleşim alanları ve yüksek eğimli yamaçların hakim olduğu inceleme alanının doğu ve güney doğu kesimlerinde yoğunlaştığı gözlenmiştir. Yağışlar nedeniyle kısmen ya da tamamen suya doygun zeminlerde kazılar ve binaların neden olduğu aşırı yüklenme sonucu yoğun yerleşim yerlerinde dönel kaymalar kolaylıkla oluşabilmektedir. İnceleme alanının batısında Neyren, Olukyanı Tepe, Kızılcaköy, Aselli, Ahmetli Mahallesi, Seyfetler, Tepeviran ve Ilıkusu Mahallesi; inceleme alanının doğusunda ise Uzungüney, Kahyalar, Aşağıçayır, Kızılcakilise, Kargalar, Yahma, Üçköy, Olukyanı, Çayırçık Mahallesi ve Çağlı Tepe dolaylarında çok sayıda dönel kayma tespit edilmiştir. Dönel kaymaların çoğunda ayna, çökme ve kabarma bölgeleri, gerilme

çatlakları ve bazılarında da heyelan gölleri net olarak görülebilmektedir. Yörede büyük maddi zararlara ve yaralanmalara yol açan dönel kaymaların aynı zamanda can kaybı riski büyük olan bir hareket türü olduğu sonucuna varılmıştır.

2. Kütle Hareketleri Oluşma Riski

İnceleme alanını kütle hareketlerinin oluşum riski açısından değerlendirebilmek amacıyla ayrıntılı arazi çalışmaları yapılmış ve yöreye ait 1/35.000 ölçekli hava fotoğrafları incelenmiştir. Çalışmalar sonucu, yörede kaya ve zemin ortamların denge durumunu olumsuz olarak etkileyen faktörlerden en etkili olanları yamaç eğimleri, ayrışma, su durumu, mekanik parametreler, yağışlar, süreksizlikler, arazi kullanımı ve kazılar olarak belirlenmiştir. İnceleme alanı içinde kaya ve zemin ortamlarda denge bozulmalarının nedeni olarak belirlenen faktörlerin çoğunlukla birkaçının birlikte olarak kütle hareketlerine sebep oldukları gözlenmiştir. Aynı zamanda her bir faktörün bir diğeri üzerinde etkili olduğu da tespit edilmiştir. Örneğin yüksek eğim derecesine sahip bir yamaç denge halindeyken yağışların etkisiyle yamaçta kütle hareketleri oluşabilmektedir. Kütle hareketi oluşumuna neden olan faktörler dikkate alınarak inceleme alanının kütle hareketi risk haritası hazırlanmıştır (Şekil 2). “Duraylı, düşük riskli, orta riskli, çok riskli ve aktif alanlar” olarak adlandırılan (Eyüboğlu 1999) risk bölgelerinin inceleme alanı içindeki dağılımlarına göre (Tablo 3) orta riskli alanlar (%33.55) inceleme alanı içinde en fazla yayılıma sahiptirler. Orta riskli alanları oldukça yakın bir değerle çok riskli alanlar (%30.38) takip etmektedir. Duraylı alanlar (%4.45) ile aktif alanlar (%11.49) ise inceleme alanı içinde oldukça az yayılım gösterirler. Buna göre inceleme alanı kütle hareketi oluşumu açısından çoğunlukla düşük-orta ve çok riskli özellik sunmaktadır.

Tablo 3 Kütle hareketi risk bölgelerinin inceleme alanı içindeki dağılımları.

Bölgeler	Alan (km ²)	Alansal dağılım (%)
Duraylı alanlar	6.9	4.45
Düşük riskli alanlar	31.2	20.13
Orta riskli alanlar	52	33.55
Çok riskli alanlar	47.1	30.38
Aktif alanlar	17.8	11.49

Duraylı Alanlar

Duraylı alanlar, topoğrafik eğimlerin düz-çok az (0-5°) ve az (6-10°) olduğu ve aktif kütle hareketlerinin görülmediği alanlarda yer alırlar. İnceleme alanı içinde Çavuşağzı, Ilıksuağzı, Değirmenağzı, Kozlu, Çakmak, Eren, Çakmakkaya ve Tuzla Tepe ile Zonguldak şehir merkezinde görülen duraylı alanlar, diğer tüm alanlardan en az yayılıma sahiptirler. 6.9 km² yayılım alanıyla inceleme alanı içinde %4.45'lik dağılım sunmaktadır. Düşük eğim derecelerine sahip olmasından dolayı duraylı alanlar içinde şiddetli yağışlar sonucu oluşan yüzeysel erozyon dikkate alınmayacak kadar az oranda gerçekleşmektedir. Çakmak, Eren, Çakmakkaya ve Tuzla Tepe civarında, yerleşimin olmadığı, tamamen orman örtüsüyle kaplı, ayrışmanın az ve orta derecede olmasından dolayı (Keskin ve Ertunç 2001) yer yer orta eğimli (11-20°) alanlarda da duraylı bölgeler görülmektedir.

Düşük Riskli Alanlar

Düşük riskli alanlar, duraylı alanlarda olduğu gibi kütle hareketlerinin görülmediği alanlardır. Duraylı alanlara oranla daha fazla eğimli bölgelerde yer alırlar. Orta eğimli (11-20°) ve çok eğimli (21-25°) morfolojiye sahip düşük riskli alanlar az ve orta yer yer de çok ayrışma derecelerine sahip birimler (Keskin and Ertunç 2001) üzerinde görülmektedirler. Tamamen bitki örtüsüyle kaplı ve ayrışmanın çok etkili olmadığı oldukça sarp (26-35°) eğimli yerler de düşük riskli alanlar kapsamına girmektedir. İnceleme alanı içinde Doruk, Yanık, Erenler, Çorakaltı, Karaağaç, Örenler ve Sarıyar Tepe civarında görülen düşük riskli alanlar en geniş yayılımı Armutçuk-Çavuşağzı ve Zonguldak-Kozlu arasında yer alan bölgede sunmaktadırlar. Kütle hareketlerinin görülmediği düşük riskli alanlarda yüzeysel erozyon, duraylı alanlara oranla biraz daha fazla görülmekle birlikte kütle hareketi oluşuma sebep olacak boyutta gelişmemektedir. İnceleme alanı içinde %20.13'lük bir dağılım sunan düşük riskli alanlar yaklaşık olarak 31.2 km² yer kaplamaktadırlar.

Orta Riskli Alanlar

Bu grup içinde değerlendirilen alanlar çok eğimli, oldukça sarp ve sarp morfolojiye sahiptirler. 26-45° arası ve yer yer 45°'den büyük eğimli alanlarda yaygın olarak izlenirler. 21-25° eğimlere sahip olmakla birlikte bitki örtüsünün seyrek veya çıplak olduğu, yerleşim ve tarımsal faaliyetlerin yapıldığı, ayrışmanın görüldüğü alanlar da orta riskli bölgeler içinde yer almaktadır. Çoğunlukla kütle hareketlerinin hiç görülmediği veya oldukça küçük boyutlarda geliştiği alanlardır. Özellikle kaya ortamlarda gelişen düşme,

devrilme ve belirgin yüzeysel erozyon orta riskli alanlar içinde görülmektedir. Özellikle tarım alanlarında eğim derecelerinin yüksek olması nedeniyle erozyon etkisi yer yer yoğun olmaktadır. Büyük bölümünün Kretase yaşlı birimler içinde yer almasından dolayı ayrışma etkisinin yoğun görüldüğü (Keskin ve Ertunç 2001) orta riskli alanlar, denge konumunun bozulması ve bunun sonucunda kütle hareketlerinin gelişimine oldukça uygun alanlardır. Bu alanlarda devam eden ayrışma, yüksek eğimler ve yağışlar gibi doğal etkenler kütle hareketi oluşum sürecini kısaltmaktadır. Yerleşim ve tarım alanlarının yoğun olarak yer aldığı orta riskli alanlarda insan eliyle yapılan denetimsiz faaliyetler sonucu denge bozulmaları olası hale gelmektedir. İnceleme alanı içinde 52 km² ile en fazla yayılıma sahip olan orta riskli alanlar %33.55'lik bir dağılım sunmaktadırlar.

Çok Riskli Alanlar

Çok riskli olarak isimlendirilen alanlar inceleme alanının güneyinde yer almakta ve batıdan doğuya doğru uzanım göstermektedir. Kretase yaşlı, çok ve yer yer tamamen ayrışmış birimleri (Keskin ve Ertunç 2001) içeren çok riskli alanlarda topoğrafik eğimler de çok yüksektir. 36-45° ve 45°'den büyük eğimli sarp ve çok sarp alanlarda yaygın olarak görülürler. Çoğunlukla bitki örtüsünün olmadığı ya da çok seyrek olduğu ve çoğunlukla yerleşim ve tarım alanlarının yoğunluk kazandığı alanlar olarak gözlenmektedirler. Kaya ortamlarda düşme ve devrilme, zemin ortamlarda ise çoğunlukla akma ve küçük boyutlu kaymalar çok riskli alanlar içinde oldukça yaygın olarak görülmektedir. Ayrıca söz konusu alanlar aktif bölgelerin çevresini kuşatmış durumdadır. Çok riskli alanların aktif alanlar haline dönüşme

potansiyelleri oldukça yüksektir. Yağışlarla birlikte, yamaçlarda olduğu kadar çok yüksek eğimlere sahip olmayan alanlarda da moloz ve toprak akmaları kolaylıkla gerçekleşebilmektedir. Yüksek eğimler ve ayrışmanın fazla oluşu gibi doğal faktörler ile insan etkinlikleri sonucu denetimsiz faaliyet, arazi kullanımları ve ormanlık alanların tahrip edilmesi denge halindeki alanların çok riskli grubuna geçiş süreçlerini hızlandırmaktadır. İnceleme alanı içindeki dağılımı %30.38 ve kapladığı alan 47.1 km² olan çok riskli alanlar hemen hemen orta riskli alanlar kadar yayılım sunmaktadırlar.

Aktif Alanlar

Büyük boyutlu ve aktif kütle hareketlerinin çok yaygın olarak görüldüğü alanlardır. Çoğunlukla oldukça sarp ve sarp alanlarla birlikte bitki örtüsünün çıplak olduğu çok eğimli alanları da kapsamaktadır. Özellikle ayrışmanın çok etkin olduğu (Keskin ve Ertunç 2001) aktif alanlarda can ve mal kaybına neden olan kütle hareketleri oldukça sık görülmüştür. Aktif alanların özellikle yerleşim ve tarım bölgelerinde yer alması, insan yaşantısı ve yanlış arazi kullanımının bu alanlarda kütle hareketi oluşumu üzerinde oldukça etkili olduğunu göstermektedir. Aktif alanlar içinde büyük boyutlu akma ve dönel kayma (heyelan) çok yaygındır. İnceleme alanı içinde Neyren, Karacangaç Tepe, Kızılcaköy, Aselli, Ahmetli, Seyfetler, Belen Tepe, Uzungüney, Kargalar, Kahyalar, Aşağıçayır, Kızılcakilise, Yahma, Üçköy, Çayırıcık, Olukyanı ve Çağlı Tepe civarında çoğunlukla kayma hareketlerinin görüldüğü aktif alanlar yer almaktadır. %11.49 ile inceleme alanında oldukça düşük dağılım gösteren aktif alanlar 17.8 km² lik bir alanda yayılım sunmaktadır.

Sonuçlar

155 km² lik yüzölçümüne sahip inceleme alanında yer alan litolojik birimler yaşlıdan gence doğru; Yılanlı, Alacaagzı, Kozlu, Karadon, Zonguldak, Velibey, Sapça, Tasmaca, Cemaller, Gökçetepe, Başköy, Dinlence Formasyonları ile Kuvaterner yaşlı Alüvyon ve Plaj kumudur.

İnceleme alanında gelişen kütle hareketleri çoğunlukla akma ve kayma türünde olup, yer yer düşme ve devrilme türünde denge bozukluklarına da rastlanılmıştır.

İnceleme alanının morfolojik yapısı gelişen ve gelişebilecek olan kütle hareketlerine uygun ortamlar sağlamıştır. Çalışma alanının %83.22'sini oluşturan çok eğimli, oldukça sarp ve sarp yamaçlar kütle hareketlerinin oluşma riskini arttırmaktadır. %1.62 oranında çok az dağılım gösteren düz-az eğimli alanlarda kütle hareketi görülmemiştir. Bu durum çalışma alanında gelişen kütle hareketleri üzerinde yamaç eğiminin etkisini açıkça göstermektedir.

Kretase yaşlı Velibey, Sapça, Tasmaca, Cemaller, Gökçetepe, Başköy, Dinlence ve Zonguldak formasyonları ile Üst Jura yaşlı Öküşne kireçtaşı üyesini oluşturan kayaçların yüzeylendiği alanlarda denge bozulmalarının yoğunlaştığı görülmüştür. Ayrışma olaylarının Kretase yaşlı birimlerde daha etkili olduğu ve bu alanların kütle hareketi oluşumuna daha uygun yerler haline geldiği tespit edilmiştir.

İnceleme alanı ikinci derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Ancak Bartın ve Düzce gibi yakın çevresinde görülen yüksek şiddetli depremlerin yarattığı doğal sarsıntılar özellikle karayolu şevlerinde ve yüksek eğimli yamaçlarda denge bozulmalarına sebep olabilmektedir. İnceleme alanı içinde oluşan ve oluşabilecek kütle hareketleri üzerinde

etkili olan yapay etkenler arazi kullanımı, kazılar, yapay sarsıntı ve titreşimler olarak belirlenmiştir.

İnceleme alanı kütle hareketleri oluşma riski açısından farklı özellik gösteren ve duraylı, düşük riskli, orta riskli, çok riskli ve aktif alanlar olarak isimlendirilen beş alana ayrılmıştır. İnceleme alanı içindeki dağılımları incelendiğinde orta riskli (%33.55) ve çok riskli (%30.38) alanların en fazla yayılıma sahip oldukları görülmektedir. %20.13'lük dağılımlarıyla düşük riskli alanlar, orta ve çok riskli alanlardan sonra en fazla yayılıma sahip alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Kütle hareketi oluşum riski taşımayan duraylı alanlar (%4.45) ile büyük boyutlu hareketlerin görüldüğü aktif alanlar (%11.49) ise inceleme alanında oldukça düşük yayılım göstermektedirler. Buna göre Zonguldak-Armutçuk arasında yer alan inceleme alanı kütle hareketi oluşumu açısından çoğunlukla düşük-orta ve çok riskli özellik sunmaktadır. Büyük boyutlu ve çoğunlukla etki alanı geniş dönel kaymaların görüldüğü aktif alanların tamamı yoğun yerleşim alanlarında yer almaktadır. Çoğunlukla ormanlık alanlardan yoksun olan aktif alanlar aynı zamanda tarımsal faaliyetlerin ve denetimsiz insan etkinliklerinin görüldüğü alanlar olarak da karşımıza çıkmaktadır. Bu durum insan eliyle oluşan yapay etkenlerin kütle hareketi oluşum sürecini kısaltarak orta veya çok riskli alanların aktif alan haline gelmesi üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır.

Kaynaklar

Çepel N, 1995. Orman Ekolojisi 4. Baskı, İ.Ü Basımevi, İstanbul.

DAD, 2009. Deprem Bölgeleri Haritası. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, <http://www.deprem.gov.tr/linkhart.Htm> (Erişim Tarihi: 04.08.2009).

Erguvanlı K, 1994. Mühendislik Jeolojisi. Seç Yayınları, 4. Basım, İstanbul, 590 s.

Eyüboğlu R, 1999. Harşit Vadisi Doğan kent (Giresun)-Yurtköy (Gümüşhane) Arasının Yamaç Duraylılığı Açısından İncelenmesi. Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 190 s.

Keskin H and Ertunç A, 2001. Effects of Lithology and Alteration on Development of Mass Movements Between Zonguldak-Armutçuk (NW Turkey) Area. 4th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology. Proceeding. SDÜ, 21-25 Mayıs, Isparta, p.457-462.

Keskin H, Pelin S ve Yeşilnacar Mİ, 2001. Zonguldak-Armutçuk Arasındaki Bölgenin Hidrolojik ve Hidrojeolojik Özellikleri. 1.Çevre ve Jeoloji Sempozyumu, DEÜ, 21-23 Mart, İzmir, 205-212.

Malgot J and Mahr T, 1979. Engineering Geological Mapping of the West Carpathian Landslide Areas. *Bulletin of Engineering Geology*, 19, 116-120.

Tarhan F, 1989. Mühendislik Jeolojisi Prensipleri. KTÜ Basımevi, Trabzon 384 s.

TDV, 1997. Deprem. Türkiye Deprem Vakfı, İ.T.Ü, 23 s.

Varnes DJ, 1978. Slope Movement Types and Processes. Landslide Special Report, 176, *National Academy of Sciences*, 11-33.

Yergök AF, Akman Ü, Keskin İ, İpekçi E, Mengi H, Karabalık NN, Umut M, Armağan F, Erdoğan K, Kaymakçı H ve Çetinkaya A, 1987. Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi I. M.T.A. Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Dairesi, 8273, 237 s.

