

## 30 OCAK 2010 TEPECİK KÖYÜ (ADİYAMAN) HEYELANI

30 January 2010 Tepecik Village (Adiyaman) Landslide

Yrd.Doç.Dr. Ökkeş KESİCİ\*

Yrd.Doç.Dr.Mehmet Emin SÖNMEZ\*\*



### Özet

*Heyelanlar, ülkemiz genelinde yaygın olarak meydana gelen, çoğu zaman önemli miktarda can ve mal kayıplarına neden olan doğal afetler arasında yer almaktadır. Özellikle önemli miktarda sermaye gerektiren altyapı ve mühendislik çalışmalarında heyelan faktörünün mutlaka göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Aksi takdirde yüksek risk taşıyan heyelan sahalarında barajlar, yollar, tüneller ve yerleşim alanları gibi yüksek maliyet gerektiren işlerde ciddi zararlar meydana gelebilmekte ve yeniden yapım/onarım maliyeti ile can kayıpları artmaktadır. Heyelan sonucu meydana gelen zararların azaltılması ise heyelan risk alanlarının belirlenerek önceden önlem alınmasıyla mümkündür. Bu çalışmada heyelan duyarlılığını arttıran faktörlerin etkinliği dikkate alınarak, incelemeye konu olan Tepecik köyü heyelanı detaylarıyla ele alınmış ve alanın heyelan riski ile planlamasındaki hatalara değinilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Heyelan, Planlama, GPS, CBS, Karayolu,

\* Kilis 7 Aralık Üniversitesi Muallim Rifat Eğitim Fakültesi Sosyal Bilgiler Eğitimi Bölümü/Kilis

\*\* Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü/Kilis

**Abstract**

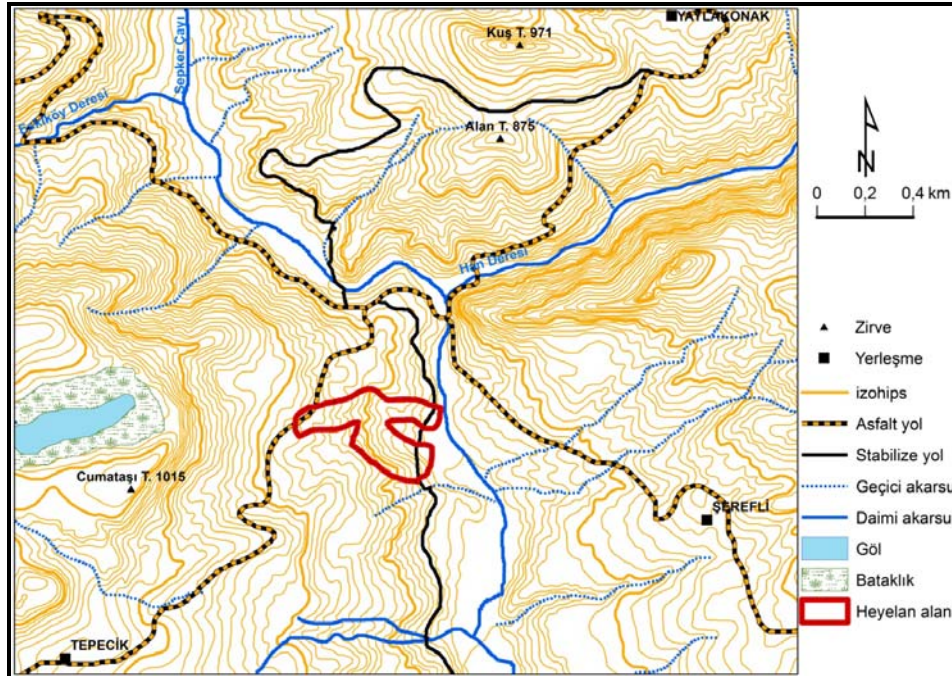
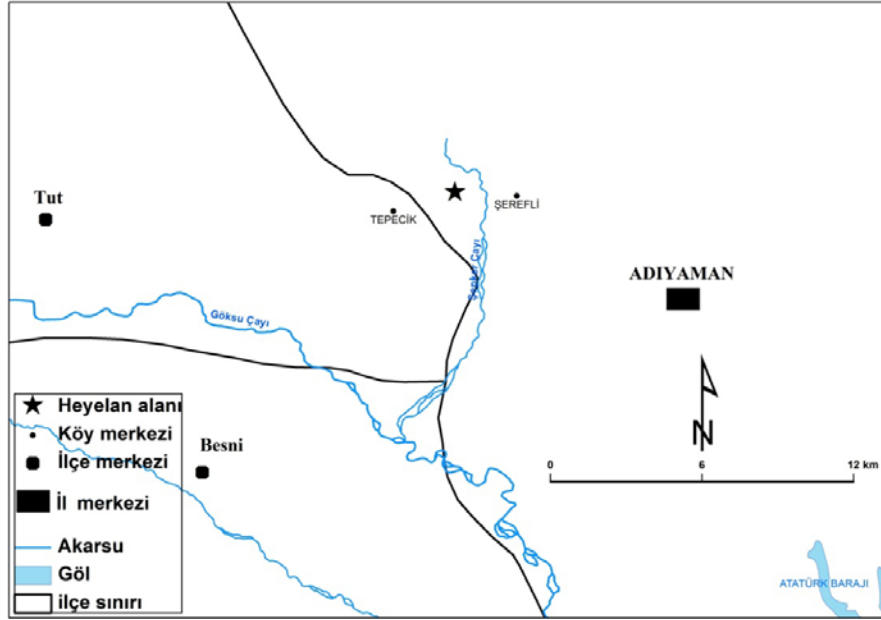
*Landslides are of the natural disasters occurring widely in our country and often cause significant loss of life and property. Landslides must be especially taken into consideration in the infrastructure and engineering works that require significant amounts of capital. Otherwise, serious damages may occur in the works requiring high costs such as dams, roads, tunnels and urban areas in the high-risk landslide areas and by this way, re-construction/ repair costs and loss of life may increase. To decrease the damage of the landslides may be possible with taking previous preventive measures by determinating landslide risk areas. In this study, taking into account the activity of factors increasing the sensibility of the landslides, Tepecik Village landslide has been reviewed with all aspects in detail and the landslide risk of area and failures in planning area have been discussed.*

**Keywords:** *Landslides, Planning, GPS, GIS, Road*

## 1.GİRİŞ

Heyelanlar; jeoloji, topografya ve iklim gibi özelliklerin uygun şartlar oluşturduğu alanlarda, yamaç stabilizesinin bozulması ile alttaki hareketsiz tabakadan kopan, kayalardan, döküntü örtüsü ve topraktan oluşmuş malzemenin hızlı bir şekilde eğim doğrultusunda hareket edip yer değiştirmesi olayı olarak tanımlanmaktadır (Erinç, 2000: 298; Fell, vd., 2008; Zaruba ve Mencl, 1982: 13). Yüksek ve engebeli bir topografyaya sahip Türkiye’de heyelanlar, tarım arazileri, yerleşim alanları, barajlar, maden işletmeleri, demir ve karayollarını önemli ölçüde etkilemektedir. Nitekim Türkiye’de heyelanlar, neden oldukları hasar ve can kayıpları bakımından doğal afetler içerisinde % 27’lik bir paya sahip olup, depremlerden sonra ikinci sırada gelmektedir (İlçir, 1995; Gökçeoğlu vd., 2005; Erginal ve Bayrakdar, 2005). Ayrıca, deprem, sel-taşkın gibi çeşitli doğal afetlerle beraber gerçekleşen birçok heyelan olayının, genel olarak diğer baskın olan katastrofik olay içinde değerlendirilmesi de göz önüne alındığında, heyelanların yarattığı hasarın büyüklüğü daha iyi anlaşılmaktadır. Heyelanlar doğal afetler olmalarına karşılık doğada gözlemlenebilir ve çoğu zaman oluşumunun önceden tahmin edilip, önlenabilir olması nedeniyle diğer doğal afetlerden ayrılmaktadır. Bu nedenle heyelan sahalarında yürütülen faaliyetler ve çalışmalar doğru planlandığı takdirde, heyelanların yarattığı olumsuzluklar büyük oranda azaltılabilmektedir. Kaldı ki, Türkiye’de topografya koşulları gereği, yerleşmeler, tarım alanları ve maliyeti yüksek birçok altyapı sisteminin kurulduğu veya geçtiği güzergâhlar, yüksek heyelan riski taşımaktadır. Bu durum doğal afetlerle ilgili çalışmaların önemini arttırmaktadır.

İncelemeye konu olan ve 30 Ocak 2010 yılında meydana gelen Tepecik köyü heyelanı, Şepker çayı vadisinde Cumataşı tepesinin doğu yamacında, Şerefli-Tepecik köy yolları arasında meydana gelmiştir (Şekil 1). Genel olarak küçük akarsular tarafından yarılmış olan bu alan güney ve güneydoğudaki Adiyaman platosunun devamı niteliğindedir. Yer yer küçük tepelerle (Maşur tepe 1200, Cumataşı 1015 m, Kuş tepe 971 m, Sarıkaya 941 m ve Alan tepe 875 m) kesintiye uğrayan bu plato sahası kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda faylanmalara da maruz kalmış ve böylece engebeli bir topografya meydana gelmiştir. Üzerinde heyelan gerçekleşen Cumataşı tepesinin deniz seviyesinden yükseltisi 1015 m’dir. Adı geçen tepenin kuzeyinde 970-980 m’leri arasında yaklaşık 202.000 m<sup>2</sup> alan kaplayan bir depresyon yer almaktadır. Bu depresyonun büyük bir kısmı (140.000 m<sup>2</sup>) bataklık alan iken, diğer kısmı ise yağışların bol olduğu yıllarda 100.000 m<sup>2</sup>’ye kadar genişleyebilen ( 60.000 m<sup>2</sup>) göl ile kaplıdır (Şekil 2). Arazinin detritik kireçtaşlarından meydana gelmiş olması, yakın çevrede çeşitli büyüklüklerde karstik şekillerin oluşumunu nispeten kolaylaştırmıştır. Bu nedenle heyelan sahası ve yakın çevresinde dolin karakterli birçok karstik şekil görmek mümkündür. Nitekim yukarıda adı geçen göl ve bataklık alanın içinde bulunduğu depresyonun oluşumunda da karstlaşmanın büyük etkisi bulunmaktadır.



Tepecik köyü heyelanı, Şerefli-Tepecik köy yolu üzerinde, Şebker çayı vadisinin batı yamacında kuzeybatı-güneydoğu doğrultuda meydana gelmiştir. Heyelanın meydana geldiği alanda bir birinden bağımsız gibi duran fakat gerçekte tek bir heyelan sahası mevcuttur (Foto 1).



**Foto 1:** Tepecik Köyü heyelan alanı (1-Nemli alan (yer altı suyunun sızıntı yaptığı alanlar), 2-Heyelan aynası, 3-Malzeme alınan alan, 4-Mezra yolu (toprak), 5-Asfalt yol, 6-Heyelan topuğu, 7-Göl).

Heyelanın gerçekleştiği alanın geniş olması ve doğal olarak bu alanda eğim ve litolojik farklılıkların bulunması heyelanın kayma yüzeyinin belirlenmesinde etkili olmuştur. Nitekim heyelanın kayma yüzeyi eğimin daha yüksek olduğu yamaç kesimlerini takip etmiştir. Eğim haritası dikkate alındığında heyelanın kayma yüzeyinin eğimin yüksek olduğu yerleri takip ettiği ve eğimin azaldığı kesimlerde ise kaymanın meydana gelmediği görülmektedir. Böylece heyelanda bir taç kısmı olmasına rağmen iki tane heyelan topuğu meydana gelmiştir. Matematiksel hesaplamaların doğru yapılabilmesi amacıyla heyelan sahası iki farklı bölüme ayrılarak hesaplanmıştır. Bunlardan bir tanesi heyelan topuğunun kuzeyinde yer alan ve heyelan aynasına kadar devam eden alan iken, diğeri heyelan topuğu güneyinde yer alan ve kuzeydeki, heyelan sahası ile birleşme kısmına kadar devam eden alanı kaplamaktadır. GPS verilerine göre, kuzeydeki heyelanın topuğu 636 m, heyelan aynasının en üst kısmı 785 m yükseltide yer almaktadır. Kuzeydeki heyelan alanında taç kısmının genişliği 146 m, heyelanın taç kısmı ile heyelan topuğu arasındaki mesafe 590 m'dir. Güneydeki heyelan alanında ise heyelan aynası olarak kabul edilen kesimin en yüksek noktası 703 m, heyelanın topuk kısmı ise 639 m yükseltidedir. Güneydeki heyelan alanında

taç kısmının genişliği 85 m, taç kısmı ile heyelan topuğu arasındaki mesafe ise 329 m'dir. GPS yardımı ile elde edilen bu veriler kullanılarak heyelan alanı ve kütlesi de belirlenmiştir. Bu verilere göre, kuzeyde heyelana uğrayan toplam kütle miktarı<sup>1</sup> 6.417.430 m<sup>3</sup> ve güneyde heyelan uğrayan toplam kütle miktarı 894.880 m<sup>3</sup> olmak üzere toplam 7.312.310 m<sup>3</sup> alan heyelana uğramıştır. Meydana gelen heyelanın toplam alanı ise 112.860 m<sup>2</sup>'dir (Foto 2).<sup>1</sup> Heyelandan etkilenen tarım arazilerinin büyük kısmı Tepecik Köyü'nün Yeşil yamaç mezrasına, geriye kalanı ise Şerefli Köyü'ne aittir. Heyelan alanından kuzeydoğu-güneybatı yönlü biri asfalt, diğeri toprak olmak üzere iki karayolu geçmektedir. Bu yollardan asfalt olanı heyelan aynasının bulunduğu kesimde kaymaya uğramış, toprak olan ise heyelanın gerçekleştiği alanda tamamen heyelan altında kalmıştır. Her iki yol da yaklaşık 15 yıllıktır.



**Foto 2:** Tepecik Köyü heyelanının ayna kısmından bir görüntü (heyelanın büyüklüğünü açıkça ortaya koymaktadır).

$$V = \frac{A \times B \times C}{2}$$

<sup>1</sup> Heyelanın kütlesi formülü kullanılarak elde edilmiştir (Erginal & Bayrakdar, 2005).

- V= Heyelanın toplam kütlesi
- A= Heyelanın baş (taç) kısmının genişliği
- B= Topuk ile taç arasındaki seviye farkı
- C= Topuk ile taç arasındaki mesafe



## 2.AMAÇ VE YÖNTEM

Çalışmada, heyelan oluşumu ile beşeri faktörler arasındaki ilişkinin ortaya konması temel amaç olarak belirlenmiştir. Heyelanın meydana gelmesinde beşeri faktörlerin ne derece etkili olduğunu ortaya koyabilmek amacıyla öncelikle heyelan sahasının fiziki şartları detaylı olarak ele alınmış ve sahanın fiziki şartlara bağlı heyelan duyarlılık haritası oluşturulmuştur. Böylece fiziki faktörlerin heyelan oluşumunda ne derece etkili olduğu belirlenerek heyelan oluşumu ile beşeri faktörler arasındaki ilişki daha anlaşılır kılınmıştır. Heyelan alanına yapılan ilk arazi çalışmasında GPS (Global Positioning System) yardımıyla heyelan alanının lokasyonu belirlenmiş ve heyelan alanında birçok mesafe, nokta ve alan ölçümü alınmıştır. Bunun yanında sahanın 1/25.000'lik topografya haritası Arc GIS 9.1 ortamında altlık olarak kullanılmış ve böylece heyelan sahası ile yakın çevresinin eğim, baki, sayısal yükseklik modeli (sym), akarsulara, karayollarına ve göl alanına uzaklık, drenaj yoğunluğu ve topografya haritaları üretilmiştir<sup>2</sup>. Aynı şekilde MTA'dan alınan 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası (Hatay paftası) Arc GIS 9.1 ortamından yeniden sayısallaştırılmış ve heyelan ile yakın çevresinin jeoloji haritası üretilmiştir. Heyelan duyarlılığında etkili olduğu kabul edilen bu faktörlere ait özelliklerin, Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında sayısal veri tabanı oluşturulmuş, mekânsal analizleri yapılmış ve böylece çalışma sahasının heyelan duyarlılık haritası oluşturulmuştur<sup>2</sup>. Elde edilen harita göz önünde bulundurularak, Tepecik Köyü heyelanı ile arazi kullanımı ve karayolları arasındaki ilişki daha sağlıklı yorumlanmıştır. Bunlara ek olarak heyelan sahasına ikinci bir arazi çalışması yapılmış ve heyelan sonrasında yapılan çalışmalar da değerlendirilmiştir.

## 3.HEYELAN OLUŞUMUNU HAZIRLAYICI FAKTÖRLER

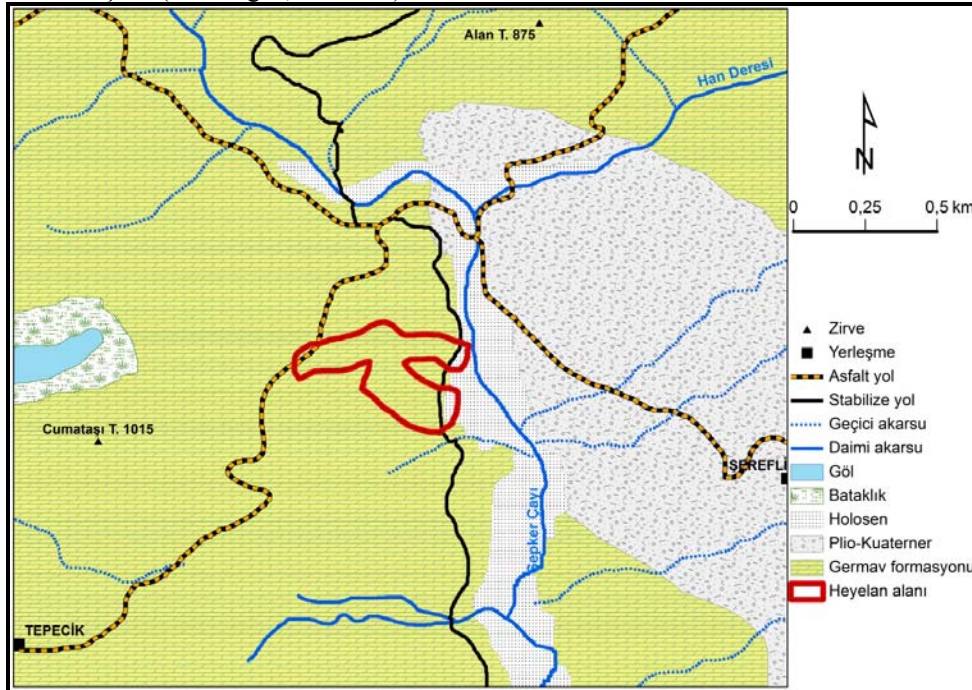
Heyelan oluşumunu belirleyen faktörler mekânsal olarak farklılık göstermekle beraber yapılan birçok çalışmada (Ardos, 1980; Atalay, 1974-1977; Chung ve Fabbri, 2008; Ekinci, 2005; Erinç, 2000; Erginal vd, 2008; Ertek, 1999; Ertek ve Erginal, 2006; Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001; Lacoste vd., 2009) kuvvetli eğim, su ile doygunluk, kayacın yapısı, yapının tabakalaşma durumu, arazi kullanım şekli, bitki örtüsü, iklim, fay hatlarına uzaklık ve drenaj şekilleri heyelanların oluşumunu kolaylaştıran faktörler olarak belirtilmiştir. Heyelan duyarlılığını arttıran bu özelliklerden hangisinin daha etkili olduğu ise genel olarak heyelanın meydana geldiği sahanın lokal özellikleriyle ilgilidir. Nitekim Gökçeoğlu ve Ercanoğlu'nun (2001) heyelan duyarlılık haritalarının oluşturulmasında dikkate alınması gereken faktörler ve önem dereceleri ile ilgili yaptıkları bir çalışmada (21 farklı çalışma değerlendirilmiştir), eğim dışındaki faktörlerin önem dereceleri ve etkili faktör olarak kullanımları çoğu çalışmada farklılık göstermiştir. Buna rağmen, bu çalışmanın sonuçları heyelan oluşumunda etkili olan genel faktörlerin genelleştirilebileceği

<sup>2</sup> Sayısal veri tabanı oluşturulan bu faktörlerin, öncelikle kendi içinde CBS sınıf değeri ve daha sonra heyelan duyarlılığındaki etki derecelerine göre CBS ağırlık değeri atanmıştır. Etkili faktörlerin gerek CBS sınıf değerleri ve gerek CBS ağırlık değerleri, heyelan sahası ve yakın çevresinin coğrafi özellikleri de göz önünde bulundurulmak koşuluyla genel kabul gören değerler olmasına özen gösterilmiştir. Değer atamalarında kullanılan kriterler için (Ekinci, 2005); (Gökçeoğlu & Ercanoğlu, 2001); (Jacob, 2000) kaynaklara bakılabilir.

yönündedir. İncelenen çalışmaların tamamında eğim önemli bir parametre olarak kullanılırken, litoloji 20, fay hatlarına uzaklık<sup>3</sup> 11, topografik yükseklik ve eğim yönü 10, bitki örtüsü, arazi kullanım potansiyeli ve drenaj özellikleri ise 8 çalışmada önemli parametreler olarak kullanılmıştır (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001: 192). Bu çalışmada eğim, bakı, yükselti, litoloji ve zeminin suya doygunluğu ele alınarak Tepecik Köyü heyelanının oluşum nedeni ve arazi kullanımı arasındaki ilişkiler irdelenmiştir.

### 3.1.Litolojik Özellikler

İncelemeye konu olan heyelan ve yakın çevresinde Üst Kretase-Paleosen yaşlı tortul kayaçların hâkim olduğunu görmekteyiz. Silt, kumtaşı, çakıltaşı, konglomera ve detritik kireçtaşlarının (Ketin, 1983: 308) yoğun olarak bulunduğu bu formasyona Ericson'a (1939) atfen Karadoğan bu birime "Germav Formasyonu" denildiğini bildirmektedir (Şekil 3). Bu birimler çok geniş bir zaman süresini temsil etmesi ve geniş yayılımı olması nedeniyle değişik birimlerle farklı kontakt ilişkileri sunar. Germav formasyonu genellikle denizel kökenli klastiklerden oluşan bir birimdir. Yeşilimsi gri renkli şeyl ve marnlarla ardalanmış silt ve kumtaşları ile yer yer çakıltaşı ve detritik kireçtaşı katkıları içerir (Karadoğan, 2005: 34).



Şekil 3: Tepecik heyelan alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası.

<sup>3</sup> Önemli fay hatlarına yakın sahalarda da kütle hareketleri yaygındır. Nitekim depremler esnasında birçok irili ufaklı heyelan meydana gelmektedir.



Klastik kayaçlar, farklı boyuttaki malzemelerin doğal olarak çimentolaşmasıyla meydana gelirler. Her türlü klastik malzeme çimento vazifesi görebileceği gibi kil ve mil boyutundaki malzemeler çimentolaşmada önemli rol oynar (Ata Sungur, 1979: 42-43). Nitekim “Gercüş Formasyonunu” içinde yoğun olarak bulunan marn’lar, kalker oranı azaldıkça kil taşlarına veya kil şeyl’lerine; kalsiyum karbonat oranı arttıkça da killi kalkerlere geçerler. Aynı şekilde şeyl’ler, kil, mil içeren ve 1 cm’den daha ince tabaklar halinde bulunup parçalanabilen tortul kayaçlardır (Erinç, 2000: 299). Bu nedenle hem marn’lar hem de şeyl’ler bol miktarda kil içeriğine sahip olup ayrışmaya da son derece müsaittirler (Foto 3,4,5). Bunun yanında heyelan alanı ve yakın çevresinde henüz çimentolaşmamış gevşek yapıdaki kollüvyal depolar da geniş yer kaplamaktadır. Heyelan topuğunun bulunduğu Şebker çayının vadi tabanında Holosen yaşlı alüvyal depolar, Şerefli köy yerleşmesinin bulunduğu alanda ise Plio-Kuaterner yaşlı dolgular yer almaktadır.



**Foto 3:** Heyelanın kayma yüzeyinde ortaya çıkan yoğun kil tabakası.



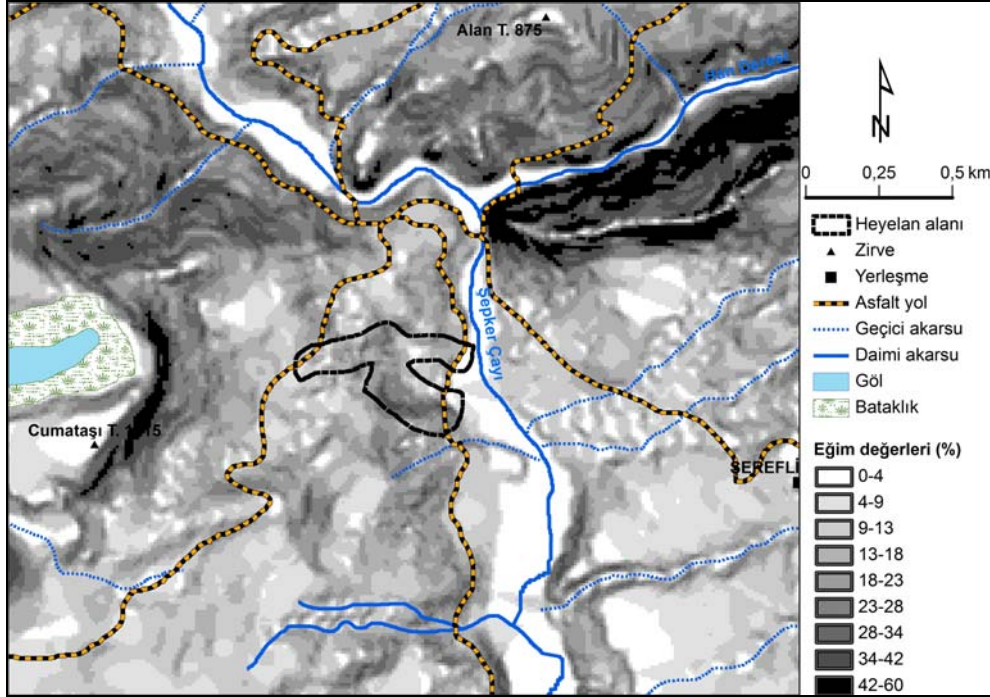
**Foto 4:** Heyelanda kaymaya uğramış kolüvyal depolar.



**Foto 5:** Heyelan topuğuna kadar sürüklenmiş yamaç breşi (solda) ve iri kireçtaşı blokları.

### 3.2.Eğim

Heyelan sahası ve yakın çevresi genç tektonik hareketlerle yükselmeye uğramış ve böylece buradaki akarsular derine gömülmüştür. Nitekim Şebker çayı ve heyelan sahasının kuzeydoğusundan kendisine katılan Han deresinin vadi yamaçlarında eğimin  $60^\circ$ 'ın üzerine çıkması bu alandaki gençleşme hareketlerine en iyi kanıttır. Dolayısıyla heyelan sahası ve yakın çevresinde eğim değerleri oldukça yüksektir. Heyelanın gerçekleştiği alanda eğim çoğu yerde değişmekle beraber özellikle orta kesimlerde  $30^\circ$ - $40^\circ$  civarındadır. Buna karşılık heyelan aynasının bulunduğu alanda ve diğer bazı kesimlerde eğim değeri  $13^\circ$  seviyelerine kadar da düşmektedir. Neticede heyelanın gerçekleştiği yamaçta eğim değerlerinin  $13^\circ$ - $42^\circ$  arasında değiştiği söylenebilir (Şekil 4).



Şekil 4: Tepecik köyü heyelan alanı ve yakın çevresinin eğim haritası.

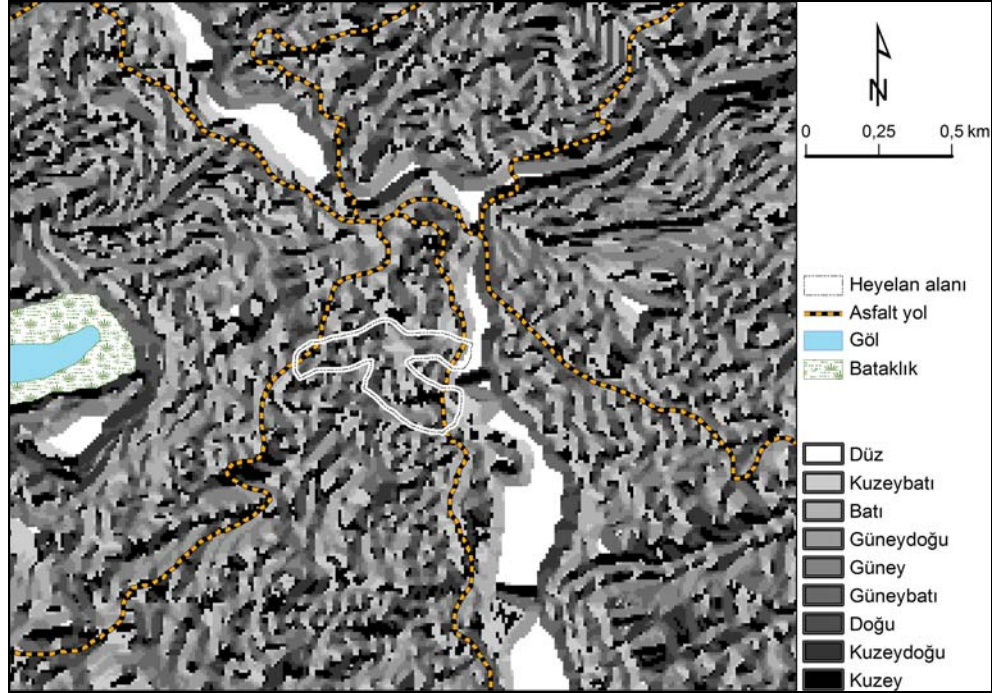
Eğimin heyelan oluşumu için gerekli bir faktör olduğu herkesçe bilinmektedir. Fakat heyelan duyarlılığını arttıran en büyük eğim değeri zemini meydana getiren malzemenin kalınlığına bağlı olarak değişmektedir. Çok dik yamaçlarda erozyon nedeniyle zemin kalınlığı ve buna bağlı olarak heyelan duyarlılığı azalmaktadır. Jacob'un (2000: 289) 1200 heyelanı baz alarak yamacın şekli, eğimi ve yönü ile heyelan arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmada, meydana gelen heyelanların yaklaşık % 77'si (922 tanesi) 25°-45° arasındaki eğimli yüzeylerde gerçekleştiğini belirtmektedir. Gökçeoğlu ve Ercanoğlu (2001: 197), Roth'a (1983) atfen California'da meydana gelen heyelanların tamamına yakınının 15°-35° eğime sahip yamaçlarda ve Mehrotra vd.'ne (1992) atfen de Hindistan'da meydana gelen heyelanların tamamına yakınının 10°-40° arasında değişen eğimlere sahip yamaçlarda meydana geldiğini belirtmiştir. Heyelanın meydana geldiği Cumataşı tepesinin doğu yamacında eğim değerlerinin 9°-42° arasında değişmesi, heyelan oluşumu için genel kabul gören eğim aralıklarına uymaktadır.

### 3.3. Eğim Yönü ve Yükselti

Sıcaklık, yağış, bitki örtüsü, eğim, kayaların fiziksel parçalanması ve kimyasal ayrışması gibi; zeminin geçirgenliği üzerinde önemli etkiye sahip olan parametreler, heyelan duyarlılığında da büyük öneme sahiptir. Dolayısıyla her iki parametre de heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesinde kullanılmaktadır. Çalışma sahasında eğim yönünün



dört ana yöne % 12-13, ara yönlere ise % 11-12 civarında dağıldığı, düz alanların ise toplam alanın ancak % 3'ünü oluşturduğu görülmektedir (Şekil 5).

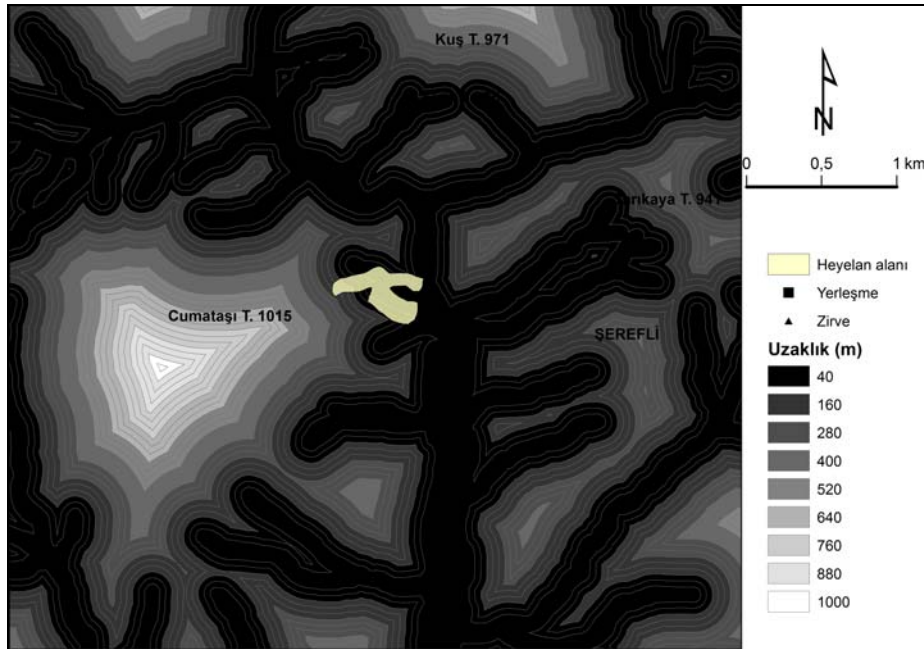
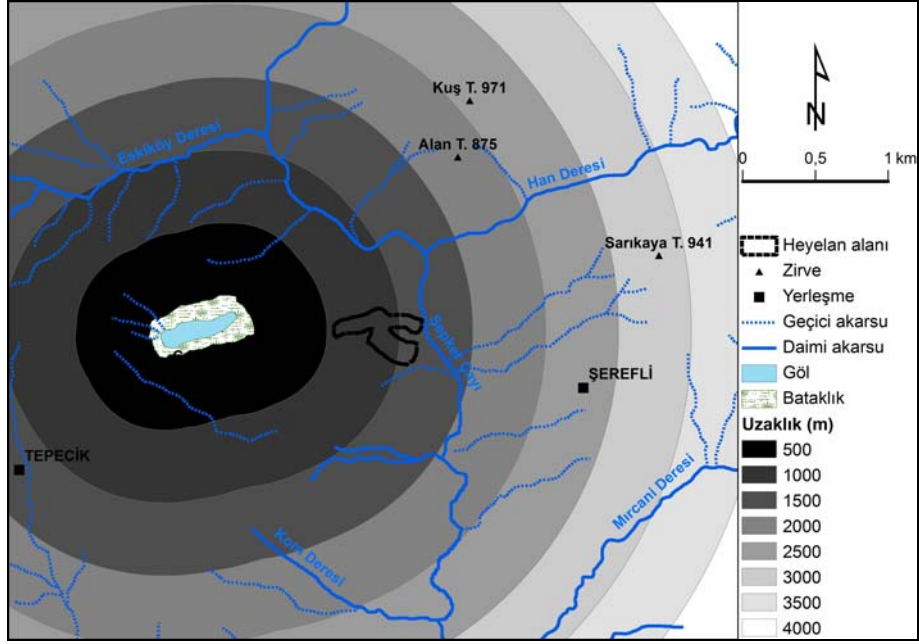


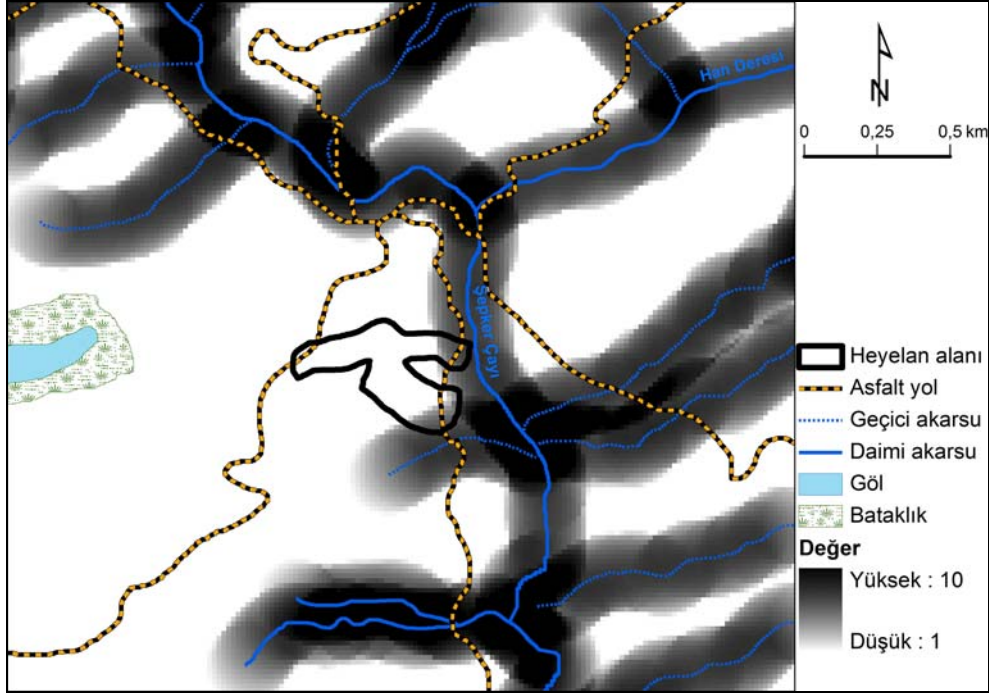
Şekil 5: Heyelan alanı ve yakın çevresinin eğim yönü ve oranları.

Heyelan alanı ve yakın çevresinde yükselti değerleri 600-1200 m arasında değişmektedir. Şebker Çayı vadisinin taban kısmı 630 m ile en alçak, heyelan sahasının kuzey batı kesiminde kalan Maşur tepe ve çevresi ise 1200 m zirvesi ile en yüksek alanları oluşturmaktadır. Bu iki alan arasındaki yükselti farkı 600 m civarındadır (Şekil 6). Eğim yönü ve alçak kesimler ile yüksek kesimler arasındaki yükselti farklılıklarının fazla oluşu, heyelan sahası ve yakın çevresinde fiziki coğrafya şartlarında ve zeminin heyelan duyarlılığında etkili olmuştur.







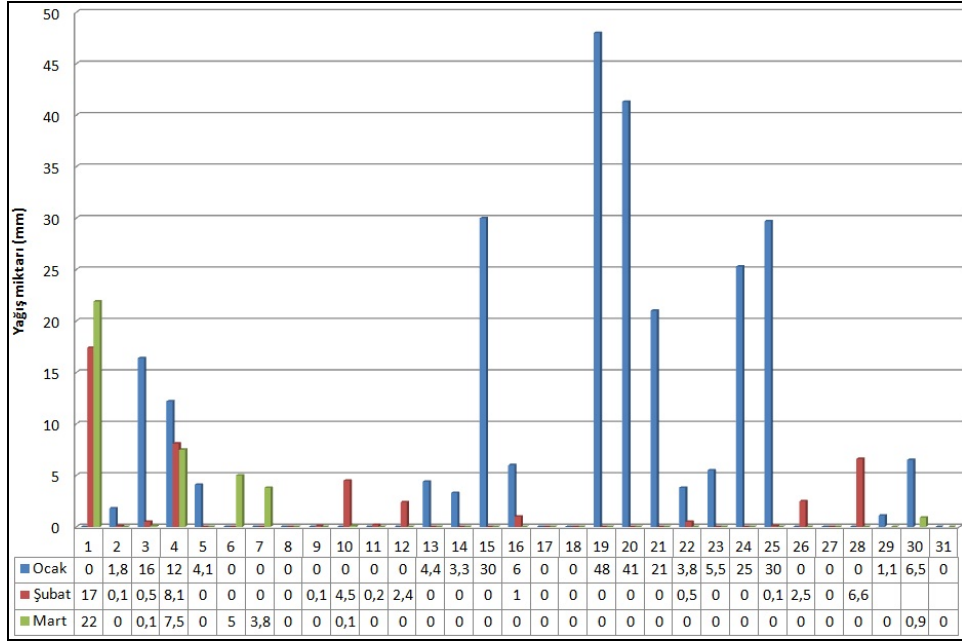


Şekil 9: Heyelan sahası ve yakın çevresinde drenaj yoğunluğu.

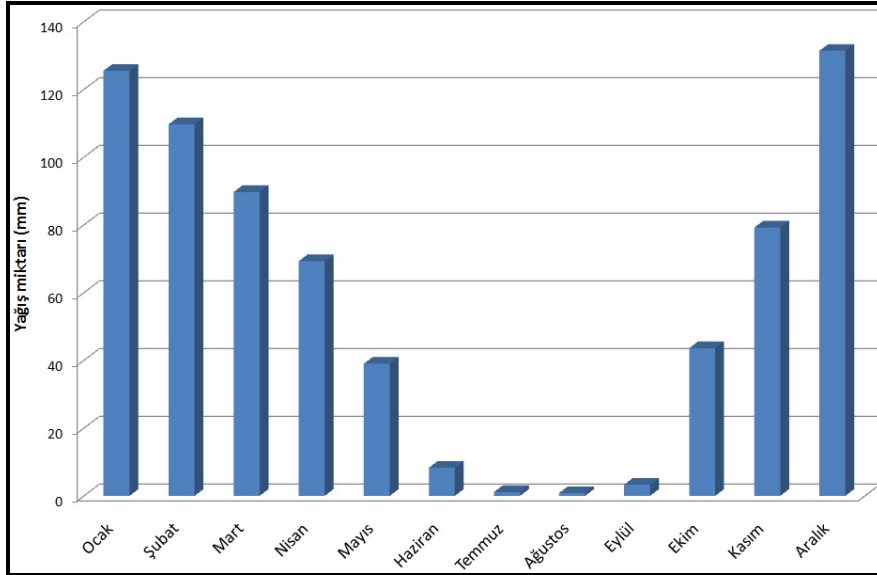
Göl ve akarsulardan uzaklaştıkça (kayacın yapısı ve yükselti kriteri dikkate alınmadığında, nitekim bu kriterler ayrı ayrı değerlendirilmiştir) genel olarak yer altı suyu miktarı ve nemlilik azalırken, drenaj yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda nemlilik artmaktadır. Çalışmada CBS sınıf ve ağırlık değerleri bu kriterler dikkate alınarak, çalışma sahasının yapısına uygun eşit mesafeler seçilerek atanmıştır.

Bunlara ek olarak, heyelan alanının yaklaşık 10 km güneydoğusundaki Adiyaman meteoroloji istasyonu verileri çalışma sahasının suya doymunluğu ve zeminin nemliliği hakkında önemli ipuçları vermektedir. Heyelan oluşumundan önceki bir ayda (2010 yılının Ocak ayı) 30 günün 17 günü yağışlı geçmiş ve toplam 259,6 mm yağış kaydedilmiştir (Şekil 10). Kaldı ki bu yağışlar, belli bir döneme kümelenmemiş, ay içinde farklı aralıklarla meydana gelmiş ve özellikle de heyelan oluşumundan önceki dönemde yoğunlaşmıştır. Nitekim aynı istasyonun 1974-2006 yılları arasındaki aylık ortalama yağış verileri dikkate alındığında: (Aralık 131,4 mm; Ocak 125,5 mm ve Şubat 109,7 mm) toplam yağışın yaklaşık % 52,3'ünün bu dönemde meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 11).

30 Ocak 2010 Tepecik Köyü (Adıyaman) Heyelanı



Şekil 10: Adıyaman meteoroloji istasyonunun 2010 yılının Ocak-Şubat-Mart aylarındaki günlük yağış değerleri.



Şekil 11: Adıyaman meteoroloji istasyonunda aylık ortalama yağış değerlerinin dağılımı.



**Foto 6:** Heyelan alanında yamaçlar büyük oranda suya doymundur.



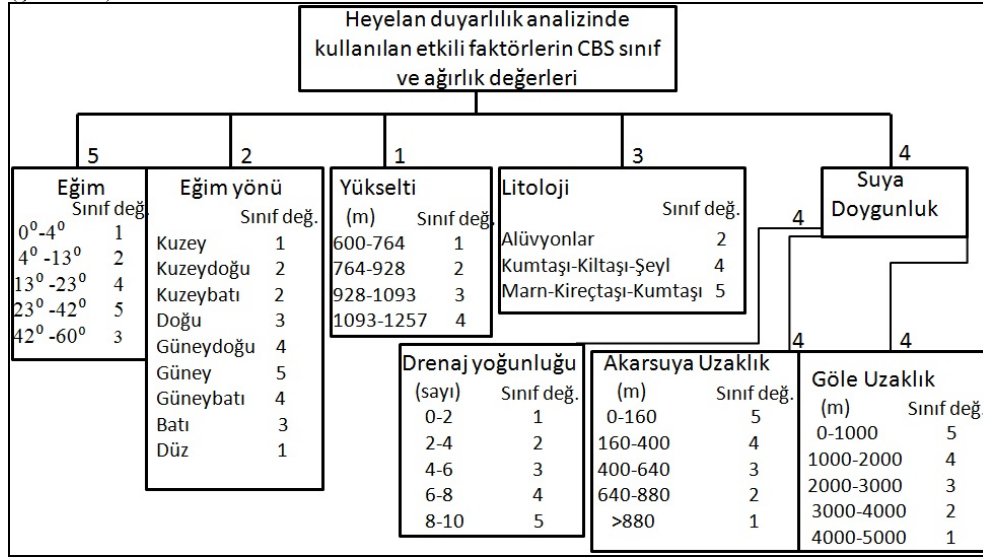
**Foto 7:** Cumataşı tepesinde bir uvalaya yerleşmiş göl (zemin suyu üzerinde önemli etkiye sahiptir).

Bütün bunların yanında incelemeye konu olan heyelanın meydana gelmesinde Şepker Çayı'nın, vadinin doğuya bakan yamacını alttan oyması ve karstlaşmaya uygun olan kireçtaşı arazisinin (mevcut gölün) yamaçlardaki çözülmüş malzemeyi sürekli olarak suyla beslemesi de etkili olmuştur.

#### 4.ÇALIŞMA SAHASININ HEYELAN DUYARLILIK ANALİZİ

Eğim, eğim yönü, litoloji, yükseklik, drenaj yoğunluğu, akarsulara ve göle uzaklık faktörleri kullanılarak çalışma sahası ve yakın çevresinin heyelan duyarlılık haritası oluşturulmuştur (Şekil 13). Heyelan duyarlılığında etkili olan fiziki faktörlerin değerlendirilmesiyle elde edilen bu haritaya göre; heyelan sahası ve yakın çevresinin yaklaşık % 1'i çok yüksek, % 27'si yüksek, % 41'i orta, %26'sı az ve % 5'i heyelan

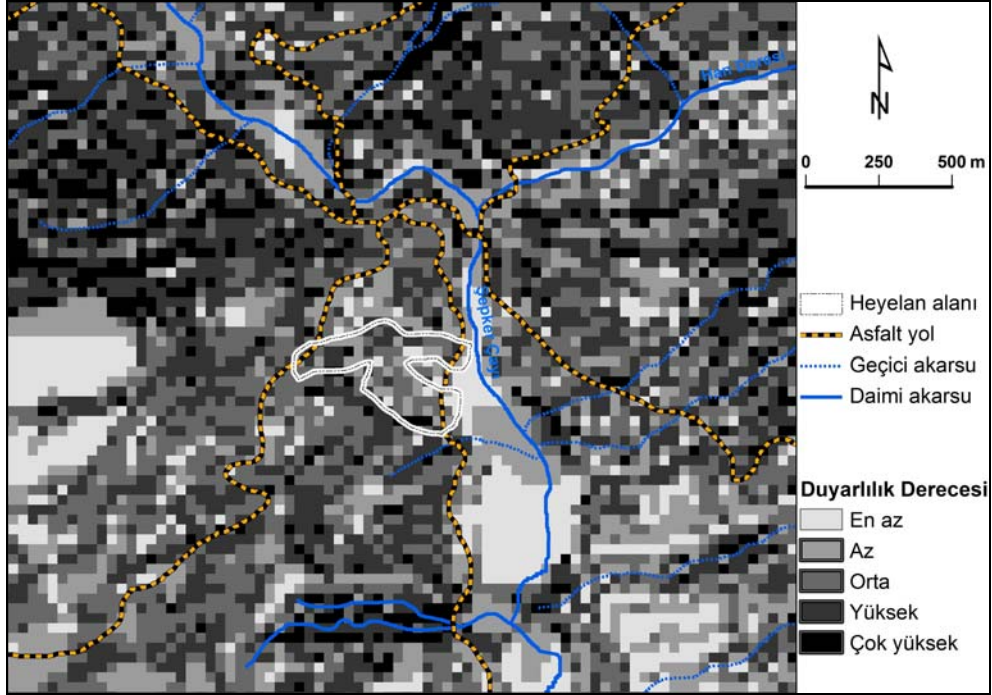
duyarlılığı bakımından en az risklidir. Buna karşılık heyelanın gerçekleştiği alanın yaklaşık % 9'u yüksek, % 55'i orta, % 31'i az ve % 5'i en az riskli alanlardan meydana gelmektedir (Şekil 13).



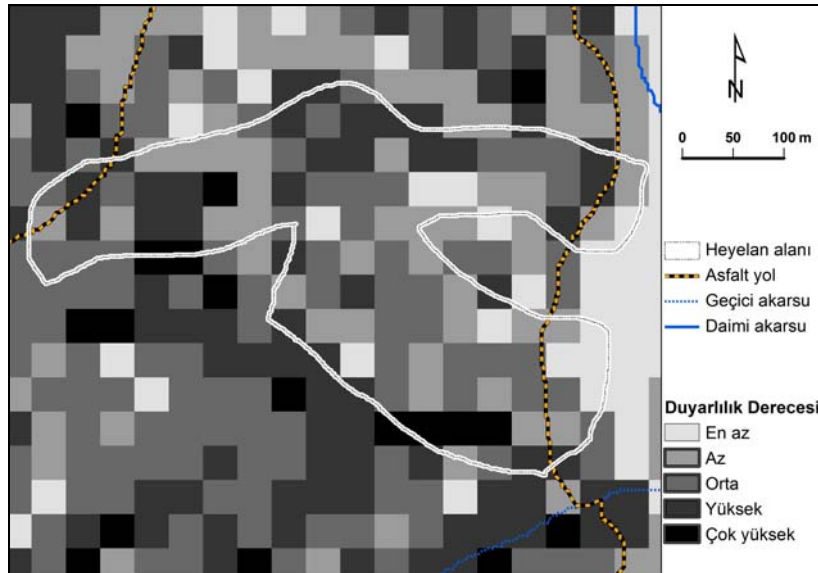
**Şekil 12:** Heyelan duyarlılığında etkili faktörlerin CBS sınıf ve ağırlık değerleri (her faktörün CBS ağırlık değeri bulunduğu kutucuğun üstünde yer almaktadır).

Heyelan sahsının yakın çevresini gösteren heyelan duyarlılık haritası dikkate alındığında, heyelanın meydana geldiği alanın orta derece risk taşıdığı söylenebilir (Şekil 13). Heyelan alanında risk dağılımı düzensiz olmakla beraber, heyelanın taç kısmında riskin arttığı fakat topuk kısmına doğru azaldığı görülmektedir (Şekil 14). Heyelan oluşumu ile fiziki şartlar arasındaki bu değerlendirmeye göre heyelanın olduğu alanda heyelan duyarlılığının orta derecede olduğu ama çevresine göre büyük oranda daha az risk taşıdığı tespit edilmiştir. Bu nedenle Tepecik Köyü heyelanını sadece fiziki faktörlerle açıklamak biraz güç görünmektedir. Bu durum özellikle karayollarının heyelan duyarlılığını arttırdığı da düşünüldüğünde bu alanlarda arazi kullanımının daha dikkatli yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.





Şekil 13: Heyelan alanı ve yakın çevresinin heyelan duyarlılık analizi ve heyelan risk dağılımı.



Şekil 14: Heyelan alanının duyarlılık analizi ve heyelan risk dağılımı (detaylı).

## 5. ARAZİ KULLANIMI VE HEYELAN ARASINDAKİ İLİŞKİ

Çalışmada heyelan oluşumu ile fiziki faktörler arasında orta derecede bir ilişki tespit edilmiştir. Dolayısıyla inceleme alanındaki heyelanı, sadece heyelanı destekleyen fiziki coğrafya özellikleri ile açıklayabilmek yeterli olmamaktadır. Bu durum heyelan oluşumunda beşeri faktörlerin önemli ölçüde etkili olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Nitekim Türkiye’de karayolu, demiryolu ve tünel açma (Atalay, 1974-1977; Girgin, 1996), madencilik faaliyetleri (Erginal vd, 2008), yerleşme ve yamaç altından malzeme alımı (Ardos, 1980), baraj inşaa etme benzeri arazi kullanım şekilleri heyelan oluşumunu tetikleyen önemli beşeri faktörlerdir. Bunlardan en sık karşılaşılanların başında ise karayolları heyelanları gelmektedir. Bu tür arazi kullanımlarının heyelanları tetiklediği bilinmekle beraber, Türkiye genelinde arazinin dağlık ve engebeli olması ve buna bağlı olarak ulaşım, yerleşme ve tarıma açılacak uygun arazi varlığının çoğu yerde yetersiz veya kısıtlı olması, heyelan riski yüksek alanların yerel yönetimlerin kontrolünde veya kontrol dışı olarak çeşitli amaçlarla kullanıma açılmasına neden olmuştur (Bayrak vd, 2007: 1).

Çalışmaya konu olan Tepecik köyü heyelanının meydana geldiği saha çevresinde birçok köy yerleşmesinin bulunması ulaşımına pek uygun olmayan yüksek, engebeli ve yüksek eğimli topografyada karayolu ulaşımını zorunlu kılmıştır. Bu amaçla 1990’lı yılların sonlarında (Şerefli köyü muhtarının verdiği bilgi doğrultusunda) biri asfalt, diğeri toprak olmak üzere iki karayolu yapılmıştır. Bu yollardan heyelanın taç kısmında kalan asfalt yol, Adıyaman-Şerefli-Tepecik-Yalankoz-Dandırılmaz ve Akçatepe yerleşmeleri arasındaki ulaşımı sağlarken; heyelan topunun altında kalan toprak yol Yeşilyamaç mezarısı ile diğer yerleşmeler arasındaki ulaşımı sağlamaktadır. Heyelan alanının taç kısmında yaklaşık 10 m genişliğinde ve asfalt olan karayolu tamamen gevşek yapıdaki kollüvyal depolar üzerine inşa edilmiş ve asfalt kalınlığı 5 cm’den daha azdır (Foto 8). Heyelanın topuk kısmında kalan ve üst yamacından malzeme alınan yol ise yaklaşık 6 m genişliğinde ve tamamen topraktır. Karayolları, trafiğin yoğunluğuna bağlı olarak heyelan duyarlılığını arttırabilmektedir. Arazi çalışmasında yaptığımız gözlemlere göre, üstte kalan karayolunda trafik yoğunluğunun zemine uyguladığı kuvvetin yarattığı etki yanında yüzeyi kaplayan asfaltın ince, bakımsız, eğiminin düşük ve özellikle yamaçlar ile temasının çok zayıf olması zeminin geçirgenliğini ve nemliliğini de arttırmıştır. Bu durum karayolunun Tepecik köyü heyelanında etkili bir faktör olarak kabul edilmesi için önemlidir. Bununla beraber bu çalışmaya konu olan Tepecik Köyü heyelanı, karayolundan ziyade heyelan alanının yamaç kısmından malzeme alımıyla daha yakından ilgilidir. Çalışma sahasının alt kısmındaki stabilize yol ve alanın yamaç kısmından malzeme alımı yamacın dayanımını önemli ölçüde azaltmıştır. Böylece karayolunun işlerliği heyelan oluşumunu doğrudan değil fakat zemini harekete geçirerek dolaylı olarak tetiklemiş denebilir.

Heyelanın oluştuğu sahanın iki karayolu arasında ve kireçtaşı malzemesinin alındığı alanın doğusundaki eğimli yamaçta yer alması, heyelanı tetikleyen en önemli faktörlerden birinin de araziden kontrolsüzce malzeme alımı olduğu izlenimini vermektedir.

Çeşitli tesislerde işlenmek üzere heyelanın topuk kısmından kireç ve çimento malzemesinin alınması heyelan alanının alt kısmının boşalmasına ve üstte kalan ağır kütlelerin desteğinin azalmasına neden olmuştur. Alınan malzemenin eğime dik, yamacın alt kesiminden alınmış olması ve geniş bir alan kaplaması, sahanın eğimini önemli oranda

arttırmış ve böylece zeminin dayanımını iyice zayıflatmıştır (Foto 9). Bu faaliyetlere 2010 yılının Ocak ayındaki yoğun ve sürekli yağışlar da eklenince zeminin dayanımı iyice zayıflamış ve heyelan meydana gelmiştir. Nitekim yamacın alt kesiminden malzeme alımına 2009 yılının yaz aylarında başlanmış ve bunu takip eden ilk yoğun yağışlı dönemde heyelan meydana gelmiştir. Bu durum heyelan oluşumu ile malzeme alımı arasında sıkı bir ilişkinin varlığını desteklemektedir. Gerçekten de heyelan sahası yakın çevresiyle fiziki özellikler bakımından çok yakın benzerlikler göstermekle birlikte, iki karayolu arasında ve yamacından malzeme alınmış olmasıyla arazi kullanımı bakımından farklılık arz etmektedir. Kaldı ki heyelan alanı ve yakın çevresinde çok uzun süredir (verilen bilgiye göre, en az 70-80 yıl) heyelan olaylarına rastlanmamış olması bu ilişkiyi kuvvetlendirmektedir. Nitekim heyelan alanının fiziki özelliklerinin CBS analizi, heyelan duyarlılığının çevresine göre nispeten daha az olduğunu da açıkça göstermektedir. Böylece yamaçtan malzeme alımı gibi çok basit bir faaliyet olarak görülen bu durum Tepecik Köyü heyelanının temel nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır.

Heyelan alanı ve çevresinde asfaltın kalitesiz ve yetersiz olması ile zeminin gevşek yapıda olması, zeminin fiziki özelliklerinin belirlenmemesi yanında mühendislik çalışmalarının da eksik olduğunu göstermektedir. Bunun yanında alanın fiziki özelliklerinin bilinmemesine rağmen, bu alandan malzeme alımına izin verilmiştir. Bu durum asfalt inşasında olduğu gibi, planlamada fizibilite çalışmalarının da ihmal edildiğini göstermektedir. Nitekim heyelan alanının alt kısmından bol miktarda malzeme alınması, şüphesiz sahanın heyelana karşı olan dayanımını azaltmıştır. Böylece her iki karayolunda mühendislik hatalarının varlığı yanında alandan gelişigüzel malzeme alınması heyelanın duyarlılığını arttırmış ve heyelanın oluşumunda önemli parametreler haline gelmiştir. Dolayısıyla heyelan oluşumunda fiziki faktörler kadar beşeri faktörlerin de etkili olduğunu ve heyelan oluşumu ile beşeri faaliyetler arasında sıkı bir ilişkinin varlığından bahsetmek mümkündür.

Planlama ve mühendislik çalışmalarındaki eksikliği asıl ortaya koyan durum ise heyelan sonrasında yapılan çalışmalarda görmek mümkündür. Heyelan gerçekleşikten 1-2 hafta sonra heyelanın ayna kısmında hiçbir önlem alınmadan, gevşek yapıdaki malzemelerin bulunduğu alanda, basit stabilize bir yol yapılmış ve araç trafiğine açılmıştır (Foto 10). Heyelan sonrasında alanın eğiminin arttığı ve alandaki malzemenin direncinin de azaldığı görülmektedir. Dolayısıyla yolun bu şekilde ulaşımına açılması önemli bir hatadır. Bu durum kamu hizmetlerinde yapılan yatırımların verimini ve kalitesini düşürmekte buna karşılık maliyetini arttırmaktadır.

30 Ocak 2010 Tepecik Köyü (Adıyaman) Heyelanı



**Foto 8:** Asfalt yolun heyelan sonrası durumu.



**Foto 9:** Tepecik köyü heyelan alanında malzemenin alındığı yüzey (çerçeve içinde).





**Foto 10:** Heyelan sonrası hiç bir önlem alınmadan heyelanın taç kısmına yapılan yol (eski asfalt yol).

## 6.SONUÇ

Çalışmada yaptığımız değerlendirmeler neticesinde, incelemeye konu olan Tepecik köyü heyelanında fiziki çevre koşullarının heyelan oluşumunda orta derece risk taşıdığı belirlenmiştir. Dolayısıyla çevresine göre değerlendirildiğinde çalışmaya konu olan Tepecik Köyü heyelanının oluşumunu sadece fiziki faktörlerle açıklamak güç görünmektedir. Bu durum heyelan oluşumunda beşeri kökenli faktörlerin ön plana çıkmasına neden olmaktadır. Özellikle karayollarının yapımından sonra yamacın alt tarafından malzeme alınmasına izin verilmesi ile heyelan oluşumunun bir birini takip eden sürede meydana gelmesi heyelanı beşeri kökenli faktörlerin de desteklediğini göstermektedir. Orta derece heyelan riski taşıyan bu alandan çeşitli amaçlarla malzeme alımı, zeminin dayanımını önemli ölçüde azaltmış ve karayolu ile zemindeki malzemenin yerçekimi etkisiyle aşağı doğru hareketini kolaylaştırmıştır. Nitekim 2009 yılının yaz ayından itibaren çalışma sahasının yamaç kısmından malzeme alınmaya başlanmasını takip eden kış ayında heyelan meydana gelmiştir. Bu durum heyelan oluşumunun sebep ve sonuçlarında, fiziki faktörlerden ziyade beşeri faktörlerin daha etkili olduğunu göstermektedir. Nitekim heyelanın meydana gelmesinden (30 Ocak) yaklaşık 1-2 hafta sonra heyelanın taç kısmında hiçbir önlem alınmadan stabilize bir karayolu yapılmış ve kullanıma açılmıştır. Bu kadar kısa sürede hiçbir önlem alınmadan son derece gevşek yapıda çimentolaşmamış malzemeler üzerinde, yeni yolun tekrar kullanıma açılması Türkiye’de planlama çalışmalarının ne derece ciddiye



alındığını göstermektedir. Nitekim bu yol çalışması sırasında yamaca yapılan müdahaleler yeni heyelanları tetikleyebilir.

Hâlbuki Türkiye gibi yüksek ülkelerde, özellikle kırsal alanlarda yerleşmelerin dağınık olması, ulaşım, iletişim ve temel ihtiyaçlara yönelik altyapı sorunlarını ve maliyetini arttırmaktadır. Bu nedenle bu gibi alanlarda yürütülecek olan altyapı çalışmalarının kalıcı olması önemlidir. Buna karşılık gelişmekte olan ülkelerde ve Türkiye’de bu tür çalışmalar için yeterli fizibilite çalışmalarının yapılmaması, uygulamaların eksik ve geçici olmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla çoğu kez yürütülen çalışmaların yenilenmesi veya yeniden yapımı gerekmekte ve böylece altyapı sorunları uzun süre aksamakta, masraflar olması gerekenin çok üstüne çıkmaktadır. Bu durum, altyapı çalışmalarını yapanların coğrafi birikim ve planlama gücünden yoksun olmasıyla da yakından ilişkilidir.

Sonuç olarak incelemeye konu olan Tepecik Köyü heyelanı birçok yönü ile plansızlık sonucu meydana gelmiş, yatırım masraflarını arttırmış ve birçok köyde geçici olarak ulaşımın aksamasına neden olmuştur. Aynı durumun tekrar yaşanmaması ve ulaşım yeni açılan yolun yamaç desteğini arttırmak için, kayma düzleminin bulunduğu alana derin kazıklar ve istinat duvarı çekilmelidir. Ayrıca heyelan alanının yakın çevresinde heyelan riski taşıyan yüksek eğimli alanlarda yamaç eğimini ve yüksekliğini düşürmek amacıyla mutlaka yatıklaştırma işlemi yapılmalıdır. Bunlardan daha önemlisi ise Türkiye’de özellikle kırsal kesimlerde altyapı hizmetlerine yönelik planlama çalışmalarındaki ihmallerin azaltılması ve planlama çalışmalarının daha ciddi yürütülmesi gerekmektedir. Bunun için ise fizibilite ve planlama çalışmalarına daha fazla kaynak ayırmak ve bu çalışmaları daha ciddi yürütmek gerekmektedir.

## 8.KAYNAKÇA

- Ardos, M. (1980). 8 Şubat 1974 Karabük Heyelanı. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi* (23), 47-55.
- Ata Sungur, K. (1979). *Kayaçlar ve Ayrışma*. İstanbul: Edebiyat Fakültesi Matbaası.
- Atalay, İ. (1974-1977). Muş-Palu arasındaki Murat Vadisi boyunca oluşan kütle hareketleri. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi* (20-21), 263-277.
- Avcı, M. (1993). Türkiye’nin Flora Bölgeleri ve "Anadolu Diagonali"ne coğrafi bir yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi* (28), 225-248.
- Bayrak, T., Atasoy, M., & Demir, O. (2007). Heyelanların sosyo-ekonomik etkileri: Kutlugün Köyü (Trabzon) heyelanı örneği. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 2-6 Nisan 2007, Ankara*, 1-6.
- Chung, C.-J., & Fabbri, A. G. (2008). Predicting landslides for risk analysis-Spatial models tested by a cross-validation technique. *Geomorphology* (94), 438-452.
- Ekinci, D. (2005). Karadeniz Ereğlisi'nin Zemin Hareketleri Duyarlılık Sahalarının Sınıflandırılması ve Yüksek Riskli Yerleşmelerin Zemin Stabilitate Analizi. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi* (13), 121-137.

- Erginal, E., & Bayrakdar, C. (2005). Karayolu Heyelanlarına Bir Örnek: İncelik Heyelanı. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi* (14), 43-53.
- Erginal, A. E., Türkeş, M., Ertek, T. A., Baba, A., & Bayrakdar, C. (2008). Geomorphological investigation of the excavation-induced Dündar Landslide, Bursa-Turkey. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 90 (2), 109-123.
- Erinç, S. (2000). *Jeomorfoloji I*. İstanbul: Der Yayınları.
- Ertek, A. (1999). Kandıra-Arıklar Heyelanı (20 Ekim 1997). *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi* (7), 87-103.
- Ertek, A., & Erginal, A. E. (2006). Antropogenically triggering Landslide factors of Varyant Landslide area at Büyükçekmece, NW Turkey. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 50 (2), 177-191.
- Fell, R., Corominas, J., Bonnard, C., Cascini, L., Leroi, E., & Savage, W. Z. (2008). Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for landuse planning. *Engineering Geology* (102), 85-98.
- Girgin, M. (1996). Aşkale Heyelanı (Erzurum). *Türk Coğrafya Dergisi* (31), 155-166.
- Gökçeoğlu, C., & Ercanoğlu, M. (2001). Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Parametrelere İlişkin Belirsizlikler. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni* (23), 189-207.
- Gökçeoğlu, C., Duman, T. Y., Sönmez, H., & Nefeslioğlu, H. A. (2005). 17 Mart 2005 Kuzulu (Koyulhisar Sivas) Heyelanı. *Mühendislik Jeolojisi Bülteni* (20), 17-28.
- Greenway, D. R. (1987). *Vegetation and Slope Stability*. In *Slope Stability*. (M. F. Anderson, & K. S. Richards, Dü) New York: Willey and Sons.
- Ildır, A. (1995). Türkiyede heyelanların dağılımı ve afetler yasası ile ilgili uygulamalar. 2. *Ulusal Heyelan Sempozyumu* (s. 1-9). Adapazarı: 2. Ulusal Heyelan Sempozyumu Bildirileri Kitabı.
- Jacob, M. (2000). The impacts of logging on landslide activity at Clayoquot Sound, British Columbia. *Catena* (38), 279-300.
- Karadoğan, S. (2005). *Adiyaman havzasının genel ve uygulamalı jeomorfolojisi*. Elazığ: Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü .
- Ketin, İ. (1983). *Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası.
- Lacoste, A., Loncke, L., Chanier, F., Bailleul, J., Vendeville, B. C., & Mahieux, G. (2009). Morphology and structure of a landslide complex in an active margin setting: The Waitawhiti complex, North Island, New Zealand. *Geomorphology* (109), 184-196.

- Menashe, E. (1998). Shoreline management and stabilization using vegetation. *Native Plants: Propagation and Planting December 9-10* (s. 1-7). Oregon: Oregon State University.
- Zaruba, Q., & Mencl, V. (1982). *Landslides and Their Control*. Amsterdam, Oxford, New York: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Zulfahmi, A., Jasni, Y., Sahibin, A., Muhammad Barzani, G., & Ramlan, O. (2002). Preliminary Survey of Landslide Occurrences Along Main Road of Gap-Fraser's Hill, Pahang. *Proceedings of the Regional Symposium on Environment and Natural Resources 10-11 April 2002, Hotel Renaissance, Malaysia*, (s. 745-751).