

D-2) - EĞRİDİR KEMİK HASTALIKLARI HASTANE SAHASI HEYELANI

1-Giriş Ve Amaç:

Jeofizik Sismik –refraksiyon ve elektrikli Rezistivite çalışmalarından amaç; Eğridir Gölü kıyısına yakın ve Eski Kemik Hastalıkları Hastanesinin Eğridir tarafındaki yamaçta yapılmakta olan ve kaba inşaat safhasındayken heyelana maruz kalarak bir kısım binalar üzerinde yapısal hasarların meydana gelmesine neden olan heyelanın kayma yüzeyinin saptanması ve jeofizik verilerin ışığında heyelan jeolojisinin araştırılmasıdır

Jeofizik çalışmaların ve yüzey Jeolojik gözlemlerin müşterek analizi sonucu heyelanın aktif olduğu sahada ‘ heyelan eksenini ’ boyunca jeolojik kesitler çıkartılmıştır.

Jeofizik çalışmalara ilave olarak bir ekstensometre ve bir de Load Cell (MDS-72 ‘yük ölçü plakası ’ etüt sahasında uygun bir yere yerleştirilerek sürekli okumalar alınmış ve heyelanın 12 günlük bir zaman süreci içindeki kayma hızı saptanmıştır. Heyelanı meydana getiren kuvvet alanının zamana göre değişimi incelenmiş ve 12 gün süre içinde zeminde oluşan kalıcı deformasyonların (permanent deformation) değerleri grafikler halinde gösterilmiştir. Heyelan sahasının hidrojeolojik yönden ‘ olukları kalker masifiyle ’ ilişkisinin saptanması için uzun süre çeşitli sahalardan alınan su numunelerinin rezistiviteleri ölçülmüş ve neticeler grafikler halinde sunulmuştur. Etüt sahasının 1.nci dereceden deprem sahası üzerinde bulunması nedeniyle bölgenin mikrobölgeleme etüdü de yapılmıştır.

2-İSTATİSTİKİ BİLGİLER:

Derin Rezistivite ve katlamak sismik – refraksiyon çalışmalarını içeren Jeofizik çalışmalarına 7 Nisan 1976 günü başlanmıştır. 7-21 Nisan 1976 tarihleri arasında tamamlanan bu çalışmalara TCK Araştırma Fen Heyeti Müdürlüğü Zemin Mekaniği elemanlarından 2 Jeofizikçi (Uğur KURAN (PhD) , Ahmet GENÇOĞLU (MSc), 1 Teknisyen (Ömer Karakaya) katılmışlardır.

Rezistivite cihazı ile yağışlı geçen günler dışında toplam 9 noktada ‘ derin rezistivite ’ ölçüleri alınmıştır. Bütün Rezistivite çalışmalarıyla 362.5 metre boyundaki aktif heyelan sahası içinde 1425 metre elektrik sondajı yapılmıştır.

Gene heyelan sahası içinde ve elektrik sondaj noktalarından geçecek tarzda 19 noktada katlamalı sismik –refraksiyon atışı yapılmıştır. Bu çalışmaların ışığında 80-100 metre

kalınlıktaki malzemeler altındaki temel kaya derinliği , fay zonları (ezilme zonları), killi ve bloklu malzemelerin derinlikleri ve tabaka eğimleri saptanmıştır.

Mekanik sondajların inmediği 200 metre derinliklere kadar temel kaya eğimi ve içerisindeki ezilme zonları saptanabilmiştir.

3-SAHA JEOLJİSİ VE HEYELAN BOYUTLARI:

Her ne kadar Hastane arazisi ve civarının Mühendislik Jeolojisi (Ref(1) ve Geoteknik Raporları (Ref.2) hazırlanmışsa da bu çalışmalar , 362.5 metre mertebesindeki bir heyelan uzunluğunun sadece küçük bir bölümüne yani hastane tesislerin bulunduğu yerlere teksif edilmişlerdir. Gerçekte , geniş bir alan içinde yatay ve düşey olarak önemli deformasyonlar gösteren aktif bir heyelan sahasının Eğridir Kemik Hastalıkları Hastanesiyle olan ilişkisi son derece ve hayati bir önem taşımaktadır. Bu nedenle tüm saha Jeolojisinin yapılması ve bilahare detaylı araştırmalar için jeofizik araştırmalara gerek görülmüştür.

3.1saha Tektoniği:

Şekil 3.1a ve 3.1b de Eğridir Kemik Hatalıkları Hastanesi heyelan sahası ve heyelan boyutları gösterilmektedir. Bu diyagramatik haritada en önemli tektonik birim , muhtemelen kratese yaştaki kalkerin Güney-Kuzey (S/N) istikametinde gelişen düşey atımlı bir faydır. Bu düşey fay atımının jeofizik verilerle saptanan değerleri 80.m. kadardır. (Bu atım değeri kalker-yamaç molozu kontağındaki değere tekabül etmektedir.)

Diğer bir tektonik yapı olukları dağı kalker masifi üzerinde N45*W istikametinde oluşan faydır (Şekil 3.1b) . Bu fay 90 metre fazla bir ezilme zonuna sahiptir ve iri kalker bloklar , köşeli kalker orijinli çakıllar (Slope wash) bu ezilme zonundan hasıl olmakta ve yamaç aşağı yuvarlanmaktadır.

Yerinde yapılan gözlemlerden ,yeni inşa edilmekte olan ek tesislerin bu aktif heyelanın etek noktasına yakın olduğu görülür. Diğer önemli bir saha gözlemi de oluktan dağı kalker masifi ile 1.5-4 metre düşey atımların meydana geldiği yamaç molozu malzemelerin meydana geldiği ‘esas ayna’ noktasından Eğridir Gölü’ne doğru bakıldığında ,yeni yapılmakta olan tesislerin (mesela A-2 bloğunun) bu kopmaların en fazla olduğu ‘heyelan eksenini’ üzerinde bulunduğu görülmesidir. Kabaca bir elips şeklinde gelişme gösteren aktif heyelan sahasının detaylı jeolojik analizine , jeofizik çalışmalar ve Mekanik sondaj verileri ışığında bölüm 4.4 de yer verilmiştir. ‘Esas Ayna’ bölgesinde yamaç molozu ile kalker kontağında yapılan gözlemlerden kalkerin 70-80 derecelik meyille yamaç molozu altına daldığı görülür.

3.2 Heyelan Boyutları:

Şekil 13.1a da heyelan sahasının bir krokisi gösterilmektedir. Bu diyagramda L, yani 'yamaç yukarı kaymanın meydana geldiği maksimum uzunluk' değeri 362.5 metre olarak sahada yerinde ölçümlerle saptanmıştır. Bu uzunluk elipsin büyük eksenini veya heyelan eksenini boyunca elde edilmiştir. Diğer önemli parametre olan D, yani maksimum kayma derinliği jeofizik çalışmalarla 70 metre olarak bulunmuştur. (Şekil (4.4a). D/L oranı (yani maksimum kayma derinliğinin heyelanın maksimum uzunluğuna oranı) önemli bir parametredir ve bu oran 0.19 olarak bulunmuştur. 'Heyelanın maksimum genişliği' B ise, 300 metre olarak ölçülmüştür. Diğer önemli bir oran olan L/B değeri bu bilgilerin ışığında 1.21 olarak saptanmıştır.

Şekil (3.1a) da kabaca belirtildiği gibi özellikle 6 no'lu N-S istikametindeki jeofizik profil boyunca uzunluğu yer yer 1-5 metre arasında değişen düşey olarak da hareket göstermiş enine çatlaklar görülmektedir. Bu çatlaklar heyelan eksenine dik olarak gelişme göstermişlerdir. Şekil 3.1a da gösterilen heyelan hudutları ,özellikle oluklan masifiyle yamaç molozu kontağında en- echelon tipi (yani basamaklı) kırıklarla karakterize edilmişlerdir. Bu kırıkların uzunlukları az olmakla beraber yılan kavi bir şekilde en büyük atımın meydana geldiği heyelanın 'tepe' noktasında son derece karakteristiktir. 1.5-4 metrelik düşey atımları müyeakip ortaya çıkan beyaz renkli oluklan dağı kalkerli ,üst seviyelerdeki koyu gri renkli kalkerlerden kolaylıkla ayrılmakta ve heyelan sırasındaki önemli atımları saptamağa imkan vermektedir. Heyelanın 'baş' ve 'taç' noktaları arasındaki 'esas ayna' bazen kalkerle yamaç molozu arasında ve 1-1.5 metre mesafede ve bazen de hemen kalker-yamaç molozu kontağında-gelişme göstermektedir.

Bilindiği gibi en-enchelon tipi kırıklar fasıllı yüklere maruz kalan malzemeler üzerinde meydana gelen karakteristik kırıklardır ve bu kırıklar depremlerden önce satıhta meydana gelirler. Ref (8).

4-JEOFİZİK ARAŞTIRMALAR:

Jeofizik araştırmalara ,heyelan sahasında topoğrafyanın ve yerleşim durumunun olanak verdiği ölçüde uygun noktalarda başlatılmıştır. 'Heyelan eksenini' boyunca uygun ,7 noktada profiller seçilmiş ve bu profillerin en derin jeofizik ölçülere elverişli doğrultuda olması arzu edilmiştir. Ayrıca etüt sahası güneyindeki 'Yeni mahalle' ve 'Göl kenarında'

ilave iki ölçü daha alınmıştır. Jeofizik çalışmalar için gerekli noktaların ve profil doğrultularının saptanmasından sonra çalışmalara başlanmıştır.

Diğer taraftan sürekli ve şiddetli rüzgar ,sismik çalışmaları yapılamaz hale getirmiştir. Yağmurlu olmayan günlerde meydana gelen şiddetli rüzgarlar , 'eklemeli ve geniş off-set'li atışlar için aletin 'Gain (kazanç) seviyesini azaltılmasına sebebiyet verdiği için büyük çapta dinamit kullanılmasını gerektirmiştir. Jeofonlar , kazanç seviyesini artırabilmek ümidiyle toprak altına gömülmüşlerdir. Ancak zeminin ıslak oluşu nedeniyle çamur halindeki örtü malzemelerden kara jeofonları içine su kaçması tehlikesi ortaya çıkmıştır.

4.1- Jeofizik Rezistivite Çalışmaları

Jeofizik çalışmalara öncelikle Elektriki rezistivite çalışmalarıyla başlanmış, topografya ve yerleşim durumunun olanak verdiği ölçüde çok derinlere nüfuz edebilecek bir ölçü tekniği hazırlanmıştır. Rezistivite çalışmalarına öncelikle başlanmasının nedenlerinin biride şüphesiz ki sismik-refraksiyon eklemeli atışları için müsait off-set mesafesinin saptanmasıdır. Mevcut heyelan, bölgenin fay tektoniği ile yakından ilişkili olduğu için, derinlerde yer alan kalker masifinin üst sınırını ve litolojik özelliğini araştırmak için 200 metre derine inilmiştir. Bu ölçüler sırasında en fazla 600 metrelik düzgün bir açılım yapılarak dış elektrotlardan yere akım tatbik edilmiş ve iç elektrotlar vasıtasıyla potansiyel farkları ölçülmüştür. Şekil(4.1h) de bu yöntemin sahada uygulama şekli görülmektedir. Elektrot aralığı (a) artırıldıkça inilen derinlik arttığından etüt edilen derin kısımlara ait Jeofizik veriler alet okumalarıyla saptanabilmektedir.

Her elektrot açıklığı, a için zahiri rezistivite ρ_a değeri, Wenner açılımı için $\rho_a=2\pi a.V/I$ formülüyle saptanmıştır. Burada a, elektrot aralığı (metre), V/I ise alet üzerinden okunan Potansiyel farkının, akım şiddetine olan oranıdır. Rezistivitenin birimi bu çalışmalarla (Ω -m) olarak hesaplanmaktadır. Wenner dizilimi için bulunan bu zahiri rezistivite değerleri Şekil(4.1a-g) de elektrot açıklığının (a) bir fonksiyonu olarak Log-Log ekseninde açıklanmıştır. Eğri tefsirleri Logaritmik bir abak çalıştırmak suretiyle yapıldığı için Log-Log grafiklerinin üzerinde saptanan derinlikler hakiki derinliklere tekabül etmektedir. Böylelikle, a ekseninde müsait kolonlar boyunca, bulunan tabaka derinlikleri, hakiki rezistivite değerleri, P-Dalga hızı (m/s) ve mevcut 3 adet mekanik sondaj verileri beraberce görülmektedir. Bu tarz gösterim tekniği ancak ölçü sisteminin Wenner olması halinde mümkün olabilmektedir. Elektriki rezistivite çalışmaları İsveç firmasınca yapılan ABEM TERRAMETRE cihazı ile sürdürülmüştür. Şekil(4.1k)

4.2 – Eklemeli Sismik Refraksiyon Çalışmaları

Eğridir Kemik Hastalıkları heyelan sahasında heyelan eksenine dik eklemeli sismik-refraksiyon araştırması yapılmıştır. Sismik refraksiyon çalışmalarının yamaç stabilitesi tatbikatlarındaki ana amacı; gevşek zeminlerin uzanımlarının tayini ve özel süreksizlik gösteren seviyelerin tanınmasıdır. Ölçülen P-dalga hızının zeminin sıklığı ile yakından ilişkili olması sismik-refraksiyon çalışmaların önemini bir kat daha artırmakta ve zeminlerin gevşeksert arasındaki yerlerinin araştırılan derinliklerde tanınması imkan dahiline girmektedir.

Rezistivite çalışmalarını takiben sahanın genel Jeolojik birimlerinin tanınmasından sonra eklemeli sismik-refraksiyon çalışmaları için müsait off-set mesafesi saptanmıştır. Kalkerin 100 metreyi aşan derinliklerde bulunduğu rezistivite eğrilerinin tefsirleriyle ortaya konmasını müteakip, temel kaya kalkerden sismik varışların alınabilmesi için 200 metrelik bir off-set mesafesinin (yani ilk jeofonun dinamite olan uzaklığı) yeterli olduğu hesaplanmıştır. Etüt sahamızın güney kısmında Yenimahalle yerleşme sahasının bulunması 1 kg.lik dinamitlerin daha ziyade etüt sahasının kuzey kesiminde patlatılmasına olanak vermiştir. Bu durum 80-100 metre derinlerde yer alan kalkerin kuzey veya güneye doğru kaç derece dalımlı olduğunun her noktada saptanmasını güçleştirmiştir.

Sismik profiller heyelan eksenine dik istikamette ve daha önce yapılan elektrik sondaj noktalarını 5 nci veya 6 ncı jeofon noktasına rastlayacak tarzda seçilmiştir. (Şekil ;4.2a, 4.2f) çalışmalarda 12 kanallı S.I.E firmasınınca imal edilen RS-4 sismik refraksiyon cihazı kullanılmıştır. RS-4 sismik cihazına jeofon aralıkları 50 feet olan jeofon kablosu bağlanmıştır. (Şekil 4.1k)

Çalışmalara önce 50 feet jeofon aralıklı 12 jeofonlu kablonun iki uç noktasındaki jeofona 1-2 metre mesafelerde patlatılan ½ kg. dinamitlerin kayıtlarıyla başlanmıştır. Şekil(4.2a-4.2f) Bunu takip eden atışlar serilim aynı yerde kalmak kaydıyla miktarı 1 kg. çıkartılmak suretiyle enerji hasıl edilmiş ve kayıtlar alınmıştır.

Elde edilen sismik kayıtların renk kontrastları arttırmak ve güneşten zarar görmelerini önlemek için “fixter” kullanılmış böylece kayıtların daha kolay değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Sismik dalganın jeofonlara varış anlarının doğrulukla hesaplanması için milimetrik bir ölçü sistemine sahip 50 defa büyütme mikroskop kullanılmıştır

Sismik dalgaların jeofonlara varış zamanlarının hesaplanmasını takiben, Şekil(4.2a-4.2g) de gösterilen zaman mesafe eğrileri çizilmiştir. Bu diyagramların tefsirinden sonra tabaka derinlikleri ve bunları karakterize eden hız değerleri m/sn olarak, Rezistivite neticeleri ile birlikte gösterilmiş ve Şekil(4.1a-4.1g) de sunulmuştur.

4.3–Sismik Refraksiyon Çalışmaları Sırasında Amplitüd-Zaman/Kuvvet Amplitüd Olayı

Zemin içinde bir dinamit patlatıldığı veya bir çekiç darbesiyle zemine sert bir şekilde vurulduğunda malzeme bir harekete maruz bırakılmış olur. Bir itici dinamik kuvvet malzeme içinde yayılacağı için bir deformasyon meydana getirecektir. Şayet etüt sahasında malzeme oldukça katı veya davranışları bir kalıcı deformasyonu meydana getirmeyecek kadar elastik ise malzeme patlatılmayı müteakip ilk durumuna gelecektir.

Şekil 4.3a,b,c de zeminde meydana getirilen dinamik bir hareketin, alıcılara (veya jeofonlara) zemindeki tabakalardan yansıyarak gelişleri anındaki kayıtları görülmektedir.

Burada koyu düşey çizgilerle belirlenen mesafeler 10^{-2} sn. zaman aralıklarına tekabül etmektedir. Ani olarak dalganın kırılma gösterdiği noktalar alıcılara sismik varış anını göstermektedir. Zaman mesafe diyagramları, dinamitin patlatma anından (aşağıdaki ilk yatay çizgi üzerinde bozulmanın başladığı yer) itibaren jeofonlara varışlara tekabül eden ani kırılmaya kadar geçen zaman olmaktadır.

Şayet bu ilk varışlardan bir tanesi diyagramatik olarak Şekil 4.3h de gösterilirse bu olayı amplitüd-zaman olayı olarak görebiliriz. Burada önemli olan husus dinamitin patlamasıyla meydana gelen amplitüd-zaman olayının nasıl bir kuvvet alanı neticesi oluşturduğudur. Bunun anlaşılması amplitüd-zaman karşısına ve altına 2 nci ve 3 ncü X-Y düzlemleri çizilmiştir. Sağ taraftaki X-Y düzleminde düşey eksen aynen amplitüd değerini gösterecek tarzda ve yatay eksen ise zeminde bu hareketi doğuran kuvvet alanının zamana göre göstermektedir. Alttaki X-Y düzlemde düşey eksen kuvvet, yatay eksen ise zamanı göstermektedir. Akustik bir dalganın meydana gelişi sırasındaki kuvvet/amplitüd/zaman olayının belirlenmesi için Ref(7) de uygulanan bir dönüşüm tekniği tatbik edilmiştir.

Bu teknikte evvela sağ taraftaki X-Y düzlemi üzerinde bir doğru alınmıştır. Bu doğru eğiminin zeminin "dinamik elastisite modülüne" eşit olduğu kabul edilerek sol taraftaki maksimum ve minimum amplitüt değerlerinden zaman eksenine paraleller çizilmiştir. Bu paralel doğruların E_d doğrusunu kestiği noktalar belirlenmiş olup bunlar en büyük (veya en

küçük) dinamik kuvvet değerleridir. Şayet kuvvet/amplitüt/zaman olayı sırasındaki karakteristik olaylar göz önünde bulundurulursa kuvvet-amplitüt eğrisi elde edilmiş olur. Şekilden görüldüğü gibi dinamik yük devirli olarak yükleme ve boşalma gösteren bir yükür. Bu dinamik yük aslında dalga yayılma sırasında geçilen zeminin içerisinde mevcut kuvvetler üzerine bindirilmiş olarak gelişme göstermektedir. Bu nedenle zemin içerisinde bu kuvvet ortalama kuvveti (mean stress), bunun üzerine binen en büyük kuvvet σ_{max} , en küçük kuvvet σ_{min} olmakta, bunlar arasındaki fark, yani $\sigma_{max} - \sigma_{min}$, dinamit patlatılması anında meydana gelen dinamik kuvvetin amplitütü olmaktadır. (σ_a)

Heyelan sahası yüzeyde oldukça gevşek kalker çakıllı ve bloklar ihtiva ettiği için sismik dalga amplitütlerinde önemli derecede sönüm meydana geldiği görülmüştür. Buna neden üst seviyelerdeki gevşek heyelan malzemelerinin elastik dalganın yayılışı sırasında elastik davranmayıp, elastik olmayan davranışlar göstermesidir. Bu tip zeminlerde önemli ölçüde dinamit kullanılması sonucu ancak iyi ilk varışlar elde edilebilmektedir. Ayrıca “gain” seviyesinin arttırılması için havaların düzelmesini beklemek gereklidir. Şekil 4.3(a-g) amplitütlerin süratle söndüğü dikkati çekmektedir. Bu durum yüzeydeki gevşek malzemelerin elastik olmayan davranışları meydana vermektedir.

4.4- Alınan Neticeler Ve Tefsirleri

Gerek sismik Refraksiyon ve gerekse Rezistivite ölçüm neticeleri Şekil 4.4a da E-W istikametinde 1/200 ölçekli bir kesit üzerinde gösterilmiştir. Oluktan kalker masifi ile Eğridir-Konya Devlet yolu arasında uzanan bu kesit üzerinde; formasyonların hakiki rezistivite, bu rezistivite değerlerine tekabül eden sismik P-dalga hızları, ve korelasyon amacı ile hazırlanmış 3 mekanik sondaj deskripsiyonu düşey kolonlar halinde gösterilmişlerdir. Heyelan ekseninde mevcut formasyon sınırlarının iyi tanımlanması için yatay ve düşey ölçekler aynı tutulmuştur.

Etüt sahasının sismik P-dalga hızı ve elektriki rezistivite yönünden farklı ünitelere ayrılması mümkündür. Bu ayrım sırasında formasyonun elektriki rezistivite ve sismik hız yönünden ayrı ayrı belirlenmesi saha jeolojisinin bilinmesi yönünden de uygun düşmektedir.

Derinlerde yer alan temel kaya kalkerin heyelan oluşumuyla yakından ilişkili görülmesi nedeniyle sahadaki jeolojik birimlerin jeofizik çalışmalar sonucu tanınmasına aşağıdaki formasyonlardan yukarıya doğru başlanacaktır.

4.4.1- Temel Kaya Kalker

Şekil (4.4a) daki kesitten kolaylıkla görülebileceği gibi temel kaya kalker satıhtan itibaren 82-127 metrelerde yer almaktadır. Bu derinliklerde yer alan kalker etüt sahamızda 2863 m/s ve 4910 m/s arasındaki sismik hızlarla karakterize edilmiştir. Ölçülen P-dalga hızının formasyonun çimentolaşma derecesi ve kompaktlığı ile doğru orantılı olması şu sonuçlara varılmasına imkan vermiştir.

Oluştan kalker masifiyle yamaç molozu kantağındaki kalker üzerindeki sürtünme izlerinden de görüleceği üzere önemli ölçüde tektonik kuvvetlere maruz kalan kalker masifi, dik atımlı bir fayla 82-127 metre arasında bir düşey hareket göstermiştir. Hareketin meydana geldiği sürtünme sonunda çimentolaşma derecesinin azaldığı sismik P-dalga hızının 6 nolu profil boyunca elde edilen 2863-2902 m/s gibi düşük hızlarından anlaşılmaktadır.

Bu hızın ezilme sonunda uzaklaştıkça yani doğuya doğru gidildikçe arttığı ve 4900 m/s gibi yüksek hızlarla karakterize edilen “sağlam” olarak tarif edebileceğimiz kalkere ait hız değerlerine ulaştığı görülür.

Kesit boyunca kalker üst yüzeyinin düzgün olmadığı muhtemelen kademeli fayların oluşumu sonunda doğuya doğru önemli eğimlerin hasıl olduğu görülmektedir. 5 ve 6 nolu sismik profiller boyunca doğuya doğru $13^{\circ}27'$ ile eğimli olan temel ana kaya kalker, bu eğimini 1 ve 2 nolu sismik ölçü noktaları arasında $34^{\circ}55'$ dakika değerine ulaşmıştır. Temel kaya kalkerin V şeklinde görünümü oldukça dikkate değerdir ve en derinde bulunduğu yer S-2 Mekanik sondajının yanında bulunan EK H-1 rezistivite ve S-1 sismik atış noktası altında olmaktadır. Şekil 4.4a dan görüldüğü gibi binalar temel kayanın en derinde olduğu bu noktanın üstünde yer almaktadırlar. Temel kaya topografyasının E-W istikametindeki bu önemli durumunu izah ettikten sonra, Düşey atıma maruz kalan alttaki kalker masifinin N-S istikametindeki eğim durumunun anlaşılması eklemeli sismik atışlardan örneğin (Şekil 4.2g) kolaylıkla görülmektedir.

“Intercept” zaman güneyde patlatılan 200 metre off-set için $9.92 \cdot 10^{-2}$ sn, kuzeyde 200 metre off-set mesafe için $9.35 \cdot 10^{-2}$ sn bulunmuştur.

Sismik dalganın güneyde patlatılan noktadan jeofonlara daha geç geldiğini yukarıdaki değerlerden çıkarttıktan sonra kalkerin kuzeye doğru meyilli olduğu neticesine varılabilir.

Derin rezistivite eğrileri temel kaya kalkerin litolojik durumu hakkında (Şekil: 4.1a-4.1g) oldukça önemli bilgiler vermektedir. Genellikle sağlam bir temel kaya üzerinde derine doğru açılım yapılırken temel kayada ezilme, bozuşma ve fay zonları yoksa eğri sürekli bir şekilde artma göstermektedir. Fakat, Şayet bir ezilme veya fay zonu mevcut ise bu takdirde

çimentolaşma derecesinin azalmasından dolayı eğri ani düşüşler göstermekte ve fay zonları geçildikten sonra eğride yeniden yükselmeler başlamaktadır. Referans (3)

Rezistivite eğrilerinde karşılaşılan yukarıdaki durum daha önce Türkiye'nin çeşitli sahalarında kazanılmış tecrübelerin yardımıyla 200 metre derinlere kadar kalker içinde mevcut ezilme ve fay zonlarını tayin etmemize imkan vermiştir.

Kesit üzerinde 6 nolu elektrik sondajında ve bu fay zonunun 125-150 metreler arasında olduğu hesaplanmış ve kesitlere işlenmiştir. 150 metreden sonra rezistivite eğrisinin tekrar dikleştiği ezilme sonunda kurtulduğu görülmektedir.

EKH-6,5, ve 4 de 125 ile 150 metreler arasındaki ezilme zonu EKH-2 de 175 metreden sonra başlamakta 200 metreye kadar devam etmektedir. Ancak daha derindeki durumların incelenmesine iskan durumu olanak vermemiştir. EKH-1 ölçü noktasında 125 metre derine inilebilmiş olduğundan bu fay zonu eğri üzerinden saptanamamıştır. S-1 Mekanik sondaj noktası üzerinde alınan derin rezistivite eğrisi üzerinden bu ezilme ve fay zonu 85 metreden itibaren başlamış ve 125 metreye kadar bu ezilme zonunda eğri üzerinde önemli bükülmeler göstermiştir. Bu ezilme ve fay zonunun 40 metreden daha kalın olduğu tahmin edilmektedir. Kesit EKH-6,5,4 ve S-1 elektrik sondaj noktaları arasında takriben aynı derinliklerde bulunduğuudur. Bu ezilme zonu EKH-6 ile EKH-4 nolu ölçü noktaları arasında 9°21' lik bir açı ile doğuya doğru meyillidir. Bu ezilme zonunun EKH-2 nolu noktada 175 metreden sonra görülmesi, EKH-4 ölçü noktasıyla,S-1 sondaj kuyusu arasında ve derinde yer alan kalkerin, enine ezilme ve faylanmalardan sonra düşey hareketlerle derinlere doğru kademeli olarak çökmeye maruz kaldığı izlenimi bu kesit üzerindeki süreksizliklerden çıkartılmaktadır. Kalkerin çimentolaşma derecesi veya kompaktlığının yukarıda tarif edilen iki ölçü noktası arasında meydana gelen ezilmeden ötürü azaldığını ölçülen düşük P-dalga hızından görmek mümkündür. (3134 m/Sn). Daha önce yapılan 60 kadar sismik refraksiyon neticelerinin ve sondaj verilerinin ışığında, bu mertebedeki hızların “çatlaklı ve parçalı” olarak tanımlamaları yapılan kalker seviyelerine tekabül ettiği ve “fay zonları” olarak belirlendiği seviyeler olduğu görülmektedir.

i) Jeofizik neticelerden, henüz kaba inşaat safhasında olan kemik hastalıkları hastanesinin oturduğu zemin altında ana kaya kalker, 100 metreyi aşan derinliklere ve oldukça kırıklı ve parçalı bir yapı görünümündedir.

ii) Temel kaya topografyasıyla satıhta görülen yamaç molozu topografyası arasında oldukça iyi bir uyum görülmektedir.

iii) N-S ve N45°W istikametle gelişen dikey atımlı fayların yanısıra 9°21' doğuya dalımlı ezilme ve fay zonları ana kaya kalker içinde oldukça sürekli olarak izlenebilmektedir. Bu zonların derinlerde kalkerin yer altı sularıyla karstik duruma da sokulduğu ve ezilme (fay) zonu olarak görülen seviyelerin karstik üst seviyeye tekabül edebileceği düşünülmektedir. Ref(3) Şekil 4.4.1a,b,c de daha önce çeşitli sahalarda sondaj kuyuları neticeleri (kaya tanımlaması ve basınçlı su test sonuçları) Jeofizik neticelerle korele edilmişlerdir. Bu eğrilerden kolaylıkla görülebileceği üzere rezistivite eğrilerinin ani defleksiyona uğradığı derinlikler fay ve ezilme zonlarıyla iyi bir uyum göstermektedir.

4.4.2-Anakaya üzerindeki Kil-Silt ve Yamaç Molozu Birimleri:

Heyelanın önemli olarak gelişme gösterdiği ve etüt sahamızda büyük kalınlıklara eriştiği saptanan kil-silt ve yamaç molozu birimleri (Slope-Wash) Şekil 4.4a da heyelan eksenini boyunca görülmektedir.

Bu kesit hazırlanırken, sismik dalga hızları ve elektriki rezistivite değerleri göz önünde bulundurularak formasyonların farklı hıza ve farklı rezistivite göstermelerine göre jeolojik açıdan sınıflandırılmıştır. 40-45 metre derinliklere kadar açılmış olan 3 adet mekanik sondaj (S₁, S₂, S₃) Jeofizik neticelerle birlikte Şekil (4.1a-4.1g) de Log-Log eksenler üzerinde gösterilmektedir. Neticeler kesitler üzerinde formasyonların özel işaretlerini taşıyan şekiller altında düşey kolonlar halinde verilmiştir. Şekil 4.4a sondaj verileri inebildikleri derinlikten sonra, jeofizik sonuçlarla 200 metre derinlikleri kadar tefsir edilmişlerdir. Bu jeolojik birimlerin, jeofizik neticeler açısından nelere tekabül ettiği, 6 nolu profilden başlayarak göl kıyısına doğru izahına çalışılmıştır.

Jeofizik çalışmaların sona ermesinden sonra Akören köyü yoluyla Eğridir-Konya Devlet yolunun kesiştiği noktada mostra veren kalker, serpantin ve kil üzerinde çok kısa elektrot açılmaları yapılmış ve bu formasyonların karakteristik rezistivite değerleri saptanmıştır.

Örneğin kalkerin hemen üstünde yer alan ıslak yeşil kilin rezistivitesi 24 Ω.m olarak saptanmıştır. Kalker ve serpantin breşinin rezistivitesi 295 Ω.m olarak bulunmuştur. Bu değerler kalkerin üstündeki formasyonların tanınması için oldukça yardımcı olmuştur.

4.4.3- 6 Nolu Jeofizik Profil Ve Tefsir Neticeleri

Şekil 4.1g ve 4.2g de 6 nolu profil boyunca elde edilen jeofizik veriler ve bunların ışığında saptanan jeolojik-log görülmektedir. Rezistivite eğrisinin tefsiriyle ortaya konan

hususlar şöyledir; Satıhta 216 ohm.m rezistiviteye gösteren yamaç molozu ve bloklı kalker çakıllı 33 metre derinlerde yerini 16 ohm.m rezistiviteli kil veya silte bırakmıştır. Şekil 4.4a kesit kolonları üzerinde görülen kil veya silt tanımlamaları sondaj yoluyla elde edilen numunelerin dane boyutlarına bağılı olarak tayin edilmektedir. Ancak Jeofizik yöntemlerde tane irilikleri herhangi bir şekilde ayırt edilememektedir. Örneğin Şekil 4.4.3a da 30 kadar sondaja ait kil,silt,siltli kil,killsilt-jeofizik verilerle mukayese edilmişlerdir.

Düşey eksende killi-siltli malzemelerin rezistivite çalışmalarıyla saptanan "hakiki rezistiviteleri", yatay eksende ise bu sondaj numunelerin jeolojik sınırlaması yapılmaktadır. Düşey eksende küçük dairelerle gösterilen noktalar heyelan sahasında ve kalkerin hemen üzerinde yer alan birimlerin hakiki rezistivite değerleridir. Şekilden açıkça görüleceği üzere kil-silt, killi silt, siltli kil 10 ile 30 ohm.m hakiki rezistivite aralığında değişme göstermektedir. Etüt sahasında elde edilen rezistivite değerleri gene bu limitler içinde bulunmaktadır. Bu durum kesitlerdeki düşey kolonlar üzerinde saptanan killi-siltli seviyeleri ancak "killi veya siltli" olarak tarife imkan vermektedir.

Ani rezistivite düşüşü 82 metre derinliğe kadar devam etmekte ve bu derinlikten sonra yerini 1160 ohm.m rezistiviteli kalkere terketmektedir. Şekil 4.1g den çıkartılan en dikkate değer netice; rezistivite eğrisinden kolaylıkla ortaya konan yamaç molozu-kil veya silt sınırının sismik değerlerle ortaya konamamasıdır. Buna neden sismik P-dalga hızının, formasyonun ihtiva ettiği suyun kondüktivitesine değil sıklığına bağılı olmasıdır. Halbuki ölçülen rezistivite değeri formasyonun, ihtiva ettiği suyun kondüktivitesine bağılıdır ve kil(veya silt) çok fazla kondüktif sular ihtiva ettiği için yamaç molozundan kolaylıkla ayırt edilebilmektedir.

Gevşek malzemeler üzerinde daha önce yapılan sismik refraksiyon çalışmaları ve SPT neticeleri Ref.(4.5.6.) bu zeminlerin sıklık yönünden şu şekilde bir tasnifine imkan vermektedir. P- dalgası hızının 310-610 m/s değerleri ile karakterize edilen zeminler "Gevşek", 610-1400 m/s hızlarla belirlenen formasyonlardan kil-silt için "yarı-sert" çakıllı malzemeler için orta-sıkı olarak gösterilmektedir. Şekil 4.4.3b Genellikle 1000 m/s hızı aşan granüler malzemelerin su ile doymun hale geldikleri kabul edilmektedir. Ref(5) 1400-2000 m/s hız veren zeminlerden kil-silt "sert",çakıl ve kum"sıkı" olarak tanımlanmıştır. 488 m/s değeri veren ilk tabaka bu sınıflandırmada "gevşek" bir zemini 1116 ve 1825 m/s değerleri ise "orta sıkı"- "Sert" zeminleri göstermektedir.

3.43 metreden sonra yamaç molozunun su ile doygun olduğu seviyenin başladığı sismik neticelerden ortaya konmuştur.

488 m/s sismik-hız gösteren en üst “gevşek”zeminin sismik-refraksiyon atışlarından $3^{\circ}31'$ eğimle kuzeye doğru dalımlı olduğu hesaplanmış ve hesaplama yöntemi Şekil 4.2g de sağ tarafta sunulmuştur.

Hesaplamalarda kullanılan X_u ve X_d kritik mesafelerdir. h_1 ve h_2 ise 488 m/s sismik hızla karakterize edilen her iki patlama noktalarına ait tabaka kalınlıkları olup 3.43m ve 12.72m olarak bulunmuşlardır. Eklemeli sismik atışlardan, gerek temel kaya kalkerin gerekse üzerinde yer alan yamaç molozu malzemelerin kuzeye doğru dalımlı olduğu böylece saptanmış olmaktadır.

4.4.4- 5 Nolu Jeofizik Profil Ve Tefsir Neticeleri

Katlamalı sismik-refraksiyon atışı ve rezistivite neticeleri Şekil 4.2f ve 4.41 da kesitler halinde sunulmuştur. 5 nolu elektrik sondaj eğrisi klasik “çan” eğrisi şeklinde olup 6 nolu eğriden oldukça farklıdır. 914 m/s sismik hızla gösteren “orta-sıkılıkta” kalker çakıllı ve bloklu çakıl 14-16metrelerde yerini kil silt miktarı fazla ve $94 \Omega\text{-m}$ değeri ile karakterize edilen su ile satüre “kalker çakılına” terketmektedir. Sismik hız bu seviyelerde 1297-1308 m/s arasındadır. Bu seviye 60 metreden sonra yerini killi-siltli bir tabakaya bırakmakta ve buda 90 metreye yani kalker sınırına kadar uzanmaktadır.

4.4.5- 4 Nolu Jeofizik Profili Ve Tefsiri

4 nolu jeofizik profiline ait bilgiler Şekil 4.2e,4.1.c ve 4.4a daki kesitler üzerinde görölmektedir. Eğride ani bükölme 22 metrede görölmekte ve bu seviyenin altında kil(veya silt) miktarı fazla olan kalker çakıl seviyelerine girilmektedir. 2152 m/s hızla karakterize edilen killi ve siltli birimler 99.72 metreye kadar devam etmektedir. Aşağıya doğru eğimli olan eğrinin bazı yerlerinde örneğin 50 ile 70 metreler arasında bazı yükselmeler görölmektedir. Bunun sebebi;kil(veya silt) içinde kalker çakıllı seviyelerin mevcut olmasıdır. Su ile doygun seviye, eğrinin yükselen kısmında 1524 m/s sismik hızla belirlenen kısmıdır. Bu hız seviyesi rezistivitede bulunan 22 metreden fazla kalınlıkta yani 35.86 m. Olarak hesaplanmıştır.

4.4.6- 3 Nolu Jeofizik Profil Ve Tefsiri

3 nolu jeofizik profili ile ilgili sismik, rezistivite ve S^1 -3 nolu mekanik sondaj verileri Şekil 4.1d , Şekil 4.2d ve Şekil 4.4a da yatay ve düşey kolonlar içerisinde gösterilmektedir.

Satıhta çok büyük rezistivite veren “gevşek” çimentolu kalker kuru olması ve taneler arası boşluklar nedeniyle büyük rezistivite değerleri göstermiştir. (375-1812 Ω -m) sismik hızlardan bu gevşek zonun 5.26m de sona erdiğini yerini “su ile doymuş” ve “sıkı” olarak tarif edilecek kalker çakıllı ve bloklu seviyelere bıraktığını görüyoruz. Rezistivite eğrisinde önemli düşüşler 15 metre dolayında olmaktadır. Bu seviyeler kil ve silt miktarı fazla olan kalker ve bloklu seviyelere tekabül etmektedir.

Eğrinin eğiminin 25 metreden sonra tekrar azaldığı ve bu seviyelerin kalker çakıllı, bloklu malzemelere tekabül ettiğini görüyoruz. 50 Ω -m gibi oldukça düşük rezistivite veren bu seviyeler oldukça fazla kil(veya silt) ihtiva etmekte ve 1641-2540 m/s mertebesinde sismik hız değerleri vermektir. Şekil 4.4a dan görüldüğü gibi bu profil heyelanın topuk noktasına yaklaşmaktadır. Drenaj bacalarından 10 nolu baca bu profil üzerinde bulunmakta olup en büyük çöküntüler bu kuyuda olmuştur. MDS-71 Load Cell bu kuyunun hemen üstüne yerleştirilmiştir.

4.4.7- 2 Nolu Jeofizik Profil Ve Tefsiri

Üst seviyelerde 500-1000 Ohm.m gibi yüksek rezistivite değerleri ile fakat 762 m/s gibi düşük sismik hızlarla karakterize edilen gevşek kalker çakıllı ve molozlar yerini 29.25 metreden sonra 2129 m/s gibi yüksek sismik hız ve 28 Ohm-m gibi rezistivite değerleri gösteren “sert” killi(veya siltli) seviyelerdir. Bu profil üzerinde heyelan sırasında önemli zarar gören 6 nolu Drenaj bacası bulunmakta ekstensometre cihazı bu kuyunun kenarına konulmuş ve sürekli okumalar kaydedilmiştir.

4.4.8- 1 Nolu Jeofizik Profil Ve Tefsiri

Şekil 4.4a da 1 nolu profil üzerinde elde edilen rezistivite ve sismik hız değerleri görülmektedir.

Şekil 4.2.b ve EKH-1 elektrik sondaj eğrisinden ve S-2 mekanik sondaj verilerinden şu bilgiler elde edilmiştir. Rezistivite eğrisi diğer eğrilere nispeten oldukça farklı görünümündedir. Özellikle 24 metreden sonra girilen iri kalker blokları rezistivite eğrisinin tekrardan yükselme göstermesine neden olmuş daha sonra yerini hakim durumda killi (siltli) seviyelere bırakmıştır.

Sismik verilerden 2715 m/s gibi yüksek hıza sahip bu bloklu çakılın 19.85 m.den sonra başladığı görülmektedir. 2715 m/s gibi yüksek hızla karakterize edilen zemini “sıkı” kalker molozları ve sert kil (silt) temsil etmektedir. Bu yüksek hız değerine yaklaşan hız

değerleri S-3 sondaj kuyusu altında 45.59 metre derinlerde 2540 m/s olarak ve ayrıca 4 nolu sismik atışın kuzey tarafında 2717 m/s olarak rastlanılmaktadır.

EKH-1 den görülebileceği üzere hem derin rezistivite ve hem de sismik verilerden iki grup altında jeolojik log çıkartılmaktadır.

4.4.9 S-1 Sondaj Noktası Jeofizik Profil Ve Tefsiri

S-1 mekanik sondajı üzerinde elde edilen sismik hız ve rezistivite eğrileri Şekil 4.2a, 4.1b ve 4.4a da görülmektedir. Satıhta 220-1100 Ohm.m rezistivite ve 914 m/s sismik P-dalga hızıyla köşeli kalker çakıllı derinlerde yerini killi ve bloklu çakıllara bırakmaktadır. Suya doygun kesime 20.23 metre derinde girilmiş olabileceği 1861 m/s mertebesindeki sismik hız değerlerinden anlaşılmaktadır. Bu zemin “sert” olarak sınıflandırılabilir killi malzemeler ve yer yer bloklu kalker ve köşeli kalker çakılından müteşekkirdir. Sismik hız ve rezistivite neticelerinden bu sondaj kuyusu altında 58.81 m kalınlıkta killi seviyelerin ve kalker orijinli çakıl birimlerinin bulunduğu saptanmıştır. Rezistivite eğrisinden görülebileceği gibi, eğri üzerinde düzensiz yükselmeler iri kalker bloklar nedeniyle olmaktadır.

S-1 sondaj kuyusu üzerinden yapılan yer altı su derinliği ölçümleri su derinliğinin satıhtan 16.5 m. Derinde olduğunu göstermiştir. Jeofizik verilerle 3.73 metre fark gösteren bu durum alttaki yer altı suyunun Eğridir Gölüne yakın kesimlerinde (S-1 noktası) artezyen şartları altında olabileceğini göstermektedir.

4.5 HEYELAN KAYMA YÜZEYİNİN JEOFİZİK VERİLERLE SAPTANMASI VE SONDAJ KUYULARI İÇİNDEKİ SU REZİSTİVİTELERİNİN KALKER MASİFİ SUYU İLE OLAN İLİŞKİSİ

Şekil 4.5a da düşey eksende Olukları masifi ve S-1, S-2 sondaj kuyularından alınan suların hakiki rezistiviteyi, yatay eksende ise bu rezistivite ölçülerinin alındığı günler gösterilmiştir. Oluklan Masifi suyunun, heyelan sahasındaki kalker çakılı içinde bulunan su ile hidrojeolojik yönden ilişkisinin araştırılması yapılmıştır. Bu ölçümlerin yapılabilmesi için Zemin Mekaniği Jeofizik Laboratuvarlarında bir ölçü sistemi geliştirilmiş ve suların alındıkları andan hemen sonra rezistiviteyi saptanarak grafikler halinde sunulmuştur. Oluklan kalker Masifi suyu rezistivitesinin, 9 günlük sürekli rezistivite ölçüm neticelerinden 65-70 Ohm.m arasında değişimler gösterdiği saptanmıştır. Daha sonra S-1 sondajına su numunesi olabilecek bir boru indirilmiş ve su numunesi alınarak, sıcaklığın değişmesine vakit verilmeden rezistivitesi ölçülmüştür. Hakiki rezistivite 62,61 Ohm.m bulunarak grafiğe

işlenmiştir. Ayrıca S-2 sondajının yakınındaki bir sızıntı suyunun rezistivitesi benzer yoldan saptanarak 64.8 Ohm.m olarak grafiğe geçirilmiştir.

Grafikten görülebileceği gibi Oluklan Masifi suyu rezistivitesi her iki sondajdan alınan su rezistivitesi değerlerine çok yakındır. Sondaj kuyularındaki su rezistivitesinin biraz daha düşük olmasının nedeni yer altı suyunun uzun mesafeler katederek killi ve siltli birimlerle temas halinde bulunmasıdır. Fakat yer altı su hareketinin süratli olmasından dolayı sondaj kuyularından alınan su numuneleri fazla kirlenmemiş ve rezistiviteleeriin Oluklan kalker Masifi içme suyu rezistivitesine yakın çıkmıştır. Bu neticelerin ışığında Oluklan Masifi kalkerleriyle etüt sahamızda 70 metre kalınlıklara erişen kalker orijinli kil,silt arabantlı çakıl arasında hidrojeolojik yönden ilişki mevcuttur. Yer altı suyu hareket hızının fazla olduğu bu yamaç molozu seviyelerindeki sular karstik kalkerin çatlaklarından beslenerek yamaç aşağı Eğridir Gölüne erişmektedir. Gerek Jeofizik ve gerek hidrojeolojik verilerden heyelan kayma yüzeyleri hakkında aşağıdaki yaklaşımlar yapılmıştır.

4.5.1. Potansiyel Heyelan Kayma Yüzeyleri

Sismik verilerle saptanan hız değerleri zeminleri gevşek, orta sıkı, ve sert olarak üç grup altında toplama olanağı vermiştir: Şekil (4.4a). Üst seviyelerin akma sırasında sertliklerini kaybedebilecekleri düşüncesiyle düşük hız değerleri verebilmesi ön yargısıyla “gevşek-orta sıkı” olarak tarif edilen ve 265-998 m/s hız değerleriyle karakterize edilen jkesitte (+) işareti ile belirlenen seviye bir potansiyel kayma yüzeyi olabildiği gibi, su ile doygun bulunan ve “kayma yüzeyi-I” olarak gösterilen orta sıkı-sert olarak tanımlanmış 8.58(6)-45.59(3) metre kalınlıklara erişen tabakada bir “potansiyel heyelan kayma yüzeyi” teşkil edebilir. Zira su ile doygun bir seviye, kil ve silt miktarı fazla olan çakıllı bir seviye üzerinde yamaç aşağı hareket etme eğilimindedir.

Diğer bir kayma yüzeyi de, 1825-2715 m/s. Sismik hız değerleri ve 16-28 Ohm gibi düşük rezistivite değerleri veren killi (veya siltli) birimlerin kalker çakılı ile kontak yüzeyidir. Bu seviye 70 metre derinliklere erişebilmektedir.

Kesit üzerinde potansiyel kayma yüzeyi III olarak adlandırılan yüzey, aslında karstik ve faylı olukları kalkerleriyle yakından ilişkili kalker-kil(veya silt) kontağına tekabül etmektedir.

Saha tecrübelerinden görülmüştür ki; kalkerin üzerinde şayet kalın kil tabakası ve kilin üzerinde kalın çakıl birimleri varsa ve derinlerdeki karstik yapı gösteriyorsa genellikle yer altı su tablası kalkerle-kil (veya silt) kontağında ve bazen artezyen şartları altında bulunmaktadır.

Yukarıdaki açıklamaların gayesi muhtemel, bir kayma yüzeyinin de kalker-kil sınırı olabileceğini göstermektedir. Temel kaya kalkerin yer altı suyu ile kil-kalker sürtünme yüzeyindeki sürtünmeyi azaltarak kütle hareketini doğurması muhtemeldir. Bölüm 6 da Heyelan sahası içindeki yamaç molozu-kalker arasındaki ilişkinin, sadece hidrojeolojik yönden olmayıp aynı zamanda tektonik kuvvetler yönünden de ilişkili olduğu ve 3 nolu heyelan kayma yüzeyi varlığının imkan dahilinde olabileceğini göstermektedir.

Ancak, söz konusu potansiyel kayma yüzeylerinin ayrı hızlarda birlikte hareket etmesi veya şu anda aktif durumda bulunan kayma yüzeyinin bu potansiyel kayma yüzeylerini takip etmeyen bir “zayıflık” yüzeyi boyunca olması muhtemeldir.

6- HEYELAN-SONRASI DEFORMASYON ÖLÇÜMLERİ VE ETÜT SAHASINDA DEFORMASYON ZAMAN-KUVVET/DEFORMASYON OLAYI TANIMI

Ekstensometre ile heyelan-sonrası deformasyon ölçümlerinden amaç, heyelanı meydana getiren kuvvet alanının zamana göre değişmesini incelemek ve aktif heyelan sahasındaki deformasyon hızının saptanmasına yardımcı olmaktır. Bu amaçla, 1.41 metre uzunluğunda çelik bir çubuğun ucuna 1/1000 mm hassaslığında bir gösterge konmuş ve bu sistem 1.5 metre derinliğe kadar sokulan kalın çelik bir boruya Şekil (6d) da görüldüğü biçimde vidalanmıştır. Hava sıcaklığı 15 günlük etüt süresince fazla değişme göstermemiştir. 6 nolu Drenaj bacasının batıya bakan yüzüne ekstensometrenin deformasyona karşı hassas ucu gelecek tarzda toprak altına gömülmüştür. Bu şekilde rüzgar gürültüsünün ve yağmurun etkisi ortadan kaldırılmıştır.

10 Nisan 1976 günü öğle saatlerinde başlayan ekstensometre ölçümleri gündüz saatleri içinde saat başlarında gece ise 6 saatte bir alınmıştır.

Elde edilen neticeler Şekil 6a, b,c de grafikler halinde gösterilmiştir.

Sol taraftaki eğriler deformasyonun günlere göre değişmesini göstermektedir. Düşey ekseninde gösterge üzerinden okunan deformasyon veya $\Delta l / l$ formülünden faydalanılarak hesaplanan birim deformasyon görülmektedir.

Ayrıca çizilen deformasyon-zaman eğrisi üzerindeki bazı noktalarda dw/dt , yani deformasyon hızı (mm/saat olarak) belirlenmiştir.

Grafiklerin sağ tarafında ise yeni bir dönüştürme yöntemi (Ref-7,8,9) kullanılarak elde edilen deformasyon eğrileri görülmektedir.

Aktif heyelan sahasında heyelan mekanizmasının saptanması için deformasyon-zaman eğrisi kuvvet-deformasyon diyagramı haline şu şekilde dönüştürülmüştür. Önce O,A,B noktalarından zaman eksenine paralel çizip bunun kuvvet-deformasyon düzleminde, deformasyon eksenini kestiği noktaları bulalım, bunlar yükün boşalma anındaki “en düşük kuvvet” noktalarını temsil edeceklerdir.

Düşey deformasyon eksenini üzerinde bu noktalar belirlendikten sonra o,a,b,c, noktalarından (yani en büyük deformasyon değerlerinden) zaman eksenine çizilen paralellerin “kuvvet-deformasyon” düzlemi içinde alınan bir doğruyu-(bu doğrunun eğiminin kestiği noktalar bizlere yükleme anındaki en büyük kuvvet değerlerini bulmamıza yardım edecektir. Ref-7 deki kuvvet/deformasyon/zaman olayının özellikleri göz önüne alınacak olursa kuvvet-deformasyon eğrileri kolaylıkla teşkil edilir. Daha önce kazanılan tecrübelerden de deformasyon hızının artması (yani deformasyon-zaman eğrisinin dikleşmesi) etüt edilen formasyonun elastisite modülünün (kuvvet-deformasyon düzlemi üzerindeki eğrinin lineer kısmının eğimi) azaldığını ve bunun tersi olan, yani deformasyon hızının azalmasının ise, formasyonun elastisite modülünün arttığını gösterir.

Şekil 6.a dan beton drenaj bacasına doğu-batı istikametinde etkiyen kuvvetin sabit artış gösteren bir yük olmadığını fakat devirli olarak yüklenip boşalma bir kuvvet olmasından meydana geldiği görülür.

6-1. Elastik ve Plastik bileşenlerin deformasyon-zaman/kuvvet-deformasyon eğrisi üzerinden saptanması.

Deformasyon-zaman eğrilerinin bu eğrileri doğuran kuvvet (Stress)-deformasyon eğrileri şekline getirilmelerinden sonra Toplam deformasyon elastik deformasyon ve plastik deformasyon bileşenleri her gün için saptanacaktır. Söz konusu bileşenler hem deformasyon-zaman hem de kuvvet-deformasyon eğrileri üzerinden belirli günler için kolaylıkla hesaplanabilir.

Devirli bir yüke maruz kalan bu heyelan sahasında toplam deformasyon ϵ_t aşağıdaki formül ile verilir.

$$\epsilon_t = \epsilon_e + \epsilon_p \quad \text{veya} \quad \epsilon_t = \epsilon_e + \epsilon_{cs} + \epsilon_{ips}$$

Bu formülde ϵ_e , elastik deformasyonu ϵ_p ise plastik veya kalıcı deformasyonu gösterir. ϵ_p zamana bağlı krip deformasyonu ile zamana bağlı olmayan ϵ_{ips} bileşenin toplamına eşittir.

Şekil 6.a, 6b ve 6c de sadece elastik ve plastik deformasyon bileşenlerinin değerleri saptanmış ve oklarla belirlenmiştir.

Bu bileşenlerin deformasyon-zaman eğrisi üzerinden hesaplanması düşünüldüğünde (örneğin Şekil 6a da 14 Nisan-15 Nisan arası) şöyle bir yöntem uygulanabilir. D noktası (yani 14 Nisandan itibaren başlayan deformasyon noktası) ile en büyük deformasyona tekabül eden (c) noktası arasındaki mesafe bize toplam deformasyonu $\epsilon_t = 0.44$ mm. Olarak verecektir.

Deformasyonun en büyük değeri ile (c noktası) eğrinin boşalma anındaki minimum deformasyon değeri olan E noktası arasındaki düşey mesafeden deformasyonun elastik ($\epsilon_e = 0.04$ mm) bileşenini bulmak mümkündür.

Plastik bileşen ($\epsilon_p = 0.4$ mm) ise deformasyon ölçüsünün başladığı D noktası ile boşalma anında en düşük değere vardığı (E) noktası arasındaki düşey mesafeden hesaplanabilir.

Deformasyon bileşenlerinin kuvvet-deformasyon eğrisi üzerinden tayin edilmesi arzulanıyorsa bu takdirde yapılacak iş, D ve E arasındaki (yani en düşük kuvvet değerlerine sahip noktalar arasındaki mesafe) değerini saptamaktır. Bu değer Plastik bileşeni verecektir. Elastik bileşeni bulmak için en büyük deformasyon (veya kuvvet) değeri olan (c) den deformasyon eksenine inilen dikme ayağı ile (c'), E arasındaki mesafenin ölçülmesi gerekecektir. Toplam deformasyonunda c' -D arasındaki mesafe olduğu kolaylıkla görülür. Aynı yöntem 10 Nisan ile 21 Nisan arası deformasyon-zaman diyagramı içinde kolaylıkla uygulanabilir. Bu yolla elde edilen değerlerin bir kısmı Şekil 6a, b ve c de görülmektedir.

Bu şekiller üzerinde en dikkate değer nokta, örneğin Şekil 6a da, 10-13 Nisan arasındaki kuvvet-deformasyon eğrisinden de görüleceği gibi zeminin hiçbir elastik davranış göstermemiş olmasıdır. Bu eğrilerde OA-AB-BD tamamen plastik bileşen olup boşalma anında elastik bir davranış yoktur.

Bu tip zeminlerdeki davranışları kayalardan (örneğin kalker granit gibi) ayıran en belirgin husus; yükün boşalması anında farkedilmektedir.

Genellikle kayalarda yüklemeyi müteakip boşalmaya geçildiği an aşırı dışa bükülme (yani a B-b D nin dışa doğru basılması) görülmez. Bu durum gevşek zeminlerde boşalma anında bile aşırı plastik deformasyonun meydana geldiğini kanıtlamaktadır.

6.2 6 Nolu Drenaj Bacasında Meydana Gelen Çöküntü

Deformasyon-zaman eğrilerinin kuvvet-deformasyon eğrilerine dönüştürülmesi sonunda görülebilecek durum, Heyelan sahasında mevcut kaymanın meydana geldiği zeminde, tek yönlü bir kuvveti alanından ziyade 24 saatte 2 defa yükleme boşalma şeklinde gelişme gösteren devirli kuvvetlerin hakim olduğudur. Bu kuvvetler, ay ve güneşin dünya etrafında dönerken gravite alanlarının aradaki mesafelerin önemli şekilde değişmesi sonucu hasıl olmaktadır. Ref. (7.8) Bir malzeme tek yönlü bir yükten ziyade devirli olarak yüklenip boşalmaya maruz bırakılırsa belirli bir kuvvet tatbikinden sonra malzeme kırılır ve bu kırılma “Fatigue” olayı olarak bilinir.

6 Nolu beton baca (Şekil 6d) yapıldıktan bir müddet sonra bacanın batıya bakan cephesinde çatlamlar sonucu zarar görmüştür.

Bu baca devirli kuvvetlerin en büyük değerlere ulaştığı 15-16 Nisan 1976 günlerindeki dolunay fazında tamamen kırılmak suretiyle, bacanın batı kısmında büyük çukurlar hasıl olmuştur. Çökme ve göçmenin gözle görünür halde olduğu sıralarda ekstensometre aletinin ibresi sürekli olarak gözle takip edilebilecek tarzda hareket göstermiştir. Sürekli kaymanın olduğu 15-16 Nisan 1976 günleri okumalar daha sık alınmış ve her 15 dakikada bir ölçüler kaydedilmiştir.

Deformasyon hızı 10-12 Nisan (yani dolunay olmadığı sırada) 1976 da 0.0091 mm/saat değerinden, 16 Nisan 1976 tarihindeki 0.5555 mm/saat değerine ulaşmıştır. Deformasyon hızı çökmelerden önce 60 misli artma göstermiştir. Şekil 6.b den görüleceği üzere 1 mm.lik bir deformasyon adımı drenaj bacasının çökmesi sırasında meydana gelmiştir. Ancak bu çökme ani olmayıp, baca devirli yüklerden dolayı 3-4 metre derinliklerde çatlamlara maruz kalmış neticede fasılalı yükler sonucu yukarıya ve derinlere doğru diğer çökmeler meydana gelmiştir.

Drenaj bacasında çöküntü meydana gelmeden önce 10-13 Nisan tarihleri arasında meydana gelen plastik deformasyon değerleri 14 Nisandakinden 3 defa daha azdır. 14 Nisanda meydana gelen plastik deformasyon elastik deformasyonun 10 misli daha fazladır.

15 Nisan 1976 da elastik ve plastik deformasyon miktarları birbirlerine eşit değerlere erişmektedir. 16,17 ve 18 Nisan tarihlerinde zeminde hiç elastik davranışlar görülmemiştir. 19 Nisan 1976 da 0.456 mm. Mertebesindeki toplam deformasyonun 0.272 mm.lik kısmı elastik, 0.184 mm. kısmı plastik deformasyon olarak görülmektedir.

20 Nisan 1976 günü sonunda plastik deformasyon 0.360 mm. elastik deformasyon ise 0.148 mm. olarak bulunmuştur.

Elastik ve plastik bileşenlerin mertebelerinin her gün farklı olarak elde edilmesinin nedeni devirli kuvvetleri meydana getiren ay ve güneşin dünyaya olan mesafelerinin değişmeleridir.

Kayalar üzerinde yapılan ekstensometre ölçümlerinden Japonya'da elde edilen sonuçlar şöyledir.

24 saatlik değişmeler için ($\epsilon_t=8.57.10^{-8}$, $\epsilon_e=3.81.10^{-8}$, $\epsilon_p=4.76.10^{-8}$, 19 günlük değişmeler için $\epsilon_t=3.66.10^{-7}$, $\epsilon_p=1.10^{-7}$, $\epsilon_e=2.66.10^{-7}$, 4 aylık değişmeler için $\epsilon_t=8.8.10^{-6}$, $\epsilon_e=1.10^{-6}$, $\epsilon_p=7.8.10^{-6}$ iki yıllık değişmeler $\epsilon_t=1.26.10^{-5}$, $\epsilon_e=0.689.10^{-5}$, $\epsilon_p=0.57.10^{-5}$ değerlerine tekabül etmektedir.

19 yıllık değişmelerde $\epsilon_t=1.02.10^{-4}$, $\epsilon_e=0.14.10^{-4}$, $\epsilon_p=0.88.10^{-4}$ mertebelerinde bulunmaktadır.

Yukarıdaki bilgiler ışığında etüt sahamızda iki yılda yaklaşık olarak 8-13 cm mertebesinde kalıcı deformasyonun meydana gelebileceği saptanmıştır.

Bilindiği üzere heyelan müteakip yapılmakta olan hastane ek tesislerinden A6,C, bloklarında çatlak kolonlar, C₁ blokta çatlak duvarlar, A₆,A₂,C₁ bloklarında giriş çatlağı, A₄ ve A₆ bloklarında kolon üst başlığı izafi deplasmanı gibi yapısal kararlar görülmüştür. Bütün bu gelişmelerin aniden olmadığı fakat tedrici olarak gelişme gösterdiği, bilinmektedir. Genellikle fasıllı yüklerin meydana getireceği zarar kümülatif tip bir zarardır. Yani önce ufak çapta ve daha sonra geniş çapta yapısal hasarları doğurabilecek biçimdedir. MDS-72 yük değişimlerini ölçebilecek cihaz 10 nolu Drenaj bacasının batı cephesine ve 1.5 metre derine gömülmüştür. Bu cihaz 0-20 kg/cm² arasındaki kuvvetleri ölçebilecek kapasitede yapılmıştır. Bu cihazın okumaları MDS-3 kaydedici ile yapılmıştır. 1.5 metre gibi çok sığ bir derinliğe gömülen cihaz günlük değişmeleri (49.5-47) olarak kaydetmiştir.

Bu küçük farklara tekabül eden kuvvet değeri de 0.1142 kg/cm² mertebesinde olmaktadır. Ancak ölçü alındığı sırada zeminde daha önce mevcut olan kuvvet bilinmediği için sadece “devirli”olarak artma ve azalma gösteren met ve cezir kuvvetlerin değerleri saptanabilmiştir. Aletin küçük kuvvetleri ölçecek bir şekilde yapılmış olması nedeniyle sığ derinliklerdeki bu kuvvetler arzu edilen hassasiyetle saptanamamıştır. Şehir cereyanında görülen voltaj değişmeleri nedeniyle bu aletler sık okumalar yapılamamıştır. Ayrıca bu yük plakalarından bir kaçının yükün derinlikle arttığı göz önünde bulundurularak çeşitli seviyelerde kurulması heyelan sahasındaki kuvvetlerin derinliğe göre değişmeleri saptanmasına olanak verebilir.

7. KEMİK HASTALIKLARI HASTAHANESİ MİKROSİSMİK BÖLGELEME RAPORU

7.1-) Deprem Zararı üzerine çakıl toprak koşullarının etkisi

Genellikle Eğridir gibi 1 nci dereceden deprem kuşağı üzerinde yapılacak büyük binaların, köprü veya tünel gibi oluşu meydana gelecek bir deprem şiddetini artırır veya azaltır. Mikrosismik bölgeleme, sismik refraksiyon çalışmalarından elde edilen bilgilere dayanılarak yapılan bölgelemedir. Bu çalışmaların gerekliliğini belirtmek için Medvedev (1963) tarafından elde edilen bilgileri özetlemek yerinde olur. Aynı deprem şiddet değerinin meydana getirdiği deformasyon sıkı zeminlerde gevşek zeminlere nispeten 10 defa daha azdır. Deprem şiddetinin 1 derece artması halinde yapısal hasarın 20 misli arttığı görülen durumlardır.

Puckhov, 1965 yılında yayınladığı raporda, şiddetli depremlerle ilgili çalışmalardan şu sonuçlara varılmıştır. Yıkıcı bir depremin şiddeti sağlam Temel kayada 7, halbuki gevşek kumlu ve killi zeminlerde 9 veya 10 mertebesine ulaşabilmektedir. İleri ülkelerde üzerinde önemle durulan bu konuya ait veriler aşağıdaki tarzda saptanmıştır.

Zeminlerde toplam sismik şiddet artışı Prof.Medvedev (1963,1964) tarafından aşağıdaki formülle verilmiştir.

$$n = 1,6.7 \log \frac{\rho_n V_n}{\rho_o V_o} + e^{-0.04 h^2}$$

Burada n= sismik şiddet artışı (GEOFIAN) skalasına göre hesaplanmıştır.

ρ_o =Granite ait yoğunluk (2.9 gr/cm³), v_o =sismik refraksiyon çalışmaları ile elde edilen granite ait P-dalga hızı (5600 ö/sn). Granite ait sismik şiddet artışı n_o sıfır olarak alınır ve diğer malzemelerin deprem şiddetini artırıcı özellikleri buna göre sınıflandırılır. Ref(10). Toprakların akustik sertliklerini saptama prensibine dayanan sismik-mikrozonlaşma çalışmaları, heyelan sahasında 362.5 metrelik profil boyunca sürdürülmüştür. Bu yolda yapılan ön çalışmaları takiben depremden en az ve en fazla zararı görebilecek sahaların ortaya konması imkan dahilindedir. Ancak bu çalışmalardan sonra, deprem yönetmeliğine uygun veya depreme dayanıklı bir inşaata başlamak mümkündür.

Yukarıdaki formülde (h) yer altı su tablası derinliğidir. Yer altı suyunun ilk 10 metre derinlikte mevcut olması halinde $e^{-0.04 h^2}$ değeri sismik şiddet artışını etkilemekte, 10 metreden derinlerde bu ifade ihmal edilmektedir. Yer altı suyu hemen satıhta ise (h=0) bu değer 1 olmaktadır. Yer altı suyu derinliğinin saptanmasında mekanik sondaj kuyu verileri ve sismik hız neticeleri göz önünde bulundurulmuştur. P-dalga hızının 900-1000 m/sn. aştığı seviyeler yer altı suyuna doygun kabul edilmiştir. Ref(3.4.6)

Etüt sahasındaki zeminlerin yoğunlukları $\pi_n=0.2$. $V_p +1.6$ formülüyle hesaplanmış ve gr/cm^3 olarak belirlenmiştir. Zemin farklı hızlardan oluşan tabakalardan meydana geldiği için ilk 10 metrelik kalınlık için ortalama sismik hız $V_{ort}=1/H \cdot \sum V_{ixhi}$ formülüyle hesaplanmıştır.

V_n, ρ_n hesaplamaları sırasında Şekil 4.2 (a-g) de gösterilen sismik hız ve derinlikler kullanılmış ve neticeler Şekil 4.4a da her jeofizik sondaj noktası üzerinde (n) değeri olarak belirlenmiştir.

Şekil(7.8) de Heyelan sahasında en çok tekerrür eden şiddet artışı değeri bölgenin ortalama sismik şiddet artışı olarak kabul edilmiştir. Bu değer mevcut deprem haritalarındaki bölgeye tekabül eden şiddet değeri olarak $I=9$ MM alınmıştır. Şekil(7a) da en çok tekerrür eden değerden küçük olarak saptanan değerler 9 dan çıkartılmış, büyük olarak bulunanlar ise 9 değerine ilave edilmiştir. Şekilden görüleceği gibi 3,4 ve 6 nolu sismik profiller üzerindeki zeminler sismik şiddeti yaklaşık olarak 1 derece artırarak 10 şiddet değerine erişmektedir. En küçük sismik şiddet artışı değeri S-2 sondaj yanında yani A-2 bloğu civarında elde edilmiştir. Heyelan sahasında yerinde yapılan incelemelerden şu önemli saha müşahadelere ortaya konmuştur.

10 Nolu drenaj bacası batı yamaçtan gelen kuvvetler etkisiyle çökmüş ve kare prizma görünümünden adeta basık paralel kenar haline geçmiştir. Bu drenaj bacasının 3 nolu sismik profil üzerinde bulunması ve büyük sismik şiddet artışı değerleriyle karakterize edilmedi dikkate değerdir.

6 nolu sismik profil boyunca görülen uzun çatlakların $n=2.44$ gibi büyük sismik şiddet artışı değerleriyle karakterize edilmiştir.

7.2. Zeminin Hakim Titreşim Periyotlarının Saptanması

Zeminlerin deprem zararlarını artırıcı özelliklerin yanı sıra hakim titreşim periyotlarının da saptanması Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından hazırlanan yönetmelikle deprem bölgeleri içinde yapılacak olan tesisler için gerekli görülmüştür.

Yapılacak büyük binaların ve bunların altında yer alan zeminlerin hakim titreşim periyotlarının (Predominant Period, T_{pp}) saptanması projelendirmede hayati önem taşır. Zira zemin ve bina hakim titreşim periyotlarının aynı değerlere rastlatılması halinde meydana gelecek rezonans olayı yapı üzerinde önemli yapısal hasarlar oluşturabilir. Ref.(11). Aytun.1975, uzak bir yerde meydana gelecek şiddetli bir depremin bile zeminle, binanın hakim titreşim periyotlarının aynı aralıkta bulunması halinde yapısal hasarları-geniş ölçüde arttığını kendi tarafından geliştirilen bir peryometre cihazı ile yaptığı denemelerle ortaya koymuştur. Ayrıca Aytun, bütün yüksek binaların hakim titreşim periyotlarının saptanarak bu değerlerin zemin hakim titreşim periyotlarıyla mukayese edilmesini gerekli görmektedir. Kemik hastalıkları hastanesinde kurulan özellikle A-2 bloğunun hakim titreşim periyotları çeşitli istikametlerde saptanmalıdır. Zeminin hakim titreşim periyotları çeşitli istikametlerde saptanmalıdır. Zeminin hakim titreşim periyotları jeofizik çalışmalarla aşağıdaki formüllerle bulunabilir. Sezawa-1935, Savarenskij-1959.

$$H=1/4 (T.V_p) \quad \text{veya} \quad H=1/4 (T.V_s)$$

Şayet birden fazla tabaka mevcut ise bu takdirde hakim titreşim periyodu.

$T_{pp}=4(H_1/V_{p1} + H_2/V_{p2})$ formülünden hesaplanır.

Hakim titreşim periyot değerleri saniye olarak profil boyunca Şekil 4.4.a da düşey kolonlar üzerinde gösterilmektedir.

İnşaat sahasını içerisine alan S-1 ve S-2 noktalarında hakim titreşim periyot değerleri $T_{pp}=0.1848-0.2378$ sn. olarak hesaplanmıştır.

Ancak binanın hakim titreşim periyodu “bina periyotlarını ölçen peryometre cihazıyla” ölçülmeli ve bulunan zemin hakim titreşim periyotlarıyla mukayese edilmelidir.

8. SONUÇ VE TAVSİYELER

Eğridir Kemik Hastalıkları hastanesi ek tesislerinin oturduğu yamaç molozlarından oluşan kesimde yapılan jeofizik etütler sondaj verileriyle tamamlanarak jeolojik kesit çıkarılmış ve şu sonuçlara varılmıştır.

i) Heyelan, tektonik hareketler nedeniyle oluşan fay atımı ve geniş ezilme zonlarının bulunduğu bir saha üzerinde birikmiş yamaç molozu içerisindedir ve Hastane bu yamaç üzerine oturmaktadır. Yamaç molozu olarak adlandırılan malzeme içerisinde iri bloklar vardır ve kalker molozları etrafında gevşek bir çimentolanma vardır.

ii) Ektensometre ile yapılan ölçümler arazide sürekli olarak kalıcı deformasyonların meydana geldiğini göstermektedir. Bu ise sınırları kesinlikle belli olmamakla birlikte heyelanın halen aktif durumda olduğunu göstermektedir.

iii) Verilen jeolojik kesitte potansiyel kayma düzlemleri belirlenmiştir. Ancak aktif heyelanın kayma yüzeyi kesinlikle tayin edilememiştir. Sondaj kuyularına yerleştirilen plastik borular bu konuda bilgi verecektir.

iv) Oluklan kalker masifi ile Hastane bloğunun oturduğu yamaç molozu arasında jeolojik, hidrojeolojik ve tektonik yönden sıkı bir ilişki vardır.

v) Sismik verilerden elde edilen bilgilere göre, yeni inşaat sahasındaki binaların “orta-sıkı” olarak tarif edilen zemin üzerine inşa edildiği görülmektedir.

vi) Deprem yönetmeliğine uygun olarak mikro bölgeleme çalışması yapılmış ve hakim titreşim periyodunun saptanması konusunda bazı veri ve bilgiler raporda sunulmuştur.

TAVSİYELER

i) İnşaat sahasında var olan binaların durumlarını kontrol etmek için yazıcı veya sürekli olarak kaydedici tipteki bir ekstensometrenin binanın çevresine yerleştirilerek gerekli ölçümlerin alınması faydalıdır. Zira etüt süresi içinde elde edilen “heyelan kayma hızı” değerlerimizin Ref(20) de “heyelan öncesi kayma hızı” değerlerine yakın olduğu dikkati çekmektedir. Bu açıklamalar ileride yeni bir heyelanın meydana gelmesi olasılığını açıklamak için yapılmıştır. Heyelanların önceden kestirilmesi konusunda halen Japonya’da Saito(1965, Ref.13) tarafından çalışmalar sürdürülmektedir.

ii) A-2 bloğunun hakim titreşim periyodunun E-W ve N-S istikametinde saptanması ve bu değerlerin zemin hakim titreşim periyodu ile karşılaştırılması faydalı olacaktır.

REFERANSLAR

1-Kemal Erguvanl, 1973 “Eğridir Kemik Hastalıkları Hastanesi Mühendislik Jeolojisi Raporu”

2-Ergün Toğrul 1973, ” Eğridir Kemik Hastalıkları Hastanesi İnşaatı hakkında Geoteknik rapor”.

3-Kuran Uğur 1975, ”60 Mekanik sondaj kuyusu neticesinin sismik refraksiyon ve rezistivite neticeleriyle korelasyonu (yakında yayınlanacak)”

4- Kuran Uğur 1960, “Sosyal Sigortalar Genel Müdürlüğünce projelendirilecek olan O.D.T.Ü karşısındaki sahanın mühendislik jeolojisi ve jeofizik raporu (İmar ve İskan Bakanlığı)”

5-Kuran Uğur, 1975. Yer altı suyundan maksimum verim elde edilecek sahanın jeofizik çalışmalarla saptanması ve bunların mühendislik problemlerin çözümündeki önemi”Jeofizik “ mecmuası Türkiye Jeofizikçiler yayını.

6-Kuran Uğur., Gençoğlu Ahmet, 1975 “Sapanca geçişi göl içi sismik-refraksiyon ve rezistivite çalışmaları.”

7- Kuran Uğur., 1975 *An Experimental investigation of cyclic stress-strain relation and fatigue crack propagation in rocks.*

Ph.D.(Doktora tezi- Imperial College) London

8- Kuran Uğur, 1975 *Fatigue Crack Propagation within the earth crust due to cyclic tidal loading and earthquake prediction along the San Andreas and North Anatolian fault zones.*

“Centro Symposium on earthquake engineering and Engineering seismology, 18-20 Nov. 1974 M.E.T.U.”

9- Kuran Uğur, 1975 *Sapanca geçişi Mikrosismik Bölgeleme raporu T.C.K. Araştırma Fen Heyeti Müdürlüğü.*

10- Aytun, Alkut 1975. *Özel görüşmelerde.*

11- Radbruch, D.H and Bonilla, M.G, 1966 *Tectonic Creep in the Hayward fault zone California.*

Proc. 6 th. Int. Conf. Soil Mech. (Montreal) 2,537-41.

12- Saito, M. 1965, *Forecasting the time of occurrence of a slope failure*

13- Kuran Uğur, 1976, *Devirli Med-Cezir kuvvetleri sonunda fatigue kırık ilerlemesi ve depremlerin önceden tahmini Türkiye IV. Jeofizik Kurultayı 19-21 Ocak 1976.*

14- S.V. Medvedev, V.I Bune, et al. *“Insruction Manual for Microzoning, UNESCO/NS/SEISM/REP. 12.1964*

15- S.V. Medvedev, 1963 – *Quantativa data on ground motion from strong earthquakes, in research in the field of engineering seismology, Federal Sci. Tech. Inst. TT-66-62216.*

16- Puckhov, S.V. 1965, *An Instrumental earthquake-Magnitude Scala: Seismol. Soc. America Bull. V.25, No.1, P. 1-32.*

17- Sezawa, K., KANAI, 1935 – *Decay constants of seismic vibrations of a surface layer, Bull, E.R.I. Tokyo, Japan, V. 13-261-265.*

18-)Savarensky, E.F. 1959 *Elemantary evaluation of the influence of layers on oscillations of the earth's surface, Izvestiya I NSSR, Geophysic Series no. 10*

19- Skempton A.W., J. Hutchison 1969. *Stability of Natural slopes and embankment foundations. State of the art report.*