

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOSYA MERKEZ ve YAKIN ÇEVRESİ ZEMİNİNİN GEOTEKNİK
ÖZELLİKLERİ VE DEPREMSELLİĞİ

Tuncer TURGUT

121377

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

121377

ERZURUM

2002

**TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Salih BAYRAKTUTAN'ın danışmanlığında Tuncer TURGUT tarafından hazırlanan bu çalışma 26. / 09 / 2002 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Salih BAYRAKTUTAN

İmza : 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Suat AKBULUT

İmza : 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Özcan TAN

İmza : 

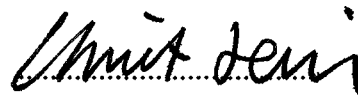
Üye :

İmza :

Üye :

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylarım



Enstitü Müdürü

ÖZET

Y. Lisans Tezi

TOSYA MERKEZ ve YAKIN ÇEVRESİ ZEMİNİNİN GEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ VE DEPREMSELLİĞİ

Tuncer TURGUT

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Salih BAYRAKTUTAN

Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde bulunan Tosya ve çevresinin zemin özellikleriyle ilgili veriler toplandı ve çoklu karşılaştırma yapılarak Tosya ve çevresinin zemini yapılaşma açısından 4 farklı geoteknik birime ayrıldı. Bölgeden alınan zemin örneklerine laboratuvarında belirli testler yapıldı. Bu testler sonucunda zeminin genel olarak kumlu alüvyon yelpazeye sahip olduğu belirlendi. Tosya'nın 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanarak bu haritadan geoteknik bölgelendirmenin yapıldığı aynı ölçekte başka bir harita üretildi. Tosya ilçe merkezine ait 1/5.000 ölçekli haritaya ilçede 1999-2001 yılları arasında yapılan zemin etüd verileri sonuçlarından biri olan zemin emniyet gerilmesi değerleri işlenerek eş zemin emniyet gerilmesi haritası elde edildi. Her geoteknik birimin tipik emniyet gerilmesi değerleri ve zemin özellikleri belirlenerek geoteknik birimler üzerine inşa edilecek mühendislik yapıları için alınacak önlemler belirlendi.

2002, 62 sayfa

Anahtar kelimeler: Tosya, Kuzey Anadolu Fay Zonu, Geoteknik Birim, Geoteknik Bölgelendirme.

ABSTRACT

Master Thesis

GEOTECHNICAL CHARACTERISTICS AND SEISMICITY OF THE TOSYA URBAN AND VICINITY AREA

Tuncer TURGUT

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Salih BAYRAKTUTAN

Currently available data about geotechnical characteristics and seismicity of the Tosya urban and vicinity area are collected. This town is located in the North Anatolian Fault Zone. The study area is divided into 4 main geotechnical zones by multi-comparison of various ground data. Several geotechnical tests applied to the soil samples collected from the area. Dominant soil type is sandy alluvial fan deposit. Geological map of 1/25.000 scale of the Tosya Urban Area, is prepared. Geotechnical Zoning Map at 1/25.000 and 1/5.000 are drawn, based on geological and geotechnical data. The results of geotechnical reports done by various organizations, during time interval of 3 years (1999-2001) and bore hole data are used for determining boundaries of geotechnical units in 1/5.000 scale map. Isometric contours of soil boring capacity (q_c) are drawn at 1/5.000 scale. Safety stress values and soil profiles are given for each zone. Measures to be taken in engineering constructions are listed.

2002, 62 pages

Keywords: Tosya, North Anatolian Fault Zone, Geotechnical Unit, Geotechnical Zoning.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum bu çalışma Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde yapılmıştır.

Çalışmalarında her türlü desteği sağlayan çok değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Salih BAYRAKTUTAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Veri toplama ve literatür safhalarında gerekli yardımı ve ilgiyi esirgemeyen DSİ Genel Müdürlüğü, İller Bankası 4.Bölge Müdürlüğü, MTA Genel Müdürlüğü, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Tosya Kaymakamlığı, Tosya Belediyesi çalışanlarına, en sıkıntılı anlarımda moral desteklerini esirgemeyen İnşaat Mühendisliği Bölümü'nün değerli öğretim elemanlarına, Sayın Meryem ÇELİK'e, Sayın Selim SARIGÜL'e, Tarih Bölümü'nden Sayın Arş.Gör. Bilgehan PAMUK ve Matematik Bölümü'nden Sayın Arş. Gör. Engin ÖZKAN'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında annem, babam, kardeşim, eşim ve çocuğumdan görmüş olduğum destek ve teşvikten dolayı kendilerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tuncer TURGUT

Eylül 2002

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER DİZİNİ	viii
1.GİRİŞ	1
1.1.Çalışmanın Amacı	1
1.2.Çalışmanın Kapsamı	1
1.3.İklim ve Bitki Örtüsü	3
1.4.Jeoloji	3
1.4.1.Faylar	4
1.4.1.1.Devrez Fayı	5
1.4.1.2.Oğuz Fayı	5
1.4.1.3.Çeltikçi Fayı	5
1.4.1.4.Çevlik Fayı	6
1.5.Hidrojeoloji	6
1.5.1.Akiferler	9
1.6.Depremsellik	9
1.7.Geoteknik Bölgeleştirme	11
2.KAYNAK ÖZETLERİ	12
3.MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1.Materyal	16
3.2.Arazi Gözlemleri	16
3.2.1.Örnekleme Planı	16
3.2.2.Zemin Kesitleri	16
3.3.Hava Fotoğraflarının Yorumlanması	17
3.4.Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi	17

3.5.Resmi ve Özel Kurumlar Tarafından Yapılan Zemin Etüdlerinin Değerlendirilmesi	20
3.6.Alınan Zemin Örneklerinin Laboratuvarda Fiziki ve Mekanik Özelliklerinin Tespiti	20
3.6.1.Zemin Örneklerinin Taşıma Gücü Hesabı	35
3.7.Verilerin İstatistiksel Metodlarla Değerlendirilmesi	37
3.7.1.Magnitüd-Frekans İlişkisi	38
3.7.2.Sismik Risk Parametreleri	43
3.8.Sismik Hız Kayıtları	45
4.ARAŞTIRMA BULGULARI	47
4.1.Büyük Zemin Grupları, Sınırları ve Dağılımı	47
4.1.1. I nci Bölge	47
4.1.2. II.nci Bölge	48
4.1.3. III ncü Bölge	49
4.1.4. IV ncü Bölge	50
4.2.Tosya İlçe Zemininin Zemin Emniyet Gerilmesi Dağılımı	51
5.TARTIŞMA ve SONUÇ	52
KAYNAKLAR	56
EKLER	59
EK 1	60
EK 2	61
EK 3	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	İnceleme Alanı Mevki Haritası	2
Şekil 1.2.	İnceleme Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti	8
Şekil 1.3.	Türkiye ve çevresinde güncel tektonik hareketleri açıklayan levha tektoniği modeli	10
Şekil 3.1.	Farklı Geoteknik Birimlere Ait Karakteristik Zemin Kesitleri	18
Şekil 3.2.	Uzay Fotoğrafları	19
Şekil 3.3.	1 No'lu Örneğe Ait σ - τ İlişkisi (Kırılma Zarfı)	22
Şekil 3.4.	2 No'lu Örneğe Ait σ - τ İlişkisi (Kırılma Zarfı)	22
Şekil 3.5.	3 No'lu Örneğe Ait σ - τ İlişkisi (Kırılma Zarfı)	23
Şekil 3.6.	4 No'lu Örneğe Ait σ - τ İlişkisi (Kırılma Zarfı)	23
Şekil 3.7.	1 No'lu Örneğe Ait Deviatör Gerilme-Boy Kısalması İlişkisi	24
Şekil 3.8.	2 No'lu Örneğe Ait Deviatör Gerilme-Boy Kısalması İlişkisi	24
Şekil 3.9.	3 No'lu Örneğe Ait Deviatör Gerilme-Boy Kısalması İlişkisi	25
Şekil 3.10.	4 No'lu Örneğe Ait Deviatör Gerilme-Boy Kısalması İlişkisi	25
Şekil 3.11.	1 No'lu Örneğe Ait Tane Büyüklüğü Dağılımı Eğrisi	26
Şekil 3.12.	2 No'lu Örneğe Ait Tane Büyüklüğü Dağılımı Eğrisi	27
Şekil 3.13.	3 No'lu Örneğe Ait Tane Büyüklüğü Dağılımı Eğrisi	28
Şekil 3.14.	4 No'lu Örneğe Ait Tane Büyüklüğü Dağılımı Eğrisi	29
Şekil 3.15.	KAF zonunun orta kesiminde deprem episantrlarının dağılımları.....	37
Şekil 3.16.	KAF Zonunun incelenen kesimlerinde depremlerin magnitüdlerine göre oransal dağılımları	40
Şekil 3.17.	KAF zonunun orta kesiminde olan depremlerin derinlik dağılımları .	41
Şekil 3.18.	KAF zonunun farklı segmentleri için hesaplanan tekrarlanma peryotları	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	1 No'lu Örneğe Ait Üç Eksenli Basınç (UU) Deney Sonuçları	30
Çizelge 3.2.	2 No'lu Örneğe Ait Üç Eksenli Basınç (UU) Deney Sonuçları.....	31
Çizelge 3.3.	3 No'lu Örneğe Ait Üç Eksenli Basınç (UU) Deney Sonuçları.....	32
Çizelge 3.4.	4 No'lu Örneğe Ait Üç Eksenli Basınç (UU) Deney Sonuçları.....	33
Çizelge 3.5.	Alınan Örneklerle Ait Deney Sonuçları	34
Çizelge 3.6.	KAF zonunun orta kesimi için EKKY ile bulunan magnitüd-frekans bağıntılarından hesaplanmış farklı magnitüd büyüklükleri için tekrarlanma periyotları	41
Çizelge 3.7.	KAF zonundaki orta segment için farklı magnitüdlerdeki depremlerin sayıları ve kümülatif toplamaları ile bunlardan hareketle hesaplanan b değerleri	44
Çizelge 3.8.	Tosya ve çevresine ait tipik V_p , V_s değerleri	46

SİMGELER DİZİNİ

a	İstatistiksel Deprem Parametresi 1
b	İstatistiksel Deprem Parametresi 2
c	Kohezyon
$^{\circ}D$	Doğu Boylamı
EKKY	En Küçük Karakter Yöntemi
G_s	Güvenlik Faktörü
I_0	Deprem Şiddeti
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
$^{\circ}K$	Kuzey Önlendi
M	Deprem Magnitudü
m	Eğim
N_c	Zemin Kohezyon Katsayısı
N_γ	Zemin Birim Hacim Ağırlık Katsayısı
N_q	Zemin Jeolojik Yük Katsayısı
N_d/T	Birikimli Oluş Sayısı
q_e	Emniyetli Zemin Emniyet Gerilmesi
q_s	Sınır Zemin Emniyet Gerilmesi
r	Korelasyon Katsayısı
V_p	Sismik P Dalgası Hızı
V_s	Sismik S Dalgası Hızı
γ	Birim Hacim Ağırlık
$\emptyset$	İçsel Sürtünme Açısı
τ	Kayma Gerilmesi Değeri
σ	Normal Gerilme Değeri
β	Sismik Risk Parametresi 1
$\lambda_{1,2}$	Sismik Risk Parametresi 2

1.GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

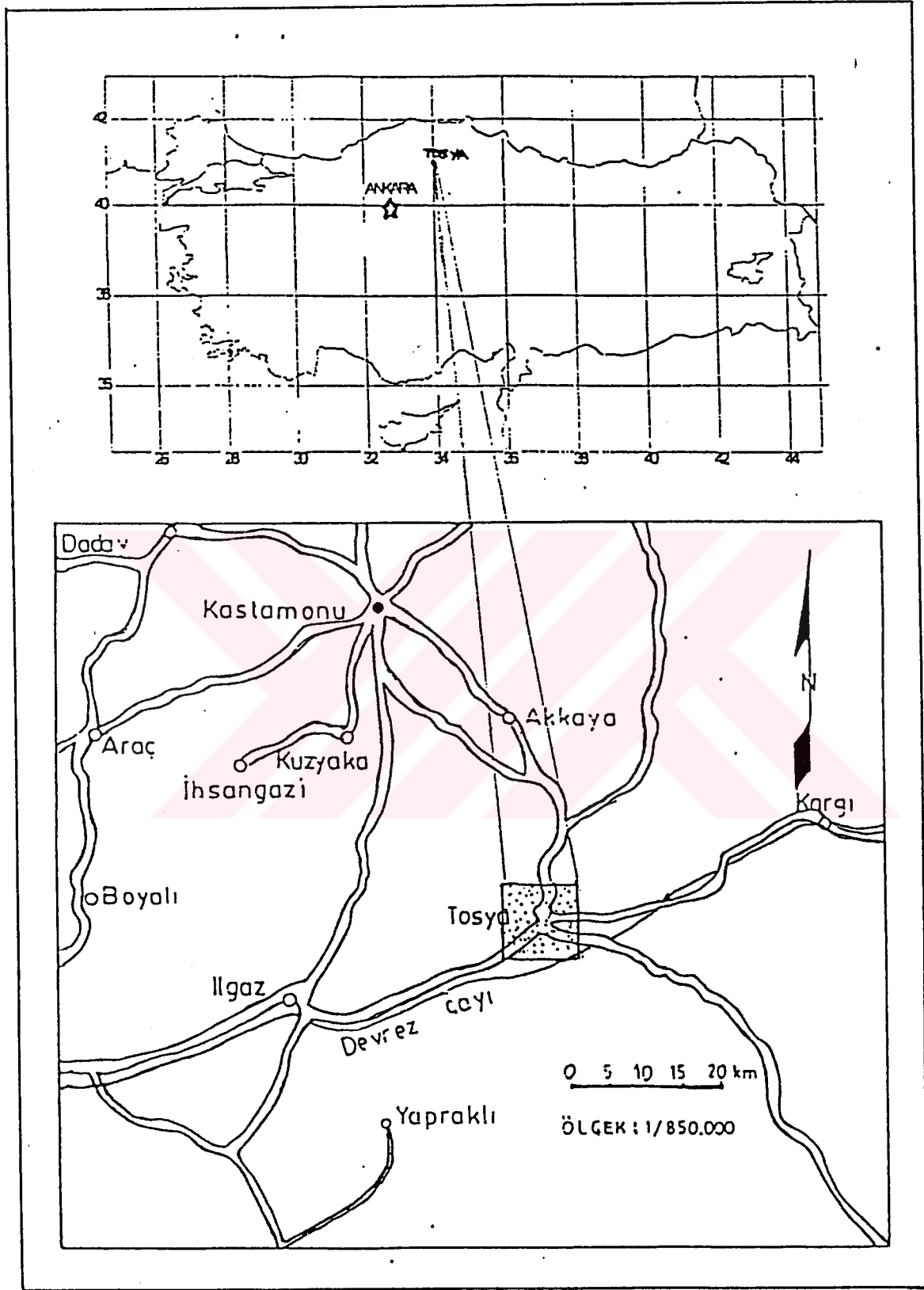
Bu çalışmanın amacı, Tosya ve yakın çevresi zeminini oluşturan alüvyon malzemenin fiziksel ve mekanik parametrelerinin yaklaşık 15 m. derinliğe kadar olan kısmında yanal dağılımını tespit ederek, son zamanlarda hızla artış gösteren yoğun yapılaşmanın deprem durumunda yol açabileceği can ve mal kaybını en aza indirmede planlamacı ve inşaat üreticilerine gerekli önerileri sunmaktadır.

Tosya ilçe merkezi ve çevresinin çok yüksek depremselliği ve kum boyutunun egemen olduğu taneli malzemeden oluşan düşük taşıma gücüne sahip zemini, çarpık yapılaşma ve yanlış yönde fiziki gelişmesi, olası büyük bir depremde hasarı arttıracak olan en büyük etkenlerdir. Bu araştırma ile hedeflenen hususlardan biri Tosya'daki şehir planlaması ve yapılaşmadaki mevcut durumun, hasarı arttırmadaki rolüne yerel yönetimlerin dikkatini çekmektir.

Bu çalışmada tespit edilen sonuçlar ve önerilerin uygulamaya aktarılması durumunda olası bir depremde can kaybı ve yapısal hasarın en aza indirilmesine katkıda bulunmuş olunacaktır.

1.2.Çalışmanın Kapsamı

İnceleme alanı, Kastamonu ilinin 45 km. güneydoğusunda yer almakta olan Tosya ilçe merkezi ve yakın çevresinde Doğu-Batı doğrultusunda 11 km, Kuzey-Güney doğrultusunda 16 km. olmak üzere yaklaşık 176 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1). Saha tümüyle KAF zonunun iki branşı (Oğuz ve Devrez Fayları) arasında yer almaktadır.



Şekil 1.1. İnceleme Alanı Mevki Haritası

Saha ve metod olarak çalışmamızın kapsamı geoteknik bölgelendirmede yer alan zemin ve zemin örneklerini içermektedir.

1.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanı iklim yönünden Karadeniz ile İç Anadolu İklimleri arasında kalmaktadır. Bu yüzden bu geçiş kuşağının ortak özelliklerini taşır. Yazları Karadeniz iklimi hakim iken, kışları yağışlı ve soğuktur.

Uzun yıllar ortalamasına göre sıcaklık en yüksek Ağustos ayında (22°C), en düşük Ocak ayında (1°C) olarak gözlenmiştir. Yıllık ortalama sıcaklık ise 11.7°C 'dir (Tosya Devlet Meteoroloji İşleri).

İnceleme alanında yıllık yağışın mevsimlere göre dağılımında, yağışın %31.5'i kışın, %32.4'ü ilkbaharda, %18.8'i yazın, %17.3'ü ise sonbaharda görülmektedir (Özkan 1992).

İnceleme alanında bitki örtüsü genellikle meyve ağaçlarından ve zirai bitkilerden oluşmaktadır. Bunun yanında özellikle güneyde çam ormanları bulunmaktadır. Zirai bitkilerden hububat, çeltik ve şeker pancarı en yaygın gözlenen bitki türleridir.

1.4. Jeoloji

Tosya havzası, batıda Ilgaz ve doğuda Kargı havzaları ile birlikte, KAF zonu içinde gelişmiş Pliyo-Kuvaterner çöküntü alanı olup KAF zonuna ait iki ana fay hattı arasında yer almaktadır (Yılmaz vd 1984). Çek-ayır mekanizması ile oluşmuştur (Şengün vd 1990). Tosya çevresinde 4 büyük jeolojik birim yüzeylenmektedir. Bu birimlerin litoloji ve yapı özellikleri yaşlıdan gence doğru aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Paleozoyik yaşı Gürleyik Formasyonu
- Üst Mesozoyik (Kargı-Kirazlar) Ofiyolitli Karmaşığı
- Eosen yaşı Karaboya Formasyonu
- Pliyosen Yaşı Çerkeş Formasyonu

Bu formasyonların bütünü, daha yaşı birimleri uyumsuzluk yüzeyi ile tektonik olarak örtmüştür (Saner 1980).

Paleozoyik yaşı Gürleyik Formasyonu düşük ve çok düşük dereceli çeşitli metamorfik kayalardan oluşan bir birimdir. Formasyonunda gnays, kalkşist, kloritlişist, amfibolit, metatortul ve metavolkanit mevcuttur (Kırıkkale Üniversitesi 2001).

Üst mesozoyik yaşı Kirazlar ofiyolitli karmaşığı siyahımsı yeşil, kahverimsi yeşil, fûme eklemlî; serpantinit, peridotit, piroksenit, dunit gibi ultramafik kayalarla gabro, mermer, kireçtaşı vb. kaya topluluğundan oluşmuştur.

Eosen yaşı Karaboya Formasyonu şeyl, kumtaşı, killi kireçtaşı ve nadir cips tabakalarından meydana gelmiştir.

Pliyosen Yaşı Çerkeş Formasyonu KAF zonunun oluşturduğu çukurluklarda çökelen birimin özelliklerini taşımaktadır. Formasyon: Kirli sarı, boz, kahvemsî gri, gevşek tutturulmuş, yer yer çok gevşek tutturulmuş, konglomera ve kumtaşı arılanmasından oluşmuş olup akarsu ortamında çökelmiştir (Zemin Etüd Verileri 1999-2001).

1.4.1.Faylar

Tosya, bölge olarak 2 adet ana fay hattının ve dikine istikamette ufak fay hatlarının üzerinde bulunmaktadır.

Ana faylara paralel havza kenarlarında faylar mevcuttur. Derelerin ötelenmesi, Devrez Çayı vadisinin kuzeyinde şerit gibi uzanan Tınaz Tepeler dizisinin oluşumu ve fay şevlerinin gelişimi fayların doğrultu atımlı olduğunu kanıtlamaktadır. Kuzey kenarda basamaklı faylar da oluşmuştur.

1.4.1.1. Devrez fayı

Kuzeydoğuda Kargı Ovasının batı ucuna kadar uzanır. Daha doğuda alüvyon yelpazesi yamaç molozu altında devam eder. Kargı ovasını kuzeyden sınırlar ve Kargı Metamorfitlelerini keserek devam eder. Devrez Vadisi Neojen çökeltisi güney sınırırır. Düşey atımı çok azdır. Kargı ilçesi kuzeyinde, fayın kuzey bloku yükselmiştir.

1.4.1.2. Oğuz fayı

Tosya'nın kuzeyinde, doğuda Acıkise Mahallesiine kadar uzanır. Burada Çeltikçi Fayı ile birleşir. Kuzeyde Kunduz Metamorfiti ile Tosya Neojen Sedimentleri arasındaki sınırdır. Fay düzlemi çoğunlukla düşey ancak batı bölümünde kuzeye 70°-90° eğimlidir. Tosya havzasında, hasar yapacak depremselliği en yüksek kırık hattıdır.

1.4.1.3. Çeltikçi fayı

Yaklaşık Doğu-Batı uzantılı, yanal atımlı ters faydır. Batı yönünde çok uzun bir şekilde devam eder. Doğuda Kargı Ovası alüvyonlarının altında Kızılırmak boyunca Doğu-Batı doğrultusunda uzanan Kızılırmak Fayı ile birleşir. Doğuda Kirazbaşı Karmaşığı ile Kunduz Metamorfitleleri arasındaki sınırdır devam eden fay batıda Kirazbaşı Ofiyolitli Karmaşığı içinde uzanır. Fayın güneyinde fayla 25°-45° açı yaparak birleşen birbirine paralel Kuzeydoğu-Güneybatı uzanımlı yan atımlı küçük faylar bulunmaktadır. Muhtemelen bunlar doğrultu atımlı faylarda görülen P kırılmalarıdır.

Kargı ilçesinde (Mera mevkiinde) var olan jeotermal kaynak ve hamam 1943 depremi sırasında kaybolmuştur. 1943 deprem kırıkları traverten içinde günümüzde hala bellidir.

1.4.1.4. Çevlik fayı

Çakal Köyü-Mandıra Köyü arasında sağ yanal atımlı olup Köşdağ yükseltisi kuzey sınırını oluşturur. Yaklaşık 30 km. uzunlukta Kuşçular Mahallesi batısında Devrez fayı ile birleşir. Çakal ve Çevlik köyleri dolayındaki alüvyon yelpazeler Devrez çayı havzasının güney sınırını oluşturur. Bu fayın güney bloku kuzey bloka göre yükselmiştir.

1.5. Hidrojeoloji

Tosya ovasında hidrojeolojik sistem, Devrez Çayı ve bu çayın ova içerisindeki yan kollarının taşıdığı blok, çakıl, kum ve kil tane boyutundaki malzemelerin Neojen havzasında depolanması ile oluşan Kuvaterner yaşlı alüvyon birimden meydana gelmektedir (Özkan 1992).

İnceleme alanının temelini Ilgaz masifinin Paleozoyik yaşlı şistleri oluşturmaktadır. Tektonik hareketler sonucu inceleme alanı Neojen havzası olarak karasal ortamda çökellerin depolandığı bir çanak halini almıştır. Neojen çökellerinin üzerine gelen alüvyon malzeme ile Tosya ovası bugünkü görüntüsüne gelmiştir. Bölgede yer alan jeolojik birimlere ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit Şekil 1.2’de verilmiştir.

İnceleme alanında yer alan başlıca akarsular Devrez Çayı, Gökçeviz, Kurudere, Suludere, İldeş ve Gavur dereleridir.

Tosya ovasındaki en önemli akarsu olan Devrez Çayı, inceleme alanı dışından doğmaktadır. Bu çay Tosya'dan 29 km. uzaklıkta Çorum ili Kargı ilçesi güneybatısında Kızılırmak'a katılır.

Ovada yer alan diğer akarsulardan Gökçeviz, Kurudere, İldeş ve Gavur dereleri mevsimlik dereler olup, yaz aylarında kurumaktadırlar. Akış durumunda bu küçük dereler alüvyona ulaştıklarında, sularının büyük bir kısmı alüvyonun derinliklerine süzülmeaktadır. Bu dereler drenaj alanlarından, yağışlı dönemlerde topladıkları sularla, Devrez Çayı'ndan daha çok alüvyonu beslemektedir. Tosya ovasının bugünkü şeklini almasını sağlayan bu akarsular, taşıdıkları malzemelerle alüvyon akiferi oluşturmaktadır. Yüzey sularının hepsi kuzeyden güneye doğru aktığından, havzanın güney yarısında yeraltı suyu seviyesi yüksektir.

Tosya'daki hidrojeolojik sisteme etki eden parametreler; yağıştan ve akarsulardan süzülme ile oluşan beslenme, buharlaşma-terleme ile oluşan kayıplar, akarsular ile boşalım ve kuyularla yapılan çekimdir.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	AS SERİ	KALINLIK (m)	Stratigrafi	Litoloji
SENOZOİK	KUVATERNER		10-65		Alüvyon (Kil, Kum, Çakıl).
	TERSİYER	NEOJEN	~ 200		DISKORDANS
					Neojen Çökelleri (Taban konglomerası kumtaşı, çakıl bandlı kalın killler, killi çakıl, killi, çakıllı, kum).
PALEOZOİK	PERMİYEN		> 600		DISKORDANS
					Metamorfik Seri (Ayrılmamış). (Gri beyaz renkli kristalize mermer, mikaşist, yeşil şist, klorit şist, grafit şist, kuvarsit).

Şekil 1.2. İnceleme Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti (Özkan 1992)

1.5.1. Akiferler

Tosya ovasının tamamını kaplayan Kuvaterner yaşlı alüvyon birim, Devrez Çayının ve Gökçeviz, Gavur, Kurudere, Suludere, İldeş gibi mevsimlik yan derelerin Neojen ve Paleozoyik yaşlı çevre formasyonlardan getirdikleri blok çakıl, kum, silt ve kil malzemeden oluşmuştur. İri çakıl ve bloklar, genellikle dere yataklarında görülmekte, diğer kesimlerde ise çakıl-kum-kil tane boyutunda malzemeler yer almaktadır (Özkan 1992).

Tosya ovasında yer altı suyu taşıyan en önemli birim olan alüvyon, yan derelerin Devrez Çayına birleştiği yerlerde mermer, iri magmatik çakıllar ile ufalanmış şist, kum, silt ve killerden oluşur (Çiloğlu 1996). Ovanın kuzeybatısında ve güneydoğusunda yüzeylenen Neojen yaşlı çökellerin üst kısımlarındaki kumlu-çakıllı seviye ve taban konglomerası çok az yeraltı suyu taşımaktadır. Bu birimler eğim yönleri nedeni ile alüvyon akiferi beslemektedir. Paleozoyik yaşlı metamorfik birimler yeraltı suyu taşımamaktadır.

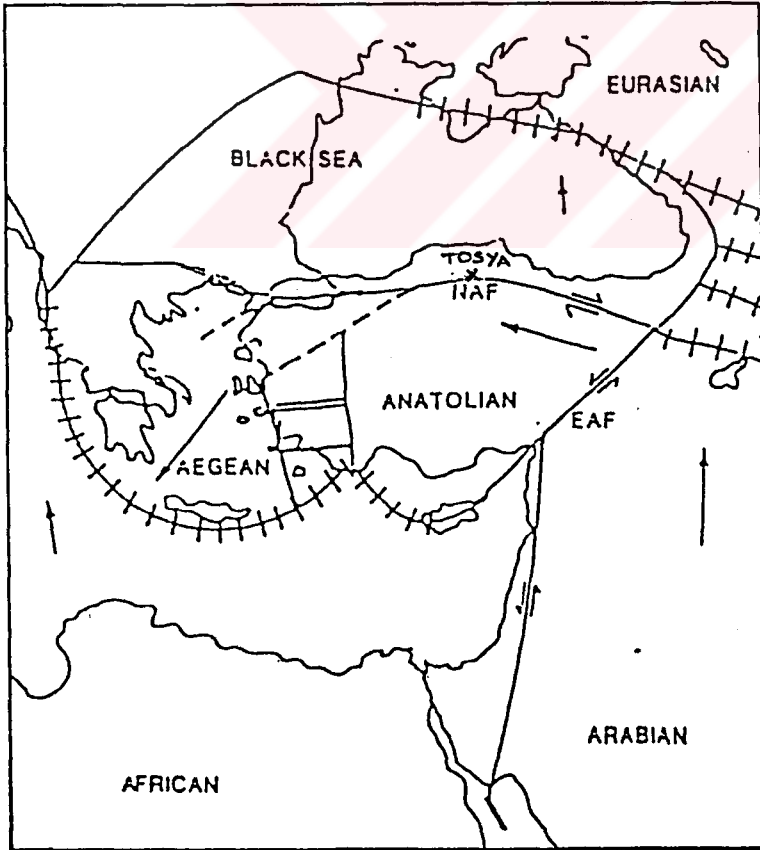
1.6. Depremsellik

Yeryüzündeki depremlemlerin hareketini belirleyen terimler arasında, maksimum yer ivmesi, kuvvetli hareket süreci, elastik ivme spektrumu, yayılan enerji spektrumu, enerjiye eşdeğer hız spektrumu gibi birçok kavram yer almaktadır.

İnceleme alanını teşkil eden Tosya ilçe zemini ve yakın dolayının depremselliği denilince yukarıdaki kavramlarla anlaşılmalı çalışılan deprem hareketinin içine deprem sonrası açığa çıkan enerji, magnitüd-frekans ilişkisi ve sismik risk tahminleri gibi ek kavramlar da devreye girmektedir. Bu çalışmada yukarıda belirtilen kavramlardan sınırlı sayıda veri irdelenmiş ve sonuca gidilmeye çalışılmıştır.

Azor takım adalarından başlayıp uzak doğuda Endonezya'ya kadar uzanan Alpin Deprem Kuşağı'nın en aktif kesimlerinden birisini oluşturan KAF zonunda, geçmişten günümüze kadar büyük can ve mal kayıplarına neden olan çok sayıda deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerin çoğunluğu, KAF zonundaki sağ yönlü doğrultu atımlı yer değiştirmelerle ilişkilidir.

Şekil 1.3'de görüldüğü gibi, Bitlis bindirme zonu boyunca Arap levhasının, Avrasya levhasına yaklaşımı sonucu, Kuzey Anadolu'da bir yatay kaçış (lateral escape) zonu meydana gelmekte, aynı zamanda Anadolu levhası batıya doğru hareket etmekte, Kuzeydoğu Anadolu Bloğu da doğuya doğru hareket etmektedir (Ketin 1948, Mc Kenzie 1972, Şengör 1979).



Şekil 1.3. Türkiye ve çevresinde güncel tektonik hareketleri açıklayan levha tektoniği modeli (McKenzie 1972)

1.7. Geoteknik Bölgelendirme

Geoteknik haritalama herhangi bir bölgenin zemin türü, topoğrafyası, yüzey eğimi, kırık yüzeyleri, yer altı suyu ile mekanik özelliklerindeki yatay ve düşey yöndeki değişimi gözönüne alınarak hazırlanan bölgelendirme şeklidir. Bunun için inceleme alanının topoğrafya haritası, eğim haritası, aktif ve muhtemel heyelan haritası, fay haritası, hidrojeoloji haritası ve taşıma gücü dağılımı hazırlanarak çoklu karşılaştırma yöntemiyle ortak özelliklere sahip alanlar tespit edilerek sınırlar belirlenir. Kendi içerisinde yukarıda sıralanan özellikler bakımından tekdüze olan her alan bir geoteknik birim (Geotechnical Unit) olarak tanımlanmıştır. Farklı Geoteknik birimler farklı mekanik ortamı temsil etmektedir. Dolayısıyla herhangi bir afet durumunda her geoteknik birim farklı davranışlar sergileyecek ve yüzeydeki mühendislik yapısına farklı etkiler aktaracaktır. Geoteknik bölgelendirmenin yapılma sebeplerinin başında sözkonusu farklı zemin davranışlarının mahiyetini ve etkili olduğu alanın sınırlarını belirlemek suretiyle yapılardaki hasarı en aza indireyecek önlemlerin alınmasına yardımcı olmak gelir.

Bölgelendirmenin kapsamı, yapılan çalışmanın amacına, ölçeğine, teknik imkanlarına (sondaj vb.) ve zeminin sunduğu geoteknik farklılaşma durumuna bağlı olarak derinleştirilebilir.

Her geoteknik birim alt bölgelere ayrılarak daha ayrıntılı zemin davranışı analizlerine ulaşılabilir. Dolayısıyla geoteknik bölge sayısı çalışmanın amacına, arazinin özelliklerine ve ölçeğe bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Çok önemli ve aktif fay hatları üzerinde bulunan ülkemizde, mühendislik yapılarının geoteknik bölgelendirmesi yapılmadan projelendirilmesi ve inşaatı, bilimsel ve teknolojik gerçeklerin gözardı edilmesi olup gelecekte büyük zararlara yol açabilecek bir ihmal olarak görülmektedir.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

İnceleme alanında daha önce yapılan çalışmaların belirlenmesinde Tosya ve yakın çevresindeki yerler hakkında yapılan çalışmalar temel veri olarak kabul edilmiştir. Bu bilgilere ek olarak Tosya'nın KAF zonu içerisinde yer alması sebebiyle KAF zonu hakkında yapılan çalışmaların Tosya'nın bulunduğu orta kısmıyla ilgili veriler de inceleme alanını temsil niteliği taşıdığından kaynak bilgi olarak alınmıştır.

Bölge ilk defa Coulant (1894) tarafından çalışılmıştır. Blumenthal (1939), bölgenin 1/100.000 ölçekli haritası ile jeolojik etüdünü yapmıştır.

Tosya Kuzeybatısı'nın (Karadere) Jeolojisi ve Ekonomik Olanaklarının İncelenmesi'nde Ayaroğlu (1980), bölgenin jeolojik haritasını çıkarmış ve bölgede nikel ve krom karışımları dışındaki cevher oluşumlarının ekonomik olarak önemsiz olduğunu belirlemiştir.

31 Mart-5 Nisan 1980 tarihleri arasında İstanbul'da düzenlenen Kuzey Anadolu Fay Zonunda Depremlerin Öngörülmesi Araştırmaları Üzerine Disiplinlerarası Konferans'da sözlü bildiri olarak sunulan ve 1981'de yayımlanan makalesinde Kasapoğlu (1981), KAF zonunun orta kesimi, özellikle 33°D ve 35°D boylamları arasının, bir "sismik boşluk" (seismic gap) olarak nitelendirilebileceğini, öte yandan fay zonunun bu orta kesiminde sürekli bir birim deformasyon enerjisi birikimine işaret sayılabilecek önemli bazı krip olaylarının gözlemlendiğini, bu nedenle gelecekte büyük bir depremin bu sismik boşluk bölgesinde oluşabilme olasılığının ciddi bir biçimde düşünülmesi gerektiğini belirtmiştir.

Tosya Ovası Yeraltı Suyu Akımı Sonlu Farklar Modeli adlı Yüksek Lisans Tez Çalışmasını yapan Özkan (1992), Tosya Ovasının hidrojeolojik sistemini matematiksel model ile benzeştirmiştir. Bunu yaparken model çalışmasında akifer alanını değişik boyutlarda 16x31 adet hücreye bölerek sonlu farklar yönteminin kullanıldığı

matematiksel model programı yardımı ile hidrojeolojik sistem, yağıştan beslenme, buharlaşma kayıpları, kuyulardan çekim ve akarsu-akifer ilişkileri bakımından benzeştirme yapmış ve 1979-1980 yıllarında kalibrasyon aşamasında matematiksel modelin duyarlılığının test edilmesi ve 1991-1992 yılları için öngörü yapılması ile çalışmasını tamamlamıştır.

Kuzey Anadolu Fay Zonu'nda Depremlerin İstatistiksel Analizi'ni yapan Öncel (1992), tarihsel ve aletsel deprem kayıtlarından yararlanarak KAF zonundaki sismik risk tahminlerini, magnitüd-frekans ilişkilerini, beklenen maksimum magnitüdlü depremleri ve tekrarlanma dönemlerini belirlemiştir. Yapmış olduğu bu Yüksek Lisans Tez Çalışmasında Öncel (1992), KAF zonunu batı, orta ve doğu olmak üzere üç kısma ayırmış ve yukarıdaki parametreleri bu üç bölge için ayrı ayrı bularak sonuçlarını yorumlamıştır.

Tosya Ovası ve Yakın Dolayının Hidrojeoloji İncelemesinin yapıldığı Yüksek Lisans Tez Çalışmasında Çiloğlu (1996), bölgenin 180 km²'lik bir kısmını çalışmış ve inceleme alanının su potansiyelini belirlemeye çalışmıştır. Ovada bulunan sondaj kuyuları ve Devrez Çayı'ndaki gözlem istasyonundan alınan su örneklerinin analizlerinden içme, sulama ve endüstride kullanım özellikleri bakımından inceleme alanındaki su incelenmiş, bunun yanında yeraltı su tablası haritaları çizilerek yeraltı suyu akım yönü belirlenmeye çalışılmıştır.

Stein R.S. *et al* (1996), makalelerinde 1939'dan 1992'ye kadar oluşan deprem basınçlarıyla KAF zonundaki ilerleyen zayıflamayı anlatmışlar ve Coulomb Basınç Kaybındaki değişim hesaplarını deprem olasılıklarına çevirerek zon boyunca 30 yıl içinde $M \geq 6.7$ şiddetinde bir deprem olasılığını bazı bölgeler için tahmin ederek böylesi basınç bilgilerini temel alan olasılık hesaplarının herhangi bir yerdeki deprem tehlikesini güncelleştirmemize yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir.

Barka (1996), 1939 ile 1967 yılları arasında KAF'ın 900 km'lik kısmı boyunca batı yönlü 6 geniş fay kırılmasının olduğunu (bunların içinde 1943-Tosya depremi de bulunmaktadır) ve bu yıllar arasındaki kayma dağılımında komşu bölgelere göre daha az kayma gösteren bölgelerin gelecekte büyük depremlere maruz kalabilecek olası yerler olduğunu bildirmektedir.

Dhont *et al.* (1998), Tosya'daki zemin oluşumuna ait jeolojik açıklamalar yaptıkları makalelerinde hava fotoğraflarından da yararlanarak mevcut fay durumunu ve nasıl oluştuklarını göstermiş ve Tosya zemininin Jeolojik Oluşum devreleri hakkındaki teorilerini belirtmişlerdir.

MTA, DSİ, İller Bankası ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün Tosya ve yakın dolayında yapmış olduğu çalışmalar; sondaj kuyusu, deneme kuyusu, arazide V_p ve V_s ölçümleri, jeolojik olanakların araştırılması, jeoloji haritalarının çıkarılması olarak sayılabilir.

Geoteknik bölgelendirme çalışmaları ise 1960'lı yıllarda İngiltere'de başlamış, Yerbilimleri içinde İnşaat ve Jeoloji'nin kesiştiği bir disiplin olarak gelişmiştir.

Oluşmuş ya da oluşması muhtemel heyelanların hava fotoğrafları yardımıyla belirlenmesi, stabilite riski taşıyan farklı derecedeki zonlar ve bu zonların kendi özelliklerini belirleyerek hazırlanan bazı geoteknik haritalarda şu bölgelendirmeler yapılmıştır: İnşaata yasak olan alanlar, duraysızlığı önlemek için özel ıslah ve koruma çalışmalarının yapıldığı alanlar ve duraysızlık tehlikesinin beklenmediği zonlar (Coelho 1979).

Londra'nın güney Essex bölgesinde yaklaşık 450 km²'lik bir alanın jeolojik ve geoteknik haritalaması yapılmış ve bölgedeki alüvyon üzerinde geoteknik, jeofizik ve jeoloji haritaları da hazırlanmıştır (Crathley *et al.* 1979).

1/25.000 ölçekli Geoteknik haritaların hazırlanmasında karşılaşılan problemlerin neler olduğu sırasıyla;

Birinci aşamada, bu tip haritalara hangi tip bilgilerin girileceği (Geodinamik, Litoloji, Hidrojeoloji, Röliyef, Tabii Afetler vb.).

İkinci aşamada, bu bilgilerin nasıl verileceği (Çalışma sahasının tanımlanması, 1/25.000 ölçekli Jeoloji-Litoloji haritası, Tabaka kalınlıkları, Eğim haritası vb.).

Üçüncü aşamada ise, bu bilgilerin hangi adreslere ulaştırılacağı (Mahalli İdareler, Müteşebbis Kuruluşlar, Çevre ve Turizmci Kuruluşlar vb.) şeklinde belirlenmiştir (Lopez *et al.* 1979).

Macaristan'ın iki farklı bölgesi için Mühendislik Jeolojisi Haritalarının hazırlanmasında ve gösteriminde karşılaşılan sorunlar neticesinde yoğun Mühendislik uygulamalarında bu tür haritaların mühendise yardımcı olacak tüm bilgilerle donatılması gerektiği vurgulanmıştır (Ronai 1979).

MTA tarafından 1986 yılında Erzincan şehrinin Geoteknik Haritası hazırlanmıştır. Bu haritada Jeoloji, Hidrojeoloji, Geoteknik Özellikler, Litoloji birimlerinin kalınlık varyasyonları ve aktif faylar gösterilmiştir. Ancak ne yazık ki bu harita 1992 Erzincan depreminden sonra yapılan yeni planlama ve yapılaşmada dikkate alınmamıştır.

Vähäaho (1998), Geoteknik bölgelendirme haritalarında 3 boyutlu modellerin uygulanması hakkında yapılan çalışmalarda ölçeğe bağlı olarak yeterli sayıda verinin bulunduğu sahalarda 3 boyutlu haritalandırmanın nasıl yapılacağı konusunda bilgiler vermiştir

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Tosya İlçesi ve yakın çevresinin zemini, bu bölgeden alınan zemin örnekleri ile yapılan tüm laboratuvar test sonuçları, zemin etüd sonuçları, sondaj kuyusu verileri vb. bu çalışmadaki materyaller olarak kabul edilmiştir.

3.2. Arazi Gözlemleri

Tosya İlçesinin eğimli yerleşimi ve iki yamaç arasındaki konumu öncelikli olarak zemin kesitlerini belirlemede ve örnek yerlerinin tespitinde yardımcı olmuş ve arazinin gözlemlenebilir yapısı dolayısıyla çalışmamıza ışık tutmuştur.

3.2.1. Örnekleme Planı

İnceleme alanında 62 farklı noktadan alınmış zemin örneklerinin sonuçları değerlendirilmiştir. Ancak bunlardan 50'si Tosya Belediyesi tarafından özel firmalara ve anlaşmalı olduğu resmi ve özel kuruluşlara test ettirilen örneklerdir. 12 tanesi tarafımızdan alınmış ve çalışmamızın boyutuna göre belirli sayıda testlere tabi tutulmuştur. Örneklerin lokasyon ve dağılımı EK 1'deki haritada gösterilmiştir.

3.2.2. Zemin Kesitleri

Örnekleme yapılan noktaların gerek duyulan belirli bir kısmında yapılaşmayla ilgili olarak 5-8 m. derinlikte yerel zemin profilleri çıkarılmıştır. Zemin kesitleri hem deprem ivmesinin değerlendirilmesinde hem de geoteknik birimlerin sınırlarının tespitinde kullanılmıştır. İmar sahasında topoğrafyanın yüksek rölyefi ve eğimli yamaçlar zemin profillerinin gözlenmesine büyük kolaylıklar sağlamıştır.

Farklı geoteknik birimlere ait karakteristik zemin kesitlerinden bir kısmının ayrıntıları Şekil 3.1’de görülmektedir.

3.3. Hava Fotoğraflarının Yorumlanması

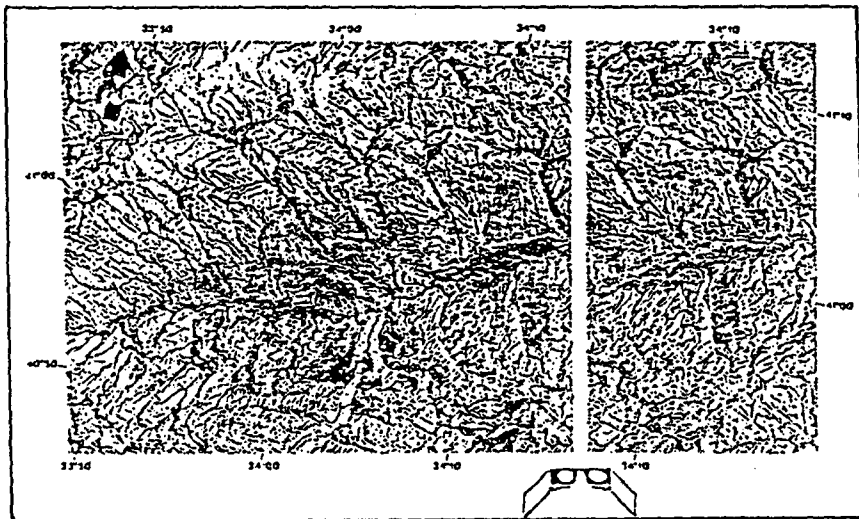
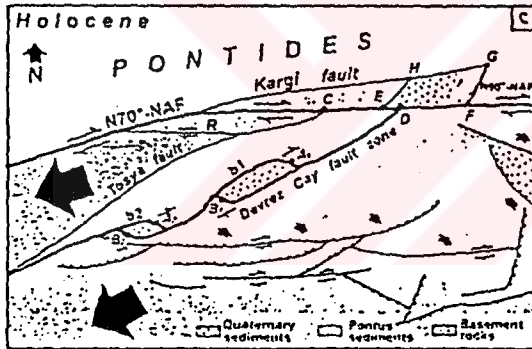
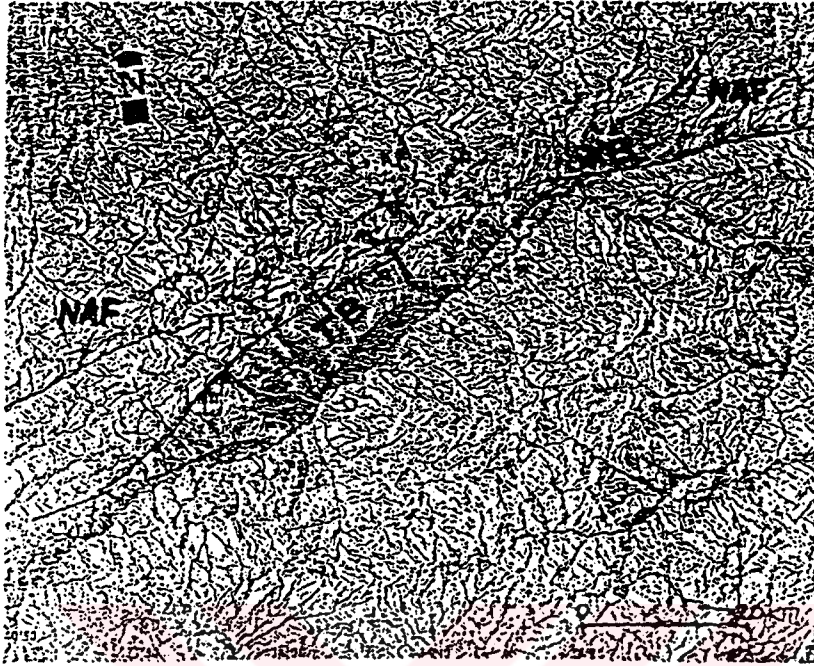
İnceleme alanına ait hava fotoğrafları büyük fay kuşaklarının görülmesi açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca uzay görüntülerinden çıkartılmış olan morfo-tektonik özellikler havzanın geometrisi ve tektonik evriminin yorumlanmasında kullanılmıştır (Şekil 3.2) (Dhont *et al.* 1998).

3.4. Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi

Tosya’da halk tarafından açılan sığ-keson kuyular ile DSİ ve İller Bankası tarafından açılan sondaj kuyuları bulunmaktadır. DSİ tarafından açılan 50’yi aşkın kuyuya ait verilerden inceleme alanının içinde kalan 10 adet veri olarak seçilmiştir. Bu kuyulara ait verilerin incelenmesi sonucunda yeraltı su seviyesi ve zemin profili hakkında genel bilgi edinilmiştir. yeraltı su seviyesi Tosya’nın kuzeyinden güneyine inildikçe sığlaşıp yüzeye yaklaşmakta, zemin profili olarak da güneye inildikçe kil yoğunluğu artan bir hal almaktadır.



Şekil 3.1. Farklı Geoteknik Birimlere Ait Karakteristik Zemin Kesitleri



Şekil 3.2. Uzak Fotoğrafları (Dhont *et al.* 1998)

3.5. Resmi ve Özel Kurumlar Tarafından Yapılan Zemin Etüdlerinin Değerlendirilmesi

Tosya'nın 1.Derece deprem bölgesinde yer alması nedeniyle yapıların statik projesini teşkil edecek mühendisin, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından çıkartılan "3030 Sayılı Kanun Kapsamı Dışında Kalan Belediyeler Tip İmar Yönetmeliği"nde 2 Eylül 1999 tarihinde yapılan yeniliklerle ülkemizde yapılacak tüm yapılarda 1.1.1998 tarihinde yürürlüğe giren hükümlerine uyulması zorunluluğu getirildiğinden, Tosya Belediyesine bu tarihten sonra gelen başvuruların tümü için zemin etüdü yaptırılmış ve yaptırılan etüd sonuçları çalışmamızda zemin emniyet gerilmesi ve V_p , V_s hızları bakımından irdelenerek, Tosya ilçe zemininin eş zemin emniyet gerilmesi haritası çıkarılmıştır. (EK 2).

Tosya'nın KAF zonu içinde olması ve zeminin kumlu-siltli malzemesinin tutturulmamış (gevşek) dokusu göz önüne alınarak güvenlik faktörü $G_s=4.5$ olarak alınmıştır. Tosya zemininde yapılacak zemin etüdlerinde güvenlik faktörünün en az 4.0 alınması uygun olacaktır.

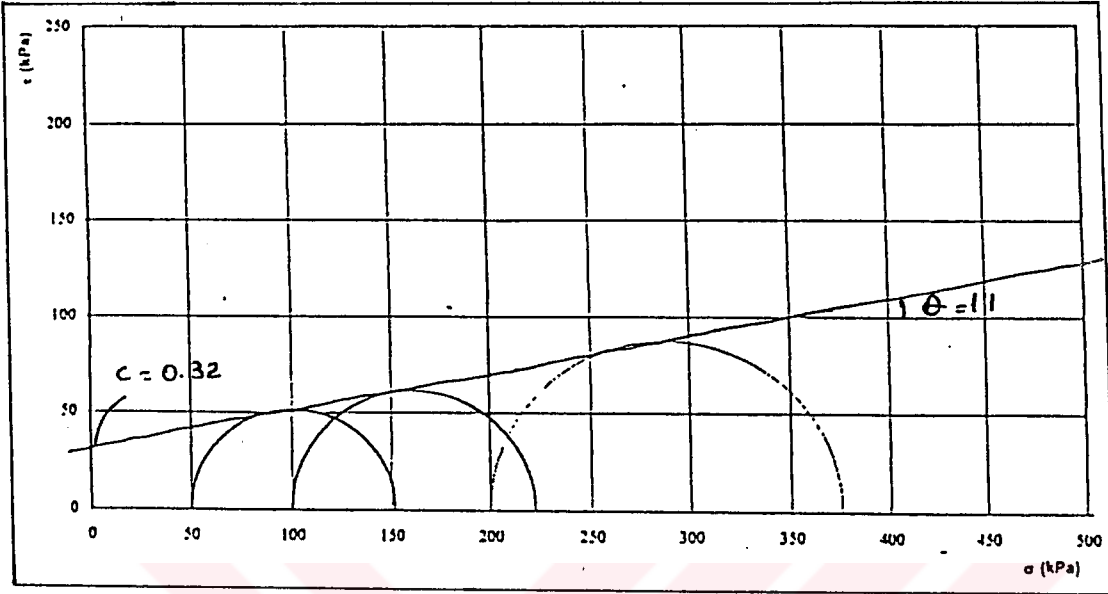
3.6. Alınan Zemin Örneklerinin Laboratuvarda Fiziki ve Mekanik Özelliklerinin Tespiti

İnceleme alanından alınan zemin örneklerinde Granülometri, kıvam limitleri, birim hacim ağırlık ve konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç (UU) deneyleri, TSE 1900'e uygun olarak bir kısmı Atatürk Üniversitesi Zemin Mekaniği laboratuvarında, diğerleri ise (aletsel imkanlar olmadığından) Ankara'daki Kaya Zemin Laboratuvarı imkanları kullanılarak yapılmış ve sonuçlar birlikte değerlendirilmiştir.

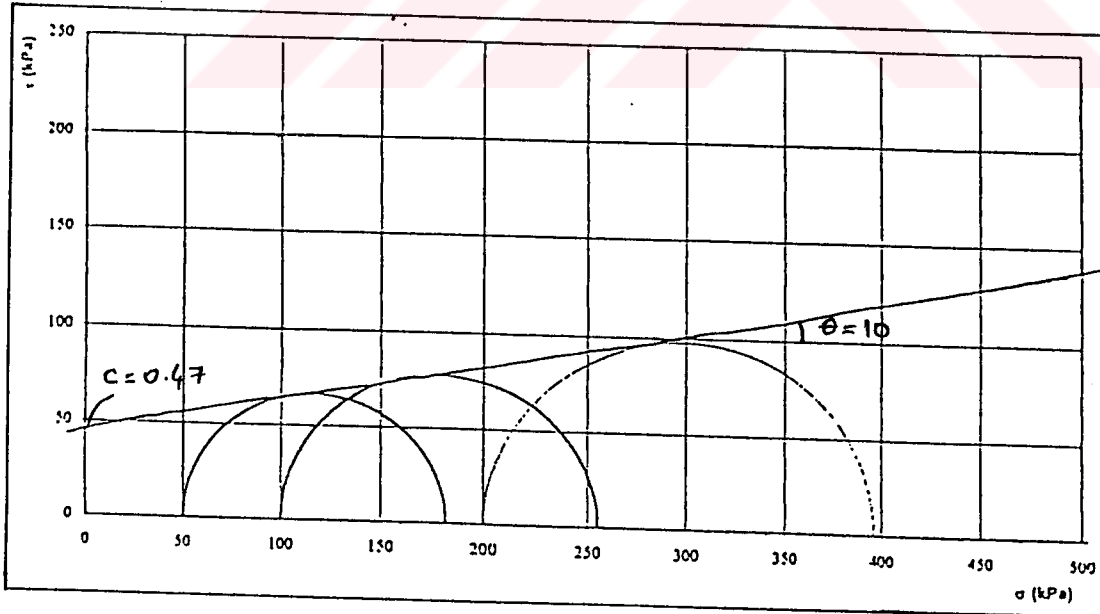
Alınan zemin örneklerine ait sonuçlar Şekil 3.3-3.14 ve Çizelge 3.1-3.5 arasında verilmiştir. Örneklerde 0.075 mm. boyutundan daha ince fraksiyon (mil) kendi içinde, laboratuvar imkanı bulunamadığından hidrometre yöntemi uygulanarak alt

fraksiyonlara ayırlamamıştır. Bu nedenle ilgili granülometri eğrilerinde kesikli çizgilerle yaklaşık olarak gösterilmiştir. Örneklerin hepsinde kum boyutu egemendir. Silt önemli miktarda mevcuttur. Çakıl (>2.0 mm.) boyutunda malzeme bazı örneklerde (Bölge I) çok düşük oranda (% 2-3) mevcuttur.

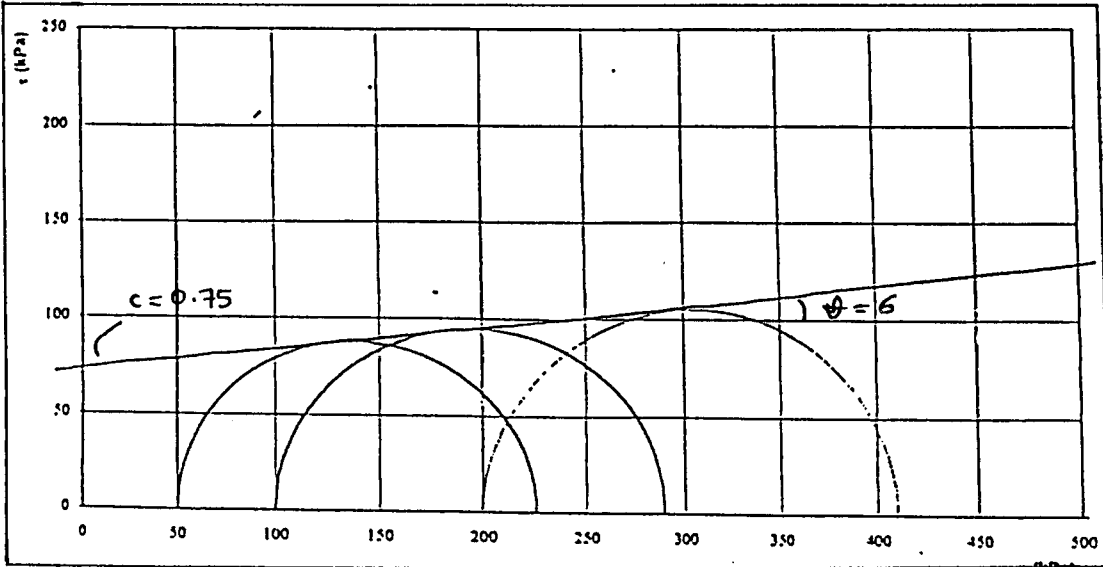




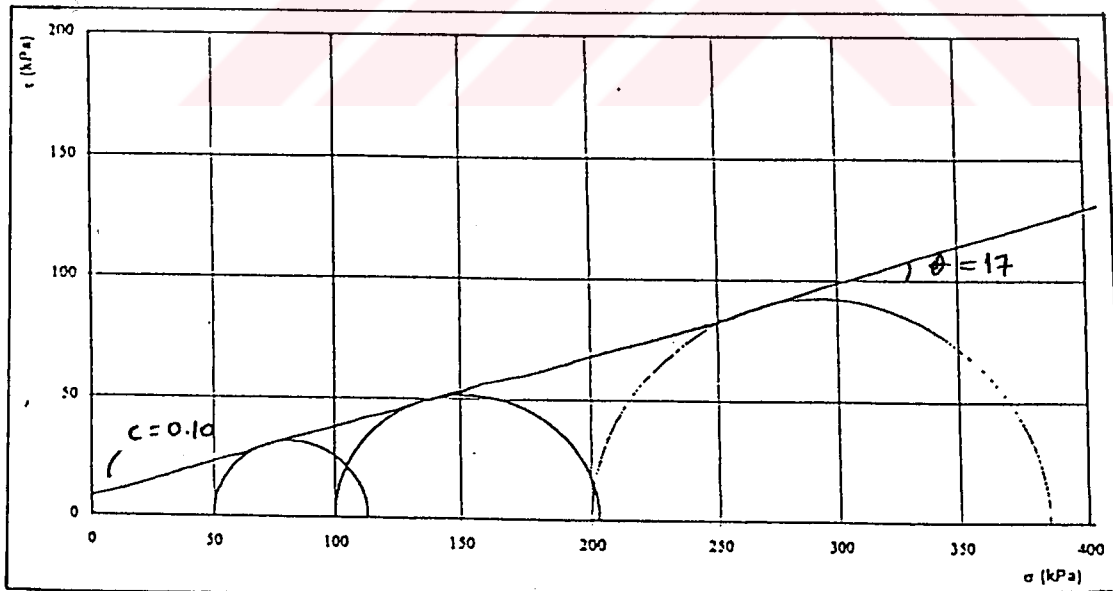
Şekil 3.3. 1 No'lu Örneğe Ait σ - τ İlişkisi (Kırılma Zarfı)



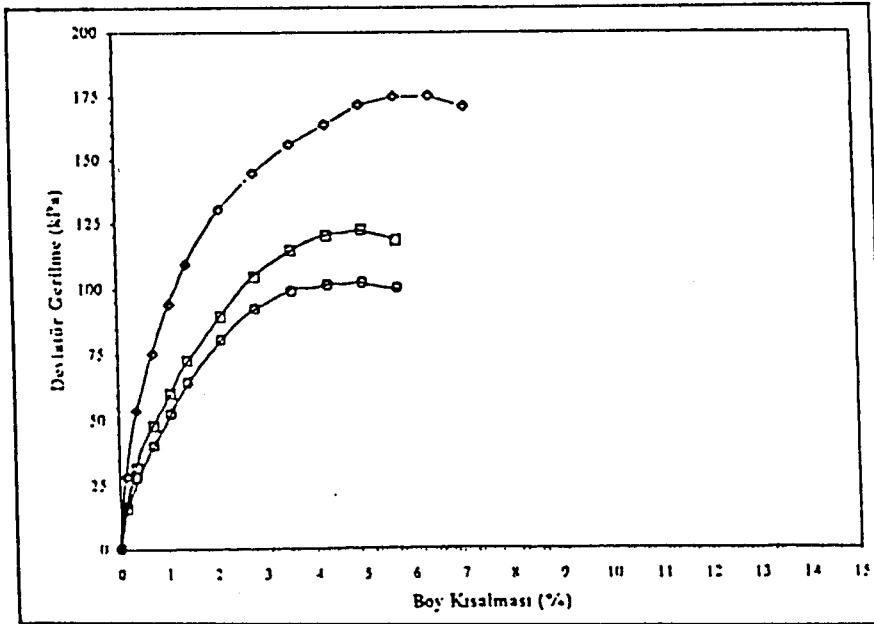
Şekil 3.4. 2 No'lu Örneğe Ait σ - τ İlişkisi (Kırılma Zarfı)



Şekil 3.5. 3 No'lu Örneğe Ait σ - τ İlişkisi (Kırılma Zarfı)



Şekil 3.6. 4 No'lu Örneğe Ait σ - τ İlişkisi (Kırılma Zarfı)

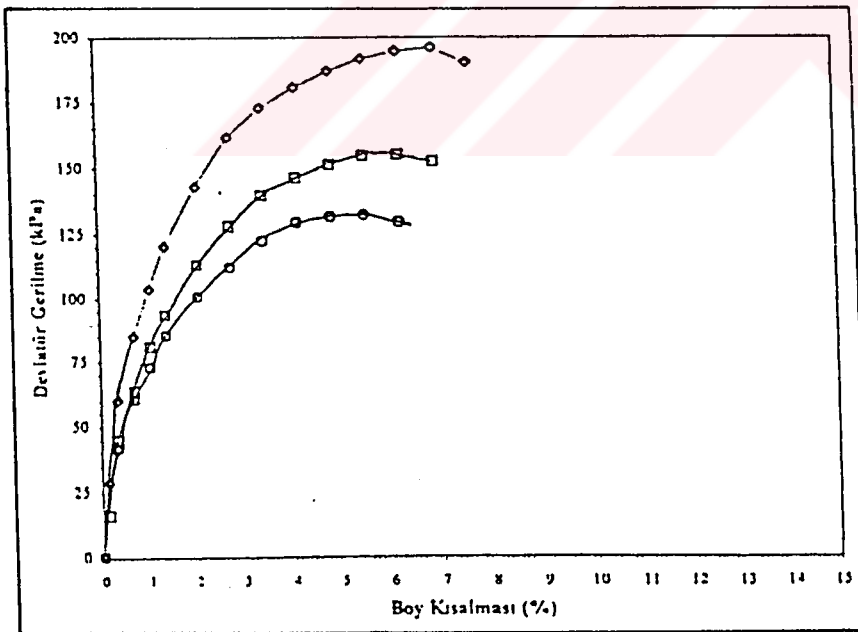


$\sigma_3 =$	50
$\sigma_3 =$	100
$\sigma_3 =$	200

1	σ_3	50
	σ_1	152
2	σ_3	100
	σ_1	222
3	σ_3	200
	σ_1	375

SONUÇ	
c (kPa)	31
ϕ (derece)	11

Şekil 3.7. 1 No'lu Örneğe Ait Deviator Gerilme-Boy Kısalması İlişkisi

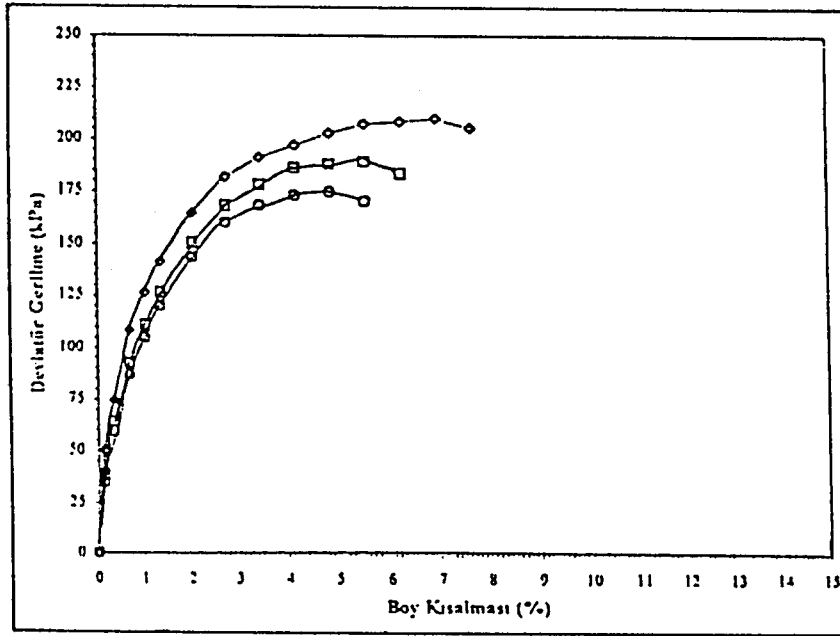


$\sigma_3 =$	50
$\sigma_3 =$	100
$\sigma_3 =$	200

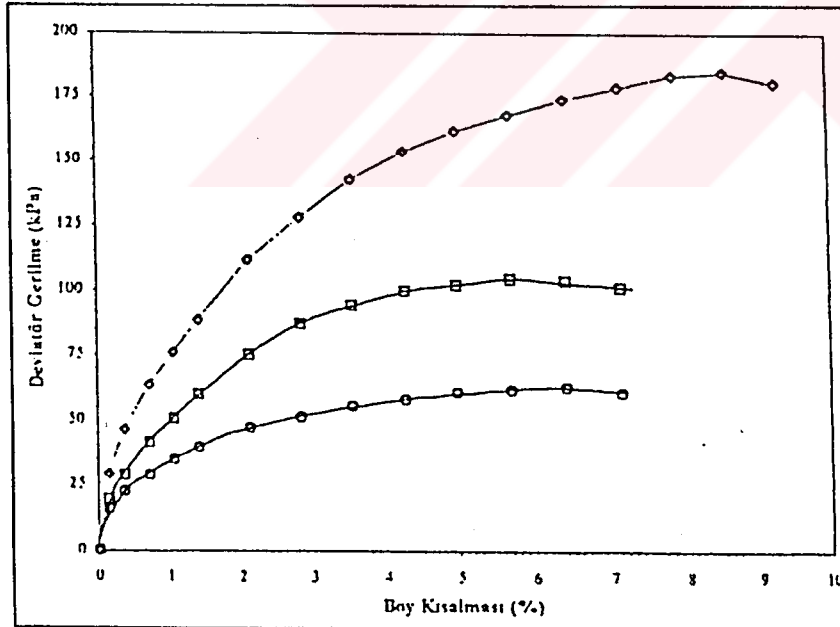
1	σ_3	50
	σ_1	182
2	σ_3	100
	σ_1	255
3	σ_3	200
	σ_1	396

SONUÇ	
c (kPa)	46
ϕ (derece)	10

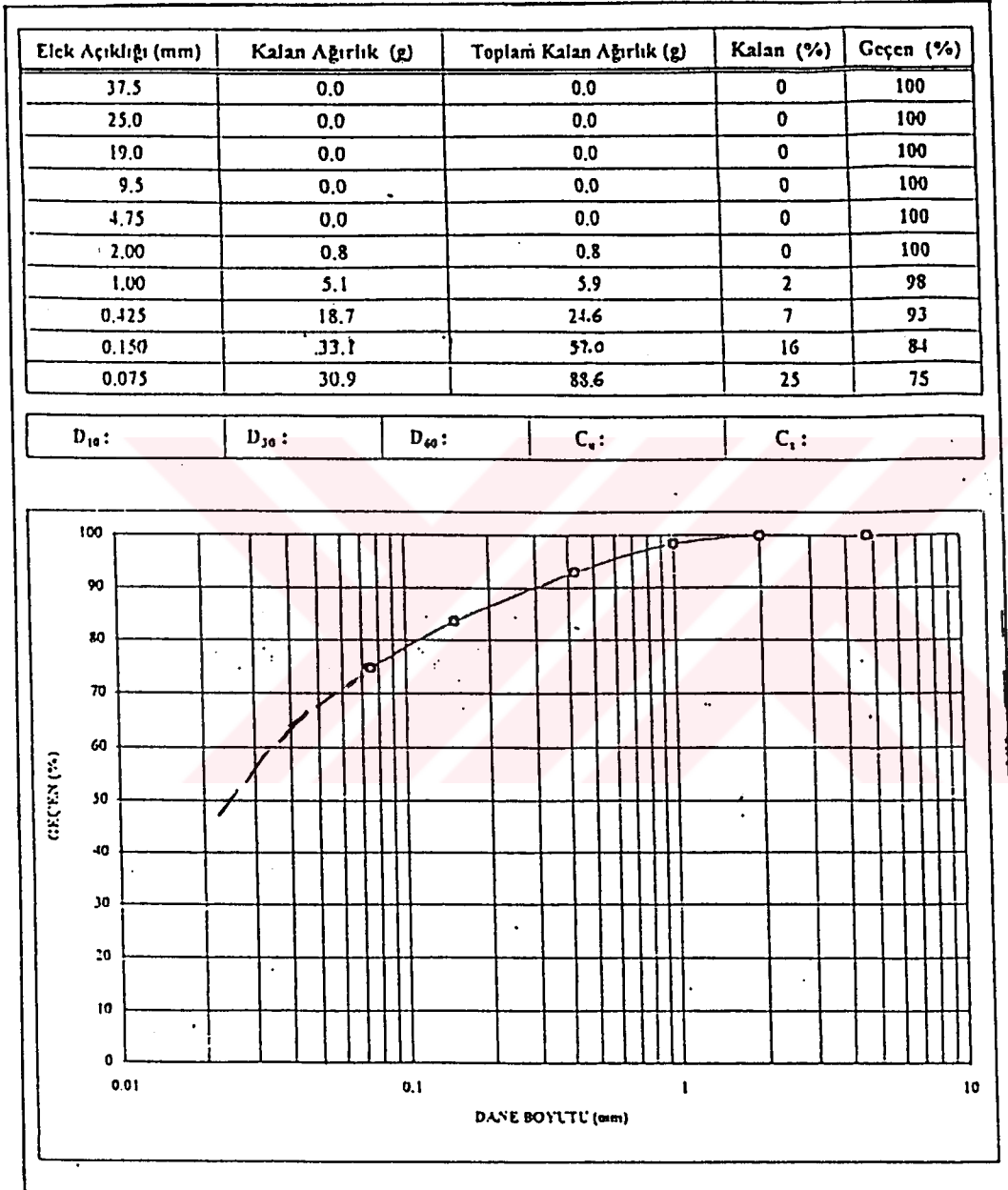
Şekil 3.8. 2 No'lu Örneğe Ait Deviator Gerilme-Boy Kısalması İlişkisi



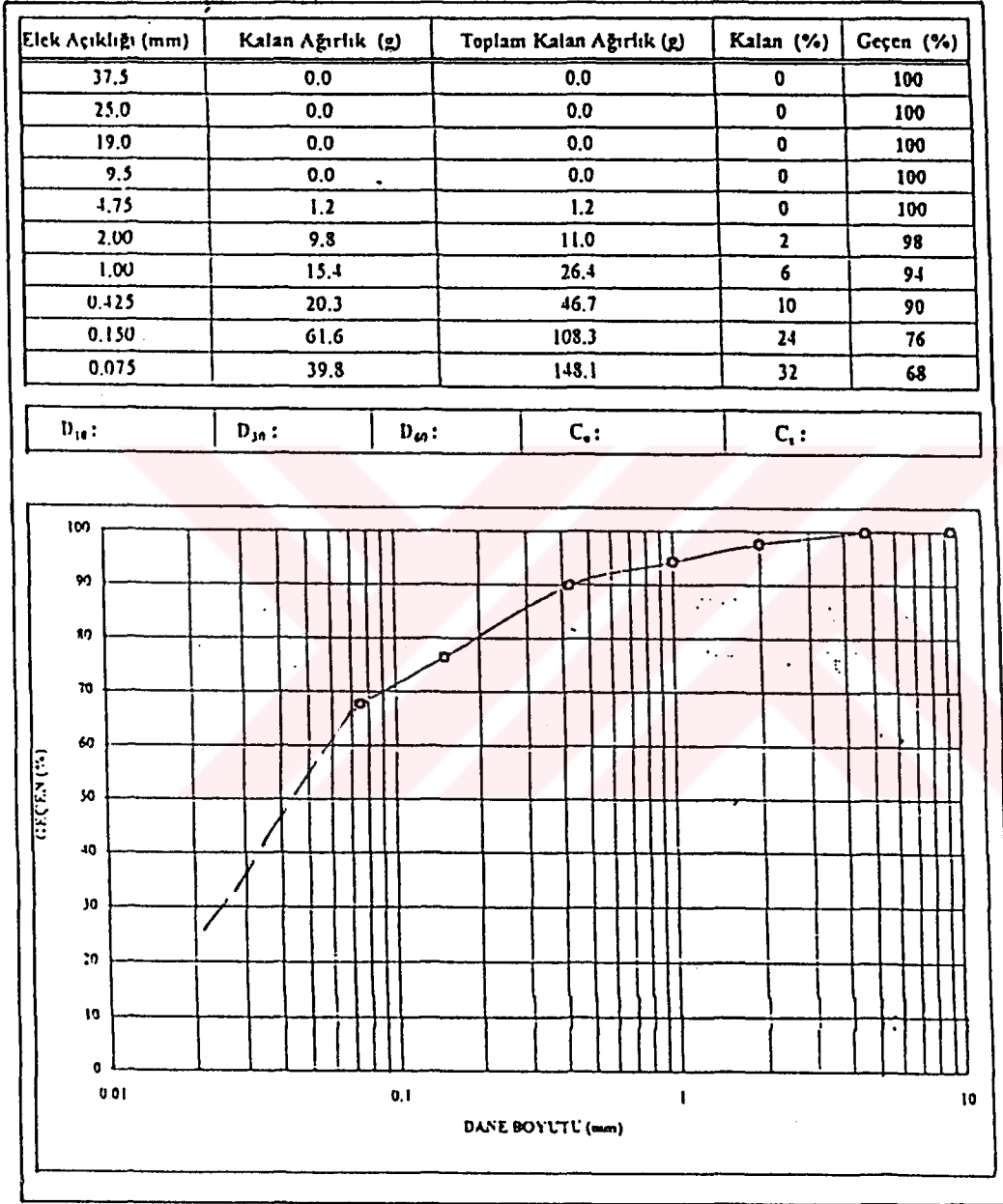
Şekil 3.9. 3 No'lu Örneğe Ait Deviator Gerilme-Boy Kısalması İlişkisi



Şekil 3.10. 4 No'lu Örneğe Ait Deviator Gerilme-Boy Kısalması İlişkisi



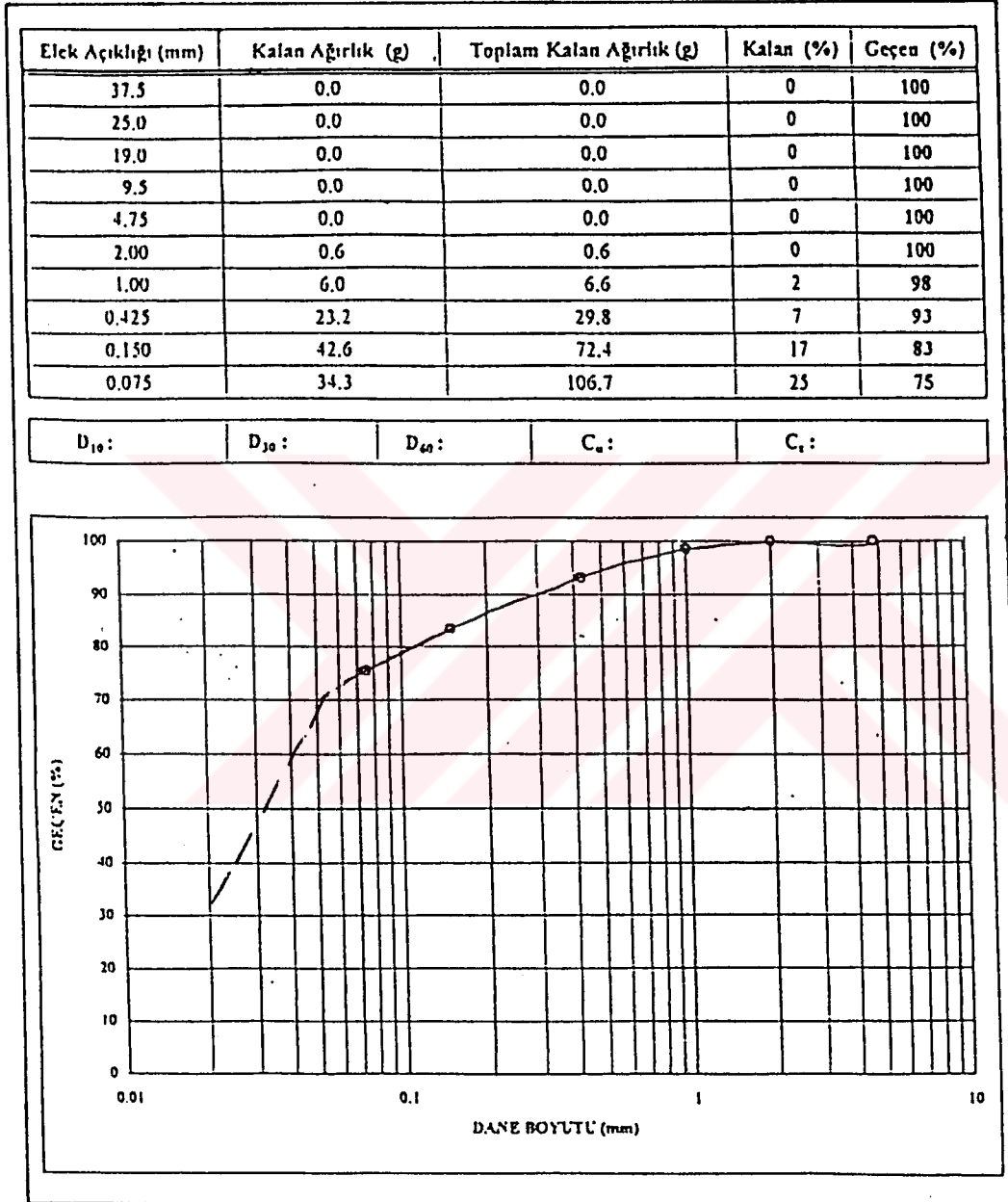
Şekil 3.11. 1 No'lu Örneğe Ait Tane Büyüklüğü Dağılımı Eğrisi
 (Çakıl: Yok, Kum % 25, Silt+Kil % 75, Örnek II nci Bölgeden alınmıştır.)
 Zemin türü Kumlu Silt'dir.



Şekil 3.12. 2 No'lu Örneğe Ait Tane Büyüklüğü Dağılımı Eğrisi

(Çakıl % 2, Kum % 30, Silt+Kil % 68, Örnek I nci Bölgeden alınmıştır.)

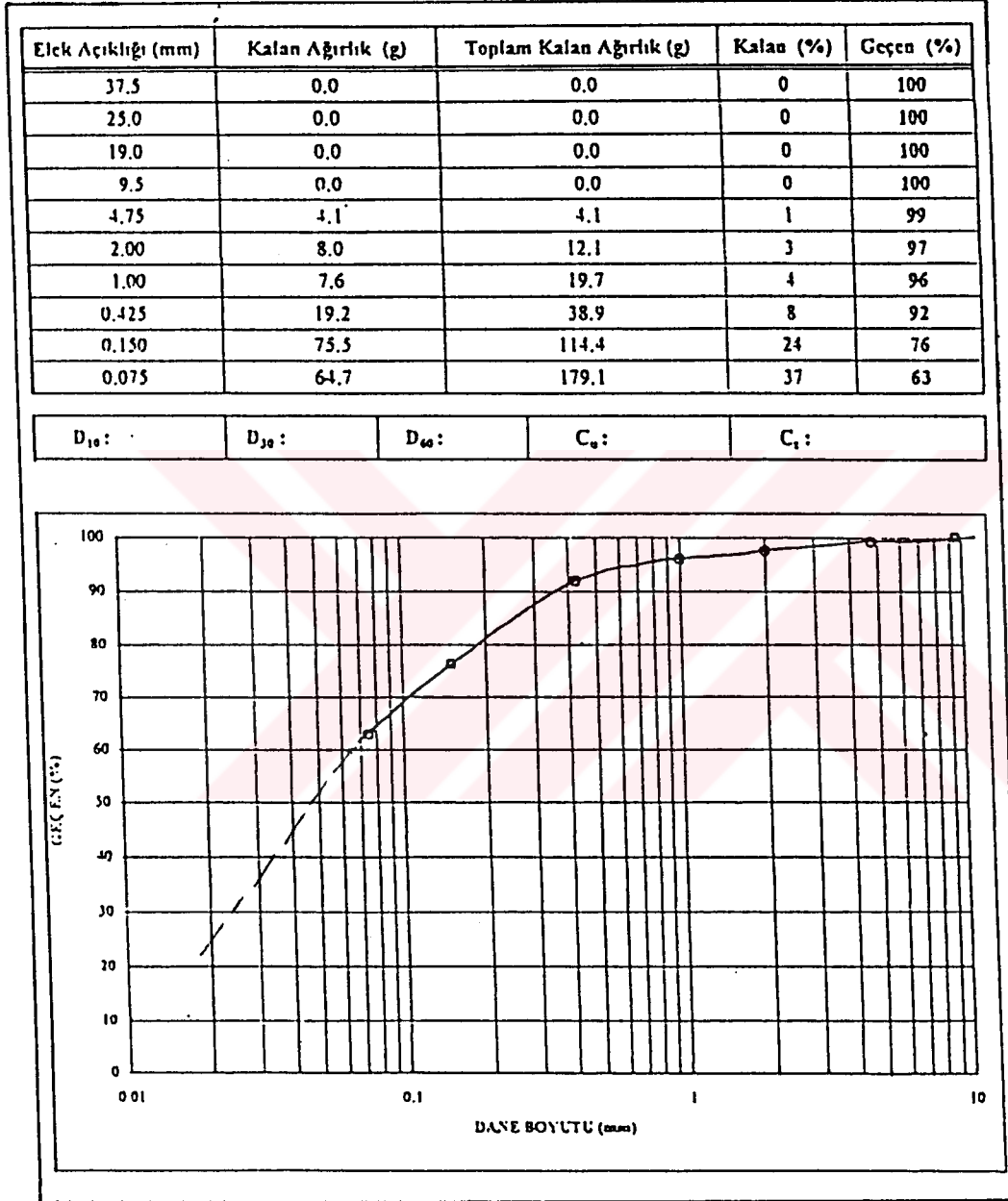
Zemin türü Kumlu Silt'dir.



Şekil 3.13. 3 No'lu Örneğe Ait Tane Büyüklüğü Dağılımı Eğrisi

(Çakıl: Yok, Kum % 25, Silt+Kil % 75, Örnek I nci Bölgeden alınmıştır.)

Zemin türü Kumlu Silt'dir.



Şekil 3.14. 4 No'lu Örneğe Ait Tane Büyüklüğü Dağılımı Eğrisi

(Çakıl % 3, Kum % 60, Silt+Kil % 37, Örnek II nci Bölgeden alınmıştır.)

Zemin türü Siltli Kum'dur.

Çizelge 3.1. 1 No'lu Örneğe Ait Üç Eksenli Basınç (UU) Deney Sonuçları

ÖRNEK NO	1	2	3
ÖRNEK ÇAPL. (cm)	3.50	3.45	3.47
ÖRNEK ALANI, (cm ²)	9.62	9.35	9.46
ÖRNEK YÜKSEKLİĞİ, (cm)	7.01	7.24	7.19
ÖRNEK İLACMI, (cm ³)	67.44	67.68	68.00
ÇEİRE BASINCI, (kPa)	50	100	200
YAŞ ÖRNEK AĞIRLIĞI, (g)	127.42	126.48	126.49
DENEY SONU ÖRNEK AĞIRLIĞI, (g)	126.45	125.49	125.86
KURU ÖRNEK AĞIRLIĞI, (g)	103.21	102.31	102.47
SU AĞIRLIĞI, (g)	23.24	23.18	23.39
SU MÜHTEVASI, (%)	22.52	22.66	22.83
DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIĞI, (kN/m ³)	18.53	18.33	18.25
KURU BİRİM HACİM AĞIRLIĞI, (kN/m ³)	15.13	14.95	14.86
DANE İLACMI, (cm ³)	38.92	38.59	38.54
BOŞLUK İLACMI, (cm ³)	28.52	29.09	29.45
POROZİTE, (%)	42.29	42.98	43.32
BOŞLUK ORANI	0.733	0.754	0.764
DOYGUNLUK DERECEŚİ, (%)	82	80	80
KIRILMADA BİRİM KISALMA, (%)	10.28	9.95	9.90
DRENajsiz ELASTİSİTE MODÜLÜ, (MPa)	5.3	6.4	9.9

Çizelge 3.2. 2 No'lu Örneğe Ait Üç Eksenli Basınç (UU) Deney Sonuçları

ÖRNEK NO	1	2	3
ÖRNEK ÇAPI, (cm)	3.45	3.45	3.47
ÖRNEK ALANI, (cm ²)	9.35	9.35	9.46
ÖRNEK YÜKSEKLİĞİ, (cm)	7.23	7.24	7.19
ÖRNEK HACMI, (cm ³)	67.59	67.68	68.00
ÇEVRE BASINCI, (kPa)	50	100	200
YAŞ ÖRNEK AĞIRLIĞI, (g)	124.58	125.12	125.47
DENEY SONU ÖRNEK AĞIRLIĞI, (g)	120.13	124.56	123.58
KURU ÖRNEK AĞIRLIĞI, (g)	96.12	100.32	99.12
SU AĞIRLIĞI, (g)	24.01	24.24	24.46
SU MUHTEVASI, (%)	24.98	24.16	24.68
DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIĞI, (kN/m ³)	18.08	18.14	18.10
KURU BİRİM HACİM AĞIRLIĞI, (kN/m ³)	14.47	14.61	14.52
DANE HACMI, (cm ³)	37.14	37.55	37.49
BOŞLUK HACMI, (cm ³)	30.45	30.14	30.50
POROZİTE, (%)	45.05	44.53	44.86
BOŞLUK ORANI	0.820	0.803	0.813
DOYGUNLUK DERECESELİ, (%)	82	81	81
KIRILMADA BİRİM KISALMA, (%)	9.90	9.97	10.16
DRENajsız ELASTİSİTE MODÜLÜ, (MPa)	7.9	8.5	11.1

Çizelge 3.3. 3 No'lu Örneğe Ait Üç Eksenli Basınç (UU) Deney Sonuçları

ÖRNEK NO	1	2	3
ÖRNEK ÇAP, (cm)	3.50	3.45	3.50
ÖRNEK ALANI, (cm ²)	9.62	9.35	9.62
ÖRNEK İYKSEKLİĞİ, (cm)	7.20	7.24	7.18
ÖRNEK İLACMI, (cm ³)	69.27	67.68	69.08
ÇEVRE BASINCI, (kPa)	50	100	200
YAS ÖRNEK AĞIRLIĞI, (g)	135.01	131.76	134.67
DENEY SONU ÖRNEK AĞIRLIĞI, (g)	129.14	131.62	132.42
KURU ÖRNEK AĞIRLIĞI, (g)	103.26	105.24	105.96
SU AĞIRLIĞI, (g)	25.88	26.38	26.46
SU MUHTEVASI, (%)	25.06	25.07	24.97
DOĞAL BİRİM İLACIM AĞIRLIĞI, (kN/m ³)	19.12	19.10	19.12
KURU BİRİM İLACIM AĞIRLIĞI, (kN/m ³)	15.29	15.27	15.30
DANE İLACMI, (cm ³)	40.25	39.28	40.18
BOŞLUK İLACMI, (cm ³)	29.02	28.40	28.90
POROZİTE, (%)	41.89	41.96	41.84
BOŞLUK ORANI	0.721	0.723	0.719
DOĞRULUK DERECEİ, (%)	93	93	93
KIRILMA DA BİRİM KISALMA, (%)	10.11	9.89	10.34
DRENajsiz ELASTİSİTE MODÜLÜ, (MPa)	11.3	12.0	13.8

Çizelge 3.4. 4 No'lu Örneğe Ait Üç Eksenli Basınç (UU) Deney Sonuçları

ÖRNEK NO	1	2	3
ÖRNEK ÇAPI, (cm)	3.45	3.45	3.45
ÖRNEK ALANI, (cm ²)	9.35	9.35	9.35
ÖRNEK YÜKSEKLİĞİ, (cm)	7.02	7.01	7.03
ÖRNEK HACMI, (cm ³)	65.62	65.53	65.72
ÇEVRE BASINCI, (kPa)	50	100	200
YAŞ ÖRNEK AĞIRLIĞI, (g)	123.45	123.12	122.95
DENEY SONU ÖRNEK AĞIRLIĞI, (g)	226.93	123.15	122.75
KURU ÖRNEK AĞIRLIĞI, (g)	201.99	109.91	109.52
SU AĞIRLIĞI, (g)	24.94	13.24	13.23
SU MUHTEVASI, (%)	12.35	12.05	12.08
DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIĞI, (kN/m ³)	18.45	18.43	18.35
KURU BİRİM HACİM AĞIRLIĞI, (kN/m ³)	16.43	16.45	16.38
DAVE HACMI, (cm ³)	41.11	41.11	41.04
BOŞLUK HACMI, (cm ³)	24.52	24.42	24.68
POROZİTE, (%)	37.36	37.27	37.55
BOŞLUK ORANI	0.596	0.594	0.601
DOYGUNLUK DERECESELİ, (%)	55	54	54
KIRILMADA BİRİM KISALMA, (%)	9.99	9.91	10.22
DREYAJISIZ ELASTİSİTE MODÜLÜ, (MPa)	3.6	5.3	8.0

Çizelge 3.5. Alınan Örneklerle Ait Deney Sonuçları

NÜMUNE			w _n	e _n	γ _n	γ _d	Q _d	S _r	ATTERBERG LİMİTLERİ			ELEK ANALİZİ		HİDROMETRE	KONSOLIDASYON	SİYFLANDIRMA	SERBEST BASINÇ DENEYİ	DÖKÜSÖNÜLÜ DENEYİ			KESME KUTUSU DENEYİ					
SONDAJ NO	NÜMUNE NO	DERİNLİK (m)	%		1/m ³	1/m ³				LL	PL	PI	+4"	-200"	HİDROMETRE	KONSOLIDASYON	SİYFLANDIRMA	q _u kg/cm ²	c kg/cm ²	Ø	Derece	Tip	c kg/cm ²	Ø	Derece	Tip
										%	%	%	%	%												
1	UD	5.00	22.7	0.751	1.873	1.527	2.672	81	23.3	20.1	5.2	-	74				CL-MIL		0.32		11					UU
2	UD	5.00	24.6	0.812	1.846	1.481	2.684	81	38.6	23.2	15.4	-	68				CL		0.47		10					UU
3	UD	4.60	25.0	0.721	1.948	1.558	2.682	93	38.9	24.6	14.3	-	75				CL		0.75		6					UU
4	UD	5.20	12.0	0.591	1.874	1.674	2.672	54	23.7	19.1	4.6	1	63				CL-MIL		0.08		17					UU

3.6.1. Zemin Örneklerinin Taşıma Gücü Hesabı

Bilindiği gibi temel zemini, yapı yüklerini doğrudan taşıyan zemin ortamıdır. Yapı yükleri ise temeller aracılığı ile aktarıldığından temel zemini ile temel arasında ayrılmaz bir karşılıklı etkileşim söz konusudur. Taşıma gücü; yapı temeli altındaki zeminin herhangi bir yük altında deformasyona (kayma, kırılma ve göçme gibi) karşı göstereceği dayanımı ifade eder. Taşıma gücü, genellikle zeminin sıklığına bağlı olarak temel genişliğinin bir veya iki katı derinliğindeki zeminlerin dayanımına bağlıdır (Zemin Etüd Verileri 1999-2001).

Zemine ait taşıma gücünün bulunabilmesi için, kayma (kesme) kutusu deneylerinden elde edilmiş olan kayma dayanımına ait parametrelerden içsel sürtünme açısı (ϕ), kohezyon (c), ayrıca zeminin doğal birim hacim ağırlığı parametreleri kullanılarak, zeminin emniyetli taşıma kapasitesi bulunmuştur (Uzuner 1998).

Zeminin taşıma gücünü belirlemek için birçok taşıma gücü teorisi geliştirilmiştir. Bu çalışmada birbirine benzer teorilerden, sığ temeller için uygun olan Terzaghi taşıma gücü teorisine göre, şerit temeller için zeminlerde taşıma kapasitesi aşağıda verilen denklemle hesaplanmıştır:

$$q_s = cN_c + \gamma D_f N_q + 0,5\gamma B N_\gamma$$

Bu formüldeki ikinci terim olan jeolojik yük deprem güvenliğini artırma açısından yok kabul edilmiş ve temel genişliği $B = 1$ m. alınmıştır. Tosya'nın KAF içindeki konumu, depremselliği, zemin durumu göz önüne alınarak $G_s = 4.5$ alınmıştır. Zemin Emniyet Gerilmesi:

$$q_e = q_u / G_s$$

1 No'lu Örnek (II nci Bölge)

$$q_s = 0,32 (10,3) + 0,5 (1,873) (1,45)$$

$$q_s = 3,296 + 1,356 = 4,65 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_e = \frac{4,65}{4,5} = 1,03 \text{ kg/cm}^2$$

2 No'lu Örnek (I nci Bölge)

$$q_s = 0,47 (9,6) + 0,5 (1,846) (1,2)$$

$$q_s = 4,512 + 1,108 = 5,619 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_e = \frac{5,62}{4,5} = 1,25 \text{ kg/cm}^2$$

3 No'lu Örnek (I nci Bölge)

$$q_s = 0,75 (7,5) + 0,5 (1,94) (0,7)$$

$$q_s = 5,625 + 0,679 = 6,304 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_e = \frac{6,3}{4,5} = 1,40 \text{ kg/cm}^2$$

4 No'lu Örnek (II nci Bölge)

$$q_s = 0,08 (14,7) + 0,5 (1,874) (3,3)$$

$$q_s = 1,176 + 3,09 = 4,268 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_e = \frac{4,27}{4,5} = 0,95 \text{ kg/cm}^2$$

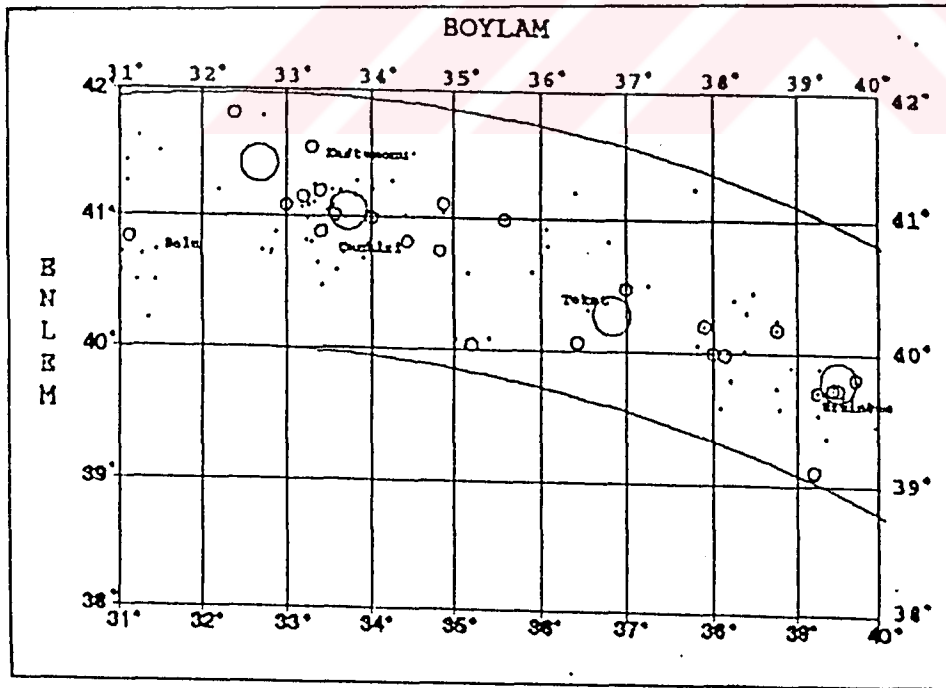
Örnek 2 ve 3 birinci bölgeye, 1 ve 4 ikinci bölgeye aittir. Güvenlik faktörü (G_s) deprem emniyetini arttırmak amacıyla 4,5 alınmıştır.

3.7. Verilerin İstatistiksel Metodlarla Değerlendirilmesi

KAF zonunun doğrultu atımlı sağ yönlü bir fay zonu olduğu ilk kez 27 Aralık 1939 Erzincan depreminden ve onu izleyen 1942, 1943 ve 1944 depremlerinden sonra anlaşılmıştır (Ketin 1976).

KAF zonunda oluşan depremler sığ odaklı olup bu kuşaktaki sağ yönlü yanal yer hareketleri ile ilişkilidirler (Alptekin 1978).

Bu bölgedeki odak mekanizmaları sağ yanal doğrultu atımlı faylanmalar gösterir (McKenzie 1972). KAF zonu büyük ölçüde, en azından orta segmentlerde, doğrultu atımlıdır ve yer değiştirmeler sağ yanal atımlıdır (Allen 1980). Tosya ve çevresi (KAF'nın orta segmenti) 1900-1990 yılları arasında meydana gelen depremlerin episantr dağılımları Şekil 3.15'de gösterilmiştir.



Şekil 3.15. KAF zonunun orta kesiminde deprem episantrlarının dağılımları
(• $4,5 \leq M \leq 5,4$, ○ $5,5 \leq M \leq 6,9$, ○ $M \geq 7$) (Öncel 1992)

3.7.1. Magnitüd-Frekans İlişkisi

Türkiye ve çevresindeki deprem bölgeleri için kümülatif frekanslar kullanılarak EKKY (En Küçük Kareler Yöntemi) ile hesaplanan “b” değerleri 0,93-0,56 arasında değişmektedir (Alptekin 1978).

Bu çalışma gereği, yapılacak belirlemeler içinde sadece aletsel dönem deprem verileriyle yetinilmemiş ve tarihsel dönem depremlerinin verilerini de, uygun hale getirip, geniş bir zaman döneminin temsilcisi olabilecek verilerle değerlendirmeler yapılmıştır (Öncel 1992). Şiddet-Magnitüd dönüşümü için bazı araştırmacılarca belirlenmiş aşağıda verilen bağıntılar bulunmaktadır:

$M = 0,48 I_0 + 2$	Karnik (1969)
$M = 1,63 + 0,592 I_0$	İpek vd (1965)
$M = 1,3 + 0,6 I_0$	Gutenberg ve Richter (1969)

Dünyanın bazı bölgelerinde oluşan deprem büyüklüklerine bağlı olarak “b” değerlerinin zamana, derinliğe ve bölgelere göre değişimleri incelendiğinde “b” değerinin kabaca 0,3-2,0 arasında değiştiği görülür (Ogata 1991).

En küçük kareler yöntemi kullanılarak 1900-1990 arası dönemde $M \geq 4,5$ magnitüdlü depremlerden hesaplanan “a” ve “b” değerleri:

$$a = 4.077$$

$$b = 0.713 \text{ 'dir.}$$

Bu hesaplarda korelasyon katsayısı $r = 0,991$ olarak bulunmuştur.

Neticede Türkiye için;

$$\log N = a - bM$$

$$\log N = 4.077 - 0.713M \text{ olarak bulunmuştur (Öncel 1992).}$$

Maksimum likelihood yöntemi aletsel dönem verilerine uygulanarak Gutenberg-Richter bağıntısındaki “b” parametresi 0.72 ± 0.02 olarak hesaplanmıştır (Öncel 1992).

Depremlerin magnitüdü ile oluş sayıları arasında ilk defa Gutenberg ve Richter (1944) tarafından verilen;

$$\text{Log} \left(\frac{N_a}{T} \right) = a - bM_s$$

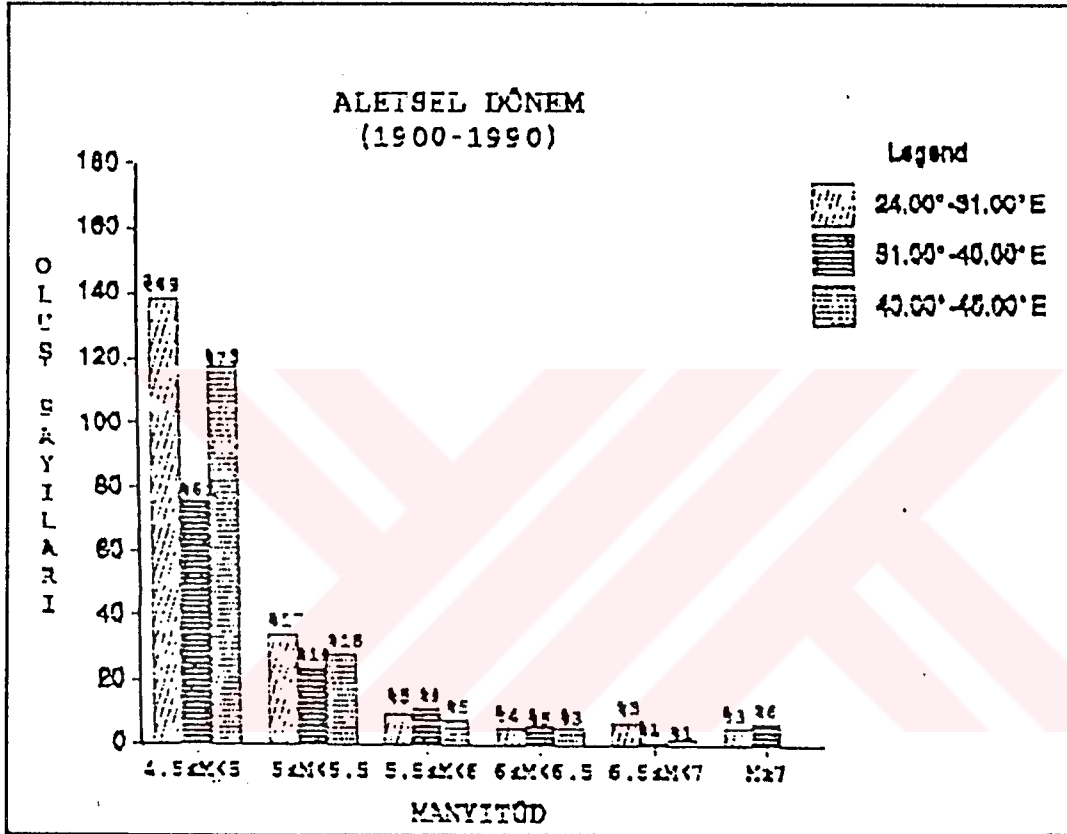
bağıntısı, bir bölgenin deprem etkinliğini yansıtmak için kullanılan en önemli bağıntılardan biridir. Burada;

$N_a/T \rightarrow$ zaman dilimindeki depremlerin birikimli oluş sayılarını,

$M_s \rightarrow$ yüzey dalgaları ile tayin edilen magnitüd değerlerini ifade etmektedir (Tinti ve Mulargia 1985).

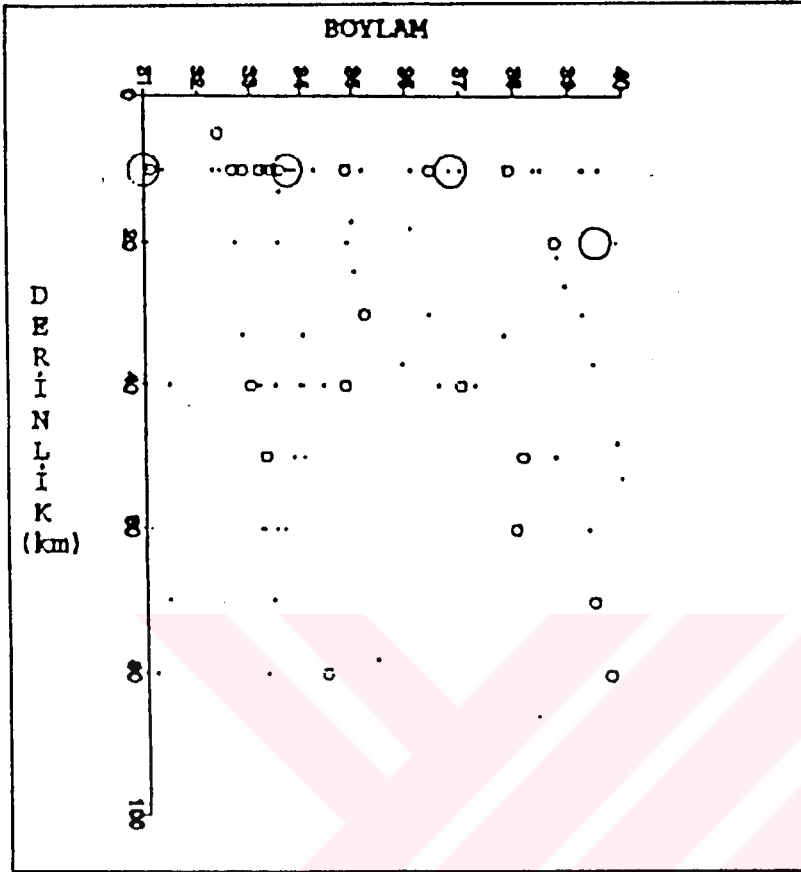
Bu bağıntının geçerliliği hem kontrollü yükleme koşulları altındaki kaya numunelerindeki küçük kırılmalar için uygun olduğu, yapılan laboratuvar deneyleriyle (Mogi 1962, Scholz 1968), hem de deprem kaynağı ile ilgili çıkarılan teorik modellerle (Kanamori ve Anderson, 1975) desteklenmektedir. Bu bağıntı depremlerin istatistiksel analizi (Epstein ve Lomnitz 1966) ve zamanla saptanan sismisitedeki değişikliklerin belirlenmesi (Smith 1981, Tinti ve Mulargia 1983) gibi çok sayıdaki uygulamada yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Orta (31° - 40°) kesimde olan 100 depremden 6'sının 7 ve daha büyük magnitüdlü, 69'unun da 5'ten küçük magnitüdlü depremler olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3.16) .



Şekil 3.16. KAF Zonunun incelenen kesimlerinde depremlerin magnitüdlere göre oransal dağılımları (Öncel 1992)

KAF zonunda 1900-1990 arasında meydana gelen $M \geq 4.5$ magnitüdlü depremlerin derinliklerinden yararlanılarak hesaplanmış ortalama odak derinliği orta segment (31° - 40° D) için 22 km.'dir (Şekil 3.17). Bu sonuca göre yıkıcı ve büyük depremlerin olduğu KAF zonunun orta kesiminde daha sık depremler olmaktadır. KAF zonunun incelenen orta kesimi için EKKY ile bulunan magnitüd-frekans bağıntılarından hareketle hesaplanan tekrarlanma yılları, Çizelge 3.6'da verilmiştir.



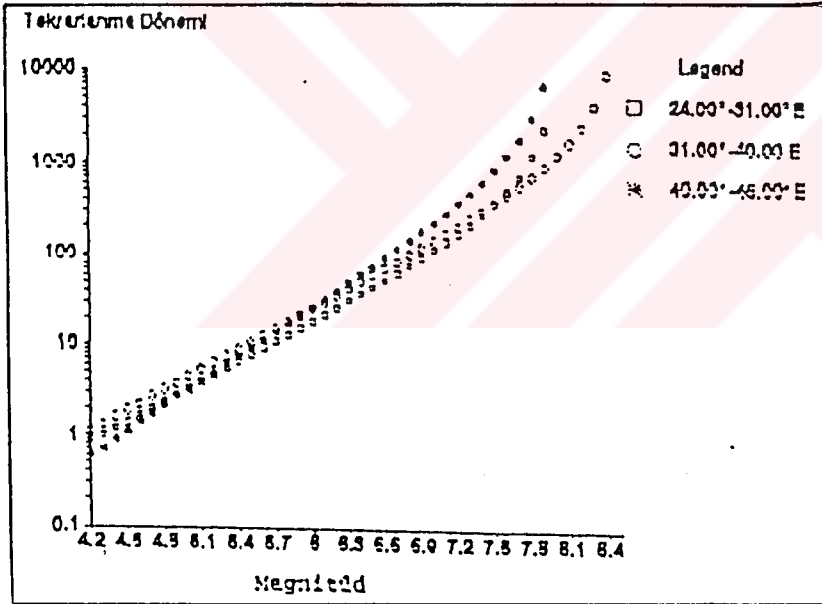
Şekil 3.17. KAF zonunun orta kesiminde olan depremlerin derinlik dağılımları
(• $4,5 \leq M \leq 5,4$, ○ $5,5 \leq M \leq 6,9$, ○ $M \geq 7$) (Öncel 1992)

Çizelge 3.6. KAF zonunun orta kesimi için EKKY ile bulunan magnitüd-frekans bağıntılarından hesaplanmış farklı magnitüd büyüklükleri için tekrarlanma periyotları (Öncel 1992)

Tg = 91 yıl (1900-1990) verilerinden		ORTA SEGMENT (31°- 40°D)
ORTALAMA TEKRARLAMA PERYODU	$M \geq 5$	1.51
	$M \geq 6$	5.22
	$M \geq 7$	18.07
	$M \geq 8$	62.51

Kısa zaman periyodundaki gözlemlere dayandırılan tekrarlanma dönemi tahminlerinde büyük hatalar olmaktadır (Knopoff and Kagan 1977, Dong *et al.* 1984). Hataları gidermek veya en aza indirgeyerek daha sağlıklı sonuçlar elde etmek için, aletsel ve tarihsel döneme ait verilerin birlikte kullanılması önerilmiştir (Kijko and Sellovoll 1990). Böylece tekrarlanma dönemlerinin daha uzun zaman periyodundaki gözlemlere dayandırılması sağlanmaktadır.

Şekil 3.18'e göre KAF zonunun orta kısmında büyük depremlerin ($M \geq 8$) zonun diğer kısımlarında görülmeyen sayı ve peryotta olduğu görülmektedir.



Şekil 3.18. KAF zonunun farklı segmentleri için hesaplanan tekrarlanma peryotları (Öncel 1992)

KAF zonunun orta kesiminde 7 ve daha büyük magnitüdlü depremlerin oransal yüzdesi %6 olup, batı segmenti için bulunan miktarın (%3) iki katı, doğu segmenti için bulunanın (%1) da altı katı olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuca göre $M \geq 6$ olan büyük

depremlerin zonun orta kısmında daha yüksek oranda meydana geldiklerini söylemek mümkündür (Şekil 3.16).

KAF zonu ve çevresindeki deprem bölgeleri için kümülatif frekanslar kullanılarak EKKY ile hesaplanan “b” değerleri 0,53-0,87 arasında değişmektedir. Buna karşılık büyük gerilme yığılmalarının olduğu düşünülen fay zonunun orta kesiminde ise daha küçük “b” değerleri hesaplanmıştır (Öncel 1992).

3.7.2. Sismik Risk Parametreleri

KAF zonunun orta kesimi (31.00°-40.00°D)’nde oluşan depremlerin episantr dağılımları Şekil 3.19’da gösterilmiştir. Bu kesim için EKKY ile hesaplanan a ve b değerleri,

$$a = 2,516$$

$$b = 0,519 \text{ dur (Çizelge 3.7)}$$

Bu hesaplarda korelasyon katsayısı $r = 0,97$ olarak bulunmuştur. Bu bölgede 1000-1990 verilerine maksimum olasılık yönteminin uygulanması ile aşağıdaki sismik risk parametreleri hesaplanmıştır (Öncel 1992).

$$\beta = 1,74 \pm 0,09 \text{ (} b = 0,73 \pm 0,04 \text{)}$$

$$\lambda_{1,2} = 0,89 \pm 0,08$$

$$m_{\max} = 8,50 \pm 0,41$$

Burada “*lambda*” 4,2 ve daha büyük magnitüdlü depremlerin yıllık oluşum sayısını vermektedir (Öncel 1992).

Çizelge 3.7. KAF zonundaki orta segment için farklı magnitüdlerdeki depremlerin sayıları ve kümülatif toplamaları ile bunlardan hareketle hesaplanan b değerleri (Öncel 1992)

Magnitüd (Ms)	ORTA SEGMENT (31°-40°D) b = 0.47±05 (E.B.O.Y.) b = 0.539 (E.K.K.Y.)	
	N	ΣN
4.5	12	125
4.6	16	113
4.7	10	97
4.8	16	87
4.9	13	71
5.0	9	58
5.1	7	49
5.2	6	42
5.3	3	36
5.4	1	33
5.5	7	32
5.6	2	25
5.7	2	12
5.8	3	20
5.9	2	17
6.0	1	15
6.1	1	7
6.2	2	6
6.3	1	12
6.4	1	11
6.5	2	10
6.6		
6.7		
6.8	2	
6.9	1	
7.0		
7.1		
7.2	4	5
7.3		
7.4		
7.5		
7.6		
7.7		
7.8		
7.9	1	

Gumbell III dağılımı ile dünya için tahmin edilen maksimum M_0 değeri 8.7, maksimum likelihood metoduyla bulunan değer 8,7 olarak verilmekte, Howell (1981) tarafından bulunan değer de bu değerlere yakın olduğu ifade edilmektedir (Kijko 1984).

KAF zonunun orta kesiminde beklenen maksimum magnitüd;

$$M_{\max} = 8,50 \pm 0,41 \ (\sigma_s = 0.20 \text{ için})$$

olarak verilmiştir. KAF zonunun incelenen değişik kesimleri (batı, orta, doğu) için hesaplanan $M_{\max}$ 'lara bakıldığında, orta kesimde daha büyük maksimum magnitüdü depremlerin olabileceği beklenmektedir (Öncel 1992).

EKKY ile saptanan magnitüd-frekans bağıntısından yararlanılarak yapılan sismik risk tahminlerine göre incelediğimiz zon boyunca, sismik bakımdan en tehlikeli bölge zonun orta kesimidir (Öncel 1992).

$M \geq 4$ magnitüdü depremlerin yıllık oluşum sayısı $20.50 \pm 0,47$ ve Türkiye için beklenen maksimum magnitüdü deprem $7,30 \pm 0,22$ olarak hesaplanmıştır.

Bayındırlık Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün de bu konuyla ilgili olarak Kastamonu ilinde oluşabilecek 7,5 şiddetindeki bir depremin ilçeleri ve il merkezini nasıl etkileyeceği yönünde yapmakta olduğu çalışmalar mevcuttur (Afet İşleri 2002).

3.8. Sismik Hız Kayıtları

Tosya Belediyesince yaptırılan zemin etüdlerinin incelenmesinde ilk dönem sismik hız verilerinin (V_p , V_s) global olarak belirli bir aralıkta verildiği ve yerinde ölçüm yapılmadığı görülmüştür. Son dönemlerde zemin etüdlerindeki sismik hız değerlerinin bulunmasında Tosya Belediyesince satın alınan 12 kanallı Geometrix Mühendislik

Sismografinın kullanılması sayesinde nispeten daha sağlıklı verilere ulaşılmıştır (Zemin Etüd Verileri 1999-2001). Ancak eldeki veri sayısı yeterli olmadığından V_p ve V_s değerleri konusunda Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesinin Çizelge 3.8’de gösterilen verilerini alma yönüne gidilmiştir .

Çizelge 3.8. Tosya ve çevresine ait tipik V_p , V_s değerleri (Gürbüz vd 2000)

T O S Y A				
41.013K – 34.137D				
TABAKA	V_p (m/s)	V_s (m/s)	KALINLIK (m)	ZEMİN DURUMU
1	454	95	3.3	MARNLI KİL
2	750	300	6.3	
3	1428	666	-	

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

İnceleme alanında geoteknik özellikleri farklı 4 bölge sınırı tespit edilmiş, her bölge için deprem zararlarını en aza indirecek önlemler belirlenmiştir.

Hazırlanan haritalar ve eldeki veriler, Tosya Belediyesi'nin ve şehir planlamacılarının imar planı revizyonu ve geliştirilmesinde baz doküman olarak kullanacağı şekilde üretilmiştir. Bu konuda, 17 Ağustos 1999 Marmara depreminden sonra mahalli idarelere kanuni sorumluluk yüklenmiştir.

4.1. Büyük Zemin Grupları, Sınırları ve Dağılımı

İnceleme alanında EK 3'de gösterilen 4 farklı büyük zemin grubu belirlenmiştir. Her büyük zemin grubu için genelleştirilmiş temsil niteliği taşıyan (tipik) düşey zemin kesitleri hazırlanmıştır. Kesitlerin yer aldığı diyagram Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Her bölgenin egemen zemin türü, tabakalanma durumu, efektif emniyet gerilmesi, zemin periyodu ve deprem durumundaki davranışı özetlenmiştir.

4.1.1. I nci Bölge

İnceleme sahasının kuzey kenarı yakınlarında Tosya Fayı (Oğuz Fayı)'na paralel bir kuşak halinde genç vadilerin yamaç ve tabanlarında yüzeylenmektedir. Kum tabakaları ve kumlu çakıl tabakalarının ardalanmasından oluşan rengi kahve-kırmızı, zayıf tutturulmuş (çok az çimentolu) alüvyon yelpaze malzemesi egemendir. Genişliği ortalama 1,5 km.'dir. Tabaka kalınlıkları 1.5-5.0 m. arasında değişmektedir. Kalın tabakalar az çakıllı siltli kum (SM) ve ince tabakalar zayıf tutturulmuş çakıllar ve kumlu silt (CM) lerden ibarettir. Kum tabakaları emniyet gerilmesi ortalama 1.2-1.4 kg/cm² civarındadır.

Bu bölgede yeraltı su seviyesi çok derindir (100-80 m.). Zemin sıvılaşma potansiyeli çok düşüktür.

Bu bölgenin tipik geoteknik özelliklerinden birisi yüksek eğimli yamaçlar ve aktif faylar nedeniyle, deprem sırasında oluşacak çok yüksek heyelan tehdididir. Özellikle Tosya deresi vadisinin her iki (Batı ve Doğu) yamacında aktif ve potansiyel heyelan alanları bulunmaktadır.

Deprem durumunda, zemin kesiti içindeki ince konglomera tabakaları nedeniyle, dalga periyodu kısmen azaltıcı etki olacaktır. Bu bir avantajdır. Buna karşılık özellikle topoğrafik eğimin % 10 'dan fazla olan yamaç kısımlarında heyelan riski mevcuttur. Deprem bu kısımlarda tetikleyici olacaktır.

4.1.2. II nci Bölge

Tosya ilçe merkezinin günümüzde yayılmış olduğu alanı içermektedir. Bu bölge gelecek 50 yıl içinde yerleşimin gelişme göstereceği sahadır.

Tosya havzasının kuzey kenarını oluşturan Oğuz fayı ile arasında yer alan I nci Bölgeye göre, aktif fay kuşağından daha uzaktır. Depremsellik bakımından fayın üzerindeki hareketlerden daha az etkilenecektir. Zeminin geoteknik özellikleri bakımından I nci Bölgeden bir ölçüde daha olumsuz özelliklere sahiptir. Egemen zemin türü, Siltli kum-Kumlu silt ardalıdır. İnce çakıl boyutunda malzeme çok seyrek olarak belli seviyelerde mevcuttur. Bunlar genel düşey zemin kesitinde .% 10'dan daha düşük oranda yer almaktadır. Siltli killi ince taneli malzemeden oluşan ara katkı tabakaları da, düşey zemin profilinde yaklaşık % 10-15 oranında mevcuttur. Tabaka kalınlıkları 5-25 cm. arasında değişmektedir. Zemin profilinde egemen olan Siltli kum ve Kumlu silt tabakaları 1.0-4.5 m. arasında değişen kalınlıklara sahiptir. Genel zemin istifinde %75-80 gibi yüksek oranda mevcut olan bu malzeme içinde taneler orta derecelenme göstermektedir. Çimentosuz olmalarına rağmen jeolojik yaşı (Neojen) nedeniyle izafi sıklığı 5-6 m. derinliklerde orta-iyi derecelidir. Taneler yarı yuvarlaklaşmıştır.

Boşluk oranı, $e_n = 0.600-0.750$

Tabii birim hacim ağırlığı, $\gamma_n = 1.860-1.875 \text{ t/m}^3$

Kuru birim hacim ağırlık, $\gamma_d = 1.550-1.675 \text{ t/m}^3$

Likit limit, $LL = \% 24-26$

Plastisite İndisi, $PI = \% 5-7$

Kohezyon, $c = 0.10-0.35 \text{ kg/cm}^2$

İçsel sürtünme açısı, $\phi = 11-17^\circ$

Zemin emniyet gerilmesi, $q_e = 1.0-1.2 \text{ kg/cm}^2$ arasında değişmektedir.

Genel olarak tabakaların eğimi ortalama $5-6^\circ$ olup yönü güney, güneydoğuya doğrudur. Bu bölge içinde, topoğrafya kuzey-güney uzanımlı yüzeyi düzgün sırtlar, hafif eğimli yamaçlar ve aralarında genç akarsu tabanında alüvyon dolgular mevcuttur. Yeraltı suyu Yüzeydeki yapılaşmayı etkilemekten çok uzak olup oldukça derindir (60-70 m.). Bu nedenle deprem durumunda zemin sıvılaşması potansiyeli çok düşüktür. Genel olarak heyelanlı alanlar son derece sınırlıdır. Topoğrafya eğiminin izafi olarak arttığı yerlerde, günümüzde aktif heyelan olmadığı halde, depremin tetiklemesi sonucu kütle hareketi riski vardır. Yapılaşma amacıyla yer seçiminde, yüksek eğimli yamaçlar dışlanmalıdır.

4.1.3. III ncü Bölge

Bu bölge daha güneyde, E-80 Devlet Karayolu güneyinde kalan, havzanın eksenine paralel uzanan yaklaşık 2.0-2.5 km. genişliğinde bir alandır. Burası havzanın güney yarısı içinde, alüvyon yelpazenin ıraksal kesiminde yer almaktadır. Genel tabaka eğimi güney, güneydoğuya ortalama 4° kadardır. Zemin profili içinde çok seyrek olarak ince çakıllı ara katkılar (% 5-7) ve güneye artan oranda kilce zengin siltli kil ara katkılar (% 20) mevcuttur. Bunların dışında zeminin çok büyük bölümü (% 75) siltli kumlu malzemeden oluşan ve kalınlıkları 6-7 m. kadar varan tabakalardan ibarettir. Tanelerin yuvarlaklaşma indisi yüksektir. Kum ve silt tabakaları içinde derecelenme II nci Bölgeye kıyasla daha ileri ölçüdedir. İyi derecelenme gözlenmiştir. Bu nedenle boşluk oranı kuzeydeki alana göre biraz daha yüksektir. İzafi sıkılık ise daha düşüktür. Yeraltı

suyu seviyesi yüzeye yaklaşmıştır. Bölgenin kuzey sınırında 40-50 m. iken, güneye doğru olan topoğrafya eğimi nedeniyle 30 m. hatta daha düşük seviyelere yükselmektedir. Bu bölgede kumlu silt egemen zemin türüdür (SM-LM).

Likit limit, $LL = \% 35-40$

Plastisite İndisi, $PI = \% 17-20$

Kohezyon, $c = < 0.10 \text{ kg/cm}^2$

İçsel sürtünme açısı, $\phi = 5-8^\circ$

Zemin emniyet gerilmesi, $q_e = 0.6-0.8 \text{ kg/cm}^2$ arasında değişmektedir.

Bu bölgede yeraltı su seviyesinin düşük topoğrafik alanlarda yüzeye yakınlaşmış olması ve zeminin granülometrik özelliklerinin (silt ve ince kum) uygunluğu nedeniyle, deprem durumunda zemin sıvılaşması kaçınılmazdır. Sıvılaşacak zeminin yüzeye çıkmasını kolaylaştırıcı aktif kırıklar mevcuttur. Heyelan potansiyeli yok denecek kadar düşüktür. Yüksek eğimli yamaçlar yoktur. Taşkın riski potansiyel olarak güncel akarsu tabakalarında ve yatağın her iki kenarı boyunca mevcuttur.

4.1.4. IV ncü Bölge

Tosya ovasının en güneyinde, Devrez Çayı ve Fay kuşağına paralel uzanan bu bölge içinde siltli ve killi malzeme egemendir. Düşey zemin profili içinde gri-yeşil renkli, ince (5-25 cm.) silt-kil tabakalarının ardalanması, sığ göl ortamında düşük enerjide çökelimi yansıtmaktadır. Bu bölge, Tosya havzasında gelişen alüvyon yelpaze-akarsu ve göl çökellerinin en ince taneli malzemesini içermektedir. İnce çakıllı seviyeler yoktur. Kumlu ara katkılar da seyrek ve ince (5-10 cm.) tabakalar halindedir. Kuzeyden göle doğru akarsu taşınmasını temsil etmektedir. Malzemenin çok büyük bir kısmı (% 90) milden (silt+kil) oluşmaktadır. Egemen fraksiyon kildir (CL).

Likit limit, $LL = \% 45-50$

Plastisite İndisi, $PI = \% 20-25$

Kohezyon, $c = 0.03-0.06 \text{ kg/cm}^2$

İçsel sürtünme açısı, $\phi = 3-5^0$

Zemin emniyet gerilmesi, $q_e = 0.5 \text{ kg/cm}^2$ 'dir

Bu bölgede yeraltı su seviyesi yüzeye çok yakındır (Ortalama 10 m.). Ancak, güneye doğru daha da azalarak yeryüzüne çıkmaktadır. Yer yer bataklık alanlar da bulunmaktadır. Genel geoteknik özellikleri düşük kohezyon, yüksek yeraltı su seviyesi ve ince taneli kilce zengin zemin sebebiyle artan sıvılaşma potansiyelidir. Ayrıca akarsu yatağı yakınlarındaki alçak topoğrafyadaki alanlar taşkın açısından yüksek riske sahiptir. Bölge bu yönleriyle yapılaşma açısından çok olumsuz şartlara sahiptir.

4.2. Tosya İlçe Zemininin Zemin Emniyet Gerilmesi Dağılımı

Tosya ilçesinde yapılaşma, kent çekirdeği Tosya Çayı vadisinde I ve II nci Bölgelerin komşu alanlarında kurulmuştur. İlçenin kuzey mahalleleri sırtların üstü ve yüksek eğimli yamaçlar I nci Bölge üzerindedir. Bu bölgede zemin içinde konglomera tabakaları olması ve bunların arasındaki kumlu tabakaların belli oranda silt-kil fraksiyonu içermesi ve jeolojik yaşı nedeniyle, taşıma gücü diğer bölgelere kıyasla daha yüksektir ($q_e = 1.2-1.4 \text{ kg/cm}^2$). Mevcut raporların bir kısmında anormal yüksek değerler vardır. Bunlar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Yüksek değerlerin nedeni, uygun G_s değeri alınmaması ve diğer laboratuvar test hatalarıdır.

II nci Bölge Tosya'nın hemen hemen % 85 gibi büyük bir bölümünü içermektedir. Taşıma gücü değerleri yamaç aşağıya ve genel olarak güneye doğru azalmaktadır. Ortalama değerler $q_e = 1.0-1.2 \text{ kg/cm}^2$ arasındadır. Bu bölge içinde de, mevcut raporlarda gerçek zemin şartlarını yansıtmayan (farklı hata kaynakları) yüksek veya düşük rakamlar değerlendirmeye alınmamıştır.

III ve IV üncü Bölgelerde henüz önemli yapılaşma yoktur ve elde yeterli veri olmadığından eş zemin emniyet gerilmesi haritası kapsam dışında bırakılmıştır. Zaten bu iki bölge çok olumsuz geoteknik özellikleri nedeniyle yapılaşmaya kapalı alan olma durumundadır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar afet (deprem+heyelan+taşkın) durumunda olması muhtemel hasarların en aza indirilmesi açısından aşağıdaki gibi yorumlanmış ve açıklanmıştır:

Tosya ilçe merkezi ve çevresi, ülkemizin en aktif faylarından biri olan Kuzey Anadolu Fayı'na ait iki paralel kırık yüzeyi arasında yer alması nedeniyle, her zaman tektonik hareketlere maruz kalacaktır. Tarihsel ve aletsel dönemlere ait veriler de, jeolojik yapıya ilaveten bu gerçeği teyit eden hususlardan biridir. Fayların yerleri hassas biçimde tespit edilmeli ve şehir ve bölge planlamasında gözönüne alınmalıdır.

Tosya, zemin bakımından çevresine kıyasla çok kötü geoteknik özellikleriyle dikkat çekici bir özelliğe sahiptir. Jeolojik yaş olarak Kuvaterner yaşlı sedimentlerden oluşan, tutturulmamış kum ve silt gibi ince kırıntılı malzemenin egemen olduğu birim, iki fay düzleminin arasındaki dikdörtgen biçimli havzayı doldurmuştur. İlçe merkezi tümüyle bu birim üzerinde bulunmaktadır. Çerkeş Formasyonu, yaşı, çimentosuz oluşu, güney ve güneydoğu yönünde çok az eğimli tabakalardan oluşması ve iki doğrultuda (DoğuKuzeydoğu- BatıGüneybatı, KuzeyKuzeybatı-GüneyGüneydoğu) aktif faylarla kesilmiş olması gibi özellikleri ile, mekanik dayanımı düşük zemin durumundadır. Bu özellikleri göl, akarsu ve alüvyon yelpaze gibi çökme ortamlarında meydana gelen jeolojik işlemlerden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla genel olarak yapılaşmaya uygun değildir. Bugünkü haliyle geline nokta giderek incelen ve mekanik dayanımı azalan malzeme sebebi ile yapılaşmanın güneye doğru gelişmesinin engellenmesi, olası bir depremde meydana gelecek hasar artışını önleyici önemli bir faktör olacaktır.

Zemin, mekanik özellikleri ve taşıma gücü farklı 4 geoteknik bölgeye ayrılmıştır. Havzanın kuzey kenarından (Oğuz Fayı) güneye (Devrez Çayı) doğru I, II, III ve IV'üncü bölgeler içinde, sırasıyla tane boyu incelmekte, çakıllı ara katkılar dışında, kumlu-siltli malzeme içinde izafi sıklık ve tane birim hacim ağırlığı artmaktadır.

Kıvam limitlerinde kil içeriğinin artmasıyla birlikte, plastisite indisinde de artış izlenmiştir. Bütün bu parametrelerin etkisinde zemin taşıma kapasitesinde kuzeyden güneye doğru genel bir azalma tespit edilmiştir. Yukarıda adı geçen dört bölge arasındaki geçişler, malzemenin çökelim ortamı şartlarındaki yanal değişimler nedeniyle, keskin değil tedricidir. EK 3'deki haritada bu sınırlar gösterilmiştir. Her bölgenin ortalama zemin emniyet gerilmesi ve diğer değerlerinin belirlenmiş olmasına rağmen yapı inşaatında her zaman zemin örneği alınarak mekanik testler yapılarak geoteknik raporlar hazırlanmalı, bu noktadaki gerçek yerel (noktasal) değerler bulunarak yapı projelendirilmelidir. Çünkü her bölge içinde, ait olduğu bölgenin ortalama değerlerinden belirli limitler içinde sapmalar olması doğaldır.

Tosya zemini geoteknik özellikleri ve KAF içindeki aktif faylar ve yüksek depremsellik nedeniyle, zemin emniyet gerilmesi hesaplamasında $G_s = 4.5$ alınmıştır. Tosya zemini etüdlerinde G_s en az 4.0 alınmalıdır. Bundan daha düşük G_s değerleri ile yapılan hesapların güvenli olmayacağı düşünülmektedir.

İnceleme alanı 4 farklı geoteknik bölgeye ayrılmıştır:

Bölge I: Bu bölge içinde konglomera ara katkılarının daha sık ve kalın olarak bulunması nedeniyle zeminin mekanik dayanımı yüksektir. Ayrıca kil içeriğinin düşük olması ve düşey kesitte killi silt tabakalarının çok seyrek oluşu, mekanik dayanımı azaltmayan diğer bir etkidir. Bu bölgede yeraltı su seviyesinin derin olması, deprem durumunda (dinamik kuvvetler altında) dalga genliğini arttırıcı bir etki yapmayacağından şehir planlamasında diğer bölgelere kıyasla tercih edilmelidir.

Bu bölge içinde, yapılaşmanın sınırlandırılmasını gerektiren birkaç alt bölge tespit edilmiştir. Bunlar, heyelan ve yüksek eğimli ($m > 0,25-0,30$) yamaçlardan oluşan alanlardır. Deprem durumunda, heyelanlı kütle öncelikli olarak tetiklenerek kayma, akma, vb. biçiminde hasarı arttıran deformasyonlar gösterecektir. Yüksek eğimli yamaçlar ise deprem kuvvetinin yatay bileşeninin etkisinde, yapıların ilk modunda

yıkılmasına yol açacağından son derece emniyetsiz bir durum oluşturmaktadır. Bu bölgenin zemin emniyet gerilmesi $1,2-1,4 \text{ kg/cm}^2$ arasındadır.

Bölge II: Kum boyutu malzemeden oluşan tabakalar egemendir. Düşey istifte orta çakıl boyutunda, zayıf çimentolu ara katkılar daha seyrekler. Güneye doğru kalınlıkları incelerek devam etmektedir. Bu bölgedeki zeminin mekanik dayanımı farklı granülometrideki kum (ince çakıllı kum, siltli kum) tabakaları tarafından denetlenmektedir. Kum katmanlarında izafi sıkılık orta (bir miktar düşük) derecelenmeye sahiptir. Siltli kum tabakalarında derecelenme daha iyidir (Orta-iyi). Zeminin genel istifi içinde seyrek olarak, ince arakatlar halinde (8-12 cm. kalınlıkta) siltli kil izlenmiştir. Yeraltı su seviyesi I. Bölgeye kıyasla bir miktar daha yüzeye yakındır. (60-70 m.) Ancak temelleri etkilemesi söz konusu değildir. Deprem dalgaları genliğini arttıracak etkenler olarak, kumlu tabakaların fiziksel özellikleri dışında özel bir neden yoktur. Şehir planlaması açısından I. Bölgeye göre konglomera tabakalarının sayı ve kalınlık olarak azalması nedeniyle bir miktar daha fazla risk taşımaktadır. Bu nedenle yapılaşmada bazı şartların yerine getirilmesi zorunludur. Bunlar, temel harfiyat derinliği, temel türü, boyutları, yapı tekniği gibi hususları kapsamaktadır. 15-20 cm. kalınlığında blokaj tabakası ve üzerinde yapı projesine (kat sayısı) bağlı olarak belirlenecek kalınlıkta radye temel sistemi tercih edilmelidir. Zemin emniyet gerilmesi 1.0 kg/cm^2 civarında çıkmaktadır.

Bölge III: Bu bölgede kumlu silt tabakaları egemendir. İnce çakıl boyutunda konglomera ara katkıları çok seyrek olarak mevcuttur. Killi silt tabakaları hem kalınlık (15-60 cm.) hem de sayı bakımından düşey kesitte önemli ölçüde yer almaktadır. Toplam düşey kesitte; killi silt tabakaları %40-45, siltli kum tabakaları %50-55, ince çakıllı kum tabakaları %5-6, kil tabakaları %3-4 oranlarında bulunmaktadır. Genel olarak izafi sıkılık orta, derecelenme orta-iyi arasında değişmektedir. Plastiklik indisi ve plastik limit, malzemenin incilmesiyle birlikte artış göstermektedir (%50-60 arası) Kohezyon ve içsel sürtünme açısı düşüktür. Bu bölge için genel zemin emniyet gerilmesi değeri 0.7 kg/cm^2 civarındadır. Bu değer killi silt tabakalarının ortalama değeridir. Bu bölgede inşaa edilecek yapılar için zemin iyileştirmesi yapılmalıdır. Aynı

zon içinde zemin emniyet gerilmesi değerin bir miktar üstü ve altında sınırlı alanlar vardır.

Bölge IV: Burada egemen zemin türü siltli kil'dir. Düşey zemin kesiti toplamında % 85 oranında siltli kil (mil) tabakaları mevcuttur. Bunlar ince (0,1-2.0 cm) paralel tabakalar halinde, güneye doğru (Devrez Çayı) kalınlaşarak devam etmektedir. İstif içinde kuzeyde yer yer kumlu arakatkılar varken, bu tabakalar güneye doğru tedricen incelerek sonlanır. Tane boyunun kum'dan kil'e hızla geçiş yaptığı bu alanda plastik limit ve plastisite indisi yüksektir. Yeraltı su seviyesi yüksektir (5-10 m). Su içeriğine bağlı olarak kohezyonda büyük değişimler meydana gelebilir. Yağışlı mevsimlerde (yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu durumlarda) zemin plastik deformasyona hazırdır. Dolayısıyla sıvılaşma potansiyeli yüksek olup deprem dalgaları genliğini arttırıcı etki yapacaktır. Genel olarak zemin emniyet gerilmesi $0,5 \text{ kg/cm}^2$ veya daha düşüktür. Bu bölge yapılaşmaya uygun değildir. Yapılaşmaya ancak stratejik yapılar için zemin iyileştirmesi yapılması ve sıvılaşma potansiyelinin araştırılması şartıyla müsaade edilmelidir. Akarsu yatakları yakınlarında taşkın riski mevcuttur.

KAYNAKLAR

- Afet İşleri, 2002. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı Çalışmaları (Yayınlanmamış).
- Allen, C.R., 1980. Comparisons between the North Anatolian Fault Zone of Turkey and the San Andreas Fault of California. (Proceedings of the International Symposium on Earthquake Prediction in the North Anatolian Fault Zone held in İstanbul), Friedr. Vieg and Sohn. Braunschweig, 67-85, Wiesbaden.
- Alptekin, Ö., 1978. Türkiye ve Çevresindeki Depremlerde Magnitüd Frekans Bağlılıkları ve Deformasyon Boşalımı, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon.
- Ayaroğlu, H., 1980. Tosya Kuzeybatısının (Karadere) Jeolojisi ve Ekonomik Olanakları, J.M.O. Dergisi, Ocak 1980, 65-72, Ankara.
- Barka, A., 1996. Slip distribution along the North Anatolian Fault associated with the large earthquakes of the period 1939 to 1967. Bulletin of the Seismological Soc. Am. 86, 1238-1254.
- Blumenthal, M., 1939. Über den stand der Geologischen aufnahmen im Ilgaz Dağ. MTA Yayınları Derleme Rap. No: 842.
- Coelho, A., 1979. Engineering Geological Evaluation of Slope Stability for Urban Planning and Construction. Krefelr, 75-78.
- Coulant, E., 1894. Kastamonu Vilayeti Çıban Köyü Nikel Yatakları, MTA Raporu, Ankara.
- Crathley, C.R. Conway, B.W., Northmore, K.J., Denness. B., 1979. Regional Geological and Geotechnical Survey of South Essex. Krefeld, 30-40.
- Çiloğlu, Ö., 1996. Tosya Ovası ve Yakın Dolayının Hidrojeoloji İncelemesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1-9, Isparta.
- Dhont, D., Chorowicz, J., Yürür, T., Köse, O., 1998. Polyphased block tectonics along the North Anatolian Fault in the Tosya Basin area. Tectonophysics 299, 213-227.
- Dong, W.M., Shah, H.C. and Bao A.B., 1984. Use of maximum entropy principle in earthquake recurrence relationships. Bull Seism. Soc. Am. 74, 725-737.
- DSİ Sondaj Verileri, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Epstein, B. and Lomnitz, C., 1966. A model for occurrence of large earthquakes. Nature 211, 954-956.
- Gutenberg, B. and Richter, C.F., 1949. Seismicity of the Earth and Associated Phenomena. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.
- Gürbüz, M., Kuru, T., Apak, A., 2000. Tosya (Kastamonu), Kargı, Osmancık (Çorum), Merzifon (Amasya), Amasya ve Tokat İstasyonlarında Yapılan Jeolojik ve Jeofiziksel Zemin Etüdü Sonuçları ve Sonuçların Yorumlanması. Deprem Araştırma Bülteni 83, 95-105, Ankara.
- Howell, B.F., 1981. On the saturation of earthquake magnitude. Bull Seism. Soc. Am. 71, 1401-1422.
- İller Bankası Verileri, 2002. İller Bankası 4.Bölge Müdürlüğü Sondaj Logları Sonuçları, Ankara.
- Kanamori, H. and Anderson, D.L., 1975. Theoretical basics of some empirical relations in seismology. Bull. Seism. Soc. Am. 65, 1073-1095.

- Karnik, V., 1969. Simple procedure for statistical treatment of historical earthquake data. Case study of the North Anatolian Fault. Historical Seismicity of Central-eastern Mediterranean Region Seismicity of the European Area part I, Gürpınar. a. Zatopek. A.D.Reidel Publishing Company.
- Kasapoğlu, E.K., 1981. Kuzey Anadolu Fayı İçin Önerilen Çok Fazlı Faylanma Mekanizması ve İlgili Depremlerin Öngörülmesi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bül. 24, 51-56.
- Ketin, I., 1948. Über die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen Anatolischen Erdbeben des letzten Dezenniums. Geol. Rundschau. 36, 77-83.
- Ketin, I., 1976. San Andreas ve Kuzey Anadolu Fayları arasındaki bir karşılaştırma. Türkiye Jeoloji Kurumu Bül. 19, 149-154.
- Kırıkkale Üniversitesi, 2001. Zemin Etüd Verileri, Tosya.
- Kijko, A. and Sellovoll, M.A., 1990. Estimation of Earthquake Hazard Parameters for Incomplete and Uncertain Data Files. Natural Hazards. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Kijko, A., 1984. Is it necessary for construct empirical distributions of maximum earthquake magnitudes? Bull Seism. Soc. Am. 74, 339-347.
- Knopoff, L. and Kagan, Y., 1977. Analysis of the theory of extremal values as applied to earthquake problems. J. Geophys. Res. 82, 5647-5657.
- Lopez, P.J., Pena, J.L., 1979. Problems in The Preparation of Geotechnical Maps at a Scale of 1/25.000. Krefeld, 84-87.
- McKenzie, D.P., 1972. Active Tectonics of the Mediterranean region. Geophys. J.R. Astron. Soc. 30, s.109-185.
- Mogi, K., 1962. Study of elastic shocks caused by the fracture of heterogenous materials and its relation to earthquake phenomena. Bull Earthquake Res. Inst. Tokyo Univ. 40, 125-173.
- MTA 1986. Erzurum Çevresi Jeofizik Etüd Raporu (Yayınlanmamış).
- Ogata, Y., Imoto, M. and Katsura, K., 1991. 3-D spatial variation of b values of magnitude-frequency distribution beneath the Kanto District. Geophys. Japan.
- Öncel, A.O., 1992. Kuzey Anadolu Fay Zonunda Depremlerin İstatistiksel Analizi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1-69, İstanbul.
- Özkan, H., 1992. Tosya Ovası Yeraltı Suyu Akımı Sonlu Farklar Modeli. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 4-15, Ankara.
- Ronai, A., 1979. Fundamentals of Engineering Geological Maps. Bulletin of The International Association of Engineering Geology., Krefeld, 19-62.
- Saner, S., 1980. Batı Pontidlerin ve komşu havzaların oluşumlarının levha tektoniği kuramıyla açıklanması. Kuzeybatı Türkiye. MTA Dergisi, 93/94, 1-19.
- Scholz, C.H., 1968. The frequency-magnitude relation of micro-fracturing in rock and its relation to earthquakes Bull Seism. Soc. Am. 58, 3999-4115.
- Smith, W.D., 1981. The b value as an earthquake precursor. Nature 289, 136-139.
- Stein, R.S., Barka, A., Dieterich, H.J., 1996. Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake stress triggering. Geophys. J. Int. 128, 594-604.
- Şengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian Transform Fault. Its Age, offset and tectonic significance. Geol. Soc. 1-36, 269-282, London.
- Şengün, M., Keskin, H., Akçören, F., Altun, İ., Sevin, M., Akat, U., Armağan, F., Acar, Ş., 1990. Kastamonu Yöresinin Jeolojisi ve Paleotetis'in evrimine ilişkin jeolojik sınırlamalar, Türkiye Jeoloji Bülteni, c.33, 1-16.

- Tinti, S. and Mulargia, F., 1985. Effects of magnitude on estimating the parameters in the Gutenberg-Richter frequency-magnitude law. Bull Seism. Vol 75, 1681-1697.
- Tosya Devlet Meteoroloji İşleri, Sıcaklık Kayıtları.
- TS 1900, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri.
- Uzuner, B.A., 1998. Temel Zemin Mekaniği. Teknik Yayınevi, Müh. Mim. Yayınları, 4.Baskı, Ankara.
- Vähäaho, I, 1998. From Geotechnical Maps to Three-dimensional Models. Tunnelling and Underground Space Technology Vol. 3 Num I, 51-56.
- Yılmaz, Y., ve Tüysüz, O., 1984. Kastamonu-Boyabat-Vezirköprü-Tosya arasındaki bölgenin jeolojisi (İlgaz-Kargı Masifinin Etüdü), MTA Rapor No: 7838 (Yayınlanmamış).
- Zemin Etüd Verileri, 1999-2001, Tosya Belediyesi.



EKLER

EK 1. Tosya Havzası Jeoloji Haritası (Ölçek: 1/25.000)

EK 2. Tosya İlçe Merkezi Örnekleme Planı (Ölçek: 1/5.000)

EK 3. Tosya Çevresinin Geoteknik Bölgelendirme Haritası (Ölçek: 1/25.000)



ÖZGEÇMİŞ

Ankara’da 1972 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara’da tamamladı. 1990 yılında girdiği Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nden 1995 yılında mezun oldu. Ekim 1999-Eylül 2002 yılları arasında, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Geoteknik Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı.

Yüksek Öğrenim Kredi ve Yurtlar Kurumu Genel Müdürlüğü İnşaat Şube Müdürlüğü’nde 1998 yılından beri İnşaat Mühendisi olarak çalışmaktadır.

