



İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü



## COĞRAFYA DERGİSİ

Sayı 29, Sayfa 51-69, İstanbul, 2014

Basılı Nüsha ISSN No: 1302-7212

Elektronik Nüsha ISSN No: 1305-5144

### ÇANKIRI-ANKARA KARAYOLU BOYUNCA (AKYURT-ÇANKIRI ARASI) HEYELAN RİSK BÖLGELERİNİN BELİRLENMESİ

*Identification of Landslide Risk Zones Along The Çankırı-Ankara (Between Akyurt and Çankırı) State Road*

Yrd.Doç.Dr. Murat ATAOL

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü  
[murat.ataol@gmail.com](mailto:murat.ataol@gmail.com)

Arş.Gör. Serdar YEŞİLYURT

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü  
[serdar.yesilyurt@yahoo.com](mailto:serdar.yesilyurt@yahoo.com)

Alındığı tarih: 19.03.2014; Kabul tarihi: 27.12.2014

#### Özet

Heyelanlar, ülkemizde en sık karşılaşılan doğal afet türlerinden biridir. Depremlerden sonra en çok yapı hasarı da yine heyelanlar nedeniyle meydana gelmektedir. Çankırı-Ankara karayolunda (Akyurt-Çankırı arası) heyelan olayları yoğun olarak yaşanmaktadır ve özellikle 2012 yılı bahar aylarında pek çok yeni heyelan ve toprak kayması olayı gözlenmiştir.

Bu çalışmada incelenen alanda heyelan oluşumu ile ilgili jeolojik ve topografik unsurlara ait veriler toplanıp frekans oranı metodu kullanılarak heyelan risk grupları belirlenmiştir. Bu gruplara göre çalışma alanının heyelan duyarlılık haritası oluşturulmuş, böylece riskli alanları dolayısıyla karayolu yapımında önlem alınması gereken yerleri belirlemek amaçlanmıştır.

Akyurt-Kalecik sapağı arasında kalan bölge ve Çankırı yakın çevresi heyelan riskinin en fazla olduğu bölgeler olarak tespit edilmiştir. Alandaki aktif heyelanlar bu riskli bölgelerde açılan yol yarmaları üzerinde oluşmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Heyelan, Çankırı-Ankara karayolu, heyelan duyarlılık haritası, frekans oranı metodu

## Abstract

The most common natural disaster type in our country is landslide. Most of the structural damage occur due to the landslides after earthquake damages. Landslide events were observed along The Çankırı-Ankara State Road intensively. Especially in 2012 Spring, a lot of new landslide events were observed.

In this study, data on geological and topographical factors related to landslide occurrence in the investigated area were collected and landslide risk groups were determined by using frequency ratio method. Landslide susceptibility map of the study area has been created according to these groups, so therefore aimed to identify risk areas where measures to be taken in the highway construction.

Most risky areas are the region between Akyurt-Kalecik turn and near surroundings of Çankırı. Active landslides occurred in the area opened on the road cut in the risk zone.

**Keywords:** *Landslide, Çankırı-Ankara State Road, landslide susceptibility map, frequency ratio method*

## 1. GİRİŞ

Heyelanlar, ülkemizde en sık karşılaşılan doğal afet türlerinden biridir. Depremlerden sonra en çok yapı hasarı da yine heyelanlar nedeniyle meydana gelmektedir (Gökçe vd., 2008). Heyelan terimi kaya, döküntü örtüsü veya topraktan oluşmuş kütlelerin yerçekimi etkisi ile yerlerinden koparak yer değiştirmesi olarak tanımlanır (Erinç, 2000). Heyelan olaylarına sebep olan faktörler Sür (1973) tarafından yamaç gradyanının değişmesi, yığılmanın etkisi, sarsıntı ve titreşimler, su miktarındaki değişmeler, yeraltı suyunun etkisi, don olaylarının etkileri, kayaçların ufalanması ve bitki örtüsünün tahribi olarak sıralanmıştır. Heyelanlar yoğun olarak yapı hasarına sebep olmakta, yerleşim alanları dışında yollar ve tarım alanları da heyelanlardan sıklıkla etkilenmektedir.

Ülkemizde heyelan konusunda yapılan çalışmaların bir kısmı bölge ya da il bazında iken (Çiçek, 1985; Öner, 1985; Reis vd., 2012; Yalçın vd., 2011) bir diğer kısmında belirli heyelanlara odaklanılmıştır (Doğu vd., 1989; Ertek vd., 1993; Girgin, 1996; Gökçeoğlu vd., 2005; Erginal ve Bayrakdar, 2006; Yılmaz, 2009 ). Bunların yanında bir hat boyunca meydana gelen heyelanlar üzerine de çalışmalar bulunmaktadır (Atalay, 1977; Öner ve Çiçek, 1987).

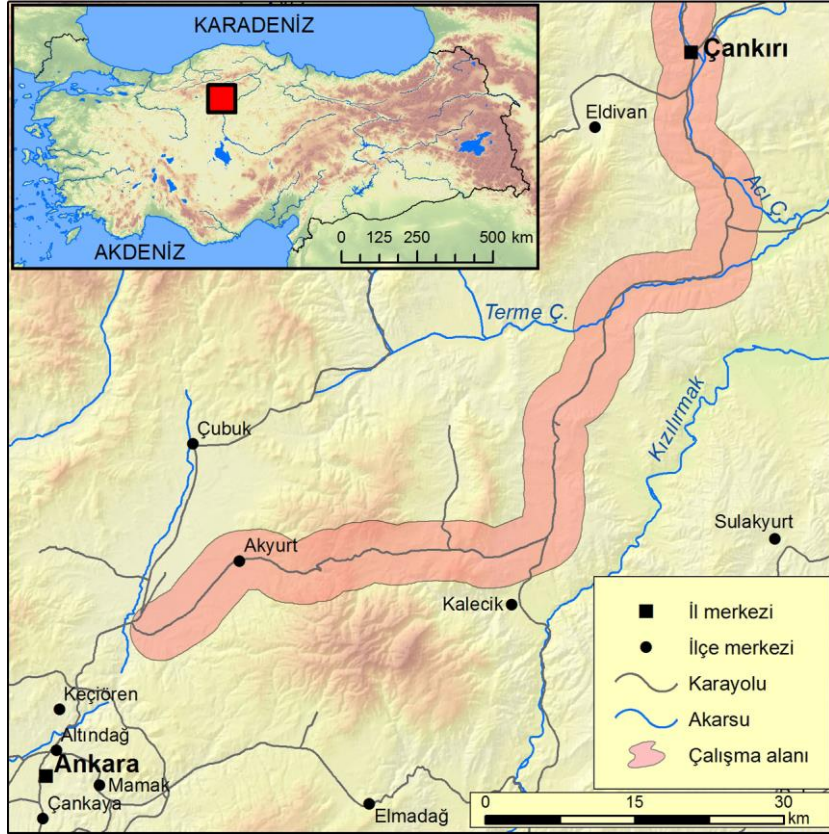
Çankırı-Ankara karayolundaki yol genişletme çalışmaları ve Akyurt doğusundaki güzergah değişikliği sonucunda heyelan olayları yoğun olarak görülmeye başlanmıştır. Çankırı-Ankara karayolu yaklaşık 130 km uzunluğunda olup yolun Akyurt-Çankırı arasında kalan kısmının uzunluğu 97 km'dir. Ankara'dan Çankırı ile birlikte Kastamonu ve Sinop'a olan karayolu ulaşımı da yine bu hat üzerinden sağlanmaktadır. Yolun kesintisiz olarak bölünmüş karayolu haline getirilmesi için özellikle 2009-2011 yılları arasında yoğun olarak çalışmalar yapılmıştır. 2011'de Akyurt'un doğusunda karayolunun geliş-gidiş hatları birbirinden ayrılmış, Ankara'ya gidiş yönündeki yeni yol güzergâhı kullanıma açılmıştır. Bu alandaki yamaç dengesizliği nedeniyle aynı yıl heyelan olayları görülmeye başlanmış olup, 2012 ve 2013 yılı bahar aylarında da pek çok yeni heyelan ve toprak kayması olayı bu makalenin yazarları tarafından gözlenmiştir.

# ÇANKIRI-ANKARA KARAYOLU BOYUNCA (AKYURT-ÇANKIRI ARASI) HEYELAN RİSK BÖLGELERİNİN BELİRLENMESİ

## 2. AMAÇ VE KAPSAM

Çankırı-Ankara karayolunda yol genişletme çalışmaları ve 2011 yılında Akyurt doğusundaki güzergâh değişikliği sonucunda heyelan olayları yoğun olarak görülmeye başlanmış ve özellikle 2012 ve 2013 yılı bahar aylarında pek çok yeni heyelan ve toprak kayması olayı gözlenmiştir (Şekil 5-6). Yapılan gözlemler heyelanlardan karayolu ve tarım alanlarının sıklıkla etkilendiğini göstermektedir. Bu çalışmanın amacı Çankırı-Ankara karayolu ve yakın çevresinin heyelan duyarlılık haritasını oluşturmak, böylece riskli alanları tespit ederek önlem alınması gereken yerleri belirlemektir. CBS ortamında Akyurt'tan Çankırı'ya kadar uzanan 97 km uzunluğundaki karayolunu merkez alan 6 km genişlikte bir koridor oluşturularak çalışma alanı belirlenmiştir (Şekil 1).

Heyelan duyarlılık analizleri ülkemizde daha çok Karadeniz Bölgesi (Reis vd., 2012; Yalçın vd., 2011) ile Erzurum-Sivas (Nefeslioğlu, 2008; Gökçeoğlu vd., 2005) yörelerinde uygulanmış olup jeolojik yapısı nedeniyle heyelan açısından aktif bir bölgede yer alan Çankırı İli'nde benzer çalışmalar henüz yapılmamıştır. Bu çalışma ile jipsli ve killi jeolojik formasyonların ağırlıkta olduğu Çankırı civarında heyelan duyarlılık analizleri yapılarak Ankara-Çankırı karayolunu etkileyebilecek riskli bölgeler belirlenmiştir.



**Şekil 1:** Çalışma alanının yeri  
**Figure 1:** Location of the study area

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Heyelan risk bölgelerinin tespitine yönelik çalışmalarda öncelikle alanın litolojik özellikleri ile eğim-bakı gibi topografik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle ArcGIS 10 yazılımı ile çalışma alanına ait 1:100.000 ölçekli jeoloji haritalarından kayaç bilgileri, 1:25.000 ölçekli topografya haritalarından eşyükselti eğrileri CBS ortamına aktarılmıştır. Duman vd. (2007) tarafından hazırlanan bölgenin heyelan envanter haritası içinde yer alan heyelan verileri ile birlikte incelenen yol boyunca görülen aktif durumdaki heyelan alanları da CBS ortamına aktarılarak güncel heyelan envanter haritası oluşturulmuştur. Hava fotoğrafları ve yakın zamana ait uydu görüntüleri kullanılarak Çankırı-Ankara karayolu güzergahında yapılan yenilemeler CBS ortamına aktarılmış, bu yol baz alınarak yolun her iki yanında 3 km genişlikte olmak üzere 6 km'lik bir koridor oluşturulmuştur (İnceleme alanı daha da genişletildiğinde Karbasan Dağı'ndaki doğal heyelan alanlarının toplam heyelan alanlarındaki payı artmakta ve karayolunu etkileyen-etkileme potansiyeli olan heyelanların analizdeki ağırlığı azalmaktadır). Oluşturulan koridor içinde kalan topografik verilerden 10x10 m. çözünürlükte sayısal yükselti modeli oluşturulmuş, bu modelden ayrıca eğim, bakı ve eğrilik haritaları üretilmiştir. Aynı koridor içinde kalan jeolojik formasyonlar, yol ve akarsu verileri de aynı çözünürlükte grid verisine dönüştürülerek analize uygun hale getirilmiştir. Tüm veriler için UTM (36. zon) projeksiyonu kullanılmıştır.

Heyelan risk bölgelerinin tespitinde frekans oranı metodu kullanılmıştır. Bu metod mevcut heyelanlarının konumları ile heyelanı etkileyen faktörler arasındaki ilişki ortaya çıkarmaktadır. Frekans oranı metodu bir olasılık modeline sahip olup frekans oranı, bir olayın gerçekleşme olasılığının gerçekleşmeme olasılığına oranı olarak tanımlanabilir. Yeterli veri ile kullanıldığında heyelan duyarlılık analizinde iyi sonuç veren, uygulaması kolay bir olasılık modelidir, bu nedenle lojistik regresyon, yapay sinir ağları metotları ile birlikte heyelan duyarlılığında sıkça kullanılan metotlardandır (Yılmaz, 2009; Erener ve Lacasse, 2007, Akıncı vd., 2010).

Yukarıda açıklanan 10x10 m çözünürlükteki tüm katmanların mevcut heyelan alanlarını içeren kısımları da ayrıca hesaplanmış, her kategoride grid verisi olarak heyelanlı alanlar da aynı çözünürlükte elde edilmiştir. Sayısal yükselti modeli, eğim, karayoluna ve akarsuya yakınlık katmanları kategorilere ayrılmış; bakı ve eğrilik katmanları kendi doğal kategorileri ile kullanılmış, jeoloji katmanı da litolojik birimler halinde kategorilere ayrılmıştır.

Her bir katmanın kategorilerinin frekans oranını bulmak için  $FR = PLO / PIF$  formülü kullanılmıştır. PLO (Percent Influencing Factor – Etki Yüzdesi) belirlenen alt kategorideki toplam hücre sayısını, PIF (Percent Landslide Occurrence – Heyelan Yüzdesi) aynı kategorideki heyelan içeren hücre sayısını temsil eder. Bunların birbirlerine oranı da frekans oranını vermektedir (Erener ve Düzgün, 2010; Eker vd, 2012).

Her kategori için hesaplanan frekans oranları ArcGIS 10 ortamında ilgili katmana atanmış, tüm kategoriler üst üste çakıştırılarak 10x10 m hassasiyetinde heyelan duyarlılık indeksi (LSI – Landslide Susceptibility Index) elde edilmiştir. Bu değerler 4 sınıfta kategorize edilmiş (düşük, orta, yüksek ve çok yüksek duyarlılık) ve heyelan duyarlılık haritası üretilmiştir (Şekil 10 ve Şekil 11).

## 4. AKYURT-ÇANKIRI ARASINDA HEYELAN OLUŞUMUNDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

### 4.1. Jeolojik Özelliklerin Etkisi

Çalışma alanı Mesozoyik döneme ait birimler ile bunları örten Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı çökel ve volkanitlerden oluşmaktadır (Şekil 4). Ankara-Çankırı karayolu boyunca Akyurt ilçe merkezinden Çankırı merkeze doğru gidildikçe yaşlı jeolojik birimlerden genç olanlarına doğru bir geçiş bulunmaktadır. Devlet karayolu Akyurt doğusundan Kalecik yol ayrımına kadar büyük oranda Triyas yaşlı split, pelajik kireçtaşı, diyabaz ve neritik kireçtaşı bloklarından oluşan Karakaya Karışığı (Sarıaslan vd, 1986) ismi verilmiş olan formasyon üzerinden geçer. Şentürk ve Karaköse (1981) bu formasyonun yer yer kırmızı

## ÇANKIRI-ANKARA KARAYOLU BOYUNCA (AKYURT-ÇANKIRI ARASI) HEYELAN RİSK BÖLGELERİNİN BELİRLENMESİ

derin deniz killeri, çört ve pelajik çökel ara katkıları bulunduran spilitik volkanitler içinde blok görünümünde sığ deniz kökenli çeşitli irilikte kireçtaşı bloklarıyla kalkışist, diyabaz, radyolarit bloklarından oluştuğunu belirtmişlerdir. Yol genişletme çalışmaları sonrasında oluşan heyelanlar da bu formasyon üzerindedir. (Aynı formasyon MTA'nın en güncel 1/100binlik jeoloji haritalarında metaçakıltası, metakumtaşı, metavolkanit ve kumlu kireçtaşı olarak gösterilmektedir (Dönmez ve Akçay, 2010)).

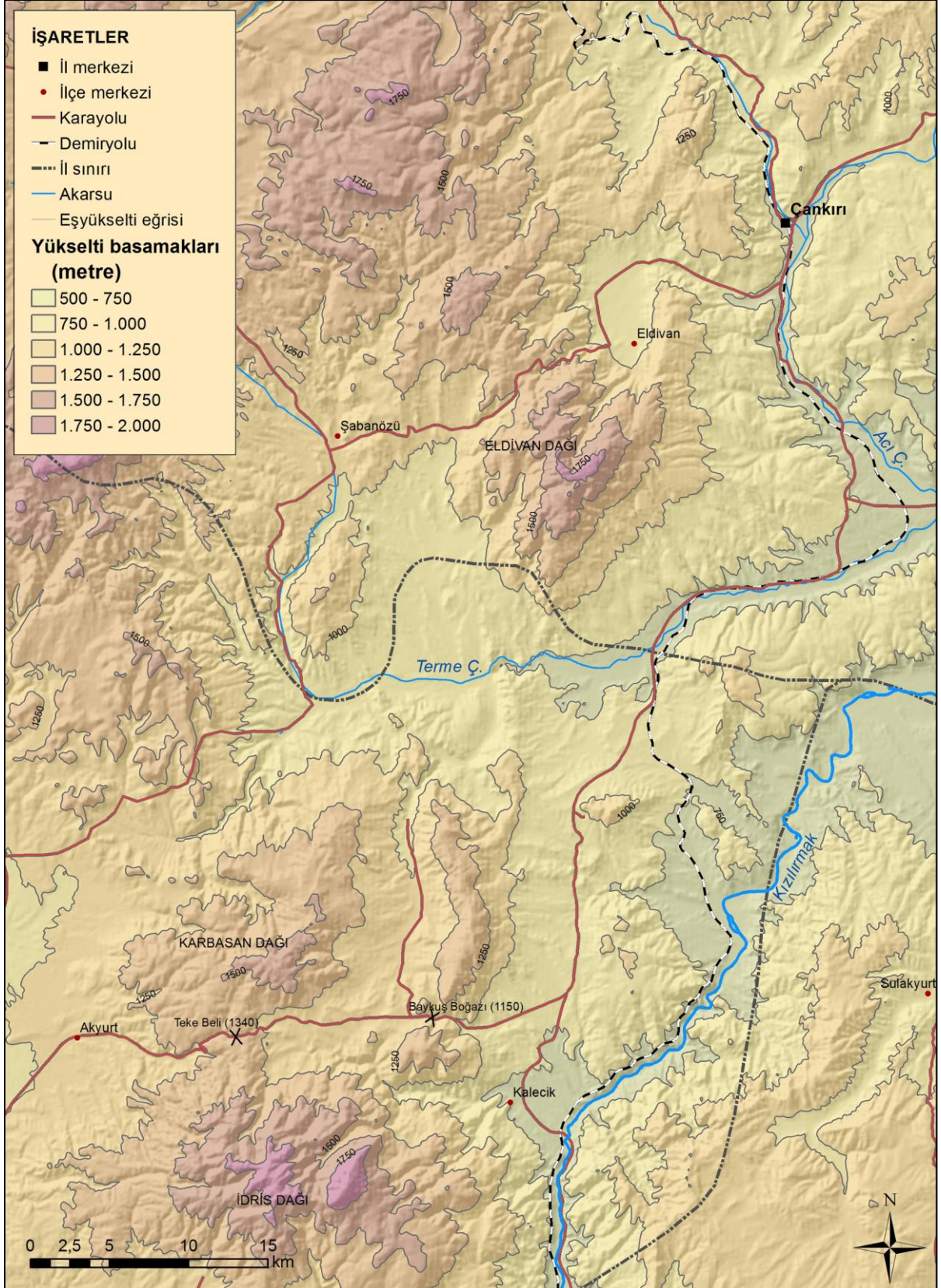
Kalecik yol ayırımından sonra karayolu, Terme Çayı vadisine kadar Hançili Formasyonu adı verilen, çakıltası, kumtaşı, silttaşı, marn, killi kireçtaşı ve tüfit aralanması ile yer yer jips ve bitümlü şeyl içeren akarsu ve gölsel çökellerden oluşan çok daha genç bir yapı üzerinde bulunmaktadır.

Terme Çayı Vadisi'ne girişte kırmızı, gri renkli çakıltası, kumtaşı, silttaşı ile az oranda marn, tuf ve killi kireçtaşı aralanmasından oluşan akarsu ve göl çökellerinin oluşturduğu Kumartaş formasyonu bulunur. Bu birimden sonra karayolu Çankırı merkeze kadar büyük oranda jips, çamurtaşı, kumtaşı, tüfit ara düzeyli Bozkır Formasyonu (Dönmez ve Akçay, 2010) ve vadi tabanında Kuvaterner alüvyonlar, akarsu sekileri ile birikinti koni ve yalpezeleri üzerinde bulunmaktadır.

Bugün Ankara-Çankırı devlet karayolunun heyelana karşı en duyarlı olduğu yer Karakaya Karışığı ile yer yer aynı döneme ait kireçtaşlarından oluşan Keçikaya Formasyonu'nun bulunduğu Akyurt-Kalecik arasındaki bölümdür. 2010 yılından sonra yol genişletme çalışmaları sonucu bu formasyonlara ait litoloji üzerinde açılan yol yarmaları bu alanda heyelanları tetiklemiştir. Açılan yol yarmalarına bağlı olarak Akyurt-Kalecik yol ayırımı arasındaki bölümde heyelan açısından hassas olan litolojik temel üzerinde birçok heyelan gerçekleşmiştir.

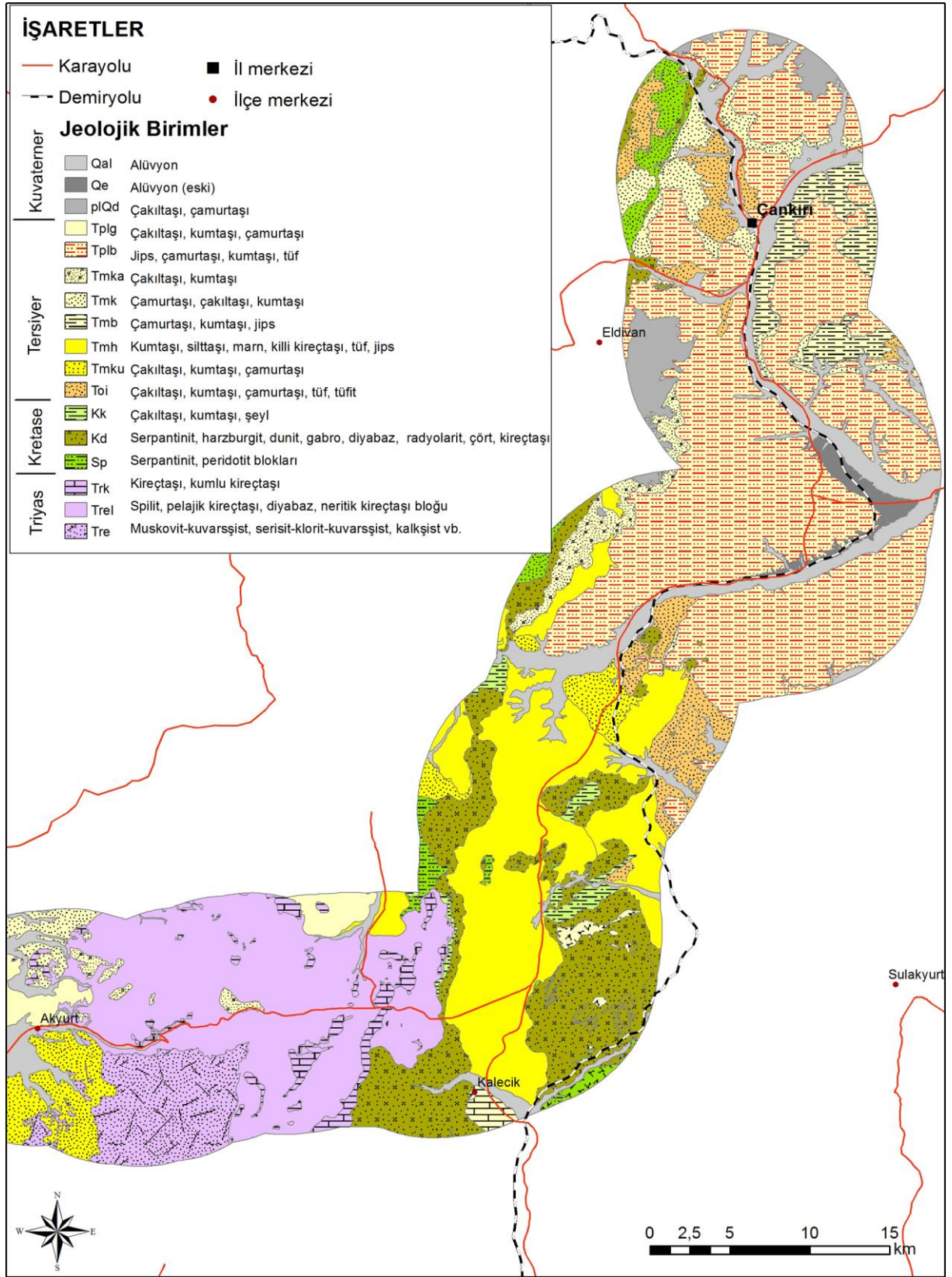


**Şekil 2.** Teke Beli civarındaki heyelan alanları  
**Figure 2.** Landslide areas near The Tekebel



**Şekil 3.** Çalışma alanının topografya haritası  
**Figure 3.** The topographical map of study area

ÇANKIRI-ANKARA KARAYOLU BOYUNCA (AKYURT-ÇANKIRI ARASI) HEYELAN RİSK BÖLGELERİNİN BELİRLENMESİ



**Şekil 4.** Çankırı-Ankara Karayolu boyunca 15 km'lik koridorun jeoloji haritası  
**Figure 4.** Geology Map of 15 km Corridor of Çankırı-Ankara State Road  
 (Kaynak: MTA 1:100.000 ölçekli G31, H30, H31 pafta numaralı jeoloji haritaları)

#### 4.2. Jeomorfolojik Özelliklerin Etkisi

Çalışma alanını teşkil eden Çankırı-Ankara karayolu, Kalecik sapağı öncesi ve sonrasında farklı litolojik birimlerle birlikte farklı yüzey şekilleri üzerinden geçmektedir. Akyurt sonrasında karayolu genellikle akarsu taraçaları üzerinde yer almakta, vadilerin daraldığı kesimlerde aşınım yüzeylerinin yamaçlarında yol yarmaları yapılmıştır. Akyurt doğusundaki aşınım yüzeyleri Sarıaslan vd. (1986) tarafından Pliyosen-Pleyistosen yaşlı jeomorfolojik birimler olarak haritalanmıştır.

Akyurt'un 10 km kadar doğusundan itibaren yol, Karbasan Dağı'nın güney eteklerinden geçmektedir. Yol genişletme çalışmaları ve gidiş geliş güzergahlarını ayırma çalışmaları sırasında bu bölgede mevcut yol yarmaları daha da genişletilmiş ya da daha önce hiç yol yarması açılmamış yamaçlarda yeni yol yarmaları açılmıştır. Bu durum yolun bazı kesimlerinde yamaç dengesinin yağışlarla birlikte bozulacak hale gelmesine neden olmuş ve yakın dönem heyelanları gerçekleşmiştir (Şekil 5-6). Bu kesim aynı zamanda karayolunun en yüksek seviyelere çıktığı kısım olup Karbasan Dağı ile İdris Dağı arasından geçilirken (Teke Beli) yolun yüksekliği 1340 metreye kadar çıkmaktadır.

Çankırı yönünde ilerlendiğinde ikinci bir eşik daha bulunmakta olup Baykuş Boğazı olarak adlandırılır. Kireçtaşı kütleleri içinde açılmış olan bu boğazda yolun yüksekliği 1150 metre olup bu eşikten sonra yol çoğunlukla aşınım yüzeyleri ve Terme Çayı ile Acıçay'ın vadi tabanı kenarından geçerek Çankırı'ya ulaşmaktadır (Şekil 3). Bu kesimdeki aşınım yüzeylerine Doğan (1996) tarafından Pliyosen yaşı verilmiştir.

Çankırı-Ankara karayolu etkileyen heyelanlar çoğunlukla aşınım yüzeylerini vadilere bağlayan yamaçlar üzerinde gerçekleşmekte olup, bu alanlardaki heyelanların da temel sebebi yol yarmaları nedeniyle yamaç stabilitesinin bozulmasıdır (Şekil 5, Şekil 6).



**Şekil 5a.** 1 Numaralı Heyelan Alanı  
**Figure 5a.** Landslide Area Number 1



**Şekil 5b.** 2 Numaralı Heyelan Alanı  
**Figure 5b.** Landslide Area Number 2



**Şekil 6.** 3 Numaralı Heyelan Alanı  
**Figure 6.** Landslide Area Number 3

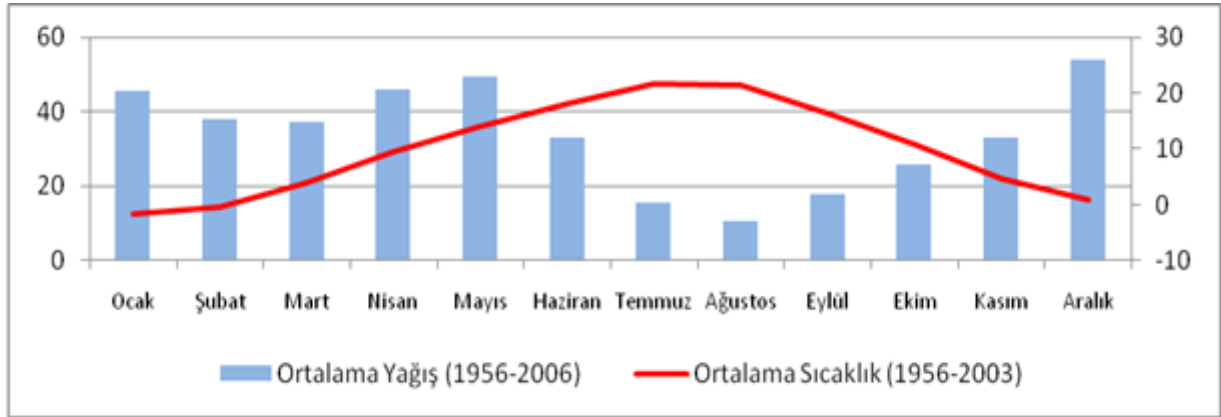


#### 4.3. İklim Özelliklerinin Etkisi

Heyelanlar çoğunlukla yağışlı ya da zeminin nemli olduğu mevsimlerde oluşur. Yağmurlar ve kar erimeleri anakaya ya da döküntü malzemelerinin içine su sızmasına olanak sağlar. Bu durum zemini oluşturan unsurlar arasındaki bağı azalttığı gibi ağırlık artışına da neden olurken sürtünmeyi de azaltarak heyelanı kolaylaştırır (Erinç, 2000). Bu nedenle yağış, heyelana uygun alanlarda kütle hareketinin gerçekleşmesi için tetikleyici rol oynamaktadır.

İncelenen alan, Ankara ve Çankırı sınırları içinde yer almakta, bu iki ilin de iklim özelliklerinin çok benzer olduğu görülmektedir. Her iki il de yarı kurak, 1. dereceden mezotermal (orta sıcaklıkta), su fazlasının olmadığı ya da çok az olduğu, karasal iklim koşullarına sahiptir (Çiçek, 1996).

Çalışma alanının yağış miktarını ve zamanını öğrenmek için kullanılabilir en yakın meteoroloji istasyonları Ankara Esenboğa Havalimanı yanındaki Esenboğa meteoroloji istasyonu ile Çankırı meteoroloji istasyonudur. Esenboğa'da 1956-2006 yılları arasında gözlenen yıllık ortalama yağış 406,8 mm olup Aralık-Ocak ayları ile Nisan-Mayıs ayları yağışın en çok görüldüğü dönemlere karşılık gelmektedir (Şekil 7).

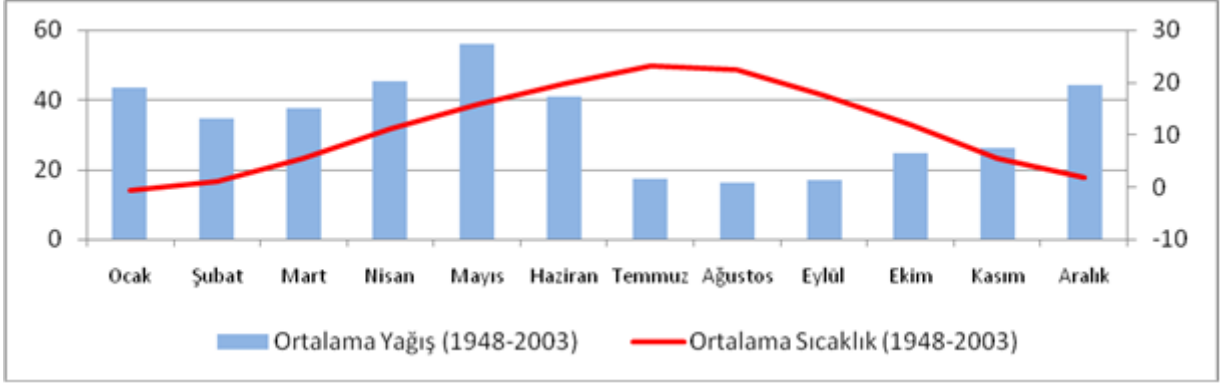


**Şekil 7.** Esenboğa'nın aylık ortalama yağış ve sıcaklık grafiği  
**Figure 7.** Monthly average precipitation and temperature chart of Esenboğa

Çankırı'da 1948-2003 yılları arasında gözlenen yıllık ortalama yağış 403 mm olup en yüksek yağış miktarına ilkbahar aylarında ulaşılmaktadır. Yaz ve sonbahar mevsimleri çok az miktarda yağış görülmektedir (Şekil 8).

Karla örtülü gün sayısı 1970-2011 dönemi meteoroloji verilerine göre Ankara'da 22, Çankırı'da 23'tür (Günel, 2013). Kar örtüsünün kuzey yamaçlarda daha uzun süre kalmasının alandaki heyelanların kuzey yönlü yamaçlarda daha fazla olmasında payı bulunmaktadır.

Yağışlı devrede zeminin suya doymun hale gelmesi heyelan olaylarını da tetiklemekte olup, çalışma alanındaki güncel heyelanlarda bu dönemlerde akma hareketlerinin de devam ettiği gözlenmiştir. Temmuz ve Ağustos ayları en kurak döneme karşılık gelmekte olup yaz dönemi bölgede heyelan aktiviteleri de azalmaktadır.



**Şekil 8.** Çankırı'nın aylık ortalama yağış ve sıcaklık grafiği  
**Figure 8.** Monthly average precipitation and temperature chart of Çankırı

#### 4.4. Yol Çalışmaları

Yolun kesintisiz olarak bölünmüş karayolu haline getirilmesi için özellikle 2009-2011 yılları arasında yoğun olarak çalışmalar yapılmıştır. 2011'de Akyurt'un doğusunda karayolunun geliş-gidiş hatları birbirinden ayrılmış, Ankara'ya gidiş yönündeki yeni yol güzergahı kullanıma açılmıştır. Bu alandaki yamaç dengesizliği nedeniyle aynı yıl heyelan olayları görülmeye başlanmış olup, 2012 ve 2013 yılı bahar aylarında da pek çok yeni heyelan ve toprak kayması olayı gerçekleşmiştir. Alandaki son birkaç yıla ait güncel heyelanlar doğal süreç içerisinde gelişen heyelanlar olmayıp yol açma-genişletme çalışmalarının yol açtığı yamaç dengesizliklerinin sonucudur.

Yol yarmalarında yamaç eğiminin yüksek olduğu, yapılan istinat duvarlarının yamaç dengesini sağlamada yetersiz kaldığı görülmektedir. Heyelan oluşumuna uygun litolojik birimlerin bulunduğu alanlarda yamaçların daha da yatıklaştırılarak yamaç yükünün azaltılması ve taraçalandırma yapılması gerekmektedir.

#### 5. BULGULAR

Litolojik birimler, sayısal yükselti modeli, eğim, bakı, eğrilik, karayoluna ve akarsuya yakınlık katmanları CBS ortamında çakıştırıldığında elde edilen heyelan duyarlılık indeksi 2.77 ile 13.54 aralığındadır. Mevcut heyelanların %70'i haritada yüksek duyarlı ve çok yüksek duyarlı olarak sınıflanan bölgelerde yer almaktadır.

Bu çalışmada heyelan duyarlılık haritasını şekillendiren başlıca unsurun jeolojik formasyonlar olduğu görülmektedir. Frekans oranı en yüksek 4 formasyon Tmk (Çamurtaşı, çakıltası, kumtaşı), Tmb (Çamurtaşı, kumtaşı, jips), Toi (Çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı, tüf) ve Trel (Spilit, pelajik kireçtaşı, diyabaz, neritik kireçtaşı bloğu) olup frekans oranları sırasıyla 5.69, 5.5, 3.9, 2.49'dur. Ancak heyelan alanlarında bu formasyonların kapladığı alana bakıldığında Trel simgesi ile belirtilen formasyon %40.68 oranı ile ilk sıradadır. Bu formasyonun alanın genelinde kapladığı alan çok yüksek olmadığı için frekans oranı daha düşük kalmaktadır. Spilit, pelajik kireçtaşı, diyabaz, neritik kireçtaşı bloğundan oluşan ve genel olarak Karakaya karışığı olarak adlandırılan bu formasyon için Şentürk ve Karaköse (1981) yer yer kırmızı derin deniz killeri, çört ve pelajik çökel ara katkıları bulunduran spilitik volkanitler içinde blok görünümünde sığ deniz kökenli çeşitli irilikte kireçtaşı bloklarıyla kalkşist, diyabaz, radyolarit bloklarından oluştuğunu ifade etmiştir. Yol genişletme çalışmaları sonrasında oluşan heyelanlar da bu formasyon üzerindedir.

ÇANKIRI-ANKARA KARAYOLU BOYUNCA (AKYURT-ÇANKIRI ARASI) HEYELAN RİSK BÖLGELERİNİN BELİRLENMESİ

**Tablo 1.** Heyelanı etkileyen faktörlerin frekans oranları  
**Table 1.** Frequency rate of factors affecting landslide

| Katman            | Kategori  | Heyelanlı Pksel Sayısı | PLO (%) | Alandaki Pksel Sayısı | PIF (%)     | Frekans Oran |
|-------------------|-----------|------------------------|---------|-----------------------|-------------|--------------|
| Yükseklik         | < 800     | 32129                  | 27.18   | 2021159               | 30.95       | <b>0.88</b>  |
|                   | 800-1000  | 31442                  | 26.58   | 2408494               | 36.88       | <b>0.72</b>  |
|                   | 1000-1200 | 24635                  | 20.85   | 1259175               | 19.28       | <b>1.08</b>  |
|                   | 1200-1400 | 22605                  | 19.19   | 677941                | 10.38       | <b>1.84</b>  |
|                   | > 1400    | 7460                   | 6.38    | 163587                | 2.51        | <b>2.54</b>  |
| Eğim              | 0-5       | 13322                  | 11.26   | 2393332               | 36.64       | <b>0.31</b>  |
|                   | 5-10      | 36785                  | 31.10   | 1772106               | 27.14       | <b>1.15</b>  |
|                   | 10-15     | 30641                  | 25.91   | 1048875               | 16.06       | <b>1.61</b>  |
|                   | 15-20     | 20729                  | 17.53   | 681560                | 10.44       | <b>1.68</b>  |
|                   | > 20      | 16794                  | 14.20   | 634483                | 9.72        | <b>1.46</b>  |
| Bakı              | Düz       | 72                     | 0.06    | 169261                | 2.59        | <b>0.02</b>  |
|                   | Kuzey     | 18209                  | 15.40   | 675356                | 10.34       | <b>1.49</b>  |
|                   | Kuzeydoğu | 15285                  | 12.92   | 855225                | 13.10       | <b>0.99</b>  |
|                   | Doğu      | 13553                  | 11.46   | 801756                | 12.28       | <b>0.93</b>  |
|                   | Güneydoğu | 17476                  | 14.78   | 930602                | 14.25       | <b>1.04</b>  |
|                   | Güney     | 11816                  | 9.99    | 750788                | 11.50       | <b>0.87</b>  |
|                   | Güneybatı | 10279                  | 8.69    | 842997                | 12.91       | <b>0.67</b>  |
|                   | Batı      | 11819                  | 9.99    | 704279                | 10.78       | <b>0.93</b>  |
| Eğrilik           | Kuzeybatı | 19762                  | 16.71   | 800092                | 12.25       | <b>1.36</b>  |
|                   | Düz       | 3517                   | 2.97    | 437921                | 6.71        | <b>0.44</b>  |
|                   | İçbükey   | 56596                  | 47.85   | 2987899               | 45.75       | <b>1.05</b>  |
|                   | Dışbükey  | 58158                  | 49.17   | 3104536               | 47.54       | <b>1.03</b>  |
| Yola Yakınlık     | 0-500     | 12292                  | 10.39   | 1085886               | 16.63       | <b>0.62</b>  |
|                   | 500-1000  | 16693                  | 14.11   | 1067411               | 16.35       | <b>0.86</b>  |
|                   | 1000-1500 | 14585                  | 12.33   | 1060067               | 16.23       | <b>0.76</b>  |
|                   | 1500-2000 | 24985                  | 21.13   | 1053354               | 16.13       | <b>1.31</b>  |
|                   | 2000-2500 | 21971                  | 18.58   | 1046603               | 16.03       | <b>1.16</b>  |
|                   | 2500-3000 | 27745                  | 23.46   | 1217035               | 18.64       | <b>1.26</b>  |
| Akarsuya Yakınlık | 0-500     | 14960                  | 12.65   | 812180                | 12.44       | <b>1.02</b>  |
|                   | 500-1000  | 23732                  | 20.10   | 790621                | 12.11       | <b>1.66</b>  |
|                   | 1000-1500 | 17194                  | 14.54   | 774871                | 11.87       | <b>1.22</b>  |
|                   | 1500-2000 | 16417                  | 13.88   | 763512                | 11.69       | <b>1.19</b>  |
|                   | 2000-2500 | 13626                  | 11.52   | 716163                | 10.97       | <b>1.05</b>  |
|                   | >2500     | 32342                  | 27.35   | 2673009               | 40.93       | <b>0.67</b>  |
| Formasyon         | Kd        | 1028                   | 0.87    | 401420                | 6.15        | <b>0.14</b>  |
|                   | Qa        | 3080                   | 2.61    | 826777                | 12.66       | <b>0.21</b>  |
|                   | Tplb      | 27109                  | 22.92   | 1730634               | 26.50       | <b>0.86</b>  |
|                   | Toi       | 14218                  | 12.02   | 201318                | 3.08        | <b>3.90</b>  |
|                   | Tmka      | 0                      | 0       | 33891                 | 0.52        | <b>0</b>     |
|                   | Tmku      | 0                      | 0       | 489717                | 7.50        | <b>0</b>     |
|                   | Tmb       | 12469                  | 10.54   | 125290                | 1.92        | <b>5.50</b>  |
|                   | Tmk       | 8474                   | 7.17    | 82174                 | 1.26        | <b>5.69</b>  |
|                   | plQd      | 0                      | 0       | 486                   | 0.01        | <b>0</b>     |
|                   | Kk        | 617                    | 0.52    | 90451                 | 1.39        | <b>0.38</b>  |
|                   | Qe        | 0                      | 0       | 76298                 | 1.17        | <b>0</b>     |
|                   | Tmh       | 0                      | 0       | 983285                | 15.06       | <b>0</b>     |
|                   | Tplg      | 0                      | 0       | 129894                | 1.99        | <b>0</b>     |
|                   | Trel      | 48116                  | 40.68   | 1067851               | 16.35       | <b>2.49</b>  |
|                   | Trk       | 790                    | 0.67    | 98308                 | 1.50        | <b>0.44</b>  |
|                   | Sp        | 0                      | 0       | 4492                  | 0.06        | <b>0</b>     |
| Tre               | 2370      | 2                      | 188070  | 2.88                  | <b>0.70</b> |              |

Toi simgesi ile gösterilen, çakıtaşı, kumtaşı, çamurtaşı, tüflerden oluşan alanlar da heyelan alanları içerisinde %12.02'lik paya sahiptir. Ankara-Çankırı karayolunun Terme Çayı vadisine girdiği kesimde yolun doğu kesiminde yer alan formasyon üzerinde heyelanlar da mevcut olup karayolundan çok bu formasyona daha yakın güzergahta bulunan demiryolu için bir tehdit durumundadır. Aynı formasyon Çankırı'dan Kastamonu yönüne devam eden yolun her iki yanında yer almaktadır.

Çok daha genç oluşumlar olup çamurtaşı, çakıltası, kumtaşı ve jips içeren formasyonlar ise en yüksek frekans oranlarına sahip olup Çankırı'dan Ankara'ya geliş yönünde ilk 10 km'de etkili durumdadır. Ancak heyelan riski bu kesimde Acıçay Vadisi'nin doğu yamaçlarında daha yüksek olup, karayolu güzergahı çoğunlukla vadinin batı kesiminde yer almaktadır. Ayrıca karayolunun demiryolu ile kesişmemesi için yolun Acıçay Vadisi'nin batı yamacına alınmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar tamamlandığında karayolu kesintisiz olarak vadinin batı kısmına taşınmış olacaktır.

Heyelan oluşumunda litolojik yapı ile birlikte diğer önemli unsur eğim şartlarıdır. Frekans oranlarına bakıldığında heyelanların 10 derecenin üzerindeki yamaçlarda ağırlıklı olarak bulunduğu, 15-20 derecelik eğime sahip yamaçlarda yoğunlaştığı görülmektedir. Eğimin arttıkça heyelan görülme sıklığının da artması beklenir ancak analizde kullanılan heyelan envanter haritalarında heyelanların kayma yamacı ile birlikte topuk kısmında yığılan malzemenin kapladığı alanın da tek poligon (kapalı alan) halinde haritalanması, heyelanlı alanlardaki yüksek eğimli yamaçların toplamdaki oranını azaltmaktadır. Heyelan alanlarını haritalamada kayma yamacı ile yığılma alanının ayrı alanlar olarak gösterilmesi durumunda bu tip analizlerde eğim koşulları çok daha etkin hale gelmesi beklenebilir.

Bakı koşulları dikkate alındığında mevcut heyelanların dağılımına paralel olarak kuzey, kuzeybatı ve güneydoğuya bakan yamaçların frekans oranları yüksek çıkmaktadır. İçbükey yamaçların frekans oranı dışbükey yamaçlara oranla çok az farkla fazla olmakla birlikte dışbükey yamaçlarda görülen heyelan alanlarının oranı biraz daha fazladır.

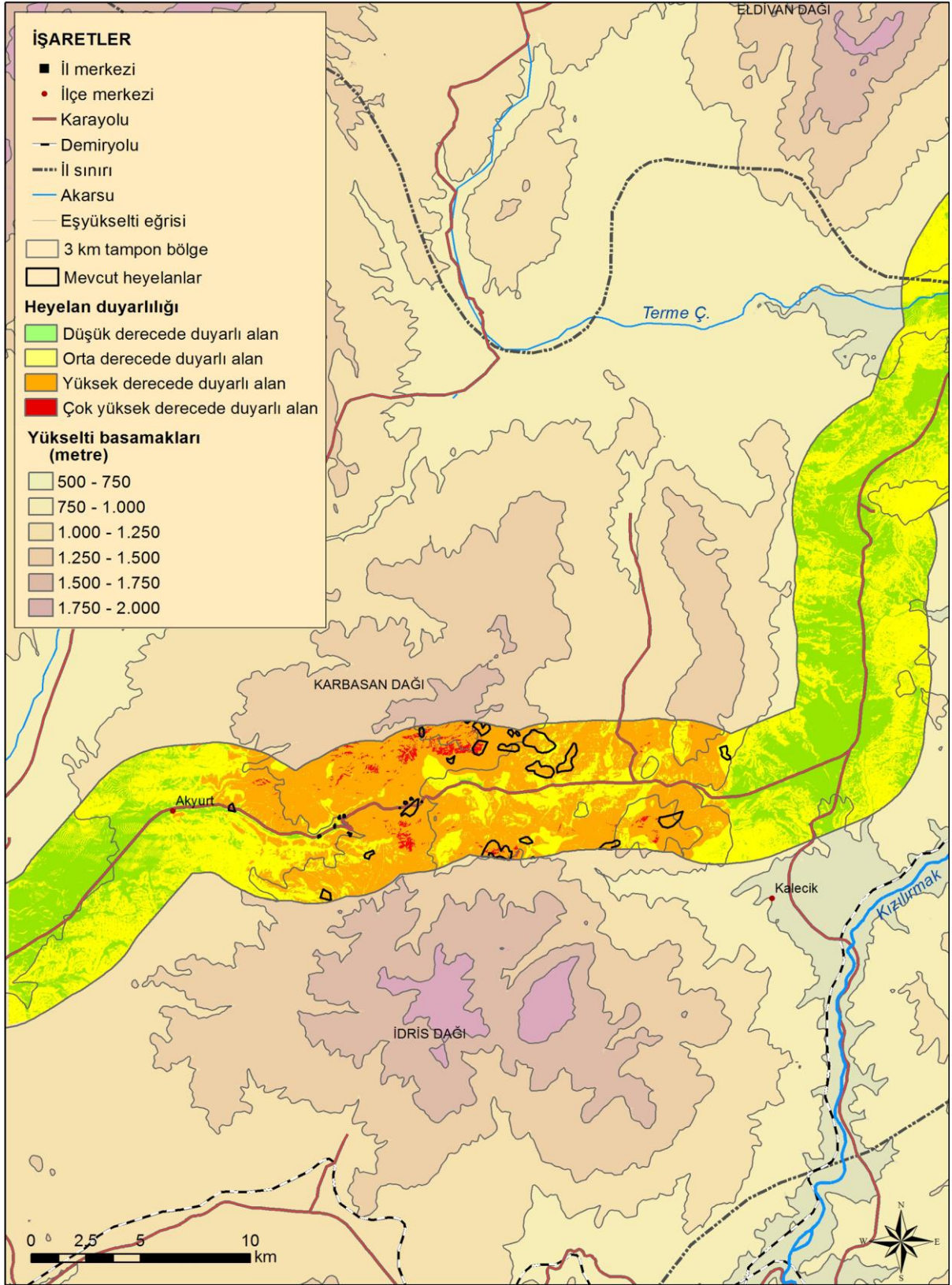
Akarsuya yakınlık kategorilerinde akarsuya 500-1000 metre mesafede yer alan heyelanlar en yüksek orana sahip olup bu kuşağın frekans oranı da diğerlerinden fazladır. Yola yakınlık kategorilerinde ise yoldan uzak alanların frekans oranı daha fazla çıkmış olup bu durum inceleme alanında yoldan uzak heyelanların yakın olanlardan yüzölçümü olarak daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



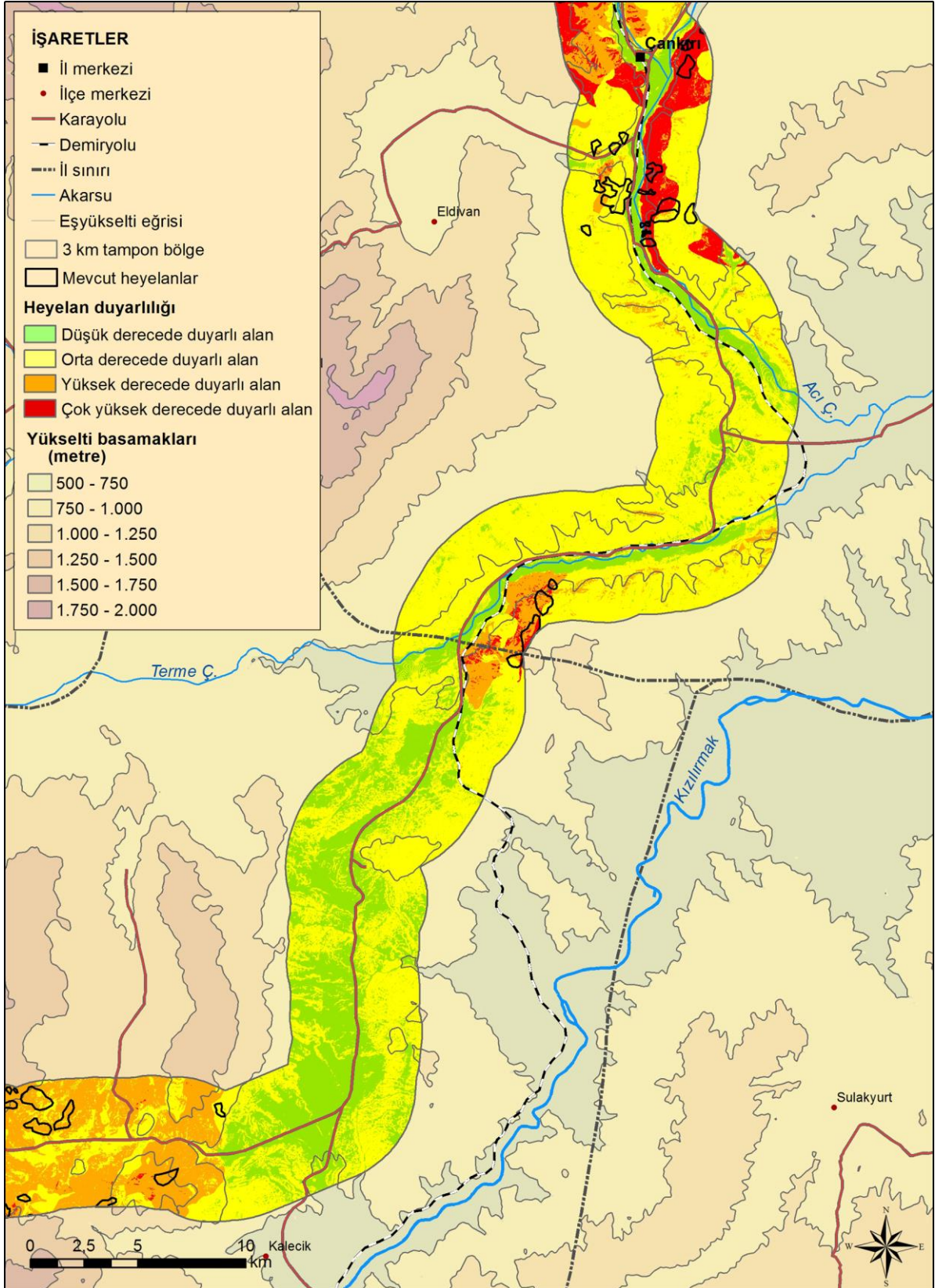
**Şekil 9.** 1 Numaralı Heyelan Alanı  
**Figure 9.** Landslide Area Number 3

(2011'de genişletilerek gidiş-geliş yönlerinde ikişer şerit haline getirilen yolun iki şeridi Mart 2012'de gerçekleşen ve istinat duvarının çökmesiyle sonuçlanan heyelan sonucu ulaşım kapatılmıştır. 1956 ve 2012 yılına ait görüntüler hava fotoğrafları olup, 2002 yılı görüntüsü QuickBird, 2011 yılı görüntüsü WorldView-2 uydusundan elde edilmiştir.)

ÇANKIRI-ANKARA KARAYOLU BOYUNCA (AKYURT-ÇANKIRI ARASI) HEYELAN RİSK BÖLGELERİNİN BELİRLENMESİ



**Şekil 10.** Çalışma alanının heyelan duyarlılık haritası (Akyurt-Kalecik sapağı kısmı)  
**Figure 10.** Landslide susceptibility map of the study area (part of Akyurt-Kalecik junction)



**Şekil 11.** Çalışma alanının heyelan duyarlılık haritası (Kalecik sapağı-Çankırı kısmı)  
**Figure 11.** Landslide susceptibility map of the study area (part of Kalecik junction-Çankırı)

ÇANKIRI-ANKARA KARAYOLU BOYUNCA (AKYURT-ÇANKIRI ARASI) HEYELAN RİSK BÖLGELERİNİN  
BELİRLENMESİ



**Şekil 12.** 2 Numaralı Heyelan Alanı  
**Figure 12.** Landslide Area Number 2

(2011 yılında açılan yol tamamen yeni yapılmış olup, gidiş geliş yönlerinde ikişer şeritli olarak düzenlenmiştir. Triyas dönemi kireçtaşlarından oluşan yamaçta açılan yarma ile oluşturulan yolda aynı yıl heyelan gerçekleşmiş olup düşen kireçtaşı blokları yamaç bitiminde yapılan istinat duvarının da yıkılmasına sebep olmuştur. Yol, bu kesimde tek şerit olarak Ankara yönünde kullanılmaktadır. 1956 ve 2012 yılına ait görüntüler hava fotoğrafları olup, 2002 yılı görüntüsü QuickBird, 2011 yılı görüntüsü WorldView-2 uydusundan elde edilmiştir.)



**Şekil 13.** 3 Numaralı Heyelan Alanı  
**Figure 13.** Landslide Area Number 3

(Daha önce toprak yol olarak kullanılan yol genişletilerek, 2011 yılında Ankara yönünde iki şeritli yol olarak düzenlenmiştir. Teraslama çalışmaları yeterli olmamış, yol açıldığından beri sürekli moloz akması tipinde kütle hareketleri görülmektedir. Yamacın üst kesimindeki tarım alanının da büyük bir bölümü ortadan kalkmıştır. Örülen istinat duvarı yıkılmamış olup yamacı oluşturan gevşek malzeme sürekli yola akmakta, Karayolları Bölge Müdürlüğü'ne ait araçlar ile sık sık yola akan malzeme temizlenmektedir. 1956 ve 2012 yılına ait görüntüler hava fotoğrafları olup, 2005 yılı görüntüsü QuickBird, 2011 yılı görüntüsü WorldView-2 uydusundan elde edilmiştir.)



## 6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada heyelan olaylarının belli litolojik birimler üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Çankırı-Ankara karayolu'nun zemin yapısı Kalecik sapağının öncesi ve sonrasında birbirinden çok farklı karaktere sahiptir. Ancak Akyurt-Kalecik arasındaki kesim güncel haritalarda kısmen metamorfize olmuş çakıtaşı-kumtaşı-volkanit olarak gösterilmekle beraber lokal çalışmalarda yer yer kırmızı derin deniz killeri, çört ve pelajik çökel ara katkıları bulunduran spilitik volkanitler içinde blok görünümünde sığ deniz kökenli çeşitli irilikte kireçtaşı bloklarıyla kalkışist, diyabaz, radyolarit bloklarından oluştuğu belirtilmektedir. Karayollarını etkileyen ve hasar vermekte olan başlıca jeolojik formasyon da budur.

Ankara-Çankırı karayolunun Terme Çayı vadisine girdiği kesimde yolun doğu kesiminde yer alan formasyon üzerinde de heyelan riski yüksek olup karayolundan çok bu formasyona daha yakın güzergahta bulunan demiryolu için bir tehdit durumundadır.

Karayolunun Kalecik sapağı-Çankırı hattı çok daha gevşek malzemeden oluşmaktadır. Çandır civarında Miyosen dönemi gölsel birimler, Çankırı güneyinde Pliyosen yaşlı jipsler yer almaktadır. Ancak karayolunun bu alanda çoğunlukla aşınım düzlüklerinin yamaçlarından uzakta yer alması, yol yarması yapımına çoğunlukla gerek bırakmamış olup heyelan riski Çankırı yakınlarına gelinceye kadar fazla görünmemektedir. Çankırı girişinde doğu kısımdaki yamaçlar heyelan bakımından riskli olmakla birlikte karayolunun demiryolu ile kesişmemesi için yolun Acıçay Vadisi'nin batı yamacına alınması için çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar tamamlandığında karayolu, bu bölgede heyelan riski daha az yamaca alınmış olacaktır. Ancak bu kesimde mevcut yol vadi tabanında iken yapılmakta olan yol plato yamacında yer alacak, yol yarmalarında yamaç eğiminin fazla olması durumunda yine heyelan riski oluşacaktır.

Karbasan Dağı kuzeyinden geçirilecek alternatif bir yol Ankara-Çankırı ulaşım mesafesinin kısalmasını sağlayacaktır. Ancak Karbasan Dağı kuzey yamaçlarında büyük boyutlu aktif heyelanlar yer almaktadır. Bu kesimde yapılacak yol yarmalarının yeni pek çok heyelanı tetiklemesi söz konusudur.

Alandaki son birkaç yıla ait güncel heyelanlar doğal süreç içerisinde gelişen heyelanlar olmayıp yol açma-genişletme çalışmalarının yol açtığı yamaç dengesizliklerinin sonucudur. Yamaç dengesizliğinin olduğu kesimlerde yağışlı dönemlerde zeminin suyla doygun hale gelmesiyle birlikte heyelanların oluştuğu görülmektedir. Yol yarmalarında yamaç eğiminin yüksek olduğu, yapılan istinat duvarlarının yamaç dengesini sağlamada yetersiz kaldığı görülmektedir. Heyelan oluşumuna uygun litolojik birimlerin bulunduğu alanlarda yamaçların daha da yatıklaştırılarak yamaç yükünün azaltılması ve taraçalandırma yapılması gerekmektedir.

## NOT

Bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Proje Yönetim Birimi tarafından 2012/16 kod numaralı proje ile desteklenmiştir.

**KAYNAKÇA**

AKINCI, H., DOĞAN, S., KILIÇOĞLU, C., KEÇECİ, S.B., 2010. "Samsun İl Merkezinin Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi", Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi 2(3):13-27

ATALAY, İ., 1977, Muş-Palu Arasındaki Murat Nehri Vadisi Boyunca Oluşan Kütle Hareketleri, İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 20-21: 263-279, İstanbul

DÖNMEZ, H. ve AKÇAY, A.E., 2010. Türkiye Jeoloji Haritaları, Çankırı-H30 Paftası ve Açıklaması, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, No:138.

ÇİÇEK, İ., 1985. Türkiye'de, Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinde Heyelan Olayları ve Ekonomiye Etkileri, G.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara

ÇİÇEK, İ., 1996. "Thornthwaite Metoduna Göre Türkiye'de İklim Tipleri", Coğrafya Araştırmaları Dergisi, 12:33-71.

DOĞAN, U., 1996. "Çandır Miosen Havzası'nın Jeomorfolojisi", Coğrafya Araştırmaları Dergisi, 12: 135-152.

DOĞU, A.F., ÇİÇEK, İ., GÜRGEN, G., 1989. "23 Haziran 1988 Çatak Heyelanı (Trabzon-Maçka)" Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Coğrafya Bilim ve Uygulama Kolu, Coğrafya Araştırmaları Dergisi, C:1, S:1, s:103-107, ANKARA

DUMAN, T., OLGUN, Ş., ÇAN, T., NEFESLİOĞLU, H.A., HAMZAÇEBİ, S., DURMAZ, S., EMRE, Ö., ATEŞ, Ş., KEÇER, M., ÇÖREKÇİOĞLU, Ş., 2007. Türkiye Heyelan Envanteri Haritası, 1/500000 Ölçekli Sinop Paftası, MTA Özel Yayın Serisi-7, Ankara

EKER, A.M., DİKMEN, M., CAMBAZOĞLU S., DÜZGÜN Ş.H.S.B., AKGÜN H., 2012. "Bartın, Ulus İlçesi İçin Yapay Sinir Ağı Ve Lojistik Regresyon Yöntemlerinin Heyelan Duyarlılık Çalışmasına Uygulanması Ve Karşılaştırılması", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 27, No 1, 163-173

ERENER, A., DÜZGÜN, H.S.B., 2010. "Improvement of Statistical Landslide Susceptibility Mapping by Using Spatial and Global Regression Methods in The Case of More and Romsdal (Norway)", Landslides, Cilt 7, No 1, 55-68

ERENER A., LACASSE S., 2007. "Heyelan Duyarlılık Haritalamasında Cbs Kullanımı", Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası , 30 Ekim -02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon

ERGİNAL, A., BAYRAKDAR, C., 2006. "Karayolu Heyelanlarına Bir Örnek: İncelik Heyelanı (Tekirdağ)", İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi 14: 43-53

ERİNÇ, S., 2000. Jeomorfoloji I, Der yayınları, Yayın No: 284, İstanbul

ERTEK, T.A., TUROĞLU, H., MATER, B., 1993. "Çiftlik Heyelanı (Sinop)", *Türk Coğrafya Dergisi* 28:181-188, İstanbul.

GİRGİN, M., 1996. "Aşkale Heyelanı (Erzurum)", *Türk Coğrafya Dergisi* 31:155-166, İstanbul.

GÖKÇE, O., ÖZDEN, Ş., DEMİR, A. 2008. Türkiye'de Afetlerin Mekansal Ve İstatistiksel Dağılımı Afet Bilgileri Envanteri, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Afet Etüd ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı, Ankara

GÖKÇEOĞLU, C., SÖNMEZ, H., NEFESLİOĞLU, H.A., DUMAN, T.Y. VE CAN, T., 2005. "The 17 March 2005 Kuzulu landslide (Sivas, Turkey) and landslide susceptibility map of its near vicinity", *Engineering Geology*, 81, 65-83

GÜNAL, N.,2013. "Türkiye'de Kar Yağışı, Karın Yerde Kalma Süresi ve Daimi Kar Sınırı", *Acta Turcica*, Yıl 5, Sayı 1.

ÇANKIRI-ANKARA KARAYOLU BOYUNCA (AKYURT-ÇANKIRI ARASI) HEYELAN RİSK BÖLGELERİNİN  
BELİRLENMESİ

NEFESLİOĞLU, H.A., GÖKÇEOĞLU, C., SÖNMEZ, H., 2008. “An assessment on the use of logistic regression and artificial neural networks with different sampling strategies for the preparation of landslide susceptibility maps”, *Engineering Geology*, 97, 171-191

ÖNER, E., 1985. Türkiye’de, Özellikle Orta Karadeniz Bölgesinde Heyelan Olayları ve Ekonomiye Etkileri, A.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara.

ÖNER, E., ÇİÇEK, İ., 1987. “Heyelan Olayları ve Karadeniz Kıyı Şeridinden Örnekler” *Jeomorfoloji Dergisi*, 15:53-64

REİS, S., YALÇIN, A., ATASOY, M., NIŞANCI, R., BAYRAK, T., ERDURAN, M., SANCAR, C., EKERCİN, S., 2012. “Remote Sensing and GIS-based Landslide Susceptibility Mapping Using Frequency Ratio and Analytical Hierarchy Methods in Rize Province”, *Environment Earth Sciences* 66, 2063-2073

SARIASLAN, M., YURDAKUL, M. E., OSMANÇELEBİOĞLU, R., BASA, F., ERKAL, T., KEÇER, M., ŞENTÜRK, K., MUTLU, G. VE AKTİMUR, H. T., 1986. Ankara İli’nin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No: 10069, Ankara

SÜR, Ö., 1972. “Heyelan Olaylarına Sebep Olan Faktörler ve Bunların Türkiye’de Etkili Olduğu Alanlar”, *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 5-6, Ankara.

ŞENTÜRK, K., KARAKÖSE, C., 1981. “Orta Sakarya Bölgesinde Liyas Öncesi Ofiyolitlerin ve Mavişistlerin Oluşumu ve Yerleşmesi”, *TJK Bülteni*, 22-1, s.85-100

YALÇIN, A., REİS, S., AYDINOĞLU, A.C., YOMRALIOĞLU, T., 2011. “A GIS-based comparative study of frequency ratio, analytical hierarchy process, bivariate statistics and logistics regression methods for landslide susceptibility mapping in Trabzon, NE Turkey”, *CATENA* 85, 274–287

YILMAZ I., 2009. “Landslide susceptibility mapping using frequency ratio, logistic regression, artificial neural networks and their comparison: A case study from Kat landslides (Tokat—Turkey)”, *Computers & Geosciences* 35,1125–1138.