



CAMİLİ (MACAHEL) BİYOSFER REZERV ALANININ (ARTVİN, KD TÜRKİYE) HEYELAN DUYARLILIK ANALİZİ

*Emre ÖZŞAHİN**

*Çağlar Kwanç KAYMAZ***

ÖZET

Dünya'da ve Türkiye'de en sık olarak görülen doğal afetlerden birisi de heyelanlardır. Türkiye'nin son 50 yıllık afet profili incelendiğinde heyelanların % 45'lik oranla en sık gerçekleşen doğal afet olduğunu görülmektedir.

Bu çalışmada fauna ve flora özellikleriyle eşine az rastlanan yerlerden birisi olan ve Türkiye'nin ilk Biyosfer Rezerv Alanı olarak ilan edilen Camili (Macahel)'nin heyelan analizi yapılmıştır. Çünkü uluslararası öneme sahip bu alandaki en büyük doğal afet risklerinden birisi olan heyelanlar hem yerleşme, hem de planlama açısından önemli bir tehdit unsurudur. Bu anlamda biyosfer rezerv alanında heyelana neden olan faktörler, etki dereceleri, potansiyel heyelan alanlarının oranları ve coğrafi dağılımlarının nasıl olduğu araştırılmıştır.

Çalışmada farklı kaynaklardan elde edilen değişik ölçeklerdeki faktör haritalarından yararlanılmıştır. Bu haritalardan elde edilen 17 parametre faktörü ayrı ayrı değerlendirilmiş ve koşullara bağlı ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile birleştirilerek, heyelan risk alanları tespit edilmiştir. 1/25.000 ölçekli topografya haritaları temelli olarak sürdürülen çalışmada, farklı parametrelere ait değişik ölçeklerde haritalardan ve Landsat uydu görüntüsünden de faydalanılmıştır. Çalışmanın haritalama ve analiz aşaması Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) temelli olarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda ArcGIS/ArcMap 10 CBS ve ERDAS 2012 UA yazılımları kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda inceleme alanında % 56 oranla (14284 ha) en fazla orta duyarlılıkta alanların yayılış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu yayılışı % 30 oranla yüksek (6972 ha - % 28) ve çok yüksek (611 ha - % 2) duyarlı sahalara, % 14 oranla ise düşük (3288 ha - % 13) ve çok düşük (67 ha - % 1) duyarlılıktaki sahalara takip etmektedir. Potansiyel heyelan alanlarının inceleme alanında daha çok eğim ve yağış değerlerinin yüksek, dağ ve yamaç morfolojisinin hakim olduğu, bitki örtüsünün tahrip edildiği veya zayıf olduğu kuzeye bakan yamaçlarda yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Heyelan riskinin yüksek olduğu alanlar yerleşim ve buna benzer diğer faaliyetler için kullanılırken risk faktörü göz önüne alınmalıdır. Acil olarak bu sahada afet yönetim planlaması yapılmalı ve uygulanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Heyelan Duyarlılık Analizleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Camili (Macahel) biyosfer rezerv alanı, Artvin, Türkiye.

* Uzman, Mustafa Kemal Üniversitesi, Tayfur Sökmen Kampüsü, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü,
E-mail: uzmanemreozsahin@gmail.com

**Arş. Gör., Mustafa Kemal Üniversitesi, Tayfur Sökmen Kampüsü, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü,
E-mail: ckkaymaz@gmail.com

**LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY ANALYSIS OF CAMİLİ
(MACAHEL) BIOSPHERE RESERVE AREA
(ARTVİN, NE TURKEY)**

ABSTRACT

One of the most common natural disasters in Turkey and in the world is landslides. Investigation of Turkey's profile of the last 50 years shows that the landslides are the most commonly occurring natural disasters with a ratio of 45%.

The current study investigated the landslide susceptibility analysis of Camili (Macahel) which is one of the unique places on earth with its specific fauna and flora and which is the first Biosphere Reserve Area of Turkey. The landslides which are among the most common natural disaster risks in the basin with international recognizance present crucial threats both in terms of settlement and planning. In this context, the study examined the factors that cause landslides in the basin area, their impact levels, ratios of potential landslide zones and their geographical distributions.

The study employed factor maps of various scales obtained from different resources. 17 parameter factors obtained with the help of these maps were evaluated separately and in connection with condition dependent overlay method to identify landslide risk zones. The study based on a topography plate with scaled 1/25.000 made use of maps of various scales about different parameters as well as Landsat satellite images. Mapping and analysis phases of the study were based on Geographical Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) technology. In this context, ArcGIS/ArcMap 10 GIS and ERDAS 2012 RS software was utilized.

It was identified at the end of the landslide susceptibility study of the basin that medium level susceptible zones display the highest distribution with 56 % ratio (14284 ha) followed by high (6972 ha - 28 %) and very high (611 ha - 2 %) level susceptible zones with 30 % and low (3288 ha - 13 %) and very low (67 ha - 1 %) level susceptible zones with 14 %. It was determined that potential risk zones are concentrated around slopes overlooking north where relief and precipitation values are high, mountain and slope morphology is dominant and vegetation is destroyed or weakened.

Risk factor should be kept in mind when utilizing the zones with high landslide risk for settlement or any other human related activity. Disaster management planning should be undertaken and implemented immediately.

Key Words: Landslide susceptibility analyses, Geographical Information Systems (GIS), Camili (Macahel) biosphere reserve area, Artvin, Turkey.

Turkish Studies

Giriş

Dünya genelinde en sık şekilde rastlanan doğal afetlerden birisi de heyelanlardır. Son çalışmalara göre dünyada karşılaşılan afet olaylarının % 46'sını taşkınlar, % 26'sını kasırgalar ve % 10'unu ise heyelanlar oluşturmaktadır (CRED, 2010; Akıncı vd., 2010).

Tıpkı dünya genelinde olduğu gibi (Alacantara-Ayala, 2002) Türkiye'de de depremlerden sonra en fazla meydana gelen ve en çok zarar verici potansiyele sahip olan (Duman vd., 2005; Akgün ve Türk, 2010; Akıncı vd., 2010) doğal afetlerden birisi de heyelanlardır (Ceylan, 2001; Reis ve Yomralıoğlu, 2005; Baltacı vd., 2010; Akıncı vd., 2010; Akbulut, 2011). Türkiye'nin son 50 yıllık afet profili incelendiğinde heyelanların % 45'lik oranla en sık gerçekleşen doğal afet olduğu görülmektedir. Zira bu afet için yapılan değerlendirmelerde de Türkiye'nin bu olaylardan belirli bir ölçüde de olsa etkilendiği bildirilmiştir (Gökçe vd., 2008; Akıncı vd., 2010; Dağ ve Bulut, 2012).

Heyelanlar doğrudan veya dolaylı bir şekilde sebep oldukları can ve mal kaybının yanında ekonomik zararlar, çevresel etkiler (Schuster ve Fleming, 1986; Girgin, 1996; Kopar 1998; Keser, 2003; Sevindi vd., 2004; Kumtepe vd., 2009), kültürel ve doğal miras kaybı gibi büyük ölçekli sosyo-ekonomik yıkımlara da neden olurlar (Dai vd., 2002; Ergünay, 2007; Akıncı vd., 2010).

Heyelanlar neden oldukları bu etkiler nedeniyle birçok araştırmaya konu olmuşlardır (Erguvanlı, 1995; Öztürk, 2002; Şahin ve Sipahioğlu, 2005; Özey, 2006; Ünsal, 2006). Özellikle son yıllarda bu konuda yapılan çalışmalar daha çok güncel veriler ışığında mevcut veya potansiyel durumun belirlenmesi ve haritalanması üzerine yoğunlaşmıştır (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001).

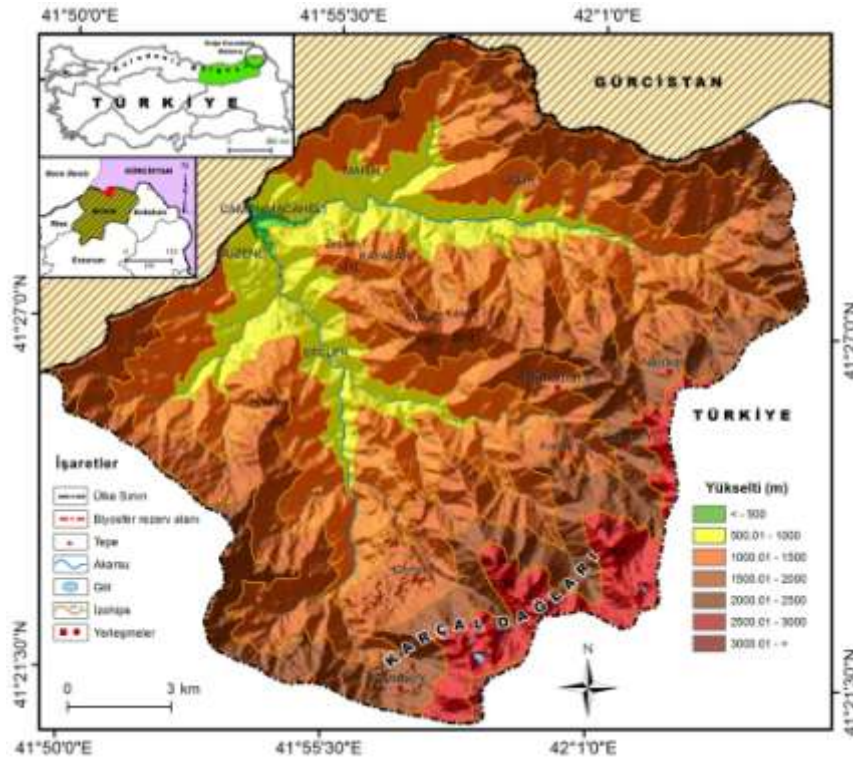
Bu kapsamda en fazla tercih edilen yöntem ise duyarlılık haritalarının üretilmesidir. Bu şekilde oluşturulan haritalarda tehlikeli ve riskli alanlar tespit edilerek heyelanın etkilerini azaltmak ve gelecekte aynı olayın meydana gelebileceği potansiyel araziler hakkında tahminlerde bulunmak amaçlanmaktadır (Varnes, 1984; Yalçın, 2007; Reis vd., 2009; Akıncı vd., 2010).

Bu çalışmada Türkiye Ulusal Afet Arşivi (TUAA) verilerine göre, Türkiye'de 1970-2012 yılları arasında meydana gelen heyelan olaylarında ikinci sırada bulunan Artvin ili sınırları içerisinde kalan Camili (Macahel) biyosfer rezerv alanının heyelan duyarlılık haritasının üretilmesi amaçlanmıştır. Zira bu alandaki en büyük doğal afet risklerinden birisi olan heyelanlar, hem yerleşme, hem de planlama açısından önemli bir tehdit unsurudur (Koday ve Kaymaz, 2012). Çalışmada ilgili sorunun çözümlenmesine veya planlanmasına ışık tutabilecek veriler üretilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca aşağıdaki araştırma sorularına da yanıtlar aranmıştır.

- 1) Bu alanda heyelana neden olan faktörler nelerdir?
- 2) Bu faktörlerden hangisi daha baskın bir karakter gösterir?
- 3) İnceleme alanındaki potansiyel heyelan sahaları coğrafi açıdan nasıl bir dağılım gösterir?
- 4) Planlaması esasına göre bu konuda yapılması gerekenler nelerdir?

Camili (Macahel) Biyosfer Rezerv Alanının Konumu ve Genel Özellikleri

Camili (Macahel) biyosfer rezerv alanı, Türkiye'nin Gürcistan sınırında (Şekil 1), Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümünde yer almaktadır. İdari olarak Artvin ili Borçka ilçesi sınırları içerisinde bulunur (Şekil 1).



Şekil 1. Camili Biyosfer Rezerv Alanının Lokasyon Haritası

Yüzölçümü 25.222 ha¹ olan biyosfer rezerv alanı genel olarak kuzey ve kuzeybatıdan Gürcistan, güney ve güneydoğudan da Karçal Dağları (Şekil 1) tarafından sınırlandırılmıştır.

Biyosfer rezerv alanında 6 köy ve 696 hane bulunmaktadır. 2011 yılı nüfus istatistiklerine göre bu sahadaki yerleşmelerde 1136 kişi (Camili 171, Düzenli 226, Maral 247, Uğur 225, Kayalar 83, Efeler 184) yaşamaktadır (Koday ve Kaymaz, 2012).

Ekonomik hayatın tarım ve hayvancılık faaliyetlerine dayandığı bu alanında, başta arıcılık ve organik tarım olmak üzere çeşitli özel ve kamu kuruluşlarının (TEMA, TAR-GEL, UNESCO vs.) çalışmaları sayesinde çeşitli türde ekonomik faaliyetlerde gelişme göstermiştir (Kaymaz, 2012).

Camili (Macahel) biyosfer rezerv alanı, olağan üstü zenginlikte flora ve faunası ile dikkati çeken yerlerimizden birisidir. Bu nedenle 2000 yılında biyolojik çeşitlilik ve sürdürülebilir doğal kaynak yöntemi (GEF) projesi kapsamına alınmış, 29 Haziran 2005 tarihinde ise UNESCO (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu) tarafından Türkiye'nin ilk "Biyosfer Rezerv Alanı" olarak ilan edilmiştir. Bunun yanında inceleme alanında iki adet (Camili-Efeler ve Camili-Gorgit) tabiat koruma alanı da bulunmaktadır. Ayrıca Tarım Bakanlığı'nda bu sahayı "Saf Kafkas Arı Genetik Bölgesi" olarak ilan etmiştir (Kaymaz, 2012).

Camili (Macahel) biyosfer rezerv alanı, var olan bu doğal çekiciliklerin yanında bazı doğal afet riskleriyle de karşı karşıyadır. Bu bağlamda inceleme alanı heyelan ve çığ riski açısından tehdit altındadır. Özellikle bazı yerleşmeler heyelanlı yüzeyler olarak tabir edilen (Sever ve Kopar, 2009) düzlükler üzerine kurulmuştur (Kaymaz, 2012; Koday ve Kaymaz, 2013; Foto 1).

¹ Bu yüzölçüm değeri başka çalışmalarda 25.258 ha olarak belirtilmiştir (Ulaş, 2010). Bu farklılık çalışmalarda kullanılan harita ölçeklerinden kaynaklanan bir durumdur.

Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 8/3, Winter 2013

Bu çalışmada Camili (Macahel) biyosfer rezerv alanında önde gelen doğal afetlerden biri olan heyelanlar konusu işlenmiştir.



Foto 1. Camili köyünde evleri tehdit eden heyelandan bir görünüm (Çağlar Kıvanç KAYMAZ arşivinden)

MATERYAL VE METOT

Heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında çok çeşitli yöntem ve teknikler kullanılmaktadır (Ekinci, 2005; 2011). Bunlardan günümüzde en yaygın olanı ise Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) temelli modellemelerdir. Bu modellemeler yardımıyla zeminin hangi faktörlerden ne derecede etkilendiği ve heyelanların nerelerde oluşabileceği ihtimali belirlenebilmektedir (Roth, 1983; Jager ve Wiecezorek, 1994; Kumar ve Sinha, 1998; Yıldırım ve Ekinci, 2003; Ekinci, 2005; 2011).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) destekli bu modellemeler farklı yaklaşım temellerine dayanmaktadır. Bunlardan en fazla tercih edileni ise kantitatif yaklaşımlardır. Bu yaklaşımlar uygulamada çeşitli tekniklerle hayata geçirilmektedir. Bu tekniklerden “Koşullara Bağlı Ağırlıklı Metot”, “Sayısal İhtimal Metodu”, “Objektif Teknikler”, “Bulanık Mantık”, Yapay Sinir Ağları” gibi uygulamalar en sık biçimde kullanılanlarıdır (Temesgen vd., 2001; Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001; Donati vd., 2002; Clerici vd., 2002; Dai vd., 2002; Ayalew ve Yamagishi, 2005; Ekinci, 2005; 2011; Dağ vd., 2011).

Bu çalışmada etki eden faktörlerin teorik sınıflandırılmasına ve derecelendirmesine dayanan (Clerici vd., 2002; Saha vd., 2002; Ekinci, 2005; 2011) kantitatif yaklaşım metotlarından “Koşullara Bağlı Ağırlıklı Metot” kullanılmıştır.

Çalışmada 1/25.000 ölçekli topografya paftalarından temel harita olarak yararlanılmıştır. Bu haritalardan istifade edilerek topografya’ya ait faktör haritaları (jeomorfoloji, eğim, eğim şekli, eğim pozisyonu, bağıl topografik nemlilik, bakı, yükselti) üretilmiştir. Bunun yanında 1/500.000 ölçekli jeoloji (MTA, 2002), 1/100.000 ölçekli toprak haritalarından (Atalay vd., 1985a; 1985b) da diğer faktörlerin elde edilmesinde yararlanılmıştır. İklimle ilgili yağış faktörüne ait veriler Eminağaoğlu (2004) ve Kaymaz (2012)’in çalışmalarından alınmıştır. Arazi örtüsü faktörü ise ERDAS 2011 yazılımıyla Uzaktan Algılama (UA) destekli olarak 11/07/2009 tarihli Landsat uydu görüntüsünün kontrollü sınıflandırılmasıyla tespit edilmiştir.

Turkish Studies

Bütün bu veriler heyelanların haritalanması konusunda çok önemli olarak değerlendirilen (Ayalew vd., 2004) ve çok yoğun bir şekilde kullanılan (Aleotti ve Chowdhury 1999; Magliulo vd., 2008), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntem ve teknikleri ile ArcGIS/ArcMap 10 paket programıyla işlenmiş ve haritalanmıştır. Elde edilen faktör haritalarına heyelan oluşumuyla olan ilgilerine göre inceleme alanının özellikleri de dikkate alınarak etki derecelendirmesi yapılmış, değer sınıfları ve ağırlık değerleri atanmıştır (Tablo 1). Daha sonra bütün parametrelere ait bu değerler göz önünde bulundurularak 10x10 m çözünürlüğünde grid haritalar üretilmiştir. Üretilen bu faktör haritaları çakıştırılarak (Erener vd., 2007; Kumtepe vd., 2011; Erener ve Düzgün, 2012) heyelan duyarlılık haritası elde edilmiştir. Bu harita kullanılarak duyarlılık sınıflarının yoğunlukları ve mekânsal dağılımları coğrafi bir bakış açısıyla açıklanmıştır.

Tablo 1. Etkili faktörler ve CBS Değerleri

Parametre Faktörleri	Faktör Sınıfları	Değer Sınıfı	Ağırlık Değeri
Litoloji	Volkanitler ve Sedimanter Kayaçlar (Üst Kretase)	3	5
	Neritik kireçtaşı (Üst Kretase-Paleosen)	4	
	Kırıntılı kayalar (Üst Paleosen-Eosen)	5	
	Ayrılmamış volkanitler (Eosen)	2	
	Volkanitler ve Sedimanter kayaçlar (Orta-Üst Eosen)	3	
Fay Hatlarına Uzaklık (m)	<-100	5	2
	100-1000	3	
	1000->	1	
Jeomorfoloji	Dağ	3	4
	Plato	2	
	Ova	1	
	Yamaç	5	
Eğim (%)	Çok az eğimli (% 0-3)	1	5
	Az eğimli (% 3-10)	2	
	Orta derecede eğimli (% 10-20)	3	
	Dik eğimli (% 20-30)	4	
	Çok dik eğimli (% 30->)	5	
Eğim Şekli	İç bükey (< - 0.1)	1	4
	Düz (-0.1 - +0.1)	0	
	Dış bükey (> - 0.1)	5	
Eğim Pozisyonu	Vadi tabanı	1	3
	Yamaç	5	
	Su bölümü çizgisi	3	
Bağıl topografik nemlilik	Kuru (< - 0.5)	1	2
	Nemli (-0.5 - -0.8)	3	
	Islak (> - 0.8)	5	
Bakı	Düz	1	2
	K-KD-KB	5	
	G-GD-GB	1	
	D-B	2	
Yükselti (m)	<-1000	1	1
	1000-1500	2	
	1500-2000	3	
	2000-2500	4	
	2500->	5	
Yağış (mm)	<-900	1	3
	900-1400	2	

Turkish Studies

	1400-1900	3	
	1900-2400	4	
	2400->	5	
Akarsu ağlarından uzaklık (m)	<-100	5	2
	100-250	4	
	250-500	3	
	500-1000	2	
	1000->	1	
Akış yönü	<-3	1	1
	3-5	2	
	5-25	3	
	25-100	4	
	200->	5	
Akış yoğunluğu	<-8	1	2
	8-16	2	
	16-24	3	
	24-32	4	
	32->	5	
Yeraltı suyu	Ayrılmamış volkanitler (Eosen)	2	1
	Volkanitler ve Sedimanter kayalar (Üst Kretase; Orta-Üst Eosen)	3	
	Neritik kireçtaşı (Üst Kretase-Paleosen)	4	
	Kırıntılı kayalar (Üst Paleosen-Eosen)	5	
Toprak	Entisol	5	2
	Inceptisol	3	
	Mollisol	1	
Arazi Örtüsü	Yerleşim Alanları	3	4
	Orman Alanları	1	
	Açık Alanlar	5	
Ulaşım hatlarından uzaklık (m)	<-100	5	3
	100-250	4	
	250-500	3	
	500-1000	2	
	1000->	1	

BULGULAR VE TARTIŞMA

Heyelanı doğuran esas husus yerçekiminin varlığıdır (Öztürk, 2002; Ekinci, 2011). Ancak heyelan oluşumunu hızlandıran ve kolaylaştıran bir takım doğal ve beşeri nedenler de söz konusudur (Nagarajan vd., 2000; Uromeihy ve MahdaviFar, 2000; Dai vd., 2001; Parise, 2001; Temesgen vd., 2001; Chi vd., 2002; Griffiths vd., 2002; Saha vd., 2002; Çevik ve Topal, 2003; Ercanoğlu vd., 2004; Lee vd., 2004). Bu bakımdan heyelanların anlaşılabilmesi için bu etkenlerin analiz edilerek ortaya konulması gerekmektedir. Aşağıda Camili (Macahel) biyosfer rezerv alanı örneğinde bu etkenler etki değerlerine göre sınıflandırılıp, açıklanmıştır.

Heyelanların oluşumunda etkili olan temel nedenlerden ilki jeolojik özelliklerdir (Şekil 2). Zira bu durum birçok araştırmacı tarafından da teyit edilmiştir (Nagarajan vd., 2000; Dai vd., 2001; Çevik ve Topal, 2003; Corominas vd., 2003; van Westen vd., 2003; Ayalew ve Yamagishi, 2005; Ayenew ve Barbieri, 2005; Ermini vd., 2005; Moreiras, 2005; Wang ve Sassa, 2005; Clerici vd.,

Turkish Studies

2006; Lee ve Sambath, 2006; Schulz, 2007; Yalçın ve Bulut, 2007). Kütlelerin dengesine etki eden jeolojik özelliklerin başında da kayaların litolojik ve tektonik özellikleri gelmektedir (Tarhan, 2002).

Litolojik özelliklerde heyelan oluşumunda etkili olmaktadır (Kumtepe vd., 2009; Akıncı vd., 2010). Çünkü her kayacın sahip olduğu karaktere bağlı olarak heyelana karşı tepkisi de değişmektedir. Bu bakımdan inceleme alanındaki jeolojik birimler, istif içeriğinin heyelan oluşumuna karşı gösterdiği tepkiye ve sahada daha önceden yaşanmış heyelanların dağılımları (Koday ve Kaymaz, 2012) göz önünde bulundurularak duyarlılık sınıflarına ayrılmıştır (Şekil 2).

Buna göre Üst Paleosen-Eosen yaşlı kırıntılı kayalar (56 ha - % 1) çok yüksek duyarlılık değerine sahiptir (Tablo 2). Bunu yüksek duyarlılık değeri ile Üst Kretase-Paleosen yaşındaki Neritik kireçtaşı istifi (495 ha - % 2) takip etmektedir. Mesozoik'ten başlayarak Neojen sonlarına kadar süren Alp orojenezi ve aynı dönemlere rastlayan volkanizmanın izlerini taşıyan (Sever ve Kopar, 2009), Üst Kretase (4907 ha - % 19) ve Orta-Üst Eosen (19443 ha - % 77) yaşlı volkanitler ile sedimanter kayalar orta duyarlılık, Eosen yaşlı ayrılmamış volkanitler (323 ha - % 1) ise düşük duyarlılık değerine sahip olan diğer formasyonlardır (Tablo 2).

Tablo 2. Jeoloji faktörünün etki derecesi ve alanı

Jeoloji Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
Volkanitler ve Sedimanter kayalar (Üst Kretase)	4907	19	Orta duyarlı
Neritik kireçtaşı (Üst Kretase-Paleosen)	495	2	Yüksek duyarlı
Kırıntılı kayalar (Üst Paleosen-Eosen)	56	1	Çok yüksek duyarlı
Ayrılmamış volkanitler (Eosen)	323	1	Düşük duyarlı
Volkanitler ve Sedimanter kayalar (Orta-Üst Eosen)	19443	77	Orta duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Yeryuvarının jeolojik geçmişinde meydana gelen tektonik hareketler çeşitli boyut ve türde fay hatlarının oluşumuna neden olmuştur. Bu faylanma hareketleri de heyelan oluşumu açısından önemli bir parametredir (Şahin ve Sipahioğlu, 2003; Ekinci, 2011). İnceleme alanının güneybatısında küçük bir sahada bulunan özellikle düşük açılı bindirmelerle kendini gösteren ekay tipi yapılar ve ters faylar (Sever ve Kopar, 2009) heyelan oluşumunda etkili olabilir. Fay hatlarına yakınlık arttıkça heyelan oluşum riski de artmaktadır (Şekil 2).

Buna bakımdan fay hatlarına uzaklığın 100 m'ye kadar olduğu sahalar (440 ha - % 2) en yüksek duyarlılık değerine sahiptir. 100-1000 m arasındaki sahalar (4152 ha - % 16) orta duyarlı, 1000 m'nin üzerindeki alanlar (20630 ha - % 82) ise çok düşük duyarlı bir karakter göstermektedir (Tablo 3; Şekil 2).

Tablo 3. Fay hatlarına uzaklık faktörünün etki derecesi ve alanı

Fay Hatlarına Uzaklık (m) Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
<100	440	2	Çok yüksek duyarlı
100-1000	4152	16	Orta duyarlı
1000->	20630	82	Çok düşük duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Heyelanların oluşmasında en fazla ilişkili parametreye sahip olan ve en etkili faktörlerden biri olarak değerlendirilen (Hutchinson, 1988; Ekinci, 2011) özelliklerden biri de topografya'dır. Topografya'nın heyelanlar üzerine olan etkisi jeomorfoloji, eğim, eğim şekli, eğim pozisyonu, bağıl topografik nemlilik, bakı ve yükselti gibi çok sayıda özelliğiyle belirleyici olmaktadır

Turkish Studies

(Guzzetti vd., 1999; Nagarajan vd., 2000; Dai vd., 2001; Çevik ve Topal 2003; Süzen ve Doyuran 2004; Ayalew vd., 2005; Komac, 2006; Yalçın, 2008; Magliulo vd., 2008).

Topografya faktörünün öncelikli etkisi jeomorfolojik birimler üzerinde belirgindir (Varnes, 1984). İnceleme alanında genel olarak heyelan oluşumuna çok müsait dağlık bir morfoloji (Li ve Wang, 1992; Dai vd., 2002) hakimdir. Bu morfoloji kendi içerisinde belirli yerçekillerine ayrılabilir. Bu yerçekillerinden en fazla sahayı kapsayan (15981 ha - % 63) ve çok yüksek duyarlılık yamaçlarda görülmektedir. Duyarlılık değeri dağlık alanlarda (6919 ha - % 27) orta, plato sahalarında (2389 ha - % 9) düşük ve ovalarda (23 ha - % 1) ise çok düşük duyarlılık değerlerine sahiptir (Tablo 4; Şekil 2).

Tablo 4. Jeomorfoloji faktörünün etki derecesi ve alanı

Jeomorfoloji Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
Dağ	6919	27	Orta duyarlı
Plato	2389	9	Düşük duyarlı
Ova	23	1	Çok düşük duyarlı
Yamaç	15891	63	Çok yüksek duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Topografyanın gösterdiği eğim durumu da heyelan oluşumunu denetleyen ve kontrol eden etmenlerin en önemlilerinden birisidir (Gritzer vd., 2001). Genellikle heyelanlar eğimli topografyalarda gelişir (Ekinci, 2011).

İnceleme alanındaki eğim değerlerinin sınıflandırmasında Mcdonald (1984) tarafından yapılan eğim sınıfları dikkate alınmıştır (Well, 1988; Tağıl, 2009). Buna göre çok yüksek duyarlı sahalar eğim değerlerinin % 30'un (22376 ha - % 89) üzerine çıktığı inceleme alanının güney ve doğu kesimleridir. Duyarlılık değerinin çok düşük olduğu sahalar ise eğimin % 0-3 arasında değiştiği çok az eğimli sahalardır (20 ha - % 1). Diğer sahalarda ise duyarlılık hassasiyeti eğim değerinin artmasına bağlı olarak büyümektedir (Tablo 5; Şekil 2).

Tablo 5. Eğim (%) faktörünün etki derecesi ve alanı

Eğim (%) Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
Çok az eğimli (% 0-3)	20	1	Çok düşük duyarlı
Az eğimli (% 3-10)	228	1	Düşük duyarlı
Orta derecede eğimli (% 10-20)	931	3	Orta duyarlı
Dik eğimli (% 20-30)	1667	6	Yüksek duyarlı
Çok dik eğimli (% 30-)	22376	89	Çok yüksek duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Yerçekillerinin heyelan üzerindeki etkisini ölçmek için (Lee ve Min, 2001; Lee vd., 2004; Erener ve Düzgün, 2010; Akıncı vd., 2010; Ekinci, 2011) yamaçların eğrilik derecesi ya da eğim şekli de incelenmiştir. Aslında yamaçların içbükey ve dışbükey olma özellikleri drenaj sahasının fiziksel karakterinin heyelan davranışı üzerindeki etkisini anlamak için kullanılmaktadır (Akıncı vd., 2010). Bu bakımdan akışın hızlanmasını veya yavaşlamasını kontrol ederek heyelan oluşumu sürecinde rol oynamaktadır (Erener ve Düzgün, 2007; Akıncı vd., 2010).

Bu değerlerin tespiti için yapılan analizlerde pozitif değerlerin dışbükey yerçekillerini, negatif değerlerin içbükey yerçekillerini ve sıfıra yakın değerlerin ise düz alanları gösterdiği ifade edilmiştir (Zeverbergen ve Thorne, 1987; Moore vd. 1991; Tağıl, 2006).

İnceleme alanında heyelanların oluşma olasılığının çok yüksek duyarlılıkta olduğu sahalar eğim değerlerinin içbükey yamaçlara göre daha fazla olduğu dış bükey (7144 ha - % 28) yamaçlardır (Tağıl, 2006). Bunun aksine iç bükey yamaçlar (7116 ha - % 28) ise çok düşük duyarlı

bir karakterdedir. İnceleme alanında en geniş sahada (10962 ha - % 43) ise duyarlılık düzeyindeki düz alanlar hakimdir (Tablo 6; Şekil 2).

Tablo 6. Eğim şekli faktörünün etki derecesi ve alanı

Eğim şekli Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
İç bükey (< - 0.1)	7116	28	Çok düşük duyarlı
Düz (-0.1 - +0.1)	10962	43	Duyarsız
Dış bükey (> - 0.1)	7144	28	Çok yüksek duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Yamaçların gösterdiği eğim pozisyonu da heyelan oluşumu açısından değerlendirilmesi gereken başka bir topografya faktörüdür. Bu faktör Topografik Pozisyon İndeksi (TPI) yardımıyla belirlenmiştir (Jeness, 2005). Bu analizde ise 150 m komşuluk ilişkisi dikkate alınarak yapılmış olan TPI kullanılmıştır (Tağıl, 2009).

Analiz sonuçları vadi tabanı, yamaç ve su bölümü çizgisi olmak üzere 3 farklı eğim pozisyon sınıfı ortaya çıkarmıştır (Tablo 7; Şekil 2). Bu sınıflardan çok yüksek duyarlılık gösteren yamaçlardır (609 ha - % 2). Su bölümü çizgisi (12879 ha - % 51) orta duyarlı ve vadi tabanı (11734 ha - % 47) ise çok düşük duyarlı bir niteliktedir (Tablo 7; Şekil 2).

Tablo 7. Eğim pozisyonu faktörünün etki derecesi ve alanı

Eğim pozisyonu Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
Vadi tabanı	11734	47	Çok düşük duyarlı
Yamaç	609	2	Çok yüksek duyarlı
Su bölümü çizgisi	12879	51	Orta duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Topografyanın yüzey akış modeline bağlı olarak ne kadar ıslak olduğunu gösteren bağıl topografik nemlilik indeksi de (Parker, 1982; Grayson vd., 1992; Mitsova, 1996), arazinin kuru, nemli ve ıslak olup olmadığı hakkında bilgi verir (Tağıl, 2006).

Buna göre arazinin ıslaklık derecesinin arttığı bölgeler heyelan oluşumu bakımından daha aktiftir. Bağıl topografik nemlilik inceleme alanının akış yönü ve akış yoğunluğu değerleri kullanılarak, " $\log\left(\frac{[FA]+1}{[E]+1}\right)$ " formülüne göre hesaplanmıştır. Yüksek pozitif değerler daha nemli, düşük negatif değerler ise daha kuru olan yerleri göstermektedir. İnceleme alanında ıslak alanlar (19398 ha - % 77) çok yüksek duyarlılık, nemli alanlar (355 ha - % 1) orta duyarlılık ve kuru alanlar (5469 ha - % 22) ise çok düşük duyarlılık sınıfındadır (Tablo 8; Şekil 2).

Tablo 8. Bağıl topografik nemlilik indeksi faktörünün etki derecesi ve alanı

Bağıl topografik nemlilik indeksi	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
Kuru (< - 0.5)	5469	22	Çok düşük duyarlı
Nemli (-0.5 - -0.8)	355	1	Orta duyarlı
Islak (> - 0.8)	19398	77	Çok yüksek duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Heyelan oluşumu kapsamında incelenmesi gereken bir diğer topografya faktörü ise bakı'dır. Bakı durumu yamaç yöneliminin heyelan üzerindeki etkisini göstermesi bakımından önemlidir (Dai vd., 2001; Çevik ve Topal, 2003; Lee vd., 2004; Yalçın, 2008; Akıncı vd., 2010; Ekinci, 2011).

Gerçekte bakı, heyelanların oluşumunu kontrol edebilen süreksizlikler, yağış, rüzgar etkisi ve güneş ışığına maruz kalma gibi parametrelerle ilişkilidir (Gökçeoğlu ve Aksoy, 1996; Dai vd., 2001; Çevik ve Topal, 2003; Ercanoğlu vd., 2004; Yalçın, 2008; Akıncı vd., 2010).

Turkish Studies

Bu sebeple inceleme alanında, kuzeye bakan (K-KD-KB) yamaçlar (12072 ha - % 48) heyelan duyarlılığı açısından yüksek duyarlılıktadır (Tablo 9; Şekil 2). Bunun aksine G-GD-GB (8540 ha - % 33) ve Düz (1 ha - % 1) alanlar ise çok düşük duyarlılıktadır. D-B yönleri (4608 ha - % 18) ise düşük duyarlılık değerine sahiptirler (Tablo 9; Şekil 2).

Tablo 9. Bakı faktörünün etki derecesi ve alanı

Bakı Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
Düz	1	1	Çok düşük duyarlı
K-KD-KB	12072	48	Çok yüksek duyarlı
G-GD-GB	8540	33	Çok düşük duyarlı
D-B	4608	18	Düşük duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Topografya'nın yükselti özellikleri de heyelan duyarlılığını etkileyen bir parametredir (Juang vd., 1992; Pachauri ve Pant, 1992; Çevik ve Topal, 2003; Akıncı vd., 2010). Çünkü heyelanlar genellikle yüksek sahalarda daha fazla oluşma eğilimi gösterirler (Ercanoğlu vd., 2004; Akıncı vd., 2010). İnceleme alanında yükselti seviyesinin artışına bağlı olarak heyelan duyarlılığı da artmaktadır.

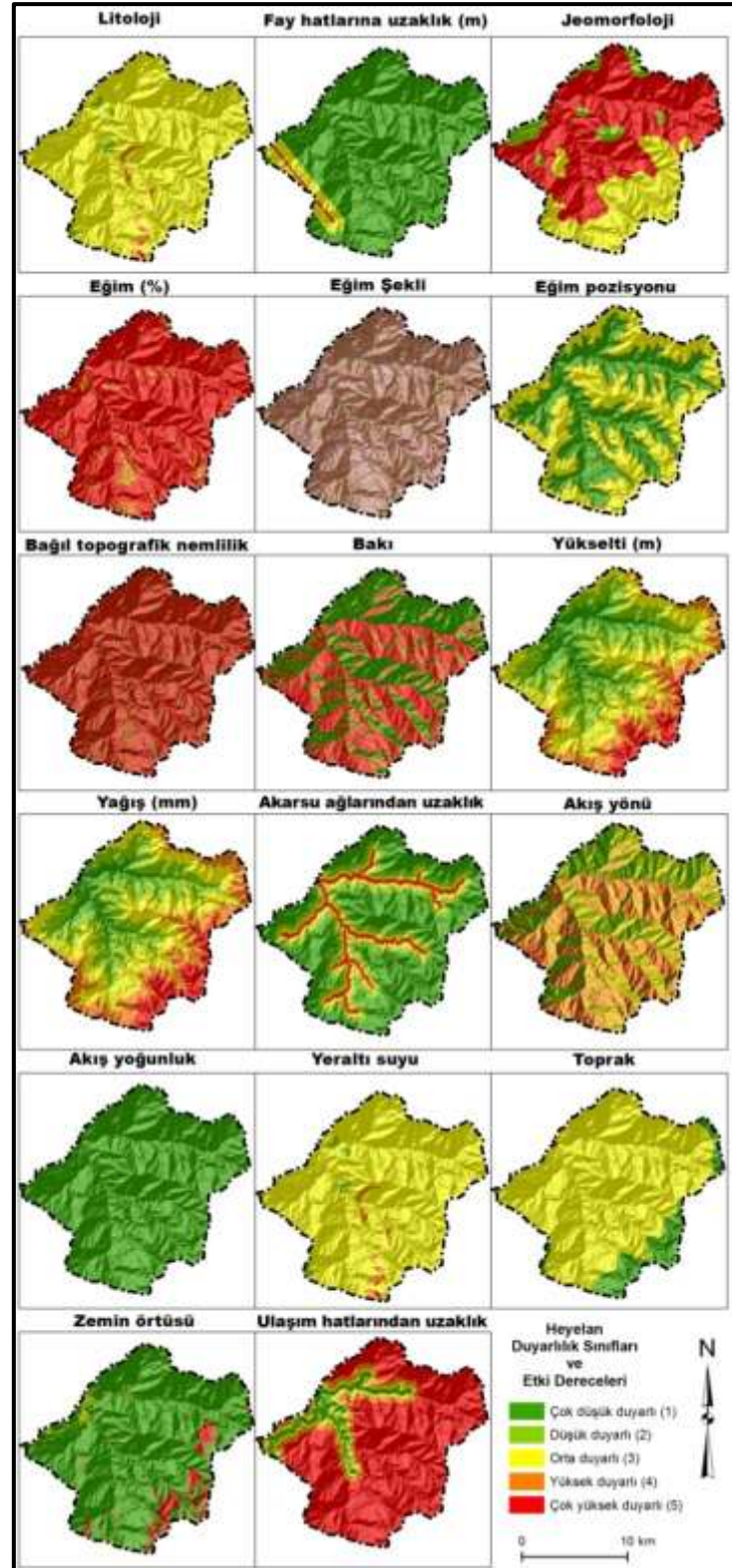
Bu nedenle yükselti seviyesinin 1000 m'nin altında olduğu sahalar çok düşük duyarlılık (3562 ha - % 14), 1000-1500 m düşük duyarlı (7590 ha - % 30), 1500-2000 m orta duyarlı (7777 ha - % 31), 2000-2500 m yüksek duyarlı (4530 ha - % 18) ve 2500 m'den yüksek olan alanlar (1763 ha - % 7) ise çok yüksek duyarlılıktadır (Tablo 10).

Tablo 10. Yükselti faktörünün etki derecesi ve alanı

Yükselti (m) Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
<-1000	3562	14	Çok düşük duyarlı
1000-1500	7590	30	Düşük duyarlı
1500-2000	7777	31	Orta duyarlı
2000-2500	4530	18	Yüksek duyarlı
2500->	1763	7	Çok yüksek duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Heyelan oluşumunda iklim koşullarının belirleyiciliği özellikle yağışla kendini göstermektedir (Tarhan, 2002). Zira yağışlar neticesinde zemin suya doygun hale gelmekte, yeraltı suyu seviyesi yükselmekte ve sızıntı kuvvetleri en büyük değerine ulaşmaktadır (Ekinci, 2011). Böylece topografya yüzeyi heyelan oluşumuna müsait bir karakter kazanmaktadır.

Buna göre inceleme alanında 900 mm'nin altında yağış alan alanlar çok düşük duyarlılık (8613 ha - % 24), 900-1400 mm düşük duyarlılık (10933 ha - % 30), 1400-1900 mm orta duyarlılık (9253 ha - % 25), 1900-2400 mm yüksek duyarlılık (5269 ha - % 14) ve 2400 mm'den yüksek yağış değerine sahip olan sahalar (2403 ha - % 7) ise çok yüksek duyarlılık göstermektedir (Tablo 11; Şekil 2).



Şekil 2. Heyelan duyarlılık faktör haritaları

Tablo 11. Yağış faktörünün etki derecesi ve alanı

Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 8/3, Winter 2013

Yağış (mm) Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
<-900	2453	10	Çok düşük duyarlı
900-1400	7073	28	Düşük duyarlı
1400-1900	8049	32	Orta duyarlı
1900-2400	5228	21	Yüksek duyarlı
2400->	2420	10	Çok yüksek duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Heyelan oluşumunda önde gelen etkenlerden bir başkası da su (yerüstü ve yer altı suları)'dur (Keller, 2000; Yılmaz, 2007; Önalp ve Arel, 2004; Ekinci, 2011). İnceleme alanında bu temel parametrenin etkisi akarsulara uzaklık, akış yönü ve yoğunluğu ile yeraltı suları kapsamında irdelenecektir.

Akarsular yaptığı aşındırma faaliyetleri esnasında suyun en çok çarptığı bölgelerdeki (Petts ve Foster, 1985; Martin ve Warren, 1992; Ekinci, 2011) yamaçların dengesini bozarak heyelan oluşumuna katkı sağlamaktadır (Gökçeoğlu ve Aksoy, 1996; Dai vd., 2001; Saha vd., 2002; Çevik ve Topal, 2003; Yalçın, 2007; 2008; Reis vd., 2009; Akıncı vd., 2010). İnceleme alanında bu kapsamda yapılan akarsu ağlarından uzaklık faktörünün duyarlılık değerleri çok yüksekte çok düşüğe doğru <-100 m (1732 ha - % 5), 100-250 m (2516 ha - % 7), 250-500 m (4009 ha - % 11), 500-1000 m (7504 ha - % 21) ve 1000-> m'den daha uzak (20638 ha - % 57) şeklinde bir sıralama takip etmektedir (Tablo 12; Şekil 2).

Tablo 12. Akarsu ağlarından uzaklık faktörünün etki derecesi ve alanı

Akarsu ağlarından uzaklık (m) Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
<-100	1114	4	Çok yüksek duyarlı
100-250	1615	6	Yüksek duyarlı
250-500	2567	10	Orta duyarlı
500-1000	4851	19	Düşük duyarlı
1000->	15075	60	Çok düşük duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Akarsuların akış yönü analizi, belirli bir hücreden ne kadar su kütesinin aktığını (Martz ve Garbrecht, 1993; Tağıl, 2006; Mendas, 2010; Yıldırım, 2011) ve her hücrenin kendisine komşu en dik eğime olan akış yönünü (Kol ve Küpçü, 2008) gösterir. Bu işleme göre değerlerin artışı oranında duyarlılığında arttığı beş sınıf akış yönü tespit edilmiştir. Akış yönü fonksiyonu, <-3 (4707 ha - % 19) çok düşük duyarlı, 3-5 (2587 ha - % 10) düşük duyarlı, 5-25 (7171 ha - % 28) orta duyarlı, 25-100 (7771 ha - % 31) yüksek duyarlı ve 200-> (2986 ha - % 12) çok yüksek duyarlılığa sahiptir (Tablo 13; Şekil 2).

Tablo 13. Akış yönü faktörünün etki derecesi ve alanı

Akış Yönü Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
<-3	4707	19	Çok düşük duyarlı
3-5	2587	10	Düşük duyarlı
5-25	7171	28	Orta duyarlı
25-100	7771	31	Yüksek duyarlı
200->	2986	12	Çok yüksek duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Akış yoğunluğu topografya yüzeyindeki akarsuların ne derecede yoğun olduğunu (Tağıl, 2006) ve akarsuların topografya'yı ne ölçüde işlediğinin bir göstergesidir. Bu yoğunluk, su toplama

Turkish Studies

alanının yamaçlarındaki bütün hücrelerden gelen akımın hesaplanmasıyla elde edilir. Bu hesaplama göre küçük akarsu kolları küçük, büyük akarsu kolları büyük etkinlik değerine sahiptir (Kol ve Küpçü, 2008).

İnceleme alanında akış yoğunluğu, tıpkı akış yönünde olduğu gibi değer artışına bağlı olarak duyarlılık değerlerinin de artmasıyla karakterize edilmektedir. Akarsu yoğunluğu, <-8 (25180 ha - % 96) çok düşük duyarlı, 8-16 (23 ha - % 1) düşük duyarlı, 16-24 (11 ha - % 1) orta duyarlı, 24-32 (5 ha - % 1) yüksek duyarlı ve 32-> (3 ha - % 1) çok yüksek duyarlı bir etki derecesi göstermektedir (Tablo 14; Şekil 2).

Tablo 14. Akış yoğunluk faktörünün etki derecesi ve alanı

Akış Yoğunluk Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
<-8	25180	96	Çok düşük duyarlı
8-16	23	1	Düşük duyarlı
16-24	11	1	Orta duyarlı
24-32	5	1	Yüksek duyarlı
32->	3	1	Çok yüksek duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Yeraltı suyu da zemine yaptığı etkiler nedeniyle heyelan oluşumuna katkı sağlamaktadır (Ekinci, 2011). Bu sebeple yeraltı suyu faktörünün etkisi kayaçların jeolojik özelliklerinden yararlanılarak dört sınıf altında incelenmiştir.

İnceleme alanının jeolojik temelinde yer alan Eosen yaşlı ayrılmamış volkanitler (323 ha - % 1) ise düşük duyarlı, Üst Kretase ve Orta-Üst Eosen yaşlı volkanitler ile sedimanter kayalar (24350 ha - % 96) orta duyarlı, Üst Kretase-Paleosen yaşındaki Neritik kireçtaşları (494 ha - % 2) yüksek duyarlı ve Üst Paleosen-Eosen yaşlı kırıntılı kayalar (56 ha - % 1) çok yüksek duyarlı değerlere sahiptirler (Tablo 15; Şekil 2).

Tablo 15. Yeraltı suyu faktörünün etki derecesi ve alanı

Yeraltı suyu Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
Ayrılmamış volkanitler (Eosen)	323	1	Düşük duyarlı
Volkanitler ve Sedimanter kayalar (Üst Kretase; Orta-Üst Eosen)	24350	96	Orta duyarlı
Neritik kireçtaşı (Üst Kretase-Paleosen)	494	2	Yüksek duyarlı
Kırıntılı kayalar (Üst Paleosen-Eosen)	56	1	Çok yüksek duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Topraklarda tane büyüklüğü, dizilişi ve türlerine göre heyelan oluşumunda etkin rol oynamaktadırlar (Ekinci, 2011). Bu bakımdan inceleme alanındaki topraklara duyarlılık değerleri atanmıştır. Entisoller yakın bir geçmişte (Atalay, 2011) alüvyal materyal üzerinde oluştuklarından (Efe, 2010) ve inceleme alanında daha çok vadi tabanlarında yer aldıkları için (23 ha - % 1) çok düşük duyarlılıktadırlar. İnceptisoller gelişimlerinin başlangıç aşamasında (Atalay, 2011) ve daha çok killi anamateryal üzerinde oluştuklarından dolayı orta duyarlılıktadırlar (22271 ha - % 87). Mollisoller ise zengin humus ve kil içeriğine sahip oldukları (Efe, 2010) için çok yüksek duyarlılıktadırlar (2927 ha - % 12; Tablo 16; Şekil 2).

Tablo 16. Toprak faktörünün etki derecesi ve alanı

Toprak Faktörü	ALAN	Duyarlılık Sınıfı
----------------	------	-------------------

Turkish Studies

	ha	%	
Entisol	23	1	Çok yüksek duyarlı
Inceptisol	22271	87	Orta duyarlı
Mollisol	2927	12	Çok düşük duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Heyelan üzerinde etkili bir başka faktör de arazi örtüsüdür (Ekinci, 2011). Arazi örtüsünün yoğun bir şekilde orman olduğu sahalar, tarım ve yerleşim alanlarına oranla heyelanlardan daha az etkilenmektedir (Dağ, 2007; Dağ ve Bulut, 2012).

Camili (Macahel) biyosfer rezerv alanında heyelanların oluşumu ile bitki örtüsü arasında çok sıkı bir ilişki vardır. Zira bitki örtüsünün tahrip edildiği alanlarda heyelan oluşumu daha çok görülmektedir (Kaymaz, 2012; Koday ve Kaymaz, 2012). Bu nedenle inceleme alanındaki orman alanları (23014 ha - % 91) çok düşük duyarlılık, yerleşim alanları (496 ha - % 2) orta duyarlılık ve açık alanlar ise (1713 ha - % 7) çok yüksek duyarlılık değerine sahiptir (Tablo 17; Şekil 2).

Tablo 17. Arazi örtüsü faktörünün etki derecesi ve alanı

Arazi Örtüsü Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
Yerleşim Alanları	496	2	Orta duyarlı
Orman Alanları	23014	91	Çok düşük duyarlı
Açık Alanlar	1713	7	Çok yüksek duyarlı
TOPLAM	25222	100	

Arazi örtüsünü meydana getiren ulaşım hatları da heyelanlar üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir (Pachauri vd., 1992; 1998; Ayalew ve Yamagishi, 2005; Akgün vd., 2008; Yalçın, 2008; Reis vd., 2009; Ekinci, 2011). Yolların etkisi özellikle yol açılması esnasında görülür (Yalçın, 2007; 2008; Reis vd., 2009). Ayrıca taşıtların yaptığı titreşimlerde heyelan oluşumunda etkili olabilmektedir. Bu bakımdan ulaşım hatlarına uzaklık faktörü arttıkça duyarlılık değerleri de azalmaktadır. İnceleme alanında <-100 m (910 ha - % 4) çok yüksek duyarlılık, 100-250 m (1089 ha - % 4) yüksek duyarlılık, 250-500 m (1380 ha - % 5) orta duyarlılık, 500-1000 m (2228 ha - % 9) düşük duyarlılık ve 1000-> m'lerde 19615 ha - % 78) çok düşük duyarlılık gösteren ulaşım hatlarına uzaklık sınıflarıdır (Tablo 18; Şekil 2).

Tablo 18. Ulaşım hatlarından uzaklık faktörünün etki derecesi ve alanı

Ulaşım hatlarından uzaklık (m) Faktörü	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
<-100	910	4	Çok yüksek duyarlı
100-250	1089	4	Yüksek duyarlı
250-500	1380	5	Orta duyarlı
500-1000	2228	9	Düşük duyarlı
1000->	19615	78	Çok düşük duyarlı
TOPLAM	25222	100	

SONUÇ

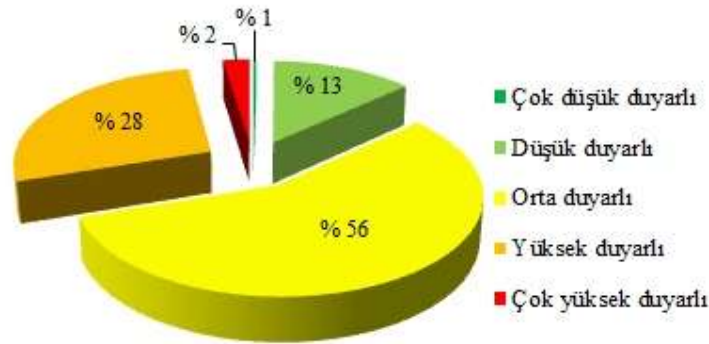
Bu çalışma Camili (Macahel) biyosfer rezerv alanında heyelan oluşumunda; Litoloji, Fay Hatlarına Uzaklık (m), Jeomorfoloji, Eğim (%), Eğim Şekli, Eğim Pozisyonu, Bağlı topografik nemlilik, Bakı, Yükselti (m), Yağış (mm), Akarsu ağlarından uzaklık (m), Akış yönü, Akış yoğunluk, Yeraltı suyu, Toprak, Arazi Örtüsü ve Ulaşım hatlarından uzaklık (m) olmak üzere 17 faktörün farklı derecelerde etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu faktörlerden litoloji ve eğim özelliklerinin en baskın etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır.

Turkish Studies

İnceleme alanında % 56 oranla (14284 ha) en fazla orta duyarlılıkta alanların yayılış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu yayılışı % 30 oranla yüksek (6972 ha - % 28) ve çok yüksek (611 ha - % 2) duyarlı sahalar, % 14 oranla ise düşük (3288 ha - % 13) ve çok düşük (67 ha - % 1) duyarlılıktaki sahalar takip etmektedir (Tablo 19; Şekil 3).

Tablo 19. Heyelan duyarlılığı ve alansal dağılımı

Heyelan Duyarlılığı	ALAN		Duyarlılık Sınıfı
	ha	%	
80-100	67	1	Çok düşük duyarlı
100-120	3288	13	Düşük duyarlı
120-140	14284	56	Orta duyarlı
140-160	6972	28	Yüksek duyarlı
160-188	611	2	Çok yüksek duyarlı
TOPLAM	25222	100	

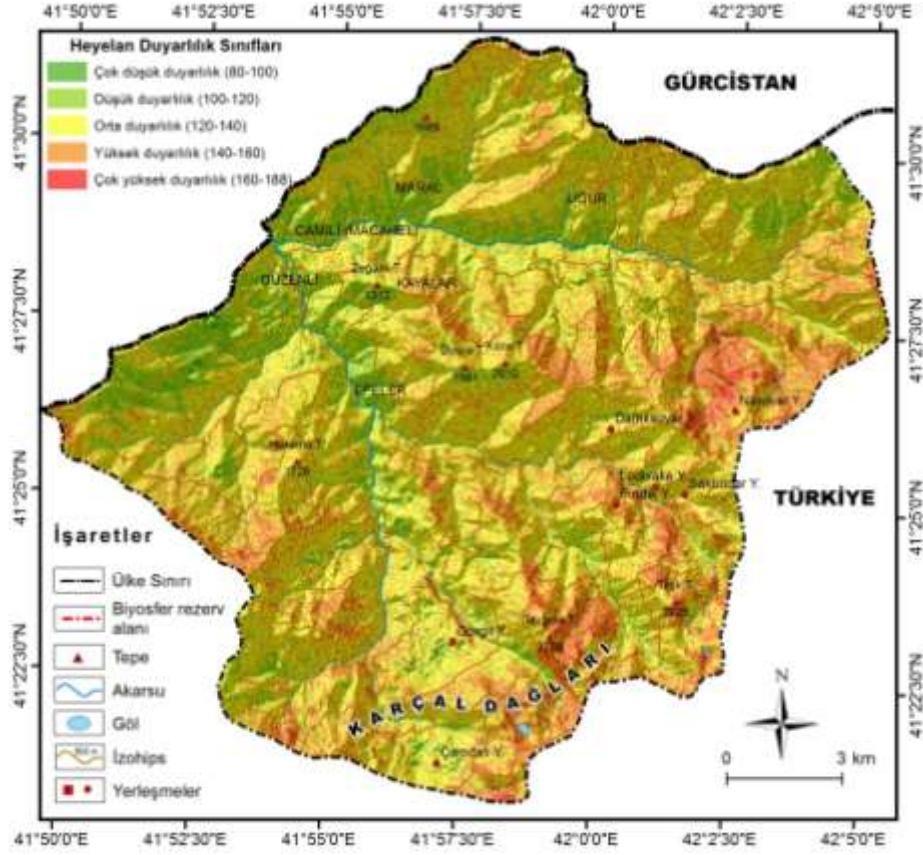


Şekil 3. Heyelan duyarlılığının alansal dağılımı

Potansiyel heyelan alanlarının inceleme alanında daha çok eğim ve yağış değerlerinin yüksek, dağ ve yamaç morfolojisinin hakim olduğu, bitki örtüsünün tahrip edildiği veya zayıf olduğu kuzeye bakan yamaçlarda yoğunlaştığı belirlenmiştir (Şekil 4).

İnceleme alanında planlama esasları çerçevesinde bu konuda öncelikli olarak;

- 1) Fosil heyelan sahaları tespit edilmeli ve analiz haritasıyla karşılaştırılmalıdır,
- 2) Tespit edilen potansiyel heyelan alanlarında heyelan oluşumunu engelleyecek tedbirler alınmalıdır,
- 3) Biyosfer rezerv alanının sınırları ölçeğinde acil uyarı sistemleri geliştirilmelidir,
- 4) Riskin yüksek olduğu alanlar yerleşim veya herhangi bir insan faaliyeti amaçlı olarak kullanılmamalıdır,
- 5) İnceleme alanındaki insanlar bu konuda bilinçlendirilip, konuya olan hassasiyetleri arttırılmalıdır.



Şekil 4. Heyelan duyarlılık haritası

TEŞEKKÜR

Makalenin kontrolü aşamasında değerli bilgilerinden faydalandığımız Turkish Studies-International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic hakemlerine teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- AKBULUT Gülşınar, “Türkiye’de Yer Değiştiren Yerleşmelere Bir Örnek: Arguvan İlçe Merkezi (Malatya)”, **Marmara Coğrafya Dergisi**, S: 24 (2011), s.: 471-492.
- AKGÜN Aykut, DAG Serhat, BULUT Fikri, “Landslide susceptibility mapping for a landslide-prone area (Findikli, NE of Turkey) by likelihood-frequency ratio and weighted linear combination models”, **Environmental Geology**, V: 54, N: 6 (2008), pp.: 1127-1143.
- AKGÜN Aykut, TÜRK Necdet, “İki ve Çok Değişkenli İstatistik ve Sezgisel Tabanlı Heyelan Duyarlılık Modellerinin Karşılaştırılması: Ayvalık (Balıkesir, Kuzeybatı Türkiye) Örneği”, **Jeoloji Mühendisliği Dergisi**, C: 2, S: 34 (2010), s.: 85-112.
- AKINCI Halil, DOĞAN Sedat, KILIÇOĞLU Cem, KEÇECİ Sevim Bilge, Samsun İl Merkezinin Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi, **Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi**, C: 2, N: 3 (2010), s: 13-27.

- ALCANTARA-AYALA Irasema, “Geomorphology, Natural Hazards, Vulnerability And Prevention of Natural Disasters in Developing Countries”, **Geomorphology**, V: 47, I: 2-4, pp: 107–124.
- ALEOTTI Pietro, CHOWDHURY Robin, “Landslide Hazard Assessment: Summary Review And New Perspectives”, **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, V: 58, I: 1(1999), pp: 21-44.
- ATALAY İbrahim, TETİK Mehmet, YILMAZ Özer, **Kuzeydoğu Anadolu’nun Ekosistemleri**, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara 1985a.
- ATALAY İbrahim, TETİK Mehmet, YILMAZ Özer, “The Ecosystems of Northeastern Anatolia”, **Ege Coğrafya Dergisi**, S: 3 (1985b) s.: 16-56.
- ATALAY İbrahim, **Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası**, 4. Baskı, Meta Basım, İzmir 2011.
- AYALEW Lulseged, YAMAGISHI Hiromitsu, “The Application of GIS-Based Logistic Regression For Landslide Susceptibility Mapping In The Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan”, **Geomorphology**, V: 65, I: 1-2 (2005), pp.: 15–31.
- AYALEW Lulseged, YAMAGISHI Hiromitsu, MARUI Hideaki, KANNO Takami, “Landslides in Sado Island of Japan: Part II. GIS-Based Susceptibility Mapping With Comparison of Results From Two Methods And Verifications”, **Engineering Geology**. V: 81, I: 4 (2005), pp.:432–445.
- AYALEW Lulseged, YAMAGISHI Hiromitsu, UGAWA Norimitsu, “Landslide Susceptibility Mapping Using GIS based Weighted Linear Combination, The Case in Tsugawa Area of Agano River, Niigata Prefecture, Japan”, **Landslides**, I: 1 (2004), pp: 73-81.
- BALTACI Hakkı, ŞEN L. Ömer, KARACA Mehmet, “Doğu Karadeniz Bölgesi Heyelan-Yağış İlişkinin İncelenmesi ve Minimum Eşik Değerlerinin Belirlenmesi”, **Uluslararası Katılımlı I. Meteoroloji Sempozyumu**, 27-28 Mayıs 2010, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara 2010, s: 356-363.
- CEYLAN Abdullah, 2006, “Meteorolojik Karakterli Doğal Afetlerin Zamansal ve Bölgesel Dağılımı”, <http://www.meteor.gov.tr/2006/arastirma/files/metafetac.pdf>, (ET: 02.05.2012).
- CHI Kwang Hoon, LEE Ki Won, PARK No Wook, “Landslide Stability Analysis and Prediction Modeling with Landslide Occurrences on KOMPSAT EOC Imagery”, **Korean Journal of Remote Sensing**, V: 18, I: 1(2002), pp.: 1–12.
- CLERICI Aldo, PEREGO Susanna, TELLINI Claudio, VESCOVI Paolo, “A Procedure for Landslide Susceptibility Zonation by Conditional Analysis Method”, **Geomorphology**, V: 48, I: 4 (2002), pp.: 349-364.
- CRED, (2010). **Disaster Data: A Balanced Perspective**, **CRED Crunch**, Issue No: 21, <http://reliefweb.int/report/world/cred-crunch-newsletter-aug-2010-disaster-data-balanced-perspective>, (ET: 31.01.2013).
- ÇEVİK Engin, TOPAL Tamer, “GIS-Based Landslide Susceptibility Mapping for a Problematic Segment of the Natural Gas Pipeline, Hendek (Turkey)”, **Environmental Geology**, V: 44 (2003), I: 8, pp.: 949-962.
- DAĞ Serhat ve BULUT Fikri, “Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanmasına Bir Örnek: Çayeli (Rize, KD Türkiye)”, **Jeoloji Mühendisliği Dergisi**, C: 1, S: 36 (2012), s.: 35-62.

Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 8/3, Winter 2013

- DAĞ Serhat, (2007). **Çayeli (Rize) ve Çevresinin İstatistiksel Yöntemlerle Heyelan Duyarlılık Analizi**, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Trabzon.
- DAĞ Serhat, BULUT Fikri, ALEMDAĞ Selçuk, KAYA A., “Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Kullanılan Yöntem ve Parametrelere İlişkin Genel Bir Değerlendirme”, **Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (GÜFBED/GUSTIJ)**, C: 1, S: 2 (2011), s.: 151-176.
- DAI C. Fuchu, LEE Chack Fan, LI Jia, XU Zhi Wei, “Assessment of landslide susceptibility on the natural terrain of Lantau Island, Hong Kong”, **Environmental Geology**, V: 40, I: 3 (2001), pp.: 381–391.
- DAI C. Fuchu, LEE Chack Fan, NGAI Y. Yip, “Landslide risk assessment and management: an overview”, **Engineering Geology**, V: 64, I: 1 (2002), pp.: 65–87.
- DONATI L., TURRINI M. C., “An Objective Method to Rank the Importance of the Factors Predisposing to Landslides with the GIS Methodology: Application to an Area of the Apennines (Valnerina; Perugia, Italy)”, **Engineering Geology**, V: 63 I: 3-4 (2002), pp.: 277-289.
- DUMAN Y. Tamer, GÖKÇEOĞLU Candan, NEFESLİOĞLU A. Hakan ve SÖNMEZ Harun, “**17/03/2005 Kuzulu (Sivas-Koyunhisar) Heyelanı**”, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara 2005.
- EFE Recep, **Biyocoğrafya (2. Baskı)**, Marmara Kitap Merkezi, Bursa 2010.
- EKİNCİ Deniz, Karadeniz Ereğlisi'nin Zemin Hareketleri Duyarlılık Sahalarının Sınıflandırılması ve Yüksek Riskli Yerleşmelerin Zemin Stabilitate Analizi”, **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi**, S: 13 (2005), s.: 121-137.
- EKİNCİ Deniz, **Zonguldak-Hisarönü Arasındaki Karadeniz Akaçlama Havzasının Kütle Hareketleri Duyarlılık Analizi**, Titiz Yayınları, İstanbul 2011.
- EMİNAĞAOĞLU Özgür, **Kafkasya Karışık Ilıman Yağmur Ormanı ve Yüksek Alpin Çayırları Flora Surveyi Kesin Sonuç Raporu**, Camili Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı, Borçka 2004.
- ERCANOĞLU Murat, GÖKÇEOĞLU Candan, VAN ASCH T. H. W. J., “Landslide Susceptibility Zoning North of Yenice (NW Turkey) by Multivariate Statistical Techniques”, **Natural Hazard**, V: 32, I: 1 (2004), pp.: 1–23.
- ERENER Arzu ve DÜZGÜN H. Şebnem, “Heyelan Analizlerinde Coğrafi Ağırlıklandırılmış Regresyon (CAR) Metodu”, **11. Türkiye Bilimsel Harita ve Teknik Kurultayı**, 02-06 Nisan, Ankara 2007.
- ERENER Arzu ve DÜZGÜN H. Şebnem, “Improvement of Statistical Landslide Susceptibility Mapping by Using Spatial and Global Regression Methods in The Case of More and Romsdal (Norway)”, **Landslides**, V: 7, N: 1(2010), pp.: 55-68.
- ERENER Arzu, DÜZGÜN H. Şebnem, “Landslide susceptibility assessment: what are the effects of mapping unit and mapping method?”, **Environmental Earth Sciences**, V: 66, I:3 (2012). Pp.: 859–877.

- ERENER Arzu, LACASSE S., KAYNIA A. M., Landslide hazard mapping by using GIS in the Lilla Edet province of Sweden, **28th Asian Conference on Remote Sensing ACRS2007**, Kuala Lumpur, 2007.
- ERGÜNAY Oktay, “Türkiye’nin Afet Profili”, **TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, 5-7 Aralık 2007, İMO Kongre ve Kültür Merkezi, Ankara 2007, s.: 1-14.
- GİRGİN Mustafa, “Aşkale Heyelanı (Erzurum)”, **Türk Coğrafya Dergisi**, S: 31 (1996), s.: 155-166.
- GÖKÇE Oktay, ÖZDEN Şenay ve DEMİR Ahmet, **Türkiye’de Afetlerin Mekânsal ve İstatistiksel Dağılımı Afet Bilgileri Envanteri**, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Afet Etüt ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı, Ankara 2008.
- GÖKÇEOĞLU Candan ve AKSOY H., “Landslide Susceptibility Mapping of The Slopes in The Residual Soils of The Mengen Region (Turkey) by Deterministic Stability Analyses and Image Processing Techniques”, **Engineering Geology**, V: 44, I: 1-4 (1996), pp.: 147-161.
- GÖKÇEOĞLU Candan ve ERCANOĞLU Murat, “Heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında kullanılan parametrelere ilişkin belirsizlikler”, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, **Yerbilimleri**, S: 23 (2001), s.:189-206.
- GRIFFITHS S. Jim, MATHER E. Anne, HART A. B., “Landslide Susceptibility in The Rio Aguas Catchment, SE Spain”, **Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology**, V: 35, I: 1 (2002), pp.: 9-17.
- GUZZETTI Fausto, CARRARA Alberto, CARDINALI Mauro, REICHENBACH Paola, “Landslide Hazard Evaluation: A Review of Current Techniques and Their Application in A Multi-Scale Study, Central Italy”, **Geomorphology**, V: 31, I: 1-4 (1999), pp.: 181-216.
- HUTCHINSON N. John, “General report: Morphological and Geotechnical Parametres of Landslide in Relation to Geology and Hydrogeology”, (Ed. C Bonnard and A A Balkema), In Proc. 5 th Int. Symp., On Landslides, Lausanne 1998.
- JAGER Stafen, WIECZOREK F. Gerald, **Landslide Susceptibility in the Tully Valley Area Finger Lakes Region**, USGS Open-File-Report, New York 1994.
- JUANG H. Charng, LEE Der-Her, SHEU Jiun Chyuan, “Mapping Slope Failure Potential Using Fuzzy Sets”, **Journal of Geotechnical Engineering**, V: 118, No: 3 (1992), pp.: 475-494.
- KAYMAZ Çağlar Kıvanç (2012). **Camili (Macahel)’nin Coğrafi Etüdü (ARTVİN-BORÇKA)**, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Coğrafya Anabilim Dalı, Erzurum.
- KELLER E. Anne, **Environmental Geology**, Prentice Hall, N. J., pp.: 592, USA 2000.
- KESER Nurdan, “Kütahya’nın Kuzeybatısında Heyelan Olayları”, **Türk Coğrafya Dergisi**, S: 40 (2003), s.: 99-120.
- KODAY Zeki ve KAYMAZ Çağlar Kıvanç, “Camili (Macahel) Havzasında Jeomorfolojik Özelliklerin Yerleşmeler Üzerine Etkisi (ARTVİN-BORÇKA)”, **III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu**, 4-6 Ekim 2012, Bildiriler Kitabı, s.: 678-697, Antakya/HATAY 2013.
- KOL Çiğdem, KÜPÇÜ Serdar, **ArcGIS Spatial Analiz, İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti.**, Ankara 2008.

- KOMAC Marco, “A Landslide Susceptibility Model Using The Analytical Hierarchy Process Method and Multivariate Statistics in Perialpine Slovenia”, **Geomorphology**, V: 74, I: 1-4 (2006), pp: 17–28.
- KOPAR İbrahim, “Ünlükaya (Oltu) ve Çevresinde Kütle Hareketlerinden Kaynaklanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri”, **Atatürk Üniversitesi Geçmişten Geleceğe Oltu ve Çevresi Sempozyumu**, 1-3 Temmuz 1998, Oltu-Erzurum 1998.
- KUMAR Pradeep, SINHA U. N., “Landslide Hazard Zonation in Joshimath Jelam Area, Garhwal Himalaya U. P., India”, **8th International IAEG Congress**, Balkema Press, Rotterdam 1998.
- KUMTEPE Pemra, NURLU Yıldız, CENGİZ Türkan, SÜTÇÜ Emine, “Bolu Çevresinin Heyelan Duyarlılık Analizi”, **TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi**, 2-6 Kasım 2009, s.: 1-8, İzmir 2009.
- KUMTEPE Pemra, NURLU Yıldız, CENGİZ Türkan, SÜTÇÜ Emine, “Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı”, **HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetim Dergisi**, S: 3 (2011), s.: 41-46.
- LEE Saro, CHOI Jaewon, MIN Kyungduck, “Probabilistic landslide Hazard Mapping Using GIS and Remote Sensing Data At Boun, Korea”, **International Journal of Remote Sensing**, V: 25, I: 11(2004), pp.: 2037-2052.
- LEE Saro, MIN Kyungduck, “Statistical Analyses of Landslide Susceptibility At Yongin, Korea”, **Environmental Geology**, V: 40, N: 9 (2001), pp.: 1095–1113.
- MAGLIULO Paolo, DI LISIO Antonio, RUSSO Filippo, ZELANO Antonio, “Geomorphology and Landslide Susceptibility Assessment Using GIS and Bivariate Statistics: A Case Study in Southern Italy”, **Natural Hazards**, V: 47 (2008), pp.: 411–435.
- MARTZ W. Lawrence, GARBRECHT Jurgen, “Automated Extraction of Drainage Network and Watershed Data from Digital Elevation Models”, **Water Resources Bulletin**, V: 29, I: 6 (1993), pp.: 901-908.
- MCDONALD Ron, ISBELL Ray, SPEIGHT Gary, WALKER Joe, HOPKINS, Mike, **Australian soil and land survey field handbook**, Inkata Press Pty. Ltd., Melbourne 1984.
- MENDAS Abdelkader, “The Contribution of the Digital Elevation Models and Geographic Information Systems in a Watershed, Hydrologic Research”, **Applied Geomatics**, V: 2 (2010), pp.: 33-42.
- MTA, 1:500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (Kars ve Trabzon Paftaları), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara 2002.
- NAGARAJAN Ramasamy, ROY Arijit, VINOD KUMAR R., MUKHERJEE A., KHIRE M. V., “Landslide Hazard Susceptibility Mapping Based On Terrain and Climatic Factors For Tropical Monsoon Regions”, **The Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, V: 58, I: 4 (2000), pp.: 275–287.
- ÖNALP Akın ve AREL Ersin, **Geoteknik Bilgisi II, Yamaç ve Şev’lerin Mühendisliği**, Birsen Yayınevi, İstanbul 2004.
- ÖZEY Ramazan, **Afetler Coğrafyası**, Aktif Yayınevi, İstanbul 2006.

- ÖZTÜRK Kemal, “Heyelanlar ve Türkiye’ye Etkileri”, **Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, C: 22, S: 2 (2002), s.: 35-50.
- PACHAURI K. Ashok, GUPTA P. V., CHANDER R., “Landslide Zoning in A Part of The Garhwal Himalayas”, **Environmental Geology**, V: 36, N: 3-4 (1998), pp.: 325–334.
- PACHAURI K. Ashok, PANT, Manoj, “Landslide Hazard Mapping Based On Geological Attributes”, **Engineering Geology**, V: 32, I: 1-2 (1992), pp.: 81–100.
- PARISE Mario “Landslide Mapping Techniques and Their Use in The Assessment of The Landslide Hazard”, **Physics and Chemistry of the Earth (C)**, Volume: 26, I: 9 (2001), pp.: 697–703.
- REİS Selçuk ve YOMRALIOĞLU Tahsin, “Coğrafi Bilgi Sistemleri İle İl Ölçeğinde Afet Yönetim Amaçlı Planlama”, **TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 28 Mart-1 Nisan 2005**, Ankara 2005.
- REİS Selçuk, YALÇIN Ali, ATASOY Mustafa, NİŞANCI Recep, BAYRAK Temel, SANCAR Cenap ve EKERCİN Semih, “CBS ve Uzaktan Algılama Teknikleri İle Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretimi: Rize İli Örneği”, **Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği V. Teknik Sempozyumu**, 4-6 Şubat 2009, Ankara 2009.
- ROTH R A., “Factors Affecting Landslide Susceptibility in San Mateo Country”, **California: Association of Engineering Geologists Bulletin**, V: 20, I: 4 (1983), pp.: 353-372.
- SAHA Ashis Kumar, GUPTA P. Ravi, ARORA M. K., “GIS-based Landslide Hazard Zonation in the Bhagirathi (Ganga) Valley, Himalayas”, **International Journal of Remote Sensing**, V: 23, I: 2 (2002), pp.: 357-369.
- SCHUSTER L. Robert, FLEMING W. Robert, “Economic Losses and Fatalities Due To Landslides”, **Bulletin of Association of Engineering Geologists**, V: 23 I:1(1986), pp.: 11-28.
- SEVER Ramazan ve KOPAR İbrahim, “Maral Şelalesi (Borçka-Artvin)”, Doğal Ortam Özellikleri ve Ekonomik Potansiyeli”, **Türk Coğrafya Dergisi**, C: 1, S: 11 (2009), s.: 21-38.
- SEVİNDİ Cemal, KOPAR İbrahim ve KAYA Günay, “Akdam (Kağızman-Kars) Heyelanı”, **Doğu Coğrafya Dergisi**, C: 9, S: 11 (2004), s.: 167-188.
- SÜZEN Mehmet Lütfi, DOYURAN Vedat, “Data driven bivariate landslide susceptibility assessment using geographical information systems: a method and application to Asarsuyu catchment, Turkey”, **Engineering Geology**, V: 71, I: (2004), pp.: 303–321.
- ŞAHİN Cemalettin ve SİPAHİOĞLU Şengül, **Doğal Afetler ve Türkiye**, 4. Baskı, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara 2009.
- TAGİL Şermin, “Çakırdere ve Yahu Dere Havzalarında (Balıkesir) Toprak Kaybının Mekânsal Dağılışı ve Etkileyen Faktörler”, **Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, C: 12, S: 22 (2009), s.: 23-39.
- TARHAN Fikret, **Mühendislik Jeolojisi Prensipleri**, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, Trabzon 2002.
- TEMESGEN Berhanu, MOHAMMED M. Umer, KORME Tesfaye, “Natural Hazard Assessment Using GIS and Remote Sensing Methods, With Particular References To The Landslides in The Wondogenet Area, Ethiopia”, **Physics and Chemistry of the Earth (C)**, V: 26, No: 9 (2001), pp.: 665–675.

- ULAŞ Dilber, “Macahel’de Hidroelektrik Santrallerin ve Ekoturizmin Çevreye ve Yöre Halkına Etkileri”, **Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi** (Prof. Dr. Hasan Işın Dener Özel Sayısı), C: 21, S: 1 (2010), s.: 151-158.
- UROMEIHY Ali, MAHDAVIFAR Muhammad Reza, “Landslide Hazard Zonation of The Khorshrostan Area, Iran”, **The Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, V: 58 (2000), pp.: 207–213.
- VARNES J. Davis, **Landslide hazard zonation: a review of principles and practice**, Published by the United Nations Educational, France 1984.
- WELLS, M., **A method of assessing water erosion risk in land capability studies – swan coastal plain & darling range**, Resource Management Technical Report No: 73, Government of Western Australia, ISSN 0729-3135, January, Australia 1988.
- YALÇIN Ali, “GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey)” **Comparisons of Results and Confirmations**, V: 72, I: 1, pp.: 1–12.
- YALÇIN Ali, “Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin ve CBS’nin Kullanımı”, **Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, C: 22, S: 3 (2007), s.: 1-14.
- YILDIRIM Ünal ve EKİNCİ Deniz, Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Kütle Hareketlerinin Değerlendirilmesi: Zonguldak ve Ereğli Kıyısı Örneği, **Sırrı Erinç Sempozyumu 2003**, s.: 186-188, İstanbul 2003.
- YILDIRIM Ünal, “Yüzey Sularının Modellenmesi ve Yönetilmesinde CBS Kullanımına Bir Örnek: Akarçay Havzası ArcHydro Uygulaması”, **Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistemik ve Bölgesel**, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, N: 5, s: 587-622, İstanbul 2011.
- YILMAZ Işık, **Mühendislik Jeolojisi (İlkeler ve Temel Kavramlar)**, Teknik Yayınevi, Ankara 2007.