



# Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

*Araştırma Makalesi*

## Düzce İli Karaçörtlen Köy Yolu Hattı Heyelan Riskinin İnklinometre Çalışmalarıyla Araştırılması

Ernam ÖZTÜRK <sup>a,\*</sup>, Baran TOPRAK <sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Rek. Yapı İşleri ve Tek. Daire Bşk. Jeoloji Mühendisi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE*

<sup>b</sup> *İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, TÜRKİYE*

\* *Sorumlu yazarın e-posta adresi: er77turk@gmail.com*

### ÖZET

Bu çalışmada, Düzce İli, Çilimli ilçesi, Karaçörtlen Köyü Yolu üzeri 5,5km'lik aralığında A1(40° 54.756'K enlemi ve 31°1.066'E boylamı) ile A2(40° 54.660'K-31° 1.052'E) noktaları arasında kalan 180 metrelik yol hattı boyunca kayma yüzeyi derinliği, yer altı suyunun kalınlığı ve sağlam zeminin tespit edilebilmesi ve jeofizik-geoteknik parametrelerin belirlenmesi için arazide toplamda 6 adet Düşey Elektrik Sondaj Yöntemi(DES), 3 adet Sismik Kırılma Yöntemi ve 3 adet Masw yöntemi uygulanmıştır. Veriler 3 adet istasyondan toplanmış ve değerlendirilmiştir. Çalışma alanında 40 m sondaj çalışması yapılmış ve sonrasında 30 m inclinometer kuyusu hazırlanmıştır. Arazi inclinometre ile gözlemlenerek kayma yüzeyinin tespiti yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Heyelan, Geoteknik, İnklinometre*

## Investigation of Landslide Risk of Karaçörtlen along the Village Road Border by the Inclinometer Test in Duzce City

### ABSTRACT

In this study, six Vertical Electrical Drilling (VED) and three seismic refraction and three Masw of geophysical methods were applied to determine the geotechnical and geophysical parameters and to establish the depth of landslide, the thickness of groundwater and solid soils along the road of 180 meters between the points A1(40° 54.756'N latitude and 31°1.066'E longitude), A2( 40° 54.660'N-31° 1.052'E ) on the Karaçörtlen village road of 5,5 Km in Çilimli district (Düzce). The data were collected from three stations and evaluated. A total of 40 m SPT were drilled and 30 m inclinometer well were performed. In the end, the study area were observed with the inclinometer and the sliding surface were determined.

**Keywords:** *Landslide, Geotechnic, inclinometer*

## I. GİRİŞ

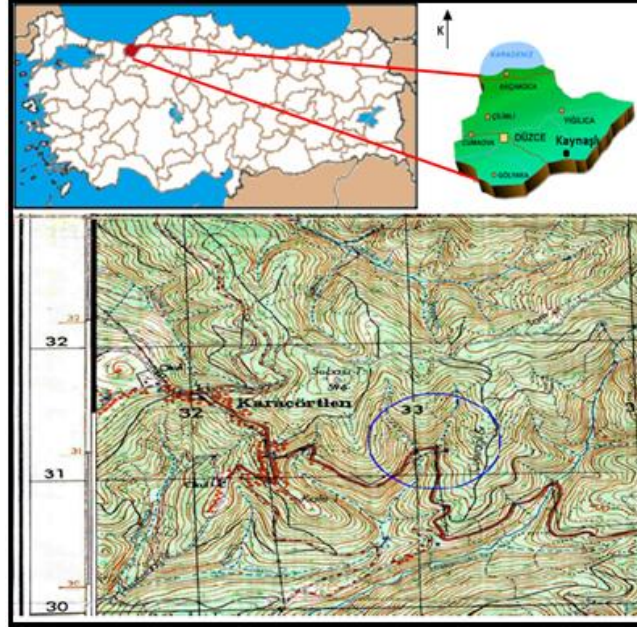
**G**ÜNÜMÜZDE heyelanlar ve heyelanları önleme çalışmalarının jeofizik metotlarla araştırılması hem ekonomik ve hem de kolay olması nedeniyle önem arz etmektedir. Bu nedenle, yer kaymalarının sedimanter havzalarda jeofizik yöntemlerle araştırılmasının yanında hidrolik özelliklerin iyi bir şekilde bilinmesini gerektirir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar jeofizik metotların yer kaymaları ve su araştırmalarında diğer metotlardan çok daha güvenilir olduğunu göstermiştir [1, 2]. Heyelan çalışmalarında en önemli ve yaygın kullanılan 2 faktörden biri topografik şartlar, diğeri ise yeraltı efektif su seviyesindeki artışlardır. Bu bağlamda su ve heyelan araştırmalarında jeofizik yöntemlerinin versiyonları olarak; rezistivite, sismik, manyetik, uzaktan algılama, elektromanyetik jeofizik, inclinometre yöntemleri kullanılmaktadır [3-8].

Bu çalışmada, Düzce İli, Çilimli ilçesi, Karaçörtlen Köyü Yolu üzeri 5-5,5km'sinde A1(40°54.756'K enlemi ve 31°1.066'E boylamı) ile A2(40°54.660'K-31°1.052'E) noktaları arasında kalan 180 metrelik yol hattı boyunca toprak kaymalarının, kayma yüzeyi derinliğinin belirlenmesi, hangi noktada ne kadar kaydığının tespit edilmesi ve kütlenin kayma noktasının tespiti 30 m inklinometre kuyusu hazırlanarak gözlem ve kayıtlar alınarak tespit edilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Çalışma alanında buna benzer yerel zemin hareketliliği konusunda, daha önce jeofizik yöntemler yardımıyla heyelan, zeminin deformasyonu ve hareketliliği konusunda çalışmalar yapılmıştır [9]. Geniş alanlardaki kaymaların gözle takip edilmesi imkansızdır, ya uydu fotoğrafı ile ya da inklinometre yardımı ile takip edilebilir. Bu çalışmada, amaç Karaçörtlen köy yolu geçen eğimli alanın kütle kaymasının inklinometre araştırması ile tespit edilmesidir.

## II. MALZEME ve YÖNTEM

### *A. ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFİ KONUMU VE MORFOLOJİSİ*

Çalışma alanı Batı Karadeniz bölgesinde İstanbul ile Ankara illerinin arasında kalmaktadır. İklim olarak Karadeniz iklimi hakimdir. Türkiye'nin en zengin bitki örtüsüne sahip yörelerinden olan bölgenin hem kuzey hem de güney mevkii sık ormanlarla kaplıdır. Morfolojik açıdan bölgenin güney ve kuzeyindeki yükseltiler arasında göllerinde içinde bulunduğu basenler boyunca yaklaşık Doğu-Batı uzanımlı topografik olarak düşük eğimlere sahip düzlükler yer almaktadır. Bölgede Adapazarı-Bolu arasında düşük eğime (0-10) sahip alanlar afet bölgesinin % 20'sini oluşturmaktadır. Çalışma alanında eğim en fazla %30-45'tir (Şekil 1).



*Şekil 1. Çalışma alanının 1/25000 eğim haritası (G26a1 paftası) [10]*

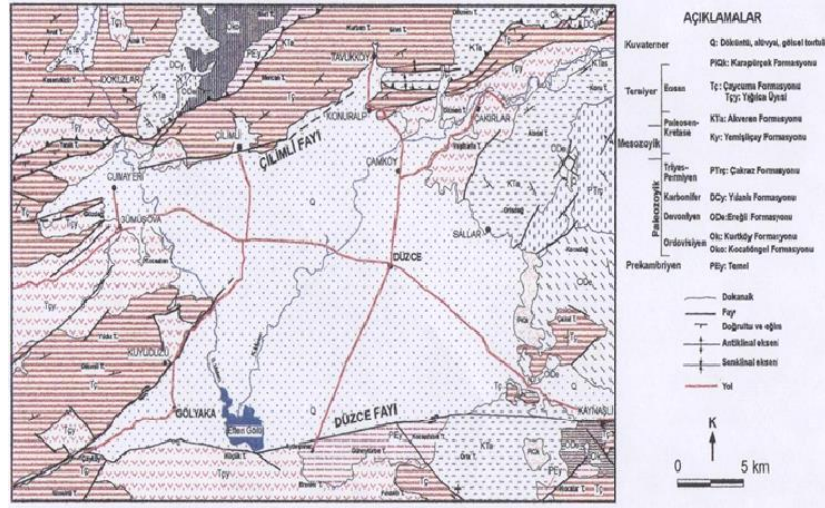
### *B.ÇALIŞMA ALANININ GENEL JEOLojİSİ*

Düzce ili ve yakın çevresindeki en yaşlı birim Prekambriyen yaşlı (Pey) birim olup (Şekil 2) çalışma alanının güney-batısında yer alan Efteni Gölünün güney-doğusundaki Kuvaterner yaşlı tortul birimler ile dokanak halindeki Düzce Fayının güney kısmında mostra verirler. Ayrıca Düzce ilinin kuzey-batısında yer alan Çilimli fayının kuzey ve kuzeybatısında da bu birime ait mostralara rastlanmaktadır. Genel anlamda fazlaca altere olmuş ve yer yer şistosite gösteren granit, granodiyorit karakteristiğindedir. Bu birim bazı kaynaklarda Yedigöller Formasyonu adı ile de anılmaktadır [10,11].

Paleozoyik; Kocatöngel Formasyonu (Oko); kumtaşı ara seviyeli silisli çamurtaşından oluşan formasyon Erken Ordovisiyen yaşlıdır. Düzce'nin Kuzeyinde Karacaören-Gürcühüseyinağa köyleri arasında Bolu Masifi temel kayaları üzerine uyumsuz olarak gelir. Kurtköy Formasyonu (Ok); çamurtaşı, silttaşı, çakıltaşı ara seviyeli kumtaşlarından oluşan formasyon Erken Ordovisiyen yaşlıdır. Düzce'nin güneydoğusunda Kaynaşlı civarında yüzeylenir. Ereğli Formasyonu (Ode); kireçtaşı ara seviyeli Şeyl-Kumtaşından oluşan formasyon Ordovisiyen-Alt Devoniyen yaşlıdır. Kaynaşlı'nın kuzeyinde yüzeylenir. Yılanlı Formasyonu (DCy); dolotomitik kireçtaşı ve dolomitten oluşan formasyon Genç Devoniyen-Erken Karbonifer yaşlıdır. Çilimli'nin kuzeybatısında Dokuzlar köyü civarında çok sınırlı bir alanda gözlenir. Mesozoyik; Çakraz formasyonu (Ptkç); çakıltaşı, Kumtaşı, Çamurtaşından oluşan formasyon Permiyen-Triyas yaşlıdır. Düzce'nin doğusunda Ereğli formasyonu ile dokanakta görülür. Yemişliçay Formasyonu (Ky); volkanik Kumtaşı, Kiltası, Aglomera, Andezitik-Bazaltik lav, Tüfit ve Mikritik Kireçtaşından oluşan formasyon Kretase-Paleosen yaşlıdır. Düzce'nin kuzeydoğusunda Yılanlı formasyonu ile birlikte sınırlı yayımlı olarak bulunur. Akveren formasyonu (Kta); kiltası, silttaşı ara seviyeli killi kireçtaşı-Marn ve Resifal Kireçtaşından oluşan formasyon Geç KretasePaleosen yaşlıdır. Kaynaşlı'nın kuzeyinde Çapakbey ile Kaynaşlı arasında, kuzeydoğuda Yukarıbayır, Sallar ve Nalbantoğlu köyleri civarında, Ketenciler-Kurtköy arasında ve kuzeybatıda Domuzgözü tepe yöresinde yüzeyler [9,10]. Senozoyik; Çaycuma Formasyonu

(Tç) ve Yığılca Üyesi (Tçy); kumtaşı-konglomera-marn-Tüfit (volkanik kumtaşı) ten oluşan Çaycuma formasyonu Erken-Orta Eosen yaşlıdır. Düzce'nin kuzeyi ve batısında iyi gözlenir. İçindeki geniş yayımlı volkanitler Yığılca Üyesi olarak ayrılır. Yığılca Üyesi başlıca Volkanik Kumtaşı, Tüf/Tüfit, Andezit-Bazaltik lavlar veya volkanik breşlerden oluşur. ErkenOrta Eosen yaşlıdır. Düzce'nin güneyi, batısı ve kuzeydoğusunda gözlenir. Karapürçek Formasyonu (PIQk); zayıf tutturulmuş çakıltası, kumtaşı, çamurtaşından oluşan formasyon Erken Kuaterner yaşlıdır. Düzce'nin doğusunda temel kayaların önünde etek düzlükleri teşkil edecek şekilde bulunur.

Genç Çökeller (Q); Düzce havzasını dolduran tüm kırıntılı çökellerin (Geç Pleyistosen-Holosen), depolama yerine bakmaksızın çakıl-kum-silt ve killerden oluştuğu görülür. Havza kenarlarında çok az miktardaki döküntü veya yamaç molozunun dışında alüvyal ve gölsel alanlarda depolanmış oldukları dikkat çeker. Düzce havzasındaki tortul kalınlığı hakkındaki bilgiler sınırlı sayıda sondaja esas itibarıyla jeofizik verilere dayanır ve yaklaşık 260 m civarındadır [7,8], (Şekil 2).



Şekil 2. Düzce Havzasının Jeolojik Haritası [9]

## C. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ VE HİDROJEOLJİSİ

Kocatöngel Formasyonu (Oko): Kumtaşı ara seviyeli silisli çamurtaşından oluşan formasyon Erken Ordovisiyen yaşlıdır. Düzce'nin Kuzeyinde Karacaören-Gürçühüseyinağa köyleri arasında Bolu Masifi temel kayaları üzerine uyumsuz olarak gelir. İnceleme alanında tabaka eğimi %15-25 derece aralığında, arazi eğimi ise %40-50derece aralığında değişmektedir. Yol hattında heyelanların olduğu bölgelerde eğim yer yer %50-75 aralığında değişmektedir, (Şekil 3).

## D. YÖNTEM

### D.1. İnklinometre Sondaj Yöntemi

Bu çalışmada sahada idarenin yaptığı incelemeler sonucunda bir adet inklinometre kuyusu yeri tespit edilmiştir (şekil 3).Sondaj makinasının girebileceği lokasyon noktası tespit edildikten sonra, sondaj makinası ile kuyu uygun çapta delinmiş, özel olarak üretilmiş (içinde karşılıklı çift ölçüm kanalı bulunan)

inklinometre boruları önceden temin edilmiş, demonte olarak sahaya getirilerek kuyu başında montaj ve izalasyonu yapıldıktan sonra kuyuya indirilmiş ve kuyu cidarı ile inklinometre borusu arasına çimento şerbeti basılarak kuyu teçhizi tamamlanmıştır.



*Şekil 3. Uydu Görüntüsü Üzerinde Arazi Çalışmalarının Aplikasyonu (Toprak Kayması İle İlgili Uydu Görüntüsü)*

#### *D.2. RST Digital Mems Inclinometer System*

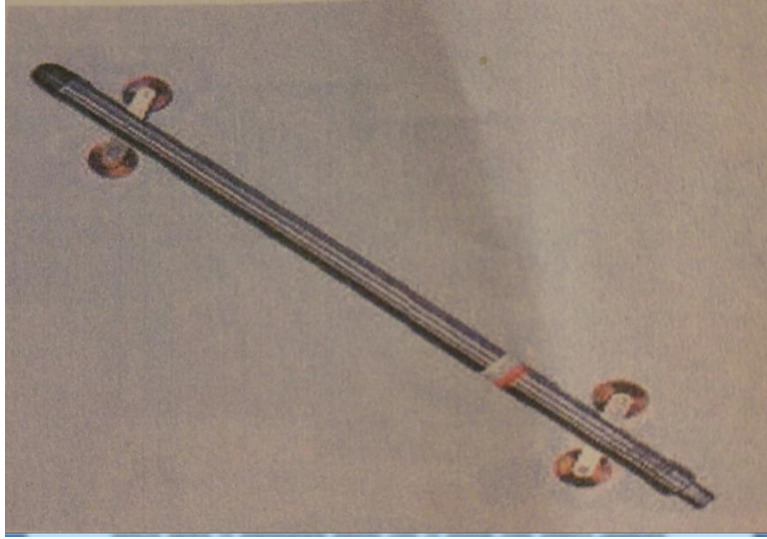
Sistem Kanada yapımı olup, dünyada kullanılan en yaygın ve gelişmiş inklinometre teknolojilerinden biridir. Üç ana ekipmandan oluşur. Bunlar; El datalogger (PDA), Makaraya sarı 50 metrelik kablo ve inklinometre probudur. Ayrıca kuyu başında kablo sabitlemek amacıyla kırmızı renkli alüminyum malzemeden yapılmış kuyu başı aparatları mevcuttur. Inklinometre aletinin fabrika teknik özellikleri şöyle sıralanabilir (Şekil 4,5);

- İnklinometre aleti uluslararası standartlarda CE belgelidir,
- Alet -30 ile +55 derece arasında çalışabilir,
- Ölçüm miktarı minimum 50 cm de bir yapılabilir,
- Ölçümleri digital olarak kaydeder,
- Okumaları 0.1 mm hassasiyetindedir,
- Ölçüm yönleri A ve B aksında çift olarak alınır,
- Değerlendirmeler bilgisayar yazılımında yapılır,
- Okumalar grafikleri; toplam deplasman, zamana göre hareket hızı ve hareket yönü grafikleri bulunmaktadır.





*Şekil 4. RST MEMS Inclinerometer Genel Görünüş*



*Şekil 5. RST MEMS İnklinometer System Prob*

### *D.3. İnklinometre Okumalarının Kayıt Yöntemi ve Kullanılan Ekipman*

Kuyular hazırlandıktan sonra ve çimento şerbeti prizini aldıktanm sonra “RST Digital Mems İnklinometer” marka İnklinometre ile kuyu okumaları yapılmıştır. İlk okuma referans okuma olarak adlandırılmıştır. İlk okumadan sonra yapılan her okuma ilk okumanın üstüne işlenmek suretiyle hareket ve deplasmanların miktarı yönü ve derinliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Kayıtlar aşağıdaki şekilde alınmıştır;

Okuma yapacak tekerlekli, elektronik prob, kablosu yardımıyla kuyu dibine önce A aksı yönünde indirilir. El datalogger (PDA) kuyu tanımlanır ve her 50 cm’de bir kabloda bulunan işaretlerin yardımıyla ölçü Bluetooth kablolu sistem yardımıyla datalogger (PDA) kayıt edilir. İşlem kuyu başına kadar tekrarlanır. Bu aşamadan sonra B aksı için prob ters olarak tekrar kuyuya indirilir ve okumalar 50 cm’de bir yenilenir. Her okumada işlem tekrarlanarak ham veriler elde edilmiş olur.

## II. BULGULAR VE TARTIŞMA

### *A.ARAZİ (İNKLİNOMETRE) ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ*

Çalışma alanı heyelan oluşturan jeolojik bir yapıya sahiptir. Çalışma alanının jeolojisi kacadöngel formasyonu olup parçalı kumtaşı ara seviyeli silisli çamurtaşlarından oluşmaktadır. İlk 8-9 m arasında dolgu zemin bulunmaktadır. Çalışma alanında 40 m sondaj çalışması yapılmıştır. Ancak kayma ve tansiyon çatlakları oluştuğundan kayma yüzeyinin tespiti için 30 m inklinometre borusu indirilmiştir.

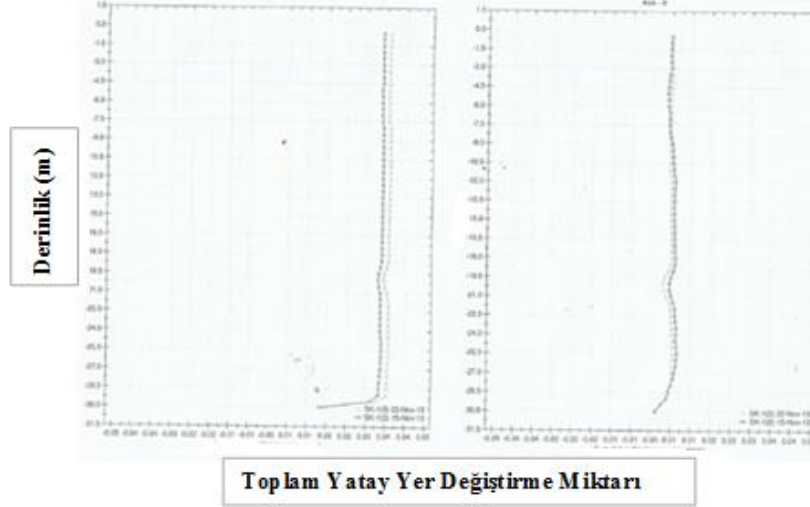
Arazide Karaçörtlen köy yolunda eğimli arazide inklinometre araştırması ile inklinometre okumaları diğer bir ifade ile arazi kütlelerinin yatay deformasyonu kaydedilmiş ve kütlelerin kayması ortaya konulmuştur. Yapılan inklinometre okumaları sırasında 18 m’de inklinometre borusu kopmuş ve okumalara son verilmiştir (Şekil 6-8). İnklinometre okumalarında kopma olması bu kütlelerin kaydığını, diğer bir ifade ile burada heyelan oluştuğu anlamına gelmektedir (Şekil 8). Çalışma alanında alınacak tedbirlerin 18 m’den sonra yapılması gerekmektedir.



*Şekil 6. Heyelanın yol üzerindeki muhtemel sınırları*



*Şekil 7. Çalışma alanından toprak kayması*



*Şekil 8. İnklinoanaliz Deformasyon*

#### IV. SONUÇ

Düzce İli, Çilimli ilçesi, Karaçörtlen Köyü Yolu üzeri 5-5.5km'sinde A1(40° 54.756'K enlemi ve 31°1.066'E boylamı) ile A2(40° 54.660'K-31°1.052'E) noktaları arasında kalan 180 metrelik yol hattı boyunca toprak kaymalarının, kayma yüzeyi derinliğinin belirlenmesine yönelik olarak inklinometre ile kayma yüzeyinin başladığı yere inklinometre kuyusu açılarak kayma derinliği izlenerek tespit edilmiştir. Çalışma alanında inklinometre 30 m derinliğe indirilmiştir ancak 18 m'den sonra inklinometre borusu kesildiği için kayma yüzeyinin tespiti nedeniyle okuma yapılamamıştır. Bu noktada kayma yüzeyinin 18 m derinde olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma ile amaca ulaşılmış olup inklinometre ile kayan alanın kayma yüzeyi ve derinliği tespit edilmiştir. Çalışma alanında inklinometre çalışmasına bağlı heyelan ile ilgili değerlendirmeler aşağıda verilmiştir;

- Çalışma alanındaki jeolojik birim Kocatöngel formasyonu ile temsil edilir. Kocatöngel Formasyonu (Oko): Kumtaşı ara seviyeli silisli çamurtaşından oluşan formasyon Erken Ordovisiyen yaşlıdır. Düzce'nin Kuzeyinde Karacaören-Gürcühüseyinağa köyleri arasında Bolu Masifi temel kayaları üzerine uyumsuz olarak görülmektedir.
- Tüm hat boyunca Jeolojik formasyonun heyelana müsait olmasının nedeni olarak, Kocatöngel formasyonunun varlığı olduğu tespit edilmiştir.
- Arazi ve tabaka eğiminin fazla olması, Çalışma alanında kayaçların eğim yönü doğudan batıya eğim yönüne paralel, eğim yüzdesi %15-25 aralığında belirlenmiştir. Çalışma alanında genel eğim yüzdesi %40-50 aralığında tespit edilmiştir. Heyelanın olduğu kesimlerde eğim oranı yüzdesi %40-75 aralığında olduğu bulunmuştur.
- Ağır kış şartlarının olması ve bitki örtüsünün değiştirilmesi; heyelan hattının üstünün fındık tarlası olması heyelanı ve zeminin deformasyonunu tetiklemiştir.
- Zemin yapısının suya doymuş olması heyelan oluşmasını tetiklemiştir.



**TEŞEKKÜR:** Bu çalışma arazi verilerini ve ölçümleri yerinde gerçekleştiren Akkurt Mühendislik Ltd Şti'nin sahibi Jeoloji Mühendisi Deniz AKKURT'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

## V. KAYNAKLAR

- [1] R.M. Carruthers *British Geological Survey Report NORGRG 85(3)* (1985).
- [2] E.A. Emenike *Journal of Pure and Applied Sciences 7(1)* (2001) 1.
- [3] A.S.T.M., *Standart Test Method for Rock Mass Using Inclometers* D 4622-86 A.S,T,M. Subcommittee D 18-12 on Rock Mechanics (1991).
- [4] J.Ä. Franklin, Time monitoring of structures in rock, *Rock Mechanics Review, Int. J. Rock Mech. Min. Sei, & Geomech. Abstr.*, **1(4)** (1977) 163-192.
- [5] E..G. Gordon, P.E. Mikkelsen *Measurements of ground, movement -with inclinometers. Proceeding of the 4th. International Geotechnical Seminar: Field. Instrumentation and Insitui*, Singapore, (1989) 235-246.
- [6] PJ. Graham, *GTILT Inclinometer data reduction computer program*, Mitre Software Corporation, Alberta-Canada, (1989) 9636-51 Ave. 2,00.
- [7] S.D. Wilson, P.E. Mikkelsen *Foundation instrumentation: Inclometers*, U.S. Department of Transportation FHWA, (1977) 77-219.
- [8] T.H. Hanna, *Field instrumentation in geotechnical engineering*, Trans. Tech. Publ, (1985).
- [9] A. Ateş, Düzce İli Karaçörtlen Köyü Yolu Hattı Heyelan Riskinin Jeofizik Yöntemlerle Araştırılması, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **1 (1)** (2013) 96-109.
- [10] M.T.A Genel Müdürlüğü ve Ankara Üniversitesi (A.U) TÜBİTAK Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu Raporu, (1997) 59s.
- [11] F. Şaroğlu, Ö. Emre, İ. Kuşcu, *Türkiye Diri Fay Haritası*, 1/2.000.000, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü-Ankara, (1992).