



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**



**YERYÜZEYİNDEN ÇOK DİSİPLİNLİ YAKLAŞIM İLE HEYELAN
İZLEMELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR
İNCELEME**

Ayşe YILMAZ TURGAL

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ANAkkALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

YERYÜZEYİNDEN ÇOK DİSİPLİNLİ YAKLAŞIM İLE HEYELAN
İZLEMELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR
İNCELEME

Ayşe YILMAZ TURGAL

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 26/08/2019

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU

ANAkkALE

Ayşe YILMAZ TURGAL tarafından Doç. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU yönetiminde hazırlanan ve **26/08/2019** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Yeryüzeyinden Çok Disiplinli Yaklaşım İle Heyelan İzlemelerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir İnceleme**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Doç. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU

Başkan

Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ

Üye

Prof. Dr. Emin Uğur ULUGERGERLİ

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FYL-2018-1111

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Ayşe YILMAZ TURGAL

TEŞEKKÜR

Tezin oluşum aşamasında, yapmış olduğum tüm arazi çalışmalarında ve ayrıca değerlendirme aşamasında sürekli yanımda olan, bu kısa süre zarfında birçok bildiri yapmama, yayın yapmama ve sempozyumlara katılmama destek olan beni her durumda destekleyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU'na ve arazi çalışmalarında olduğu gibi veri modellemesi aşamasında sabırla tüm sorularıma cevap verip bana vakit ayıran saygıdeğer hocam Prof. Dr. Emin Uğur ULUGERGERLİ'ye sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım da jeoloji bilgisi hakkında desteklerini esirgemeyen sayın Dr. Öğr. Üyesi Oya ERENOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi İsmail Onur TUNÇ ve Dr. Öğr. Üyesi Mustafa AVCIOĞLU'na teşekkür ederim.

Tez yazım aşamasında sismik araştırma odasında çalışmama müsaade eden ve yüksek lisansa başlamamda desteklerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Tolga BEKLER'e teşekkür ederim.

Lisanstan mezun olurken ve yüksek lisansa başlarken yanımda olan aynı zamanda tez savunmamda da beni yalnız bırakmayan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ'a teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım boyunca bana yardımcı olan Harita Mühendisliği bölümünden Oğuzhan BOZKURT, Hatice Edanur ÇINAR, Muammer ALAYLI, Rıdvan TEKİN, Uğur KARABULUT ve Muhammed Emin ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca bana maddi ve manevi tüm desteği sağlayan canım annem Güler YILMAZ, canım babam Zafer YILMAZ, canım kardeşim Ahmet Murat YILMAZ'a, yanımda oldukları için teşekkür ederim.

Karşıma çıktığı andan itibaren beni destekleyen, teze başlama ve tezi bitirme aşamalarında maddi ve manevi benden sevgisini ve desteğini esirgemeyen, her daim yanımda olan sevgili eşim Aytaç TURGAL'a ve ailesine teşekkür ederim.

Lisans eğitimim süresince maddi ve manevi olarak benden desteklerini esirgemeyen, her zaman yanımda olan İsmail TEMEL, Gülay TEMEL ve Murat TEMEL'e teşekkür ederim.

Tezin özet kısmını İngilizceye çevirmemde, tezde kullandığım fotoğrafların düzenlenmesinde ve daha birçok alanda benden yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer Zafer TANYAŞ'a, manevi olarak desteklerini benden esirgemeyen hep yanımda olan saygıdeğer Nermin GÜRBÜZ TANYAŞ ve Ayşegül ERENTÜRK'e teşekkür ederim.

Tezimin Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından kontrol edilmesi aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer Ebru PEKÇETİN'e teşekkür ederim.

FYL-2018-1111 numaralı proje ile tezime destek sağlayan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

Ayşe YILMAZ TURGAL

Çanakkale, Ağustos 2019



SİMGELER VE KISALTMALAR

CBS	Coğrafi bilgi sistemleri
ÇASK	Çok atışlı sismik kırılma
DAÖ	Doğru akım öz direnç
DGPS	Differential global positioning system
EÖY	Elektrik öz direnç yöntemi
GPS	Global positioning system
HES	Hidroelektrik enerji santrali
KGM	Karayolları genel müdürlüğü
RTK	Real time kinematics

ÖZET

YERYÜZEYİNDEN ÇOK DİSİPLİNLİ YAKLAŞIM İLE HEYELAN İZLEMELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Ayşe YILMAZ TURGAL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU

26/08/2019, 33

Bu çalışma kapsamında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi içinde bulunan heyelan incelenmiştir. Bu çalışmanın amacı, mevcut heyelan geometrisini ve heyelan tehlikesini Jeofizik ve GPS yöntemlerini kullanarak incelemektir. Heyelan izleme çalışmalarında iki farklı yöntem kullanılmıştır. Kullanılan yöntemler; Elektrik Özdirenç yöntemi ve GPS yöntemidir. Elektrik özdirenç yöntemi, heyelan çalışmalarında kayma yüzeyinin belirlenmesi ve yeraltındaki su seviyesinin belirlenmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. GPS ise yüksek doğruluklu konum belirleme özelliği olan bir yöntemdir. Üç farklı dönemde, zaman bağımlı olarak ölçüler bir hat boyunca Dipol- Dipol dizilimi uygulanarak alınmıştır. Eğim doğrultusunda 150m' lik hatta serim yapılmış, elektrotlar arasındaki mesafe ise 5m olarak belirlenmiştir. Akım, mevcut elektrotlar vasıtasıyla toprağa gönderilmiş ve potansiyel elektrotlar arasındaki potansiyel farkı, özdirenç cihazı ile ölçülmüştür. Eş zamanlı olarak GPS ile de üç dönemde de koordinatlar yüksek doğrulukla alınmıştır. Bu veriler üzerinde düzenlemeler yapılarak bilgisayar ortamında yer modeli elde edilmiştir. Elde edilen yer modellerine ve araziden alınan farklı tarihlerdeki görüntülere göre, yüzeyden 2 - 4 m derinlikte, 7 – 10 Ω m' lik düşük özdirenç sahip, kum-silt-alüvyon ar dalanması görülen birim yağışların da etkisiyle eğim doğrultusunda akma eğilimindedir.

Anahtar sözcükler: GPS, Özdirenç, Heyelan, Modelleme

ABSTRACT

ASSESSMENT OF GROUND-BASED MULTI-DISCIPLINE MONITORING APPROACH STUDIES TO LANDSLIDE INVESTIGATIONS

Ayşe YILMAZ TURGAL

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Geophysical Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU

26/08/2019, 33

In this study, the landslide in the Terzioğlu Campus of Çanakkale Onsekiz Mart University was investigated. The aim of this study is to investigate the existing landslide geometry and the danger of the landslide by using Geophysical and GPS methods. Two different methods were used in landslide monitoring studies. The methods used in this study are Electrical Resistivity and GPS. Electrical resistivity method is a method used in landslide studies to determine the sliding surface and to determine the groundwater level. GPS is a highly accurate method of positioning. In three different periods, time-dependent measurements were taken by applying Dipole-Dipole array along one line. 150m line was laid in the direction of inclination, the distance between the electrodes was determined as 5m. The current was sent to the ground via current electrodes and the potential difference between the potential electrodes was measured with the resistivity device. Simultaneously, the GPS coordinates were taken with high accuracy in all three periods. Arrangements were made on this data and the ground model was obtained on computer. According to the ground models obtained and the images taken from the lands at different dates, the sand-silt-alluvium exchange unit which shows low resistivity at 2 – 4 Ω m depth and 7 - 10 Ω m tends to flow along the slope due to rainfall.

Keywords: GPS, Resistivity, Landslide, Modelling

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Hakkında Genel Bilgiler.....	1
1.1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.1.2. Heyelanın Tanımı	2
1.1.2.1. Heyelanın Oluşma Biçimine Göre Türleri.....	3
1.1.2.2. Heyelan Kesiti.....	4
1.1.2.3. Heyelanın Bileşenleri.....	5
1.1.2.4. Heyelanı Önleme Çalışmaları	6
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Uygulanan Yöntemler	10
3.1.1. Elektrik Özdirenç Yöntemi.....	10
3.1.2. Elektrik Dizilimi	12
3.1.3. Küresel Konumlama Sistemleri (GPS) Ölçme Yöntemi	13
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	14
4.1. Çalışılan Alan ve Yer Yapısı Hakkında Bilgi	14
4.2. Arazi Çalışmaları.....	21
4.2.1. Elektrik Özdirenç Yöntemi Veri Değerlendirme.....	21
4.2.2. GPS Tekniği ile Veri Değerlendirme	27
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER	29
KAYNAKLAR	31

EKLERİ.....	I
EK 1. Görünür öz direnç değerlerinin hesaplandığı tablo.....	II
EK 2. 23.04.2018 tarihinde arazide GPS ile ölçülen koordinatların standart sapma hesaplamaları.....	III
EK 3. 06.03.2019 tarihinde arazide GPS ile ölçülen koordinatların standart sapma hesaplamaları.....	IV
EK 4. 18.06.2019 tarihinde arazide GPS ile ölçülen koordinatların standart sapma hesaplamaları.....	V
ÖZGEÇMİŞ	VI



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Türlerine göre toprak kayması (heyelan) çeşitleri (KGM, 2015)	3
Şekil 1.2. Heyelanın taç ve ana ayna kısımlarını gösteren kesit (Ulusay, 2001)	4
Şekil 1.3. Heyelanın üstü, ana kütleinin olduğu kısmı ve çatlakları gösteren kesit (Ulusay, 2001).....	5
Şekil 1.4. Heyelanın topuk kısmını gösteren kesit (Ulusay, 2001)	5
Şekil 3.1. Elektrik özdirenç yönteminin iki boyutlu gösterimde çalışma prensibi. A-B akım elektrotları M-N potansiyel elektrotlarına karşılık yarı sonsuz ortamda oluşan akım ve potansiyel (gerilim) çizgileri	10
Şekil 3.2. Dipol - Dipol elektrotlarının arazide bir hat boyunca dizilimi	12
Şekil 3.3. 18.06.2019 tarihinde noktaların koordinatları alınırken kullanılan GPS cihazı ..	13
Şekil 4.1. Çalışılan alanının Çanakkale Boğazı ve Ege Denizine göre konumu (a), Çalışılan alanının yerleşkede bulunduğu yer (b), Çalışılan alan ve alandan alınan özdirenç profilinin bulunduğu yer (c)	14
Şekil 4.2. Çanakkale ilindeki birimleri gösteren stratigrafik kesit (Yiğitbaş, 2016).....	15
Şekil 4.3. Çanakkale ilindeki Biga yarımadası ve Gelibolu yarımadasına göre çalışılan alanın gösterildiği jeolojik bilgi veren kesit (Yiğitbaş, 2016).....	16
Şekil 4.4. Çalışılan alandan 02.05.2017 tarihinde alınan görüntü de oklarla gösterilen kısımlar heyelanın taç ve topuk kısımlarını göstermekte.....	17
Şekil 4.5. Çalışılan alandan 02.05.2017 tarihinde heyelanın taç kısmındaki açılmayı göstermekte	17
Şekil 4.6. Çalışılan alandan 23.04.2018 tarihinde akmaları göstermekte	18
Şekil 4.7. Çalışılan alandan 12.10.2018 tarihinde bölgede profil noktalarını belirlemek üzere kazıkların çakılmasını göstermekte	18
Şekil 4.8. Çalışılan alanda kullanılan özdirenç aleti düzeneği.....	19
Şekil 4.9. Çalışılan alandan 06.03.2019 tarihinde arazi çalışması yapılırken akmaların olduğunu göstermekte	19
Şekil 4.10. Çalışılan alandan 18.06.2019 tarihinde arazide çatlakların belirgin olarak görülmekte.....	20
Şekil 4.11. Çalışılan alandan 18.06.2019 tarihinde akmalar oklarla gösterilmekte.....	20
Şekil 4.12. Heyelan araştırmasında izlenen iş-akışı şeması.....	21
Şekil 4.13. Arazide kullanılan özdirenç aygıtı	22
Şekil 4.14. Çok elektrotlu kablo ve ölçü alım kutusundan oluşan ölçü düzeneği kutu ve kablo düzeneği.....	22
Şekil 4.15. Çalışma alanı üzerinde özdirenç profili gösterimi (Yılmaz Turgal ve Erenoğlu, 2019).....	23
Şekil 4.16. 23.04.2018 tarihine ait dipol-dipol dizilimi ölçülen görünür özdirenç verisi (üstte), ters çözümden hesaplanan görünür özdirenç hesaplanan kesit (ortada) ve derinlik özdirenç modeli (topografyasız) (altta).....	23
Şekil 4.17. 23.04.2018 tarihindeki arazi çalışması sonucu hazırlanan 2B özdirenç tomografi modeli, topografya ile birlikte	24
Şekil 4.18. 06.03.2019 tarihine ait dipol-dipol dizilimi ölçülen görünür özdirenç verisi (üstte), ters çözümden hesaplanan görünür özdirenç hesaplanan kesit (ortada) ve derinlik özdirenç modeli (topografyasız) (altta).....	25
Şekil 4.19. 06.03.2019 tarihindeki arazi çalışması sonucu hazırlanan 2B özdirenç tomografi modeli, topografya ile birlikte	25
Şekil 4.20. 18.06.2019 tarihine ait dipol-dipol dizilimi ölçülen görünür özdirenç verisi (üstte), ters çözümden hesaplanan görünür özdirenç hesaplanan kesit (ortada)	

ve derinlik özdirenç modeli (topografyasız) (altta).....	26
Şekil 4.21. 18.06.2019 tarihindeki arazi çalışması sonucu hazırlanan 2B özdirenç tomografi modeli, topografya ile birlikte.....	27



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Kayaçların su içerikleri ve özdirenç değerleri	11
Çizelge 3.2. Jeolojik malzemelerin özdirenç değerleri	12



BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Çalışma Hakkında Genel Bilgiler

Heyelanlar genel anlamda yer kayması olarak tanımlanan kütle hareketlerinin en sık görüleni ve en etkili olanıdır. Yer çekiminin etkisi, aynı zamanda yamaç dengesinin bozulması sonucunda alanın bir bölümü olan kaya parçalarının, parçalanmış taşların, toprak parçasının veya büyük bir şekilde bulunan katmanların bir yamaçta bulunan eğiklik doğrultusunda yerini değiştirerek devinim kazanması olarak tanımlanır. Bu hareket, toprağın belirli bir kısmının kayması, bütün bir tabakanın ya da dağ parçasının eğim doğrultusunda koparak hareket etmesidir (Öztürk, 2002).

Heyelanlar incelenirken farklı yöntemler kullanmak, heyelanı tanımlamada güvenli sonuçlar elde edilmesi açısından önemlidir. Yeraltı yapısını ortaya koymak, kayma yüzeyini görmek amacıyla jeofizik yöntemlerden birisi olan elektrik özdirenç yönteminden yararlanılmıştır. Eş zamanlı olarak alınan GPS ile koordinatlar belirlenerek yüksek doğruluklu ölçümler alınmıştır.

1.1.1. Çalışmanın Amacı

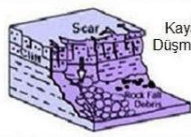
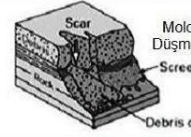
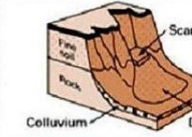
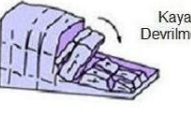
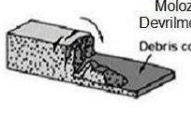
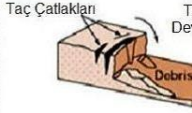

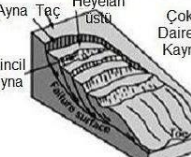
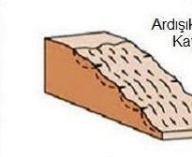
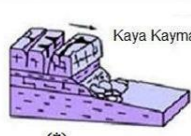
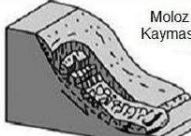
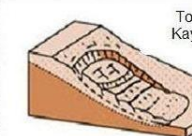


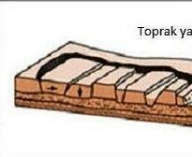
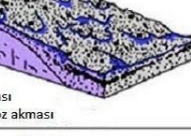
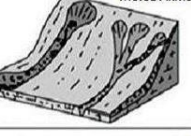
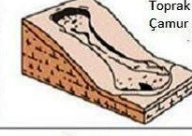
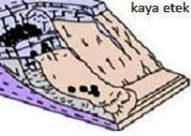
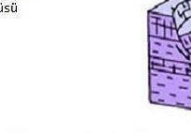

Çanakkale ili ve yakın çevresinde beş yıl içerisinde meydana gelen yapı stoğundaki artış ve topografik değişimlerin sonrasında belirli alanlarda yüzeyde gözle görülür çatlak, kütle kayması gibi bozulmalar ortaya çıkmıştır. Bu değişimler zamansal ve mekânsal olarak izlenerek heyelan biçiminin tanımlanması ve önleyici bir takım önlemler alınması açısından önem teşkil etmektedir. Mekânsal izleme kapsamında yüksek doğruluklu sonuçlar alınmasını sağlayan yöntemin kullanılması, heyelan karakteristiğinin ve sınırlarının belirlenmesi ile birlikte yeraltı ve yer yüzeyi ilişkisinin somut olarak saptanması için jeofizik yöntemler kullanılmaktadır. Yeraltı su seviyesinin ve yer yapısının belirlenmesi için özdirenç yönteminin kullanılması amaçlanmıştır. Yapılan ölçüler birbirini izleyen farklı dönemlerde gerçekleştirilmiştir. Her bir ölçme dönemi sonucunda veriler değerlendirilerek heyelanın durumu hakkında bilgi elde edilmiştir. Bu sayede yeraltı ve yer yüzeyi ilişkisini ortaya koyacak yüksek doğruluklu bir heyelan modeli oluşturulmuştur. Bu model sayesinde heyelanın izlenmesi ve bu heyelanı önleyici tedbirlerin ne şekilde alınacağı noktasında etkin olarak uygulanabilecek bir yaklaşım oluşturulması hedeflenmiştir (Uyanık ve Çatlıoğlu, 2014).

Jeofizik uygulanmalarda akımın yeraltında ilerlemesini sağlayan maddenin su olduğu bilinmektedir. Yere uygulanan akımın tabakalar arasında iletilmesi su varlığında gerçekleşmektedir. Zamanla bölgede biriken su, ölçümler sırasında düşük özdirenç değerleriyle ifade edilerek yorumlanmıştır. Zaman içerisinde suya doygunluk arttıka, elektrik iletkenliğinde artış gözlenmiş, yer çekiminin de etkisiyle kayma zonu boyunca farklıklar görülmüştür (Bogoslovsky ve Ogilvy, 1977).

1.1.2. Heyelanın Tanımı

Heyelanların yıkıcı etkilerinin depremler kadar fazla olmadığı belirtilmiştir. Nedenini ise, önceden tahmin edilmesi ve gerekli incelemeler yapılarak heyelanın durdurulması veya etkilerinin azaltılması için çalışmalar yapılması şeklinde açıklanmıştır. Yapı inşası öncesinde gerekli birimlere raporlar hazırlanarak heyelanın olası etkileri hakkında bilgi verilebilmektedir. Heyelan araştırmalarında birden fazla etki söz konusu olmaktadır. Bunlar içinde, yeryüzü ve yeraltı yapısı, eğim durumu, bölgenin depremselliği, insan kaynaklı faktörler ve iklim özellikleri göz önünde bulundurulmaktadır (Uyanık ve atlıoğlu, 2014).

Kütle hareketlerini tek bir nedene bağlı olarak gelişmemiştir. Bu devininin birçok nedeni olduğu bilinmektedir. Genel de yer değiştiren malzemenin ne olduğu, hangi şekillerde gerçekleştiği, hangi hızda gerçekleştiği, neden hareket ettiği, yüzeyde kayan yapının nasıl olduğu vb. gibi nedenler olduğu düşünülmektedir. Heyelana sebep olan etkenleri iki şekilde sınıflandırmak mümkündür. Bölgenin eğimi, sağanak yağışlar, suya doygunluk, litolojik özellikler, bitki örtüsü varlığı ya da eksikliği, çökme, depremler ve erozyon gibi olaylar heyelan oluşumunda doğal nedenler sınıfına girer. Heyelanın gerçekleştiği yamaç kısmının; yolların yapımı, tünellerin yapımı, barajların yapımı veya kanalların yapımı gibi beşeri nedenler ile oyulması ve o bölgenin eğiminin değiştirilerek heyelana neden olması beşeri nedenlere örnektir. (ztrk, 2002). Türlerine göre toprak kayması (heyelan) eşitleri şekil 1.1’de gösterilmiştir.

Malzeme Hareketin Türü	KAYA	MOLOZ	ZEMİN
DÜŞMELER	 Kaya Düşmesi	 Moloz Düşmesi Scree Debris cone	 Toprak Düşmesi Colluvium Debris cone
DEVİRMELER	 Kaya Devrilmesi	 Moloz Devrilmesi Debris cone	 Toprak Devrilmesi Debris cone
KAYMALAR	 Tek Dairesel Kayma Failure surface	 Heyelan Ayna Teç İkincil ayna Failure surface Çoklu Dairesel Kayma	 Ardışık Dönel Kayma
	 Kaya Kayması (*)	 Moloz Kayması	 Toprak Kayması
YAYILMALAR	 Örtü kayası Normal yataya yakın yapı Çatlak Tabakların İncelmesi Taban bindirmesi düzlemi Safam ana kaya	 Dışbükey eğim ve fay yapısı Vadi Kabarması (erozyonla düzleşmiş) Örnek: Bombelasma ve Vadi oluşumu	 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 1.1. Türlerine göre toprak kayması (heyelan) çeşitleri (KGM, 2015)

1.1.2.1. Heyelanın Oluşma Biçimine Göre Türleri

Heyelanları oluşma biçimlerine göre sıralayacak olursak;

*Düşme, jeolojik biçimlenmenin türüne göre, kayaç düşmesi, moloz düşmesi ve toprak düşmesi olarak adlandırılmıştır. Jeolojik biçimlenmenin türü, katmanlaşma özelliği, birbirinden ayrılma, gösterdiği direnç ve devamsızlık özellikleri göz önüne alınarak bu birimlerde yeraltındaki suyunun nasıl olduğu, topoğrafyadaki yüksek eğiklik koşullarında, toprak kaymasının toprak kısmında oyulmalar sonucunda birimin kendi ağırlığı ile direk düşmesi, kopması söz konusudur (KGM, 2015).

*Devrilmeler; süreksizlikleri fazla olan kayaların konumlarının bozularak yıkılmaları olayında görülmektedir (Narman, 2013).

*Kayma, kesme direncinin azalması ile bir veya birkaç yüzey boyunca görülen kütle hareketidir. Kayma esnasında hareket halinde olan yapılar birbirleriyle etkileşim halindedirler. Yamaçtaki eğim ve jeolojik birimin yapısına bağlı olarak moloz, toprak ve kütle kayması şeklinde isimlendirilebilir.

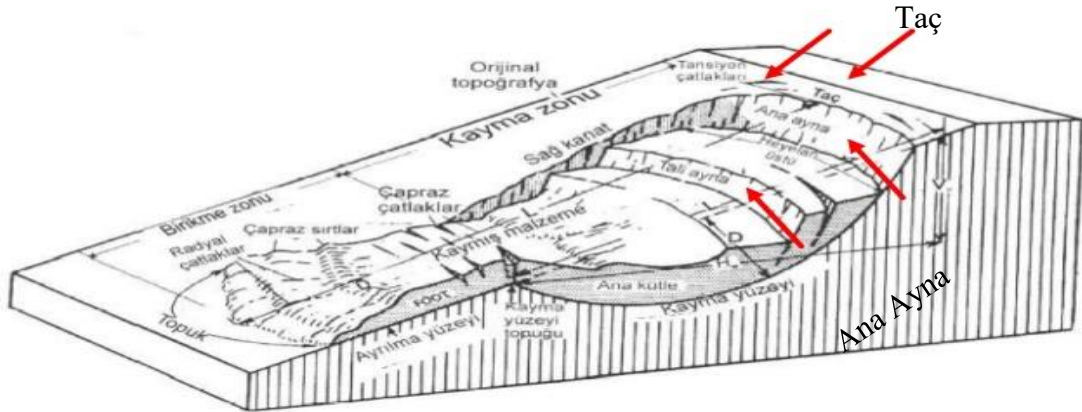
*Akma, gevşek biçimlenmelerin sulanmış ve ıslak olmayan zeminlerde yer değiştirmesi şeklinde tanımlanır. Aslında bu hareketin yaşanmasında temel öge sudur. Akmalar, genelleme yapılacak olursa şiddetli yağın yağmurlar sonrası veya şiddetli yağın yağmurlar sırasında gevşek yapıda malzeme içeren toprak örtüsünde meydana gelir.

*Karmaşık heyelanlar, tüm heyelan çeşitlerinin bir arada görüldüğü toprak kayması türüdür. Çoğunlukla toprak kaymaları karışık şekilde olduğu görülür. Toprak kaymalarının tek bir nedenden dolayı gerçekleşmeyeceği, birçok nedenden oluşabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Öztürk, 2002).

1.1.2.2. Heyelan Kesiti

* Taç: heyelan yapısını en yukarisında olan bölümdür. Heyelanın en üst kısmı olan taç bölümünde çatlaklar görülür.

*Ana (Ayna ya da Esas): Kaymakta olan birimin dik olduğu yüzeydir. Bu kısımda ilk kayma ya da ikincil kaymalar görülmektedir.

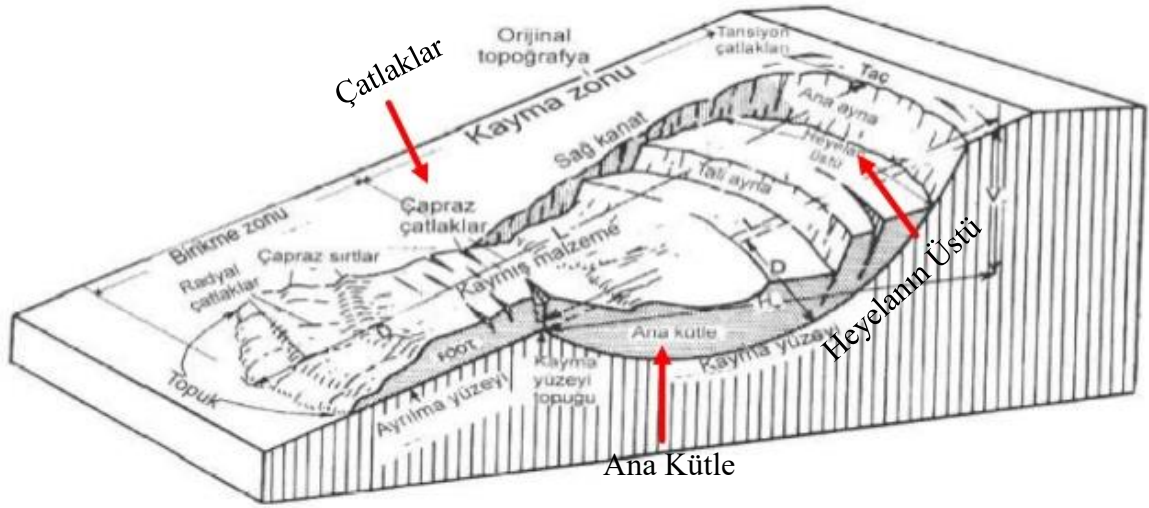


Şekil 1.2. Heyelanın taç ve ana ayna kısımlarını gösteren kesit (Ulusay, 2001)

*Tepe: Hareket halindeki kütle ve esas aynanın karşılaştığı en yukarıdaki noktadır.

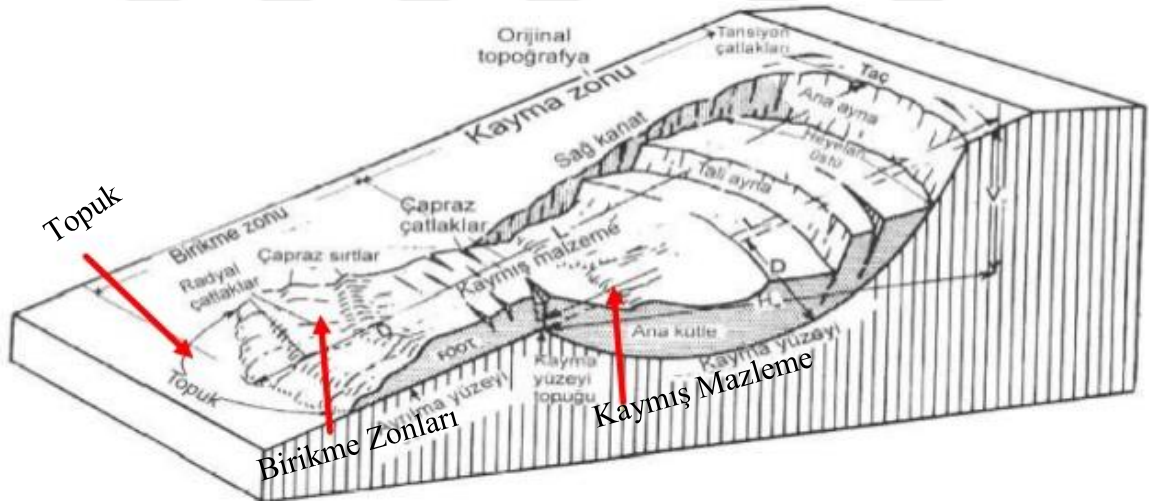
*Ana kütle: Yamaç boyunca hareket eden malzemelere verilen isimdir.

*Enine çatlaklar: Yamaç aşağısında, heyelanın topuk kısmında oluşan çatlaklardır.



Şekil 1.3. Heyelanın üstü, ana kütle, kırık ve çatlakları gösteren kesit (Ulusay, 2001)

*Topuk: hareket etmekte olan kaya parçalarının toplandığı en son kısım olarak tanımlanır. Heyelan olduğu sırada yukarıdaki kısımlar aşağı doğru hareket ederken topuk kısmında çökmeler, kabarmalar ya da akmalar görülmektedir. Heyelanların orta kısımları çökmeler oluştururken, topuk kısımlarında kabarmalar görülmektedir.



Şekil 1.4. Heyelanın topuk kısmını gösteren kesit (Ulusay, 2001)

1.1.2.3. Heyelanın Bileşenleri

Toprak kaymalarında önemli olan üç tane bileşen vardır; Bunlar, eğim, yeraltı suyu ve kaygan yapıda olan topraktır. Bu üç yapı söz konusu olduğunda bir yerde onları aktif hale getiren tetikleyiciler olduğu bilinmektedir. Bu tetikleyiciler; yağış, yük bindirme, ağaçsızlaştırma (bölge de rüzgar varlığı), yapılan kazı çalışmaları ile yer yapısının

dengesinin bozulması, depremler veya yapay sarsıntılardır. Bir bölgede heyelan olduğunu tanımlarken bakılacak şeyler; yer yüzeyindeki çatlaklar, yerin bükülmesi, farklı bölgelerden su sızıntıları, yer yüzeyinde meydana gelen yer değiştirmeler ve titreşimlerdir.

1.1.2.4. Heyelanı Önleme Çalışmaları

Heyelanların önlenmesinde uygulanacak işlemlerde öncelikli olarak yerin kurutulması gerekmektedir. Bunu yapmak için bölgeye yağmur sularını toplayacak oyuklar yapılmalı, biriken suları atık sulara yönlendirme yapılmalı, bahçelerde su emecek kuyular açılmalıdır. Bir diğer işlem yerin tutturulması aşamasında ağaçlandırma yapılmalıdır. Bölgeye istinat duvarları yapılmalı aynı zamanda perdeleme çalışmaları yapılmalı ve bölge üzerine bindirilen yük kaldırılmalı. Aynı zamanda bölge sürekli olarak jeofizik, jeodezik ve jeolojik yöntemlerle gözlenmelidir (Ercan, 2001).

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Demirağ (1991), yapmış olduğu çalışmada; toprak kayması çalışmalarında en önemli sonuçlar veren yöntemlerin sismik ve özdirenç yöntemleri olduğunu söylemiştir. Bunların yanında gelişen teknoloji ile gravite ve manyetik yöntemlerinin de bu çalışmalara dâhil edilebileceğini belirtmiştir. Toprak kaymasının olduğu alanlarda uygulanan sismik yöntemlerin, heyelan alanının jeolojik özelliğine göre farklılık gösterebileceğini, aynı zamanda heyelan çalışmalarında elektrik yöntemin ise profil boyunca alınan ölçümleri içerdiğini ifade etmiştir. Heyelanların jeofizik uygulamaları ile küçük ayrıntılara kadar incelenebileceği, ancak bunun hiç de kolay olmadığı ve özellikle ölçü aygıtı olanaklarının yanı sıra pilot çalışmalara, deneyim ve bilgiye, sağlıklı bir örgütlenmeye gereksinim duyulduğunu vurgulamaya çalışmıştır.

Uyanık ve Türker (2007), Fethiye-Eşen II HES santral ve şalt sahasında oluşan heyelanda, öncelikle gözlem ve değerlendirmeler yapmışlardır. Yapılan gözlemler sonucunda bölgede yüzeyde değişik kalınlıkta moloz ve en aşağılarda kıltaşı, killi kireçtaşı ve kumtaşı karışımlarını gördüklerini ifade etmişlerdir. Bölgede meydana gelen tektonik titreşimler sonucunda kayaçların dayanma kuvvetlerinin azaldığını, yüzeyde bulunan yapıların ise ayrılıp genişlediğini görmüşlerdir. Alttaki seviyelerin, yüzeyde açılan kısımlardan inen yağmur suları sayesinde suya doymun olduğunu görmüşlerdir. Bunun ise kaymaların görülmesine neden olduğunu ifade etmişlerdir. ‘Bölgede bulunan santralde eğikliğinin fazla olması ve bu santral için derin yerlerde kazıların yapılması, kazma sonucu çıkarılan malzemelerin heyelanın olduğu bölgeye doldurulması sonucu heyelan üzerinde fazla yükün olması sebebiyle heyelanın artması söz konusu olmuştur’ şeklinde ifade etmişlerdir. Özdirenç ve sismik kırılma yöntemleri ile toprak kaymasının düzlemini belirlemek istemişlerdir. Ölçümler sonucunda yapılan değerlendirmelerde ana kayada bozulma olan kısmın heyelan içerisinde olduğunu ifade etmişlerdir.

Lebourg ve ark. (2010), DAÖ yöntemini kullanarak 24 elektrot kullanarak çoklu elektrot aleti ile aldıkları ölçülerde, toprak kaymasının kayan yüzeyini ve yerini belirlemeye çalışmışlardır. Ölçümleri dipol-dipol elektrot dizilimini kullanarak, 3 hat boyunca almışlardır. Arazide aldıkları ölçüleri büro ortamında programlamışlar ve yer altı modeli oluşturmuşlardır. Elde ettikleri bu modelleri değerlendirerek toprak kaymasının yüzeyde 12-13m derinlikte olduğunu belirlemişlerdir.

Bekler ve ark. (2011), Çanakkale ili Lapseki ilçesinde bulunan Adatepe köyünün doğusunda yer alan kısımdaki heyelanı incelemişlerdir. Jeofizik yöntemlerden sismik kırılma, elektrik özdirenç ve hidrometre yöntemlerini kullanmışlar ve heyelanın karakterini ortaya koymaya çalışmışlardır. Elektrik özdirenç yöntemini kullanma amaçlarının ise, toprağın suya doymuş ya da doymamış olması ve bu aradaki farkın hangi katmanlarda görüldüğünü ortaya koymak için kullandıklarını söylemişlerdir. Sismik kırılma yöntemi ile P dalgasını incelemişlerdir. Yoğunluk farkına hassas olan hızları incelemişlerdir. Bu yöntemin bir diğer artısının ise doymun olup olmama, ıslak ve kuru yerlerde meydana gelen hız farklarını görme olduğunu belirtmişlerdir. Ölçülen verileri değerlendirmişler ve yüzeyde sığ kısımda bir hareketlilik olduğunu belirlemişlerdir. Kayma yüzeyinin ise hidrometre ile yapılan ölçü sonucuna göre çok büyük olduğunu ifade etmişlerdir.

Işık ve ark. (2012), yapılan çalışma doğru akım özdirenç ölçümlerinin toprak kayması yaşanmış bir bölgede kayan yapının belirlenmesinde jeoteknik ölçümlere yardımcı olarak kullanıldığını ortaya koymaktadırlar. Toprak kayması yaşanan yer, Ankara ilinin Etimesgut ilçesinde bulunan Yıldırım Beyazıt parkında ve parkın belirli kesimlerindedir. Özdirenç ölçülerini, 60 elektrotlu özdirenç cihazı ile almışlardır. Elektrik yöntemin yanı sıra alanda sondaj çalışmaları ve inklinometre çalışmalarını da yapmışlardır. Genel olarak DAÖ yöntemini seçme amaçlarını, yeraltındaki su miktarını belirleme ve aynı zamanda kayma düzlemini belirleme olduğunu söylemişlerdir. Çalışmanın değerlendirilmesi aşamasında yüzeyde 4m derinde yüksek özdirençli yapıların olduğunu, bunun altında ise düşük özdirençli birimlerin olduğunu söylemişlerdir. Yüksek özdirençli yapıların sondaj çalışmalarıyla elde ettikleri verilerle karşılaştırarak kumlu- çakıllı alüvyon birim içerdiğini, düşük özdirençli yapıların içe pliyosen yaşlı killi yapılar olduğu sonucuna varmışlardır. İnklinometre sonuçlarına göre ise toprak kaymasının kayma seviyelerinin ince, su tutan ve alüvyon yapı olduğunu ifade etmişlerdir. Özdirenç yönteminin diğer uygulanan yöntemleri desteklediğini yapmış oldukları çalışmada gördüklerini ifade etmişlerdir.

Uyanık ve Çathıoğlu (2014), yaptıkları çalışmada heyelanın yapısını belirlemek için özdirenç yöntemi ve sismik kırılma yöntemini uygulamışlardır. Üniversite içerisinde heyelan alanında ERT ve ÇASK yöntemlerini uygulamışlardır. İki boyutlu özdirenç ölçümünü çok elektrotlu alet ile 6 farklı hat üzerinde 48 elektrot kullanarak yapmışlardır. Kullandıkları özdirenç yöntemini seçme nedenlerini, heyelanın kaydığı kısmı, yatayda ve düşeyde meydana gelen açılmaları belirlemek için seçtiklerini ifade etmişlerdir.

Gelişli (2018), toprak kaymalarının doğal afetler içerisinde önemli olduğunu, aynı zamanda insan yaşamına etkisi olan kayıplara neden olan çok yaygın bir kütle hareketi olduğunu ifade etmiştir. Toprak kaymalarının yapılarının farklı olduğunu dile getirmiştir. Heyelanı çözümlenmenin kolay olmadığını söylemiştir. Aynı zamanda bir yamaçta heyelanın var olduğunu dile getirmek için farklı yöntemlerle, detaylı olarak araştırma yapılması gerektiğini savunmuştur. Bu çalışmayı gerçekleştiren araştırmacı son zamanlarda heyelan çalışmalarında sıkça kullanılan jeofizik yöntemlerin nasıl ve ne şekilde kullanılacağını anlatıp, bazı bölgelerde yaptığı uygulamaları anlatmıştır. İki boyutlu ve üç boyutlu olarak kullanılan jeofizik yöntemlerin, heyelan çalışmalarında yeraltında bulunan su seviyelerini göstermesi aynı zamanda heyelanın ne şekilde hangi seviyede kayma gösterdiğini anlama açısından etkili olduğunu ifade etmiştir.

Yukarıda örnek verilen diğer çalışmalar incelendiğinde, birçok farklı yöntem bir arada kullanılmış ve EÖY ise bu yöntemleri destekler nitelikte kullanılmıştır. Çanakkale ili içerisinde birçok farklı bölgede heyelanlar üzerinde çalışmalar yapılmış fakat üniversite içerisinde bulunan heyelan ile ilgili çalışmalar yapılmamıştır. Bu çalışmada ise heyelan bölgesinde tamamen EÖY üzerinde durulmuştur. Üç farklı dönemde yerin suya doygunluğu ve kuruluğu göz önünde bulundurularak ölçümler alınmış, zaman bağımlı yer modeli oluşturularak bu model yorumlanmıştır. GPS ile eş zamanlı olarak koordinatlar alınarak yüksek doğruluklu veriler elde edilmiştir.

BÖLÜM 3

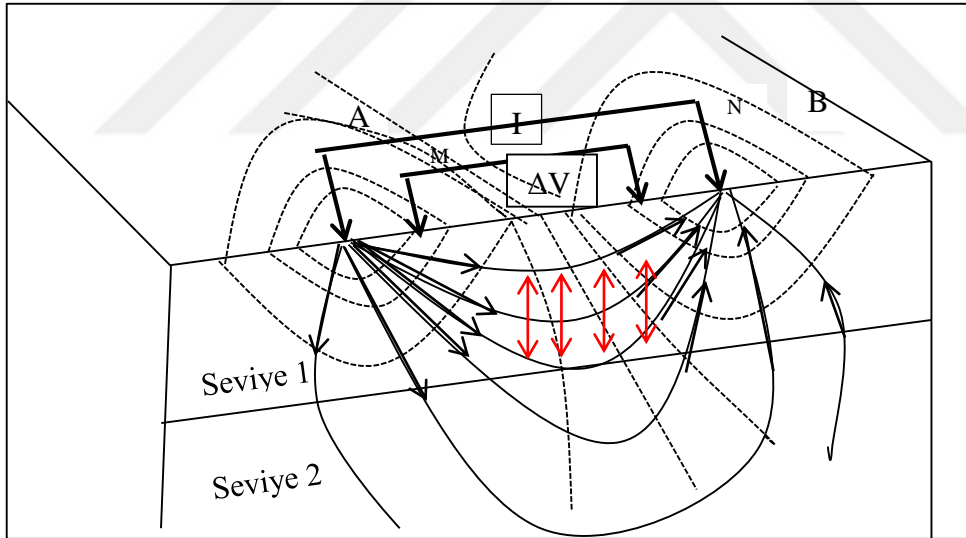
MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Uygulanan Yöntemler

Bu tezin hazırlanmasında arazi çalışmaları ve bununla birlikte arazide alınan ölçülerin büro ortamında değerlendirilmesi çalışmaları yapılmıştır.

3.1.1. Elektrik Özdirenç Yöntemi

Elektrik Özdirenç yöntemi ilk olarak 1915 yıllarında Wenner tarafından uygulanmış olup bu yöntemi 1920'ler de Schlumberger geliştirerek yer altını görüntülemeye başarılı sonuçlar elde etmiştir (Ward, 1988). Teknolojinin gelişmesi ile jeofizik yöntemlerde kullanılan aygıtlar da gelişmiş ve yeraltı yapısı da farklı boyutlarda değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu gelişmeyle birlikte tek bir yöne bağlı olmayı ve tekdüze bir şekilde olmayı ortadan kaldırıp daha gerçeğe yakın yaklaşımlarla incelemeler yapılabilmektedir (Berge, 2002).



Şekil 3.1. Elektrik özdirenç yönteminin iki boyutlu gösteriminde çalışma prensibi. A-B akım elektrotları M-N potansiyel elektrotlarına karşılık yarı sonsuz ortamda oluşan akım ve potansiyel (gerilim) çizgileri

A ve B elektrotları ile yere uygulanan akım, yer içerisinde gerilim farkı oluşturur, bu fark ise M ve N elektrotları aracılığıyla özdirenç aleti ile ölçülmektedir (Şekil 3.1). Ölçülen bu gerilim farkları, elektrotların aralarındaki mesafeye ve yeraltının jeolojik yapısına göre değişiklik gösterir. Gerilim farklarının yere uygulanan akıma bölünmesi ve bu değer geometrik katsayı ile çarpılması o yerin görünür özdirenç değerini verir (3.1). ρ : görünür

özdirenç değerini, ΔV : potansiyel farkı, I : akımı ve k : geometrik katsayıyı ifade etmektedir. Geometrik katsayı değeri kullanılan elektrot dizilimine göre değişiklik gösterir. Bu çalışmada dipol-dipol dizilimi kullanıldığı için bu dizilime uygun katsayı kullanılmıştır (3.2). π : pi sayısını, n : özdirenç seviyesini, a : elektrot aralığını ifade etmektedir. Özdirenç değerleri bağıntılar kullanılarak hesaplanmıştır (Ek Şekil 1).

$$\rho_a = (\Delta V / I)k \quad (3.1)$$

$$k = \pi n(n + 1)(n + 2)a \quad (3.2)$$

Jeolojik birimlerin özdirenç değerleri farklılık gösterir. Bu birimlerin yapı özellikleri ortamdaki su içeriğine ve ortamdaki sıcaklık farklılıklarına göre değişiklik göstermektedir. Aynı birim içerisinde bile farklı özdirenç değerleri görülebilir. Tek bir değerle birim tanımlamak doğru değildir. Kayaçların su içerikleri ve özdirenç değerleri Çizelge 3.1’de gösterilmiştir. Jeolojik malzemelerin özdirenç değerleri Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Kayaçların su içerikleri ve özdirenç değerleri

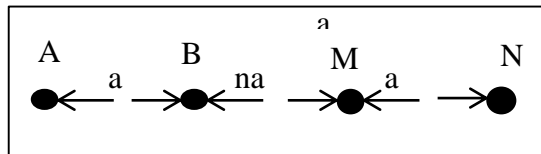
Kayaç ve su içeriği (%)	Elektrik özdirenç (ohm-m)
Silttaşı (%0.54 H ₂ O)	1.5x10 ⁴
Silttaşı (%0.44 H ₂ O)	8.4x10 ⁶
Silttaşı (%0.33 H ₂ O)	5.6x10 ⁸
Kaba taneli kumtaşı (%0.39 H ₂ O)	9.6x10 ⁵
Kaba taneli kumtaşı (%0.18 H ₂ O)	1x10 ⁸
Orta taneli kumtaşı (%1.00 H ₂ O)	4.2x10 ²
Orta taneli kumtaşı (%1.67 H ₂ O)	3.2x10 ⁶
Arkozik kumtaşı (%1.26 H ₂ O)	1x10 ³
Arkozik kumtaşı (%1.00 H ₂ O)	1.4x10 ³
Organik kireçtaşı (%11.0 H ₂ O)	0.6x10 ³
Dolomit (%2.0 H ₂ O)	5.3x10 ³
Dolomit (%1.3 H ₂ O)	6x10 ³
Peridotit (%0.1 H ₂ O)	3x10 ³
Peridotit (%0.03 H ₂ O)	2x10 ⁴
Granit (%0.31 H ₂ O)	4.4x10 ³
Granit (%0.19 H ₂ O)	1.8x10 ⁶
Diorit (%0.02 H ₂ O)	5.8x10 ⁵
Diorit (%0.0 H ₂ O)	6x10 ⁶
Bazalt(%0.95 H ₂ O)	4x10 ⁴
Bazalt(%11.0 H ₂ O)	9x10 ⁵

Çizelge 3.2. Jeolojik malzemelerin özdirenç değerleri

Jeolojik malzeme	Elektrik özdirenç Ω m
Islak aşırı killi toprak	1-10
Islak aşırı siltli toprak ve siltli kil	< 10
Islak siltli ve kumlu toprak	10-100
Silt arıdanmalı kum ve çakıl	<1000
Kaba kuru kum ve çakıl depozitleri	>1000
Çatlakları ıslak toprakla dolmuş çok kırıklı kayaç	100
Çatlakları kuru kumla dolmuş az çatlaklı kayaç	<1000
Masif ve sağlam olarak oluşmuş kayaç	>1000

3.1.2. Elektrik Dizilimi

Akım ve potansiyel elektrotlarının farklı yerlerde kullanılmasına bağlı olarak farklı elektrot dizilimleri uygulanmıştır. Bu dizilimler; Schlumberger, Wenner, dipol-dipol (dipole-dipole), pole-dipol ve pol-pol'dür. Amaca göre farklı dizilimler tercih edilebilir. Çalışma kapsamında dipol-dipol dizilimi bir hat boyunca Şekil 3.2'de gösterildiği gibi dizilmiştir. A ve B; akım elektrotları, M ve N; potansiyel elektrotları, n ; özdirenç seviyesi, a ; elektrot aralığıdır. Dipol-dipol dizilimi düşey yöndeki yapıların modellenmesinde iyi sonuç vermektedir (Loke, 2013; Özdemir, 2008).



Şekil 3.2. Dipol - Dipol elektrotlarının arazide bir hat boyunca dizilimi

Araziden alınan veriler (3.1) ve (3.2)'deki bağıntılar çözülerek yer altındaki seviyeler için görünür özdirenç değerleri hesaplanır. Hesaplanan görünür özdirenç değerlerinin yeraltının gerçek özdirenç değerlerini temsil etmesi için ters çözüm işlemi uygulanmaktadır. Res2d programı ile arazide elde edilen görünür özdirenç değerleri ve kuramsal olarak elde edilen özdirenç değerleri arasındaki farkı en aza indirmek için sönümlü en küçük kareler yöntemi uygulanır. Düz çözüm için sonlu farklar yöntemi kullanılmaktadır. Gerçek ve kuramsal veriler arasındaki fark yineleme işlemi uygulanarak en aza indirilmeye çalışılır. İnilebilecek en düşük hata oranına gelindiğinde ise topografya verileri eklenerek yer altı modeli elde edilir (Dahlin ve Loke, 1998).

3.1.3. Küresel Konumlama Sistemleri (GPS) Ölçme Yöntemi

1980'lerin başlarında GPS kullanan kişiler noktalarda uzun süreler kalarak topladıkları verileri büro ortamında işleyerek veri elde etmişlerdir. RTK da büro da işlem yapma 1993 yılından beri azalmış yerini cm altında hassasiyet sağlayan ve aynı zamanda doğrulama verisi yollayan birkaç verici kullanıp, diğer alıcı olanlarla çok az iletişim kuran ve bu iletişim sonucu hızlı veri akışı sağlayan sistemler almıştır. RTK yöntemi ortaya çıktığında normal GPS sistemleri yerine daha hassas sonuçlar veren ve arazide anında koordinat alınıp işlene bilen sistemler kullanılmıştır. Bu da işlerin daha hızlı ve güvenli yapılmasına olanak sağlamıştır.

GPS uygulamaları, konum belirleme, yapılan çalışmanın çeşidine, ölçü alınacak noktalar arasındaki mesafeye, ölçünün süresine, noktalar üzerinde bulunan alıcıların durağan ya da hareket halinde olmasına, çalışmanın gerçek zamanlı ya da daha sonra değerlendirilmesine bağlı olarak farklı teknikler olarak tasarlanmıştır. RTK - GPS gerçek zamanlı ölçüm yapılması için kullanılan bir yöntemdir. RTK tekniği bağıl sisteme göre tasarlanmıştır. Bağıl sistemde ise koordinatları bilinmeyen bir noktanın, koordinatı bilinen bir noktaya bağlı olarak yerinin tespit edilmesi işlemidir (Yüceses ve ark. 2016).

GPS' in ilk tasarlandığı zamanlarda tüm dünyada anında konumlama sistemi sağlayan bir navigasyon sistemi olacağı düşünülmüştür. Bunun aksine, GPS' de ki meydana gelen hatalardan dolayı kullanılmayan yazılımlar ve özel donatılar koordinatların daha kötü alınmasına olanak sağlamıştır. Bu sorunu ortadan kaldırmak amaçlı farklı yazılımlar geliştirilerek daha güvenli veri alımı için DGPS sistemi elde edilmiştir.

Bu çalışma da GPS yöntemi kullanılmıştır. Noktaların koordinatları yüksek doğrulukla belirlenmiştir. Arazide kullanılan GPS ölçümleri Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. 18.06.2019 tarihinde noktaların koordinatları alınırken kullanılan GPS cihazı

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Çalışılan Alan ve Yer Yapısı Hakkında Bilgi

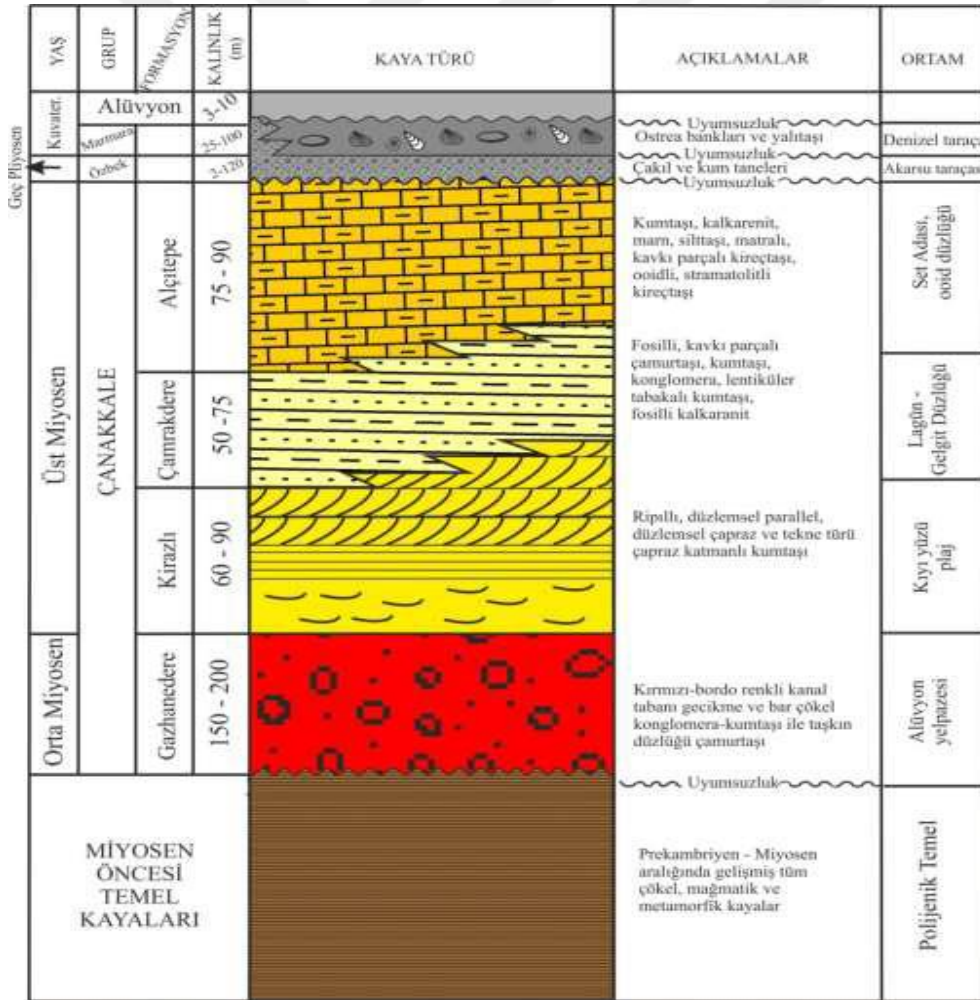
Çalışılan saha, Çanakkale il yerleşim alanının merkezinin güneyinde bulunan, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesinin Kuzey Doğu bölgesinde yer alan kısımdır. Çalışma alanı ve özdirenç profili uydu görüntüsü üzerinde (Şekil 4.1, a, b ve c) de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Çalışılan alanın Çanakkale Boğazi ve Ege Denizine göre konumu (a), Çalışılan alanın yerleşkede bulunduğu yer (b), Çalışılan alan ve alandan alınan özdirenç profilinin bulunduğu yer (c)

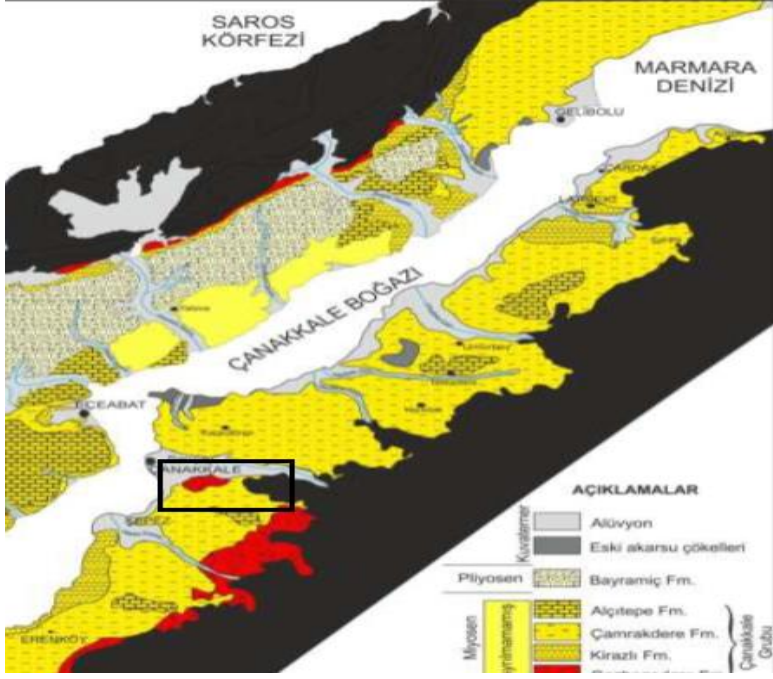
Biga Yarımadası'nın jeolojisi genel olarak, metamorfikler, ofiyolitler, neojen çökelleri ve Oligo-Miyosen ve sonrasında Kuvaterner'e doğru yükselen ve bu dönemde olan magmatik kayalarla anılan formasyondur.

Çanakkale grubu başlıca; çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, sil taşı, marn, kalkarenit ve oolitik kireçtaşından oluşmaktadır. Çanakkale grubu dört formasyondan oluşmaktadır. En altta bulunan Gazhanedere formasyonu, genelde bordo renk içeren çok eski kırmızı renkli, alüvyon yelpazesi içerisinde tortullaşmış, çamurtaşı ve çakıl taşlarından oluşur. Gazhanedere formasyonunun üzerine, çökelmiş gri renk, ince taneli kumtaşı içeren ve üst-miyosen yaşlı olduğu düşünülen kirazlı formasyonu vardır. Kirazlı formasyonunun üzerinde ise, üst miyosen yaşlı çamurtaşı, kumtaşı, konglomera ve kalkarenitler içeren Çamrakdere formasyonu vardır (Atabey ve ark. 2004). Üniversite ve Çanakkale ili yakınlarındaki birimleri gösteren stratigrafik kesit Şekil 4.2'de verilmektedir.



Şekil 4.2. Çanakkale ilindeki birimleri gösteren stratigrafik kesit (Yiğitbaş, 2016)

Çamrakdere formasyonunun üzerinde ise kumtaşı ile birlikte krem renkli kireçtaşları içeren Alçitepe formasyonu bulunur. Yukarıda saydığımız ve Çanakkale grubunu oluşturan tüm bu birimler kendi içlerinde uyum göstererek hem yatay hem de düşey yönde tam bir geçiş halindedirler (Avcıoğlu, 2016). Çanakkale ilinde bulunan, Biga yarımadası ve Gelibolu yarımadasına göre çalışılan alanın gösterildiği jeolojik bilgi veren kesit Şekil 4.3'te gösterilmektedir.



Şekil 4.3. Çanakkale ilindeki Biga yarımadası ve Gelibolu yarımadasına göre çalışılan alanın gösterildiği jeolojik bilgi veren kesit (Yığıtbaş, 2016)

Terzioğlu yerleşkesi içerisinde bulunan heyelan alanı uzun süredir hareketliliğini korumaktadır. Bölgede son zamanda artan yapı stoğu ve düzensiz kentleşme nedeniyle heyelan belirgin olmaya başlamıştır. Heyelan çalışmalarına başlamadan önce 2017 yılında bölgeden alınan görüntüler Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te gösterilmektedir.



Şekil 4.4. Çalışılan alandan 02.05.2017 tarihinde alınan görüntü de oklarla gösterilen kısımlar heyelanın taç ve topuk kısımlarını göstermekte



Şekil 4.5. Çalışılan alandan 02.05.2017 tarihinde heyelanın taç kısmındaki açılmayı göstermekte

Heyelanın taç kısmında açılma yaptığını net bir şekilde göstermektedir. Bölgede yağışlar sonrası toprak yumuşak ve akma eğilimindedir.



Şekil 4.6. Çalışılan alandan 23.04.2018 tarihinde akmaları göstermekte

Ok ile gösterilen kısım ilk ölçü alınan tarihte arazide olan akmaları göstermektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.7. Çalışılan alandan 12.10.2018 tarihinde bölgede profil noktalarını belirlemek üzere kazıkların çakılmasını göstermekte

Arazide sürekli kaymalar olduğu için ve aynı zamanda araziye çakılan kazıkların kaybolması sonucunda, demir çubuklar ve bu çubukları sabitlemekte kullanılan çimento ile birlikte hattın üzerinde GPS ile alınan koordinatlara çubukların çakıldığını gösteren şekildir (Şekil 4.7).



Şekil 4.8. Çalışılan alanda kullanılan özdirenç aleti düzeneği

2B elektrik özdirenç aygıtı, çok elektrotlu kablo ve bağlantı kutusu görölmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.9. Çalışılan alandan 06.03.2019 tarihinde arazi çalışması yapılırken akmalarn olduğunu göstermekte

Yukarıdaki şekil arazi çalışması sırasında bölgenin durumunu göstermektedir. Bir önceki şekillere bakıldığında heyelanda akmalar ve açılmalar belirgin olarak görülmektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.10. Çalışılan alandan 18.06.2019 tarihinde arazide çatlakların belirgin olarak görülmekte

Bölgede yağışlar sonrasında tamamen açılmaların yaşandığı araziden alınan görüntüler Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

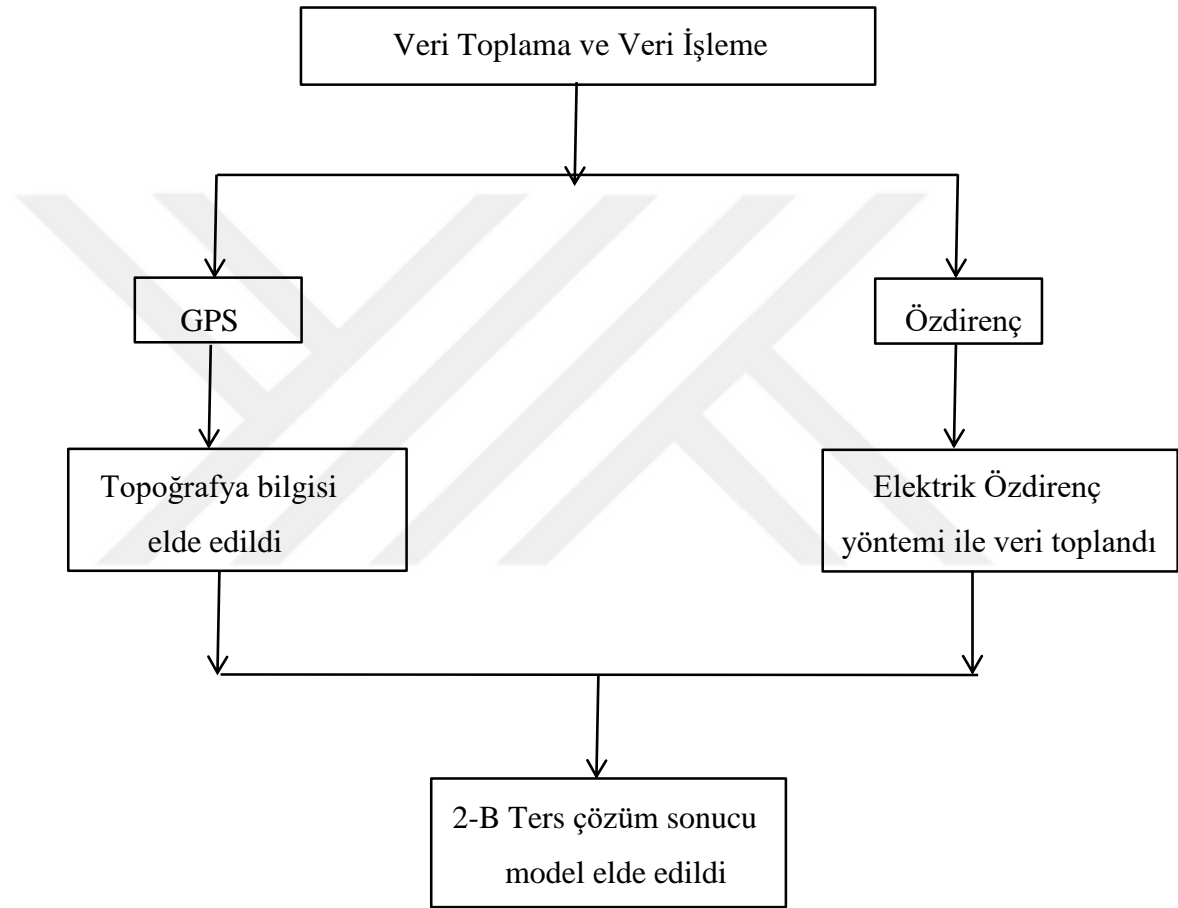


Şekil 4.11. Çalışılan alandan 18.06.2019 tarihinde akmalar oklarla gösterilmekte

Heyelanın eğim doğrultusunda ok ile belirtilen doğrultuda aktığını gösterir şekildir (Şekil 4.11).

4.2. Arazi Çalışmaları

Bu çalışma kapsamında uygulanan yöntemler, bu yöntemlerin uygulanma aşamaları ve elde edilen sonuçları gösterir akış diyagramı Şekil 4.12’de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Heyelan araştırmasında izlenen iş-akışı şeması

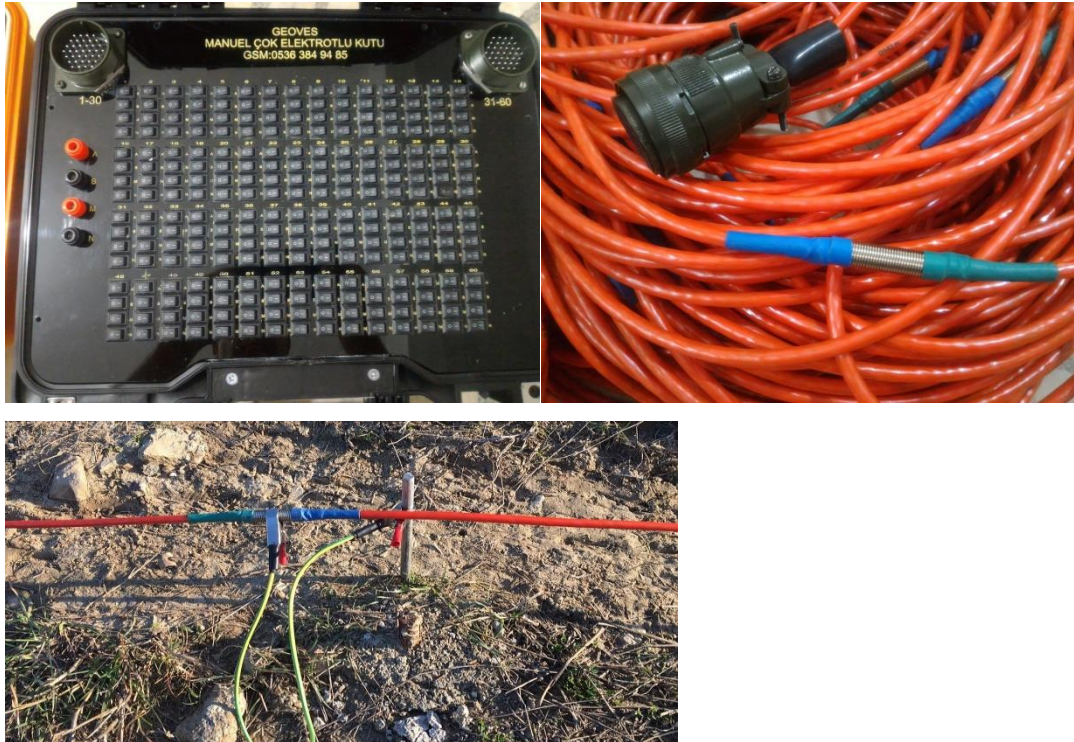
4.2.1. Elektrik Özdirenç Yöntemi Veri Değerlendirme

Bu çalışma Terzioğlu kampüsü içerisinde bulunan heyelan alanı incelenerek saha da Elektrik özdirenç yöntemi uygulanarak ölçü alımı yapılmıştır. Ölçüler ilk olarak 23.04.2018 tarihinde alınmıştır. Bu tarihte alınan ölçüler Şekil 4.13’te gösterilen özdirenç aygıtı ile alınmıştır.



Şekil 4.13. Arazide kullanılan özdirenç aygıtı

Özdirenç aygıtına ek olarak arazi çalışmalarını hızlandıracak çok elektrotlu kablo ve ölçü alım kutusundan oluşan düzenek Şekil 4.14’de gösterilmiştir.



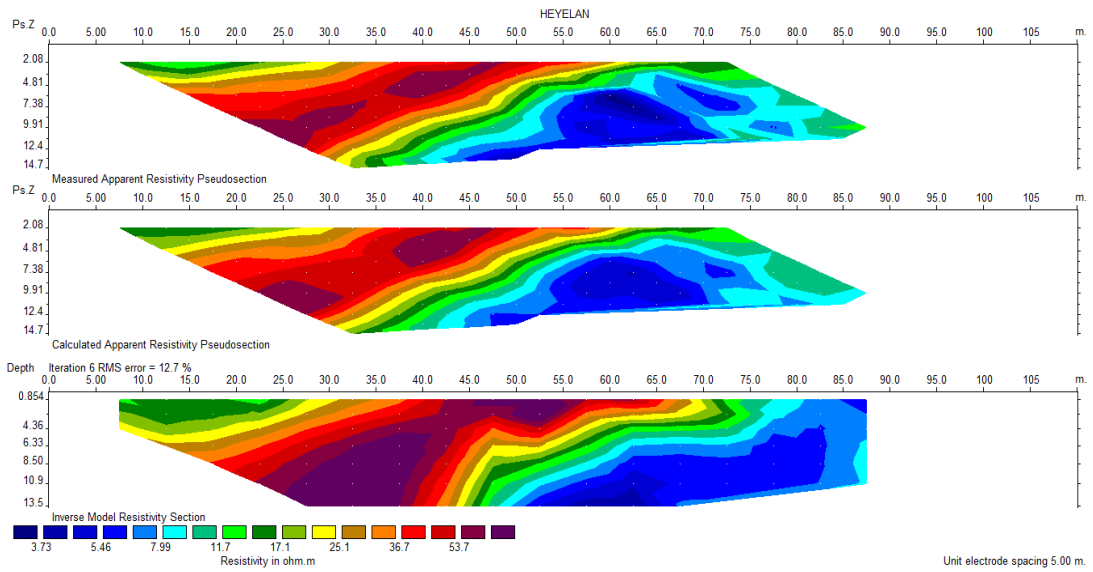
Şekil 4.14. Sol üst; Ölçü alım kutusu, Sağ üst; Çok elektrotlu kablo düzenneği, Alt; Düzenneğin arazide uygulanişı

Ölçüler üç farklı dönemde alınmıştır. Hat uzunluğu 150 m olarak belirlenmiştir. Elektrotlar arası mesafe 5m olarak belirlenmiştir ve Şekil 4.15'te gösterilmektedir.

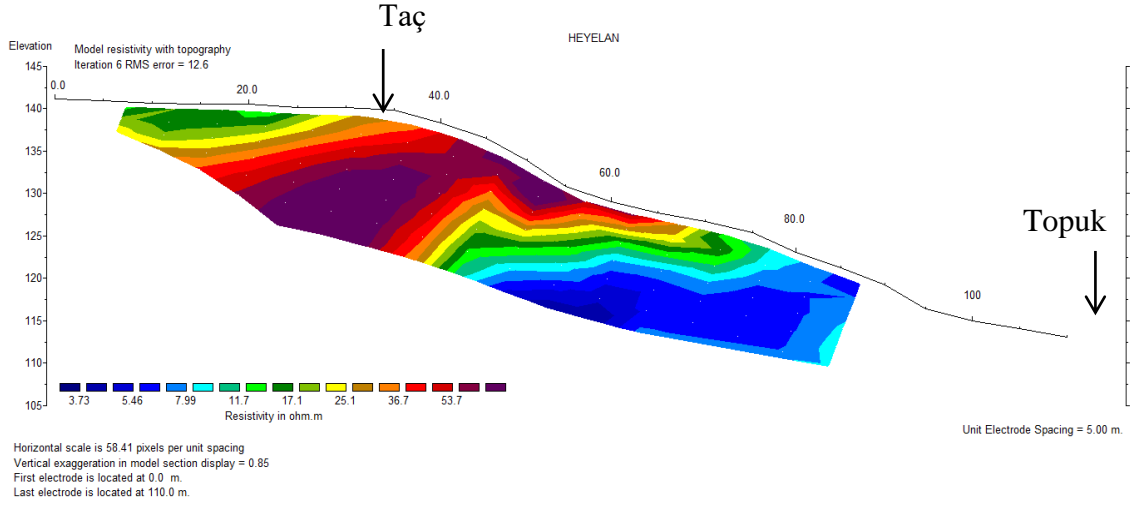


Şekil 4.15. Çalışma alanı üzerinde öz direnç profili gösterimi (Yılmaz Turgal ve Erenoğlu, 2019)

Araziden alınan veriler değerlendirilmiş ve yer modelleri oluşturulmuştur. Her ölçü dönemi için yineleme 5-7 olarak seçilmiştir. Hata oranı %12.6 - %32.2 arasında değişmektedir.

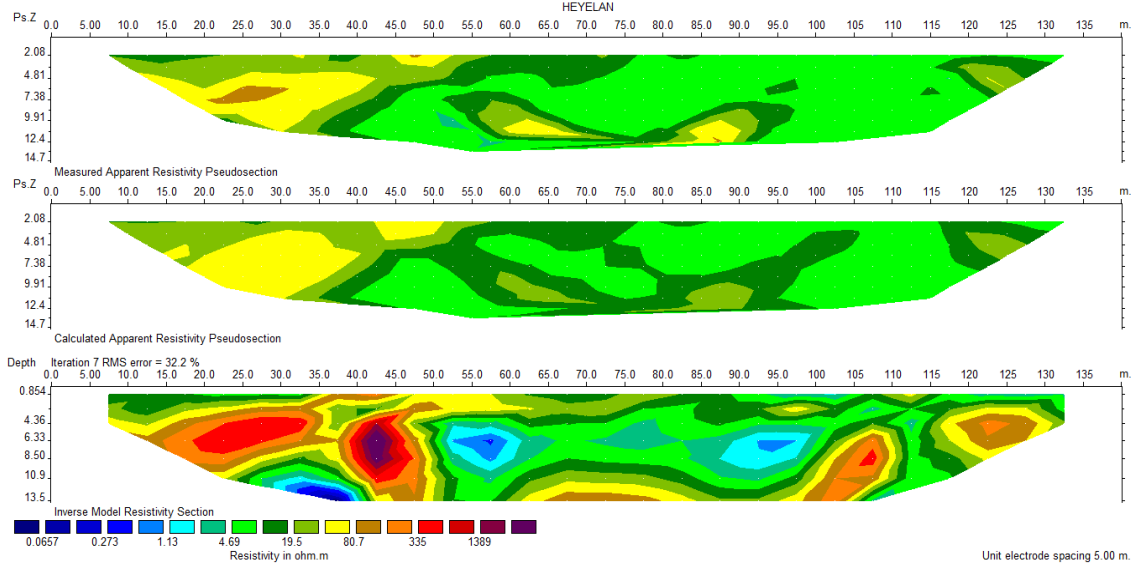


Şekil 4.16. 23.04.2018 tarihine ait dipol-dipol dizilimi ölçülen görünür öz direnç verisi (üstte), ters çözümden hesaplanan görünür öz direnç hesaplanan kesit (ortada) ve derinlik öz direnç modeli (topografyasız) (altta)

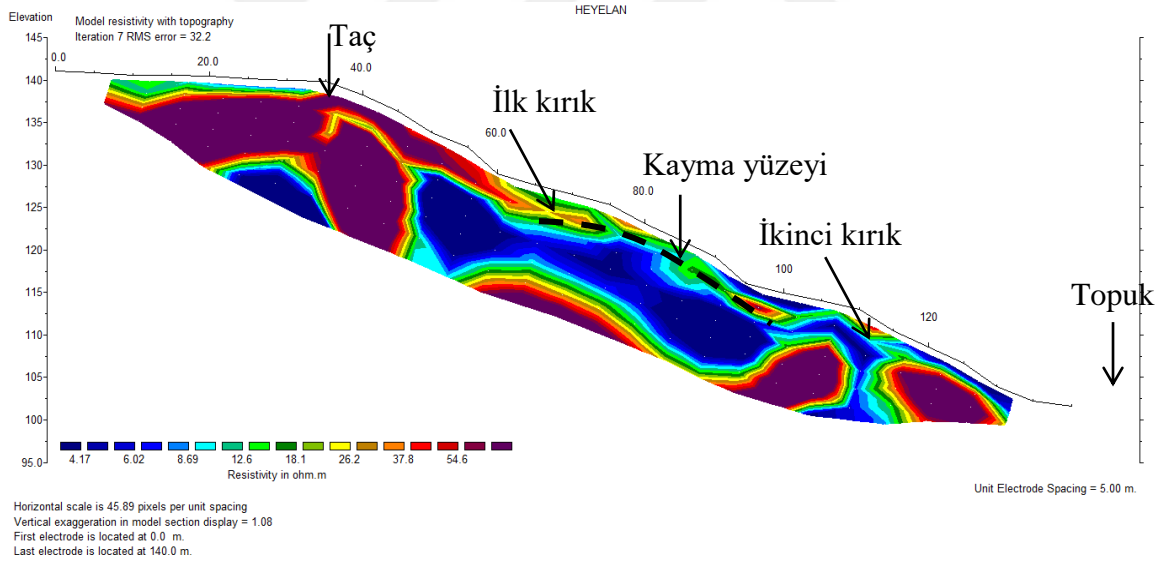


Şekil 4.17. 23.04.2018 tarihindeki arazi çalışması sonucu hazırlanan 2B özdirenç tomografi modeli, topografya ile birlikte

Şekil 4.16’da 3 farklı kesit görülmektedir. Bu kesitlerden üstte olan arazide alınmış olan ölçüler sonucu oluşturulan görünür özdirenç kesiti, ortada ise ters çözümden hesaplanan görünür özdirenç kesiti ve son olarak altta görülen ise üzerine topografya eklenmemiş olan derinlik özdirenç kesitidir. Kesitte olabildiğince düzeltmeler yapılarak araziden alınan ölçülerin bulunduğu kesit, ters çözüm sonucu hesaplanan görünür özdirenç kesitine benzetilmeye çalışılmıştır. Bu kestirim sonucunda, Şekil 4.17’deki modelde, topografya eklenmiş özdirenç modeli elde edilmiş olup bu model incelendiğinde, özdirenç değişimi 1 – 100 Ω m aralığındadır. Ters çözümden iterasyon sayısı 6 olarak belirlenmiş ve sonuç model için hata oranı yüzde % 12.6 olarak görülmüştür. Yüzeğe yakın olan sığ kısımlarda özdirenç değerleri düşük olarak elde edilmiştir. Yüzeğe 4m derinlikte kum-sil-alüvyon ardalanması olduğu düşünülen birimler görülmektedir. 7-15 Ω m özdirenç değerlerinde olan sığ birim, Çanakkale formasyonu olarak bilinen Gazhanedere formasyonunun üstüne konumlanmıştır. Özdirenç değerlerinin yüksek olduğu kırmızı koyu renkli kısımların ana kaya olduğu, bu kısımların üzerinde ve altında 3- 7 Ω m özdirenç sahip suya doymuş birim görülmektedir.



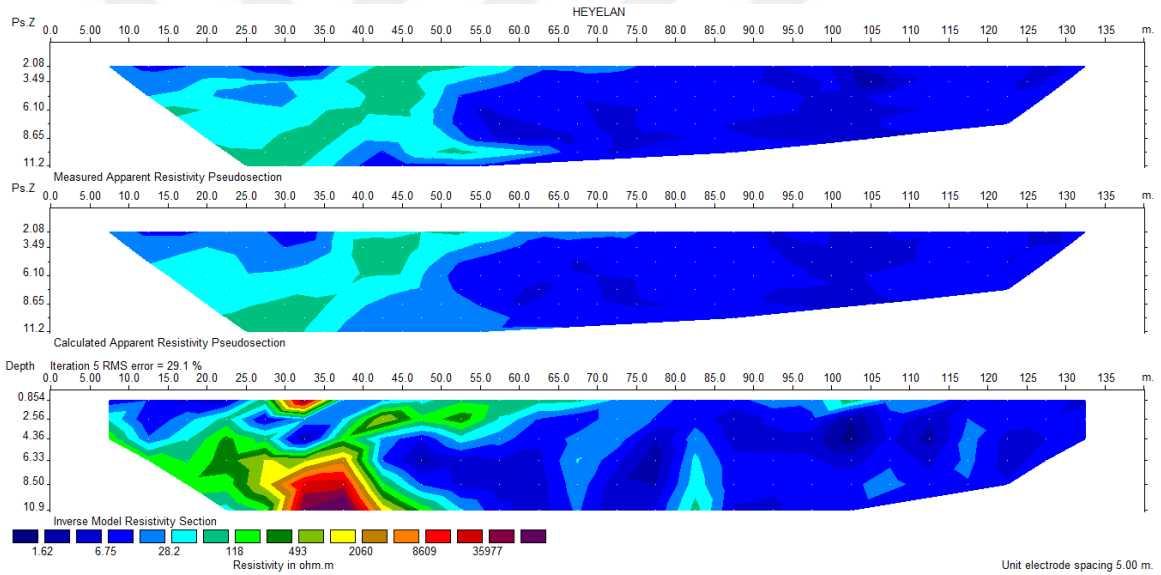
Şekil 4.18. 06.03.2019 tarihine ait dipol-dipol dizilimi ölçülen görünür özdirenç verisi (üstte), ters çözümden hesaplanan görünür özdirenç hesaplanan kesit (ortada) ve derinlik özdirenç modeli (topografyasız) (altta)



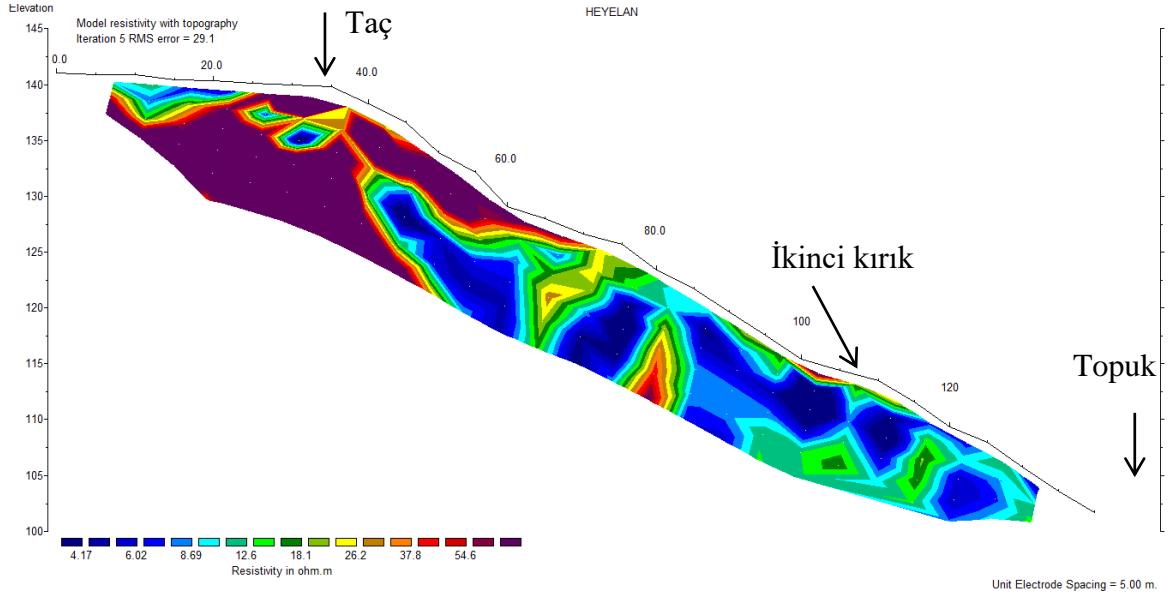
Şekil 4.19. 06.03.2019 tarihindeki arazi çalışması sonucu hazırlanan 2B özdirenç tomografi modeli, topografya ile birlikte

Şekil 4.18’de 3 farklı kesit görülmektedir. Bu kesitlerden üstte olan arazide alınmış olan ölçüler sonucu oluşturulan görünür özdirenç kesiti, ortada ise ters çözümden hesaplanan görünür özdirenç kesiti ve son olarak altta görülen ise üzerine topografya eklenmemiş olan derinlik özdirenç kesitidir. Kesitte olabildiğince düzeltmeler yapılarak araziden alınan ölçülerin bulunduğu kesit, ters çözüm sonucu hesaplanan görünür özdirenç kesitine

benzetilmeye çalışılmıştır. Bu kestirim sonucunda, Şekil 4.19'daki modelde topografya eklenmiş özdirenç modeli elde edilmiş olup bu model incelendiğinde, özdirenç değişimi 1 – 100 Ω m aralığında değişmektedir. Ters çözüm işleminde iterasyon 7 olarak belirlenmiş olup sonuç model için hata oranı yüzdesi % 32.2 olarak görülmüştür. Yüzeyde bir önceki modelde görülen aynı alüvyon birimin olduğu görülmektedir. Onun altında ise çanakkale formasyonu olarak tanımlanan ana kaya görülmektedir. Modelde topuk kısmında görülen ana kayanın, alüvyon birimi tuttuğunu düşünülmektedir. Çanakkale formasyonu içerisinde kumtaşı - kiltası aralanmasında, kumtaşlarının alterasyona uğrayan kılcal çatlakların olduğu yerlerde yağışlar sonrası yüzeyden sızan suların formasyon içerisinde kumtaşı ağırlıklı bölgede düşük özdirenç değerlerine karşılık geldiği söylenebilir. Şekilde birinci ve ikinci kırıkların belirgin olduğu ve bu kısmın altında kalan düşük özdirenç sahip birimin eğim doğrultusunda aktığı söylenebilir.



Şekil 4.20. 18.06.2019 tarihine ait dipol-dipol dizilimi ölçülen görünür özdirenç verisi (üstte), ters çözümden hesaplanan görünür özdirenç hesaplanan kesit (ortada) ve derinlik özdirenç modeli (topografyasız) (altta)



Şekil 4.21. 18.06.2019 tarihindeki arazi çalışması sonucu hazırlanan 2B özdirenç tomografi modeli, topografya ile birlikte

Şekil 4.20’de 3 farklı kesit görülmektedir. Bu kesitlerden üstte olan arazide alınmış olan ölçüler sonucu oluşturulan görünür özdirenç kesiti, ortada ise ters çözümden hesaplanan görünür özdirenç kesiti ve son olarak altta görülen ise üzerine topografya eklenmemiş olan derinlik özdirenç kesitidir. Kesitte olabildiğince düzeltmeler yapılarak araziden alınan ölçülerin bulunduğu kesit, ters çözüm sonucu hesaplanan görünür özdirenç kesitine benzetilmeye çalışılmıştır. Bu kestirim sonucunda, Şekil 4.21’deki modelde topografya eklenmiş özdirenç modeli elde edilmiş olup bu model incelendiğinde, özdirenç değişimi 1 – 100 Ω m aralığında olduğu görülmektedir. Ters çözüm işleminde iterasyon 5 olarak belirlenmiş olup sonuç model için hata oranı yüzdesi % 29.1 olarak görülmüştür. Üst kısımda diğer dönemlerdeki kesitleri destekler nitelikte düşük özdirenç değerine sahip sığ birim ana kaya üzerinde yer almaktadır. Arazinin suya fazlasıyla doymun olması nedeniyle düşük özdirençli yapı fazlalığı görülmektedir. Arazinin suya doymunluğu ana kaya olarak nitelendirilen yüksek özdirençli birimin topuk kısmına yakın olan bölgede görülmesini engellediği söylenebilir.

4.2.2. GPS Tekniği ile Veri Değerlendirme

Çalışma alanı olarak belirlenen Terzioğlu yerleşkesinde GPS tekniği kullanılmıştır. Elektrik özdirenç ölçüleri alındığı zamanlarda GPS ile koordinatlar belirlenmiştir. Jeolojik ve geoteknik etütlerle sağlam olduğu belirlenmiş zeminlerde ve deformasyon alanında, 5m aralıklarla çelik şeritmetre yardımıyla aynı doğrultu üzerinde olmak koşuluyla 30 adet nokta

her özdirenç ölçü alımı sırasında eş zamanlı olarak bu noktaların koordinatları alınmıştır. Özdirenç ölçü koordinatları GPS tekniği sayesinde yüksek doğruluklu olarak belirlenmiştir.

Üç dönemde alınan x, y ve z koordinatları için ayrı ayrı standart sapma değerleri bilgisayar ortamında hesaplanmıştır.

23.04.2018 tarihinde arazide GPS ile ölçülen koordinatların standart sapma değerleri hesaplanmıştır (Ek Şekil 2). X ve z koordinatlarının standart sapma değerleri $x=13,342$; $z=13$, olarak bulunmuştur. y koordinatlarının standart sapma değeri $y=39,814$ olarak hesaplanmıştır. X ve z koordinatları y koordinatına göre yüksek doğruluklu olarak belirlenmiştir.

06.03.2019 tarihinde arazide GPS ile ölçülen koordinatların standart sapma hesaplamaları incelendiğinde (Ek Şekil 3), x ve z koordinatlarının standart sapma değerleri $x=13,256$; $z=13,692$ olarak bulunmuştur. İki değer birbirine yakınken, y koordinatlarının standart sapma değeri $y=39,889$ olarak hesaplanmıştır. X ve z koordinatları y koordinatına göre yüksek doğruluklu olarak belirlenmiştir.

18.06.2019 tarihinde arazide GPS ile ölçülen koordinatların standart sapma hesaplamaları incelendiğinde (Ek Şekil 4), x ve z koordinatlarının standart sapma değerleri $x=16,658$; $y=13,289$ olarak bulunmuştur. İki değer birbirine yakınken, y koordinatlarının standart sapma değeri $y=38,779$ olarak hesaplanmıştır. X ve z koordinatları y koordinatına göre yüksek doğruluklu olarak belirlenmiştir.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Biga Yarımadası'nda yer alan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu yerleşkesi yakınındaki eğimli arazide bulunan heyelan incelenmiştir. Bu heyelan beş yıldır süregelerek eğim doğrultusunda hareket etmeye devam etmektedir.

Araziden 23.04.2018, 06.03.2019 ve 18.06.2019 tarihlerinde Dipol – Dipol dizilimi uygulanarak özdirenç ölçümleri alınmıştır. Bu ölçümlere eş zamanlı olarak GPS ile koordinatlar yüksek hassasiyette alınarak arazi verileri bilgisayar ortamında uygun yazılımlarla modellenmiş, yer elektrik kesitleri oluşturulmuştur. GPS ile alınan koordinatların hassasiyetleri, standart sapmaları hesaplanarak istatistikler yapılmıştır. Koordinatların hesaplanan standart sapmaları değerlerine göre x ve z koordinatları y koordinatlarına göre yüksek doğruluk içerdiği görülmektedir.

Çalışmada üç farklı dönemde tek profilden ölçü alınması hem modelleme, hem de izleme yapmak amacıyla belirlenmiştir. Araziden alınan ölçüler, güncel görüntüler ve geçmiş tarihlerdeki görüntülerinde katkısıyla yapılan değerlendirmede, bölgede yer değişimlerinin süre geldiği görülmektedir. Özdirenç ölçülerinde her dönem için yineleme 5-7 olarak seçilmiştir. Sonuç modeller için hata oranı yüzdeleri % 12.6 - % 32.2 olarak görülmüştür. Hata oranı yüzdelerinin yüksek olduğu görülmektedir. Ölçü değerlerine yakın ani değişimlerin iki sebepten olduğu söylenebilir, ölçüm sırasında yaşanan sorunlar ya da bulunulan ortamdan kaynaklandığı söylenebilir. Her üç dönem içinde renk skalası sabit tutularak değerlendirme yapılmıştır. Bazı veriler renkler bakımından kapanmış olarak görülse de ana hatları tutturulduğu için aynı skalanın baz alınması sorun teşkil etmemektedir. Yer modellerine bakıldığında, üç dönem içinde hazırlanan kesitlerde, 7-10 Ω m arasında görülen düşük özdirençle temsil edilen, suya doymuş birimler ile birbirlerine iyi tutturulmamış kumtaşı ve silttaşları özellikle yoğun yağışların ardından heyelan hareketini kolaylaştırdığı görülmüştür. Sarı-krem renkli, masif, ince tabakalı, iyi çimentolanmamış kumtaşı ve çakıltaşı birimlerini içeren kısımlar yüksek özdirenç değerleriyle temsil edilmektedir. Bu birimler Çanakkale formasyonu içerisinde bulunan Gazhanedere ve Çamrakdere formasyonlarını temsil eden ana kaya olduğu düşünülmektedir. Veriler doğrultusunda bölgenin yağış suları ile beslendiği ve akımların bu dönemlerde sık görüldüğü söylenebilir.

Çalışma alanı çevresine istinat duvarlarının tesis edilmesi, bu alan üzerinde yük yaratacak yapılaşma ya da benzeri yüklemelerden uzak durulması ve drenaj kanallarının

yapılması yağmur sularının yeraltına geçişini engellemek ve bölgeden tahliye edilmesi için önerilebilir. Heyelan çekincesi olan bölgelerde, çok disiplinli mühendislik stratejisine dayanan Elektrik öz direnç, GPS, vb.. ölçme teknikleri yardımıyla heyelanların izlenmesi ve modellenmesi gerçekleştirilebilir. Böylece heyelan bölgeleri ve yakın çevresinde tesis edilmesi planlanan mühendislik yapılarının, güvenli ve sağlıklı bir şekilde oluşturulabilmesi için, yapı – zemin ilişkisinin ihtiyaç duyulduğu gibi sağlanabilmesi amacıyla bu tez çalışmasında kullanılan yaklaşım önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Atabey E., Ilgar A., Sakıtaş A., 2004. Çanakkale Havzasının Orta-Üst Miosen Stratigrafisi, MTA Dergisi, Türkiye, (128): 79-97.
- Avcıoğlu M., 2016. Çanakkale Boğazı Kıyılarının Morfotektonik Nitelikleri ve Bunun Jeolojik Anlamı. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Bekler T., Ekinci Y. L., Demirci A., Erginal A. E., Ertekin C., Gürbüz C., 2011. Characterization of a Landslide Using Seismic Refraction, Electrical Resistivity and Hydrometer Methods, Adatepe - Canakkale, NW Turkey. Journal of Environmental and Engineering Geophysics. vol.16, pp.115-126, 2011.
- Berge M. A., 2002. Sığ Aramacılıkta Sonlu Farklar Yöntemi ile İki-Boyutlu Düz Çözüm Özdirenç Modellemesi. Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye.
- Bogoslovsky V. A., Ogilvy A. A., 1977. Geophysical Methods for the Investigation of Landslides Geophysics. Volume 42, Issue 3, pp. 562-571.
- Candansayar M. E., 2016. Jeofizik Elektrik Yöntemler, Ders Notları.
[http:// acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=480](http://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=480)
- Dahlin T., Loke M. H., 1998. Resolution of 2D Wenner Resistivity Imaging as Assessed by Numerical Modelling. Journal of Applied Geophysics, (38), pp. 237-249.
- Demirağ O., 1991. Jeofizik Yöntemlerle Heyelan Araştırmaları. Jeofizik, (5), s.43-50.
- Ercan A., 2001. Yer Araştırma Yöntemleri; Bilgiler Kurallar TMMOB Jeofizik Müh. Odası Yayını, s. 339.
- Gelişli K., 2018. Jeofizik Yöntemlerle Heyelan Araştırmaları. Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi. Cilt 17, (2), 2018. s. 115-126.
- Google Earth, 2018.
[https:// earth.google.com / web / search](https://earth.google.com/web/search), 28 Kasım 2018.

Işık N. S., Özer M., Orhan M., Adil F., 2012. Heyelan Etütlerinde Elektrik Özdirenç Ölçümlerinin Kullanılmasına Yönelik Bir Uygulama: Yıldırım Beyazıt Parkı, (Etimesgut-Ankara). *Yerbilimleri*, 33 (3), s.283-293.

İTÜ, 2009.

<http://web.itu.edu.tr/~caglari/jeotermal/jeoelek.html>

KGM, 2015. Heyelan Tanımlama ve Veri Oluşturma Kılavuzu. Karayolları Genel Müdürlüğü. Jeolojik Hizmetler Şubesi Müdürlüğü, Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı. Ankara.

Lebourg T., Hernandez M., Zerathe S., El Bedoui S., Jomard H., Fresia B., 2010. Landslides Triggered Factors Analyzed by time Lapse Electrical Survey and Multidimensional Statistical Approach. *Engineering Geology*. (114): pp.238 – 250.

Loke M. H., 2013. Tutorial: 2D and 3D Electrical Imaging Surveys. Erişim Tarihi: 05.04.2013.

<http://www.geotomosoftware.com/coursenotes.zip>

Narman C., 2013. Karayolu Boyunca Bir Heyelan Araştırması için Elektrik Özdirenç Yöntem Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye.

Özdemir A., 2008. Çok-Elektrotlu Jeofizik Rezistivite Ölçümlerinin Yeraltı Suyu ve Jeotermal Arama Alanlarındaki Uygulamalarının Değerlendirilmesi. *Reserchgate*, June 2008. (195):pp.7-13.

Öztürk K., 2002. Heyelanlar ve Türkiye'ye Etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* Cilt 22, (2): S.35-50.

Ulusay R., 2001. Uygulamalı Jeoteknik Bilgileri Ders Notları.

Uyanık O., Türker, E., 2007. Fethiye-Eşen II HES Şalt ve Santral Sahasındaki Potansiyel Heyelanının Yer teknik Özellikleri ve Yorumu. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Türkiye, (11):1, s.84-90.

Uyanık O., Çatlıoğlu B., 2014. Elektrik Özdirenç ve Sismik Kırılma Yöntemlerinden Heyelan Geometrisinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Türkiye, 18(3):s. 22-29.

- 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, pp.11-33.
- Ward S. H., 1988. The Resistivity and Induced Polarization Methods. In Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems Society of Exploration Geophysicists. 1988. pp. 109-250.
- Yılmaz Turgal A., Erenoğlu R. C., 2019. Jeoelektrik ve Jeodezik Ölçmelerle Heyelanların Zamansal İzlenmesi Üzerine Bir İnceleme, Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, 2019 (2): s.15 – 30.
- Yiğitbaş E., 2016. Jeolojik-Antropojenik Sebep-Sonuç İlişkileri Açısından Çanakkale Heyelanlarına Toplu Bakış. Researchgate. S. 1-16.
- Yüceses O., Erenoğlu R. C, Erenoğlu O., 2016. GPS/GNSS Verileriyle Heyelanların CBS Ortamında Üç Boyutlu Modellenmesi ve Analizi. 6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2016), 5-7 Ekim 2016, Adana.



EK 1. Görünür öz direnç değerlerinin hesaplandığı tablo

A	B	M	N	AB	MN	AM	AN	BM	BN	I	VER	AT	K	S	RO
0	5	10	15	5	5	10	15	5	10	100	5	100	94,20	17	16,01
0	5	15	20	5	5	15	20	10	15	100	7	10	376,80	73	19,65
0	5	20	25	5	5	20	25	15	20	100	7	10	942,00	41	27,59
0	5	25	30	5	5	25	30	20	25	100	10	10	1884,00	41	38,62
0	5	30	35	5	5	30	35	25	30	100	5	1	3297,00	121	39,89
0	5	35	40	5	5	35	40	30	35	100	6	1	5275,20	118	51,87
0	5	40	45	5	5	40	45	35	40	100	9	1	7912,80	139	61,10
0	5	45	50	5	5	45	50	40	45	100	9	1	11304,00	105	65,94
0	5	50	55	5	5	50	55	45	50	100	9	1	15543,00	60	51,81
0	5	55	60	5	5	55	60	50	55	100	9	1	20724,00	24	27,63
0	5	60	65	5	5	60	65	55	60	100	9	0,1	26941,20	132	19,76
5	10	15	20	5	5	10	15	5	10	100	9	100	94,20	22	11,51
5	10	20	25	5	5	15	20	10	15	100	9	100	376,80	8	16,75
5	10	25	30	5	5	20	25	15	20	100	9	10	942,00	53	27,74
5	10	30	35	5	5	25	30	20	25	100	9	10	1884,00	36	37,68
5	10	35	40	5	5	30	35	25	30	100	9	10	3297,00	22	40,30
5	10	40	45	5	5	35	40	30	35	100	8	1	5275,20	156	51,43
5	10	45	50	5	5	40	45	35	40	100	8	1	7912,80	116	57,37
5	10	50	55	5	5	45	50	40	45	100	8	1	11304,00	66	46,63
5	10	55	60	5	5	50	55	45	50	100	8	1	15543,00	26	25,26
5	10	60	65	5	5	55	60	50	55	100	9	1	20724,00	13	14,97
10	15	20	25	5	5	10	15	5	10	100	9	100	94,20	24	12,56

EK 2. 23.04.2018 tarihinde arazide GPS ile ölçülen koordinatların standart sapma hesaplamaları

Y	X	Z	23.04.2019 ORTALAMA FARK			23.04.2019 ORTALAMA FARK Z			Y fark	X fark	Z fark	Y Ortalama	X Ortalama	Z Ortalama	
			y	x	z	y	x	z							
1	450920,351	4442599,329	141,196	-86,626	-22,118	15,563	4439,073	489,224	242,220	-13,000	181,000	-126,000	450917,018	4442515,447	129,893
2	450925,185	4442594,909	141,190	-61,835	-20,488	15,457	3823,613	419,775	218,812	88,000	-89,000	-80,000			
3	450939,899	4442586,460	140,991	-97,119	-18,987	15,298	3262,622	360,521	234,042	543,000	38,000	-131,000			
4	450944,660	4442588,034	140,672	-92,358	-17,413	14,979	2741,399	303,226	224,383	1249,000	-86,000	-92,000			
5	450949,394	4442599,396	140,594	-87,624	-15,891	14,901	2268,080	252,937	222,093	405,000	341,000	-84,000			
6	450954,178	4442591,137	140,540	-82,840	-14,330	14,847	1835,297	209,360	220,445	354,000	140,000	-20,000			
7	450959,037	4442602,642	140,176	-97,981	-12,805	14,483	1442,584	165,978	209,770	285,000	56,000	-36,000			
8	450963,741	4442604,313	140,131	-93,277	-11,134	14,438	1107,383	123,975	208,468	396,000	144,000	-141,000			
9	450968,366	4442605,970	139,858	-88,452	-9,477	14,165	809,537	89,821	200,660	-141,000	28,000	-28,000			
10	450973,652	4442607,200	139,320	-84,366	-8,227	12,627	593,720	67,690	156,452	22,000	126,000	-70,000			
11	450977,174	4442608,661	138,540	-79,844	-6,786	10,847	393,799	46,055	117,667	41,000	277,000	-220,000			
12	450981,262	4442610,146	137,933	-75,796	-5,301	8,240	248,263	28,105	67,905	21,000	-16,000	-113,000			
13	450985,970	4442611,540	136,822	-71,048	-3,907	5,129	122,066	15,168	26,311	394,000	-827,000	286,000			
14	450990,056	4442613,156	129,007	-65,982	-2,291	3,314	48,475	5,251	10,983	1,000	3,000	-77,000			
15	450994,627	4442614,645	127,744	-62,391	-0,802	2,051	5,719	0,644	4,208	13,000	-26,000	-74,000			
16	450999,425	4442616,248	126,682	-59,207	0,801	0,989	5,792	0,641	0,979	16,000	-85,000	-102,000			
17	451004,012	4442617,738	125,374	-56,994	2,291	-0,319	48,911	5,247	0,101	53,000	33,000	-74,000			
18	451008,504	4442619,289	123,096	-54,886	3,842	-2,567	131,920	14,758	6,742	5,000	308,000	-6,000			
19	451012,965	4442620,634	121,251	-52,847	5,187	-4,442	254,295	26,901	19,728	87,000	-105,000	-41,000			
20	451017,389	4442622,186	119,213	-50,771	6,719	-6,480	423,151	45,140	41,985	46,000	-45,000	-63,000			
21	451021,842	4442623,623	116,415	-48,824	7,996	-9,278	616,213	63,930	80,073	361,000	-420,000	-363,000			
22	451026,403	4442624,982	113,032	-46,985	9,535	-10,661	865,457	90,909	113,448	165,000	101,000	-122,000			
23	451031,176	4442626,369	114,127	-45,158	11,122	-11,566	1166,744	123,690	133,762	45,000	37,000	-107,000			
24	451035,865	4442628,189	111,135	-43,847	12,741	-12,558	1509,061	162,323	137,692	141,000	-119,000	-123,000			
25	451040,289	4442629,664	110,628	-42,771	14,217	-13,065	1872,348	202,112	226,941	88,000	-21,000	-153,000			
26	451044,607	4442631,125	108,722	-41,589	15,678	-13,971	2264,678	245,787	288,000	34,000	34,000	-102,000			
27	451048,165	4442632,728	106,711	-40,147	17,279	-14,982	2719,271	298,550	360,300	86,000	83,000	-91,000			
28	451051,800	4442634,415	104,112	-38,782	18,968	-15,981	3224,154	359,770	465,721	64,000	-193,000	-152,000			
29	451055,173	4442636,069	101,838	-37,595	21,221	-16,955	3781,961	450,314	612,311	345,000	445,000	-403,000			
30	451058,845	4442637,819	101,707	-36,927	22,372	-17,986	4346,321	500,488	575,307	91,000	33,000	-77,000			
Toplam							43669,905	5161,988	5386,815						
Zdr							1585,169	178,000	185,752						

EK 3. 06.03.2019 tarihinde arazide GPS ile ölçülen koordinatların standart sapma hesaplamaları

Y	X	Z	6.02.2019 ORTALAMA FARK			KARE			6.02.2019 ORTALAMA FARK			Y fark	X fark	Z fark		
			Y	X	Z	Y	X	Z	Y Ortalama	X Ortalama	Z Ortalama					
1	450930,278	4442953,510	141,150	-47,024	-21,494	15,511	4492,511	479,430	240,601	450997,305	4442915,405	225,819	-113	181	-126	
2	450995,271	4442954,870	141,070	-42,034	-20,538	15,491	3848,242	421,714	238,744				88	-89	-80	
3	450940,442	4442956,498	140,860	-56,863	-18,808	15,241	3333,424	357,500	232,298				543	38	-131	
7	450995,522	4442902,698	140,140	-37,883	-12,708	14,221	1442,723	161,483	210,869				285	56	-36	
8	450994,327	4442904,457	139,990	-32,878	-10,849	14,374	1087,362	159,879	206,933				588	144	-141	
9	450968,425	4442903,998	139,830	-28,890	-9,408	14,211	834,966	89,504	201,962				-141	28	-28	
10	450972,674	4442907,344	138,150	-24,631	-8,060	12,831	606,696	64,958	159,951				22	126	-70	
11	450977,215	4442908,938	136,320	-20,090	-6,468	10,701	403,616	41,831	114,519				41	277	-220	
12	450981,283	4442910,150	133,820	-16,022	-5,276	8,201	256,711	27,833	67,262				21	-16	-113	
13	450996,504	4442910,913	132,090	-10,801	-4,493	6,471	116,666	20,184	41,878				534	-627	2268	
14	450990,057	4442913,159	128,930	-7,248	-2,247	3,311	52,536	5,048	10,965				1	3	-77	
15	450994,640	4442914,619	127,670	-2,665	-0,787	2,051	7,103	0,619	4,208				13	-26	-74	
16	450999,441	4442916,163	126,580	2,136	0,757	0,961	4,362	0,574	0,924				16	-85	-102	
17	451004,055	4442917,771	125,300	6,760	2,365	-0,516	45,995	5,595	0,102				53	33	-74	
18	451008,509	4442918,981	123,090	11,204	3,575	-2,328	125,325	12,783	6,394				5	-208	-6	
19	451013,052	4442920,529	121,210	15,747	5,123	-4,409	247,962	26,249	19,436				87	-105	-41	
20	451017,635	4442922,121	119,150	20,330	6,715	-6,489	413,301	45,096	41,844				46	-45	-53	
21	451022,205	4442923,863	116,050	24,899	8,437	-9,569	619,900	71,528	91,259				361	420	-369	
22	451026,948	4442925,083	114,910	29,263	9,677	-10,709	836,311	83,651	114,676				165	101	-122	
23	451031,221	4442926,606	114,020	33,916	11,200	-11,999	1150,281	125,447	134,529				45	37	-107	
24	451036,006	4442927,873	113,010	38,701	12,467	-12,609	1497,752	159,434	158,878				141	-315	-125	
25	451040,377	4442929,643	110,470	43,072	14,237	-15,149	1855,180	202,702	229,482				88	-21	-158	
26	451044,641	4442931,159	108,620	47,136	15,753	-16,999	2240,878	242,168	238,955				34	34	-102	
27	451049,251	4442932,809	106,620	51,846	17,403	-18,999	2698,266	302,876	360,949				86	83	-91	
28	451053,864	4442934,222	103,960	56,559	18,816	-21,659	3198,898	354,054	469,098				64	-193	-152	
29	451058,608	4442935,537	102,230	61,503	20,131	-23,289	3758,033	409,271	547,030				543	-1131	-608	
30	451063,036	4442937,832	101,830	65,731	22,446	-23,989	4320,338	503,838	575,456				91	33	-77	
							Toplam	46142,795	5093,706	5436,447						
							Zp	1591,151	175,714	187,464						
							S.Sapma	39,889	13,256	13,692						

EK 4. 18.06.2019 tarihinde arazide GPS ile ölçülen koordinatların standart sapma hesaplamaları

2	450882,270	4442776,830	96,411			-60,781	-18,140	19,046	3694,379	329,087	226,385	343,000	38,000	-131,000	451043	4442793	81
3	450987,016	4442776,302	96,248			-56,035	-16,668	14,883	3139,968	277,829	221,507	1249,000	-86,000	-92,000			
4	450991,783	4442779,866	95,902			-51,368	-15,074	14,537	2928,449	237,332	211,327	409,000	341,000	-84,000			
5	450996,537	4442779,313	95,820			-46,514	-13,637	14,455	2163,589	186,519	208,950	354,000	-140,000	-26,000			
6	451001,306	4442780,904	95,755			-41,745	-12,066	14,390	1742,678	145,593	207,075	285,000	56,000	-36,000			
7	451005,800	4442782,110	95,518			-37,251	-10,790	14,133	1387,667	115,782	200,310	386,000	144,000	-141,000			
8	451010,373	4442783,829	95,341			-32,476	-9,141	13,976	1024,717	83,561	193,331	441,000	28,000	-28,000			
9	451015,081	4442785,541	95,128			-27,970	-7,429	13,863	782,343	55,193	182,184	22,000	126,000	-70,000			
10	451019,626	4442787,110	94,835			-23,425	-5,860	13,770	548,749	34,342	150,555	41,000	277,000	-220,000			
11	451024,035	4442788,367	94,933			-19,016	-4,603	10,568	361,613	21,189	111,685	21,000	-16,000	-113,000			
12	451028,250	4442789,973	89,240			-14,801	-2,997	7,975	219,081	8,983	62,017	534,000	427,000	126,000			
13	451033,346	4442789,511	87,480			-9,505	-2,028	6,113	80,333	3,333	37,384	1,000	9,000	-77,000			
14	451036,624	4442792,805	84,448			-6,427	-0,165	3,083	41,311	0,027	9,506	13,000	-26,000	-74,000			
15	451041,250	4442793,555	83,340			-1,801	0,985	1,975	3,245	0,970	3,901	16,000	-85,000	-102,000			
16	451045,730	4442795,878	81,968			2,678	3,098	0,603	7,173	9,020	0,364	53,000	33,000	-74,000			
17	451050,960	4442797,454	81,030			7,509	4,484	-0,215	56,379	20,104	0,112	9,000	-308,000	-6,000			
18	451054,731	4442738,840	78,740			11,680	-54,130	-2,623	136,413	2890,079	6,890	87,000	-105,000	-41,000			
19	451059,052	4442800,122	77,086			16,001	7,152	-4,279	236,019	91,148	18,309	46,000	-45,000	-63,000			
20	451063,516	4442801,570	74,970			20,465	8,600	-6,395	418,800	73,957	40,895	361,000	420,000	-365,000			
21	451067,286	4442802,950	72,920			24,235	9,980	-8,445	587,316	99,596	71,216	165,000	101,000	-121,000			
22	451071,808	4442804,157	70,740			28,797	11,187	-10,625	826,942	125,144	112,889	45,000	37,000	-107,000			
23	451076,454	4442805,851	69,790			33,403	12,881	-11,575	1115,734	165,915	133,978	141,000	-315,000	-125,000			
24	451081,002	4442807,670	68,820			37,951	14,700	-12,543	1440,248	216,084	157,375	88,000	-21,000	-158,000			
25	451085,302	4442808,861	66,978			42,451	15,982	-11,287	1802,053	232,549	206,983	34,000	34,000	-105,000			
26	451088,007	4442810,560	64,708			44,956	17,590	-16,657	2021,006	309,401	277,452	86,000	83,000	-91,000			
27	451093,062	4442812,370	63,350			50,011	19,400	-18,013	2501,090	376,352	324,537	64,000	-193,000	-152,000			
28	451097,967	4442813,102	61,131			54,916	20,132	-20,234	3015,723	405,289	409,411	3435,000	-1131,000	-608,000			
29	451101,880	4442814,740	58,950			58,629	21,770	-22,415	3437,513	479,924	502,428	91,000	33,000	-77,000			
30	451104,459	4442816,402	57,017			61,408	23,632	-24,345	3770,893	606,989	592,620						
									Toplam	43610,447	8046,828	5121,448					
									ZD	1503,809	277,477	176,602					
									S.Sapma	38,779	16,658	13,289					

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Ayşe YILMAZ TURGAL

Doğum Yeri: Ardahan

Doğum Tarihi: 16.10.1986

EĞİTİM DURUMU

Lisans : Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü.
2009

Yüksek Lisans : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik
Mühendisliği Anabilim Dalı. 2019.

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

Yılmaz Turgal, A., Erenoğlu, R. C., 2019. Jeoelektrik ve Jeodezik Ölçmelerle Heyelanların
Zamansal İzlenmesi Üzerine Bir İnceleme. Jeomorfolojik Araştırma Dergisi. (2): s.16-
22.

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

Bozkurt O., Yılmaz Turgal A., Erginal A. E., Erenoğlu O., Ulugergerli U. E., Erenoğlu R.
C., 2019. Geophysical Determination of Surface Rupture of AD740 Earthquake, Lake
İznik, NW Turkey. International Conferences on Science and Technology ICONST
2019.

Çınar H. E., Yılmaz Turgal A., Erginal A. E., Erenoğlu O., Ulugergerli U. E., Erenoğlu R.
C., 2019. Is Submergence of the Saint Neophytos Basilica (Lake İznik, NW Turkey)
Caused by AD740 Earthquake or Climate Change? Discussion of Geoelectrical Data.
International Conferences on Science and Technology ICONST 2019.

Yılmaz Turgal A., Erenoğlu R. C., 2019. Yeryüzeyinden Çok Disiplinli Yaklaşım ile Heyelan İzlemelerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir İnceleme. 72. Türkiye Jeoloji Kurultayı.

Yılmaz Turgal A., Erenoğlu R. C., 2019. Assessment of Ground-Based Multi-Discipline Monitoring Approach Studies to Landslide Investigations. Recent Advances in Mathematical and Engineering Sciences International Mathematics and Engineering Conference 24-26 July 2019 Lviv, Ukraine.

Naiboğlu Dereci F., Erenoğlu R. C, Erenoğlu O., Yılmaz Turgal A., 2018. Afet Bilinci ve Eğitim Durumunun Saptanmasına Yönelik Anket Tabanlı Bir Çalışma. 2. Uluslararası Sosyal Bilimler Eğitimi Sempozyumu.

c) Katıldığı Projeler

Yer yüzeyinden Çok Disiplinli Yaklaşım ile Heyelan İzlemelerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir İnceleme. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi – BAP FYL-2018-1111, 2019, tamamlandı.

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl :

- Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı- Stajyer 2006-2007
- Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı-Stajyer 2007-2008
- Halliburton Company (TPAO)- Petrobank Data Loader 2011-2013

İLETİŞİM

E-posta Adresi : ayilmaz2186@gmail.com