

## Fethiye-Eşen II HES Şalt ve Santral Sahasındaki Potansiyel Heyelanının Yerteknik Özellikleri ve Yorumu

Osman UYANIK, Ergün TÜRKER

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü / ISPARTA  
Alınış Tarihi:24.07.2006, Kabul: 23.05.2007

**Özet:** Çalışma alanında gözlemler ve yerinde deneyler yapılmıştır. Gözlemlerde alanın üst kesimleri farklı kalınlıklarda yamaç molozlarını ve daha derinleri kıltaşı, killi kireçtaşı ve kumtaşı ardalanmasından oluşan birimleri kapsadığı görülmüştür. Tektonik hareketler sonucunda derinlerdeki birimlerin dayanımı azalmıştır ve bu birimlerin yüzeyleyen kesimleri aşırı ayrılmış ve zemin özelliği kazanmıştır. Yağmur suları yamaç molozundan sızarak alttaki birimleri suya doymun hale getirmiştir. Bu durumdeki zeminde durağanlık bozulmuş ve yer yer kaymalar gözlenmektedir. Eşen II HES Şalt ve Santrali için topografik eğimin fazla olduğu ve fosil heyelanların bulunduğu bir saha tercih edilmiş ve santral yerinde derin kazı yapılmış, kazıdan çıkan malzeme potansiyel heyelan kütlesi üzerine doldurulmuş, potansiyel heyelan kütesinin etek kısmındaki dayanak derin kazı ile ortadan kaldırılmış ve suyun etkisiyle kayma mukavemetinin azalması sonucunda heyelan meydana gelmiştir.

Çalışma alanında oluşan heyelanın geometrisini belirlemek amacı ile yerinde deneylerden sismik kırılma ve özdirenç çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca açılan gözlem çukurlarında yapılan yerinde deneylerle (proktor penetrometre ve vane) kayan malzemelerin direnç parametreleri hesaplanmıştır. Tüm verilerin birlikte yorumlanmasıyla sağlam ana kaya ve potansiyel heyelanın geometrisi belirlenmiştir. Ana kayanın altter kısmının da heyelan malzemesi içerisinde olduğu saptanmıştır. Durağanlık analizi için Veyn 25 turdan elde edilen kayma mukavemeti sonuçlarının kullanılması önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Heyelan, Dönel Kayma, Özdirenç, Sismik Kırılma, Kayma Direnci,

## Interpretation and Geotechnical Properties of Potential Landslide in Fethiye-Eşen II HEPP Power Collection and Plant Area

**Abstract:** In situ observations and tests were made at the sturdy area. The area consists of slope-debris covering the upper parts with varying thickness and, clayey limestone, sandstone intercalation deeper parts. As a result of tectonism, base of geological units loose its resistance and outcrops altered and decomposed and thus gained a soil character. Rain water leaking from the permeable slope-debris saturated into layers below the surface. In such ground, the soil lost its stability and landslide occurred. An area which has high topographical slope and fossil landslides was selected for Eşen II HEPP and its plant. then, excavated soil pile up over the potential landslide body, the heel of the potential landslide was removed through excavations and as a result of decreasing in shear strength,  $\phi$  with the effect of water landslide occurred.

In the study area, seismic refraction and resistivity survey were performed in order to determine the geometry of the potential landslide. Besides, the resistance parameters of the sliding units were obtained with in-situ experiments (the proctor penetrometer and the vane) in the observation holes. Geometry of the landslide and base unit were obtained by means of joint interpretation of whole data. It is observed that even the altered part of the base unit is a part of the land slide. The use of shear strength obtained from veyn (25 turn) test is proposed for stability analysis.

**Keywords:** Landslide, Rotational Slide, Resistivity, Seismic Refraction, Shear Strength

### Giriş

Heyelanlar, belirli bir seviye olan kaya, zemin, dolgu malzemesi ve bunların karışımından oluşan malzemelerin yer çekiminden dolayı ani bir yenilme ile birden bire ya da yavaş olarak aşağı ve dışa doğru kayma hareketleridir (Türker, 1991; Ulusay, 2001). Heyelan, çeşitli zemin cinsi ile çok sayıda durağanlık bozucu etkenin iç içe olduğu karmaşık bir olaydır. Heyelanların kontrolü oldukça pahalıdır ve yapılan yoğun çalışmalar her zaman etkili olamamaktadır. Heyelanlarda oluşabilecek tehlikelerin değerlendirilmesi için yamaçların oluşumları ve yapısı ile ilgili sorunların çözümleri gereklidir. Hareket eden kütle, düşme, kayma ve akma hareketlerinden biri veya çeşitli bileşimleri şeklinde gelişir. Bu yüzdendir ki, arazi çalışmalarında statik ve dinamik yöntemlerin birlikte yapılması gereklidir. Bu çalışmada dinamik olarak sismik

kırılma ve düşey elektrik sondaj çalışmaları ve statik olarak mekanik sondaj, laboratuvar analizleri ve araştırma çukurlarında yerinde veyn ve penetrometre deneyleri yapılmıştır.

Sismik kırılma tekniği 1960'lı yıllardan beri heyelan araştırmalarında kullanılmaktadır. Sismik kırılma çalışmasıyla heyelanın kayma yüzey derinliği ve heyelan malzemesinin genişliği belirlenebilmektedir (Cummings ve Clark, 1988; Palmer ve Weisgarber, 1988; Bogoslovsky, 1977; Brooke, 1973; Carroll vd., 1972; Trantina, 1963). Sismik kırılma verileri ile kayan malzeme ve alttaki sıkı tortul yada kayanın sismik hızlarındaki ve fiziksel özelliklerindeki farklılıklar yorumlanmaktadır. Ayrıca sismik kırılma verileri ile

kayan kütlelerin önlenmesine yönelik yapılacak çalışmalar için veriler de sağlanmaktadır. Heyelan araştırmalarında sismik kırılma tekniğinin diğer tekniklere göre bazı üstünlükleri vardır. Bunlar: (1) çevreye zarar vermemesi, (2) ekipmanın kolay taşınabilir olması, (3) tekniğin diğer yöntemlere göre ucuz olması, (4) çift taraflı sismik kırılma çalışmasında basınç dalgaları kullanılarak heyelan geometrisinin modellenmesi ve kayma dalgalarının kullanılmasıyla da kayan malzeme ya da alttaki malzemenin mekanik özelliklerinin belirlenmesi sayılabilir. Sismik kırılma tekniğinin heyelan araştırmalarındaki eksiklikleri; bu teknik ile numune alınmadığından zemin tipi belirlenemez, kayan malzeme içerisindeki bloklardan saçılan dalgalar kırılma çalışmalarında bozucu etki olarak kaydedilebilir, ince tabakaların belirlenmesi hız farklılığına ve örneklemeye bağlıdır ve derinlik arttıkça hız artmazsa tabaka derinlik hesabının hatalı olması sayılabilir.

Düşey elektrik sondaj çalışmaları ile yeraltının özdirenç değişimi incelenmektedir. Ayrıca heyelanlarda nemli ya da suya doygun olan zeminler, yatay ve düşey yönde tabakaların konumları ve yüzeye yakın kesimlerdeki ayrışma bölgelerinin belirlenmesi ve kayma yüzeyinin konumunun modellenmesinde etkin bir yöntemdir.

Statik çalışmalardan yerinde veyn ve penetrometre deneyleri ile zeminlerin kayma direnç özellikleri belirlenmektedir. Bu özelliklerin laboratuvar yerine sahada belirlenmesinin üstünlükleri vardır. Bunlar: (1) Doğal basınç altında deneyin yapılabilmesi, (2) Doğrudan kesme direncinin hemen yerinde belirlenmesinden dolayı zaman kaybının olmaması, (3) Aynı yerde birçok deneyin yapılabilmesi, (4) 25 tur veyn deneyi ile elde edilen kesme direncinin durağanlık analizinde doğrudan kullanılabilmesi, (5) Doğal şartlarda kesme direncinin belirlenebilmesi ve (6) Deneyin kayma düzleminde, kayma düzleminin üzerinde ve altında yapılmasından dolayı kesme direncinin değişiminin yerinde belirlenebilmesi sayılabilir.

## Heyelan Türleri ve Nedenleri

Heyelan türlerinden toprak ve kaya düşmeleri en yaygın görülenlerdir. Toprak yada kaya düşmelerinde kütleler, serbest düşme, sıçrama, sekme yada yuvarlanma yaparlar. Düşmelerin yanı sıra kayma hareketi ise bir veya birkaç yüzey boyunca kesme mukavemetinin azalmasıyla oluşur. Bu yüzeyler ya gözle görülebilir yada tahmin edilebilir. Hareket eden kütlede büyük değişimler (deformasyonlar) varsa daha çok “kaya ve döküntü kaymaları” ve “yanal yayılmalar” görülür. Düzlemsel kaymalar, ayrılmış yüzey tabakaları, eklemli kayalar ve ana kaya üzerinde bulunan yamaç molozları ile daneli zeminlerde çok yavaş bir şekilde gelişebilmektedir. Dönel kaymalar, pekişmemiş veya çok az pekişmiş formasyonlarda (dolgu, kil, kıltaşı ve şeyl) çökme ve az ötelenme ile karışık biçimde gelişen şev kaymalarıdır. Karmaşık kaymalar, düzlemsel ve dönel kaymaların karışımı biçimindedir. Dönel kaymanın taç ve yan kesimlerinde yeni kaymalar, topuk kesiminde ise akmalar başlarsa karmaşık heyelan gelişebilir. Zemin tabakalarının ardışık olarak ıslanması ve kurumması heyelanları harekete geçirir. Zemin tabakalarındaki su

doygunluğunun ve boşluk suyu basıncının artmasıyla hareket hızlanır. Akmalarda yer değiştiren kütle içerisindeki malzemenin aldığı şekil ve hareketin hızı yüksek viskoziteli sıvılardaki duruma benzer. Akan malzeme; kaya parçaları, ince granüler zemin, su ve döküntü karışımı ya da plastik kilden oluşur.

Herhangi bir heyelan, gelişiminin çeşitli evrelerinde değişik hareket tipleri gösterebilir. Bu durumda heyelanların çoğu karmaşıktır. Herhangi bir heyelanın bir tek kesin nedene bağlanması hemen hemen olanaksızdır (Sowers ve Sowers, 1951). Bir heyelanın gelişmesine yol açan oluşumunun kökü, kayanın oluşumuna dayanır ve arz kabuğunun hareketleri, erozyon, hava koşulları etkisiyle oluşan aşınma olaylarını da kapsar. Bundan sonra herhangi bir etken kütleli şevden aşağıya hareket ettirmeye yeterli olabilir. Çoğunlukla birçok neden aynı zamanda mevcuttur. Dengeyi bozan nedene karar vermek güç olduğu kadar yanlıştır.

Ana kayanın örtülü olup görünmediği bir yerde, olası bir heyelan oluşumunun anlaşılması için, güvenilir bir zemin arazi etüdü ile birlikte laboratuvar veya yerinde kesme deneylerinin yapılmasında fayda vardır. Zeminin yapı kesitini ve yeraltı suyunun durumunu belirlemek gerekir. Heyelanı geliştiren bütün jeolojik oluşumlarda, zayıf bir birim üzerinde kuvvetli bir birim bulunmaktadır. Zayıf birim, kuvvetli birimden dökülen taş, toprak ve moloz gibi döküntü malzemesiyle tamamen veya kısmen gizlenmiştir. Bu durum alan çalışmalarının önemini ortaya koymaktadır (Atalay ve Bekaroğlu, 1973).

Zemin yüzeyindeki çatlaklar, her zaman zeminin hareket yönüne dik olmak zorunluluğunda değildir. Örneğin bir dönel kayma hareketinin baş kısmına yakın çatlaklar hareket doğrultusuna dik bulunmaktadır. Öte yandan, heyelanın yanları boyunca yer alan çatlaklar ise hemen hareket yönüne paraleldir. Güncel veya potansiyel bir heyelanı haber veren bu zemin yüzeyindeki çatlaklar, bu özelliklerine ek olarak, yerel heyelanın saptanmasında yardımcı olur. Örneğin, dönel kayma tipi bir heyelanda çatlak yüzeyleri düşey düzleme göre hafifçe kavisli olup, hareket yönüne göre konkavdır. Eğer ana hatları ile çatlak sistemi atnalı biçiminde ise büyük bir olasılıkla dönel kaymayı belirtir.

Heyelanlardaki tehlikeli durumu saptamak amacıyla, taban kaya üzerindeki kayan kütlelerin kalınlığını ve su içeriğini araştırmak gerekir. Bunlara ek olarak yamaç durağanlığının değerleri bölgesel iklime, hidrolojik verilere, insanın ekonomik aktivitesine ve yerel heyelanların tarihi gibi verilere de bağlıdır. Mühendislik jeolojisinin bilinen yöntemleri ile bütün bu sorunların tam olarak yorumlarını ve araştırmalarını yapmak bazen olanaksızdır. Yamaç durağanlığı için heyelanların yapıları ve suya doygunlukları genellikle yerelektrik ve sismik yöntemlerle araştırılır. Bu yöntemlerle heyelan geometrisi ve ıslak zonlar belirlenmektedir.

## Eşen II HES Santral ve Şalt Sahasında Oluşan Heyelanının Nedenleri

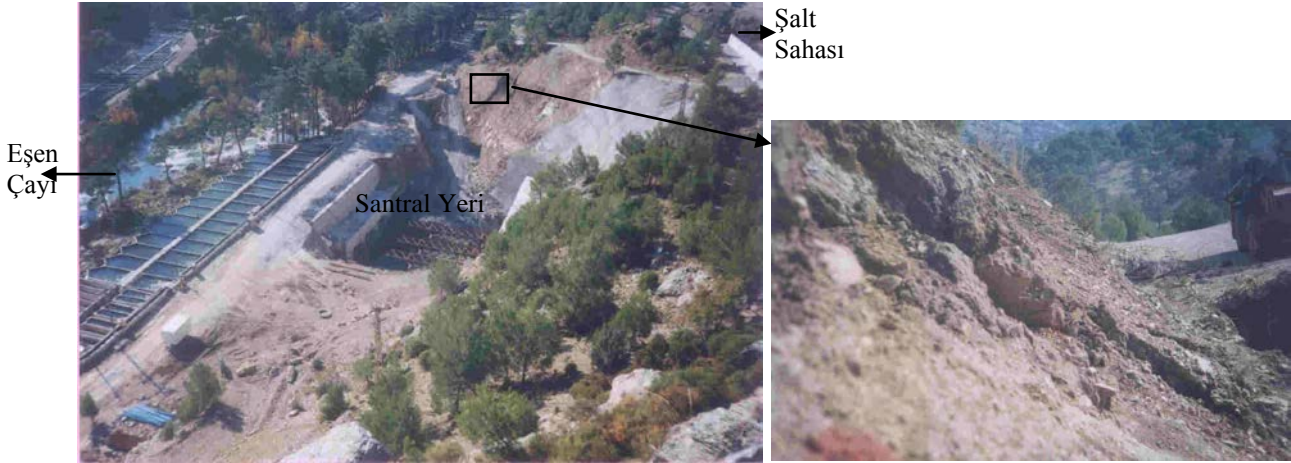
Eşen II Hidroelektrik Enerji Santrali (HES) projesinde suyu daha fazla yüksekte düşürmek amacıyla yeraltı santrali uygun görülmüştür (Şekil 1). Ancak santral kazısı

yapılan alanda heyelan oluşmuş ve küçük su kaynakları ile karşılaşmıştır. Yeraltı santralının yer aldığı yamacın üst katlarında şalt sahası projelendirilmiştir. Santralde yapılan kazı sonucunda çıkan malzeme şalt sahasında dolgu amaçlı kullanılmıştır. Dolayısıyla Eşen II şalt sahası ve santral yerindeki olası heyelanın bir tek kesin nedene bağlamak doğru değildir. Heyelanın başlangıç nedenleri, yüksek kesme gerilmesini oluşturan etkenler ve kesme mukavemetini azaltan etkenler olarak düşünülmektedir. Yüksek kesme gerilmesini oluşturan etkenler olarak; Santral yerinde heyelanın etek kısmında yapılan derin kazı sonucunda toprağın dayanağının ortadan kalkması, Bu kazıdan çıkan toprağın potansiyel heyelan kütleleri üzerine (şalt sahası için) dolgu yapılması (sürşarj), bu alanda topografik eğimin yüksekliği ve kayan kütlelerin kalınlığının fazla oluşu sayılabilir. Kesme (Kayma) mukavemetini azaltan etkenler olarak ise; Kumtaşı ve kil taşlarının ardalanmalı olarak oluşmasından dolayı geçirgen kumtaşlarının taşıdığı suyun kil mineralleri tarafından emilmesi sonucunda su tenörü yükselen killi zeminlerin kayma mukavemetinin azalması, Potansiyel heyelan kütlelerinin alt kesimlerdeki su yatağının sızıntı yollarıyla akarsu yatağına birleşmesi, Alt kesimlerdeki sızıntıların yer yer göllenmeler yaparak temas halinde bulunduğu fliš'in (şeyl'in) killi seviyelerinde kayma mukavemetini azaltması, Santral sahasında yapılan derin kazı sonucunda dayanaktan yoksun kalan sıkışmış killerde görülen çatlamlar ve

Derin kazı sonucunda sızıntı sularının daha düşük katlarda akmaya başlamasıyla sızma basıncının artması sayılabilir.

### **Eşen II HES Santral ve Şalt Sahasında Oluşan Heyelandaki Çatlakların Anlamı**

Çökmenin baş kısmına yakın yerlerde çatlaklar hareket doğrultusuna dik ve heyelanın yanındaki çatlaklar hareket doğrultusuna paraleldir (Şekil 1) (Şekil 2). At nalı şeklinde izlenen çatlaklar dönel çökmeyi belirtir. Dönel tipi bir heyelanda, çatlak yüzeyleri düşey düzleme göre hafifçe kavisli olup hareket yönüne göre konkavdır (Terzaghi, 1950). Derinlere doğru çatlakların uçları kapanır ve kama şeklini alır. Dönel çökme tipi bir kaymanın topuk kısmının hemen üstündeki bölge bir basınç bölgesidir. Dönel çökme şeklinde kaymış olan malzeme "topuk", "yanlar" ve "esas ayna" tarafından sınırlandırılır ve üstteki yükün basınç etkisinde kaldığı için hiçbir açık çatlakına rastlanmamaktadır. "Topuk" bölgesi bir çekme ve yukarıya itme bölgesi olarak tanınır. Kazı yapılırca yukarıya itme azalmış ve çekme etkin duruma gelmiştir. Bundan dolayı topuğun tekrar ve acilen oluşturulması gereği ortaya çıkmış ve bu işlem yapılmıştır.



Şekil 1. Eşen II Santral Yeri Kazısı ve Yandaki Çatlakların Genel Görünümü



Şekil 2. Kohezyonlu Bir Zemin İçinde Meydana Gelen Dönel Çökme Tipi Bir Heyelanda, Tipik Olarak Meydana Gelen Çekme Çatlakları (Terzaghi ve Peck, 1948)

### Eşen II HES Santral ve Şalt Sahasındaki Kayan Malzemenin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Eşen II potansiyel heyelanı içinde ve altında kalan zeminlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacı ile 4 adet 3.5-4m derinlikte araştırma çukuru açılmıştır (Şekil 3). Bu çukurlardan toplam 4 adet örselenmiş örnekler alınmış ve yerinde Veyn ve Proktor Penetrometre deneyleri yapılmıştır. Alınan örselenmiş örneklerin laboratuvar sonuçları Tablo 1’de sunulmuştur. Ayrıca, kayma yüzeyinde açılan trenç içerisinde yerinde deneyler; kayma yüzeyinde, kayma yüzeyinin ıslak kısmında, kayma yüzeyinin üst ve alt kısımların da yapılmış ve sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir. Aynı deneyler araştırma çukurlarında da

yapılmış ve sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur. Yerinde yapılan veyn ve penetrometre deneylerinden elde edilen basınç ve kayma gerilmeleri mohr diyagramında çizilerek kohezyon ve içsel sürtünme açıları belirlenmiştir. Tablo 1 ve Tablo 2’deki AÇ-1, AÇ-2, AÇ-3 ve AÇ-4 ait su muhtevası ( $w_n$ ) ve Veyn deney sonuçları incelendiğinde, su içeriğindeki artış kayma mukavemeti değerini hızlı bir biçimde düşürmektedir. Tablo 2 incelendiğinde kayma yüzeyinin ıslak kemsinde kayma mukavemeti düşük değerlerde bulunmuştur. Tablo 2’de verilen Veyn 25 tur deney sonuçları özellikle kaymanın gerçekleştiği zeminlerde doğrudan kayma dayanımını vermektedir. Bu değerlerin, heyelanın durağanlık analizinde kullanılması önerilir.

**Tablo 1.** Eşen II HES Heyelanlı Zeminlerin Fiziksel Özellikleri

Deney Yeri	Derinlik (m)	Tane Boyu Dağılımı				Kıvam Limitleri			$w_n$ (%)	Zemin Cinsi
		Çakıl (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	$w_{LL}$ (%)	$w_{PL}$ (%)	$I_p$ (%)		
AÇ-1	2	4	6	60	30	40	24	16	11	CL
AÇ-2	3	14	26	45	15	51	22	29	17	CH
AÇ-3	4	4	19	56	21	45	20	25	13	CL
AÇ-4	2	7	28	47	18	52	19	33	15	CH

**Tablo 2.** Eşen II HES Heyelanlı Zeminlerin Mekaniksel Özellikleri

Deney Yeri	Penetrometre		Veyn		Veyn (25 Tur)		c kg/cm <sup>2</sup>	Φ derece
	Skala	$\sigma$ kg/cm <sup>2</sup>	Skala	$\tau$ kg/cm <sup>2</sup>	Skala	$\tau$ kg/cm <sup>2</sup>		
Trenç (Kayma Yüzeyi)	40	2,48	5,6	1,12	2	0,40	0,78	25
	60	3,72	7,5	1,5	3,2	0,64	1	31
Trenç (Kayma Yüzeyi Islak Kısım)	20	1,24	3	0,6	1,6	0,32	0,54	10,3
	--	--	--	--	--	--	--	--
Trenç (Kayma Yüzeyi Üst Kısım)	84	5,2	13	2,6	2	0,40	2,22	9,5
	90	5,57	13	2,6	2	0,40	1,92	21
Trenç (Kayma Yüzeyi Alt Kısım)	48	2,97	6,4	1,28	1,9	0,38	0,84	31
	62	3,84	9	1,80	3,2	0,64	1,32	8,5
AÇ-1	70	4,33	13	2,16	6,5	1,30	2,16	0
	64	3,96	11,5	1,98	6	1,20	1,98	0
AÇ-2	62	3,84	--	--	3,2	0,64	--	--
	70	4,33	--	--	3,2	0,64	--	--
AÇ-3	78	4,83	10,8	2,16	3	0,60	1,5	25,5
	84	5,20	11	2,20	2,5	0,50	1,95	16
AÇ-4	74	4,58	3,4	0,68	--	--	0,45	72,5
	74	4,58	2	0,40	--	--	0,24	78

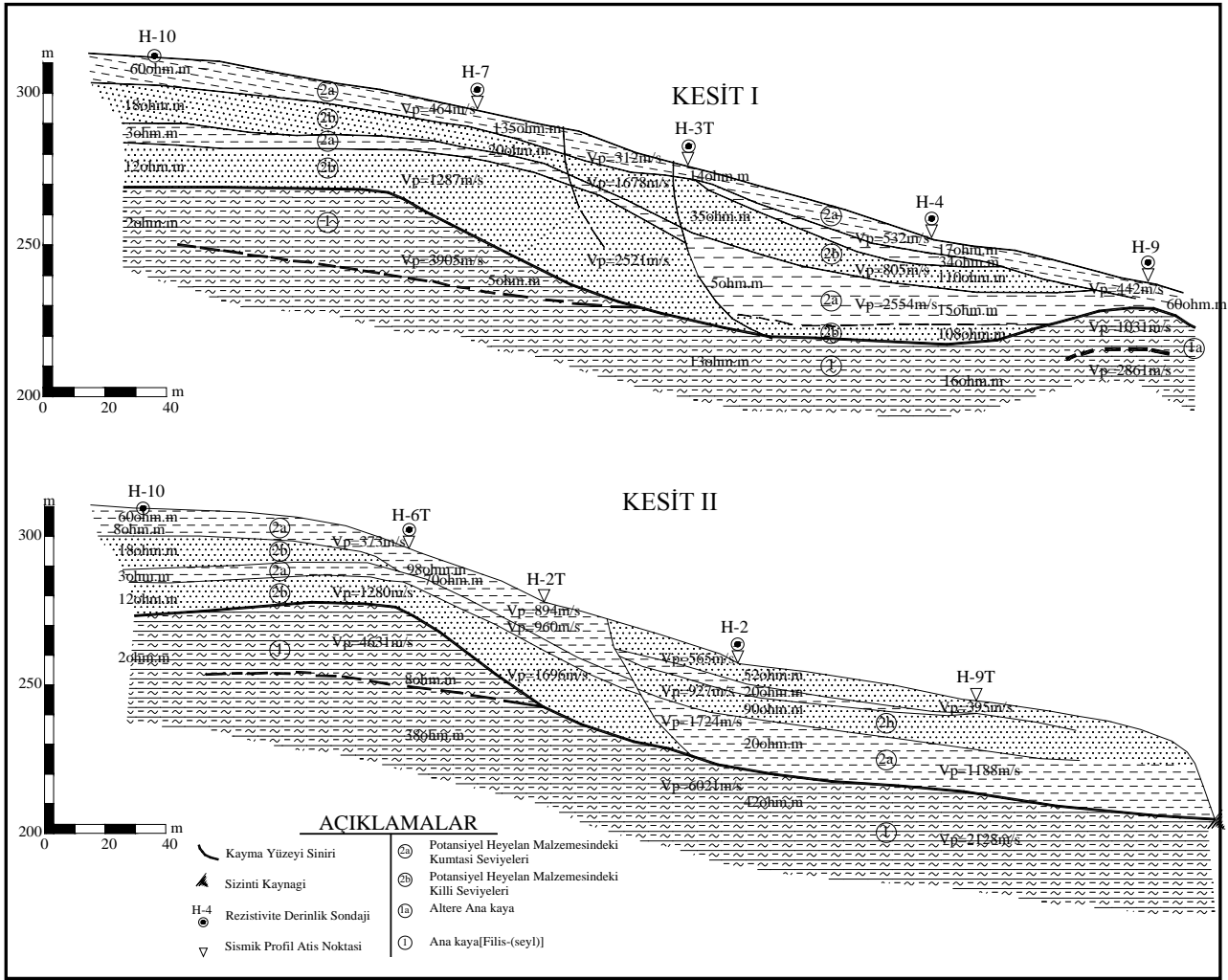
### Eşen II HES Santral ve Şalt Sahasında Oluşan Heyelan Geometrisinin Jeofizik Yöntemlerle Belirlenmesi ve Yorumu

Heyelanların yeraltı yapılarının zor anlaşılması daha detaylı araştırmaları gerektirmektedir. Jeofizik yöntemlerin uygulanması ile çok geniş alanlarda hızlı araştırmalar yapılmakta ve diğer mühendislik dallarından daha fazla veri üretilebilmektedir. Kuru ve ıslak zeminlerin mekanik değerlerinin araştırması, laboratuvar için alınmış belirli bir hacmi olan numuneler üzerinde yapılamaz. Ancak, kayaçların geniş çapta hacimlerinin ölçümü ile olanaklıdır. Böylece saptanan parametreler jeolojik ve hidrojeolojik karakteristikleri

birlikte yansıtır. Bu nedenle jeofizik yöntemlerin uygulanışı son derece yararlı ve yerinde bir karardır. Ayrıca bir heyelanda sismik profillerin ve yerelektrik sondajların sık alınması araştırmayı başarıya götürmektedir. Arazi koşullarından dolayı karelej sisteminin uygulanmadığı yerlerde profiller boyunca çalışmalar yapılmış ve bu profiller heyelanın koptuğu sağlam yamaç üzerine kadar uzatılmıştır. Potansiyel heyelan geometrisini saptamak amacıyla 9 profilde sismik kırılma ve 9 noktada elektrik özdirenç çalışmaları yapılmıştır (Şekil 3) (Türker ve Uyanık, 2000). Profil sayısının olanaklar ölçüsünde fazla olmasına özen gösterilmiştir. Böylece heyelanın koptuğu sağlam yamaç ile yerinden oynayan kütlelerin sismik hız değerleri birbirleriyle karşılaştırılarak heyelanın konumu yorumlanabilmektedir.







Şekil 4. Potansiyel heyelan Geometrisini Gösterir Yerteknik Kesitleri

## Sonuçlar ve Öneriler

Eşen II santral sahasında yapılan kazı sonucunda dayanağın ortadan kalkması, buradan çıkan malzemenin potansiyel heyelan kütlesi üzerine dolgu yapılması, topografik eğimin fazlalığı ve kayma mukavemetinin su etkisiyle azalması heyelanı oluşturmuştur. Burada atnalı şeklinde izlenen çatlaklar çok yakın bir ihtimalle dönel çökmeyi gösterir.

Sismik profil çalışmalarında, kayan kütlelerin sismik boyuna dalga hızlarının 200-2500m/s gibi düşük değerlerde ve temel kayanın sismik boyuna dalga hızlarının 2500-6000m/s daha yüksek değerde olması kayan kütleli temel kayadan ayırt etme olanağı vermiştir.

Zeminin su içeriği arttıkça kayma mukavemeti azalmaktadır.

Veyn 25 turdan elde edilen kayma mukavemeti sonuçlarına bağlı durağanlık analizi önerilmiştir.

## Kaynaklar

- Atalay, F.İ., Bekaroğlu, N. 1973. Heyelanlar ve Mühendislik Uygulaması. Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü yayını, Ankara, 349s.
- Bogoslovsky, V.A., Ogilvy, A.A. 1977. Geophysical Methods for the Investigation of Landslides. Geophysics, 42, 562-571.
- Brooke, J.P. 1973. Geophysical Investigation of a Landslide Near San Jose, California. Geoexploration, 11, 61-73.
- Carroll, R.D., Scott, J.H., Lee, F.T. 1972. Seismic Refraction Studies in Geological, Geophysical and Engineering Investigations of the Loveland Basin Landslide Clear Creek County, Colorado, 1963-65. U.S. Geological Survey Professional Paper, 673, 17-19.
- Cummings, D., Clark, B.R. 1988. Use of Seismic Refraction and Electrical Resistivity Surveys in Landslide Investigations. Bulletin of the Association of Engineering Geologists, 25, 459-464.
- Palmer, D.F., Weisgarber, S.L. 1988. Geophysical Survey of the Stumpy Basin Landslide, Ohio. Bulletin of the Association of Engineering Geologists, 25, 363-370.

- Sowers, G. B., Sowers, G. F. 1951. Introductory Soil Mechanics and Foundations. The Macmillan Company, New York, 386pp.
- Terzaghi, K., Peck, R.B. 1948. Soil Mechanics in Engineering Practices, JohnWiley and Sons, New York, 354pp.
- Terzaghi, K. 1950. Mechanism of Landslides: In Application of Geology to Engineering Practice. Geological Society of America, Berkeley, 83-123
- Trantina, J.A. 1963. Investigation of Landslides by Seismic and Electrical Methods. American Society for Testing and Materials, 322, 120-133.
- Türker, A. E. 1991. Heyelanların Jeoelektrik Yöntemlerle Araştırılması. Yağış, Sel, Heyelan Sempozyumu, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, 7-9 Ekim, Ankara, 239-253.
- Türker, A. E., Uyanık, O. 2000. Eşen II HES Şalt ve Santral Sahası Potansiyel Heyelanların Geometrisini Saptamak İçin Jeofizik Çalışma. Süleyman Demirel Üniversitesi Deprem ve Jeoteknik Araştırma Merkezi, Isparta.
- Ulusay, R. 2001. Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 385s.