



**KARAYOLLARI
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

JEOLJİK HİZMETLER ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ



HEYELAN TANIMLAMA VE VERİ OLUŞTURMA KILAVUZU



T.C.
Ulaştırma, Denizcilik ve
Haberleşme Bakanlığı
bağlı kuruluştur.

ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI



T.C.
ULAŖTIRMA, DENİZCİLİK ve HABERLEŖME BAKANLIĞI
KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



ARAŖTIRMA VE GELİŖTİRME DAİRESİ BAŖKANLIĐI
JEOLojİK HİZMETLER ŖUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ

HEYELAN TANIMLAMA VE VERİ OLUŖTURMA KILAVUZU

İbrahim ANAÇALI
Müdür Yardımcısı

Ahmet ŖİRİN
Ŗube Müdürü

MAYIS 2015
ANKARA

ÖNSÖZ

Ülkemiz coğrafyası; olumsuz jeolojik koşullar içermesi, sismik açıdan aktif deprem kuşakları içerisinde yer alması, olumsuz meteorolojik koşullar etkisi altında büyük ölçekte kaya ve zemin heyelanları ile sel ve doğal afet riskleri içermektedir. Tüm bu nedenlere bağılı olarak da Teşkilatımız sorumluluğunda bulunan yol ağlarımızda zaman zaman olumsuz stabilite problemleri oluşmakta ve trafik güvenliği olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca ülkemizin morfolojik özelliklerine bağılı olarak yüksek dağlık alanlar ve geçit noktaları içermesi, ülke genelinde yamaç eğimlerinin yüksek olması gerek yol yapım aşamasında ve gerekse bakım altındaki yollarımızda sonradan heyelanlar gelişebilmektedir.

Karayolları yol ağında meydana gelen heyelanların sınıflaması, yol trafiğine etkileri, hacimsel ve alansal dağılımları, ekonomik değerleri (ıslah çalışmaları) konusunda Teşkilatımızın bünyesinde güncel ve uluslararası bilimsel değeri olan bir veri arşivi bulunmamaktadır. Bu nedenle Teşkilatımız yol ağında bulunan ve trafik güvenliğini olumsuz etkileyen heyelanların envanter kayıtlarının tutulması, risk analizlerinin yapılması ve heyelan kara nokta bölgelerinin belirlenerek bu konuda yapılması gerekli çalışmalara yön verilmesi amacıyla bu çalışma başlatılmıştır. Heyelan Tanımlama Kılavuzu olarak hazırlanan bu çalışma, Avrupa Birliği EuroCode, INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) ve USGS (United State Of Geological Survey) referans aldığı şekilde hazırlanan Varnes (1978) sınıflama temel olacak şekilde değerlendirilmiştir.

Karayollarında, ülkemizin bu olumsuz jeolojik, morfolojik, topoğrafik ve meteorolojik koşullarına bağılı olarak gelişen kaya ve zemin heyelanlarının risk ve öncelik analizlerinin yapıp heyelan sahalarında güvenli stabilite koşullarının oluşturulması ve kalıcı trafik güvenliğinin tesis edilmesi son derecede büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmalara ilgili tüm teşkilat birimlerinin aktif katılmaları ve titizlikle takibi ile istenilen hedefe ulaşılabacaktır.

Birol DEMİR

Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanı

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
1. Giriş	1
2. Heyelan Sınıflamaları	2
3. Kütle Hareketlerinin Oluşum Şekilleri Özet Bilgileri	3
3.1 Düşme	3
3.2 Devrilme	5
3.3 Kayma	6
3.4 Yayılmalar	11
3.5 Akmalar	11
4. Heyelanlarda Suyun Değerlendirilmesi	13
5. Heyelanların Geometrik Tanımı	13
6. Heyelanların Geometrik Değerlendirilmesi	15
7. Heyelanların Aktivite Durumunun Değerlendirilmesi	16
8. Heyelanların Aktivite Hızlarına Göre Değerlendirilmesi	19
9. Heyelanların Nedenleri İle İlgili Yaklaşım ve Tanımlar	20
10. Heyelanlarda Jeolojik-Jeoteknik Araştırma İş Programı Hazırlanması	22
11. Kaynakça	23

EKLER

- Ek-1 Heyelan Tanımlama ve Veri Bilgi Formu
- Ek-2 Heyelanlarda Jeolojik-Jeoteknik Araştırma İş Programı ve Mühendislik
Jeolojisi Raporu Hazırlama Formatı
- Ek-3 Heyelanlarda Jeolojik ve Morfolojik Harita Sembolleri ve Terminolojisi
- Ek-4 Heyelan Plankotesi, Mühendislik Jeolojisi Haritası, Jeolojik Kesitler Örneği

1. GİRİŞ

Karayolları boyunca meydana gelen heyelanların nedenleri bakıldığında; ülkemizin olumsuz jeolojik koşullar içermesi, aktif deprem kuşakları içerisinde yer alması ve morfolojik yapıya bağlı olarak yüksek dağlık alanlar ve geçit noktaları içermesi, ülke genelinde yamaç eğimlerinin yüksek olması ana nedenler olarak sıralanmaktadır. Tüm bu faktörlere bağlı olarak gerek yol yapım aşamasında ve gerekse sonradan bakım aşında bulunan yollarda büyük ölçekte kaya ve zemin heyelanları ile olumsuz meteorolojik faktörler etkisi ile de sel gibi doğal afetler gelişebilmekte ve trafik güvenliği olumsuz etkilenmektedir.

Ülkemizde görülen deprem, heyelan, sel gibi doğa olayları karayolları dışında yerleşim alanlarını da etkileyerek çoğu kez doğal afete dönüşerek sosyal, ekonomik ve çevresel kayıplara neden olmaktadır. Ülkemiz için ulusal ölçekte doğal afetlerden kaynaklanan kayıplar için etkilenen konut sayıları temel alınmaktadır. Bu çalışmalarda Ildır (1995), Ergünay (1999) ve Gökçe vd. (2008) olmak üzere sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Değişik dönemleri kapsayan bu çalışmaların tamamında doğal afetlerden etkilenen konut sayısı temel alınarak yapılan değerlendirmelerde, heyelanlardan kaynaklanan kayıplar, depremlerden sonra ikinci sırayı aldığı görülmektedir. Bu konuda yapılan en son çalışma olan ve 1950-2005 yılları arasındaki dönemi kapsayan Gökçe vd., (2008)'e göre, aynı yerleşim biriminde değişik zamanlarda birden fazla gerçekleşen olay sayıları da dikkate alınarak, heyelanların (heyelan ve kaya düşmesi) 16,450 olay sayısı ile tüm afetler içerisinde % 55.2'lik bir paya sahip olduğu görülmektedir. Herhangi bir doğal afete uğramış ve afet bölgesi ilan edilerek etkili nakli gerçekleştirilen konutların dağılımına bakıldığında, heyelan olayları nedeniyle gerçekleştirilen nakiller % 28'lik gibi önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Ülkemizde heyelanların yol açtığı kayıpları azaltmak, heyelanların mekansal dağılımı ile bunları kontrol eden çevresel faktörlerin daha iyi anlaşılmasını sağlamak ve belirli bir standartta ulusal düzeyde sayısal heyelan veri tabanının oluşturulması amacıyla, MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1997 yılında "Türkiye Heyelan Envanter Haritası" projesine başlanmıştır. Söz konusu proje kapsamında orta (1:25.000), bölgesel (1:500.000) ve ulusal (1:1.500.000) ölçekte Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında sayısal heyelan envanter haritaları üretilerek heyelan veri tabanı MTA Genel Müdürlüğü web sayfasında, Yerbilimleri Portalı altında Web sunucusuna yüklenerek yasal uyarılar kapsamında tüm kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.

Karayolları yol ağında meydana gelen heyelanların sınıflaması, yol trafiğine etkileri, hacimsel ve alansal dağılımları, ekonomik değerleri (ıslah çalışmaları) konusunda Teşkilatımızın bünyesinde güncel ve uluslararası bilimsel değeri olan bir veri arşivi bulunmamaktadır. Bu nedenle Teşkilatımız yol ağında bulunan ve trafik güvenliğini olumsuz etkileyen heyelanların envanter kayıtlarının tutulması, risk analizlerinin yapılması ve heyelan kara nokta bölgelerinin belirlenerek bu konuda yapılması gerekli çalışmalara yön verilmesi amacıyla bu çalışma başlatılmıştır. Heyelan Tanımlama ve Veri Oluşturma Kılavuzu olarak hazırlanan bu çalışma, Avrupa Birliği EuroCode, INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) ve USGS (United State Of Geological Survey) referans aldığı şekilde hazırlanan Varnes (1978) sınıflama temel olacak şekilde değerlendirilmiştir.

2. HEYELAN SINIFLAMALARI

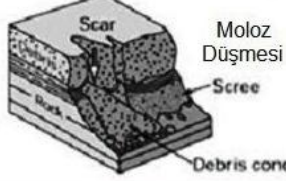
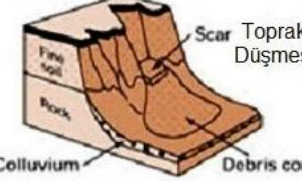
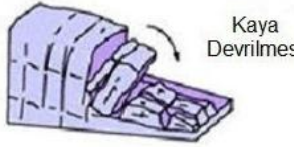
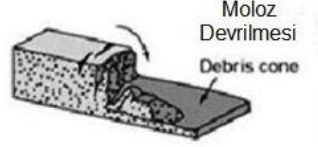
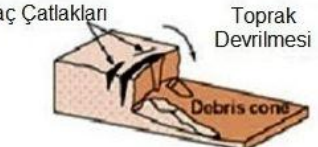
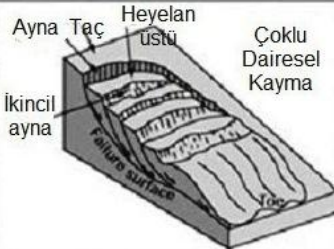
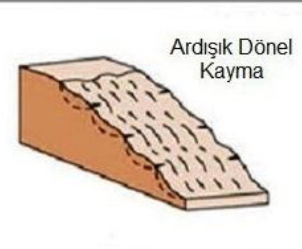
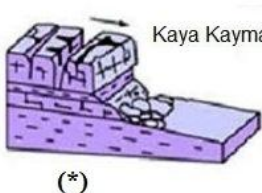
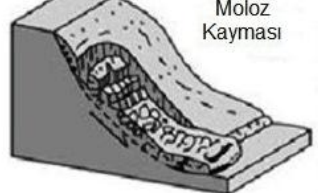
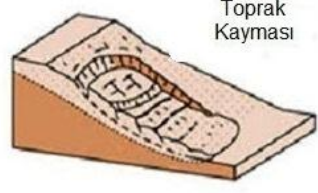
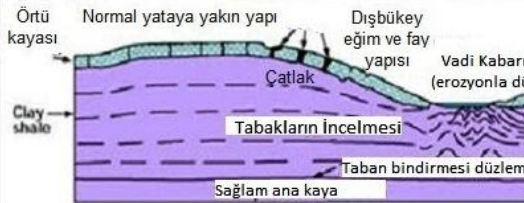
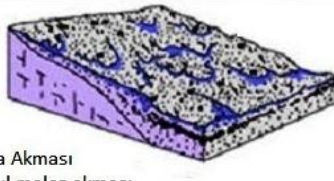
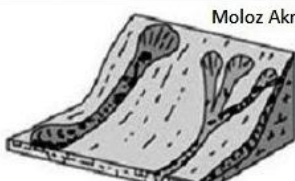
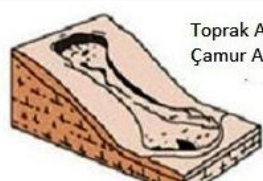
Varnes (1978), heyelan yerine yamaç hareketi terimini kullanmıştır. Avrupa Birliği INSPIRE direktifinde heyelan sınıflamaları için Varnes'ı kullanmıştır. Yamaç hareketlerinin farklı yollardan sınıflandırıldığını ve her bir sınıflamada tanıma, kontrol, ıslah veya diğer amaçların ön plana çıkarılabildiğini açıklamıştır. Tanıma ve sınıflama için seçilen kriterleri aşağıdaki şekilde gruplandırmıştır.

- Hareketin tipi
- Malzeme türü
- Hareketin hızı
- Yenilen malzemenin ve yenilen alanın geometrisi
- Yaş
- Sebepler
- Yer değiştiren kütlenin kopma derecesi
- Jeolojik yapı ile kayma geometrisi arasındaki ilişki
- Gelişme (oluşma) derecesi
- Tip örneğinin coğrafik konumu
- Etkinlik durumu

Tanıma ve sınıflama için hareketin tipi ve malzemenin türünün önemli olduğunu vurgulayarak; heyelanları hareketin tipine ve malzemenin türüne göre sınıflandırmıştır (Tablo-1). Varnes, 1978 yılında bir heyelanın özelliklerini gösteren blok diyagram hazırlamıştır (Şekil-1). Daha sonra 1990 yılında IAEG Heyelan Komisyonu, Varnes'in blok diyagramında kullanmış olduğu terimleri aynen kullanarak yeni bir blok diyagram hazırlamışlardır.

Tablo-1:Hareketin tipi ve malzemenin cinsine göre heyelanların sınıflandırılması (Varnes, 1978).

HAREKETİN TİPİ		MALZEMENİN TÜRÜ	
		KAYAÇLAR	ZEMİNLER
			İri taneli İnce Taneli
DÜŞME		Kaya Düşmesi	Moloz Düşmesi Zemin Düşmesi
DEVİRİLME		Kaya Devrilmesi	Moloz Devrilmesi Zemin Devrilmesi
Kayma	Dönel	Kaya Kayması	Moloz Kayması Zemin Kayması
	Yanal		
YAYILMA		Kaya Yayılması	Moloz Yayılması Zemin Yayılması
AKMA		Kaya akması (Derin Krip)	Moloz Akması Zemin Akması (Toprak Kribi)
KARIŞIK		İki veya daha fazla hareket türü	

Malzeme Hareketin Türü	KAYA	MOLOZ	ZEMİN
DÜŞMELER	 Kaya Düşmesi	 Moloz Düşmesi Scree Debris cone	 Toprak Düşmesi Colluvium Debris cone
DEVİLMELER	 Kaya Devrilmesi	 Moloz Devrilmesi Debris cone	 Taç Çatlakları Toprak Devrilmesi Debris cone
KAYMALAR	DÖNEL  Tek Dairesel Kayma Failure surface	DÖNEL  Ayna Taç Heyelan üstü İkincil ayna Çoklu Dairesel Kayma Failure surface	DÖNEL  Ardışık Dönel Kayma
	ÖTELENMELİ (Düzlemsel)  Kaya Kayması (*)	ÖTELENMELİ (Düzlemsel)  Moloz Kayması	ÖTELENMELİ (Düzlemsel)  Toprak Kayması
YAYILMALAR	 Örtü kayası Normal yataya yakın yapı Dışbükey eğim ve fay yapısı Vadi Kabarması (erozyonla düzleşmiş) Çatlak Tabakların İncelmesi Taban bindirmesi düzlemi Sağlam ana kaya Örnek: Bombelenme ve Vadi olusumu		 Toprak yayılması
AKMALAR	 Kaya Akması Buzul moloz akması	 Moloz Akması	 Toprak Akması Çamur Akması
KARMAŞIK	 Kaya-Toprak akması ile kaya etek döküntüsü		 Örnek: Kompozit, dairesel olmayan, kısmen dönel/kısmen düzlemsel ve eteğe doğru toprak akması şeklinde

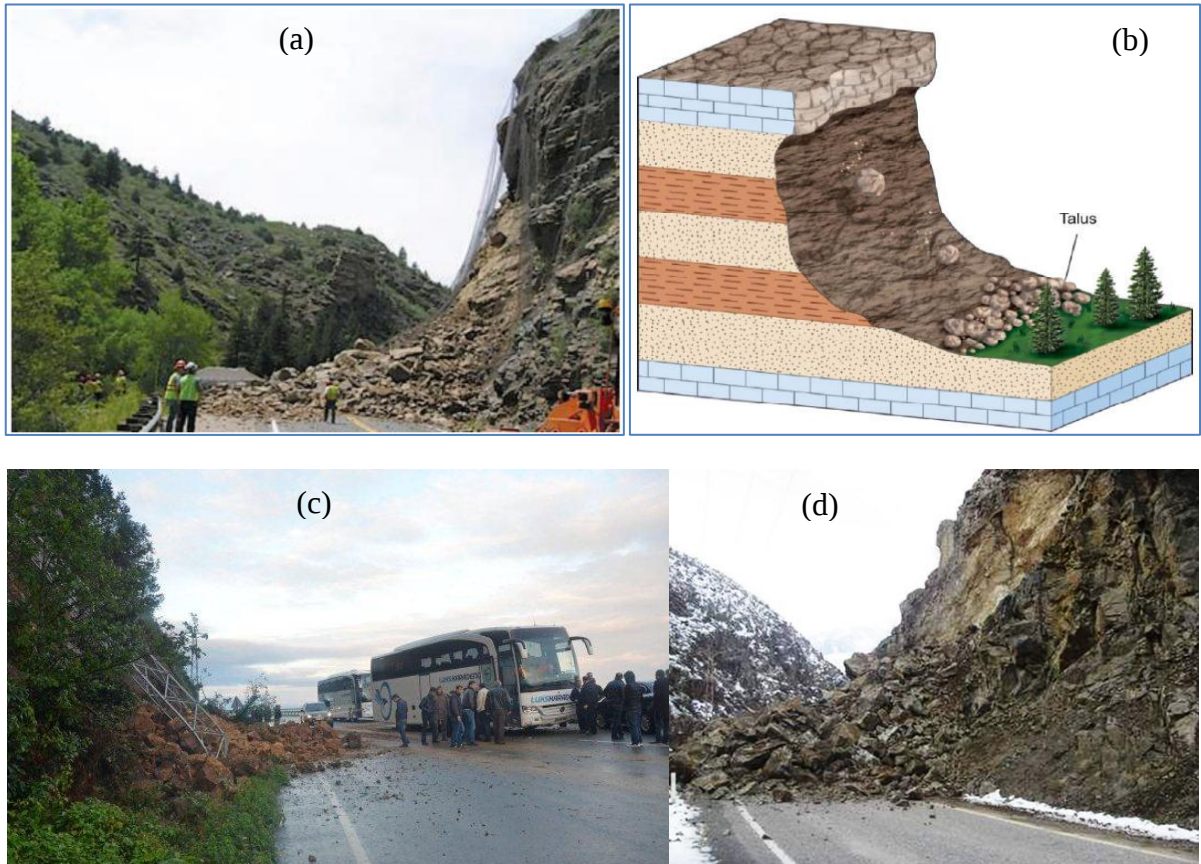
Şekil-1. Hareketin tipi ve malzemenin cinsine göre heyelanların türlerinin görünümü (Varnes, 1978). [(*) Düzlemsel kayma ve kama tipi olarak ikiye ayrılmıştır.]

3. KÜTLE HAREKETLERİNİN OLUŞUM ŞEKİLLERİ ÖZET BİLGİLERİ

Kütle hareketleri meydana geldiği jeolojik formasyonun cinsi, yapısal özellikleri, fay, çatlak, şistozite, tabakalanma, ayrışma-dayanım ve yeraltı suyu gibi birçok etkenlerin etkisi altında farklı geometrik yapıda (düzlemsel, dairesel, karışık), farklı hızda (çok hızlı, hızlı, yavaş, krip gibi) ve farklı yayılım özelliğinde gelişebilir. **Varnes (1978)**, heyelan yerine yamaç hareketi terimini kullanmıştır. Avrupa Birliği INSPIRE direktifinde heyelan sınıflamaları için Varnes'ı kullanmıştır. Hareketin şekline bağlı olarak gelişen kütle hareketleri tanımsal olarak aşağıda verilmektedir.

3.1 Düşme:

Düşme, jeolojik formasyonun cinsine göre; *kaya düşmesi*, *moloz düşmesi* ve *toprak düşmesi* şeklinde adlandırılır. Jeolojik birimin cinsi, tabakalanma ve şistozite özellikleri, ayrışma, dayanım, süreksizlik özellikleri (çatlak ara uzaklıkları, çatlak açıklıkları, çatlak yüzey özellikleri, pürüzlülük, çatlak dolgu özellikleri ve çatlak yüzeylerindeki ayrışmalara bağlı olarak), bloklaşmış jeolojik yapıda yamaç molozu türündeki malzemede ve rezidüel veya taşınarak depolanmış zeminleşmiş birimlerde yeraltı suyu durumu ve yüksek topoğrafik eğim koşullarında, topuk oyulmaları, donma-çözülme etkilerine bağlı olarak hidrostatik basınç etkisiyle kendi ağırlığı ile direk düşme, kopma şeklinde eğimin düştüğü düzlemlerde hareketin sonlandığı kayma türleridir.



Şekil-2: Doğada düşme yenilmeleri [c) Arhavi-Hopa DY, d) Artvin-Şavşat DY].

3.2 Devrilme:

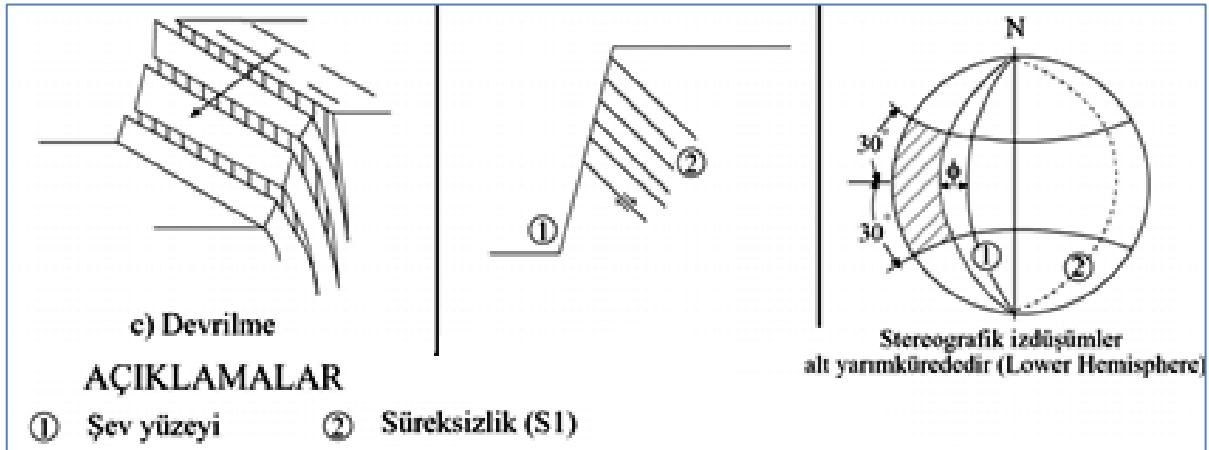
Devrilme; kaya formasyonların yapısal özelliklerine ve devrilme olan yamaç eğimine bağlı olarak gelişmesi durumunda **kaya düşmesi**, eğimin yüksek olduğu yamaçlarda jeolojik birimin cinsine göre (yamaç molozu veya toprak, zemin olma durumuna göre) **moloz devrilmesi** veya **toprak devrilmesi** olarak adlandırılmıştır. Jeolojik formasyonun kaya olması durumunda bu birimin yapısal özellikleri (çatlak, tabaka ve şistozite özelliği, konumu ve yamaç düzlemi ile verdiği geometrik konuma göre kinematik olarak tanımlanan kayma şeklidir. Bu yapısal özelliklere bağlı olarak yapısal özelliğin ekseninden dönme, devrilme şeklinde bir yenilme gerçekleşmektedir. Moloz ve toprak devrilmesi daha ziyade birimin kohezyonu ve yamaç eğimi daha etkin parametre olup yeraltı suyu, çökelme hızı, geometrisi, donma-çözülme gibi etkiler de hareketin gerçekleşmesinde önemli etkenlerdir.



(a)



(b)



(c)

Şekil-3: Devrilme türü stabilite yenilmeleri (a, b) ve kinematik analizi (c).



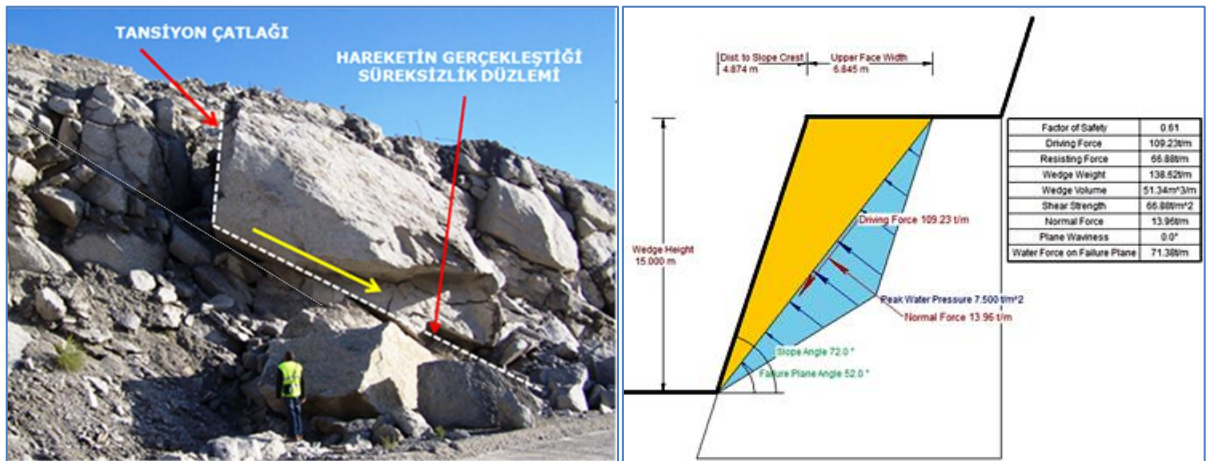
(a)

(b)

Şekil-4: Devrilme türü yenilmeler [a) Tirebolu-Torul DY, b) Hopa-Sarp DY].

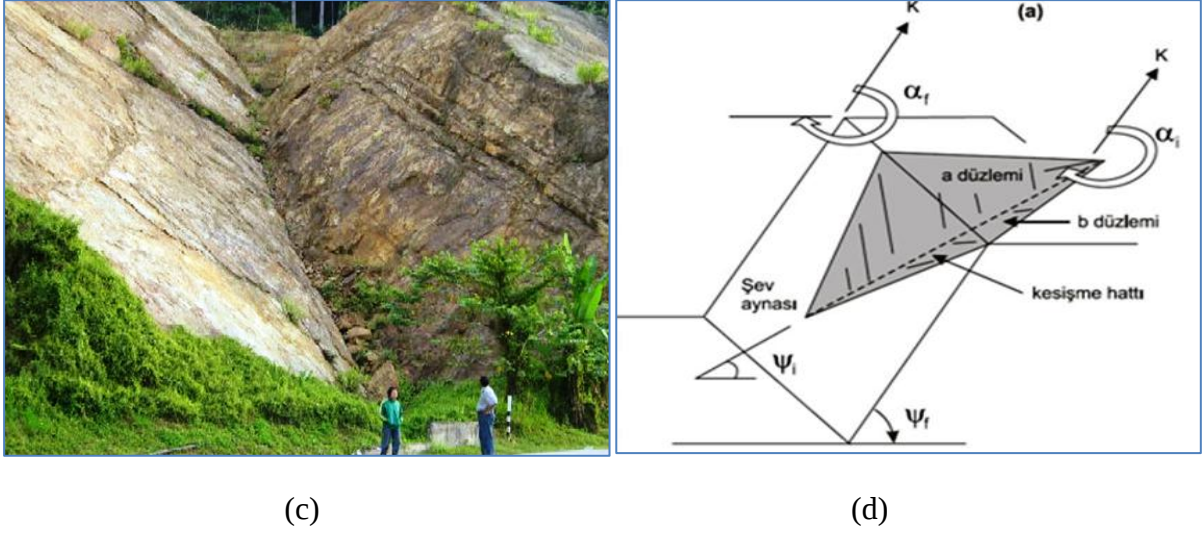
3.3 Kayma:

Kaymalar genel olarak dairesel kaymalar ve ötelenmeli düzlemsel kaymalar şeklinde ikiye ayrılmaktadır. **Dönel kaymalar;** bloklaşmış kaya formasyonlarda **tek dairesel kayma**, moloz biriminde **çoklu dairesel kayma** veya zeminleşmiş birimlerde **ardışık dairesel kayma** olarak sınıflandırılır. **Ötelenmeli düzlemsel kaymalar;** Varnes, 1978'den farklı olarak kaya formasyonlarda süreksizlik düzlemlerinin konumu ve kesişimlerinin kayma yönü yüzeyle yaptığı arakesit oluşturma özelliğine bağlı olarak **düzlemsel kayma** ve **kama tipi kayma** olarak adlandırılır. Yamaç eğimine bağlı olarak jeolojik birimin cinsine ve tane dağılımına bağlı olarak (yamaç molozu veya toprak, zemin olma durumuna göre) **moloz kayması** ve **toprak kayması** olarak adlandırılmıştır.

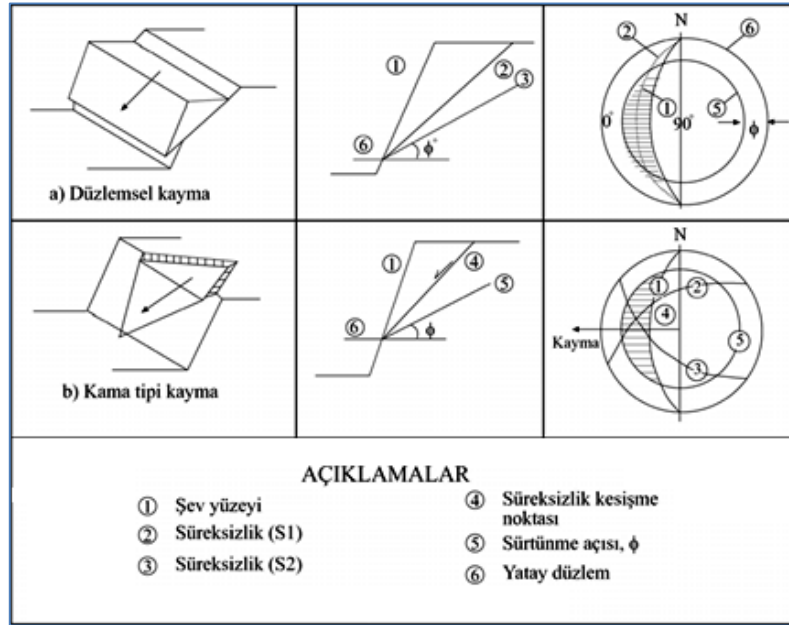


(a)

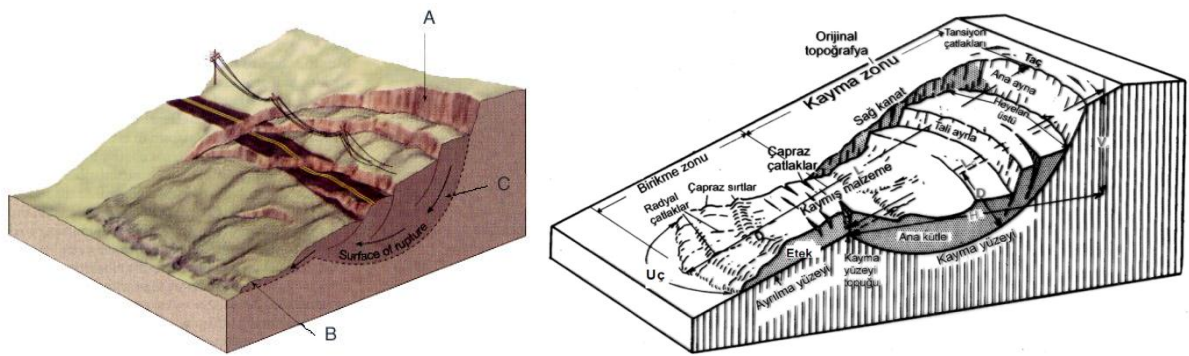
(b)



Şekil-5: Düzlemsel kayma (a, b) ve kama tipi kayma (c, d) türü stabilite yenilmeleri



Şekil-6: Düzlemsel kayma ve kama tipi kayma türü stabilite yenilmelerinin kinematik analizi.



Şekil-7: Dairesel kayma yapısının genel şematik görünümü.



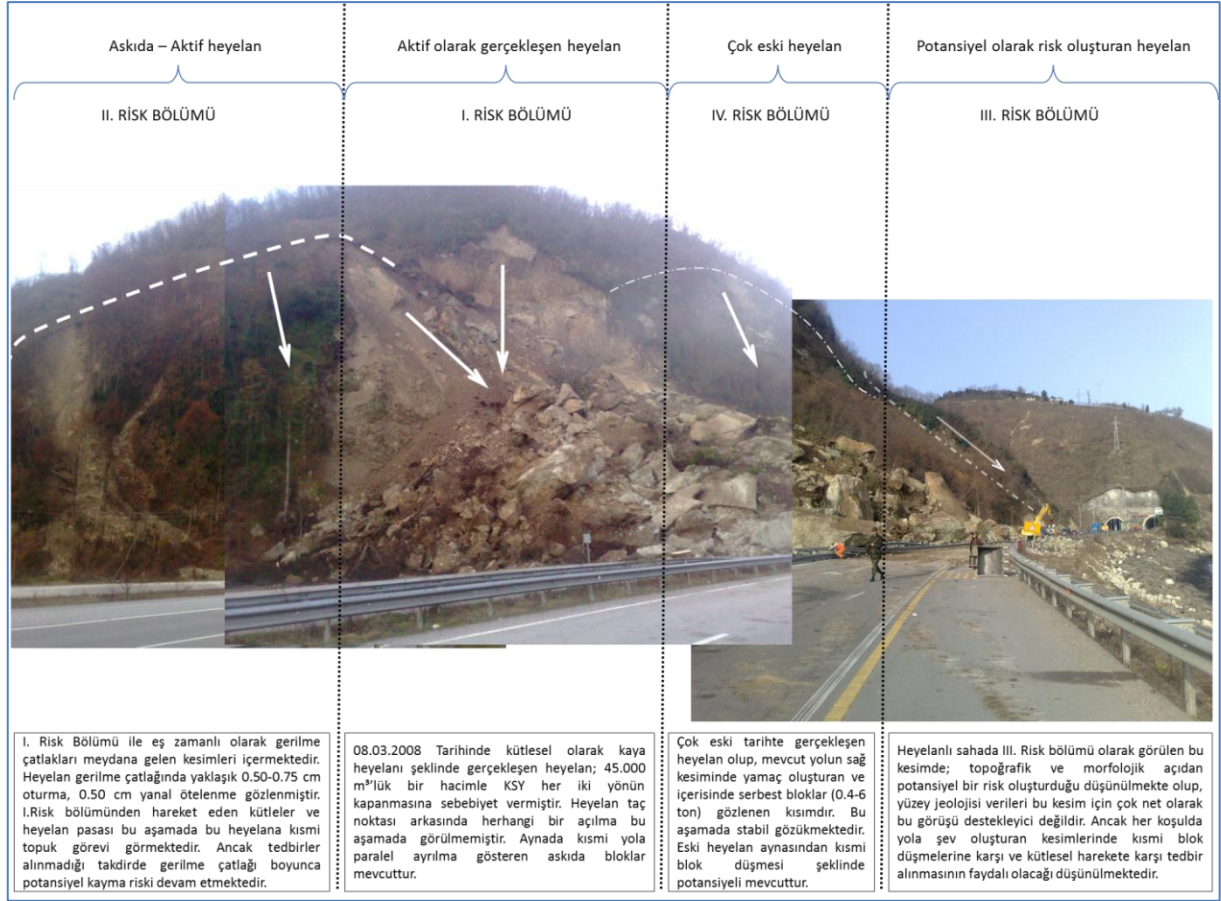
(a)

(b)

Şekil-8: Çoklu dairesel kaymalar [a) Meksika otoyol heyelanı, b) ABD örneği].



Şekil-9: Mersin-Tarsus Otoyolu Km: 29+900-29+300 Heyelanı (çoklu dairesel kayma).



(a)



(b)



(c)

Şekil-10: Arıdurak Tüneli Çıkışı Kaya Heyelanı (ötelenmeli kaya kayması)

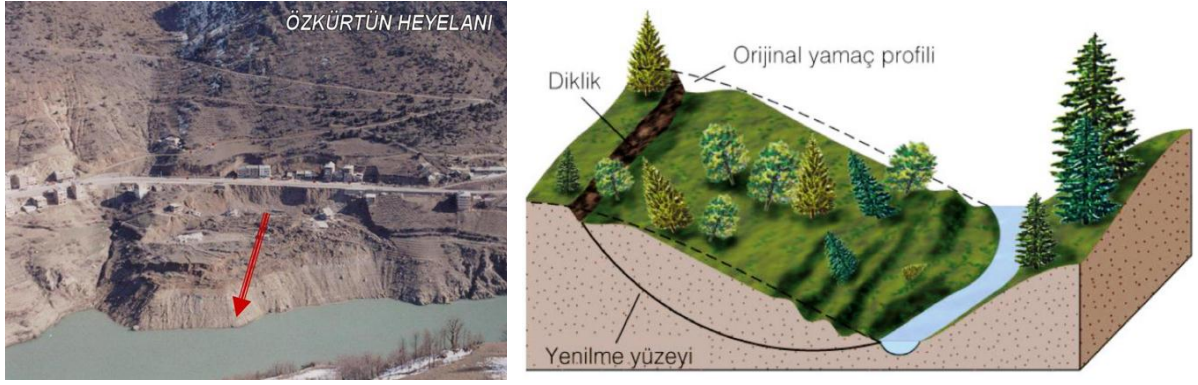
[a) Arıdurak heyelanı bölümlendirme ve risk değerlendirme örneği, b ve c) Heyelanın yola verdiği hasar-trafik riski görüntüleri].



Şekil-11: Çeşitli kayma örnekleri (moloz ve toprak akması dairesel, akma ötelenmeli).



Şekil-12: Tirebolu-Torul Devlet Yolu (877-02) Km:30+000 Süme Heyelanı (karmaşık yapıda ardışık gelişen dairesel kayma şeklindeki heyelan örneği).



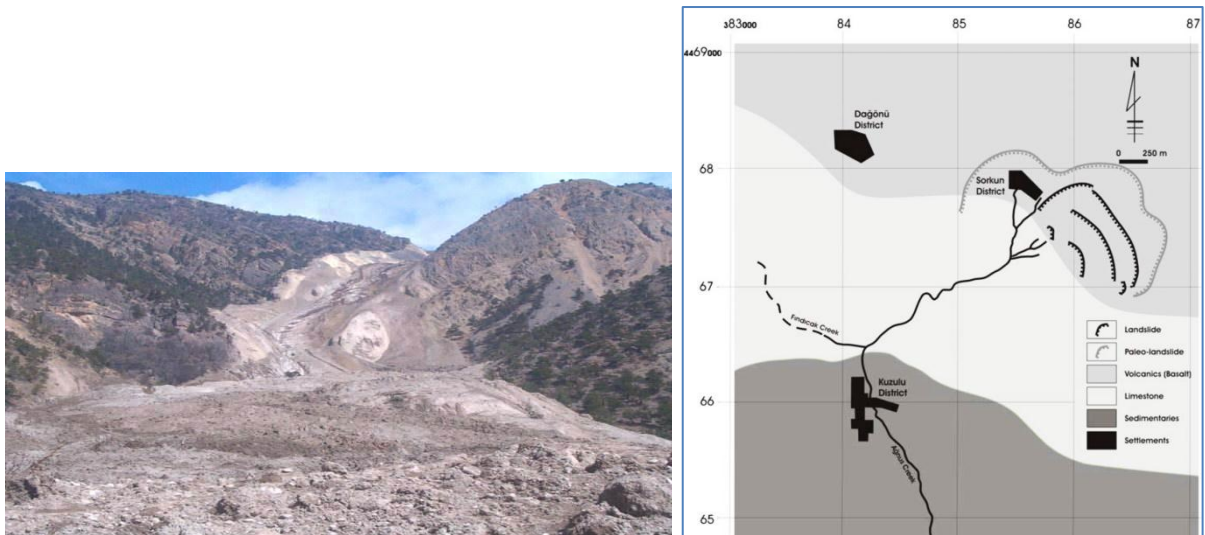
Şekil-13: Tirebolu-Torul Devlet Yolu (877-02) Km:32+000 Özkürtün Heyelanı.

3.4 Yayılmalar:

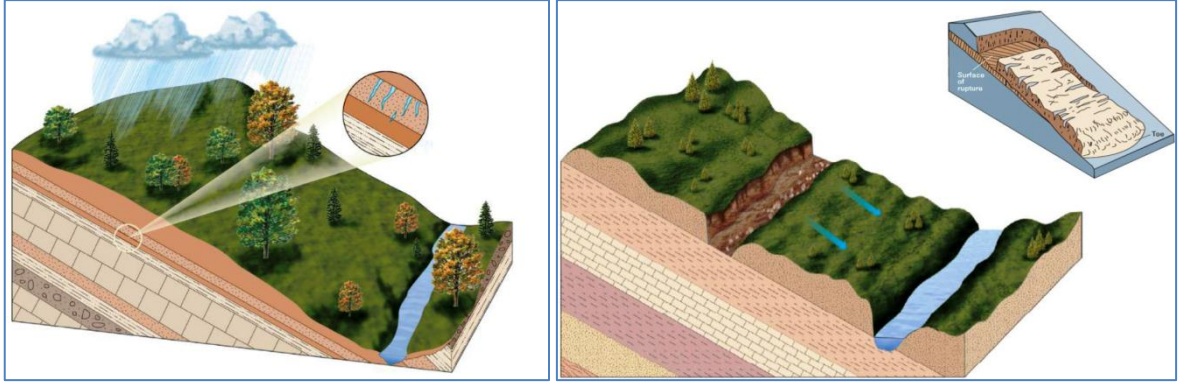
Yayılmalar genel olarak parçalı kaya, moren ve moloz birimlerinde **moloz akması** şeklinde tabandaki dayanımlı ve sağlam formasyonun sınırının geometrisine bağlı olarak veya vadiler boyunca moloz akması şeklinde kendini gösterir. **Toprak akması** ise ayrık zemin birimlerinin veya rezidüel zeminin su içeriğine bağlı olarak sıvı hale gelmesi ile **toprak veya çamur akması** şeklinde izlenir.

3.5 Akmalar:

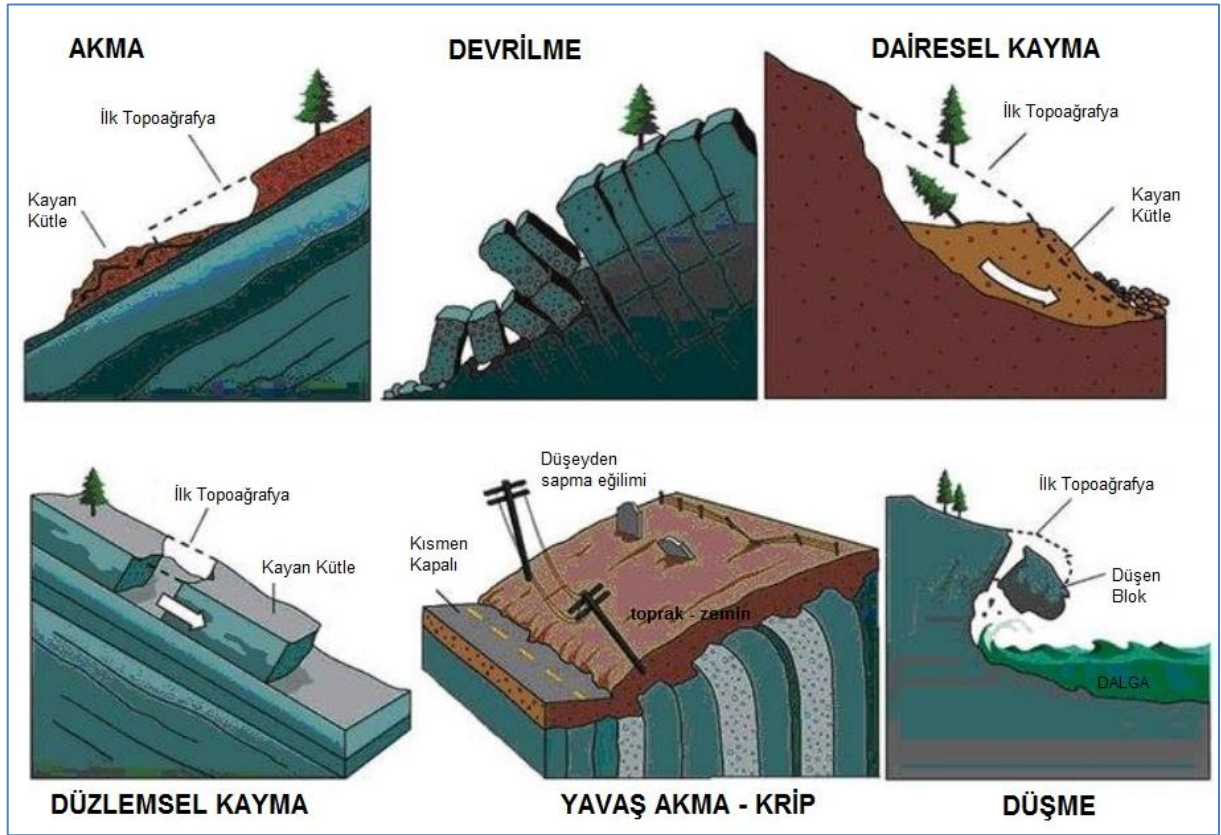
Akmalar genel olarak parçalı kaya, moren ve moloz birimlerinde **moloz akması** şeklinde tabandaki dayanımlı ve sağlam formasyonun sınırının geometrisine bağlı olarak veya vadiler boyunca moloz akması şeklinde kendini gösterir. **Toprak akması** ise ayrık zemin birimlerinin veya rezidüel zeminin su içeriğine bağlı olarak sıvı hale gelmesi ile **toprak veya çamur akması** şeklinde izlenir.



Şekil-14: Kuzulu (Koyulhisar) Heyelanı (17 Mart 2005) (Taç kısmında çoklu dairesel kayma, yamaç aşağı moloz akması şeklinde karmaşık heyelan yapısı).



Şekil-15: Düzlemsel kayma şeklinde yanal yayılma şekilleri.



Şekil-16: Heyelan yapılarının genel şekilleri.

Tablo-2: Heyelanların boyutsal özelliklerine göre sınıflandırılması (D: Heyelanın genişliği, L:Heyelanın uzunluğu).

D/L(%)	Tanım
5-10	Kayma (ötelenme)
0.5-3	Akma
15-30	Dönel Göçme

4. HEYELANLARDA SUYUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hareket etmiş malzemedeki basit gözlemlerle heyelan malzemesinin su içeriğini tanımlamak için Varnes (1978) ilk defa Radbruch-Hall (1978) tarafından önerilen tanımlamalar üzerinde aşağıdaki değişiklikleri önermiştir.

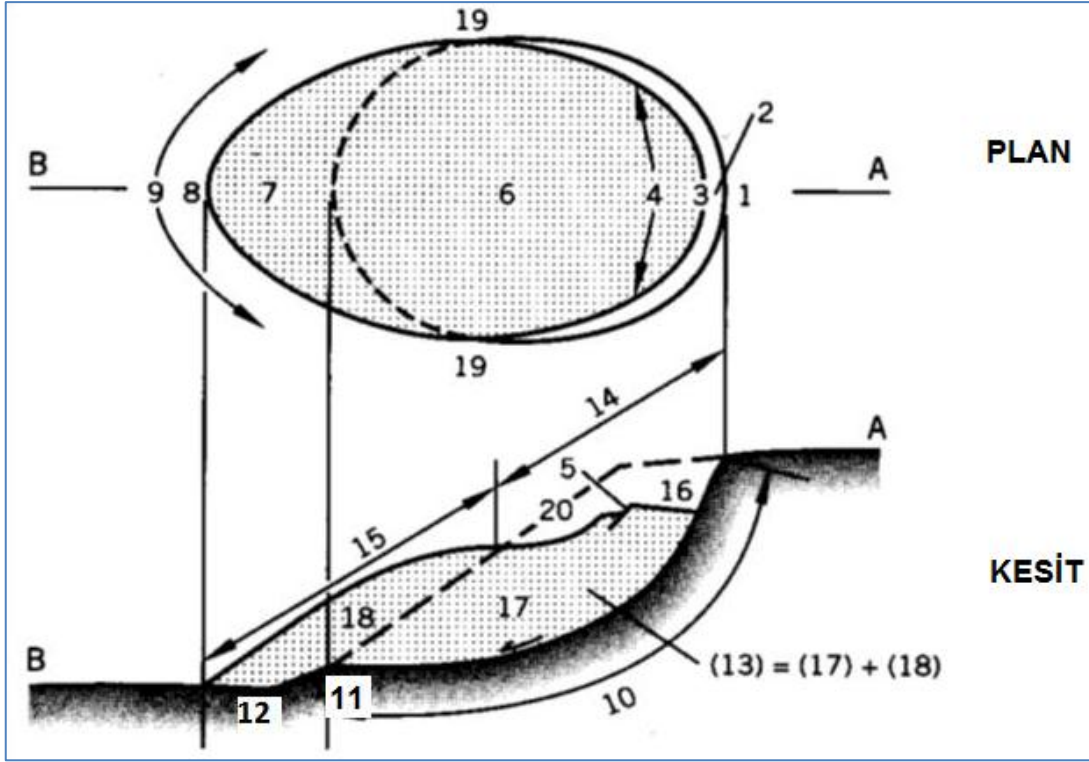
- 1) Kuru; gözle görülebilir nem yok.
- 2) Nemli; biraz su içeriyor, fakat serbest su akışı yok. Malzeme katı yüksek plastik özelliği gösterir, fakat akma göstermez.
- 3) Islak; yeterince su içermekte ve kısmen sıvı gibi davranır, içerisinde su akışı var veya sürekli su kütlelerine karşı destek verebilir.
- 4) Çok ıslak; düşük eğimler altında sıvı şekilde akacak kadar su içerir.
- 5) Varnes-1978'den farklı olarak; Akıcı ve
- 6) Sürekli Akış olarak tabloya ilave edilen durum daha ziyade sel dönemlerindeki zemin-su içeriğine bağlı olarak her türlü eğimde yüksek hızla hareket eden su-kütle karışımını ifade etmektedir.

5. HEYELANLARIN GEOMETRİK TANIMI

UNESCO Working Party for Word Landslide Inventory (WP/WLI) (1990), ulusal, bölgesel ve lokal bilgi transferini gerçekleştirmek ve ayrıca “Dünya Heyelan Envanteri” oluşturulması amacıyla önemli heyelanların durumu, oluşum tarihi, tipi, geometrisi, hacmi ve meydana getirdikleri hasarların özet olarak rapor edilmesine ilişkin bir veri tutanağı önermişlerdir. Dünya Heyelan Envanteri’ ne katılacak heyelanlarda hacminin 1 milyon m³’ten fazla olması, can kaybına yol açması ve doğrudan veya dolaylı oldukça fazla zarara yol açması kriterlerinden en az bir tanesini sağlayan önemli heyelanların raporlanması önerilmiştir.

Aşağıda verilen Şekil-15’e göre IAEG Commission on Landslides (1990), tipik bir heyelanın değişik kesimlerini aşağıdaki şekilde isimlendirmiş ve açıklamışlardır. Verilen şekle göre;

- 1) Heyelan tacı; ana aynanın (2) en yüksek bölümüne en yakın ve hareket etmemiş malzemenin bulunduğu yer.
- 2) Ana ayna; heyelanın üst ucunda, heyelandan etkilenmemiş bölgeden hareket eden kütlenin (13) ayrılmasıyla oluşan düşey veya düşeye yakın yüzey. Kayma/kopma yüzeyinin (10) görünen bölümüdür.
- 3) Heyelanın tepesi; ana ayna (2) ile heyelan kütlesi (13) arasındaki en yüksek nokta.
- 4) Heyelanın üstü; hareket etmiş kütle ile ana ayna (2) arasında oluşan bölgenin üst kısımları.
- 5) Tali ayna; yer değiştiren kütle içinde farklı hareketlerden oluşmuş düşey veya düşeye yakın bir yüzey.
- 6) Heyelan gövdesi; kayma yüzeyi (10) üzerinde, ana ayna (2) ile kayma yüzeyi burnu (11) arasında kalan kütle.



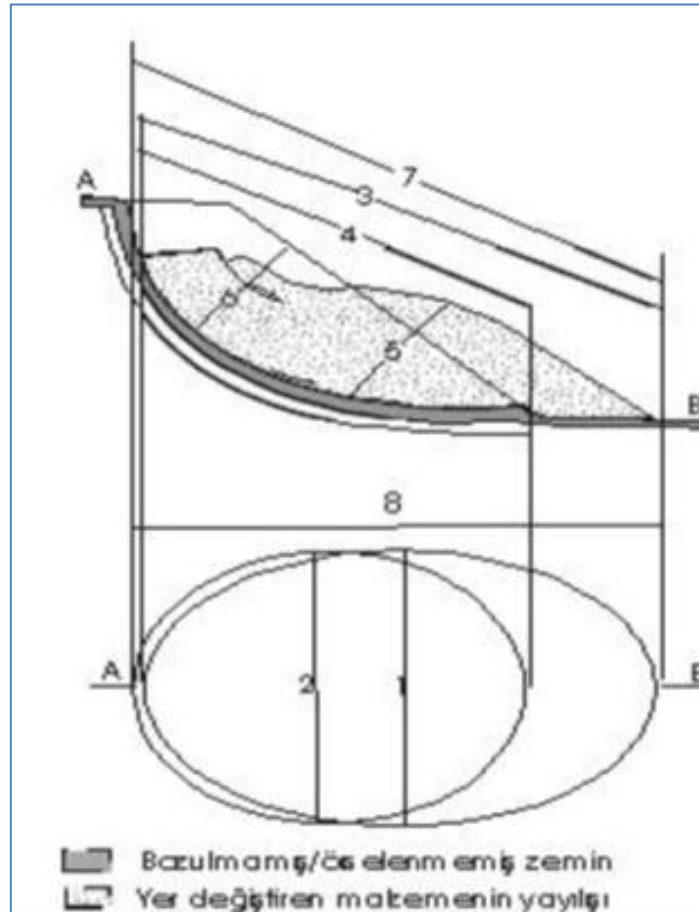
Şekil-17: Dairesel olarak gelişen heyelanın bölümlendirilmiş görünümü.

- 7) Heyelanın eteği; heyelanın topuğu (11) Ötesine hareket ederek doğal arazi (20) üzerine oturmuş bölümü.
- 8) Heyelanın ucu; heyelan tepesinden (3) topuğuna (9) gelen nokta.
- 9) Topuk; hareket eden kütle için genellikle eğrisel olan alt ucu. Bu nokta ana aynadan (2) en uzaktaki noktadır.
- 10) Kayma yüzeyi; heyelana neden olan ya da heyelan olmuş kütle için (13) alt sınırını oluşturan ve doğal zemin yüzeyinin (20) altında kalmış yüzeydir.
- 11) Kayma yüzeyi burnu; bir heyelanın kayma yüzeyinin alt bölümü (10), alt bölümü ile (genellikle gömülü) doğal arazi yüzeyinin (20) kesişme noktası.
- 12) Ayrılma yüzeyi; doğal arazi yüzeyinin (20) heyelanın eteği (7) altında kalan bölümü.
- 13) Heyelan kütlesi; yamaç veya şevde heyelan sonucu doğal yerinden ayrılmış, kayıp (17) ve kabarma (18) kütlelerini içeren malzeme.
- 14) Kayıp bölgesi; heyelan kütlelerinin doğal arazi yüzeyi (20) seviyesi altında kalan alanı.
- 15) Birikim bölgesi; heyelan kütlelerinin başlangıçtaki doğal arazi yüzeyi (20) üstünde kalan alanı.
- 16) Çöküntü; ana ayna (2), çöküntü kütlesi (17) ve doğal arazi yüzeyi (20) arasında kalan hacim.
- 17) Çöküntü kütlesi; kayma yüzeyi (10) üzerinde, ancak başlangıçtaki doğal arazi yüzeyi seviyesi altında kalan heyelan kütlesi.

- 18) Kabarma; başlangıçtaki doğal arazi yüzeyi (20) üzerine yükselen yer değiştirmiş heyelan hacmi.
- 19) Kanatlar; kayma yüzeyinin yanlarında kalan ve hareket etmemiş malzeme. Kanatları tanımlama için pusula yönleri kullanılmalıdır. Sağ ve sol sözcükleri kullanılacaksa kanatların yeri, heyelan tacından (1) görüldüğü gibi tanımlanır.
- 20) Doğal arazi yüzeyi; kütle hareketi oluşmadan önce arazinin kesitte görülen yüzeyi göstermektedir.

6. HEYELANLARIN GEOMETRİK DEĞERLENDİRİLMESİ

IAEG Commision on landslides (1990), tipik bir heyelanın boyutlarını; hareket eden kütlenin ağırlığı (W_d), kopma yüzeyinin ağırlığı (W_r), hareket eden kütlenin uzunluğu (L_d), kopma yüzeyinin uzunluğu (L_r), hareket eden kütlenin derinliği (D_d), kopma yüzeyinin derinliği (D_r), toplam uzunluk (L), merkez çizgisinin uzunluğu (L_{ci}) şeklinde isimlendirerek tanımlamışlardır (Tablo-2 ve Şekil-16).



Şekil-16: Tipik bir Heyelanda Hacim ve Boyutlar (IAEG Commision on landslides (1990)).

Tablo-2: Tipik bir heyelanda hacim ve boyutların tanımlanması (IAEG Commision on Landslides, 1990).		
No	İsim	Tanımlama
1	Hareket eden kütlenin genişliği, Wd	Uzunluğa dik olarak yer değiştiren kütlenin en yüksek genişliği
2	Kopma yüzeyinin genişliği, Wr	Uzunluğa dik yöndeki heyelanın kanatları arasındaki en yüksek genişlik
3	Hareket eden kütlenin uzunluğu, Ld	Tepe noktasıyla topuk arasındaki en düşük uzaklık
4	Kopma yüzeyinin uzunluğu, Lr	Kayma yüzeyinin topuğundan aynaya kadar en düşük uzaklık
5	Hareket eden kütlenin derinliği, Dd	Wd ve Ld'yi içeren düzleme dik ölçülmüş yer değiştiren kütlenin en yüksek derinliği
6	Kopma yüzeyinin derinliği, Dr	Wd ve Ld'yi içeren düzleme dik ölçülmüş orijinal zeminin altındaki kayma yüzeyinin en yüksek derinliği
7	Toplam uzunluk, L	Heyelanın üst noktasından aynaya olan en düşük uzaklık
8	Merkez çizgisinin uzunluğu, Lc1	Kayma yüzeyinin yanal kenarlarından ve yer değiştiren malzemeden eşit aralıklı orijinal zemin yüzeyi üzerindeki noktalar boyunca heyelanın üst noktasından aynaya olan uzaklık

7. HEYELANLARIN AKTİVİTE DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

UNESCO Working Party for World Landslide Inventory (WP/WLI) (1993), Dünya Heyelan Envanteri Çalışma Grubu çalışmalarında heyelanın aktivitesini tanımlamasıyla ilgili önerdiklerinde aktiviteyi;

A. Aktivite durumu

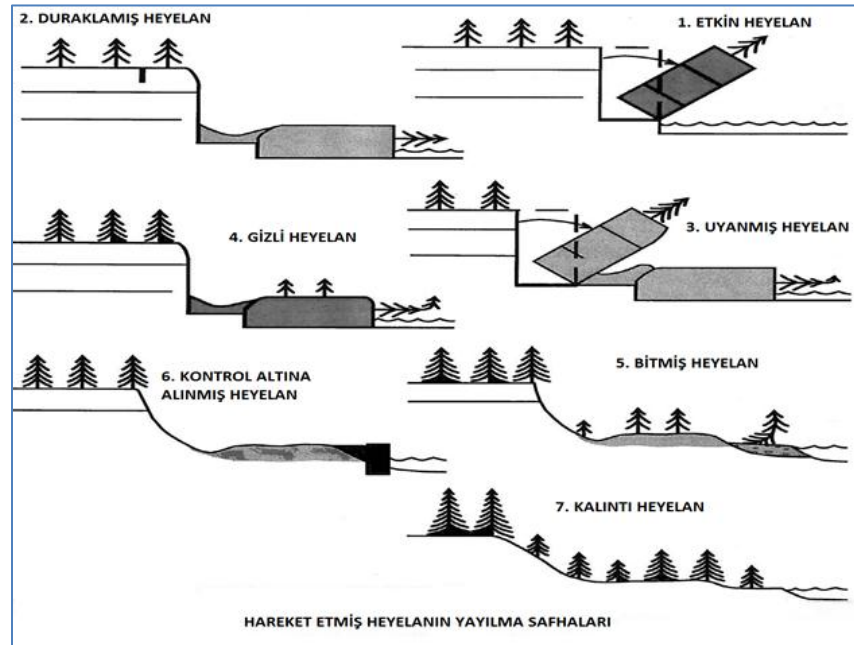
B. Aktivite dağılımı

C. Aktivitenin tipi

olmak üzere üç başlık altında toplamışlardır. Aşağıda bu üç başlık altında toplanan aktivite sınıfları ayrı ayrı verilmiştir.

A. Aktivite durumlarına göre; Hareket sırasında bilinen verilere göre aşağıdaki şekilde tanımlanmışlardır (Şekil-17).

1. Aktif Heyelan: Halen hareket halinde olan kütleyi tarifler, yamaç topuğundaki oyulma bloğun devrilmesini sağlar.
2. Duraklamış Heyelan: Kütlevin son 12 ay içinde hareket etmiş ancak şu anda etkin değil, sadece taç kısmında yerel çatlamalar görülmektedir.
3. Reaktif olmuş (Uyanmış) Heyelan; Bir önceki evrede etkin olmayan (4) kütlenin yeniden hareketlenmesi, daha önce hareket eden kütleyi de etkileyerek devrilen bir başka blok.
4. Gizli Heyelan: İlk harekete neden olan etkenlerin yeniden gündeme gelmesiyle (3) hareketlenebilecek, etkin olmayan heyelan (4). Hareket etmiş olan kütlevin yeniden bitki örtüsü oluşuyor, ancak aynalar günlenme ile yeni şekil kazanıyor.
5. Bitmiş Heyelan: İlk hareketi oluşturan etkenlerin etkisini yitirdiği, etkin olmayan heyelan (4). Akarsu birikintisi burun bölgesini korumuş, aynada bitki örtüsü oluşuyor. Aktif Olmayan Heyelan: (5) ve (8) gruplarında içerilen ve son 12 ay içinde hareket etmemiş kütlevin.
6. Kontrol Altında Heyelan: Yapay önlemlerle harekete neden olan etkenlerden koruma altına alınmış, etkin olmayan heyelan (4). Yamaç burnu yapılan duvarla korunmuş.
7. Kalıntı Heyelan: Halen hakim iklimsel ve jeomorfolojik koşullardan tamamen farklı koşullarda oluşmuş, etkin olmayan heyelan (4). Arazide tekdüze ağaç örtüsü oluşmuş.

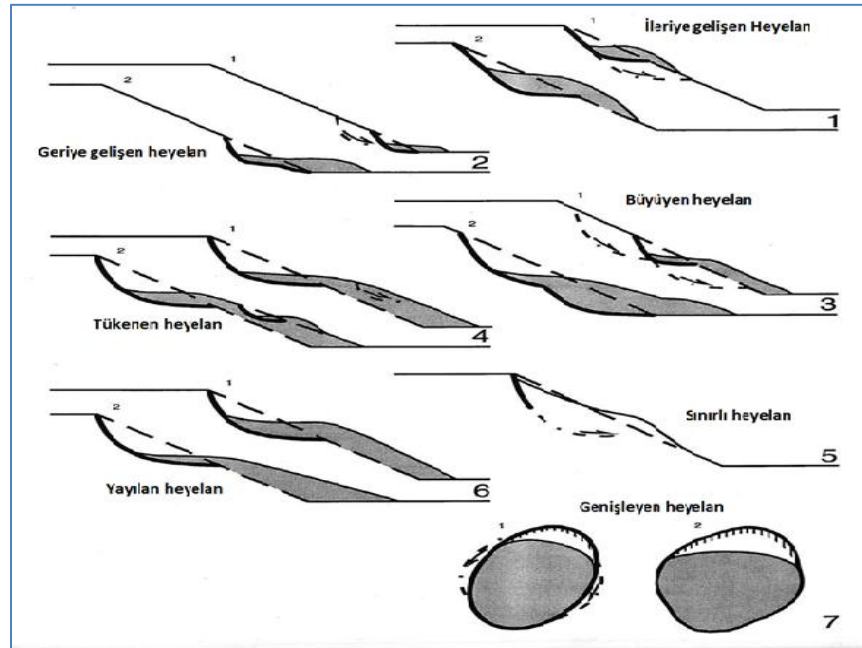


Şekil-17: Hareket sırasında bilinen verilere göre heyelanların aktivite durumları

(WP/WLI, 1993).

B. Aktivite dağılımına göre; heyelanın nereye doğru hareket ettiğini aşağıdaki tanımlamalara göre vermişlerdir (Şekil-18).

1. İleriye doğru gelişen heyelan: Kayma yüzeyi hareket yönünde ilerliyor.
2. Geriye doğru gelişen heyelan: Kayma yüzeyi hareket yüzeyinin tersine uzanmakta olan heyelan.
3. Büyüyen heyelan: Kopma yüzeyi iki ya da daha fazla yönde genişliyor.
4. Tükenen heyelan: Hareket eden kütle hacmi giderek azalıyor.
5. Sınırlı heyelan: Aynası olan, ancak hareket eden kütle ayağında kopma yüzeyi gözlemlenemeyen heyelan.
6. Yayılan heyelan: Hareket eden kütle hacminde ve kopma yüzeyinde gözlenebilir bir değişim olmadan süren heyelan.
7. Genişleyen heyelan: Kopma yüzeyi heyelanın bir veya her iki kanadına yayılıyor.



Şekil-18: Heyelanların aktivite dağılımları (WP/WLI> 1993).

C. Aktivite Tipine göre; heyelan aktivite tipi veya heyelanlarda farklı hareketlerin nedenleri Varnes (1978) tarafından önerilen orijinal terimler açıklanmaya çalışılmıştır. En az iki hareket tipi içeren heyelanlar karmaşık heyelan olarak tanımlanır. Buna karşın istif içerisinde değişik hareketlerin oluşturduğu sınırlı akmalara karmaşık terimi önerilmiştir. Çalışma grubu heyelanları aktivite tipine göre beş grupta açıklamışlardır (Şekil-19).

1. Karmaşık: Heyelan birbirini izleyen en az iki farklı hareket tipi (düşme, devrilme, kayma, yayılma, akma) gösterir.
2. Bileşik: Heyelan kütlelerinin farklı bölümlerinde aynı zamanda en az iki farklı hareketin sürmesi.
3. Ardışık: Heyelan yakınında daha önce oluşmuş kütle hareket tipiyle aynıdır. Ancak bunların malzeme ve kopma yüzeyleri ortak değildir.

4. Tekil: Heyelan yer değiştiren kütlenin tek hareketi sonucudur.
5. Çoklu: Heyelan aynı tip hareketi farklı bölümlerde gösterir.

8. HEYELANLARIN AKTİVİTE HIZLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

UNESCO \Working Party for World Landslide Inventory (1995); Heyelan hızı ile ilgili olarak ilk defa Varnes (1958)'de sınıflama yapmıştır. Daha sonra Varnes (1978)'de heyelan hızını çizelge 2.7'de gösterildiği şekilde açıklamıştır. Bu çalışmalara ek WP/WLI (1995) çalışma grubu heyelan hız sınıfını son derece hızlı (>5 m/sn) ile son derece yavaş (< 16 mm/yıl) arasında olmak üzere toplam 7 sınıfa ayırmışlardır (Tablo-3).

Tablo-3: Heyelan hızları ve olası zararlar (Varnes, 1978) ve (WP/WLI, 1995).				
VARNES, 1978	WP/WLI, 1995			Doğaya etkisi
Hız	Hız sınıfı	Hız limitleri (mm/sn)	Hızın tanımlanması	
> 3 m/sn	7	$> 5 \times 10^3$ (> 5 m/sn)	Son derece hızlı	Büyük şiddetli afet, hareket eden malzemenin etkisiyle binaların yıkılması, birçok ölümler, mümkün olmayan kaçış.
> 0,3 m/dk	6	> 50 (> 3 m/dk)	Çok hızlı	Can kaybı ve mal kaybı, mevcut hız tüm insanların kaçabilmesi için oldukça hızlı.
> 62,5 mm/saat	5	> 0,5 (> 1,8 m/saat)	Hızlı	Maddi hasar meydana gelir, yapılar, evler ve diğer şeyler yıkılır. İnsanların bir yerlere tahliye edilmesi mümkündür.
> 50 mm/gün	4	$> 5 \times 10^{-3}$ (> 430 mm/gün)	Orta	Bazı hassas olmayan yapılar bir süre için (geçici) korunabilir.
> 4,1 mm/gün	3	$> 5 \times 10^{-5}$ (> 4,3 mm/gün)	Yavaş	Hareket sırasında iyileştirme yapıları oluşturulabilir; şayet toplam hareket özel bir hızlanma safhasında çok fazla değilse hassas olmayan yapıların bakımı yapılabilir.
> 0,164 mm/gün	2	$> 5 \times 10^{-6}$ (> 0,043 mm/day)	Çok yavaş	Hareketle bazı hassas olmayan yapılar zarar görmez.
< 0,164 mm/gün	1	$< 5 \times 10^{-6}$ (< 0,043 mm/day)	Son derece yavaş	Aletsel ölçüler olmadan hissedilemez. Önlem alınarak inşaat yapmak olasıdır.

9. HEYELANLARIN NEDENLERİ İLE İLGİLİ YAKLAŞIM VE TANIMLAR

Heyelanların nedenleri birçok araştırmacılara farklı tanımlanmasına rağmen, **Cruden ve Varnes (1996)**, heyelanlara neden olan jeolojik, morfolojik, fiziksel ve insanlardan kaynaklanan etkenleri aşağıdaki şekilde açıklamışlardır.

1- Jeolojik nedenler

- a. Zayıf malzeme
- b. Hassas malzeme
- c. Makaslamaya uğramış malzeme
- d. Eklemlili ve fissürlü malzeme
- e. Tersine uzanan yapının kırılması (fay, uyumsuzluk, dokanak vb.)
- f. Tersine uzanan kütle süreksizliği (tabakalarımı, yapraklanma vb.)
- g. Geçirgenlikteki zıtlık
- h. Sertlikteki zıtlık (katı, plastik malzeme üzerindeki yoğun malzeme)

2- Morfolojik nedenler

- a. Tektonik ve volkanik yükselme
- b. Buzul gerilemesi
- c. Yamaç topuğunun akarsu tarafından aşındırılması
- d. Yamaç topuğundaki dalga aşındırılması
- e. Yamaç topuğundaki buzul aşındırması
- f. Yeraltı aşındırması (çözülme, kanal sistemiyle aktarma)
- g. Yamaç üzerine veya yamacın tepesine yük konulması
- h. Bitki örtüsünün ortadan kaldırılması (orman yangınları, kuraklık)

3- Fiziksel nedenler

- a. Şiddetli yağmurlar
- b. Karın hızlı erimesi
- c. Taşkın ve gel-git olayında suların hızlı çekilmesi
- d. Deprem
- e. Volkanik püskürme
- f. Çözülme
- g. Donma ve çözülme yoluyla ayrışma
- h. Şişme-büzülme yoluyla ayrışma
- i. Olağanüstü yağışların devam etmesi

4- İnsan nedenleri

- a- Yamacın veya topuğunun kazılması
- b- Yamaca veya tepesine yük konulması
- c- Göl suyu seviyesinin aşağı doğru çekilmesi
- d- Ormansızlaştırma

- e- Toprağı sulama
- f- Maden kazıları
- g- Yapay titreşimler
- h- Kullanımdan kaynaklanan su kaçakları

Yazarlar heyelanlarla ilgili Mc Calpin'nin zaman, Wieczorek'in kesinlik ve hareketin tipine bağlı yapmış oldukları sınıflandırmaları bir araya getirerek Birleştirilmiş Heyelan Sınıflandırmasını yapmışlardır (Tablo-4).

Tablo-4. Birleştirilmiş heyelan sınıflandırma sistemi (Cruden ve Varnes, 1996).

Aktivitenin En son Zamanı			Hakim Materyal	Yamaç hareketinin hakim tipi	
Sembol	Tanımlama	Sembol	Tanımlama	Sembol	Tanımlama
A	Aktif/Etkin	R	Kaya	L	Düşme
R	Uyanmış	S	Zemin	T	Devrilme
S	Duraklamış	E	Toprak	S	Kayma
H	Tarihi-Gizli	D	Moloz	P	Yayılma
Y	Genç-Gizli	F			Akma
M	Olgun-Gizli				
0	Eski-Gizli				
T	Kontrol altında				
B	Bitmiş				
L	Kalıntı				

Yamaç hareketinin hakim tipine göre malzeme ve yamaç hareketleri aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

- Düşme:** Düşecek malzemenin ana birimden ayrılmasıyla başlar. Malzeme bundan sonra büyük Ölçüde havada düşme, takla atma veya yuvarlanmayla yamaç aşağı taşınır.
- Devrilme:** Bir zemin veya kaya kütlelerinin yamaç dışına, kendi ağırlık merkezi altında bir nokta veya eksen boyunca öne doğru dönmesi, eğilmesi, devrilmesi.
- Kayma:** Bir kaya veya zemin kütlelerinin kayma yüzeyleri veya ince ve yoğun bir makaslama bölgesi boyunca yamaç aşağı hareketi.
- Yanal yayılma:** Kohezyonlu zemin veya kaya kütlelerinin alttaki yumuşak tabaka içine kırılarak batması sonucu uzamasıdır Bu türde kayma yüzeyi yoğun makaslama yüzeyi oluşturmaz. Yayılma daha yumuşak zeminin sıvılaşması, akması, dışarı itilmesi veya genişlemesi sonucu belirebilir.
- Akma:** Makaslama yüzeylerinin çok sık ancak kalıcı ve belirgin olmadığı üç boyutlu sürekli bir harekettir. Hareket eden kütle içinde hız dağılımı akışkan sıvıdakine benzer.

10. HEYELAN TANIMLAMA, VERİ OLUŞTURMA VE JEOLJİK-JEOTEKNİK ARAŞTIRMA ARAZİ İŞ PROGRAMI RAPORU HAZIRLAMA KILAVUZU

Karayolu güzergahlarında meydana gelen aktif heyelanlar, potansiyel heyelanlar ve eski heyelanların tespit edilmesi, veri tabanı oluşturulması ve heyelanın geometrik büyüklükleri ve heyelan kayma geometrisinin ortaya koyulması amacıyla yapılacak araştırma çalışmalarında her türlü arazi çalışması, yerinde yapılacak arazi deneyleri programında izlenecek yol ile ilgili **JTAP-1 (Jeolojik-Jeoteknik Araştırma Arazi İş Programı ve Mühendislik Jeolojisi Raporu) Formatı Ek-2’de** verilmektedir. Bu çalışmalardan sonra ortaya çıkacak jeolojik modele ve heyelan kayma modelinin durumuna göre heyelan stabilitesinin sağlanmasına yönelik yapılacak projelendirme çalışması için ortaya çıkacak ihtiyaca göre ikinci kısım araştırma çalışmalarını içerecek JTAP-2 çalışması yapılarak heyelanlı sahaya ait [.....] **Heyelanı Kesin Proje Araştırma Raporu** (Heyelan Sondaj Raporu, Heyelan Kesin Proje Jeolojik-Jeoteknik Araştırma Raporu ve Heyelan Geoteknik Raporu Dahil) hazırlanarak yapım ihale ve çalışmalarına hazır hale getirilecektir.

Karayolu güzergahlarında meydana gelen aktif heyelanlar, potansiyel heyelanlar ve eski heyelanların tespit edilmesi, veri tabanı oluşturulması amacıyla Ek-1’de verilen **“Heyelan Tanımlama ve Veri Bilgi Formu”** tablosuna uygun olarak doldurularak sunulacaktır.

11. KAYNAKÇA

- CRUDEN, D.M. VE VARNES, D.J., 1996. Landslide Types and Processes. Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247. In Turner, A.K. and Schuster, R.L. (eds.), 36-75.
- KGM, TADB, Araştırma Mühendislik Hizmetleri Teknik Şartnamesi, 2005. ANKARA.
- ŞEN, S. C., Erdemli (Mersin) İlçesinde Yağışlara Bağlı Olarak Gelişen Heyelanların İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, 2009. MERSİN.
- ŞİRİN, A., Tirebolu-Torul Devlet Yolu Uluköy-Torul Arası Kaya Şevlerinin Stabilitesi. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Yayınlanmamış. 1995. Trabzon.
- ŞİRİN, A., 1995. Muhtelif Seyahat Sonuç Raporları. KGM Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı. Yayınlanmamış. 2013-2015. Ankara.
- Ulusay R., Aydan Ö., Kılıç R., (2007). Geotechnical assessment of the 2005 Kuzulu landslide (Turkey). Engineering Geology, 89 pp 112-128.
- VARNES, D. J., 1978. Slope Movement Types And Processes. In Landslides: Analysis And Control. Edited by R. L. Schuster And R. J. Krizek. Transportation Research Board, National Academy Of Science, Washington. Special Report 176, Chapter 2, 11-33.
- WP/WLI, (International Geotechnical Societies Unesco Working Party on World Landslide Inventory) 1990. A suggested method for reporting a landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, No. 41, 5-12.
- WP/WLI (International Geotechnical Societies Unesco Working Party On World Landslide Inventory), 1993. A Suggested Method For Describing The Activity Of A Landslide. Bulletin International Association For Engineering Geology, 53-57.
- WP/WLI, 1995. A suggested method for describing the rate of movement of a landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, No. 52, 75-78.

EKLER

- | | |
|-------------|---|
| Ek-1 | Heyelan Tanımlama ve Veri Bilgi Formu |
| Ek-2 | Heyelanlarda Jeolojik-Jeoteknik Araştırma İő Programı ve Mühendislik Jeolojisi Raporu Hazırlama Formatı |
| Ek-3 | Heyelanlarda Jeolojik ve Morfolojik Harita Sembolleri ve Terminolojisi |
| Ek-4 | Heyelan Plankotesi, Mühendislik Jeolojisi Haritası, Jeolojik Kesitler Örneği |

 T. C. ULAŞTIRMA, DENİZCİLİK VE HABERLEŞME BAKANLIĞI KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ 									
HEYELAN TANIMLAMA VE VERİ OLUŞTURMA BİLGİ FORMU									
1		HEYELANA AİT GENEL BİLGİLER VE GEOMETRİK ÖZELLİKLERİ							
	1	HEYELAN NO							
	3	BÖLGESİ							
	4	YOLUN ADI							
	5	KONTROL KESİM NO		GEOMETRİK ÖZELLİKLER					
	2	HEYELAN OLUŞMA TARİHİ		1	UZUNLUK (L) (M)				
	6	KİLOMETRE MEVKİİ		2	GENİŞLİK (D) (M)				
	7	KOORDİNATLARI		X	3	TAHMINİ DERİNLİK (M)			
			Y		4	DÜŞÜM MİKTARI (M)			
2		HEYELANA AİT TEKNİK BİLGİLER							
	1	SU DURUMU		KURU	NEMLİ	ISLAK	ÇOK ISLAK	AKICI	SÜREKLİ AKIŞ
	1	YÜZEY SUYU							
	2	YERALTİ SUYU							
	2	BİTKİ ÖRTÜSÜ		ÇOK YOĞUN	YOĞUN	ORTA	SEYREK	YOK	EROZYON
	3	AKTİVİTE		AKTİF	TEKRARLI AKTİVİTE	BEKLEMEDE POTANSİYEL	ESKİ	GİZLİ	DİĞER
	4	AKTİVİTE ŞEKLİ		KARMAŞIK	BİLEŞİK	ÇOKLU	ARDIŞIK	TEKİL	DİĞER
	5	HEYELANIN HIZI							
				SON DERECE HIZLI	ÇOK HIZLI	HIZLI	ORTA	YAVAŞ	ÇOK YAVAŞ
									SON DERECE YAVAŞ
	6	HAREKETİN TÜRÜ				DERİNLİK (M)			
					YÜZEYSEL KAYMA (<1.50 M)	SİĞ KAYMA (1.5-5.0 M)	DERİN KAYMA (5-20 M)	ÇOK DERİN KAYMA (>20 M)	
		1	Kaya Düşmesi/Rock Fall						
		2	Kaya Devrilmesi/Rock Topple						
		3	Kaya Kayması/Rock Slide						
		4	Kaya Yayılması/Rock Spread						
		5	Kaya Akması(Derin krip)/Rock Flow(Deep Creep)						
		6	Moloz Düşmesi/(Debris Fall						
	7	Moloz Devrilmesi/Debris Topple							
	8	Moloz Kayması/Debris Slide							
	9	Moloz Yayılması/Debris Spread							
	10	Moloz Akması/Debris Flow							
	11	Zemin Düşmesi/Earth Fall							
	12	Zemin Devrilmesi/Earth Topple							
	13	Zemin Kayması/ Earth Slide							
	14	Zemin Yayılması/ Earth Spread							
	15	Zemin Akması(Toprak Kribi)/ Earth Flow(Soil creep)							
	16	Zemin Düşmesi/Earth Fall							
	17	Zemin Devrilmesi/Earth Topple							
	18	Zemin Kayması/ Earth Slide							
	19	Zemin Yayılması/ Earth Spread							
	20	Zemin Akması(Toprak Kribi)/Earth Flow(Soil creep)							
3		HAREKET EDEN KÜTLENİN JEOLOJİK TANIMI VE HEYELANIN NEDENLERİ							
	1	JEOLOJİK FORMASYONUN CİNSİ							
	2	YAPISAL DURUM VE MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ							
		MÜHENDİSLİK GÖRÜŞÜ		AYRIŞMA	DAYANIM	SÜREKSİZLİK	LİTOLOJİ	TABAKA	
				YERALTİ SUYU	AŞIRI YAĞIŞ	DONMA-ÇÖZÜLME	YÜZEY SULARI	DEPREM	
	3	YAPAY NEDENLER							
		MÜHENDİSLİK GÖRÜŞÜ		UYGUN OLMAYAN KAZI	AŞIRI YÜKLEME	UYGUN OLMAYAN ŞEV AÇISI	YAPAY TİTREŞİM	YÜZEYSEL SU GİRİŞİ	
4		HEYELAN STABİLİTESİ İLE İLGİLİ HUSUSLAR							
	1	HEYELANIN ÖNLENMESİNE YÖNELİK ALINAN TEDBİRLER							
				GEÇİCİ	ÖN	KALICI	İŞARETLEME	ÖLÇÜM	
	1	TEDBİRLERİN NEVİ							
	2	HEYELANIN ÖNLENMESİNE YÖNELİK ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER							
				GEÇİCİ	ÖN	KALICI	İŞARETLEME	ÖLÇÜM	
	1	TEDBİRLERİN NEVİ							
	3	HEYELANA YAPILMASI GEREKEN MÜDAHALENİN ACİLİYETİ							
				ÇOK ACİL (0-6 AY)	ACİL (6-12 AY)	ORTA HIZLI MÜDAHALE (1-3 YIL)	DÜŞÜK HIZLI MÜDAHALE (3-10 YIL)	GÖZLEM YAPILMALI	
	1	TEDBİRLERİN NEVİ							
	4	HEYELANIN YOLA ETKİLERİ							
					YOL KAPALI	TEK YÖNDEN GİDİŞ-GELİŞ AÇIK	KONTROLLÜ GEÇİŞ	SÜREKLİ GÖZLEMLİ AÇIK	AÇIK
	1								
5	HEYELANIN SOSYAL ETKİLERİ								
				KONUTLARA ETKİSİ	TARIM ARAZİSİNE ETKİSİ	YOLLARIN KAPANMASI	SULARIN KESİLMESİ	DİĞER	
	1								
6	HEYELAN DOKÜMANLARI								
	1	FOTOĞRAFLAR							
	2	HARİTA VE PLANLAR							

Malzeme Hareketin Türü	KAYA	MOLOZ	ZEMİN
DÜŞMELER			
DEVİLMELER			
KAYMALAR	DÖNEL		
	ÖTELENMELİ (Düzlemsel)		
YAYILMALAR			
AKMALAR			
KARMAŞIK			

	BEDROCK	UNCONSOLIDATED MATERIALS (including rock fragments, sheared bedrock, weathered regolith, soils)
FALLS		
TOPPLES		
SLIDES	Rotational	
	Translational	
LATERAL SPREADS		
FLOWS	NO BEDROCK FLOW EQUIVALENT EXISTS	
	MAINLY LARGE ROCK FRAGMENTS	APPROXIMATE RATE OF MOVEMENT: 3 m (10 ft) per second (Extremely rapid), 0.3 m (1 ft) per minute (Very rapid), 1.5 m (5 ft) per day (Moderate), 1.5 m (5 ft) per month (Slow), 1.5 m (5 ft) per year (Very slow), 0.3 m (1 ft) per 5 years (Extremely slow)

MASS MOVEMENTS ARE CLASSIFIED ACCORDING TO THE DOMINANT MATERIAL, WATER OR AIR CONTENT, AND VELOCITY OF THE MOVEMENT

		Velocity		
Material	Nature of motion	Slow (1 cm/year) Low water content	Moderate (1 km/hr) High water content	Fast (5 km/hr or more) High air content
Rock	Flow			
	Slide or fall			
Unconsolidated material	Flow			
	Slide or fall			

Type of Movement	Type of Material	
Fall	Rock	Regolith Debris: coarse > fine Earth: fine > coarse
	Rock Fall	Debris/Earth Fall
Slide		Extremely rapid
	Planar rupture surface: Slide	Rapid to extremely rapid
	Curved rupture surface: Slump	Very slow to extremely rapid
Flow	Rock Slide	Debris/Earth Slide
	Rock Slump	Debris/Earth Slump
Fast: Flow		Extremely slow to moderate
	Rock Creep	Debris/Earth Creep
		Extremely slow to slow
	Debris avalanche (rock and regolith)	Very rapid to extremely rapid
Very fast: Avalanche		Very rapid
© 2010 Pearson Education, Inc.		

HEYELANLARIN ÖTELENME HIZLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMALARI

TANIMLAMA ÖLÇÜTÜ		VARNES, 1978 (ötelenme/zaman)	WP/WLI (milimetre/saniye)	WP/WLI (ötelenme/zaman)	
Son Derecede Hızlı		> 3 metre/saniye	> 5 x 10 ³	> 5 metre/saniye	
Çok Hızlı		> 0,3 metre/dakika	> 50	> 3 metre/dakika	
Hızlı		> 62,5 milimetre/day	> 0,5	> 1,8 metre/saat	
Orta		> 50 milimetre/day	> 5 x 10 ⁻³	> 430 milimetre/gün	
Yavaş		> 4,1 milimetre/day	> 5 x 10 ⁻⁵	>4,3 milimetre/day	
Çok Yavaş		> 0,164 milimetre/day	> 0,5 x 10 ⁻⁶	> 0,043 milimetre/day	
Son Derecede Yavaş		< 0,64 milimetre/day	< 5 x 10 ⁻⁶	< 0,043 milimetre/day	
MAKAM		UNVANI	ADI VE SOYADI	İMZA	İMZA
BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ	HAZIRLAYAN				
	KONTROL				
	ONAY				
KGM AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI	HAZIRLAYAN / KONTROL EDEN				
	KONTROL				
	ONAY				

EK-2:

HEYELAN SAHALARINDA HAZIRLANACAK JEOLJİK-JEOTEKNİK ARAŞTIRMA İŞ PROGRAMI VE MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ RAPORU FORMATI

1. GİRİŞ

1.1 Proje Çalışmasının Amacı

1.2 Proje Sahasının Yeri

2. JEOLJİK ÖZELLİKLER

2.1. Genel Jeolojik Özellikler

2.2. Yerel Jeolojik Özellikler

2.3 Stratigrafi

2.3.1. Formasyonu

2.3.2. Formasyonu

2.2.3. Kuvaterner Çökelleri

2.2.3.1 Güncel Alüvyon (Qal)

2.2.3.2 Eski Alüvyon (Qe)

2.2.3.3 Yamaç Molozu (Qym)

2.4 Yapısal Jeoloji ve Tektonik Özellikler

2.5 Jeomorfoloji Özellikler

2.5.1 Jeomorfolojik Durum

2.5.2 İklimsel Özellikler

2.5.3 Bitki Örtüsü

2.6 Hidrojeolojik Özellikler

2.7. Depremsellik

3. ARAŞTIRMA ARAZİ ÇALIŞMALARI (JTAP-1: 1. AŞAMA JEOLJİK-JEOTEKNİK ARAŞTIRMA ARAZİ ÇALIŞMASI)

3.1. Mühendislik Jeolojisi Haritalaması

3.2. Heyelan Araştırma Sondajları

- 3.3. Araştırma Çukurları
- 3.4. Yerinde (in – situ) Deneyleri
 - 3.4.1. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)
 - 3.4.2. Presiyometre Deneyi
 - 3.4.3. Basıncılı Su Deneyi (BST)
 - 3.4.4. Permeabilite Deneyi
 - 3.4.4. Kanatlı Kesici (Vane) Deneyi
 - 3.4.5. Nokta Yükleme (Point Load) Deneyi
- 3.5. Jeofizik Etütler
 - 3.5.1. Multi Elektrot Rezistivite
 - 3.5.2. Kuyu İçi Sismik Etütler (P – S Logging)
 - 3.5.3. Mikrötremör Çalışması
 - 3.5.4. Konik Penetrasyon Testi (CPT) ve Sismik CPT (sCPT)
- 3.6. Piezometre Kuyuları
- 3.7. İnklinometre Ölçümleri
- 3.8. 1. Aşama Öngörülen Laboratuvar Deneyleri

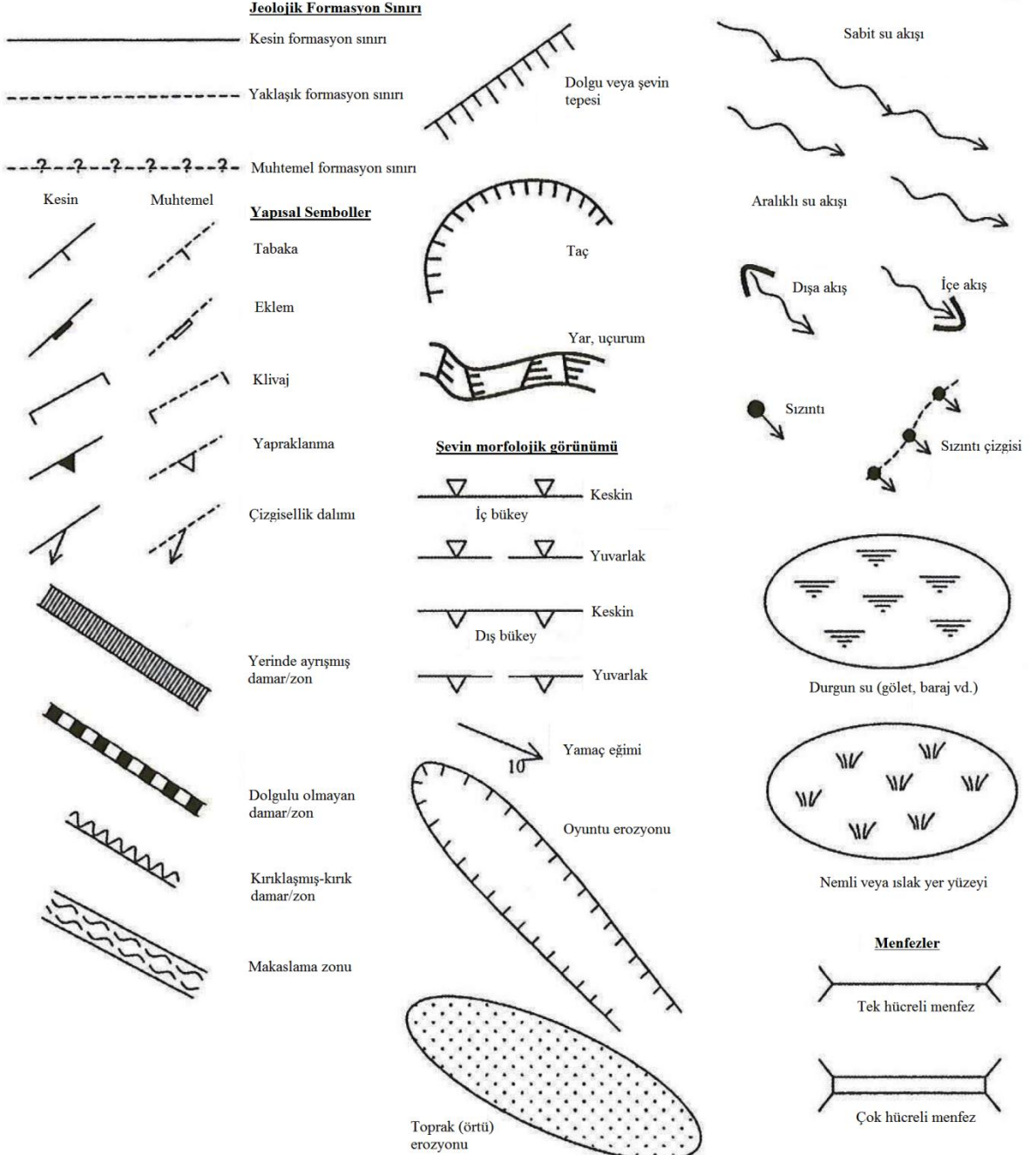
4. SONUÇ VE ÖNERİLER

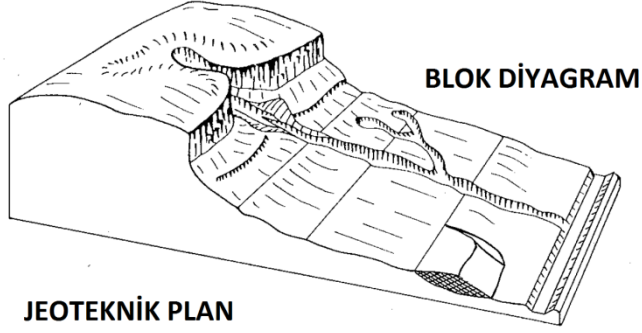
EKLER

- EK-1 : Heyelana Ait Veri Bilgi Formu
- EK-2 : Heyelan Plankotesi, Enkesitler ve Boy Profil
- EK-3 : Mühendislik Jeolojisi Haritası (Heyelan plankotesi üzerine saha jeolojisi verileri kullanılarak hazırlanacak mühendislik jeolojisi haritası, sondaj ve araştırma – gözlem çukurları yerleri işlenecektir.)
- EK-4 : Muhtemel Jeolojik Kesitler (Saha jeolojisi verileri kullanılarak hazırlanacak ön jeolojik model enkesitleri ve boy profil, tüm kesit ve profillere sondaj ve araştırma – gözlem çukurları yerleri işlenecektir.)

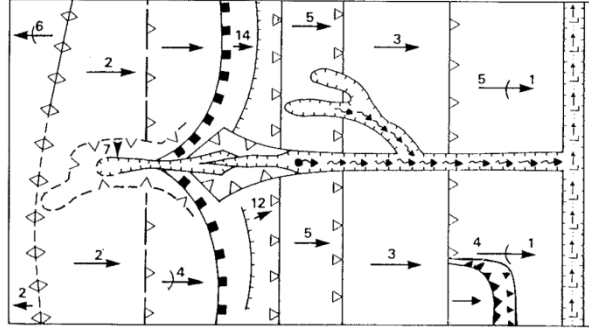
EK-3

JEOLJİK VE MORFOLOJİK HARİTA SEMBOLLERİ VE TERMİNOLOJİSİ





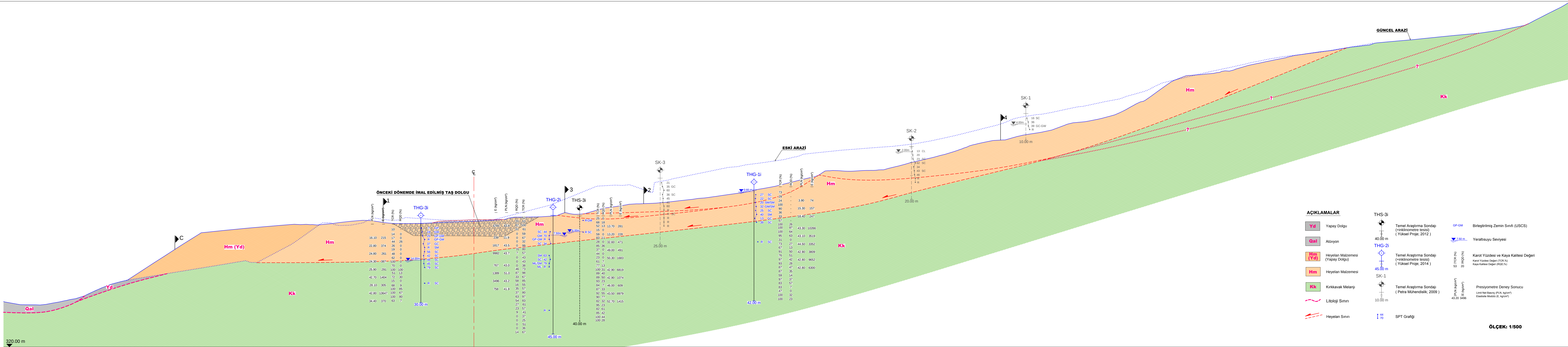
JEOTEKNİK PLAN



SEMBOL	ZEMİN PROFİLİ	
		Dışbükey
		İçbükey
		Dışbükey
		İçbükey
		Şevin belirgin veya açılal kırılması
		Şevin belirsiz veya yumuşak değişimi
		Ayrı semboller kullanılmasına izin vermeyecek kadar birbirine çok yakın iç bükey veya dışbükey şev
		Keskin
		Yuvarlak
		Yar veya Ayna veya Keskin kırılım 40° veya daha dik (m. cinsinden tahmini yükseklik)
		Düzgün şev
		İçbükey şev
		Dışbükey şev
		Tepe
		Alt
		Az engebeli veya dalgalı arazi
		Kaplamasız hendek
		Kaplamalı hendek
		Çit sınırı
		Özel mülkiyet sınırı
		Kuru taş duvar
		Kayaç yüzeyindeki ana eklemler (açıklık mm cinsinden)
		Gerilme çatlağı (açıklık mm cinsinden)

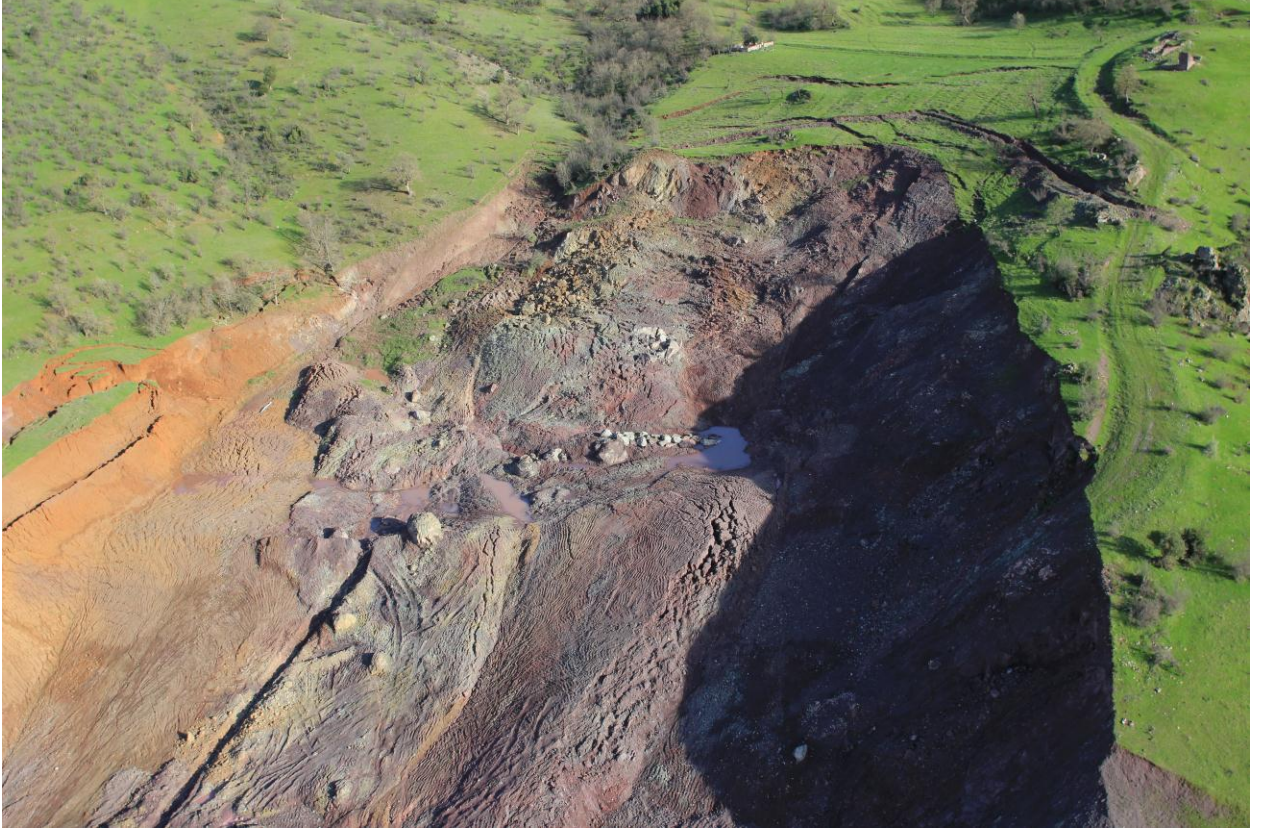


Yapay Dolgu Güncel Alüvyon Heyelan Malzemesi Heyelan Malzemesi (Yapay Dolgu) Kırkkavak Melanjı Litoloji Sınırı Olası Heyelan Sınırı Heyelan Sınırı Eklem Doğrultu ve Eğimi Temel Araştırma Sondajı (Petra Mühendislik, 2009) Temel Araştırma Sondajı (+İnclinometre Tesisi) (Yüksel Proje, 2012) Temel Araştırma Sondajı (+İnclinometre Tesisi) (Yüksel Proje, 2014) ÖLÇEK: 1/1000					
REVİZYON	1				
	2				
T.C. ULAŞTIRMA, DENİZCİLİK VE HABERLEŞME BAKANLIĞI KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ KARAYOLLARI 14.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ					
İŞİN ADI	BALIKESİR - DURSUNBEY - HARMANCIK - TAVŞANLI YOLU KM: 29+039.66 - 44+836.95 (G) / KM: 136+652.20 (İ) - 150+841.05 İNŞAATI İŞİ ETÜT PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ				
PAFTA ADI					
TEZLİK HEYELANI (KM: 36+230 - 36+425) MÜHENDİSLİK JEOLJİ HARİTASI					
PROJE : YÜKSEL PROJE YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş. Genel Müdürlük No: 29, Çarşı No: 23, 06580 Çarşı, Beşiktaş, İstanbul Fon: (0212) 480 70 00 Fax: (0212) 480 70 00 www.yukselproje.com.tr	PAFTA NO	YJ-DHY-14-060-B-P001			
	İŞİ	ÜNVANI	ADI SOYADI	İMZA	TARİH
	YAPAN	Jeoloji Mühendisi	L. Burak KABACA		Ekim 2014
		Jeoloji Mühendisi	Erkil Onur TARI		Ekim 2014
	ÇİZEN	Teknik Ressam	Ömer TOKGÖZ		Ekim 2014
KONTROL ve ONAY	Jeo. Yük. Müh.	Mustafa Kemal AKMAN		Ekim 2014	
MÜTEAHHİT :	ÜNVANI	ADI SOYADI	İMZA	TARİH	
FERNAS İnşaat A.Ş.	Şantiye Şefi	Rıdvan YAVUZ			
KARAYOLLARI 14.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ					
..... / / Gökhan KOROĞLU Kontrol Mühendisi	 / / T. Gökhan GÖLBAŞI Araştırma ve Geliştirme Başmühendisi	 / / Murat Olgun ARMUTLU Yol Yapım Başmühendisi	 / / Bölge Müdürü		
ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI		YOL YAPIM DAİRESİ BAŞKANLIĞI			
		 / / Yol Yapım Şube Müdürü	 / / Yol Yapım Dairesi Başkanı		



KM: 36+296.96
(BB KESİTİ)

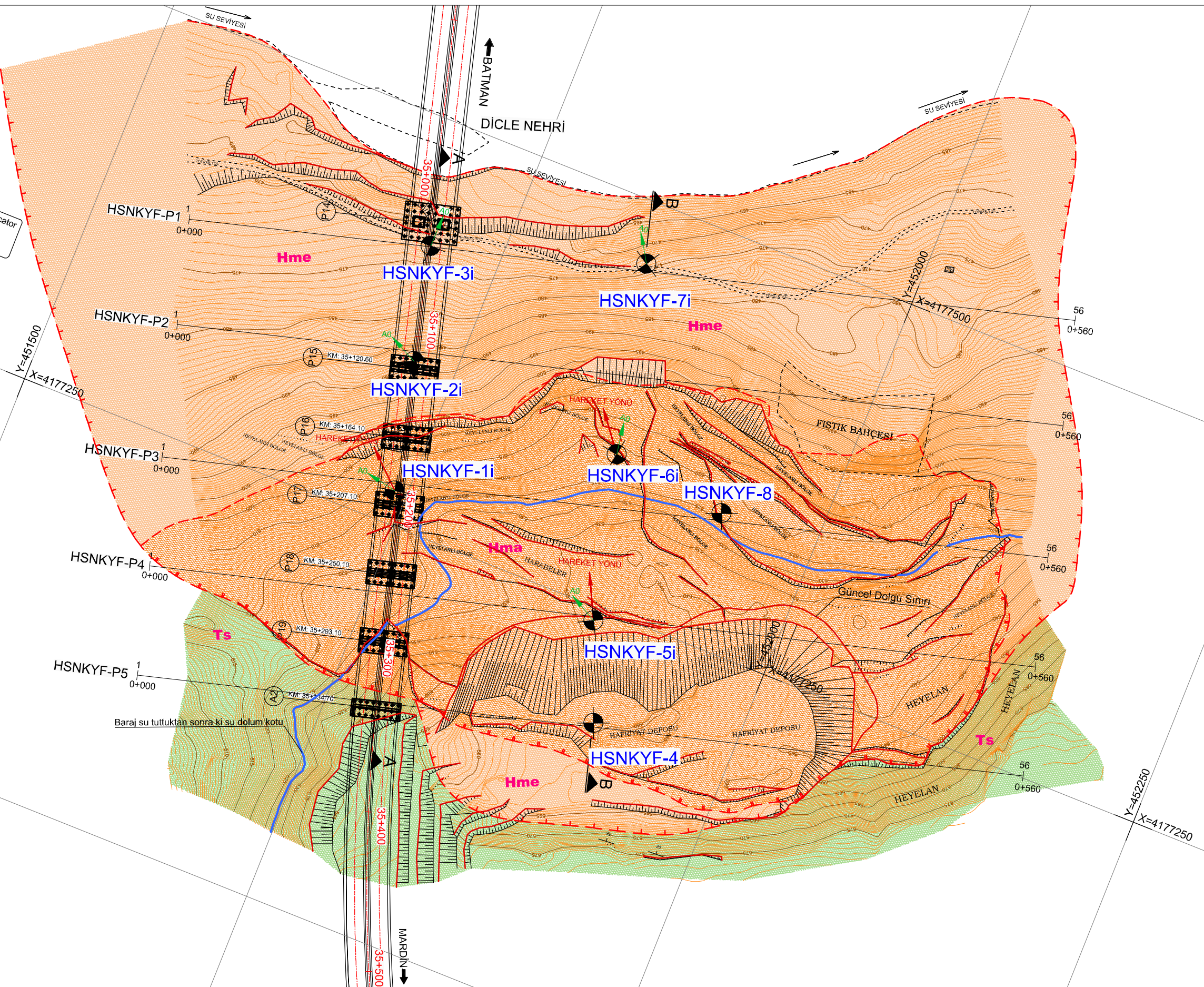
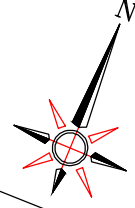
DURSUNBEY - HARMANCIK YOLU
TEZLİK HEYELANI
JEOLOJİK - JEOTEKNİK ENKESİTİ



Dursunbey – Harmancık Yolu Km:36+200-36+700 Arası Tezlik Heyelanı

Projeksiyon
Datum
Dilim Genişliği
Dilim Orta Meridyeni : 42

Transverse Mercator
ITRF-96
3



AÇIKLAMALAR

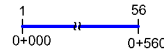
- Hma Aktif Heyelan Malzemesi
- Hme Eski Heyelan Malzemesi
- Ts Şelmo Formasyonu (kumtaşı, kilitaşı, silttaşı, çakıltası)

HSNKYF-1i



Temel Araştırma Sondajı

HSNKYF-P1



2D Multielektrot Rezistivite Tomografi
(Elektrot açıklığı 10 m.
dipol - dipol dizilimi)



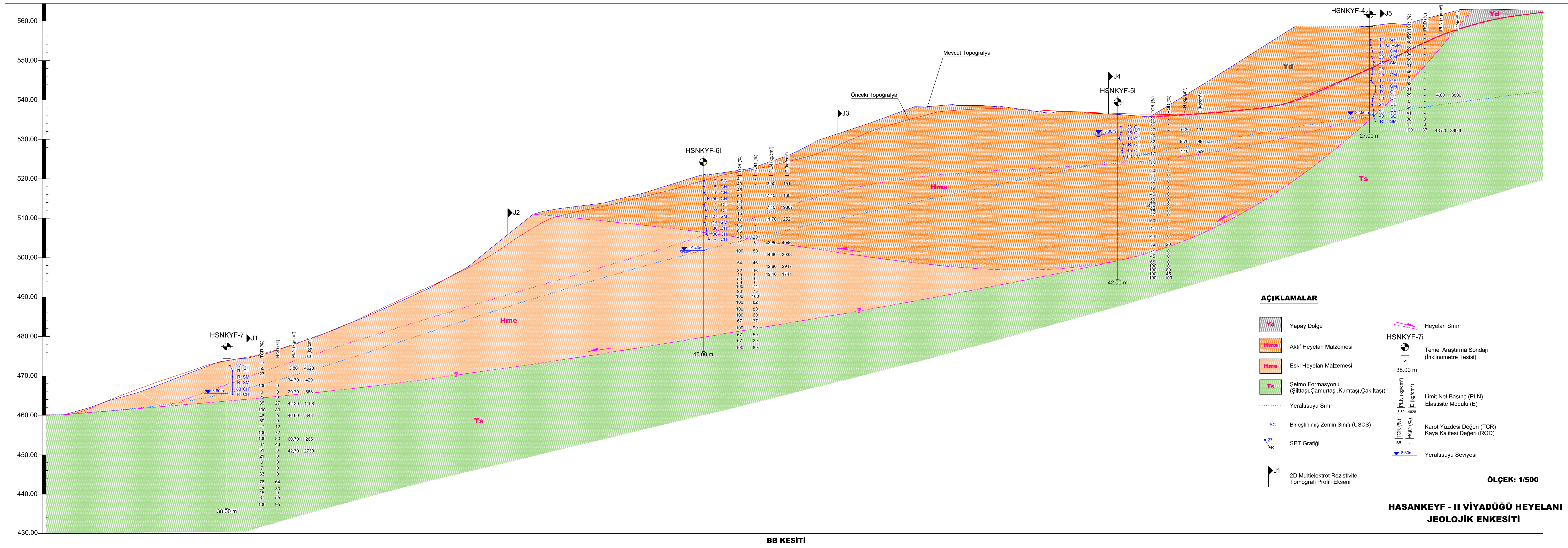
Heyelan Sınırı



Çatlak

ÖLÇEK: 1/2500

HASANKEYF - II VİYADÜĞÜ HEYELANI
MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ HARİTASI





Batman – Mardin Devlet Yolu Km:35+100-35+500 Arası Hasankeyf Viyadüğü Heyelanı



AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI