

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ MÜDÜRLÜĞÜ
RAPOR

KUZEY ANADOLU FAY ZONUNDAKİ PLİYO-KUVATERNER
BİRİMLERİNDE MEYDANA GELEN HEYELANLARIN
İNCELENMESİ (TAŞOVA, AMASYA)

Proje No: 20030745013

Proje Yöneticisi:

Prof. Dr. Recep KILIÇ

Araştırmacılar:

Araş. Gör. Dr. R. Pelin BİLGEHAN

Araş. Gör. Koray ULAMIŞ

Dr. Ayhan KOÇBAY

Yard. Doç. Dr. Emin ULUGERGERLİ

Araş. Gör. İrfan AKÇA

Ankara, Ekim 2005

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa no</u>
1. Giriş	3
2. İnceleme Alanının Tanıtımı	3
3. Jeoloji	4
4. Depremsellik	10
5. Arazi Çalışmaları	11
1. Jeofizik Çalışmalar	12
2. Sondaj Çalışmaları	13
3. Sondaj Kuyularında Yeraltı Suyu ve Derinlik Ölçümleri	14
4. Heyelanda Yerdeğiştirmelerin GPS Yardımıyla Ölçümü	14
6. Laboratuvar Çalışmaları	15
7. Heyelanın Mühendislik Jeolojisi	15
8. Jeoteknik Değerlendirmeler	32
9. Sonuçlar	37
10. Katkı Belirtme	38
11. Kaynaklar	39
12. Ekler (Bildiriler)	

1. GİRİŞ

Genel olarak, bir yamacı oluşturan kaya, zemin veya molozun, bir makaslama yüzeyi boyunca yamaç aşağı doğru hareket etmesi olarak tanımlanan heyelanlar, yeryüzünde sıkça meydana gelen ve yaygın olan bir kütle hareketi türüdür (Cruden 1991). Heyelanlar; can kayıpları ile ekonomik zararlara neden olmalarının yanı sıra, doğa üzerinde de olumsuz etkiler oluşturmaktadır.

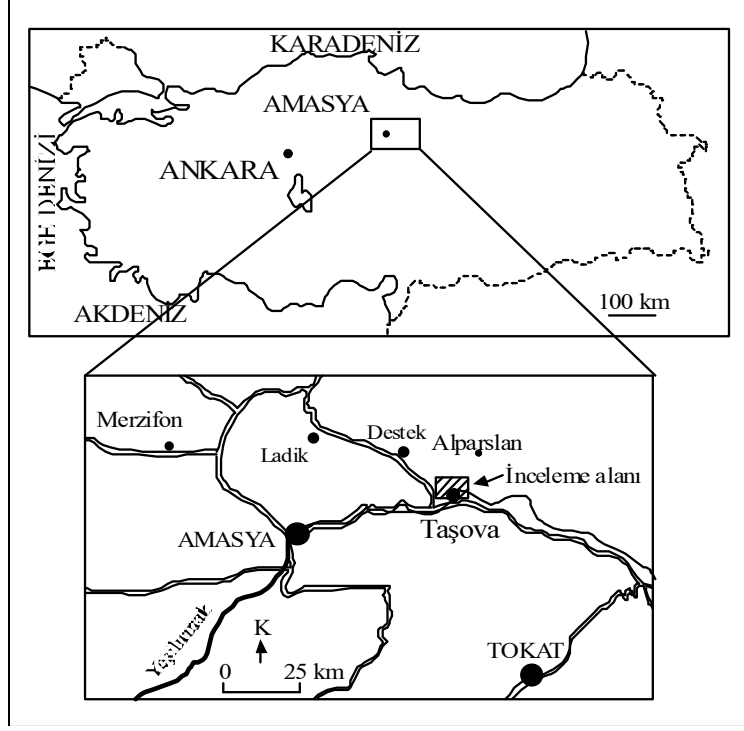
Ülkemizde Kuzey Anadolu Fay Zonu' nda çok sayıda heyelan meydana gelmiştir. Amasya ili, Taşova ve Alparslan ilçeleri arasındaki yaklaşık 1500 ha alanda çok sayıda küçük heyelanın birleşmesi ile oluşan ana heyelan Taşova yerleşim alanını, tarım arazilerini ve Taşova-Alparslan yolunu olumsuz yönde etkilemektedir.

Prof. Dr. Recep KILIÇ yönetimindeki Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü' nce desteklenen 20030745013 kodlu “Kuzey Anadolu Fay Zonundaki Plio-Kuvaterner Birimlerinde Meydana Gelen Heyelanların İncelenmesi (Taşova-Amasya)” konulu proje kapsamında jeoteknik amaçlı sondajlar G&M Limited Şirketi tarafından yapılmıştır. Jeofizik çalışmalar ve GPS ölçümleri Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nden Yard. Doç. Dr. Emin ULUGERGERLİ ve Araş. Gör. İrfan AKÇA tarafından yapılmıştır. Jeolojik ve jeoteknik amaçlı arazi ve laboratuvar çalışmaları ise Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden Araş. Gör. Dr. R. Pelin BİLGEHAN, Araş. Gör. Koray ULAMIŞ ve Dr. Ayhan KOÇBAY tarafından gerçekleştirilmiştir.

Bu proje kapsamında Prof. Dr. Recep KILIÇ yönetiminde Araş. Gör. Dr. R. Pelin BİLGEHAN tarafından “Taşova (Amasya) Dolayındaki Heyelanların Mühendislik Jeolojisi İncelemesi” konulu doktora tezi hazırlanmıştır.

2. İNCELEME ALANININ TANITIMI

İnceleme alanı; 35.1-36.3° kuzey enlemi, 40.2-41.0° doğu boylamları arasında yer alır ve 1/25000 ölçekli “Tokat G 36-b4” paftasının güney bölümünü kapsar. Çalışma alanı jeolojik konum olarak Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde yer almaktadır. Yeşilirmak kıyısında bulunan Taşova, Amasya ile Tokat illeri arasında ve Ankara' ya yaklaşık 500 km uzaklıktadır. Amasya-Taşova arası yaklaşık 50 km olup, ulaşım asfalt yol ile sağlanmaktadır.



Şekil 1. İnceleme alanı yer belirleme haritası

3. JEOLJİ

Çalışma alanında, yaşlıdan gence doğru Üst Kretase yaşlı kumtaşı-şeyl ar dalanmasından oluşan fliş türünde Tersakan formasyonu, Pliyosen yaşlı çakıl, kum, silt ve kilden oluşan Çerkeş formasyonu ile Yeşilırmağın yatağında birikmiş güncel alüvyon malzeme bulunur (MTA 1990; Kılıç ve Canik 1997).

Tersakan formasyonu (Kt)

Bu formasyon, Öztürk (1979) tarafından tanımlanmıştır. Sarımsı gri, orta tabakalı, sert, volkanik elemanlı kumtaşı, sarı kireç-kil çimentolu, orta-kalın tabakalı çakıltaşı, gri kalın tabakalı, blok görünümlü ayrılmış aglomera, sarımsı-krem, ince tabakalı tüf-tüfit, pembe renkli, ince-orta tabakalı killi kireçtaşı ile çökelmeye paralel trakit-andezit ar dalanmasından oluşmuştur (Şekil 2. Şekil 3.).



Şekil 2. Tersakan formasyonu içerisindeki ayrıışmış volkanitler (kuzeyden bakış)



Şekil 3. Tersakan formasyonu içerisindeki silttaşı-kiltaşı ardalanmasından oluşan fliş (kuzeyden bakış)

Yeşilırmağın güneyinde yüzeyleyen Kretase yaşlı Tersakan formasyonunda yer yer kireçtaşı blok ve bantlarını içeren ayrıışmış volkanitler hakimdir. Camsı, sert ve kırılğan olan volkanitler, yeşilin değişik tonlarındadır. İnce kesitlerinin polarizan mikroskop altında

incelenmesinden riyolit ve dasit bileşimli kristal tuf ve vitrik tuf olduğu, alkali feldispat, plajioklas, biyotit, opak mineral parçalarından oluşan fenokristallerden oluştuğu belirlenmiş ve kloritleşme belirlenmiştir.

Çerkeş formasyonu (Tç)

Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca oluşan havzalarda ve karasal ortam koşullarında çökelen birim Öztürk (1979) tarafından tanımlanmıştır (Şekil 4.). Çakıl, kum ar dalanmasından oluşan formasyon; siltli, killi ve karbonatlı düzeyler de içermektedir. Formasyonun üst seviyeleri çakıl ve kumdan oluşur. Bunların arasında kahverenkli ince silt (P₁) tabakalarına rastlanır. Tabanda ise tamamen yeşilimsi siltten oluşan seviye (P₂) bulunur.

İnceleme alanında formasyona yaş verebilecek herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Ladik-Destek yöresinde Öztürk (1979), Çerkeş formasyonuna ait Destek üyesinin yaşını Pliyosen olarak belirtmiştir. Pliyosenin alt seviyelerinde, Yeşilırmağın kuzey kesiminde, ırmak yatağının oyulmasıyla ortaya çıkan dik şevlerde ve ırmak yatağına yakın kesimlerde yüzeyler ve ırmağın kuzey kesiminde alçak kotlarda sınırlı yüzeylemeler verir. Formasyonun derin seviyelerinin Yeşilırmağın alüvyonlarının altında olduğu düşünülmektedir.

Formasyonun, ırmağın güney kesiminde yüzeyleyen Kretase yaşlı Tersakan Formasyonu ile ilişkisi görülemez. Ancak, Tersakan formasyonundan daha düşük kotlarda bulunması, bu ilişkinin faylı olduğunu ve fayın da muhtemelen eğim atım bileşenli olduğunu gösterir (Şekil 5., Şekil 6.). Yer yer ara tabaka şeklinde siltli, killi ve kireçli düzeyler içeren birim 500 m kalınlığa ulaşabilmektedir. Bu formasyon, alüvyon tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür.



Şekil 4. Taşova – Alpaslan yol yarmasındaki Pliyosen birimlerinde meydana gelen düşey atımlı fay (Atım yaklaşık 30 cm dir).



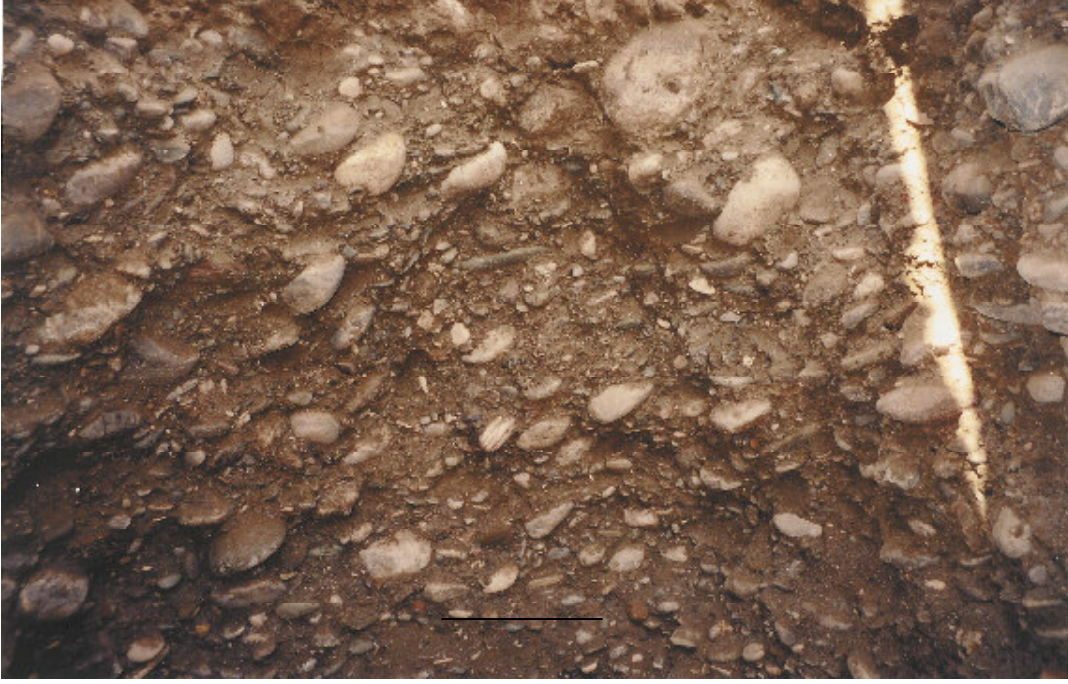
Şekil 5. Taşova – Alpaslan yolu Yulaf çukuru doğusundaki Pliyosen birimlerinde oluşan heyelanın kayma yüzeyinin görünüşü (Batıdan doğuya bakış)



Şekil 6. Pliyosen çakıllı seviyeleri (güneydoğudan bakış)

görülür. Bunlar katmanlı sarımsı yeşil renkli gevşek çimentolanmış killi, kumlu ve siltli birimlerdir. Kimi seviyelerinde çakıl dizilimleri ve çapraz katmanlanmalar gösterirler (Şekil 7.). Kum bileşenin çoğunlukta olduğu formasyonda yer yer kil ve çakıl bant ve mercekleri mevcuttur. Kuvars, kireçtaşı, bazalt ve tüften oluşan çakıllar olgun köşelidir. Taşova yerleşim alanında kahverenkli çakıllı ve kumlu kil mevcut olup, bazı kesimlerinde tamamen kil ve silt gözlenmektedir.

Çakıllı seviyelerin yüzeye yakın bölümlerinde kaliçi oluşumu gözlenmektedir. Bunlar birbirlerine yatay ve düşey yönde geçişlidir. Çakıl ve kumlu seviyeler yüzey sularının kolayca süzülmesini sağlar. Silt bantları ve tabakaları üzerinde yüzeyden sızan suların depolanması ile yeraltısuyu bulunur. İnceleme alanında yüzeyleyen Çerkeş formasyonu için araştırmacılar değişik yaşlar vermişlerdir. Blumenthal (1950), birimin yaşını Burdigaliyen-Helvesiyen olarak belirtirken, Aktimur vd (1989), bölgede yaptıkları jeolojik incelemelerde formasyona Pliyosen yaşını vermişlerdir.



Şekil 7. Pliyosen içindeki çakıl dizilimleri

Kayaçların litolojik özelliğine göre, gölsel ortamın başlangıçta sakin ve derin olduğu ve giderek derinliğin azaldığı, daha sonra ise sedimentasyon ortamının tamamen sığlaşmış ve çevreden gelen malzemenin gölsel ortamı doldurarak karasal bir duruma dönüştürdüğü belirtilmiştir (Öztürk 1979).

Çerkeş formasyonunun tabanındaki kil ve silt birimleri, en tipik olarak, Yeşilırmağın kuzey kıyısında, Taşova Belediyesi kavaklığının bulunduğu şevde ve doğudaki Askerlik Şubesinin arkasındaki yamaçlarda dar bir kısımda görülür. Bunlar, katmanlı yeşilimsi-sarı renkli killi ve siltli birimlerdir.

İnceleme alanında Pliyosen' in çakıl ve kum depoları, tabandaki karasal yeşilimsi silt birimlerinin üzerinde yer alır. Bunlar genellikle güneye doğru taşınma sonucu oluşmuş kum ve çakıl bileşenin egemen olduğu birimlerdir. Güneye doğru eğimlidirler ve yer yer katmanlanmayı andıran çakıl dizilimleri gösterirler. Kuvars, kireçtaşı, bazalt ve tüften oluşan çakıllar olgun köşeli olup birbirleriyle yatay ve düşey yönde geçişlidirler. Boyutları itibariyle yüzey sularının kolayca süzülmesini sağlarlar. Bazı seviyelerde yanal devamlılık göstermeyen ince kil ve silt bantları içerir. Bu kil ve silt bantlarının kalınlığı kuzeye doğru gidildikçe azalma göstermektedir.

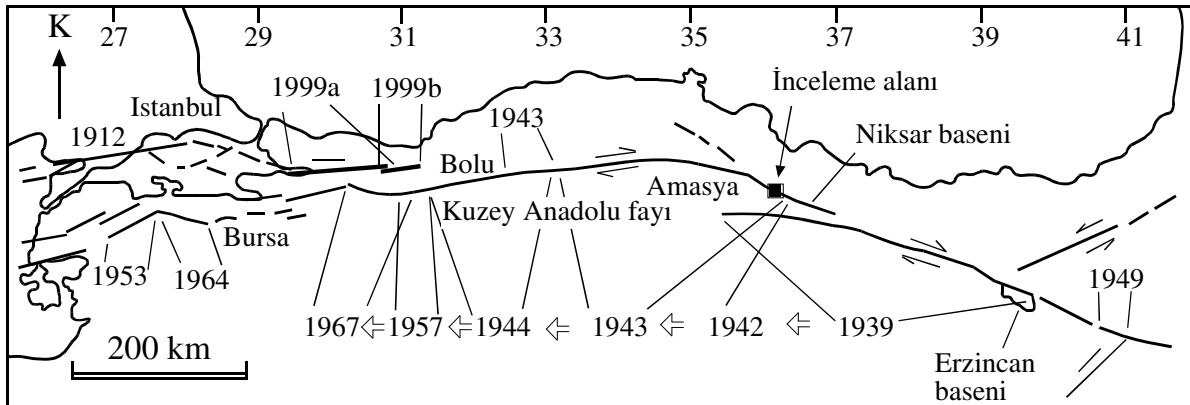
Alüvyon (Qa)

Alüvyal çökeller Yeşilirmak Vadisi ve yan dereler boyunca geniş alanlar kaplar. Gevşek çimentolu veya çimentosuz, yanal ve düşey yönlere birbirlerine geçiş gösteren çakıl ve kum merceklerinden meydana gelir. Kalınlığı yaklaşık 30 m olup en kalın olduğu yer Yeşilirmak Nehri, Destek Çayı ve Çaydibi Deresi yataklarıdır.

Alüvyon; yan derelerin Yeşilirmak ile birleştiği yerlerde Kuzey Anadolu Fayı kontrolünde gelişmiş çakıl, kum, silt ve kilden oluşur. Üst kotlardaki Pliyosen yaşlı birimlerin çakıl, kum, silt ve killerin yerçekimi ve yağışların etkisiyle yer değiştirip depolanması ile kalınlığı 3 m' ye varan yamaç molozları oluşmuştur.

4. DEPREMSELLİK

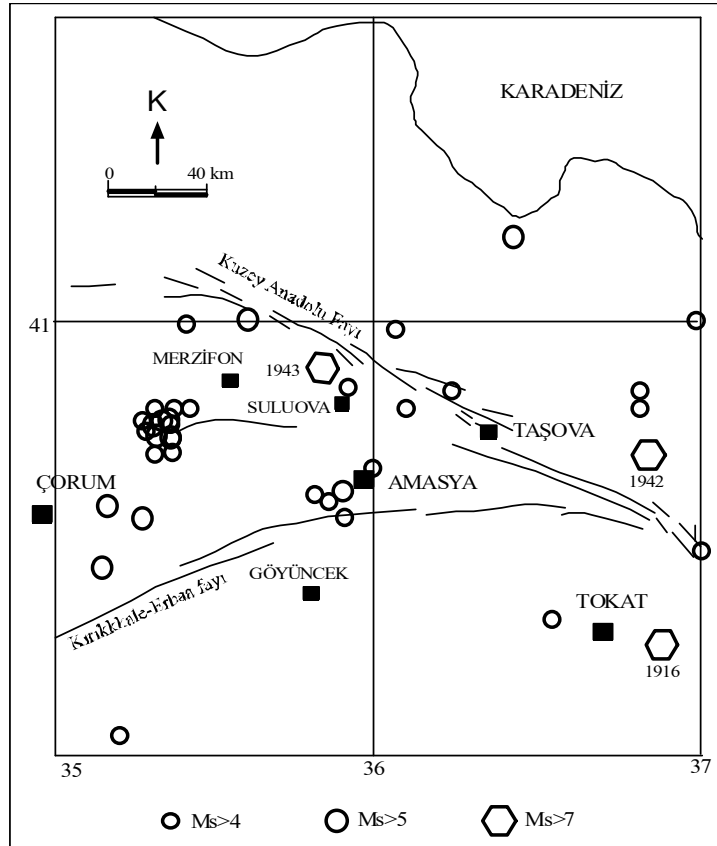
Çalışma alanı birinci derece deprem bölgesinde bulunmaktadır (Şekil 2.). Kuzey Anadolu Fay Zonu' nun Taşova' nın bulunduğu kesimine bakıldığında 20 Aralık 1942 tarihinde $M_s=7.3$ aletsel büyüklükte meydana gelen depreme yol açan fayın Taşova' nın yaklaşık 10 km güneyinden geçen 70 km uzunluktaki Erbaa fayı olduğu görülür. Ayrıca 26 Kasım 1943 tarihinde meydana gelen $M_s=7.6$ aletsel büyüklüğündeki deprem de, Taşova' nın hemen kuzeyinden geçen ve Ladik Gölü ile Taşova arasında uzanan Tosya-Ladik fayına bağlı olarak meydana gelmiştir (Şekil 3.).



Şekil 3. Proje alanının Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerindeki yeri

Bu fay zonunda, Taşova ve Alparşan arasındaki basınç sırtının yükselmesi sırasında Çerkeş formasyonundaki çakıl ve kumlarda, çok sayıda heyelandan oluşan kuzeybatı-güneydoğu yönünde 2.5 km x 6.0 km boyutlarında büyük bir heyelanın varlığı arazi çalışması, hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden belirlenmiştir. Heyelanlar daha küçük boyutlarda

bu basınç sırtının kuzey yamaçlarında da görülmektedir. Sırtın güney yamaçlarındaki heyelanın büyük olmasının sebeplerinden birisi de Yeşilırmağın Taşova' nın batısında kuzeye büküm yapması ve topuğu oymasıdır.



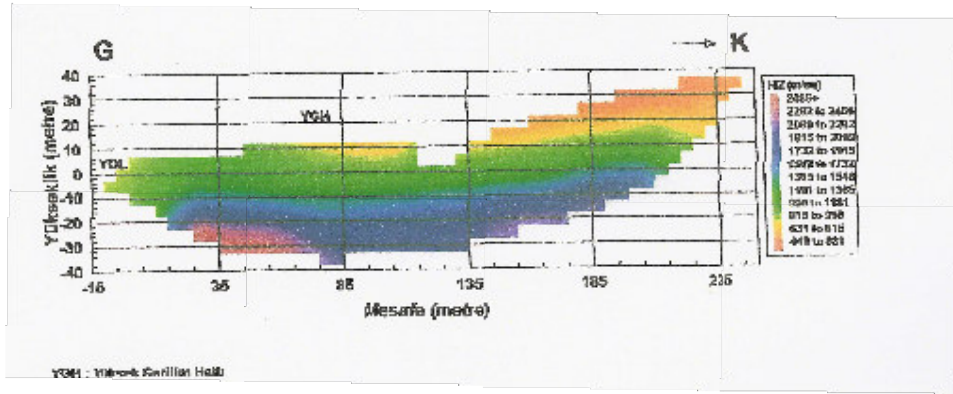
Şekil 3. 1900-2004 yılları arasında Amasya ve çevresinde meydana gelmiş $M_s \geq 4.0$ olan depremler (DAD, 2004)

5. ARAZİ ÇALIŞMALARI

Arazi çalışmaları kapsamında; mühendislik jeolojisi haritası, drenaj haritası ve eğim haritaları hazırlanmış ayrıca seçilen iki profil üzerinde jeofizik ölçümler yapılmıştır. Asıl heyelana dik doğrultuda sondaj noktaları belirlenmiş ve temel sondajları yapılmıştır. Sondajlarda her 1.5 m' de bir iri taneli zeminlerin sıklığını ve ince taneli zeminlerin kıvamını belirlemek amacı ile Standart Penetrasyon Testleri (SPT) yapılarak örselenmiş örnek (D), her 3.0 m' de Shelby tüpü ile örselenmemiş örnek (UD) alınmıştır. Sondajlar tamamlandıktan sonra kuyulara plastik borular yerleştirilmiştir. Yaklaşık 2 aylık periyotlar halinde kuyu derinliği ve yeraltısuyu seviyesi ölçümleri alınmıştır. Ayrıca tabandaki yeşilimsi siltten sondaj sırasında UD örnek alınamadığı için Yeşilırmağın kenarındaki ve Belediye kavaklığının kuzeyindeki yarmalardan üçer adet olmak üzere altı adet kesici aletler yardımı ile blok halinde UD örnekler alınmıştır.

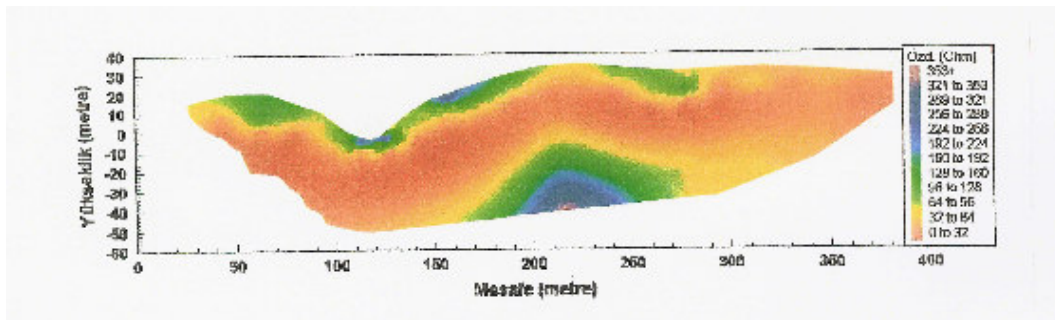
5.1. Jeofizik Çalışmalar

Proje alanında, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü tarafından yapılan jeofizik çalışmalarda, heyelan topuğuna yakın ve kaymanın olabileceği bölgede hareket yönünde iki profil boyunca sismik kırılma ve doğru akım öz direnç yöntemleri kullanılmıştır. Sismik kırılma çalışmaları ile zeminin P ve S (kayma) dalga hızları ölçülmüştür (Şekil 4.). Sismik kırılma çalışmalarında ABEM Terraloc MK6 modeli 24 kanallı sismik cihaz kullanılmıştır. P ve S atışlarından elde edilen kırılma dalgası ilk varış zamanları kayıtlarından okunarak ön veri-işlem aşaması Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nce geliştirilen bilgisayar programları ile yapılmıştır.



Şekil 4. JF1 sismik kesiti ve V_s dalga hızları

Çalışma alanında, JF1 profili boyunca çok kanallı öz direnç ölçüm sistemiyle yürütülen çalışmalarda, Wenner-Schlumberger elektrot dizilimi (elektrot aralığı 20 m) ile toplanan veriler iki boyutlu ters çözüm yöntemiyle değerlendirilmiştir. İnceleme alanındaki çok keskin topoğrafik değişimler, ters çözüm aşamasında değerlendirmeye katılmıştır. Profil üzerinde yapılan öz direnç sonuçlarından elde edilen elektrik kesiti Şekil 5' de verilmiştir.



Şekil 5. Yer elektrik kesiti

5.2. Sondaj Çalışmaları

Derinlikleri 30.0 m ile 52.0 m arasında değişen, toplam derinliği 250 m olan 6 adet jeoteknik amaçlı sondaj yapılmıştır (Çizelge 1.).

Bu çalışmada yapılan S1-S6 nolu temel sondaj kuyularının başlıkları 1.0 x 1.0 x 0.3 m boyutunda betonla kapatılmış, kuyu ağzına metal boru ve kapak yerleştirilerek kilitlenmiştir (Şekil 6). Kuyularda yeraltı suyu seviyesi değişimini ve yamaç hareketinin olup olmadığını ölçmek amacıyla 60 mm çaplı ve delikli plastik borular kuyulara yerleştirilmiştir. Yeşilırmağın güneyinde seçilen B baz noktasına göre kuyularda hareket olup olmadığı periyodik olarak kuyu başlıkları yardımı ile ölçülmüştür.

Çizelge 1. S1-S6 sondajlarının numarası, kotu, derinliği ve yeraltısuyu (YASS) seviyeleri.

Sondaj no	Kot (m)	Derinlik (m)	YASS (m)
S1	405	45.13	10.55
S2	360	38.08	22.50
S3	305	40.95	9.28
S4	282	51.95	24.00
S5	298	43.95	10.80
S6	325	30.05	1.95
Toplam		250.0 m	



Şekil 6. S5 no.lu jeoteknik sondajın yapılmasından görünüş.

5.3. Sondaj Kuyularında Yeraltı suyu ve Derinlik Ölçümleri

Sondajların bitiminden itibaren yaklaşık iki aylık periyotlar halinde kuyularda yeraltısuyu seviyesinin değişiminin belirlenmesi amacıyla ölçüm alınmıştır. Bu ölçümlerde elektrikli su seviye ölçer kullanılmıştır. Her kuyuda her ölçüm anında en az üç ölçüm yapılarak bunların aritmetik ortalaması alınmıştır.

Heyelanda kayma yüzeyini belirlemeye yönelik olarak kuyu derinliklerindeki değişimleri belirlemek amacı ile yaklaşık iki aylık periyotlar halinde ölçümler yapılmıştır. Kuyu içine sarkıtılan, ucuna ağırlık bağlanmış ip yardımıyla kuyu derinlikleri ölçülmüştür. Her seferinde en az üç ölçüm yapılarak bunların aritmetik ortalaması alınmıştır.

5.4. Heyelanda Yerdeğiştirmelerin GPS Yardımıyla Ölçümü

Yamaçlarda hareket olup olmadığını belirlemek amacıyla sondaj kuyularının başlıklarına yerleştirilen sabit plakalar yardımıyla Yeşilırmağın güneyindeki B baz noktasına göre ölçümler yaklaşık iki ayda bir olmak üzere toplam on ay süre içerisinde alınmıştır. Kuyu başlıklarındaki mesafe değişimleri RASCAL-8 kanallı, yatay hassasiyeti 5 mm + 1 ppm / uzaklık, düşey hassasiyeti 10 mm + 1 ppm olan GPS alıcısı ile ölçülmüştür. Nokta başına 15 sn aralıklarla 30 dk'lık ölçümler alınmıştır.

6. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Sondajların farklı derinliklerinden alınabilen 167 adet örselenmiş ve 4 adet örselenmemiş örneklerin indeks ve jeoteknik özellikleri, Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Jeolojisi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı'nda ASTM, BS ve ENV (1997) standardına göre incelenmiştir.

Zeminin doğal su içeriği (ω_n), tane boyu dağılımı, geçilen derinliklerdeki tabii birim hacim ağırlığı (γ_n), doymun birim hacim ağırlığı (γ_{sat}) ve batık birim hacim ağırlıkları (γ'), Atterberg limitleri (LL, PL, PI), Likidite indisi (LI), Kıvam indisi (K), gözeneklilik (n), makaslama dayanım parametreleri (c_p , ϕ_p , c_r , ϕ_r) değerleri belirlenmiştir.

Sondajların farklı derinliklerinden alınan 6 adet ML-MH örneği toz haline getirilerek X-ışınları kırınım analizleri (XRD) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Kimyasal Analiz Laboratuvarı'nda etilen glikolle doyurularak yapılmıştır. Grafıklere göre; smektit, kalsit, kuvars, kaolinit, feldispat, klorit, illit, amorf silika ve amfibol mineralleri tesbit edilmiştir.

7. HEYELANIN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

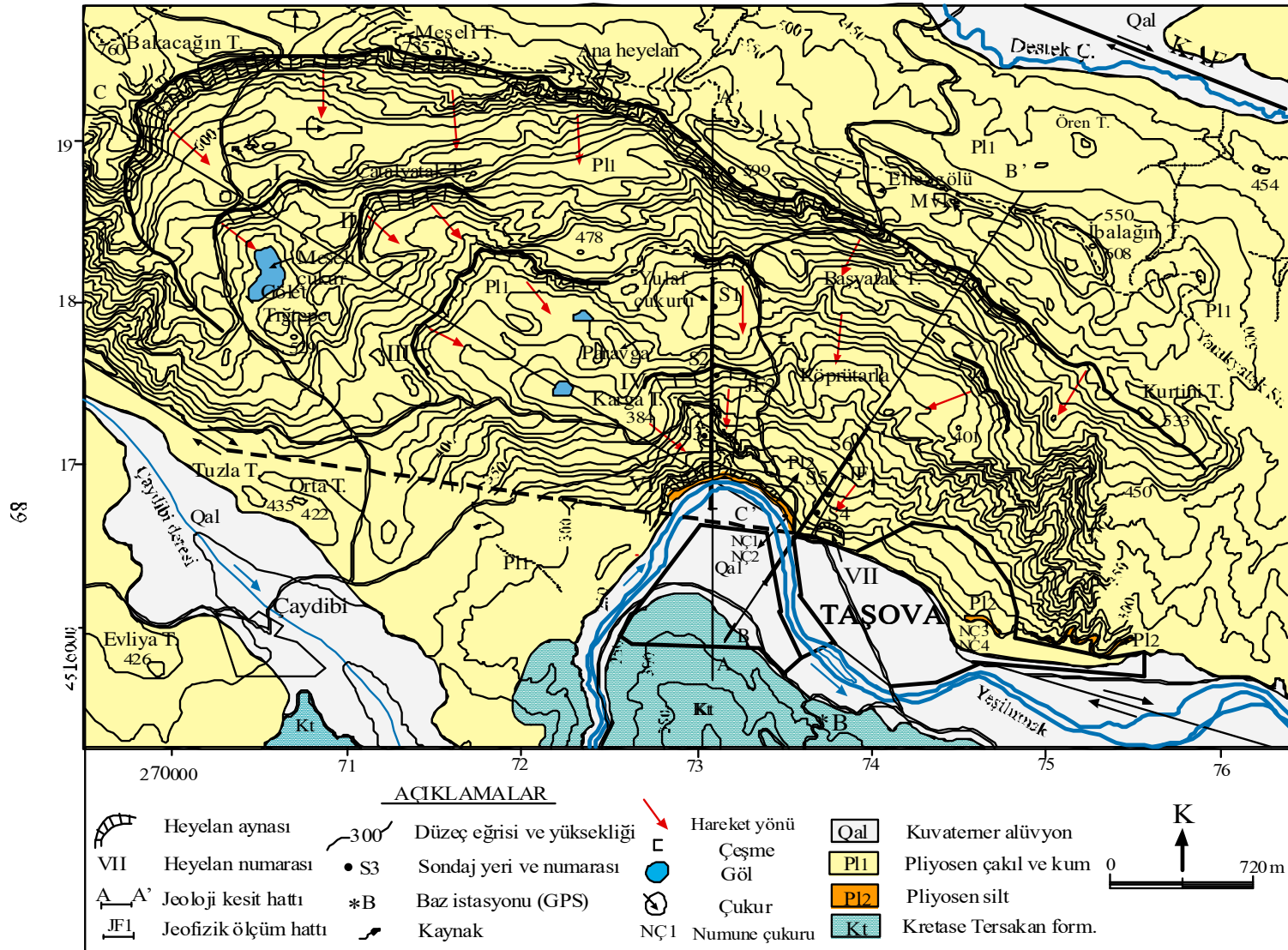
Heyelanlı bölge bir adet ana heyelan ve yedi adet ikincil heyelandan oluşmaktadır. Heyelanların hareket yönü, inceleme alanının güneyindeki Yeşilirmak nehrinin kuzeye kıvrım yaptığı yere doğrudur.

Ana heyelan, kuzeybatıda Bakacağın Tepe (760 m), kuzeyde Meşeli Tepe (735 m) doğuda Kurtini Tepe (533 m) ile güneyde Yeşilirmak arasında KB-GD yönünde 6.0 km, KD-GB yönünde ise 2.5 km boyutlarında yaklaşık 15 km² lik bir alanı kaplar (Şekil 7.).

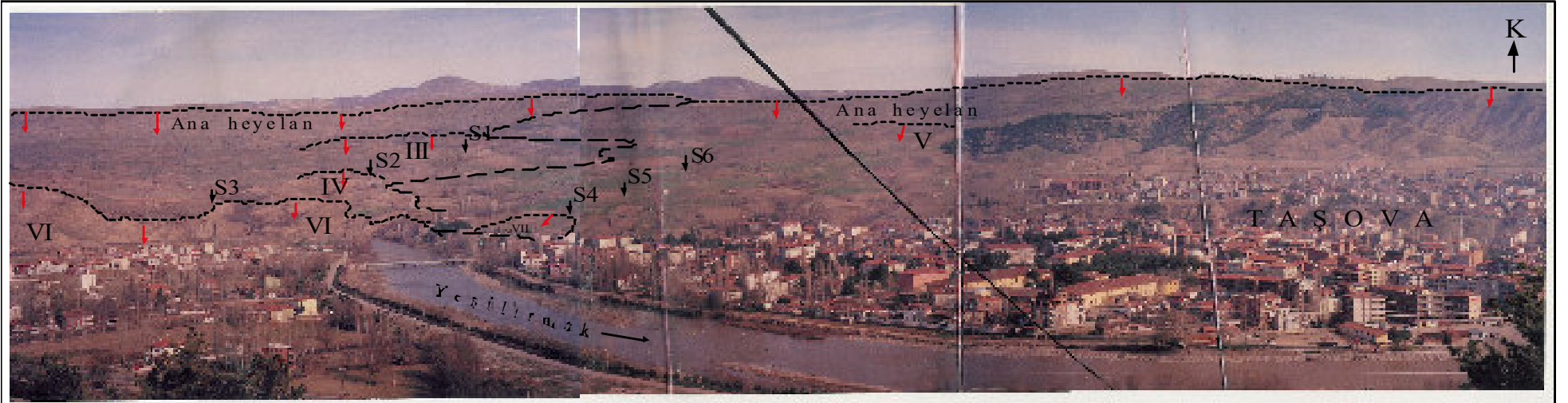
Heyelanların ilk şekli erozyon etkisi ile kaybolmuş, kısmen ana heyelan aynası, çökme ve kabarma bölgeleri ile heyelan gölleri açıkça görülebilmektedir. Yulaf, Meşeli ve Paravga çukurlarının yanında akışa izin vermeyen çok sayıda kapalı çukurlar heyelanların çökme bölgelerini oluşturmaktadır. Ana heyelanın topuğu, Taşova ilçesinin batısında Yeşilirmağın kuzeye büklüm yaptığı yerde sonlanmaktadır.

Kuzey Anadolu Fay Zonu' ndaki tektonizmaya bağlı yükselim nedeniyle Yeşilirmaktan kuzeye, kuzeybatıya ve kuzeydoğuya doğru gidildikçe topoğrafik eğim artmaktadır. Ana heyelan ve ikincil heyelanların ayna kısımlarında eğim, % 30- % 40 arasında iken çökme bölgelerinde % 0 -% 10 arasında değişmektedir.

Ana heyelan, Şekil . de görüldüğü gibi, kuzeybatıda Bakacağın Tepe civarında 700 m kotunda başlamakta, güneydoğuya doğru uzanmakta ve 520 m kotunda sonlanmaktadır. Heyelan aynaları 550-570 m, 500-540 m, 420-440 m ve 360-380 m' ler arasında bulunan beş adet ikincil heyelan bulunmaktadır. Bunlardan yukarıdan aşağıya doğru olmak üzere, ilkinin (I) aynası 580 m kotunda olup Meşeli çukurun kuzeybatısında bulunur. Bu çukurun kuzeydoğusundaki II. heyelan aynası ise, 540 m kotundadır ve hareket yönü güneydoğuyadır. 440 m kotunda meydana gelen III. heyelan aynası Yulaf çukurunun kuzeyi ve kuzeybatısındadır. Yönü, batı kısmında güneydoğuya ve kuzeyinde ise güneye doğrudur. Karga Tepe'nin kuzeyinde 380 m kotundaki IV. heyelan aynası bulunmakta ve hareket yönü güneydir. Ana heyelanın doğu ucunda ve Köprütarla mevkiinin doğusunda 440 m kotunda meydana gelen V. heyelan aynası bulunmaktadır (Şekil 8.). Bu heyelanın hareketi güneybatıdaki Yeşilirmak büklümüne doğru olup, Taşova yerleşim alanını tehdit eden heyelanın tepe kısmını oluşturmaktadır.



Şekil 7. İnceleme alanının mühendislik jeolojisi haritası



Açıklamalar: ↓S2 Sondaj yeri ve numarası $\overline{\text{VI}}$ İkincil heyelan yeri ve numarası ↓ Heyelan hareket yönü - - Taşova-Alparslan yolu

Şekil 8. İnceleme alanında heyelanların ve sondajların genel görünüşü (G' den K' e bakış)

Yeşilirmak tarafından devamlı olarak topuktan yük alınması nedeni ile A-A' kesit hattının topuğunda çok sayıda aktif heyelan oluşmuştur (VI). Bu heyelanlar, Yeşilırmağın kuzeye büküm yaptığı kesimlerinde görülmektedir (Şekil 9. ve Şekil 10.).



Şekil 9. Yeşilırmağın topuktan yük alması ile oluşan VI numaralı heyelan (GB' dan KD' ya bakış)



Şekil 10. Yeşilırmağın topuktan yük alması ile oluşan VI numaralı heyelan (GB' dan KD' ya bakış)

Ayrıca, 1980 yılında Taşova-Alparslan yolunun Taşova çıkışında, mezarlığın hemen doğusunda ve Şekil 5.1. deki S4 nolu sondajın güneyinde meydana gelen VII numaralı heyelanın aynası 270-280 m arasındadır (Şekil 11.). Bu heyelan Taşova yerleşim alanının bu kesimindeki 10 konutu kullanılamaz hale getirmiştir. Bu nedenle ve bu bölge Bakanlar Kurulu' nun 20.12.1993 tarih ve 93/5204 sayılı kararnamesi ile "Afete Maruz Bölge" olarak ilan edilmiştir.



Şekil 11. Taşova-Alparslan yolu üzerinde oluşan VII numaralı heyelan. Heyelan teraslanmış durumda (GB' dan bakış)

Ana heyelanın topuğunda yer alan III ve IV no.lu heyelanlarda hareket olup olmadığını, var ise kayma yüzeyini ve kayma miktarını belirlemek üzere A-A' kesit hattı üzerinde S1, S2 ve S3 nolu sondajlar ve B-B' kesit hattı üzerinde Taşova yerleşim alanını etkilediği düşünülen V numaralı heyelanın topuğunda S4, S5 ve S6 no'lu sondajlar yapılmıştır.

Heyelan bölgesinde birimler çakıl ve kumun hakim olduğu az miktarda silt içeren Pl₁ ve bunun altında tamamen silt birimlerinden oluşan Pl₂ olmak üzere iki guruba ayrılmıştır.

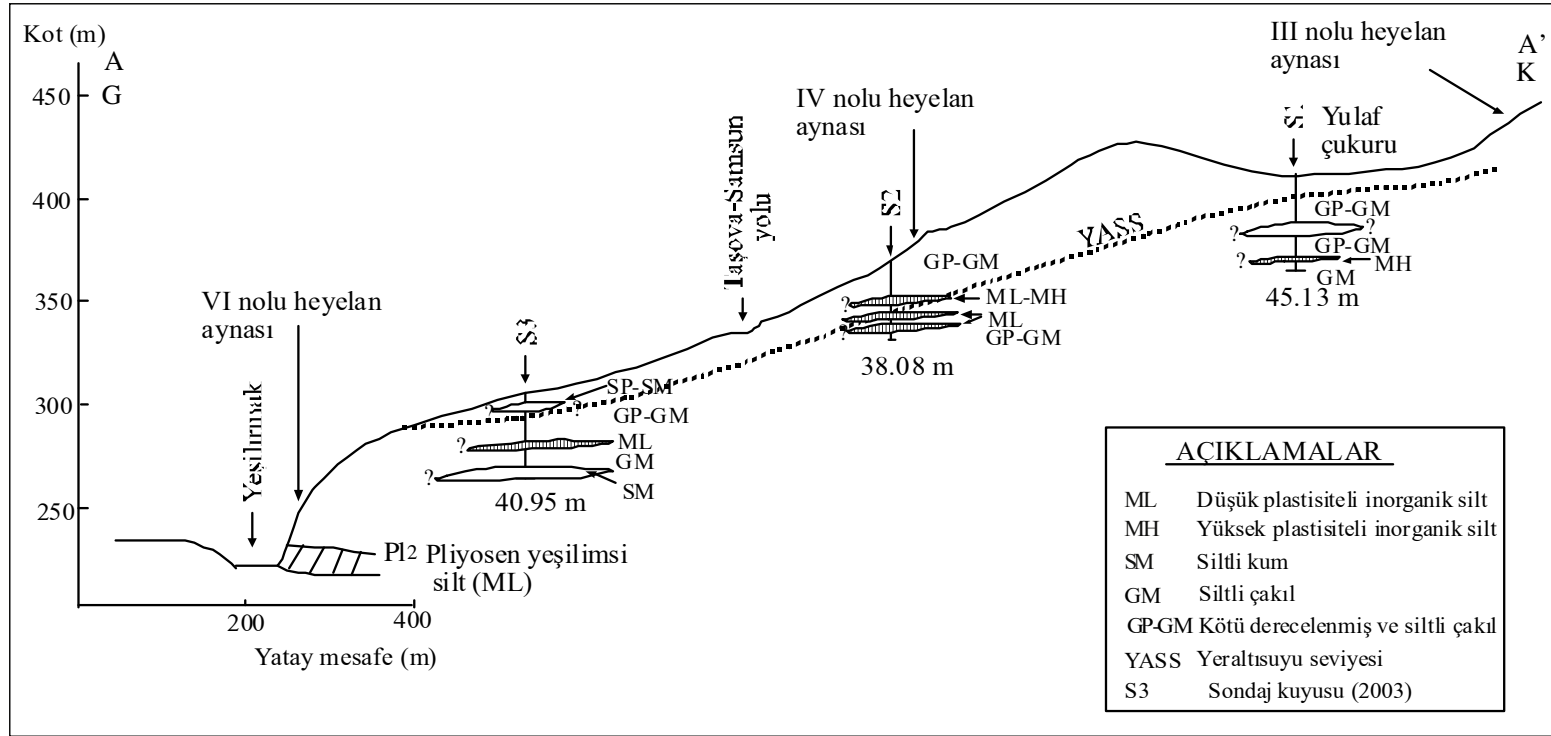
Ana heyelan ve ikincil heyelanların bulunduğu alanda, 280 m ile 442 m kotları arasında debileri 0.2 ile 3.0 l/s arasında 10 adet kaynak ile bir adet çeşme bulunmaktadır.

Ayrıca iki adet heyelan gölü ve bir adet gölet mevcuttur. Kaynak ve göller Çizelge 2.' de verilmiştir. Birimlerin yatay ve düşey yöndeki dağılımları Şekil 12, Şekil 13 ve Şekil 14' deki mühendislik jeolojisi kesitlerinde gösterilmiştir.

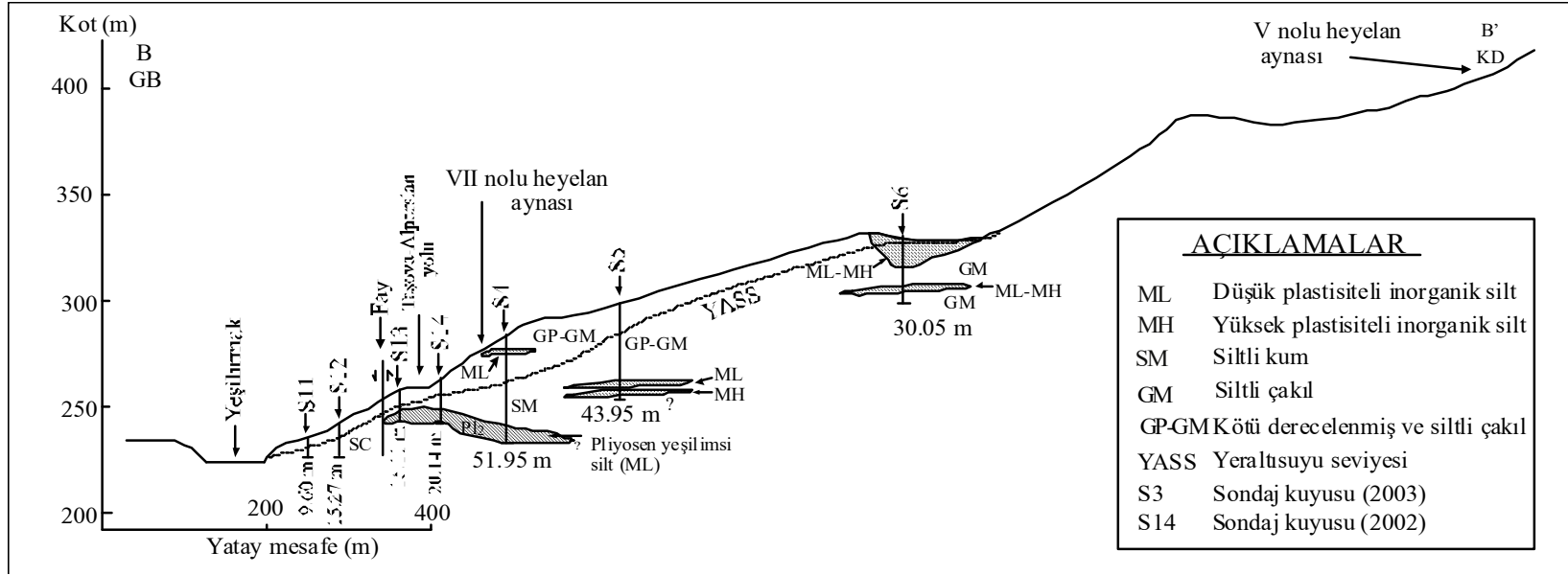
Çizelge 2. İnceleme alanındaki kaynak, çeşme, göl ve göletlerin yeri, kotu ve debisi

Göl ve kaynak no	Yeri	Kot (m)	Yaklaşık debi (l/s)
1	Eski Samsun yolu-Çaydibi yolu kavşağı	442	1
2	Paravga batısı	402	0,2
3	Paravga batısı	402	0,5
4	Paravga güneyi	365	2,5-3
5	Yeşilirmak kuzeyi	285	2,0
6	Bağlarüstü	290	0,5
7	Bağlarüstü	290	0,5
8	Bağlarüstü	305	0,5
9	Sırapelitlik güneyi	353	0,2
10	Sırapelitlik güneyi	340	0,2
Ç1	Başyatak tepe batısı	435	0,2
GÖL-1	Paravga güneyi	370	-
GÖL-2	Paravga kuzeyi	390	-
Meşeli göleti	Meşeli çukuru	510	-

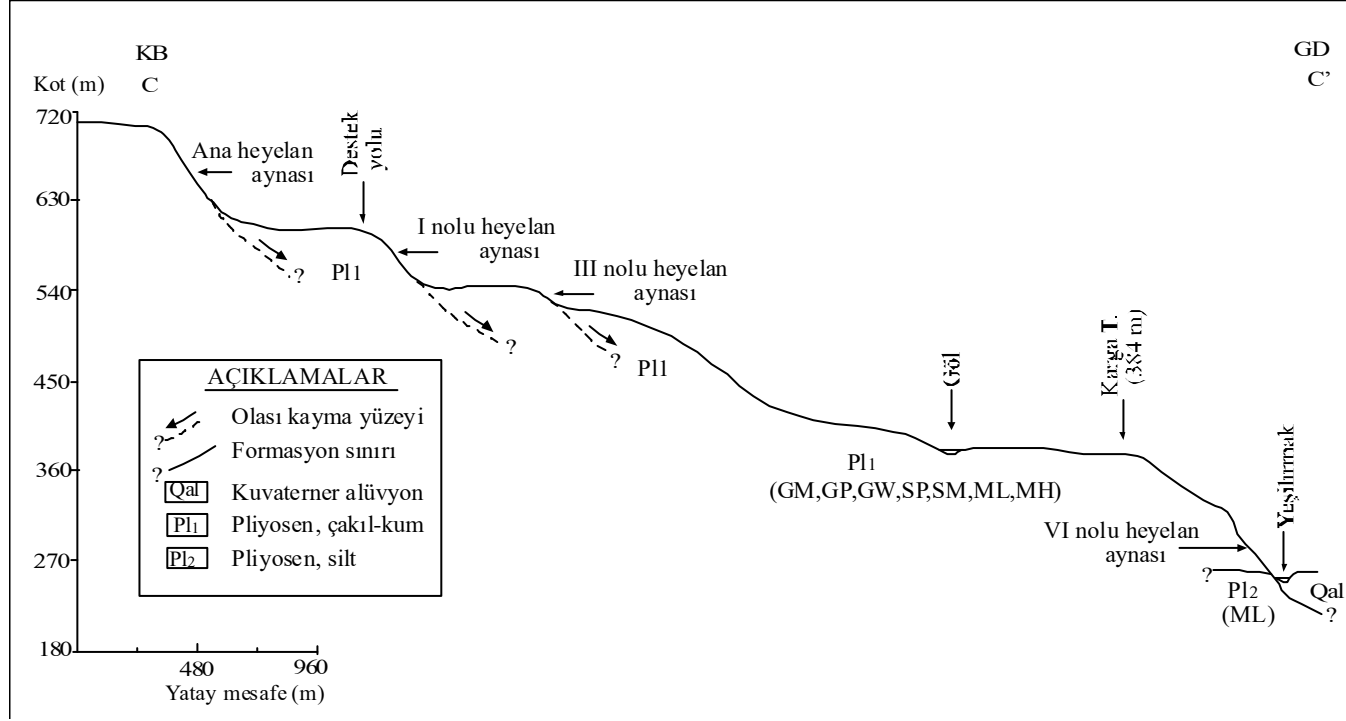
Heyelanın meydana geldiği Pl₁ birimi içerisinde, kahverenkli, siltli kum (SM), iyi ve kötü derecelenmiş kum (SW-SP), siltli çakıl (GM), iyi ve kötü kötü derecelenmiş çakıl (GW-GP) ve silt (ML-MH) bulunmaktadır. Çakıllar, kuvars, kireçtaşı ve bazalt bileşenli ve olgun köşelidir. Pl₂ birimi ise yeşilimsi silt (ML)' den oluşmaktadır.



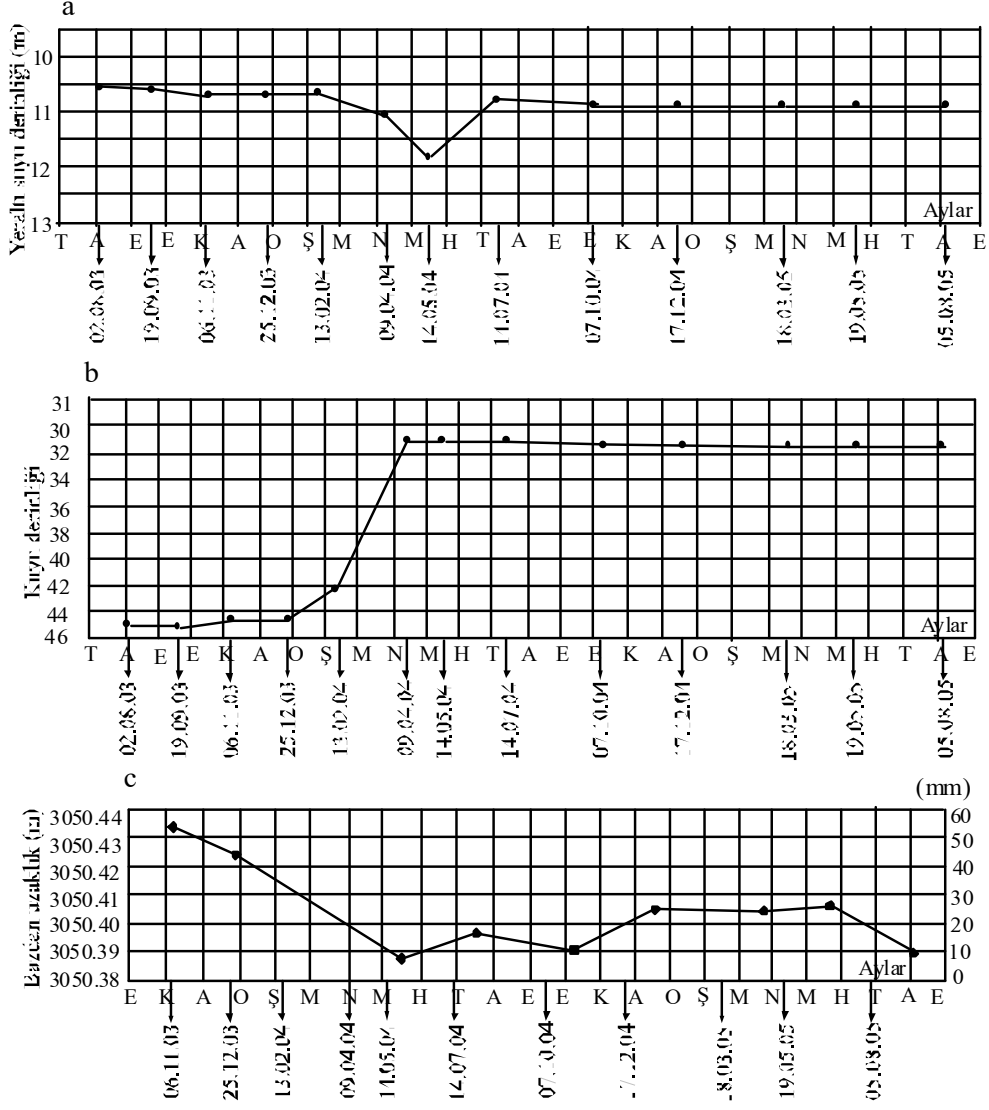
Şekil 12. Taşova heyelanı A-A' mühendislik jeolojisi kesiti



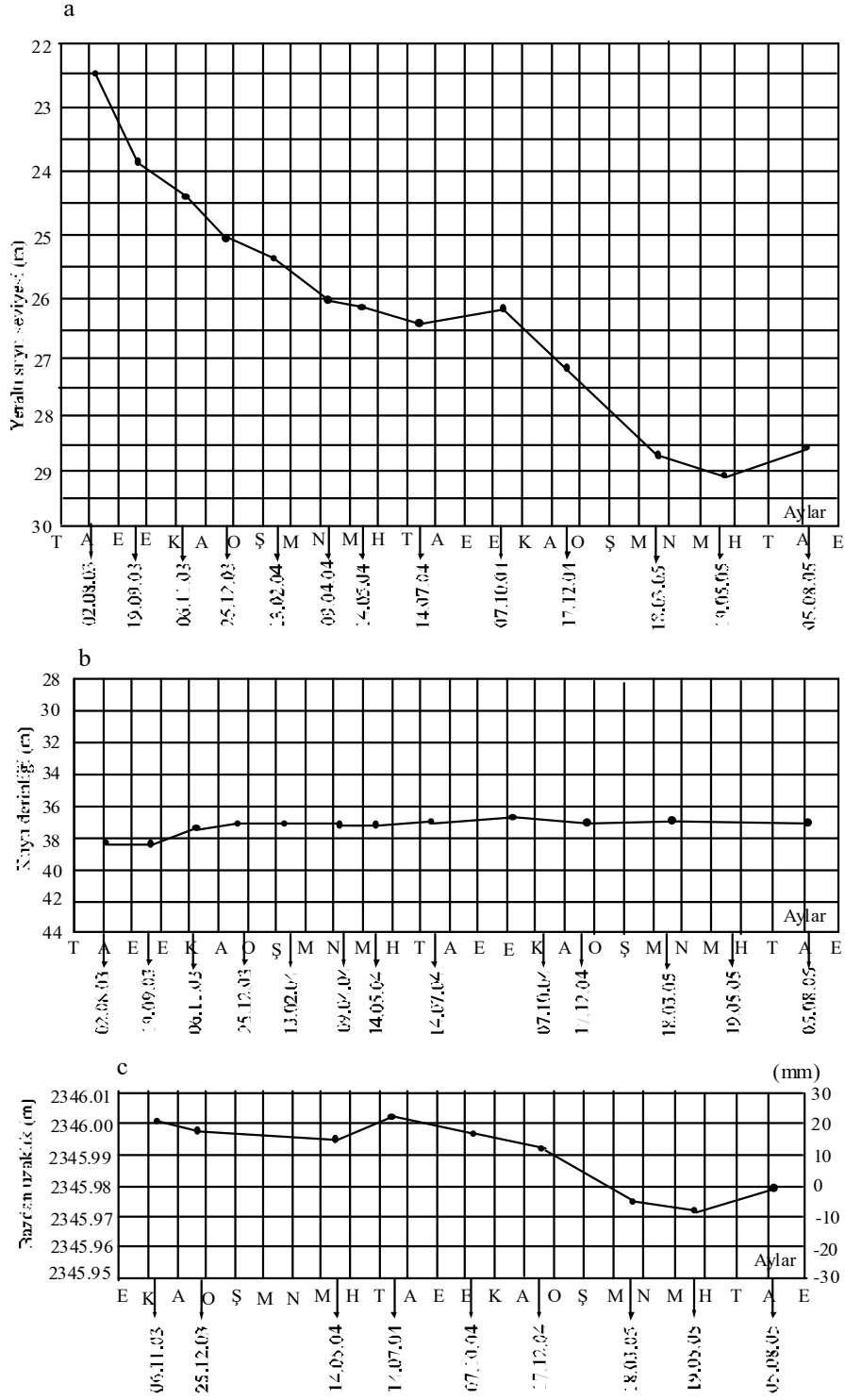
Şekil 13. Taşova heyelanı B-B' mühendislik jeolojisi kesiti



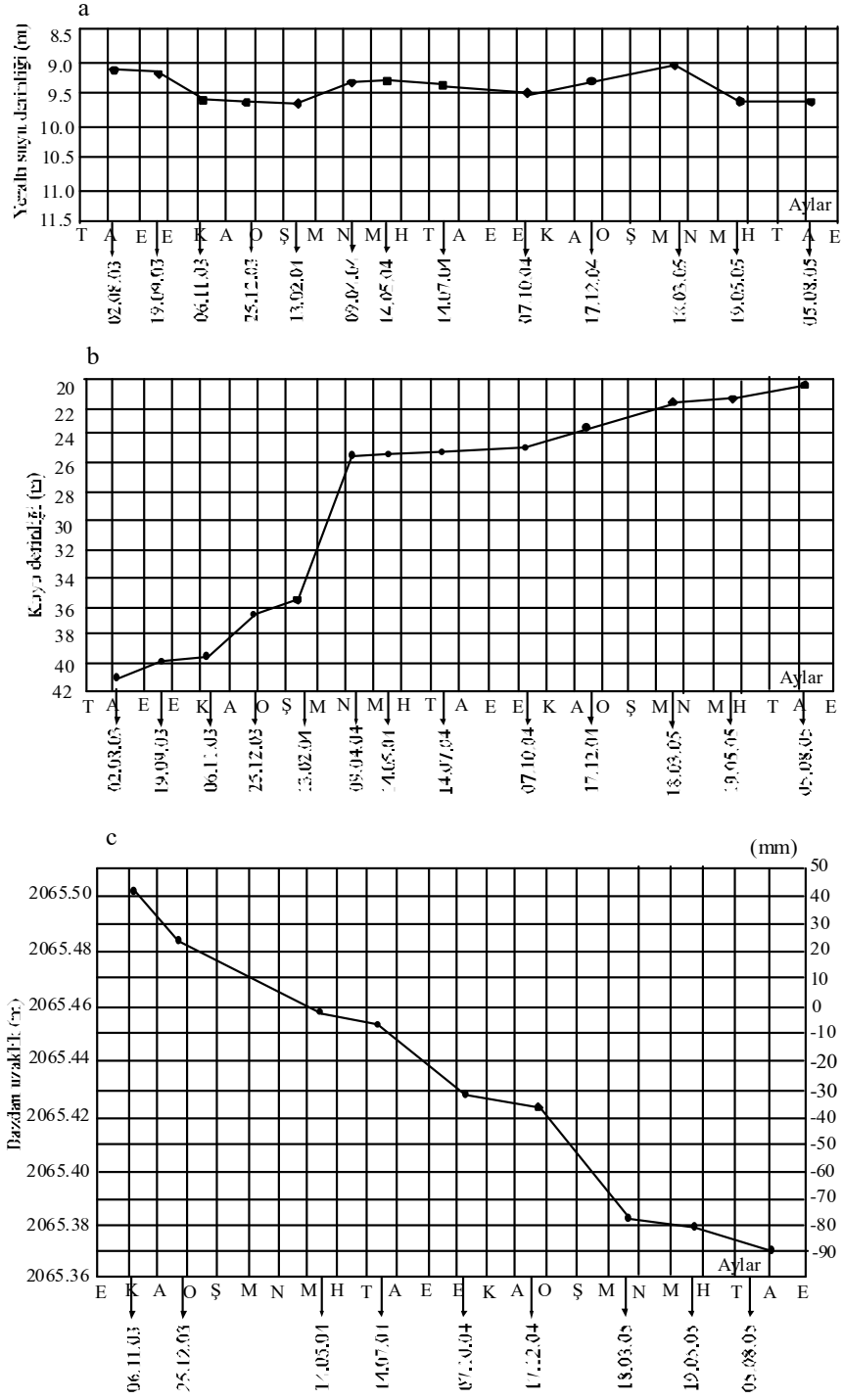
Şekil 14. Taşova heyelanı C-C' mühendislik jeolojisi kesiti



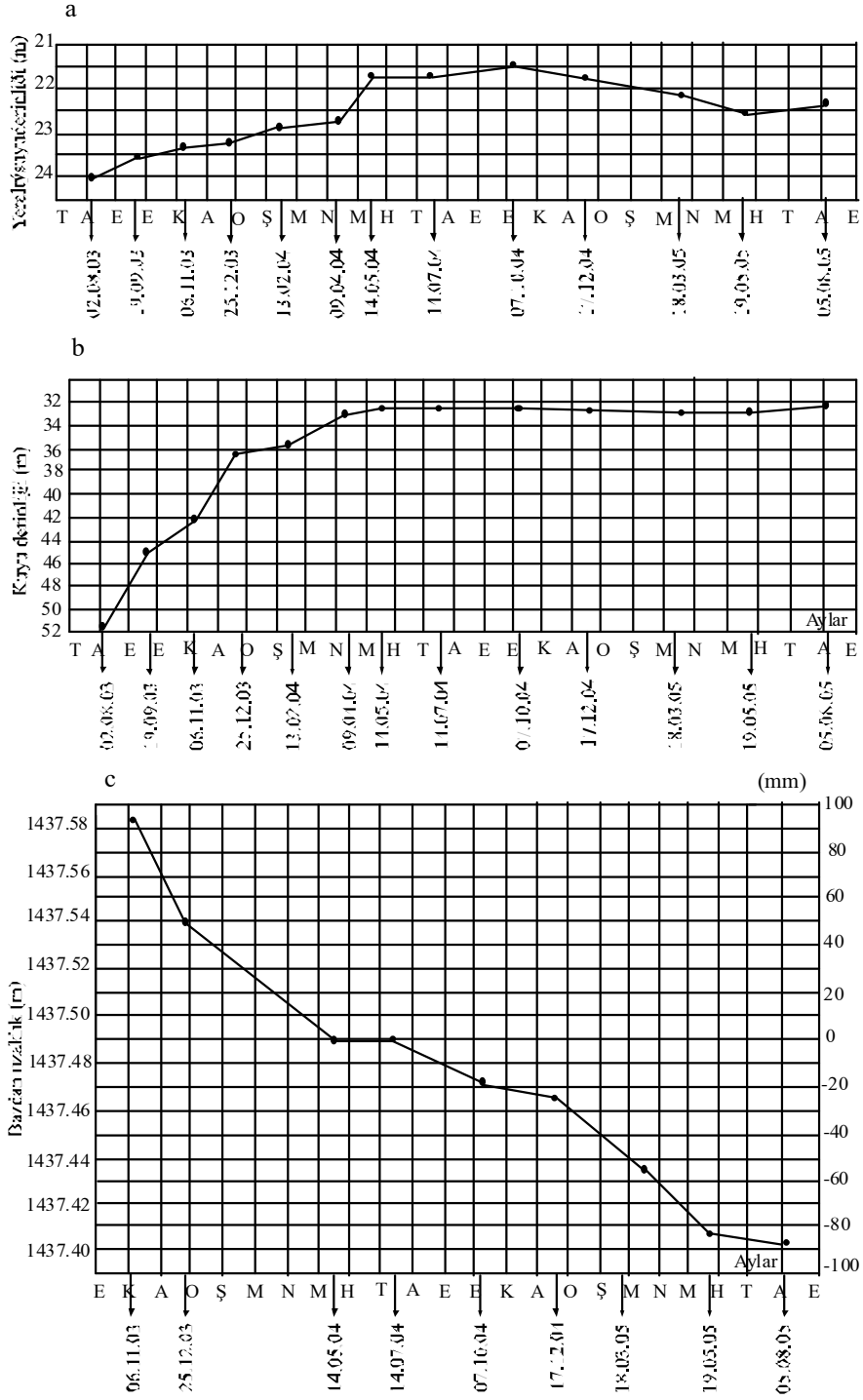
Şekil 15. S1 no.lu kuyudaki yeraltı suyu derinliği (a) ve derinlik değişimi (b) ile GPS ölçümlerine göre bazdan uzaklık (c)



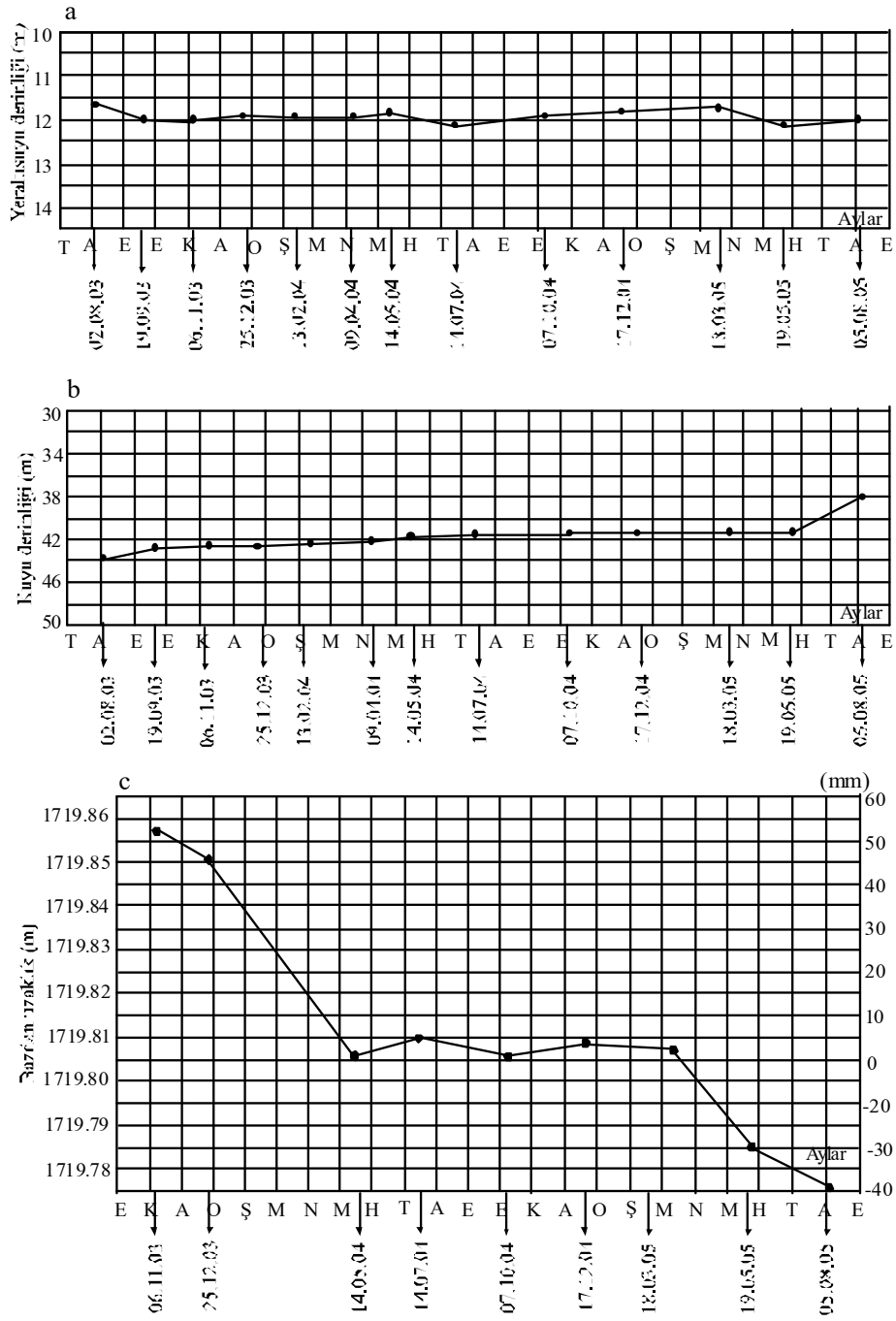
Şekil 16. S2 no.lu kuyudaki yeraltı suyu derinliği (a) ve derinlik değişimi (b) ile GPS ölçümlerine göre bazdan uzaklık (c)



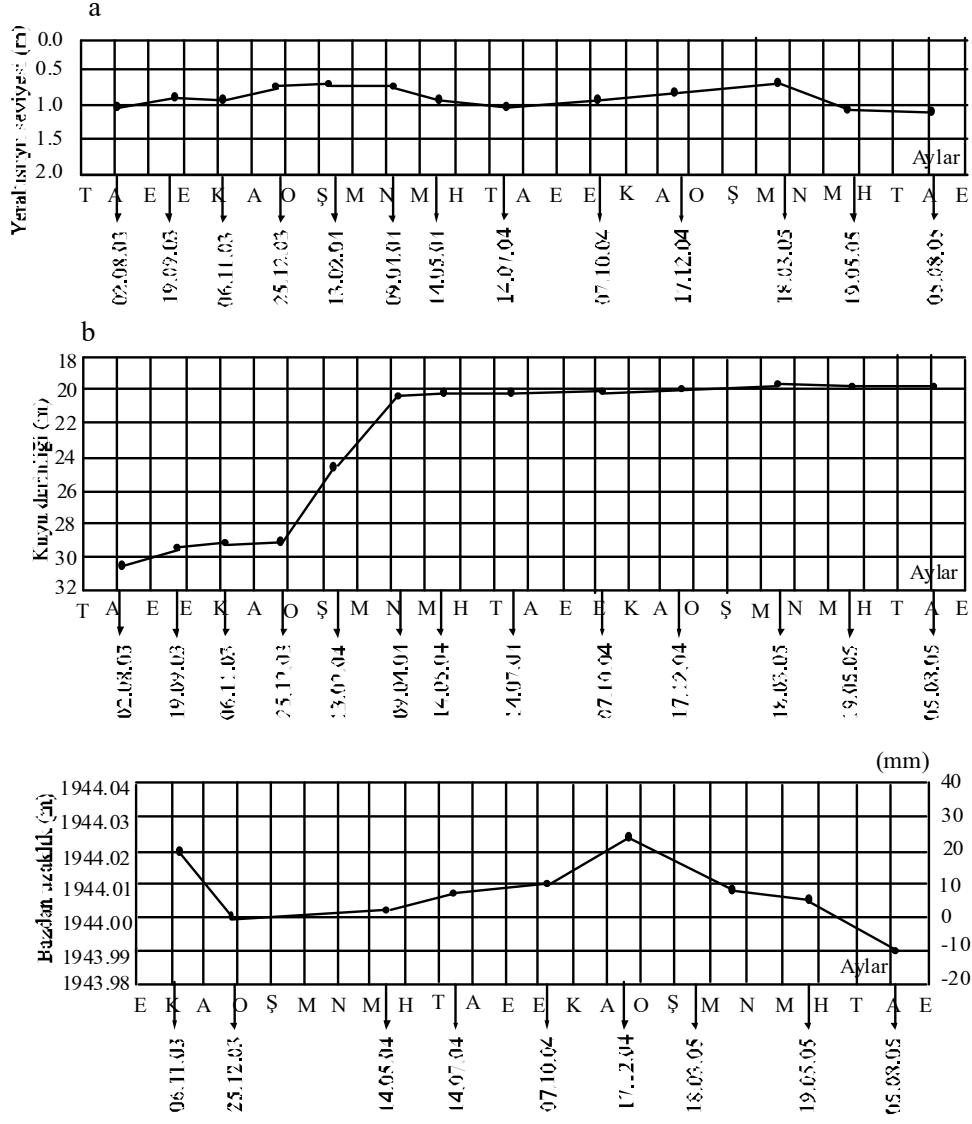
Şekil 17. S3 no.lu kuyudaki yeraltı suyu derinliği (a) ve derinlik değişimi (b) ile GPS ölçümlerine göre bazıdan uzaklık (c)



Şekil 18. S4 no.lu kuyudaki yeraltı suyu derinliği (a) ve derinlik değişimi (b) ile GPS ölçümlerine göre bazdan uzaklık (c)



Şekil 19. S5 no.lu kuyudaki yeraltı suyu derinliği (a) ve derinlik değişimi (b) ile GPS ölçümlerine göre bazdan uzaklık (c)



Şekil 20. S6 no.lu kuyudaki yeraltı suyu derinliği (a) ve derinlik değişimi (b) ile GPS ölçümlerine göre bazdan uzaklık (c)

GPS ile Baz Noktasına Göre Yapılan Ölçümler

Yeşilırmağın güneyinde, Kuzey Anadolu Fayı'ndan ve heyelandan etkilenmediği düşünülen B baz noktası ile S1-S6 no.lu sondaj noktalarının başlıkları esas alınarak hareket miktarı 06.11.2003 ile 07.10.2004 tarihleri arasında GPS ölçümleri ile yapılmıştır.

S1 no.lu kuyuda 06.11.2003 ile 07.10.2004 tarihleri arasında toplam 2.0 cm güneye doğru hareket olduğu ölçülmüştür. Ancak bu değer GPS ölçümlerinde hata payı içerisinde kabul edilebilir (Şekil 5.12.c.).

S2 no.lu kuyuda toplam hareket -0.3 cm'lik uzaklaşma şeklinde olmuştur ve hata payı içerisinde (Şekil 5.13.c.).

S3 no.lu kuyuda bütün ölçümler boyunca baz noktasına doğru yaklaşma yani güneye doğru hareket belirlenmiştir. Bu kuyudaki toplam hareket yaklaşık 7.3 cm' dir (Şekil 5.14.c.).

S4 no.lu kuyuda bütün ölçümlerde baz noktasına doğru bir yaklaşma gözlenmiştir ve bu kuyudaki toplam hareket miktarı yaklaşık 11.4 cm' dir (Şekil 5.15.c.).

S5 no.lu kuyuda toplam hareket miktarı 2.5 cm' dir ve hata payı içerisinde (Şekil 5.16.c.).

S6 no.lu kuyuda toplam hareket -0.9 cm'lik uzaklaşma şeklindedir ve hata payı sınırları içerisinde (Şekil 5.17.c.).

GPS aletinin hata payının her ölçüm için ± 0.5 cm olduğu bilindiğine göre beş ölçüm için bu hata payı ± 2.5 cm olacaktır. Ölçümler sonucunda S1, S2, ve S6 no.lu kuyulardaki toplam hareketlerin hata payı içinde olması nedeni ile bu kuyularda bir hareket olduğunu söylemek güçtür. A-A' kesit hattı üzerinde S3 no.lu kuyuda toplam hareket miktarı hata payı sınırları içinde en az 4.8 cm ile en fazla 9.8 cm arasında olmuştur. B-B' kesit hattı üzerinde S5 no.lu kuyuda toplam hareket en az 3.1 cm, en fazla 8.1 cm ve S4 no.lu kuyuda toplam hareket en az 8.9 cm, en fazla 13.9 cm olmuştur. S1 ve S6 no.lu sondajlarda kuyu içindeki ölçümlerde sapmaların olduğu belirlenmiş ancak hareket miktarı GPS ile ölçülememiştir.

S1 no.lu kuyudaki 33 mm'lik, S5 no.lu kuyudaki 55 mm'lik ve S6 no.lu kuyudaki 22 mm'lik geriye dönüşlerin, GPS ölçüm hata payından veya küçük heyelanların dairesel tip kaymayla meydana geldiği gözönüne alındığında bu dönemdeki hareket sırasında kuyulardaki hareket yönüne ters yönde eğilmeler ile açıklanabilir. S5 no.lu sondaj kuyusunun hemen yanındaki yol üzerindeki elektrik direğinde heyelanın hareket yönüne ters yönde, kuzeye doğru düşeyden sapmaların olduğu arazi incelemeleri sırasında gözlenmiştir.

8. JEOTEKNİK DEĞERLENDİRMELER

Jeoteknik amaçlı sondajlardan ve araştırma çukurlarından alınan örnekler laboratuvarında incelenmiş ve Birleşik Zemin Sınıflama Sistemine göre sınıflandırılmıştır (TS ENV 1997). S1-S6 nolu sondajlarda gözlenen kayan kütle içerisinde, kötü dereceli çakıl (GP), iyi dereceli çakıl (GW), siltli çakıl (GM), kötü dereceli kum (SP), iyi dereceli kum (SW), siltli kum (SM) ile bunlar arasında ince tabakalar halinde kahverenkli, düşük plastisiteli inorganik silt (ML) ile yüksek plastisiteli inorganik silt (MH) bulunmaktadır. Bu birimlerle kayma yüzeyinin altında S4 no.lu sondajda 43.0 m' de, S13-02 no.lu sondajda 7.80 m' de ve S14-02 no.lu sondajda 14.60 m' de kesilen yeşilimsi, düşük plastisiteli inorganik silt (ML) bulunmaktadır. S1-S3 no.lu sondajlarda kesilen zeminler, SPT-N₁ darbe sayıları, zemin sınıfları ve yeraltısuyu seviyesi Şekil 21.' deki A-A' jeoteknik kesitinde verilmiştir. S4-S6 no.lu sondajlarda kesilen zeminler, SPT-N₁ darbe sayıları, zemin sınıfları ve yeraltısuyu seviyesi Şekil 22.' deki B-B' jeoteknik kesitinde verilmiştir.

Proje alanındaki zeminler; GP-GW-GM, SP-SW-SM, kahverenkli ML-MH ve yeşilimsi ML türü olarak dört guruba ayrılmış olup bu zemin guruplarının jeoteknik özelliklerinin en az, en çok ve ortalama değerleri sırası ile Çizelge 3., Çizelge 4., Çizelge 5. ve Çizelge 6.' da verilmiştir.

Çizelge 3. S1-S6 no.lu sondajlarda kesilen GP-GW-GM türü zeminlerin jeoteknik özelliklerinin en az, en çok ve ortalama değerleri

Özellikler	Örnek sayısı	GP-GW-GM		
		En az	En çok	Ort
Doğal su içeriği (ω_n) %	84	4	28	11
Birim hacim ağırlığı (γ_n) kN/m ³	12	16,25	21,50	20,20
Kuru birim hacim ağırlığı (γ_s) kN/m ³	12	17,80	18,60	18,20
Batık birim hacim ağırlığı (γ') kN/m ³	12	11,50	13,72	12,61
Gözeneklilik (n) %	15	37	43	40
4 nolu elek üstü %	84	41	81	69
200 nolu elek altı %	84	4	42	16
Uniformluluk katsayısı (c_u)	24	39,30	85,70	88,50
Eğrilik katsayısı (c_c)	24	0,07	27,50	2,80
Gözeneklilik (n) %	15	37	43	40
SPT-N ₁	84	6	>50	32

Çizelge 4. S1-S6 no.lu sondajlardan alınan SP-SW-SM türü zeminlerin jeoteknik özelliklerinin en az, en çok ve ortalama değerleri

Özellikler	Örnek sayısı	SP-SW-SM		
		En az	En çok	Ort
Doğal su içeriği (ω_n) %	51	5	17	11
Birim hacim ağırlığı (γ_n) kN/m ³	13	16,10	20,85	18,90
Kuru birim hacim ağırlığı (γ_s) kN/m ³	13	15,42	18,62	17,02
Batık birim hacim ağırlığı (γ') kN/m ³	13	10,52	12,34	11,43
4 nolu elek üstü %	51	3	43	27
200 nolu elek altı %	51	10	42	19
Uniformluluk katsayısı (c_u)	1	86,70	86,70	86,70
Eğrilik katsayısı (c_c)	1	0,70	0,70	0,70
Gözeneklilik (n) %	20	35	43	41
SPT-N ₁	51	6	>50	48

Çizelge 5. S1-S6 no.lu sondajlardan alınan kahverenkli ML-MH türü zeminlerin jeoteknik özelliklerinin en az, en çok ve ortalama değerleri

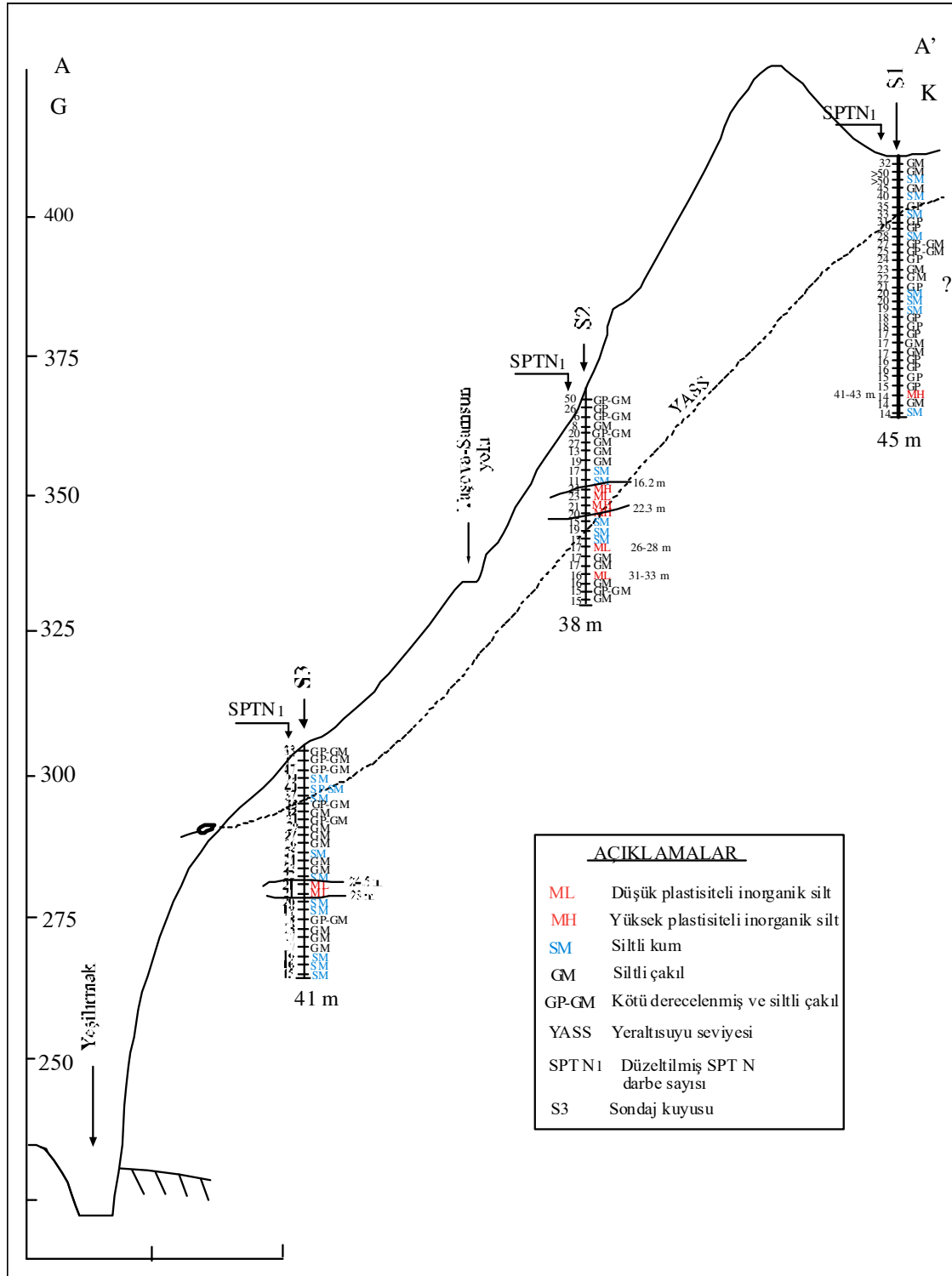
Özellikler	Örnek sayısı	ML-MH		
		En az	En çok	Ort
Doğal su içeriği (ω_n) %	29	6	31	23
Birim hacim ağırlığı (γ_n) kN/m ³	4	17,80	18,00	17,93
Kuru birim hacim ağırlığı (γ_s) kN/m ³	4	13,69	14,21	13,80
Doygun birim hacim ağırlığı (γ') kN/m ³	4	17,80	18,42	18,01
Likit Limit (LL) %	29	31	79	50
Plastik Limit (PL) %	29	26	43	31
Plastisite İndisi (PI) %	29	8	36	18
4 nolu elek üstü %	29	0	20	2
200 nolu elek altı %	29	52	95	80
Kohezyon (c_p) kN/m ²	5	11	18	15
İçsel sürtünme açısı (ϕ_p) ^o	5	19	22	20
Kohezyon (c_r) kN/m ²	5	8	12	11
İçsel sürtünme açısı (ϕ_r) ^o	5	16	19	17
Likidite İndisi (LI) %	29	-2,73	-0,05	-1,07
Kıvam İndisi (K) %	29	0,69	4,1	2,26
Gözeneklilik (n) %	5	32	45	43
SPT-N ₁	29	8	>50	40

Çizelge 6. S4 no.lu sondajdan alınan Pliyosen yaşlı yeşilimsi siltin (ML) jeoteknik özelliklerinin en az, en çok ve ortalama değerleri

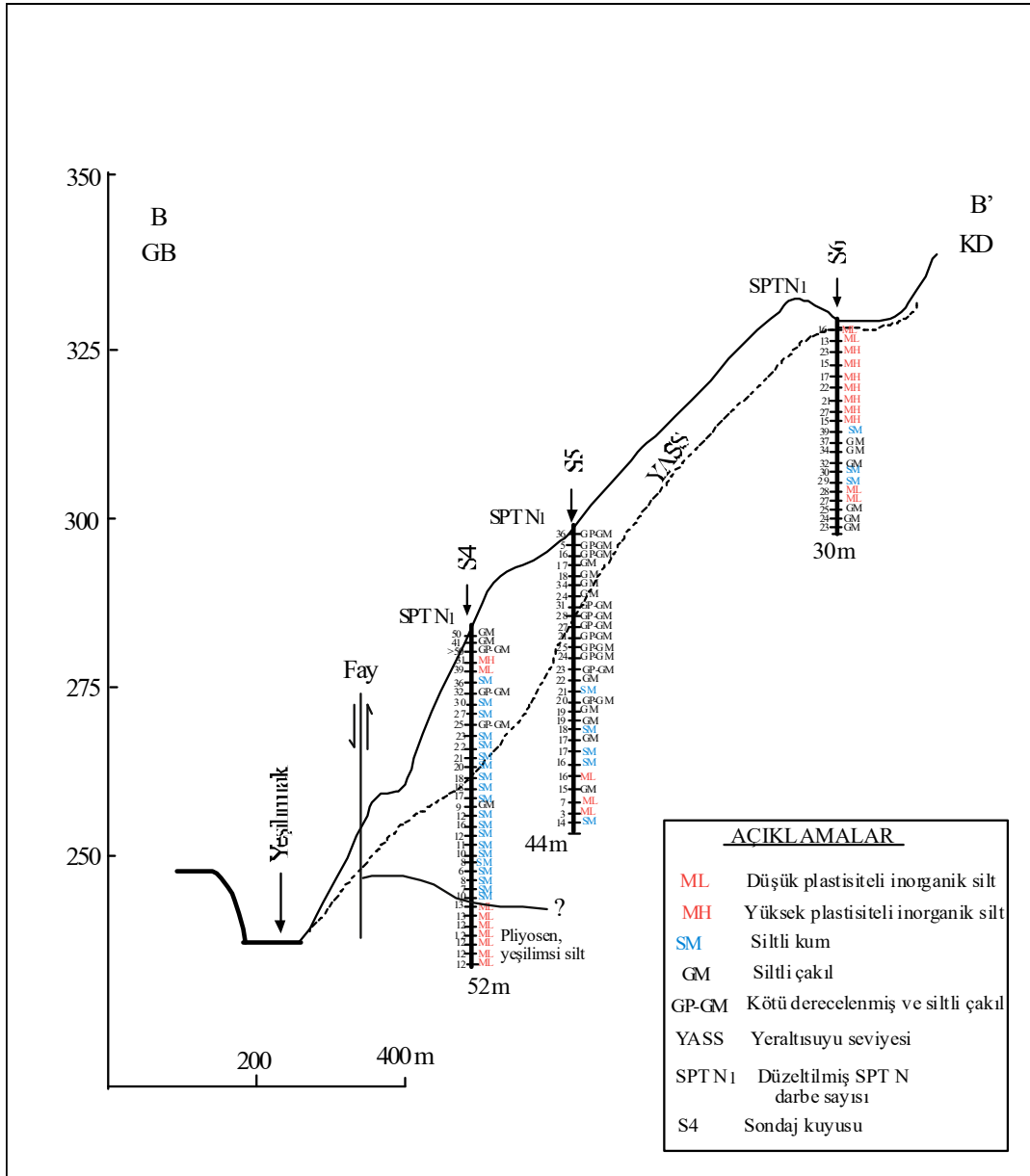
Özellikler	Örnek sayısı	ML		
		En az	En çok	Ort
Doğal su içeriği (ω_n) %	7	13	16	14
Birim hacim ağırlığı (γ_n) kN/m ³	7	17.50	18.83	18.16
Likit Limit (LL) %	7	32	44	38
Plastik Limit (PL) %	7	25	30	28
Plastisite İndisi (PI) %	7	6	14	10
4 nolu elek üstü %	7	1	10	5
200 nolu elek altı %	7	61	85	68
Kohezyon (c_p) kN/m ²	5	25	28	26
İçsel sürtünme açısı (ϕ_p) ⁰	5	8	14	10
Kohezyon (c_r) kN/m ²	5	21	24	23
İçsel sürtünme açısı (ϕ_r) ⁰	5	5	9	7
Likidite İndisi (LI) %	7	-2.00	-1.18	-1.45
Kıvam İndisi (K) %	7	2.18	3.00	2.45
Gözeneklilik (n) %	7	36	47	43
SPT-N ₁	7	>50	>50	>50

c_p, ϕ_p : Pik kohezyon ve içsel sürtünme açısı

c_r, ϕ_r : Rezidüel kohezyon ve içsel sürtünme açısı



Şekil 21. Taşova heyelanı A-A' jeoteknik kesiti



Şekil 22. Taşova heyelanı B-B' jeoteknik kesiti

9. SONUÇLAR

Bu proje kapsamında Taşova' nın kuzeyindeki heyelanlı bölgenin mühendislik jeolojisi özellikleri incelenmiştir. Arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarından elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

1. Ana heyelan, K-G yönünde 2.5 km ve D-B yönünde 6.0 km boyutundadır. Heyelan KD' da 700 m ile G' de Yeşilirmak yatağındaki 250 m kotları arasında yer almaktadır ve hareket önü güneye yani Yeşilirmağın kuzeye büklüm yaptığı noktaya doğrudur. Ana heyelan içerisinde yedi adet ikincil heyelan mevcuttur.
2. İnceleme alanında uzun yıllardır etkinliği sürmekte olan kütle hareketleri, tarım arazilerini, Taşova-Alparslan yolunun Taşova çıkışındaki yerleşimi alanını etkilemektedir.
3. İki kesit hattı üzerinde hareket varlığını ve miktarını belirlemek için, Baz noktasında GPS ile yapılan ölçümler sonucunda iki yıl süre içerisinde A-A' hattındaki S3 numaralı kuyuda Yeşilirmak'a doğru hareket 11.7 cm ve S1 nolu kuyuda 4.4 cm dir. B-B' hattındaki S4 numaralı kuyuda 17.6 cm ve s5 nolu kuyuda ise 7.2 cmdir. S2 ve S6 nolu kuyulardaki hareket ihmal edilebilecek ölçülerdedir.
4. S3, S4 ve S5 nonumaralı sondajlardaki kayma hareketleri 14.05.2004 tarihindeki ölçümlerde gözlenmiştir. Bunun nedeninin yağış sularının yanında Meşeli göletindeki kaçakların etkili olduğu düşünülmektedir.
5. Duraylılık analizlerinde, topuğa yakın kesimlerdeki S3 ve S4 numaralı sondaj kuyularından geçen dairesel kayma yüzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kayma yüzeyi derinliği en fazla 42.45 m olup S4 nolu kuyuda ölçülmüştür. Bishop yöntemine göre yapılan duraylılık analizlerinde A-A' hattında statik koşulda güvenlik katsayısı 1.24 dür. Dinamik koşullar güvenlik katsayısının 1 olması için hesaplanan psödostatik katsayı (k_h) 0.038 dir
6. B-B' kesit hattı üzerinde yapılan duraylılık analizlerinde statik koşulda güvenlik katsayısı 1.16 dır. Dinamik koşullar güvenlik katsayısının 1 olması için hesaplanan psödostatik katsayı (k_h) 0.023 dür. Bu heyelanın topuğunda Taşova ilçesinin batısındaki konutlar ve ilköğretim okulu bulunmaktadır. Bu yapıların tehlike altında bulunduğu gözden uzak tutulmamalıdır.
7. Yeşilirmağın topuktan yük alması, kaymayı hızlandırıcı bir etkidir. Bu durumun en fazla etkilediği A-A' kesit hattında Yeşilirmağın topuğu 5 m ve 10 m aşındırması

durumunda duraylılık analizleri yapılmıştır. Topuğun 5 m aşınması durumundaki duraylılık incelendiğinde dinamik koşullar güvenlik katsayısının 1 olması için hesaplanan psödostatik katsayı (k_h) 0.02 dir. 10 m aşınması durumunda statik koşulda güvenlik katsayısı 1.01 olmakta ve dinamik koşullar güvenlik katsayısının 1 olması için hesaplanan psödostatik katsayı (k_h) 0.003 dür. Yeşilırmağın topuğu aşındırma etkisi güvenlik sayısını azaltmaktadır.

8. Duraylılık analizlerinden statik koşulda elde edilen güvenlik katsayısının 1' den büyük olması, bu hareketlerin zaman içindeki yavaş gelişimi ile açıklanabilir. Buna karşın, psödostatik analiz sonuçları, birinci derece deprem bölgesinde bulunan inceleme alanında meydana gelecek depremlerden kaynaklanan yatay yer ivmelerinin yamaçların duraylılığını azaltıcı bir etken olacağını işaret etmektedir. Yeşilırmağın heyelan topuğundan yük alması işlemi devam etmektedir. Bu durum heyelanı hızlandırıcı yönde önemli etkenlerden birisidir. Hali hazırda Yeşilırmağın yatağının kuzey yamacındaki heyelanlar bunun en önemli göstergelerinden birisidir. Bu nedenle, Yeşilırmağın akışının mevcut yatağın güneyinde yeni bir yatak oluşturularak sağlanması uygun olacaktır.
9. S3 ve S4 numaralı sondajların üzerinde bulunduğu heyelanlarda görülen harekette yüzey suları ve Meşeli göletindeki sızmaların etkili olduğu belirlenmiştir. Bu göletin sızdırmazlığının sağlanması ve heyelan bölgesinde local alanlarda yüzey suyuna karşı drenajın sağlanması duraylılığı arttırıcı etken olacaktır. Kuyu içinde sapmanın ve baz noktasına göre hareketin devam edip etmeyeceğinin belirlenmesi için gözlemlerin devam edilmesi ve hareketin control altında tutulması uygun olacaktır.

10. KATKI BELİRTME

Araştırmacılar, 20030745013 kodlu “Kuzey Anadolu Fay Zonundaki Plio-Kuvaterner Birimlerinde Meydana Gelen Heyelanların İncelenmesi (Taşova-Amasya)” konulu projeyi destekleyen Ankara Üniversitesi Rektörlüğü'ne, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü'ne ve Çalışanlarına, arazi çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Taşova Belediye Başkanı Özgür Özdemir'e teşekkür ederler.

11. KAYNAKLAR

- AİGM 2003. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara
- Akça, İ., Gündoğdu, Y., Bilgehan, R.P., Uluggerli, E. ve Kılıç, R. 2003. Fosil heyelanların kayma yüzeylerinin belirlenmesinde jeofizik çalışmalar. Türkiye 15. Jeofizik Kurultayı ve Sergisi. 20-24 Ekim. İzmir.
- Aktimur, H.T., Tekirli, M.E., Yurdakul, M.E., Ateş, Ş., Ürgün, B.M., Teoman, M.Ş., Keçer, M., Turşucu, A., Genç, S. 1989. Niksar, Erbaa ve Destek dolayının jeolojisi. MTA Rap. No. 8894. Ankara.
- Alp, D. 1972. Amasya yöresinin jeolojisi. İ. Ü. Fen Fakültesi Monografileri. İstanbul.
- Ambraseys, N. N. 1970. Some characteristics features of the NAFZ. Tectonophysics, 9:143-165.
- Arpat, E ve Şaroğlu, F. 1975. Türkiye’ de bazı genç tektonik olaylar. MTA Dergisi. Ankara.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). 1994. Annual Book of ASTM Standarts-Soil and Rock, Building Stones, Section 4, Contruction. V.04.08., ASTM Publication, 978 p.
- Bishop, A. W. 1955. “The use of slip circle in the Stability Analysis of Earth Slopes” Geotechnique, Vol. 5, No. 1, 7-17.
- Blumenthal, M.M. 1950. Beitrage zur geologie les landshaiten am mittleren und unteren Yeşilirmak (Tokat, Amasya, Erbaa, Niksar, Tokat). MTA yay. Ankara.
- Barka, A. 1984. Kuzey Anadolu Fay zonundaki bazı Neojen-Kuvaterner havzalarının jeolojisi ve tektonik evrimi. Ketin Simp. Türkiye Jeoloji Kurultayı. 209-227. Ankara.
- Barka, A. 1996. Slip distribution along the North Anatolian Fault associated with large earthquakes of the period 1939 to 1967. Bull. Seism.Soc.Am., 86, 1238-1254.
- Bilge Harita Jeoloji İnşaat Ltd. Şti, 2001. Taşova İlçesi Mücavir Alanı İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüd Raporu. 28 s. Ankara.
- Bilgehan, R.P., Ulaş, K., Koçbay, A. ve Kılıç, R. 2003. Pliyo-Kuvaterner birimlerde oluşan heyelanın jeoteknik incelemesi (Amasya, Taşova). Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 10. Yıl Sempozyumu. 15-18 Ekim 2003. Mersin.
- Bilgehan, R.P., Ulaş, K., Koçbay, A. ve Kılıç, R. 2003. Geotechnical investigation of the landslide at Tasova urban area (Amasya, Turkey). International Conference on New Developments in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. 29-31 May 2003. Lefkoşa, North Cyprus.
- Bilgehan, R.P., Ulaş, K., Akça, İ., Uluggerli, E. ve Kılıç, R. 2004. Taşova (Amasya) çevresindeki fosil heyelanların jeofizik ve mühendislik jeolojisi özellikleri. 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı. Ankara.
- Bishop, A.W. 1950. “The use of the slip circle in the stability analysis of slopes”

- Geotechnique, Vol.5, No. 1, pp. 7-17.
- Cruden, D.M. 1991. A simple definition of a landslide: Bulletin of the International Association of Engineering Geology, v. 43, p. 27-29.
- DAD (Deprem Araştırma Dairesi), 1997. Ankara.
- Das, B. M. 1998. Principles of Geotechnical Engineering, California State University. Sacramento.
- Dewey, J. F., 1976. Seismicity of Northern Anatolia. Bulletin Seismological Society of America, 66, 843-868.
- DIN 4084-100. Soil - Calculation of slope and embankment failure and overall stability of retaining structures - Part 100: Analysis in accordance with the partial safety factor concept.
- DMGMİ (Devlet Meteoroloji İşleri Genel M¼d¼rl¼ę¼). 2004. Ankara.
- ENV 1997. Jeoteknik tasarım - B¼l¼m 2: Laboratuvar deneyleri ile desteklenen tasarım (Eurocode 7).
- EC7 (1997) Jeoteknik tasarım - B¼l¼m 2: Laboratuvar deneyleri ile desteklenen tasarım (Eurocode 7).
- Erdem, K. 2000. Taşova ovasının hidrojeoloji incelemesi. Y¼ksek Lisans Tezi. Ankara.
- Irrlitz, W. 1971. Neogene and older Pleistocene of the intramontane basins in the Pontic region of Anatolia: Newsl. Stratigr., 1,3,33-36.
- Irrlitz, W. 1972. Lithostratigraphie und tectonische entwicklung des Neogens in Nordostanatolien: Beih. Geol. Jb. 120.
- Janbu, N. 1968. "Slope stability computations", Soil Mechanics and Foundation Engineering Report, Technical University of Norway, Trondheim.
- Ketin, İ. 1969. About the North Anatolian fault. Bull. Min. res. Explor. Ins. 72, 1-27. Ankara.
- Kılıç, R. ve Canik, B. 1997. Taşova Belediyesi İmar Planına ait Jeolojik ve Jeoteknik rapor. 38 s. Ankara Üniversitesi.
- Kılıç, R., Varol, B., G¼kten, E., Bařokur, A.T., koçbay, A., Bilgehan, R.P., Ula mış, K., Tokg¼z, E. 2002a. Amasya ili Taşova ilçesi yerleşim alanındaki F1 ve F2 fay zonunun jeolojik, jeofizik ve jeoteknik incelemesi. Rapor, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Kılıç, R., Koçbay, A., Bilgehan, R.P. ve Ula mış, K. 2002b. Amasya ili Taşova ilçesi yerleşim alanındaki "Afete maruz b¼lgenin" jeoteknik incelemesi. Rapor, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Liao, S. S. C. and Whitman, R. V. 1986. "Overburden correction factors for SPT in sand. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 112, No. 3, pp. 373-377.
- MTA. 1990. 1: 100 000 ¼lçekli açınısama nitelikli T¼rkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Ankara.
- ¼zcan, A., Erkan, E., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., ¼zer, S., S¼mengen, M. ve

Tekeli, O. 1980. Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi. MTA Raporu, No:6722 (yayımlanmamış), Ankara.

Öztürk, A. 1979. Ladik-Destek dolayının stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 22/1, 27-34. Ankara.

Schuster, R. L. 1996. Socio-economic significance of landslides. Landslides:

Investigation and mitigation A. K. Turner and R.L. Schuster (eds.), Transportation Research Board, National Research Council, Special Report-247, National Academy Press, Washington DC, 12-35.

12. EKLER

Proje ile ilgili bildirimler ve özetleri:

Uluslararası:

1. Bilgehan R.P., Ulanış, K., Koçbay, A., Kılıç, R., 2003. "Geotechnical Investigation of the Landslide at Tasova Urban Area (Amasya, Turkey), May 29-31 2003, International Conference on New Developments in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Near East University, Lefkoşa, North Cyprus.

Ulusal :

1. Bilgehan, R.P., Ulanış, K., Koçbay, A., Kılıç, R., 2003. "Pliyo-Kuvaterner Birimlerde Oluşan Heyelanın Jeoteknik İncelemesi (Amasya, Taşova)", 10. Yıl Sempozyumu, s. 124, 15-18 Ekim 2003, Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mersin.
2. Bilgehan, R.P., Ulanış, K., Akça, İ., Ulugergerli, E.U., Kılıç, R., 2004. "Taşova (Amasya) Çevresindeki Fosil Heyelanların Jeofizik ve Mühendislik Jeolojisi Özellikleri" 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı, s. 166, 08-12 Mart 2004, MTA Kültür Sitesi, Ankara.
3. Akça, İ., Gündoğdu, Y., Bilgehan, R.P., Ulugergerli, E.U., Kılıç, R., 2004. "Fosil Heyelanların Kayma Yüzeylerinin Belirlenmesinde Jeofizik Çalışmalar", Türkiye 15. Jeofizik Kurultayı ve Sergisi, s. 82, 20-24 Ekim 2003, İzmir.

