



**T.C.  
MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MALZEME TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BURDUR İLİ YERLEŞİM ALANININ ZEMİN  
MALZEMESİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Servet CEVNİ**

**BURDUR, 2018**

**T.C.  
MEHMET AKIF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MALZEME TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BURDUR İLİ YERLEŞİM ALANININ ZEMİN  
MALZEMESİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Servet CEVNİ**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İ. İskender SOYASLAN**

**BURDUR, 2018**

## YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

Servet CEVNI tarafından Dr. Öğr. Üyesi İ. İskender SOYASLAN yönetiminde hazırlanan “Burdur İli Yerleşim Alanının Zemin Malzemesinin Jeoteknik Özelliklerinin Belirlenmesi” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 22/12/2017

**Dr. Öğr. Üyesi İ. İskender SOYASLAN** (Başkan)  
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.....(İmza)

**Dr. Öğr. Üyesi Hakan İNCE** (Jüri Üyesi)  
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi .....(İmza)

**Dr. Öğr. Üyesi Cenk ÖCAL** (Jüri Üyesi)  
Süleyman Demirel Üniversitesi .....(İmza)

### ONAY

Bu Tez, Enstitü Yönetim Kurulu'nun \_\_\_\_\_ Tarih ve \_\_\_\_\_ Sayılı Kararı ile Kabul Edilmiştir.

(İmza)

.....  
**Doç. Dr. Ayşe Gül MUTLU GÜLMEMİŞ**

\_\_\_\_\_  
Müdür  
Fen Bilimleri Enstitüsü

## ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **“Burdur İli Yerleşim Alanının Zemin Malzemesinin Jeoteknik Özelliklerinin Belirlenmesi”** başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı,

bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim

22 / 12 / 2017

(İmza)

Servet CEVNİ

## **TEŞEKKÜR**

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi İ. İskender SOYASLAN'a teşekkürlerimi sunarım

0426-YL-17 Nolu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim

Bütün araştırma sürecimde yanımda olan ve desteğini her an yanımda hissettiren biricik hayat arkadaşım Derya ESEN'e sevgi, saygı, minnet ve teşekkürlerimi sunarım

Eğitim hayatımın her aşamasında beni her anlamda destekleyen aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım

**Aralık, 2017**

**Servet CEVNİ**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	iv
ÇİZELGE DİZİNİ .....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ÖZET .....	vii
SUMMARY .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Amaç ve Kapsam .....	1
1.2. Çalışma Alanının Tanıtılması .....	1
1.2.1. Coğrafi Konum .....	1
1.2.2. İklim ve Bitki Örtüsü .....	3
1.2.3. Tüm Ölçeklerde Mevcut Plan Durumu ve Mevcut Yapılaşma .....	4
1.2.4. Jeomorfoloji .....	4
2. GENEL BİLGİLER .....	5
2.1. Geçmiş Çalışmalar .....	5
2.1.1. Genel Jeoloji .....	5
2.1.2. Mühendislik Jeolojisi .....	9
2.2. Bölgesel Jeoloji .....	11
2.3. Genel Jeoloji .....	12
2.3.1. Kızılcaadağ Melanj ve Olistostromu (Kkzm): .....	12
2.3.2. Dutdere Kireçtaşı (TrJd): .....	15
2.3.3. Burdur Formasyonu (Plb) .....	15
2.3.4. Yamaç Molozu ve Birikinti konileri(Qym) .....	15
2.3.5. Alüvyon (Qal) .....	15
2.4. Yapısal Jeoloji .....	16
2.5. Bölgenin Depremselliği .....	16
2.5.1. Fethiye Burdur Fay Zonu .....	18
2.5.2. Burdur Fayı .....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	21
3.1. Materyal .....	21
3.2. Yöntem .....	22
3.2.1. Sondaj Yoluyla Doğrudan Gözlem .....	23
3.2.2. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) .....	24
3.2.3. Zeminlerden Numune Alınması .....	26
3.2.4. Örselenmemiş Numuneler .....	26
3.2.5. Örselenmiş Numuneler .....	26
3.2.6. Birim Hacim Ağırlık .....	27
3.2.7. Su Muhtevası .....	28
3.2.8. Elek Analizi .....	28
3.2.9. Kıvam (Atterberg) limitleri .....	30
3.2.10. Kesme Kutusu Deneyi .....	31
3.2.11. Taşıma Gücü Hesapları .....	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	34

4.1. Açılan Sondaj Kuyuları Laboratuvar Sonuçları .....	34
4.2. Açılan Sondaj Kuyuları Arazi Deney Sonuçları.....	39
4.3. Taşıma Gücü Hesaplamaları.....	50
5. SONUÇLAR .....	51
KAYNAKLAR.....	53
EKLER .....	57
EK 1: Çalışma Alanı Uydu Görüntüsü ve Sondaj Noktaları.....	58
EK 2: Zemin Örneklerine Ait Laboratuvar Deney Sonuçları.....	59
ÖZGEÇMİŞ.....	61



## ŞEKİL DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1. İnceleme alanına ait yer bulduru haritası .....	2
Şekil 1.2. İnceleme alanına ait Google Earth görüntüsü. ....	3
Şekil 2.1. Burdur genelleştirilmiş sütun kesiti (Şenel vd. 1996dan değiştirilerek). (Ölçeksizdir).....	13
Şekil 2.2. Çalışma alanının jeoloji haritası (Şenel, 1997). ....	14
Şekil 2.3. Burdur ilinin Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasındaki Konumu (URL-1) .....	17
Şekil 2.4. Burdur ve 100 km yarıçapındaki alanın genel görünümü ve meydana gelen M>4,5 olan depremlerin konumları (URL-1) .....	18
Şekil 2.5. Burdur ili ve çevresindeki fay kırıkları. ....	19
Şekil 3.1. Shelby Tüpü .....	22
Şekil 3.2. Zemin sondaj makinesi .....	24
Şekil 3.3. Standart Penetrasyon Deney Aşamaları (FHWA, 2002b).....	25
Şekil 3.4. Örselenmemiş numune (soldaki), örselenmiş numuneler (sağdakiler). ....	27
Şekil 3.5. Zemin numunesi bileşenleri .....	27
Şekil 3.6. Birleştirilmiş zemin sınıflaması abağı.....	29
Şekil 3.7. Elek analizi için standart elekler. ....	30
Şekil 3.8. Su muhtevası ve hacimsel değişim grafiği. ....	30
Şekil 3.9. Kesme kutusu parçaları ve etkiyen kuvvetler. ....	31
Şekil 3.10. Terzaghi taşıma kapasitesi sınır durum gösterimi (Bowles, 1996). ....	32
Şekil 3.11. Şerit temel kesiti. (Df: temel derinliği, B: temel genişliği).....	33



## ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
<b>Tablo 3.1.</b> Terzaghi taşıma gücü bağıntısı, tanımı ve katsayısı cetvelleri .....	33
<b>Tablo 4.1.</b> SK1 ve SK2 laboratuvar sonuçları. ....	34
<b>Tablo 4.2.</b> SK3 ve SK4 laboratuvar sonuçları. ....	34
<b>Tablo 4.3.</b> SK5 ve SK6 laboratuvar sonuçları. ....	35
<b>Tablo 4.4.</b> SK7, SK8 ve SK9 laboratuvar sonuçları. ....	35
<b>Tablo 4.5.</b> SK10 ve SK11 laboratuvar sonuçları. ....	36
<b>Tablo 4.6.</b> SK12 ve SK13 laboratuvar sonuçları. ....	36
<b>Tablo 4.7.</b> SK14 ve SK15 laboratuvar sonuçları. ....	37
<b>Tablo 4.8.</b> SK16, SK17, SK18, SK19 ve SK20 laboratuvar sonuçları. ....	37
<b>Tablo 4.9.</b> SK21 ve SK22 laboratuvar sonuçları. ....	38
<b>Tablo 4.10.</b> SK23 ve SK24 laboratuvar sonuçları. ....	38
<b>Tablo 4.11.</b> SK25 ve SK26 laboratuvar sonuçları. ....	39
<b>Tablo 4.12.</b> SK27 ve SK28 laboratuvar sonuçları. ....	39
<b>Tablo 4.13.</b> SK1 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	40
<b>Tablo 4.14.</b> SK2 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	40
<b>Tablo 4.15.</b> SK3 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	41
<b>Tablo 4.16.</b> SK4 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	41
<b>Tablo 4.17.</b> SK5 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	41
<b>Tablo 4.18.</b> SK6 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	42
<b>Tablo 4.19.</b> SK7 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	42
<b>Tablo 4.20.</b> SK8 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	42
<b>Tablo 4.21.</b> SK9 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	43
<b>Tablo 4.22.</b> SK10 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	43
<b>Tablo 4.23.</b> SK11 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	43
<b>Tablo 4.24.</b> SK12 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	44
<b>Tablo 4.25.</b> SK13 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	44
<b>Tablo 4.26.</b> SK14 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	44
<b>Tablo 4.27.</b> SK15 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	45
<b>Tablo 4.28.</b> SK16 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	45
<b>Tablo 4.29.</b> SK17 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	46
<b>Tablo 4.30.</b> SK18 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	46
<b>Tablo 4.31.</b> SK19 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	46
<b>Tablo 4.32.</b> SK20 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	47
<b>Tablo 4.33.</b> SK21 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	47
<b>Tablo 4.34.</b> SK22 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	47
<b>Tablo 4.35.</b> SK23 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	48
<b>Tablo 4.36.</b> SK24 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	48
<b>Tablo 4.37.</b> SK25 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	48
<b>Tablo 4.38.</b> SK26 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	49
<b>Tablo 4.39.</b> SK27 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	49
<b>Tablo 4.40.</b> SK28 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri. ....	49

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>AFAD</b>	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
<b>B</b>	: Temel Genişliği
<b>C</b>	: Kohezyon
<b>Df</b>	: Temel Derinliği
<b>E</b>	: Elastisite Modülü
<b>Gmax</b>	: Maksimum Kayma Modülü
<b>h</b>	: Yükseklik (Tabaka Kalınlığı)
<b>Kkzm</b>	: Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu
<b>Ks</b>	: Yatak Katsayısı
<b>L</b>	: Temel Uzunluğu
<b>LL</b>	: Likit Limit
<b>m</b>	: Metre
<b>MAKÜ</b>	: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
<b>mv</b>	: Sıkışırlık
<b>NP</b>	: Non-plastik
<b>PI</b>	: Plastisite İndisi
<b>PL</b>	: Plastik Limit
<b>Plb</b>	: Burdur Formasyonu
<b>qem</b>	: Zemin Emniyet Gerilmesi
<b>Qal</b>	: Alüvyon
<b>qd</b>	: Taşıma Gücü
<b>Qym</b>	: Yamaç Molozu ve Birikinti Konileri
<b>S</b>	: Zemin Oturması
<b>SPT</b>	: Standart Penetrasyon Deneyi
<b>To</b>	: Hâkim Titreşim Periyodu
<b>TrJd</b>	: Dutedere Kireçtaşı
<b>UTM</b>	: Universal Transverse Mercator
<b>Wn</b>	: Su İçeriği
<b>°C</b>	: Santigrat Derece
$\gamma_n$	: Doğal Birim Hacim Ağırlık
$\gamma$	: Birim Hacim Ağırlık
$\phi$	: İçsel Sürtünme Açısı

# ÖZET

## Yüksek Lisans Tezi

### Burdur İli Yerleşim Alanının Zemin Malzemesinin Jeoteknik Özelliklerinin Belirlenmesi

Servet CEVNI

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Malzeme Teknolojileri Mühendisliği  
Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İ. İskender SOYASLAN

Aralık, 2017

Türkiye Deprem Bölgeleri haritasında Burdur İl merkezi birinci derece deprem bölgesi içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanında geçmiş yıllarda oldukça ciddi can ve mal kayıplarına sebep olmuş iki büyük deprem yaşanmıştır. Gelecekteki olası depremlerin hasarının azaltılması için, zemin malzemesinin jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi ve yapıların buna göre tasarlanması gerekmektedir. Bu sebeple Burdur İl merkezindeki zemininin jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Çalışma alanında yüzeyleyen hâkim litoloji, yumuşak ve plastik özellik gösteren tatl su çökellerinden oluşmaktadır. Zemin malzemesinin yumuşak ve plastik yapıda olması deprem büyütme katsayısının etkisini oldukça yükseltmektedir. Bu çalışmanın amacı, Burdur il merkezi zemin malzemesinin jeoteknik özelliklerinin belirlenmesidir. Çalışma alanında amaca yönelik olarak 28 adet sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyularından zemin örnekleri alınmış ve Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) yapılmıştır. Alınan zemin örneklerinde TSE standartlarına uygun olarak zemin mekaniği deneyleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen numunelerin sınıflandırılması ve analizinde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının şartnameleri dikkate alınmıştır.

Sonuç olarak çalışma alanındaki hâkim zemin sınıfının; inorganik kil, çakıllı kumlu kil, siltli kil ve yağsız kil (CL) olduğu belirlenmiştir. Bağlar Mahallesi, Karasenir Mahallesi ve Bahçelievler Mahallesinin bir bölümünde, zemindeki kum içeriğinin oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Burdur, jeoloji, jeoteknik, malzeme, zemin

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi tarafından 0426-YL-17 proje numarası ile desteklenmiştir.

## **SUMMARY**

**M. Sc. Thesis**

**Determination of Geotechnical Characteristics of Soil Material of Burdur Settlement Area**

**Servet CEVNI**

**Mehmet Akif Ersoy University  
Institute of Science and Technology  
Engineering of Materials Technology**

**Supervisor: Dr. İ. İskender SOYASLAN**

**December, 2017**

Turkey Earthquake Regions map Burdur Province is located in the center of the first degree earthquake zone. There have been two major earthquakes in the area of work that have caused considerable loss of life and property in the past years. In order to reduce the damage of future earthquakes, it is necessary to determine the geotechnical properties of the ground material and to design accordingly. For this reason, determining the geotechnical properties of the ground in the Burdur Province Center is of great importance.

The dominant lithology in the study area consists of soft and plastic fresh water sediments. The fact that the soil material is soft and plastic construction increases the effect of the earthquake magnification coefficient considerably. The aim of this study is to determine the geotechnical properties of the soil material of Burdur Province Center. 28 drilling wells were opened for the purpose of the study area. soil samples were taken from drilling wells and Standard Penetration Test (SPT) was performed. Ground mechanics tests have been carried out in accordance with TSE standards. In the classification and analysis of the obtained samples, the specifications of the Ministry of Environment and Urbanization are taken into consideration.

As a result, the judge in the study area, inorganic clay, gravelly sandy clay, silty clay and oil free clay (CL). In Bağlar Neighborhood, Karasenir Neighborhood and Bağcelievler Neighborhood, the rate of sand in the soil was observed to be quite high.

**Keywords:** Burdur, geology, geotechnical, ground, material,

The present M. Sc. Thesis was supported by Mehmet Akif University Under the Project number of 0426-YL-17.

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışma Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Malzeme Teknolojileri Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

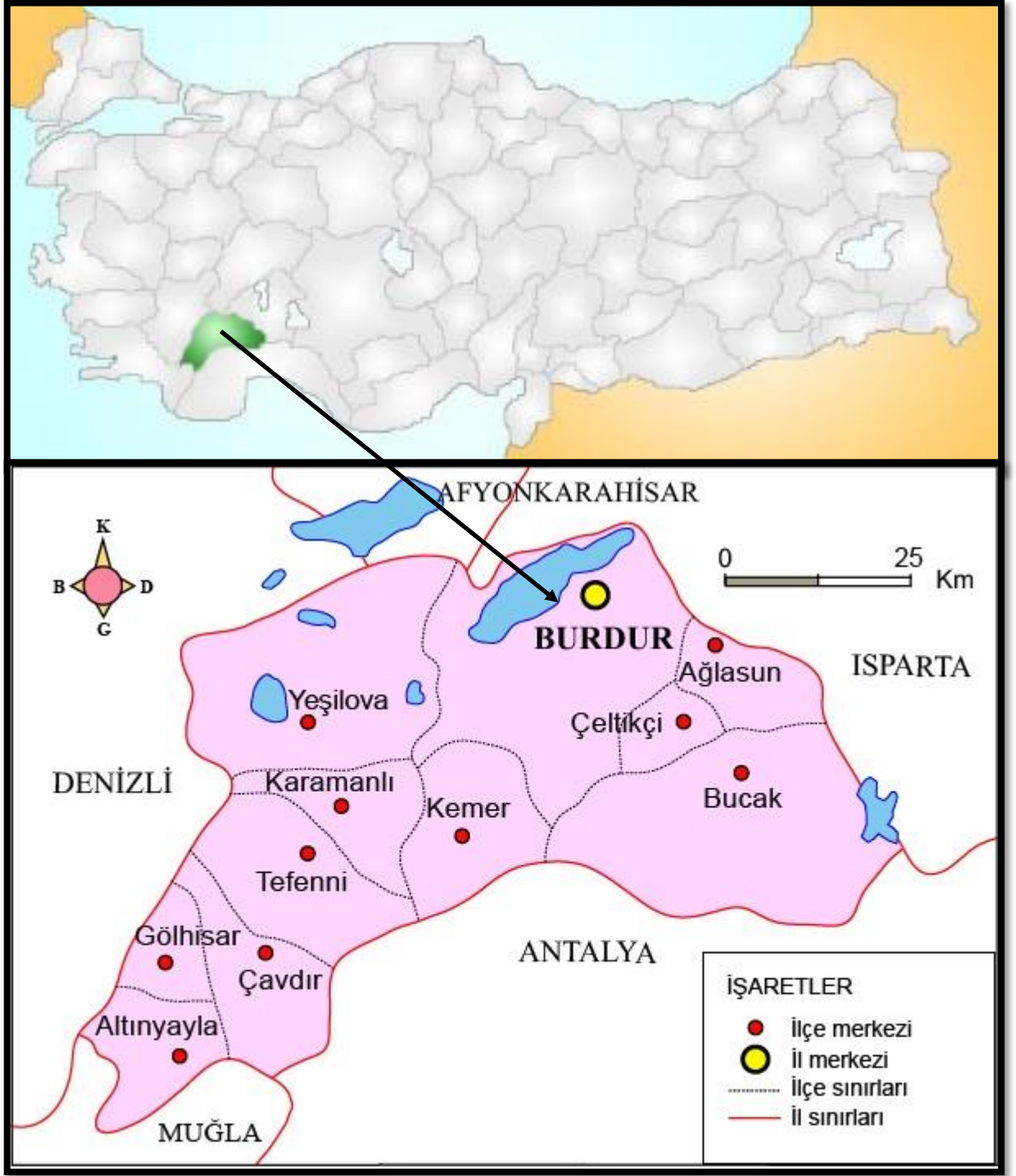
Ülkemizdeki gelişmelere paralel olarak, gelişmekte olan Burdur İli'nin yapılaşma ihtiyacı da sürekli bir artış göstermektedir. Artmakta olan yapı ihtiyacına paralel olarak yükselen bir ivmeyle inşa edilen tüm yapılar, zemin üzerinde yükselmektedir. Birinci dereceden deprem bölgesinde bulunan ilimizde yapılaşmanın sağlıklı, güvenli ve ekonomik olması için zeminin en iyi şekilde tanımlanması, önemli bir gerekliliktir. Geçmişte, ilimizde yaşanmış olan iki önemli depremin büyük can ve mal kayıplarına sebep olması, ilimizde zemin etütlerinin çok önemli olduğunun acı bir ispatı niteliğindedir. Yapılan çalışmayla kayıpların en aza indirilmesi için gerekli yapı önlemlerinin alınmasına ışık tutmak amaçlanmıştır.

## 1.2. Çalışma Alanının Tanıtılması

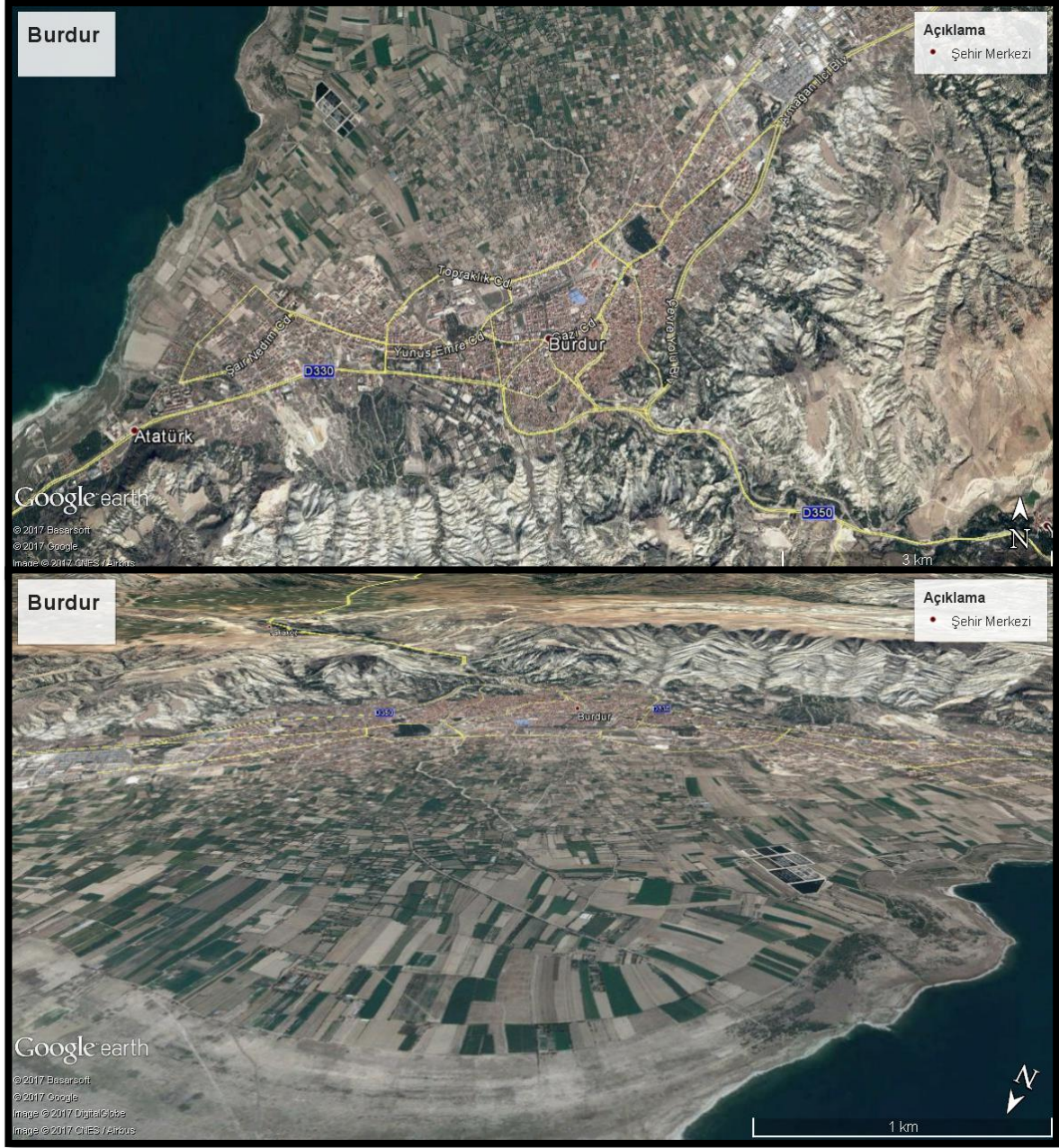
### 1.2.1. Coğrafi Konum

Batı Akdeniz Bölgesinde bulunan Burdur ili doğu ve güneyinde Antalya, güneybatısında Muğla, batı yönünde Denizli, kuzey yönünde Afyon ve kuzeydoğusunda Isparta illeri ile çevrilidir (Şekil 1.1).

İnceleme alanı Isparta M24-d2, M24-c1 ve M24-b4 paftalarının bir bölümünü kapsamakla birlikte, 36S UTM bölgesinde 260000-265000 boylamları ve 4176000-4182000 enlemleri arasında kalmaktadır. Çalışma alanı daha peneplen bir topoğrafik özellik gösteren ve yüksek dağlarla sınırlandırılmış graben ovası özelliğindedir. Çalışma alanının jeomorfolojik ve topoğrafik özelliklerinin ortaya konabilmesi amacıyla Google Earth görüntüsü Şekil 1.2'de verilmiştir.



Şekil 1.1. İnceleme alanına ait yer bulduru haritası



Şekil 1.2. İnceleme alanına ait Google Earth görüntüsü.

### 1.2.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Ege, Akdeniz ve Orta Anadolu bölgeleri arasında geçiş alanı konumunda olması sebebiyle Burdur iklimi karma bir karakter gösterir. Güneybatı ve batı yönünde yükselen dağlar, denizlerden gelen ılıman ve nemli havanın iç bölgeler girmesine engel teşkil eder. İç kısımlarda yükselen dağlar ve tepeler de iklimin sertleşmesine katkı sağlar.

Burdur ilinde iklim yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk karasal iklim özellikleri göstermekle birlikte yağış bakımından Akdeniz iklimine benzerlik gösterir. Yıllık ortalama

sıcaklık 13,2°C'dir. En sıcak ay ortalaması 24,8°C, en soğuk ay ortalaması 0,2°C'dir. Burdur ili merkezinde yıllık yağış ortalaması 241,5 mm'dir.

Burdur ve çevresinin iklimi karasal iklime geçiş iklimidir. Bölgede Akdeniz iklimi ile İç Anadolu'nun karasal iklimi arasında bir iklim görülmektedir. Yağış bakımından Akdeniz iklimi, sıcaklık şartları bakımından İç Anadolu iklimi özellikleri görülür. Burdur Gölünün nem oranını artıran etkisinden dolayı genelde Akdeniz iklimine yakın iklim özellikleri görülmektedir. Karasal iklimin görüldüğü yerlerde kış mevsiminde kar yağışı görülmektedir fakat yağın kar 5–10 günden fazla zeminde kalmadan erimektedir.

Kış aylarında sıcaklık –15°C'ye kadar düşer. Yağışlar genellikle kış ayları ve bahar ayları başlangıcında görülür. Yaz aylarında sıcak ve kurak bir iklim hâkimdir, genellikle sıcaklık 40°C'ye kadar yükselir. Ortalama sıcaklık 15°C civarlarında seyir etmektedir.

Bölgede rakım 500 m'den 1400 m'ye değişir. Ormanlar daha çok yüksek topografya üzerinde gelişmiştir. Güneyde sedir, batı ve kuzey kesimlerde karaçam ağaçlarına rastlanır.

### **1.2.3. Tüm Ölçeklerde Mevcut Plan Durumu ve Mevcut Yapılaşma**

Çalışma alanı 1/100.000 ölçekli Antalya-Burdur-Isparta çevre düzeni planı içerisinde bulunmaktadır. Bunun dışında alt ve üst ölçekli plan bulunmamaktadır. Burdur, Merkez 1/1000 ve 1/5000 ölçekli uygulama imar planı bulunmaktadır. Bu çalışma Burdur ili, Merkez mahallelerine ait paftalar içinde kalmaktadır. Yakın çevresinde yapılaşma mevcuttur.

### **1.2.4. Jeomorfoloji**

İnceleme alanında, ovaya doğru uzanan bir yamaçta kurulan şehir merkezinin coğrafi yapısı tekdüze bir yapı özelliği sunar. Ovaya doğru uzanan bir vadinin tabanında ve iki yakasında kurulmuş olan bölgenin coğrafi yapısı iki bölüme ayrılmaktadır. Ovalık kısımda kalan ve vadinin iki yakasında kalan bölüm olarak ayrılabilir. Ovalık kısımda kalan bölüm kuzeyde, yamaç kısımda kalan bölüm güney kısımda yer almaktadır. Güneydeki dağlar Teke Yöresindeki Bey dağlarının bir devamı olarak doğu-batı doğrultusunda uzanım gösterir. Şehrin kuzey bölümündeki ovalar dağların doğrultusuna uyarak doğudan batıya doğru uzanım gösterirler. Bölgenin denizden yüksekliği yaklaşık olarak 950 m olup ortalama yükseklik 870-1050 m dolaylarındadır. İlin güney ve doğu bölümleri dağlarla çevrilmiştir. Doğudaki dağlar Beydağlarının devamı niteliğindedir. Şehrin batı bölümünü çevreleyen dağlar tektonik havzayı güneydoğu ve batıdan sınırlayan dağlardır. Bu dağlardan en yüksek olanı 1100 m ile Çatal Tepe'dir.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Geçmiş Çalışmalar

#### 2.1.1. Genel Jeoloji

Lahn (1948), Beyşehir-Suğla-Burdur ve Eğirdir gölleri bölgelerinde yaptığı çalışmada araştırmacı göller bölgesinin jeolojisi ve jeomorfolojisi üzerine ayrıntılı incelemeler yapmıştır. Göller bölgesindeki göllerin hepsinin, Neojene ait tatlı su arazisi ile tektonik çöküntülerde bulduklarını belirlemiştir. Araştırmacı ayrıca Burdur göl havzasının Neojene ait tatlı su çökelleri ile dolduğunu ve Acıgöl'ün stratigrafik ve tektonik bakımdan Burdur havzasına benzediğini tespit etmiştir.

Arpat (1971), çalışmasında Burdur Gölünün içinde yer aldığı bölgenin Toros kıvrımlı kuşağının iç kısımlarında bulunduğunu ve ofiyolitler, ofiyolitlerle sıkı ilişkili Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarının Burdur Gölünün bütün çevresinde yer yer mostra verdiğini ve gölün batısında geniş alanlar kapsadığını ifade etmiştir. Eosen- Oligosen olarak bilinen karasal Neojen çökellerin gölün güneyinde akaçlama ağı ile yarılmış yaylalar meydana getirdiğini belirlemiştir. Gölün bütün çevresinde göle doğru eğimli dördüncü zamana ait gevşek bölümler gözlemleyen araştırmacı, göl düzeyinden 100m yüksekliklere kadar rastlanan çökellerin bilhassa alt seviyelerinde çok hafifçe tutturulmuş, iyi yuvarlanmış kumlardan meydana geldiğini ve yer yer kum elde etmek amacı ile işletildiğini bildirmiştir. Ayrıca kıyılarda kalınlıkları 15cm civarında görülen bu çökellerin göl tabanına doğru büyük kalınlığa ulaşmasının mümkün olabileceğini söylemiştir.

Erol (1975), Burdur havzasındaki Kuvaterner tortullarının inceleyen araştırmacı Kuvaterner havza içindeki tortulları başlıca üç grupta toplamıştır. Birinci başlık 1000m düzlüklerde izlenen ve eski Kuvaterner'de oluşmuş Dreissensia'sız göl ve delta tortullarıdır. İkincisi 910-955 kotlarında görülen Dreissensia'lı ve az çimentolu çakıltaşı, kumtaşı ve kildir. Üçüncüsü ise 855-910 kotlarında izlenen Dreissensia'lı son akarsu dönemine ait Holosen yaşlı çökeller olduğunu ve bu çökellerde yapılan C14 radyometrik yaş tayinleri ile çökellerin 12380-28452 yıl önce çökeldiğini kanıtlamıştır.

Atalay (1977), Burdur havzası ve çevresinde yapmış olduğu çalışmada araştırmacı, havzanın evrimine ilişkin beş devre belirlemiştir. Neojen aşınma ve birikme devresi; Tersiyer başlarından itibaren senklinal durumda olan saha, Orta Pliyosen'e kadar sedimantasyona uğramış, Orta Pliyosen'den itibaren kara halini alan Neojen formasyonları üzerinde 1250-1300m civarında Post Pliyosen aşınım satırları oluştuğunu belirlemiştir. Üst

Pliyosen tektonik hareketi; Pliyosen sonunda bölge epirojenik hareketlere uğramış havzanın batı ve doğusunda kuzeydoğu-güneybatı yönlü eğim atımlı fayların oluştuğunu ve Burdur çanağının çöktüğünü söylemiştir. Üst Pliyosen- Alt Kuvaterner aşınma ve birikme devresi; Bu devrede saha gençleşmiş yüksek satırlar parçalanmış, Burdur havzasında killi ve marnlı tabakalar oluşmuştur. Alt Kuvaterner hareketi; Üst Pliyosen faylarının gençleştiğini söylemiştir. Kuvaterner aşınma-birikme, subsidans ve pluvial-inter pluvial devreler; Havzadaki şiddetli birikme olayları devam etmiş, Kuvaterner’de Burdur çanağı devamlı çökmeye (subsidans) devam ettiğini ve bölgede tektonik aktivitenin hala devam ettiğini belirtmiştir.

Özgül (1983) Toroslarda yaptığı Orta Torosların Üst Paleozoyik– Tersiyer aralığında stratigrafi, metamorfizma ve yapısal özellikleri ile farklı havza koşullarını bulundurduğunu, Senoniyen – Lutesiyen yatay hareketleriyle üst üstte yerleşmiş olan bu toplulukların Aladağ, Bolkardağ, Bozkır, Antalya ve Alanya birliklerinden meydana geldiğini ifade etmiştir.

Koçyiğit (1984), Batı Akdeniz ve yakın dolaylarındaki tektonik süreci üç dönemde inceleyen araştırmacı, geçiş sürecinin Alp dağ oluşumu kuşağının önemli kesiminde gözlendiğini ve kalın bir molas istifinin varlığını tespit etmiştir. Genç tektonik dönemin ise çekme tektoniği ağırlıklı olarak gelişen karasal tortullaşma ve tortulaşmayla yaşıt kıta içi volkanizma ve bloklar halindeki fay kırıkları sebebiyle belirginlik kazandığını dile getirmiştir. Genç tektonik dönemi temsil eden yapı ve süreçlerin, Kuzey Anadolu Fayından (KAF) çok Ege hendeğine bağlı çekme gerilmesine bağlı tektonik süreçler sonucu meydana geldiği ve bu sebeple de bölgenin verev atımlı normal faylarla sınırlı çok sayıda ve farklı boyutlarda bloklara bölünmüş, deprenselliği yüksek alanlar olduğu belirlemiştir. Fay kırıklarına bağlı oluşan çöküntü alanları içerisinde yer alan bazı göller aktif faylanmanın kanıtı olarak bir kenarlarını fay düzlemleri üzerine yaslamışlardır. Burdur Gölü bu göllerden bir tanesidir. Eski tektonik dönem ve geçiş döneminden kalan ve özellikle Güneybatı Türkiye’deki çöküntülerin sebep olduğu çukurlarda (Sivas, Çankırı, Tuz gölü, Uşak, Konya, Beyşehir, Burdur, Denizli, Muğla kapalı havzaları) oluşan göllerde, blok fay kırıklarının sebep olduğu önemli karasal çökellerin meydana geldiğini tespit etmiştir.

Sarıiz (1985), Araştırmacı Keçiörlü ve yöresinin stratigrafisi, tektonik durumu, volkanizması ve jeolojik evrimi ile Keçiörlü kükürt yataklarının oluşumunu ayrıntılı bir şekilde incelemiştir. Bölgede yer alan Gökçeabağ karmaşığı, Isparta formasyonu ve İncesu konglomeraları üzerine bindirmeli olarak gelen, Burdur formasyonu ile alüvyonun tüm birimleri açısız uyumsuzlukla örttüğünü belirlemiş, ayrıca yörede Alpin hareketlerine ait fazların gelişimini izlemiş ve tektonik basınçların yönlerini saptamıştır.

Yılmaztürk ve Kenar (1986), Isparta Açısı olarak adlandırılan tektonik alanın güneyinde yer alan Göller Bölgesinin deprenselliğini belirlemek amacıyla çalışmalar yapan araştırmacılar, bölgedeki depremlerin kaynağı durumundaki levhaların günümüzdeki konumlarına jeolojik ve sismolojik verileri değerlendirerek bir açıklık getirmişlerdir. Göller Bölgesi, Ege-Anadolu-Afrika levhalarının kesiştiği bir konumda bulunmaktadır. Kıta-Okyanus levha sınırında okyanus levhalarının kıta levhalarının altına daldığı yerlerde, sıkışma gerilmelerinin hâkim olup meydana gelen depremlerin odak mekanizmaları ters faylanmaları, burada kıta içine doğru sırayla doğrultu atımlı ve en içte ise normal faylanmalar bulunduğu belirtilmiştir.

Karaman (1986), Araştırmacı Burdur dolayının stratigrafisi adlı çalışmada bölgedeki kaya birimlerini; Üst Paleosen-Eosen'de yerleşen ofiyolitik karmaşık üzerine Orta Eosen yaşlı Gölbaşı formasyonu ve bunun üzerine ise uyumsuz olarak Pliyosen yaşlı Burdur formasyonunun geldiğini belirlemiştir. Burdur formasyonunu Akdere ve Gölcük üyelerin ayıran araştırmacı bu birimlerin üstüne Karaçal ve Yakaköy travertenlerinin geldiğini ve en üstte ise Kuvaterner çökellerinin yer aldığını anlatmış ve bu gözlemlerini yaptığı harita ve kesitler ile desteklemiştir.

Yalçınkaya vd. (1986), Araştırmacıların bölgede yaptıkları çalışmalarda Batı Toroslar'da yüzeyleyen kaya birimlerinin düzgün bir stratigrafik dizilime sahip olduğunu belirlemiştir. Alt Eosen sonrası ofiyolitlerin bölgeye yerleşmesi ve günümüze değin süregelen Miyosen sonrası genç tektoniğin etkisiyle bu düzgün stratigrafinin karmaşık bir durum kazandığını belirleyen araştırmacılar, bölgede Miyosen sonrası oluşan yükselim sonucu, çekme gerilmelerinin etkisinde gelişen horst ve grabenlere bağlı olarak göllerde, akarsuların getirdiği malzemelerin depolanması ile gölsel çökellerin oluştuğunu söylemişlerdir. Araştırmacılar bölgede geniş yayılım gösteren olistostromal melanjin, kendi gelişim yaşından önce oluşmuş tüm kaya birimlerini bulundurduğunu ve farklı zamanlarda tektonik olarak geldiğini gözlemiştir.

Yılmaztürk (1986), Göller bölgesinin deprenselliğini belirtmek amacıyla çalışmalar yapan araştırmacı, bölgedeki deprenselliğin kaynağı durumundaki levhaların günümüzdeki konumlarına jeolojik ve sismik verileri değerlendirerek bir açıklık getirmeye çalışmıştır. Göller bölgesi, Ege-Anadolu-Afrika levhalarının altına daldığı yerlerde, sıkışma gerilmelerinin hâkim olup meydana gelen depremlerin odak mekanizmaları ters faylanmaları, burada kıta içine doğru sırasıyla doğrultu atımlı ve en içten ise normal faylanmaların olduğunu belirlemiştir.

Bayhan (1992), Burdur ili ve civarında yer alan kaya birimleri üzerinde kil fraksiyonlarını inceleyen araştırmacı kaya birimlerini oluşum yaşlarına göre gruplandırarak incelemelerde bulunmuştur. Triyas-Jura yaşlı serilerden başlayan ve st Paleosen-Kuvaterner yaşlı serilerde incelemede bulunan araştırmacı bu kırıntılı istifin hafif, ağır ve kil minerallerini kantitatif olarak inceleyerek, bölgede yer alan kumtaşlarının orta ile kötü boylanmış grovak karakterinde olduğunu, mono ve polikristalin kuvars, plajiolaz, mağmatik ve metamorfik kayaç parçalarının önemli bileşenler olduğunu saptamıştır. Kil fraksiyonu içinde simektitin hâkim kil minerali olduğu belirleyen araştırmacı çalışma sonucunda elde ettiği bulgular ışığında bölgede kırıntılı malzemelerin ağırlıklı olarak mağmatik ve metamorfik kayaçların bulunduğu bu kaynaktan türediğini tespit etmiştir. Üst Kretase-Tersiyer yaşlı serilerde yapılan incelemede araştırmacı kil fraksiyonu ile illit, klorit, ve simektit ve istif içinde tespit edilen kil mineralleri olmuşlardır. Ayrıca monomineral olarak bulunan simektitlerin ana çözümlmelerini yapan araştırmacı simektitlerin dioktahedrik grupta, baydellit, trioktahedrik grupta Al-Fe saponit olduğunu saptamıştır.

Tunoğlu ve Bayhan (1996), Araştırmacılar alışmalarında Batı Akdeniz’de bulunan Burdur havzasında, Pliyosen yaşlı birimlerde Ostracod faunasına dayalı mikropaleontolojik çalışmalarda bulunmuşlar, mineralojik ve stratigrafik verilerle birlikte ortama dayalı yoruma gitmişlerdir. Saptanan Ostracod faunasının tatlı su özelliği taşıyan glde, ağırlıklı olarak karadan beslenen, hidrotermal beslenmenin de geliştiği beslenme rejiminin varlığı. Zaman zaman volkanik aktivitenin belirleyici olduğu bir çökelme ortamının varlığını, glssel ortam ve bu ortamı besleyen rejim, karakteristik litolojisi, mineralojisi, kimyası ile canlı yaşamının ve ekolojinin birbirini desteklediği bir çökelme ortamına işaret ettiğini belirlemişlerdir.

şahin (2004), Araştırmacı Güneybatı Anadolu’da başlıca bulunan kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı gidişli olan aktif fay sistemlerini incelemiş ve bölgenin en önemli kırık hattını oluşturan kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı Burdur fayına etkilerini incelemiştir. Araştırmacıya göre; Bölge Pliyo-Kuvaterner dönemi kıta içi genişleme türünde neotektonik rejime maruz kaldığını ve blok hareketi verev atımlı normal fay ve fay sistemleri tarafından denetlendiğini belirlemiştir. Odak mekanizması zmllerinin bu sonucu doğruladığını ve Fethiye Körfezi ve Burdur arasında kuzeydoğu uzanımlı transform özellikteki fay üzerinde 1922 ile 1971 yılları arasında meydana gelen depremlerdeki kırılmanın Rodos’tan Burdur’a doğru geliştiğini söylemiştir.

Bozcu vd. (2007), Araştırmacılar Fethiye-Burdur arasında kuzeydoğu yönünde yaklaşık 300 km<sup>2</sup>’lik bir uzanımlı olan ve sol oblik atım bileşenine sahip çok sayıda normal

fayın oluşturduğu bir fay zonunu incelemişlerdir. İncelemede kuzeydoğu-güneybatı yönünde kesikli bir uzanım gösteren Burdur fay zonu, kuzeybatı uzanımlı faylar tarafından kesilerek farklı uzunlukta bölümlere ayrıldığını, fay zonunda yapılan hendek çalışmalarında Burdur Neojen havzasının başlangıçta simetrik olmayan bir çöküntü alanı olarak geliştiğini fakat sonraki süreçte simetrik bir havza özelliği kazandığını belirlemişlerdir.

### **2.1.2. Mühendislik Jeolojisi**

Ertunç vd. (2001), Burdur ili ve çevresinde imar planına esas jeolojik etüt amacıyla yapılan çalışmada araştırma grubu inceleme alanında ayrıntılı ve geniş kapsamlı jeolojik, jeofizik, jeoteknik ve hidrojeolojik incelemeler yapmıştır. Çalışma sonucunda bölgede ayrıntılı jeolojik incelemeler ve tanımlamalar yapılarak bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış, kaya birim dokanakları ve fayların konumları haritada gösterilerek bölgede geniş yayılım gösterdiğini belirlemişlerdir. Bunun yanında bölgede yüzeyleyen litolojik birimlerin düşey dağılımları ve zemin mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla toplam 512,05 metre sondaj çalışması yapılarak alınan numuneler laboratuvar ortamında incelenerek rapor haline getirilmiştir.

Şener ve Özçelik (2001), Araştırmacılar, çalışmada bölgede daha önce Ertunç vd. (2001), tarafından yapılan çalışmaya ait verileri kullanarak, Burdur yerleşim alanının Mühendislik Jeolojisi, eğim haritası, yeraltı su seviyesi ve imar haritalarının veri tabanlarını hazırlayarak bölgeyi mantıksal ve mekânsal sorgulama için uygun hale getirmişlerdir. Bu sayede noktasal mühendislik yapıları ele alınması gereken ayrıntılı araştırma deneylerinin amaca ve zeminlerin uygun özelliklerine göre yönlendirilmesini mümkün kılmışlardır.

Cengiz vd. (2003), Araştırmacılar bölgede kentleşme için uygun yer seçimine kolaylık sağlamak amacıyla bölgede yer alan tortul, ultrabazik, ve volkanik birimlerin ayrımını yapmış ve 250 adet çizgisellik belirleyerek CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) yardımı ile çizgisellik analizi yapmışlardır. Analizler sonucunda kuzeydoğu-güneybatı ve kuzey-güney yönlü egemen çizgisellik doğrultusu belirlenmiş elde edilen bu veriler litolojik birimlerin arazi verileri ile denetlenmiş ve sonuç olarak araştırma sahasında saptanan çizgiselliklerin Burdur-Fethiye fay zonu ve Burdur graben hattı ile uyumlu olduğunu gözlemlemişlerdir.

Avin (2011), Balıkesir İl merkezinde 2011 tarihine kadar yapılan zemin etüt çalışmalarında çeşitli jeolojik ve jeoteknik veriler kullanılarak ArcGIS programı kullanılarak verilerin dağılımını gösteren tematik haritalar hazırlamıştır. Bu haritalarda zemin sınıflamaları, yer altı su seviyesi, taşıma gücü, zemin emniyet gerilmesi ve oturma değerleri gibi jeoteknik veriler kullanılmıştır. Hazırlanan tematik haritalar baz alınarak Balıkesir ilinde

gelecekte yapılacak olan çalışmalara yardımcı olmak amacı ile jeolojik ve jeoteknik verilerin farklı mahallelerdeki dağılımları ortaya konmuştur.

Mutlutürk (2011), Burdur gölünün kuzeybatısında yapılan incelemede, Burdur gölüne ait gölsel çökellerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin tanımlanması ve bunların mühendislik yapılarına etkileri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bölge genelinde yapılan eski çalışmalarda anlatılan ve haritalanan alüvyon olarak tanımlanan birimin çok küçük bir bölümünün alüvyon, daha büyük bir bölümünün gölsel zeminlerden oluştuğunu Burdur Formasyonu killeri ile gölsel killerin birbirine karıştırıldığını da söylemiştir. Yapılan sondaja dayalı çalışmada zeminin kil-kum araldanmasından oluştuğunu, su seviyesinin çalışma alanında 4-5 metre'de bulunduğunu belirtmiştir.

Balcıoğlu (2012) araştırmacı yaptığı çalışmada, Burdur şehir merkezinin kuzeyinde bulunan Kuvaterner alüvyon olarak isimlendirilmiş yaklaşık olarak 20 km<sup>2</sup>'lik bölgedeki birimlerin mühendislik özelliklerini belirlemiştir. Çalışma sahasında 58 farklı noktada zemin sondajı ve el burgusu çalışması yapmıştır. 389 adet örselenmiş ve örselenmemiş numune almıştır. Çalışma alanında alüvyon olarak adlandırılan birimin litolojik alüvyon değil gölsel zemin olduğunu tespit etmiştir. Bölgede bulunan ince taneli zemin malzemesinin aktiflik ve kıvam özelliklerine göre düşük-orta derecede şişme eğilimindeki zemin, kil minerallerinin ise çoğunlukla illit ve az miktarda kaolinit olduğunu belirlemiştir. Orta plastik-plastik, konsolidasyon deneylerine göre ise normal konsolide kil oldukları ortaya konmuştur. Bölgenin zemini üzerinde yapılmış ve yapılacak olan çalışmalarda alüvyon olarak isimlendirilen birimin aslında litolojik bir birim değil gölsel bir zemin olduğuna değinmiştir.

Foto (2014) Çalışmasında tematik haritaların görsel açıdan diğer haritalara göre daha fazla ayrıntı barındırdığını, kullanıcıya bilgi edinme ve analiz sonucuna yorumlama fırsatı vermek gibi avantajları olduğunu belirtmiştir. Tematik haritalar kent ve altyapı bilgi sistemi uygulamalarında, arazi kullanımı bilgi sistemi uygulamalarında, çevresel uygulamalarda, güvenlik amaçlı uygulamalarda kullanılarak doğru, güvenilir ve hızlı çözümler getirdiğini ifade etmiştir. Çalışmasında zeminin veya oturan binanın riskli olmasından dolayı kentsel dönüşüm sürecine giren alan ve alanda yaşayanlar hakkında verilerin toplanması, istatistiki olarak analiz edilmesi, analiz edilen veriler işlenerek oluşturulan tematik haritaların yorumlanması, en uygun projenin seçilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Çalışmada örnek olarak resmi gazetede yayınlanmış ve riskli alan olarak ilan edilmiş olan Burdur ili Karasenir Mahallesinde bir bölge seçilmiştir. Bu bölgede yapılan anketler ile yaşayanların demografik dağılımı, gelir durumu, meslekleri, mülkiyet durumları, bina durum analizi, istedikleri yaşanabilir konut özellikleri, konutta yaşadığı yıl, kentsel dönüşüm eğilimleri ve kentsel

dönüşüm algıları belirlenerek bu verilerden tematik haritalar üretmiştir. Çalışma alanında yaşayanların kentsel dönüşüm algıları değerlendirilmiştir.

## 2.2. Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanı ve yakın çevresinde yapılan jeolojik çalışmalarda; İnceleme alanında üstte kalınlığı 50 cm ile 150 cm arasında değişen dolgu malzemesi ve nebati toprak gözlenmektedir. Dolgu ve nebati toprak altında ise temel zemin niteliğinde olan formasyon çalışma alanı konumuna göre değişiklik göstermektedir.

Bölgede yapılmış olan çalışmalarda Neojen yaşlı sediman birimler ile Kuvaterner yaşlı kaba kırıntılı sedimanların tortullaşma özellikleri ve bunların yeni tektonik deformasyonları yeterli miktarda irdelenmemiş ve yeteri kadar haritalanmamıştır. Bölgede bulunan aktif faylarının depremselliğe etkileri ve yapısal sorunları ile Neojen yaşlı çökme havzalarının gelişimi gerekli önem verilmediğinden dolayı önemli çözümlenmemiş sorunlardandır. Burdur fayının yaşı, geometrik özelliği, yanal ve düşey yönlerdeki atım miktarı ve bölgedeki diğer fay sistemleriyle korelasyonu günümüze kadar ayrıntılı şekilde çalışılmamıştır.

İnceleme alanı ve çevresinde bulunan kaya birimleri allokton ve otokton olmak üzere iki ana grup içinde ele almak mümkündür. Otokton kaya birimleri Beydağlarını meydana getiren kırıntılı ve karbonat bileşimli tortul kayalardan oluşurken, allokton birimler ise Likya naplarına ait daha çok ofiyolitik kaya birimlerinden oluşur. Çalışma bölgesinde yer alan en yaşlı otokton birim, Eosen yaşlı "Kayıköy formasyonu" olarak bilinen türbiditik kökenli kırıntılı tortullardan meydana gelir. Likya naplarına ait "Gökçebağ Karmaşığı" Kayıköy formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelir. Gökçebağ karmaşığı çoğunlukla filişten oluşan bir matriks içinde düzensiz olarak dağılmış egemen olarak serpantin ve peridotitlerin yanısıra radyolarit, çört, sipilitik bazalt ve kireçtaşı bloklarından oluşan, düzensiz içyapılı kaotik bir topluluktur. Gökçebağ karmaşığı üzerinde iyi pekleşmiş, polijenik çakıltaşlarından oluşan Karaburun formasyonu uyumsuz olarak bulunur. Burdur Gölünün güneyindeki alanlarda yersel olarak gözlenen bu birim, Burdur Gölünün kuzey-kuzeybatı bölümlerinde oldukça geniş bir yayılıma sahiptir. Burdur Gölünün kuzeyinde Karaburun formasyonunun eşleniği durumundaki tortullar Göktaş vd. (1989), Şenel (1997) tarafından "Acıgöl Grubu" olarak tanımlanmıştır.

Bölgede nap yerleşim döneminden sonraki aşamayı takip eden dönemde akarsu, delta ve gölsel tortullardan oluşan ve egemen bileşenlerini kırıntılı ve volkano-sedimanterlerin

oluşturduğu Burdur formasyonu çökelmiştir. Burdur formasyonuna ait tortullar alttaki yaşlı birimler olan Karaburun formasyonu ve Gökçebağ karmaşığını uyumsuz olarak örter.

İnceleme alanı ve çevresine bölgesel ölçekte bakıldığında, farklı dönemlerde etkin olmuş tektonizmanın izleri görülmektedir. Üst Kretase döneminde Menderes masifi üzerine bindiren, okyanusal kabuk sebebiyle oluşan, Likya napları, Eosen sonrasının yatay hareketleri ile tekrar güneye doğru hareket etmişlerdir. Bölgede Eosen yaşlı Kayıköy formasyonu üzerine itilmiş olan naplar, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Burdur formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür. Bölgede Alt Pliyosen ve sonrası dönemde daha çok KD, KB ve K hareketli uzanımlar gösteren oblik ve normal karakterde faylanmalar oluşmuştur. Bu fayların kırıklarının çoğunun hareketi günümüzde de aktifliğini korumaktadır.

### **2.3. Genel Jeoloji**

Çalışma alanı ve yakın çevresinde yüzeylenen birimle litolojik özelliklerine göre ayırt edilmiş ve yaşlıdan gence doğru; Kızılcaadağ Melanj ve Olistostromu, Duldere Kireçtaşı, Burdur Formasyonu, Yamaç molozu ve Birikinti konisi ile en üstte Alüvyondan oluşmaktadır.

Çalışma alanının amaca uygun genelleştirilmiş sütun kesiti Şekil 2.1’de ve 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası ise şekil 2.2’de verilmiştir.

#### **2.3.1. Kızılcaadağ Melanj ve Olistostromu (Kkzm):**

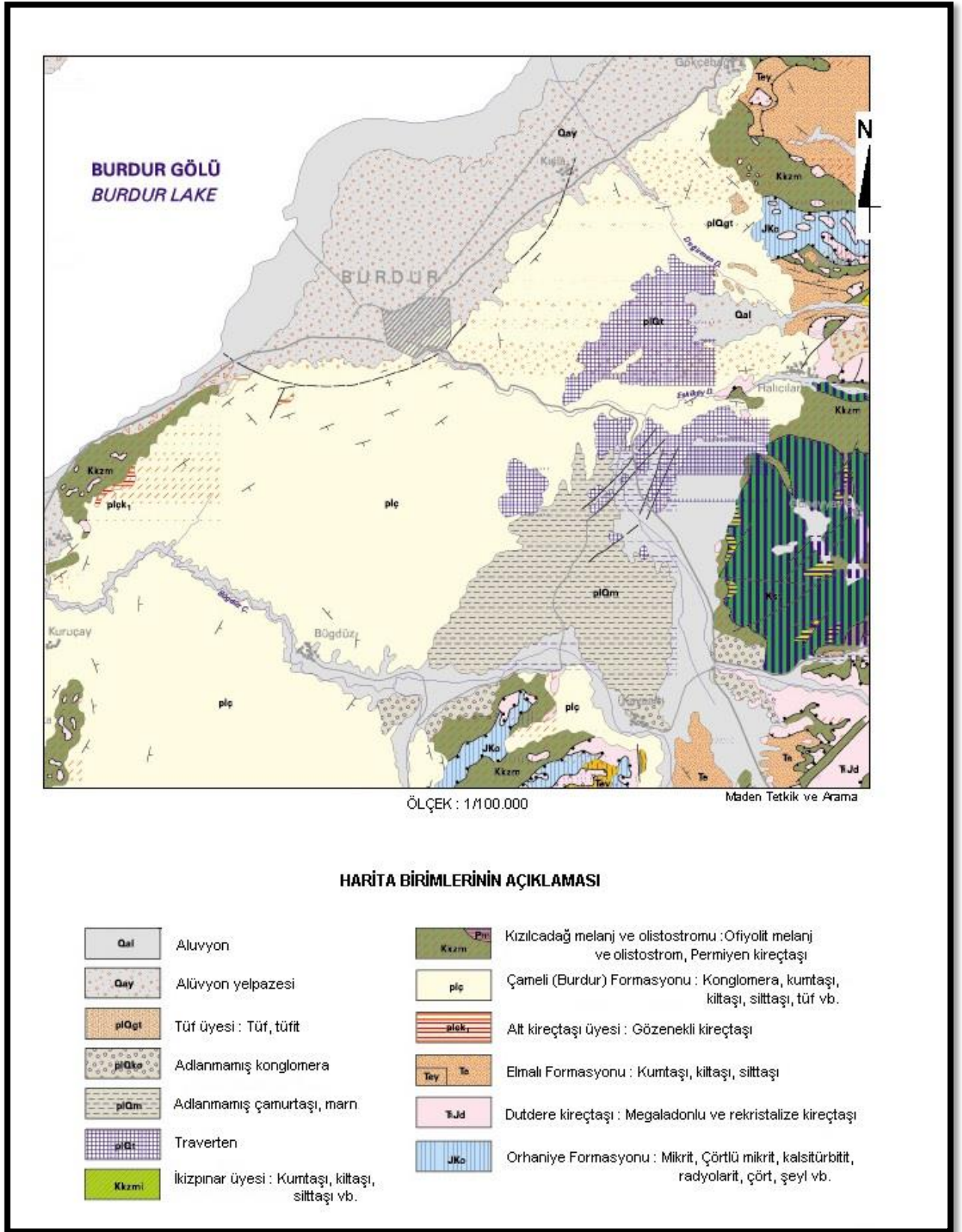
Peridotit, Serpantinit, ayrılmış harzburjit, dünit vb. kayaç çeşitlerinden oluşur. Genel olarak bazik, volkanik, neritik ve pelajik kireçtaşı, çört, radyolarit, dolomit vb. blokludur. Serpantinit hamurun içine makaslanarak yerleşmiş olan bloklar birimin kaotik bir yapı kazanmasını sağlamıştır. (Koçyiğit, 1983).



ÜST SİSTEM		K		İ		Y		O		Z		O		S		E		N		A		
ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	ÜYE	KALINLIK (m)	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR	Ü. PALEOSEN-A. EOSEN	İÇ TOROS NAPI	ORTA TRIYAS-LİYAS	DUİDERE KİREÇTAŞI	PLİYOSEN	BURDUR	AKDERE	GÖLCÜK	1000	Gösel tüfit, tüf, aglomera ile andezitik lav	Gösel çakıtaşı, kumtaşı, kıltaşı, kili kireçtaşı, çamurtaşı, mam, tüfit ve kömürlü seviyeler, jipsli seviyeler	700	Çeşitli renk ve fasiyelerde kireçtaşı	HACILAR KİREÇTAŞI BLOĞU: Mikritik ve yer yer kristalize kireçtaşı	OFİYOLİTLİ MELANJ: Serpantin, harzburjit, gabro, diyabaz, dunit, split, radyolarit
				ALÜVYON	300		Gevşek tutturulmuş alüvyon ve birikinti konisi															
					300		Kötü boylanmış çakıtaşı, kumtaşı															

Şekil 2.1. Burdur genelleştirilmiş sütun kesiti (Şenel vd. 1996'dan değiştirilerek).

(Ölçeksizdir)



Şekil 2.2. Çalışma alanının jeoloji haritası (Şenel, 1997).

### **2.3.2. Dutttere Kireçtaşı (TrJd):**

Rekristalize kireçtaşlarından oluşan formasyon bünyesinde yersel megaladonları barındırır. Tabaka özelliği olarak orta-kalın tabakalı olmakla birlikte yer yer masif yapıdadır. Aşınma yüzeyleri gri, açık gri ve beyaz renklidir. Birimin üst kısımlarında orta-kalın tabakalı gri veya krem renkli kireçtaşları bulunur. Bunların üzerinde kırmızı renkli zaman zaman ammonitli, çörtlü, yumrulu kireçtaşları bulunabilir. Dutttere kireçtaşı bölgede mermer ocağı olarak işletilmekte olan birimdir (Şenel vd., 1996).

### **2.3.3. Burdur Formasyonu (Plb)**

Pliyosen yaşlı kumtaşı, marn, kireçtaşı, vb. kayaç türlerinden oluşan formasyon Erakman vd.(1982) tarafından adlandırılmıştır. Burdur formasyonu, kalın orda ve ince tabakalı olarak gözlenebilir. Beyaz, koyu sarı, gri ve yeşilimsi gri renklerde konglomera, kumtaşı, kiltası, killi kireçtaşı, marn vb. kaya türlerinden oluşur, az miktarda da olsa üstte karbonatlı kısımlar bulunur. Karbonatlı kısımlar formasyonun en üst seviyelerini oluşturur.

Orta kalınlıkta tabakalamış olan birim, koyu sarı, krem ve kahve renkli bol erime boşlukludur. Yersel breşik görünümlü ve gastropot izleri barındırmaktadır. Birim 10 m ye kadar kalınlık gösterir. Burdur formasyonu Likya napları üzerine açısız uyumsuz olarak yerleşmiştir. Kuvaterner yaşlı oluşuklar Burdur Formasyonunu uyumsuz olarak örterler. Birim yaklaşık olarak 600 m kalınlık göstermektedir.

### **2.3.4. Yamaç Molozu ve Birikinti konileri(Qym)**

Dağların yamaç ve eteklerinde breşik yapıda, çakıllı, gevşek veya az derecede tutturulmuş olan Kuvaterner yaşlı birimlerden meydana gelmiştir.

### **2.3.5. Alüvyon (Qal)**

Akarsu yataklarında çöküntü alanlarında ve ovalarda kum, çakıl, az oranda kumtaşı ve çamur taşlarından oluşan birim alüvyon olarak adlandırılır. Çalışma alanının içinde bulunduğu, Burdur Gölü'nün ve akarsu, ova kenarlarında yaygın olarak gözlenen çamur birikintileri, çakıl, kum, siltli kum karışımları bazı çalışmalarda alüvyon yelpazesi olarak da adlandırılmıştır.

## 2.4. Yapısal Jeoloji

Burdur kapalı göl havzasında, Alt Pliyosen’de başlayan Neotektonik dönem içinde karasal tortullaşma sürerken diğer yandan tortullaşma ile yaşıt farklı doğrultularda ve birbirlerini kesen çok sayıda fay takımı gelişmiştir.

Fay takımlarının bir bölümü günümüzdeki Burdur Gölü’nü içinde bulunduran çöküntünün kenar bölümlerini sınırlayarak göl tabanının daha da derinleşmesine sebep olmuştur. Gölü barındıran Kuzeydoğu–Güneybatı uzanımlı graben bölgesinin oluşumunda en büyük katkı çekim fayları tarafından sağlanmıştır. Birçok normal fayın bazıları küçük ölçekli graben alanlarının ve bunları takip eden horst alanlarının oluşumlarına neden olmuştur.

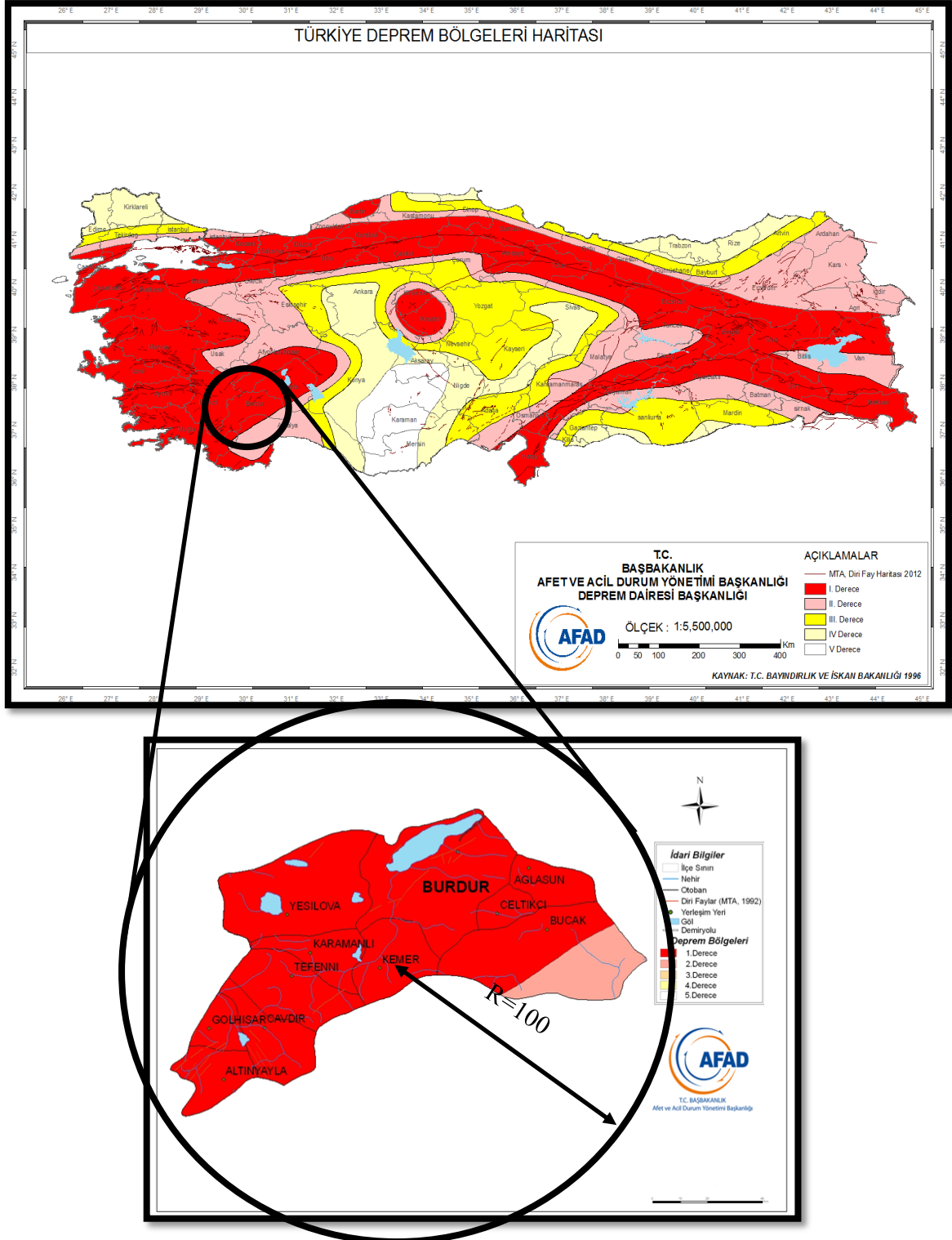
## 2.5. Bölgenin Depremselliği

Burdur Bölgesi Bakanlar Kurulunun 18.04.1996 tarihi ve 96/8109 Sayılı kararı gereğince yürürlüğe giren Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece deprem bölgesi içinde kalmaktadır (Şekil 2.3). Burdur da aktif fay olarak Burdur Fayı ve burdur fayına bağlı gelişmiş paralel faylar mevcuttur. Bu faylar harekete geçtiği durumlarda deprem oluşması kaçınılmaz görülmektedir.

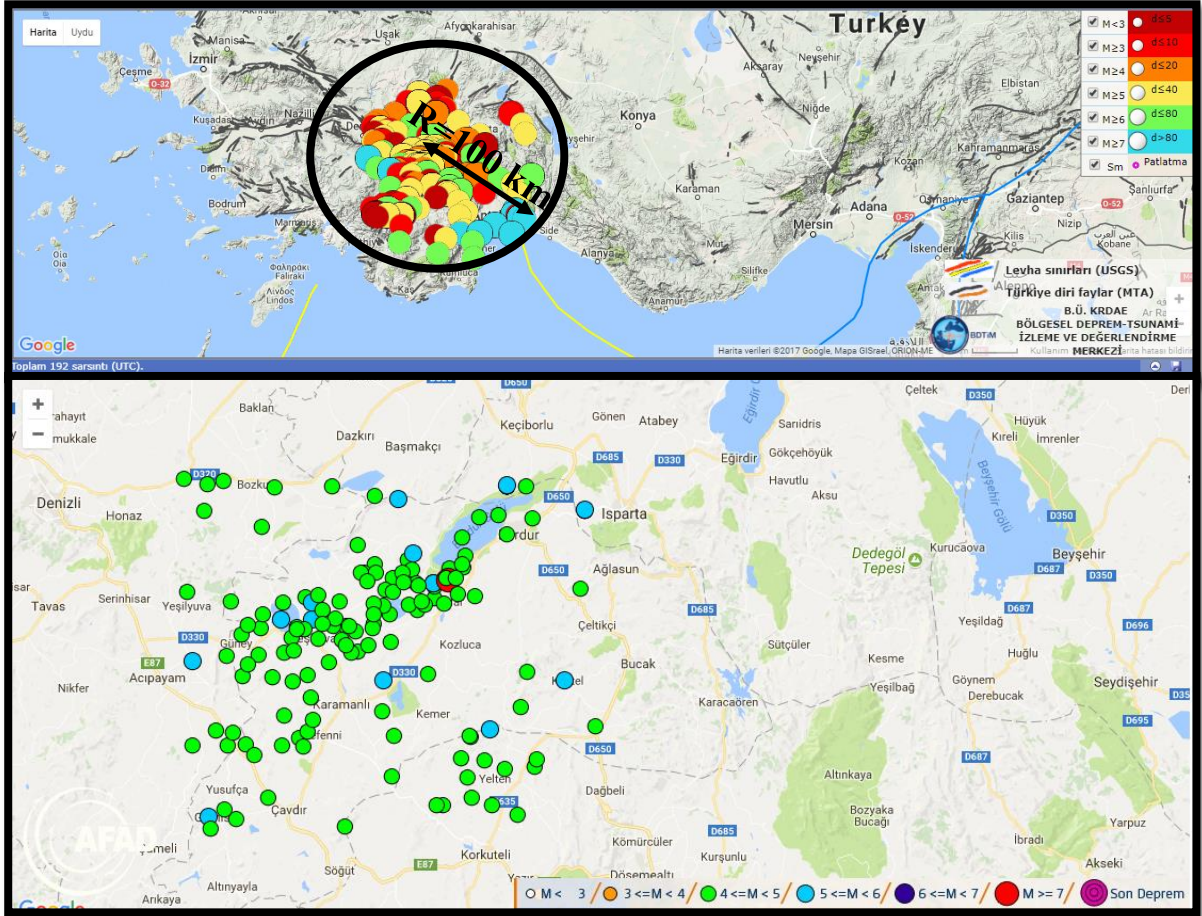
Bölgede yapılmış olan çalışmalarda farklı grabenleşme dönemleri saptanmış olup, bu süreçlerdeki çekme eksenleri, KD-GD, KD-GB, D-B doğrultularında gelişim göstermiştir.

Burdur Gölü’nün Güneydoğu kıyı şeridi ve Güneyinde Karaçal Köyü ile Kuzeydoğusunda Gölbaşı Köyleri arasında kalan bölge 1971 depreminin en şiddetli etkiye sahip olduğu yerdir. 1971 depremi Kuzeydoğu–Güneybatı doğrultulu Burdur graben alanına paralel fay ile Kuzeybatı–Güneydoğu uzanımlı fay doğrultusu boyunca en yüksek tahribatı oluşturduğu gözlenmiştir. Kuzeybatı–Güneydoğu ile Kuzeydoğu–Güneybatı doğrultulu fayların kesişme bölgeleri de yörede depremselliğin en yüksek derecede gözlendiği kısımlardır. Düğer fayı ve Burdur fayı kesim noktaları gibi fay doğruları alüvyon düzlüklerden 10 –15 m kadar daha yüksek seviyede bulunmaktadır. Bu alanda Düğer, Yazıköy, gibi yerleşim alanları depremde en yüksek tahribatın olduğu alanlardır. Zarar gören kesimlerin deniz seviyesinden yüksekliği Burdur Gölü su yüzeyinin deniz seviyesinden olan yüksekliğine yakındır. Bölgedeki deprem episantırlarının odak derinliklerinin ortalama 25–30 km oluşu fayların hem volkanizma, hem de depremsellik açısından ne kadar önemli bir konumda olduğunu ortaya koymaktadır (Karaman,1986). Burdur ve çevresinde deprem periyodu ortalama 50-55 yıl dolaylarındadır.

Bu kısımda, Burdur ili çevresinde 100 km yarıçaplı bir daire çizilerek (Şekil 2.4) bu daire içerisinde 1900-2017 yılları arasında gerçekleşen  $M > 4,5$  olan 192 adet sarsıntıdan yararlanılmış. Bu geçmişteki depremlerden yararlanılarak; bu alanın magnitüd frekans ilişkisi, deprem tehlikesi ve risk analizi yapılmıştır.



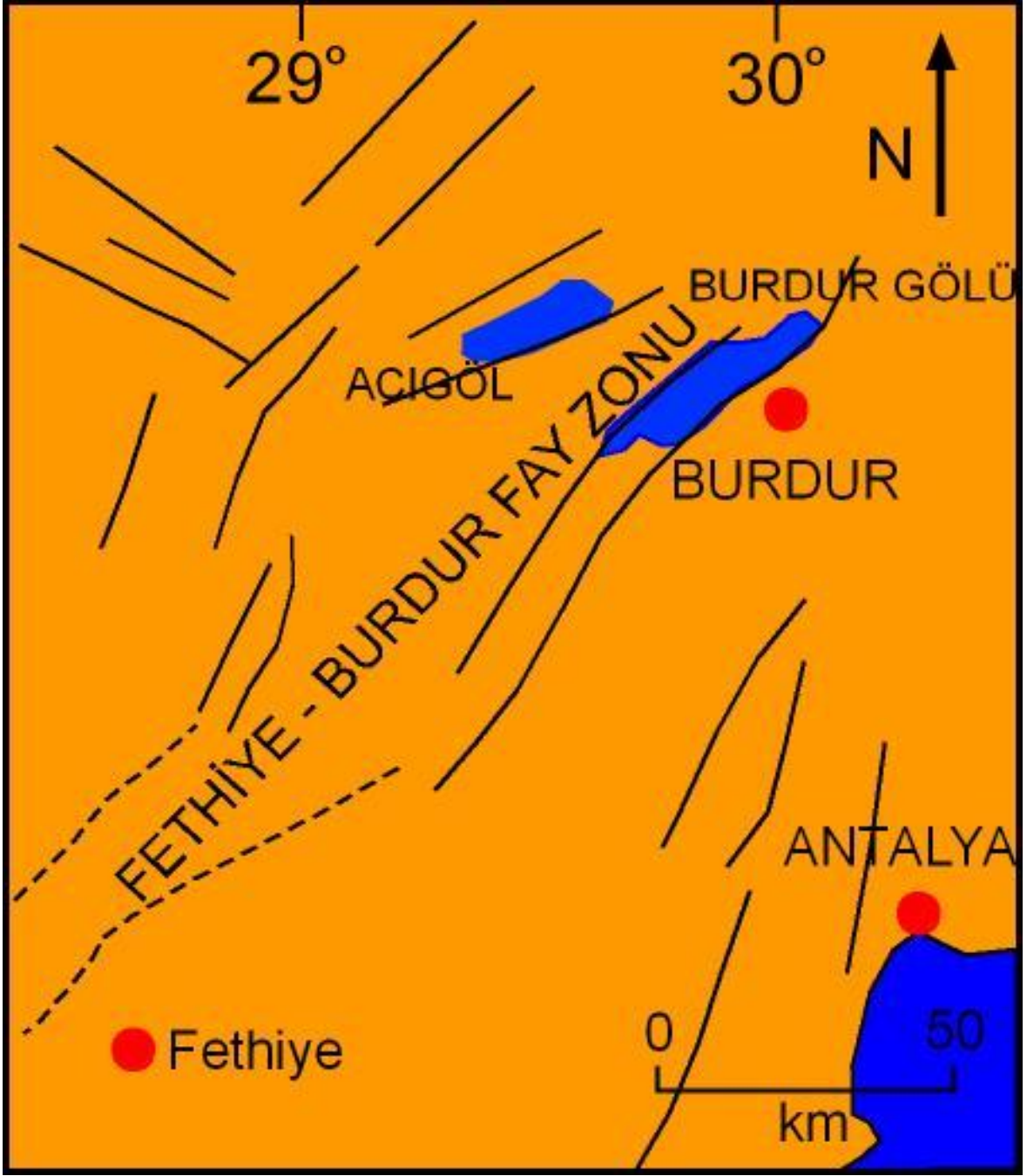
Şekil 2.3. Burdur ilinin Türkiye deprem bölgeleri haritasındaki konumu (URL-1)



Şekil 2.4. Burdur ve 100 km yarıçapındaki alanın genel görünümü ve meydana gelen  $M > 4,5$  olan depremlerin konumları (URL-1)

### 2.5.1. Fethiye Burdur Fay Zonu

Güneybatı Anadolu'nun önemli tektonik yapılarından biri olan Isparta açısı, Ege yayı ile Kıbrıs yayının kesişme bölgesini meydana getirmektedir (Şekil 2.5). Fethiye-Burdur fayı sol oblik atımlı normal fay olmakla birlikte, Isparta açısının batı kanadı kuzeydoğuya doğru uzanan Pliny-Strabo fayının Anadolu'daki devamı niteliğindedir. Burdur Gölü ile Fethiye Körfezi arasında yaklaşık olarak 300 km'lik bir hat boyunca uzanmaktadır. Bu fay tek yapısal bir çizgi halinde değildir. Birbirine paralel olarak gelişmiş kesikli bölümlerden oluşmaktadır (Bozcu vd., 2007). Anadolu'nun batı bölgesinin Fethiye-Burdur fay zonu ve Eskişehir fay zonu ile Orta Anadolu'dan ayrıldığı, batı ve güneybatıya doğru hareket ettiği ve Batı Anadolu bloğunun batıya doğru hareket hızının kuzeyden güneye doğru arttığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Barka vd., 1995).



Şekil 2.5. Burdur ili ve çevresindeki fay kırıkları.

Fethiye-Burdur fay zonu Batı Anadolu açılma hareketinin doğu sınırını oluşturmaktadır. Yapılan GPS sonuçları bu fay zonu boyunca yılda 15 mm kayma olduğunu göstermektedir (Barka vd., 1997). Isparta açısı, Antalya Körfezinin kuzeyi ve Isparta çevresinde ters 'V' şeklinde bükülmesi sonucu oluşmuş bölgesel bir jeolojik yapıdır. Isparta açısı, kuzey güney yönünde 180 km'lik uzunluğa ve doğu batı yönünde ise yaklaşık 100 km'lik genişliğe sahiptir (Bozcu vd., 2007).

Batı Anadolu'da kuzey-güney yönlü açılmaya bağlı olarak doğu-batı uzanımlı grabenlerin açılması, güneybatı Anadolu' da Isparta açısı batı kanadının, saatin tersi yönde, Geç Miyosen-Erken Pliyosen'den bu yana 35-40 derecelik rotasyonuna sebep olmuştur. Anadolu levhasının KAF ve Doğu Anadolu Fayı'nın (DAF) aktivitesine bağlı olarak güneybatı yönündeki hareketi, Isparta açısı doğu kanadının Geç Miyosen'den bu yana saat yönünde en az 45 derecelik bir dönüş gerçekleştirmesine sebep olmuştur. Isparta açısını oluşturan doğu ve batı kanatların birbirlerine ters yöndeki dönüşleri, Aksu, Anamas ve Akdağ bindirmeleri gibi günümüzde de aktifliğini koruyan çok katlı bindirme ve ters fayların oluşmasına ve bunları verev kesen doğrultu atımlı fayların oluşumuna sebebiyet vermiştir (Yağmurlu ve Şentürk, 2005).

3 Ekim 1914 depremi (M=7.1) Fethiye-Burdur fay zonu kuzeydoğu bölgesinde yüz yıl içinde meydana gelen en büyük depremdir. Eyidoğan vd. (1991) tarafından oluşturulan Türkiye'nin büyük depremleri makro-sismik kataloğunda verilen bilgilere ışığında Pınar ve Lahn (1952)'in yaptıkları çalışmaya göre depremin Isparta'da ve Burdur Ovası'nda, ağır hasarlara neden olmuştur. Çok sayıda can ve mal kaybı meydana gelmiştir. Burdur Gölü yakınlarında kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı 40 km uzunluğunda kırık oluşmuştur. Burdur Gölü ve yakın çevresindeki yüzey kırıklarının incelenmesi sonucunda 1914 Burdur depremi 60-70 km uzunluğunda olan Burdur-Tefenni fay segmentinde meydana gelmiştir. Açılan inceleme çukurlarında gözlemlenen fay aynalarında depremin Burdur Gölü güneyinde ve sol-yönlü doğrultu-atımlı bileşeni olan normal faylanma mekanizmasıyla meydana geldiği tespit edilmiştir. Açılan inceleme çukurlarında gözlenen düşey atım miktarı 0,9 ile 2,5 m arasında değişkenlik göstermektedir (Bozcu vd., 2007).

### **2.5.2. Burdur Fayı**

Burdur Fayı Burdur Gölünün doğusundan İğdecik Köyünün kuzey doğusuna kadar uzanım göstermektedir. Sol atımlı oplik faydır bazı bölgelerde doğrultu atımlı olarak çalışmaktadır. Fay Plio-Kuvaterner tortulları ve daha sert kayaçları kesmektedir. Bu faya bağlı olarak bölgede pek çok Neojen havza gelişmiştir. Fay zonu boyunca Episantr merkezleri oldukça sık sıralanma göstermektedir. Burdur ilinde meydana gelen ve yakın çevrede de oldukça güçlü hissedilen depremlerin ana sebebi Burdur fayıdır.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Burdur ili yerleşim alanının zemin malzemesinin jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan tez çalışması arazi, büro ve laboratuvar çalışmaları olarak 3 ana bölümde incelenmiştir.

İnceleme alanı ve çevresinde yapılan geçmiş çalışmalar derlenmiş, okuması yapılmış ve değerlendirme yapılmıştır. Bölgenin topoğrafik özelliklerinden yararlanarak jeolojik birim konumlarını ve yapıları belirlemek amacıyla 1/25000 ölçekli Isparta M24c1-d2-a3-b4 numaralı topoğrafik paftalar, 1/100 000 ölçekli Isparta J10 jeoloji haritası ve 1/25 000 ölçekli (Ertunç vd., 2001) jeoloji haritası incelenmiştir.

Arazi çalışmalarında sondaj makinesi ile 28 adet zemin sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyularından alınan örselenmiş ve örselenmemiş numunelere laboratuvar deneyleri yapılarak zemin mekanik özellikleri belirlenmiştir ve zemin sınıflamaları yapılmıştır.

Laboratuvar deneyleri, TSE (Türk Standartları Enstitüsü) ve ASTM (American Society for Testing and Materials) standartlarına uygun ekipman ve yöntemler kullanılarak yerine getirilmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında, jeolog çekici, 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar, Google Earth görüntüleri ve Garmin el tipi GPS (Global Positioning System) cihazı kullanılmıştır.

Zemin malzemesi mekanik özelliklerinin belirlenmesi aşamasında ELE25-3818 tipi, üç eksenli basınç deney seti ve ELE DS7 bilgisayar yazılımı kullanılmıştır. Bunların yanı sıra numunelere ait fiziksel ve diğer mekanik özelliklerin belirlenmesinde; ASTM E-11 kare delikli elek seti, Casagrande ve rötire (hacim) kapları, hidrolik numune çıkarıcı, termometre, numune tüpleri ve kalıpları, numune kapları, beher ve hassas teraziler gibi laboratuvar malzemeleri kullanılmıştır.

Zeminden sağlıklı numune alımı yapılabilmesi için Shelby tüpü kullanılmıştır (Şekil 3.1). Shelby tüpü kohezyonlu silt-kil ve yumuşak killerde örselenmemiş numune almak için kullanılır. Shelby tüpüyle numune alımı, tüp yardımıyla zemine sabit basınç uygulanması yöntemiyle yapılır. Sabit basınç uygulamak için 63,5kg ağırlığındaki şahmerdan 76cm yükseklikten tüpün ucuna takıldığı ekipmana düşürülür. Shelby tüpü numune alıcı ve Shelby kafa aparatından oluşur. Shelby tüpü genellikle paslanmaz çelikten imal edilmektedir.



**Şekil 3.1.** Shelby Tüpü

### **3.2. Yöntem**

Tez çalışması büro ve arazi çalışmaları olarak iki kısımdan oluşmuştur. Büro çalışmaları tez için belirlenen plan program kapsamında üç aşamada ele alınmıştır.

Birinci aşamada çalışma alanı ve çevresini kapsayan önceki çalışmalar taranmış ve çalışmada kullanılacak olanlar detaylı olarak incelenmiştir. Geçmiş çalışmaların içeriklerinden bölgede daha önceden net şekilde tanımlanmış olan formasyonlar, faylar ve tektonik ortam gibi kriterler derlenerek tez kapsamında kullanılmıştır.

İkinci aşamada arazi çalışmalarına hazırlık yapılmıştır. Bölge genelinde yer alan litolojik birimler belirlenmiş ve konumlandırılmıştır. Bu aşamada belirlenen kıstaslar arazide çalışma şeklimizi ve çalışma yapacağımız ekipmanı doğrudan etkileyeceği için titizlikle doğrulaması yapılmıştır. Burdur il merkezinin litolojik değişkenliklerini en iyi temsil edecek bölgeler belirlenmiştir. Sondaj konumları belirlenmiş ve en az 25 farklı konumda zemin sondajı yapılması planlanmıştır.

Üçüncü aşamada ise önceki büro çalışmaları ve arazide bulunan sonuçlar bir araya getirilmiştir. Arazi öncesi büro çalışmalarında öngörülemeyen durumlar irdelenmiş ve arazi çalışmalarından çıkartılan sonuçlarla eski çalışmalar bir araya getirilerek sağlaması yapılmıştır. Arazi çalışmasından elde edilen ham veriler işlenmiştir.

### 3.2.1. Sondaj Yoluyla Doğrudan Gözlem

Bir delici uç yardımı ile yeryüzünden yeryüzünün merkezine doğru belirli çap ve derinlikte dönen borular ile veya darbeli delici uç ile kuyular açılması işlemine sondaj, (Göktekin, 1983) ve açılan bu kuyulara ise sondaj kuyusu (SK) denilmektedir.

Sondaj yapılmasının başlıca nedenleri;

- ❖ Karot numune veya tortul numune alınması,
- ❖ Yeraltı su seviyesinin ölçülmesi,
- ❖ Basınçlı su deneyi yapılması,
- ❖ Sızma deneyi (permeabilite deneyi) yapılması,
- ❖ Standart penetrasyon (SPT) deneyi yapılması,
- ❖ Koni Penetrasyon Deneyi yapılması,
- ❖ Bozulmamış veya bozulmuş numunelerin alınmasıdır.

Çalışma alanında yapılan sondaj çalışmaları büro çalışmalarıyla Burdur il merkezine ait topoğrafik ve jeolojik haritalar incelenerek olası sondaj noktaları tespit edilmiştir. Sondaj noktaları tespit edilirken bölgenin yapılaşma durumu, topoğrafik eğimi ve jeolojik yapısı göz önünde bulundurulmuş sondaj çalışması için uygun olup olmadığı noktaya gidilerek tespit edilmiştir.

Çalışma alanında 25 adet sondaj noktası öngörülmüştür. Zemin homojenliğinin kesinleştirilebilmesi için her noktada en az 2 sondaj kuyusu açılmıştır. Açılan iki sondaj kuyusundan alınan verilerin birbirini tutması durumunda mevcut noktadaki sondaj sonlandırılmıştır. Açılan iki kuyudan alınan zemin numunelerinin farklı olması durumunda sondaj koordinatlarının yoğunluklu zemin sınıfını bulabilmek amacıyla sondaj sayısı artırılmıştır. Sondaj sayısı artırılarak belirlenen koordinatlarda hâkim zemin sınıfları tespit edilmiştir. Sondaj çalışması neticesinde önceden programlanan 25 adet sondaj kuyusu miktarı artırılmış ve 28 adet sondaj kuyusu açılmıştır (EK1). Çalışma alanında kullanılan zemin sondaj makinesi Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Zemin sondaj makinesi

### 3.2.2. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)

Çalışma kapsamında yapılan SPT uygulamaları TS-5744 standartlarına göre gerçekleştirilmiştir. TS-5744'e göre, standart bir ucun 63,5 kg ağırlıktaki bir tokmağın 76,2 cm yükseklikten düşürülerek zemine çakılması ile yapılır. SPT hangi derinlikte yapılacaksa ucun oraya kadar çakılması gerekmektedir. Ekipmanın toprak üstünde kalan kısmı 15 cm aralıklarla 3 parça olarak işaretlenir. 63,5 ağırlığındaki tokmak 76,2 cm yükseklikten boruya düşürülerek ucun 15 cm ilerlemeyi kaç vuruşta yaptığı sayılır ve not edilir. Sert zeminlerde vuruş sayısı fazlalaşır. Zemin yumuşadıkça vuruş sayısı azalır. Üç adet 15 cm toplamda 45 cm vuruş sonucunda tüpün zemine çakılması işlemi tamamlanır. İlk 15 cm'lik kısım vuruşları dikkate alınmaz. İlk 15 cm'lik penetrasyon yerleşme aşaması olarak tanımlanmaktadır. İkinci ve üçüncü 15 cm çakma için yapılan darbe sayıları toplanır. Standart penetrasyon sayısı bu 30 cm'lik vuruşların toplamından oluşmaktadır (Şekil 3.3).

Konunun daha anlaşılabilir olması açısından vuruş sayıları ve zemin arasındaki ilişkiyi örneklendirerek açıklamak gerekir. Sıkı bir zeminde 30 cm çakılma için vuruş sayıları 26-30 civarında değişiklik gösterebilirken yumuşak zeminlerde bu sayı 5-7 vuruş sayısına kadar düşebilir.

SPT uygulanarak; katman sınırları, süreksizlikler, zemin içi boşluklar, yer altı su seviyesi, zeminlerin sıkışabilirliği, taşıma gücü ve zemin emniyet gerilmesi gibi parametreler hesaplanabilir.



### **3.2.3. Zeminlerden Numune Alınması**

Geçerli bir zemin numunesinin alındığı zeminin genel özelliklerini barındırması ve temsil etmesi gerekir. Zeminlerden örnek numune alma şekli, istenen özelliklere göre değişim gösterir. Dikkat edilmesi gereken en önemli konu ise zeminde davranışın farklılıklar gösterebileceğidir. Alınan zemin numunesi özelliklerinin mevcut zemin bölümünü iyi temsil etmesi asıl amaçtır.

Zeminlerin farklı özelliklerinin (konsolidasyon, tabakalanma, porozite, şişme, dane yapısı, sıkışabilirlik, sıvılaşma, permeabilite vb.) belirlenmesi amacı ile yapılacak laboratuvar deneylerinde kullanılmak üzere, yeterli miktarda numune alınmalıdır.

Çalışmamızda almış olduğumuz örselenmiş ve örselenmemiş numuneler üzerinde, doğal birim hacim ağırlık, su muhtevası, elek analizi (kuru), Atterberg limitleri, kesme kutusu ve üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır.

### **3.2.4. Örselenmemiş Numuneler**

Örselenmemiş numuneler, zeminin doğal ortamındaki yapı ve doku özelliklerinin hepsini bünyesinde barındıran numunelerdir. Bu numuneler örselenmeye ve yoğrulmaya karşı önlem alınarak korunmuşlardır.

Bu numuneler zeminin doğal yapısını bozmadan, UD numune tüpleri yardımıyla alınır. İyi derecede yalıtım gerektirirler, su ve nem kaybını önlemek havayla temas eden yüzeyleri parafin yardımı ile yalıtılmalıdır. Deney anına kadar doğal ortamındaki içeriğini korumalıdır.

### **3.2.5. Örselenmiş Numuneler**

Örselenmiş numuneler zemin yapısının doğal durumunun bir kısmı bozulmaya uğramış zemin numunesidir. Sondaj veya kazının yapılış şekli ve çalışma ortamında bulunan su, numunenin yapısını olumsuz olarak etkiler. Kohezyonlu ve ince daneli zeminlerde dış etkenlerin rolü oldukça fazladır.

Örselenmiş numuneler çok fazla koruma gerektirmemektedir. Su geçirmez, sağlam bir torba içerisinde taşınabilirler. Taşıma işlemi oldukça kolaydır. İstenilen şekilde miktarları artırılıp azaltılabilir. Arazi çalışmaları sırasından alınan örselenmiş ve örselenmemiş numunelere ait görüntüler Şekil 3.4.'de verilmiştir.



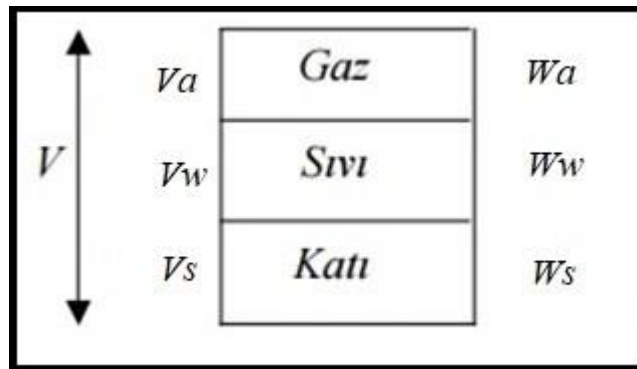
Şekil 3.4. Örselenmemiş numune (soldaki), örselenmiş numuneler (sağdakiler).

### 3.2.6. Birim Hacim Ağırlık

Bir zemin numunesinin bileşenleri katı madde, sıvı ve gaz (hava) olmak üzere üç gruba ayrılır (Şekil 3.5). Birim hacim ağırlığı, numunenin toplam ağırlığının toplam hacmine bölünmesiyle bulunur. Hava ve suyla dolu olan hacim boşluk hacmi olarak adlandırılır. Mühendislikte kullanılan değerler, kayaçların doğada buldukları haldeki doğal birim hacim ağırlıkları ( $\gamma_n$ ) dır.

Doğal Birim Hacim Ağırlığı ( $\gamma_n$ ): numunenin ağırlığının toplam hacmine oranıdır (Denklem 3.1).

$$\gamma_n = \frac{W_t}{V_t} = \frac{W_w + W_s}{V_a + V_w + V_s} \quad (3.1)$$



Şekil 3.5. Zemin numunesi bileşenleri

### 3.2.7. Su Muhtevası

Birim hacimdeki zemin içinde mevcut su miktarı kütle veya hacimsel olarak ifade edilebilir. Zirai açıdan zemini inceleyen bilim dalları genellikle su muhtevasını hacimsel olarak ele alırlar. Jeoteknik mühendisliğinde zemin su muhtevası zemin içerisindeki su kütlesinin kuru zemin kütlesine oranı olarak ele alınır.

Zeminin malzemesi içinde bulunan katı parçacıklar organik olmayan mineral danelerinden oluşmaktadır. Bu mineral daneleri zeminin içerisinde aralarında boşluklar barındıracak şekilde bir arada bulunurlar. Mineral daneleri arasında bulunan boşluklar hava, su, organik maddeler veya bunların bir kısmı ile dolmuş durumdadır. Zemini iyi tanımlayabilmek açısından sadece dane büyüklüğüne değil daneler arasındaki boşluk hacmi ve büyüklüğüne ayrıca bu boşlukların hangi malzeme ile dolu olduğuna da bakmak gereklidir. Su muhtevası veya su içeriği su ağırlığının kuru zemin danesi ağırlığına oranı olarak ifade edilmekte olup denklem (3.2)'de verilmiştir.

$$w = \frac{W_{yaş} - W_{kuru}}{W_{kuru}} \times 100 \quad (3.2)$$

### 3.2.8. Elek Analizi

Elek analizi, farklı büyüklükteki taneleri bünyesinde barındıran zemin malzemesinin tane boyu dağılımını belirlemek için yapılır. Tane boyu dağılımı, analizde kullanılan zemin malzemesi miktarı içerisindeki tanelerin boyutları ile miktarları arasındaki ilişkidir.

Bu çalışma kapsamında ASTM D 422 standartlarına uygun elekler kullanılmış olup TS 1900-1'e göre elek analiz deneyi yapılmıştır. Elek analizinde, analiz için seçilen numune elek açıklıkları birbirinden farklı olan bir dizi elekten geçirilir. Eleme işleminde delik açıklığı en büyük elekten başlanır. Elekler delik açıklığı en büyük olandan en küçük eleğe doğru olacak şekilde yukarıdan aşağıya doğru sıralanır. En küçük delik açıklığı olan eleğin altına tava yerleştirilir. Eleme işlemi elle veya makine yardımıyla otomatik olarak yapılır. Eleme işlemi bitirildikten sonra elekler çıkarılıp, her eleğin üstünde kalan miktar tartılır ve o dane boyuna ait ağırlık yüzdesi toplam malzeme miktarına oranla hesaplanır. Elde edilen sonuçlar birleştirilmiş zemin sınıflaması abağına (Şekil 3.6) göre USCS (Unified Soil Classification System) standartlarına göre değerlendirilir. Standartlara uygun olan elekler şekil 3.7'de verilmiştir.



**BİRLEŞTİRİLMİŞ ZEMİN SINIFLAMASI**

İLK SINIFLANDIRMA		Grup Sembolu	TIPIK İSİM	Laboratuvar Sınıflandırma Kriterleri
75 cm den iri malzeme hariç tutulmuştur.				
İRI TANELİ ZEMİNLER	ÇAKIL	İri malzemenin % 50'sinden fazlası No 4 elekten büyüktür.	Matzemenin % 50'sinden fazlası 200 No lu elek ebadından büyüktür	<p>Cu &gt;= 4 ve 1 &lt;= Cc &lt;= 3</p> <p>GW' nin granülometri şartlarını karşılamayanlar.</p> <p>Atterberg limitleri A hattının altında veya Pl &lt; 4</p> <p>Atterberg limitleri A hattının üstünde ve Pl &gt; 7</p> <p>Cu &gt;= 6 ve 1 &lt;= Cc &lt;= 3</p> <p>SW' nin granülometri şartlarını karşılamayanlar.</p> <p>Atterberg limitleri A hattının altında veya Pl &lt; 4</p> <p>Atterberg limitleri A hattının üstünde ve Pl &gt; 7</p>
			İri malzemenin % 50'sinden fazlası No 4 elekten küçükür	
İNCE TANELİ ZEMİNLER	KUM	Kum	İnorganik silt ve çok ince kumlar, taş unu, az plastik siltli veya killi ince kumlar.	<p>A hattının üstünde ve Pl = 4 - 7 ise sınırdadır.</p> <p>Her iki sembol beraber kullanılır.</p>
			Alçaktan orta dereceye doğru plastisite de inorganik killler, çakıllı kumlu killler, siltli killler, yağsız killler.	
			Organik siltler ve alçak plastisite de organik silt, kil karışımları	
			İnorganik siltler, diatomelli veya ince mikali kumlu veya siltli topraklar, elastik siltler.	
			Yüksek plastisiteli inorganik killler yağlı killler.	
			Ortadan yükseğe plastisiteli organik killler	
			Turba ve organik topraklar.	
			Yüksek derecede organik topraklar.	
			İnce Malzeme: 200 No.lu elekten geçen (Tane büyüklüğü 0,074 mm'den küçük malzeme)	
			Plastisite İndisi: Likit limit, Plastik limit farklıdır. (PI = LL - PL)	
<p>Granülometri eğrisinden çakıl ve kum yüzdesi bulunur. 200 No'dan geçen malzeme nisbetine göre iri tanelli zeminler şöylece sınıflandırılır.</p> <p>% 5 den az GW-GP-SW-SP</p> <p>% 12 den fazla GM-GC-SM-SC</p> <p>% 5-12 sınırdır. İki sembol birden kullanılır.</p>				
<p>Plastisite İndisi "PI"</p> <p>PLASTISİTE KARTI</p> <p>Likit Limit "LL"</p>				

**Şekil 3.6. Birleştirilmiş zemin sınıflaması abağı**

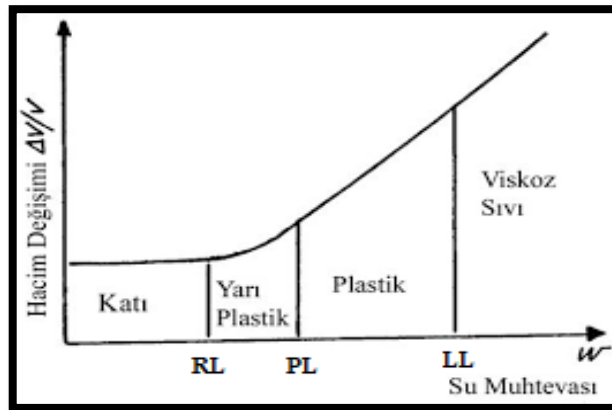


Şekil 3.7. Elek analizi için standart elekler

### 3.2.9. Kıvam (Atterberg) limitleri

Kıvam limitleri olarak da adlandırılan Atterberg limitleri zemin daneleri ile su arasındaki ilişkiyi ve değişen su içeriğine göre zeminin malzemesinin gösterdiği değişimin tanımlanmasını yapar.

Zemindeki su içeriğinin artması durumunda zemin likit (sıvı) hale gelmektedir. Bu durumda zemin akıcı bir hal alır ve kesme direnci sıfıra iner. Kurumaya bırakılan zemin belirli bir miktar kesme direnci kazanır. Bu geçiş aşamasındaki su içeriğine likit limit (LL) denir. Eğer su içeriğindeki azalma miktarı daha fazla artarsa zemin yavaş yavaş plastik özelliğini kaybeder ve düz bir alan üzerinde yuvarlandığında ufalanır. Bu durumdaki su içeriğine plastik limit (PL) denir. Zemin su içeriğinin daha fazla azaltılması yani zeminin kurutulması halinde artık hacim küçülmesi meydana gelmez. Bu durumdaki su içeriğine ise büzülme veya rötre limit (RL) denir. Likit limit zeminin sıvı halden plastik hale, plastik limit zeminin plastik halden yarı plastik hale, büzülme limiti ise yarı plastik halden katı hale geçtiği sınır değerleri ifade eder (Şekil 3.8).



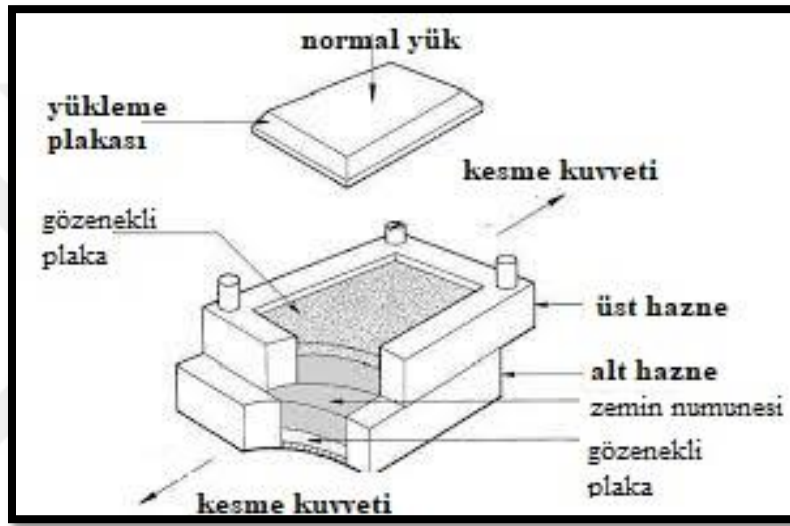
Şekil 3.8. Su muhtevası ve hacimsel değişim grafiği

Plastiklik özelliği olmayan kum gibi birimler NP (non-plastik) olarak isimlendirilir.

### 3.2.10. Kesme Kutusu Deneyi

Kesme kutusu deney ekipmanları TSE standartlarına uygun değişik büyüklükte kaplar, kesme kutusu deney aleti, tokmak ve spatuladır (Şekil 3.9).

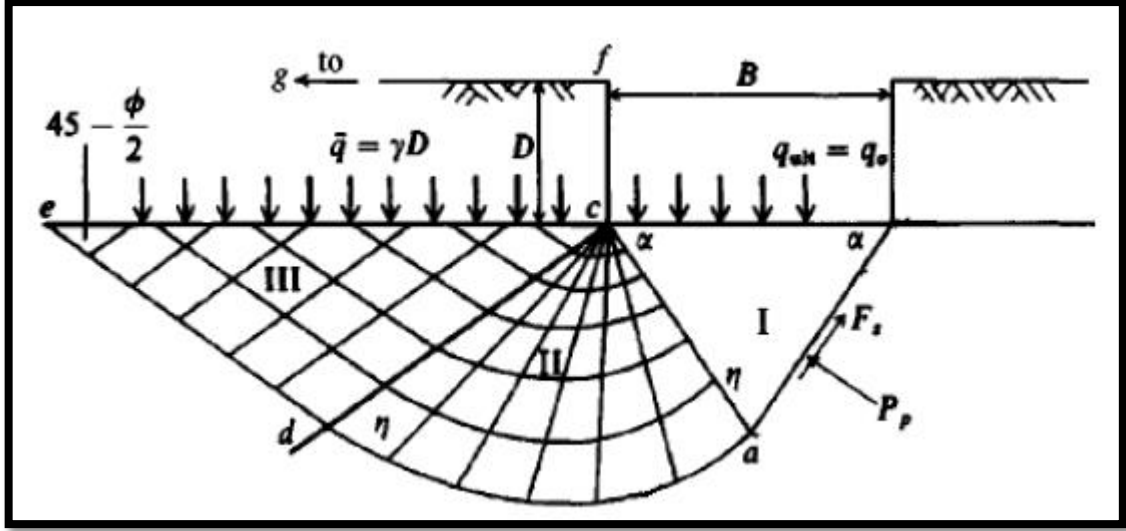
Kesme kutusu deneyinin amacı sıklıkları farklı olan kohezyonlu veya kohezyonsuz zemin numunesine kesme kuvveti uygulamak suretiyle zemin numunesinin kayma parametrelerini kohezyon ( $c$ ) ve içsel sürtünme açısı ( $\phi$ ) bulmaktır. Bu deney kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminler için uygundur fakat öncelikli olarak kumlar için uygundur. Deney TS 1900 standartlarına uygun biçimde yapılmalıdır.



Şekil 3.9. Kesme kutusu parçaları ve etkiyen kuvvetler

### 3.2.11. Taşıma Gücü Hesapları

Taşıma gücü zeminde kırılma ve kaymaların başlaması için zeminin birim alanına uygulanan kuvvet olarak tanımlanabilir. Taşıma gücü hesaplamaları arasında literatürdeki ilk çalışmalardan olan ve halen en yaygın kullanılan yaklaşım Terzaghi (1943) 'ye aittir. Terzaghi tarafından geliştirilen yöntemle göre taşıma gücü sınır değerlerine ulaştığı andaki zeminin davranışı Şekil 3.10 gösterildiği gibi kabul edilmektedir. Bu kabullenimler de temel altında kalan alan (I. Bölge) temel ile birlikte düşey yönde hareket eden kama kısmıdır. Diğer alan ise (II. Bölge), ırsısal kayma alanı temsil eden logaritmik bir eğriden oluşmaktadır. Sonuncu alan ise (III. Bölge), doğrusal kayma alanı olarak tanımlanan zeminin düzlemsel yüzeyde hareket ettiği kısmı temsil etmektedir.



Şekil 3.10. Terzaghi taşıma kapasitesi sınır durum gösterimi (Bowles, 1996).

Terzaghi geliştirmiş olduğu taşıma gücü hesaplama yöntemlerinde şu kabulleri yapmıştır (Coduto, 2001).

- ❖ Temel derinliği (D), temel genişliğinden (B) den küçüktür, (Yüzeysel temel şartı  $D \leq B$ ),
- ❖ Temel tabanı, temel ve zemin arasında kayma oluşmayacak şekilde pürüzlüdür.
- ❖ Taşıma gücü limit değerlerine ulaşıldığında, zeminde genel kesme kırılması meydana gelir,
- ❖ Temele etkiyen yükler, basınç şeklinde olup, eksantrisite yoktur,
- ❖ Zeminde konsolidasyon oturması meydana gelmez,
- ❖ Zemin, homojen yarı sonsuz uniformdur,
- ❖ Temel zemine göre çok rijit özelliktedir,

Terzaghi, ilk hesaplamalarını şerit temeller için yapmış olup, sonrasında deneysel olarak elde ettiği verileri kullanarak, diğer temeller için de (kare ve dikdörtgen) yöntemler geliştirmiştir. Şerit temel kesiti Şekil 3.11’de verilmiştir.

Taşıma gücünün hesaplanmasında kullanılan Terzaghi formülü denklem 3.3’de (Terzaghi,1943) verilmiştir. Temel uzunlukları 1 olarak alınmıştır.

Buna göre;

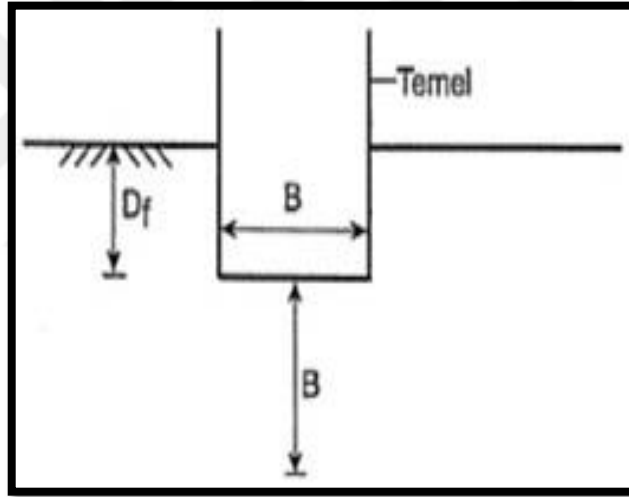
$$q_d = c \cdot N_c \cdot \left(1 + 0,2 \cdot \frac{B}{L}\right) + \gamma_1 \cdot 1 \cdot D \cdot N_q + \gamma_2 \cdot N_\gamma \cdot \left(0,5 - 0,1 \cdot \frac{B}{L}\right) \quad (3.3)$$

$N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  boyutsuz taşıma gücü faktörleri, Tablo 3.1.'de Terzaghi taşıma gücü bağıntısı, tanımı ve katsayısı cetvelleri( Kumbasar ve Kip, 1985) kullanılarak hesaplanır.

**Tablo 3.1.** Terzaghi taşıma gücü bağıntısı, tanımı ve katsayısı cetvelleri  
(Kumbasar ve Kip, 1999)

$\phi$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$N_c$	5,7	5,95	6,2	6,45	6,7	7,1	7,5	8,05	8,6	9,1	9,6	10,3	11	11,7	12,3	13,1
$N_q$	1	1,1	1,2	1,35	1,5	1,65	1,8	2,05	2,3	2,5	2,7	3	3,3	3,65	4	4,45
$N_\gamma$	0	0,11	0,22	0,31	0,4	0,55	0,7	0,8	0,9	1,05	1,2	1,45	1,7	1,95	2,2	2,55

$\phi$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$N_c$	13,8	14,7	15,6	16,6	17,6	19	20,4	22	23,6	25,4	27,2	29,2	31,2	34,2	37,2
$N_q$	4,9	5,5	6,1	6,75	7,4	8,3	9,2	10,3	11,4	12,7	14	15,5	17	20	23
$N_\gamma$	2,9	3,35	3,8	4,4	5	5,75	6,5	7,5	8,5	9,75	11	13,3	15,5	17,8	20



**Şekil 3.11.** Şerit temel kesiti. ( $D_f$ : temel derinliği,  $B$ : temel genişliği)

Hesaplanan zemin taşıma gücü güvenlik katsayısına bölünerek zemin emniyet gerilmesi hesaplanır (Denklem 3.4). Güvenlik sayısı 3 ile 5 arasında zeminin durumuna göre hesaplamayı yapan mühendis tarafından seçilir.

$$q_{em} = \frac{q_{sınır}}{G_s} \quad (3.4)$$

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Açılan Sondaj Kuyuları Laboratuvar Sonuçları

Çalışma alanında açılmış olan 28 adet sondaj kuyusundan alınan zemin örneklerine ait laboratuvar deney sonuçları Ek 1’de verilmiştir.

Çalışma alanında açılan SK1 ve SK2 de yüzeyden itibaren 0-0.30 m arasında nebati toprak, 0.30–10.50 m arasında alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim geçilmiştir. Zemin sınıflamasının doğrulanabilmesi amacıyla iki adet sondaj çalışması yapılmıştır. SK1 ve SK2’ye ait laboratuvar sonuçları tablo 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** SK1 ve SK2 laboratuvar sonuçları

	Numune	Fiziksel Özellikler		Kıvam Limitleri			Elek Analizi			Kohezyon	İçsel Sürtünme Açısı
	Çeşidi	$W_n$	$\gamma_n$	LL	PL	PI	Çakıl	Kum	İnce	C	$\phi$
SK1	UD	15,42	15,20	NP	NP	NP	0,36	71,21	28,43	0,118	18,87
SK2	SPT						0,13	81,70	18,17		

Sonuç olarak birleştirilmiş zemin sınıflamasında göre numune siltli kum, kötü derecelenmiş kum-silt olarak (SM) bulunmuştur.

Çalışma alanında açılan SK3 ve SK4 nolu sondaj kuyularında yüzey topoğrafyasından 0-0,50 m arasında nebati toprak görülmekte olup, 0,50–10,50 m arasında alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim geçilmiştir. Zemin sınıflamasının doğrulanabilmesi amacıyla iki adet sondaj çalışması yapılmıştır. SK3 ve SK4’e ait laboratuvar sonuçları tablo 4.2’de verilmiştir.

**Tablo 4.2.** SK3 ve SK4 laboratuvar sonuçları

	Numune Çeşidi	Fiziksel Özellikler		Kıvam Limitleri			Elek Analizi			Kohezyon	İçsel Sürtünme Açısı
		$W_n$ (%)	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	LL	PL	PI	Çakıl	Kum	İnce	C	$\phi$
SK3	UD	21,93	16,43	41,37	20,69	20,68	0,04	11,05	88,91	0,197	13,30°
SK4	SPT			42,99	22,06	20,93	0,13	11,07	88,8		

Sonuç olarak bu zemin birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik kil, çakıllı kumlu kil, siltli kil, yağsız kil (CL) olarak bulunmuştur.

Çalışma alanında açılan SK5 ve SK6 nolu sondaj kuyusunda yüzey topoğrafyasından 0-0,30 m arasında nebati toprak görülmekte olup, 0,30–10,50 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Zemin sınıflamasının doğrulanabilmesi amacıyla iki adet sondaj çalışması yapılmıştır. SK5 ve SK6'ya ait laboratuvar sonuçları tablo 4.3'de verilmiştir.

**Tablo 4.3.** SK5 ve SK6 laboratuvar sonuçları

	Numune Çeşidi	Fiziksel Özellikler		Kıvam Limitleri			Elek Analizi			Kohezyon	İçsel Sürtünme Açısı
		$W_n$ (%)	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	LL	PL	PI	Çakıl	Kum	İnce		
SK5	UD	14,09	20,3	48,1	24,08	24,02	50,16	27,30	22,54	0,116	21,0°
SK6	SPT			48,43	24,14	24,29	50,07	23,77	26,16		

Bu sonuçlara göre bu zemin sınıflandırılmış olup killi çakıl, kötü derecelenmiş kum-çakıl, kil karışımları (GC) olarak bulunmuştur.

Çalışma alanında açılan SK7, SK8 ve SK9 nolu sondaj kuyularında yüzey topoğrafyasından 0-1,00 m arasında nebati toprak görülmekte olup, 1,00–10,50 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Zemin sınıflamasının doğrulanabilmesi amacıyla üç adet sondaj çalışması yapılmıştır. SK7 ve SK8'e ait laboratuvar sonuçları tablo 4.4'de verilmiştir.

**Tablo 4.4.** SK7, SK8 ve SK9 laboratuvar sonuçları

	Numune Çeşidi	Fiziksel Özellikler		Kıvam Limitleri			Elek Analizi			Kohezyon	İçsel Sürtünme Açısı
		$W_n$ (%)	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	LL	PL	PI	Çakıl	Kum	İnce		
SK7	UD	4,60	18,0	NP	NP	NP	0,02	83,51	16,47	0,045	21,73°
SK8	SPT			NP	NP	NP	0,04	82,55	17,41		
SK9	SPT			49,38	25,65	23,73	0,21	10,23	89,55		

Bu sonuçlara göre bu zemin sınıflandırılmış olup siltli kum, kötü derecelenmiş silt kum karışımları (SM) olarak bulunmuştur.

Çalışma alanında açılan SK10 ve SK11 nolu sondaj kuyusunda yüzey topoğrafyasından 0-0.30 m arasında nebati toprak görülmekte olup, 0.30–10.50 m arasında alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Zemin sınıflamasının doğrulanabilmesi amacıyla iki adet sondaj çalışması yapılmıştır. SK10 ve SK11’e ait laboratuvar sonuçları tablo 4.5’de verilmiştir.

**Tablo 4.5.** SK10 ve SK11 laboratuvar sonuçları

	Numune Çeşidi	Fiziksel Özellikler		Kıvam Limitleri			Elek Analizi			Kohezyon C	İçsel Sürtünme Açısı $\phi$
		$W_n$ (%)	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	LL	PL	PI	Çakıl	Kum	İnce		
SK10	UD	21,83	17,8	53,17	25,71	27,45	3,20	12,71	84,09	0,181	13,71°
SK11	SPT			53,98	26,51	27,47	2,83	13,28	83,90		

Bu sonuçlara göre bu zemin sınıflandırılmış olup yüksek plastisiteli inorganik kil, yağlı kil (CH) olarak bulunmuştur.

Çalışma alanında çılan SK12 ve SK13 nolu sondaj kuyularında yüzey topoğrafyasından 0-1.50 m arasında nebati toprak görülmekte olup, 1.50–10.50 m arasında alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Zemin sınıflamasının doğrulanabilmesi amacıyla iki adet sondaj çalışması yapılmıştır. SK12 ve SK13’e ait laboratuvar sonuçları tablo 4.6’da verilmiştir.

**Tablo 4.6.** SK12 ve SK13 laboratuvar sonuçları

	Numune Çeşidi	Fiziksel Özellikler		Kıvam Limitleri			Elek Analizi			Kohezyon C	İçsel Sürtünme Açısı $\phi$
		$W_n$ (%)	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	LL	PL	PI	Çakıl	Kum	İnce		
SK12	UD	20,51	18,87	39,7	21,35	18,36	0,44	2,34	97,22	67	5,00°
SK13	SPT			39,06	22,54	16,53	0,74	6,55	92,71		

Bu sonuçlara göre bu zemin sınıflandırılmış olup alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik kil, çakıllı kumlu kil, siltli kil, yağsız kil (CL) olarak bulunmuştur.

Çalışma alanında açılan SK14 ve SK15 nolu sondaj kuyularında yüzey topoğrafyasından 0-0,30 m arasında nebati toprak görülmekte olup, 0,30–7.50 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim



gözlenmiştir. Zemin sınıflamasının doğrulanabilmesi amacıyla iki adet sondaj çalışması yapılmıştır. SK14 ve SK15'e ait laboratuvar sonuçları tablo 4.7'de verilmiştir.

**Tablo 4.7.** SK14 ve SK15 laboratuvar sonuçları

	Numune Çeşidi	Fiziksel Özellikler		Kıvam Limitleri			Elek Analizi			Kohezyon	İçsel Sürtünme Açısı
		W <sub>n</sub> (%)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	LL	PL	PI	Çakıl	Kum	İnce		
SK14	UD	22,98	18,78	41,02	19,19	21,83	0,35	9,72	89,93	60	5,00°
SK15	SPT			28,31	17,16	11,14	9,03	38,08	52,89		

Bu sonuçlara göre bu zemin sınıflandırılmış olup siltli kum, kötü derecelenmiş kum-silt karışımları (CL) olarak bulunmuştur.

Çalışma alanında açılan SK16, SK17, SK18, SK19 ve SK20 NOLU sondaj kuyularında yüzey topoğrafyasından 0-3,00 m arasında nebati toprak görülmekte olup, 3,00–15,00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Zemin sınıflamasının doğrulanabilmesi amacıyla verilerde homojenlik oluşturulana kadar beş adet sondaj çalışması yapılmıştır. SK16, SK17, SK18, SK19 VE SK20'ye ait laboratuvar sonuçları tablo 4.8'de verilmiştir.

**Tablo 4.8.** SK16, SK17, SK18, SK19 ve SK20 laboratuvar sonuçları

	Numune Çeşidi	Fiziksel Özellikler		Kıvam Limitleri			Elek Analizi			Kohezyon	İçsel Sürtünme Açısı
		W <sub>n</sub> (%)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	LL	PL	PI	Çakıl	Kum	İnce		
SK16	UD	18,84	18,07	41,02	19,19	21,83	1,18	9,04	89,78	63	5,00°
SK17	SPT			NP	NP	NP	1,89	93,87	4,24		
SK18	SPT			NP	NP	NP	3,09	87,60	9,31		
SK19	SPT			22,77	12,50	10,27	0	39,81	60,19		
SK20	SPT			51,64	20,89	30,75	0,27	5,03	94,70		

Bu sonuçlara göre bu zemin sınıflandırılmış olup genel olarak alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik kil, çakıllı kumlu kil, siltli kil, yağsız kil (CL) olarak bulunmuştur.

Çalışma alanında açılan SK21 ve SK22 nolu sondaj kuyularında yüzey topoğrafyasından 0-1.50 m arasında nebati toprak görülmekte olup, 1.50–10.50 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim

gözlenmiştir. Zemin sınıflamasının doğrulanabilmesi amacıyla iki adet sondaj çalışması yapılmıştır. SK21 ve SK22'ye ait laboratuvar sonuçları tablo 4.9'da verilmiştir.

**Tablo 4.9.** SK21 ve SK22 laboratuvar sonuçları

	Numune Çeşidi	Fiziksel Özellikler		Kıvam Limitleri			Elek Analizi			Kohezyon	İçsel Sürtünme Açısı
		$W_n$ (%)	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	LL	PL	PI	Çakıl	Kum	İnce		
SK21	UD	11,18	17,2	74,13	22,36	24,76	0,04	14,94	85,02	0,201	13,12°
SK22	SPT			49,33	24,24	25,09	0	9,68	90,32		

Bu sonuçlara göre bu zemin sınıflandırılmış olup alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik kil, çakıllı kumlu kil, siltli kil, yağsız kil (CL) olarak bulunmuştur.

Çalışma alanında açılan SK23 ve SK24 nolu sondaj kuyularında yüzey topoğrafyasından 0-1.50 m arasında nebati toprak görülmekte olup, 1.50–10.50 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Zemin sınıflamasının doğrulanabilmesi amacıyla iki adet sondaj çalışması yapılmıştır. SK23 ve SK24'e ait laboratuvar sonuçları tablo 4.10'da verilmiştir.

**Tablo 4.10.** SK23 ve SK24 laboratuvar sonuçları

	Numune Çeşidi	Fiziksel Özellikler		Kıvam Limitleri			Elek Analizi			Kohezyon	İçsel Sürtünme Açısı
		$W_n$ (%)	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	LL	PL	PI	Çakıl	Kum	İnce		
SK23	UD	28,03	17,9	48,08	24,13	23,96	0	7,78	82,22	0,220	12,12°
SK24	SPT			48,39	24,97	23,42	0	4,14	95,86		

Bu sonuçlara göre bu zemin sınıflandırılmış olup alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik kil, çakıllı kumlu kil, siltli kil, yağsız kil (CL) olarak bulunmuştur.

Çalışma alanında açılan SK25 ve SK26 nolu sondaj kuyularında yüzey topoğrafyasından 0-1.50 m arasında nebati toprak görülmekte olup, 1.50–10.50 m arasında alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Zemin sınıflamasının doğrulanabilmesi amacıyla iki adet sondaj çalışması yapılmıştır. SK25 ve SK26'ya ait laboratuvar sonuçları tablo 4.11'de verilmiştir.

**Tablo 4.11. SK25 ve SK26 laboratuvar sonuçları**

	Numune Çeşidi	Fiziksel Özellikler		Kıvam Limitleri			Elek Analizi			Kohezyon	İçsel Sürtünme Açısı
		W <sub>n</sub> (%)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	LL	PL	PI	Çakıl	Kum	İnce	C	φ
SK25	UD	20,35	17,5	49,57	25,34	24,23	9,06	1,76	89,18	0,199	13,00°
SK26	SPT			49,57	24,92	24,23	6,60	2,99	90,41		

Bu sonuçlara göre bu zemin sınıflandırılmış olup alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik kil, çakıllı kumlu kil, siltli kil, yağsız kil (CL) olarak bulunmuştur.

Çalışma alanında açılan SK27 ve SK28 nolu sondaj kuyularında yüzey topoğrafyasından 0-2.50 m arasında nebati toprak görülmekte olup, 2.50–10.50 m arasında alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Zemin sınıflamasının doğrulanabilmesi amacıyla iki adet sondaj çalışması yapılmıştır. SK27 ve SK28'e ait laboratuvar sonuçları tablo 4.12'de verilmiştir.

**Tablo 4.12. SK27 ve SK28 laboratuvar sonuçları**

	Numune Çeşidi	Fiziksel Özellikler		Kıvam Limitleri			Elek Analizi			Kohezyon	İçsel Sürtünme Açısı
		W <sub>n</sub> (%)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	LL	PL	PI	Çakıl	Kum	İnce	C	φ
SK27	UD	7,35	18,71	NP	NP	NP	0,14	40,66	58,20	4	23,00°
SK28	SPT			NP	NP	NP	5,27	60,99	33,74		

Bu sonuçlara göre bu zemin sınıflandırılmış olup siltli kumlar, kötü derecelenmiş kum-silt karışımları (SM) olarak bulunmuştur.

#### 4.2. Açılan Sondaj Kuyuları Arazi Deney Sonuçları

Bütün çalışma noktalarında hata payını azaltmak amacıyla zeminden homojen numune alabilmek amacıyla en az iki adet sondaj kuyusu açılmış kuyulardan alınan numunelerin birbirleriyle uyumu kontrol edilmiştir. Aynı çalışma alanında yapılan ikinci sondaj numunelerinden gözlemsel olarak tespit edilen zemin çeşitleri bir önceki kuyuyla uyum sağlamadığı durumlarda sondaj sayısı birer artırılarak farklı iki kuyudan aynı numune sonucunu alana kadar tekrarlanmıştır. Açılan ilk kuyuların koordinatları çalışmada verilmiş olup sağlama amacıyla yapılan kuyular ilk kuyuların bulunduğu parsellerin en uzak

noktalarından yer seçimi yapılarak tekrarlanmıştır. Parsel köşeleri tamamlandığında hala bir uyuşma söz konusu değilse parsel merkezinden sondaj yenilenmiştir.

SK1 nolu sondaj kuyusu 37.712086 Kuzey ve 30.242585 Doğu koordinatlarına sahip olup, 10,95 m derinliğe kadar toplam 7 kademe SPT yapılmış olup, 4,5-4,95 arası numune alınmıştır. SK2 nolu sondaj kuyusunda ise yine 10,95 m derinliğe kadar toplam 7 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK1 ve SK2 sondaj kuyusuna ait SPT sonuçları Tablo 4.13 ve Tablo 4.14’de verilmiştir.

**Tablo 4.13. SK1 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	4	7	8	15
SPT / 2	3.00 – 3.45	5	8	9	17
SPT / 3	4.50 – 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.00 – 6.45	4	9	11	20
SPT / 5	7.50 – 7.95	5	8	10	18
SPT / 6	9.00 – 9.45	7	9	12	21
SPT / 7	10.50 – 10.95	9	11	13	24

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.14. SK2 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	5	6	8	14
SPT / 2	3.00 – 3.45	4	8	11	19
SPT / 3	4.50 – 4.95	7	8	12	20
SPT / 4	6.00 – 6.45	8	9	11	20
SPT / 5	7.50 – 7.95	10	12	15	27
SPT / 6	9.00 – 9.45	12	14	18	24
SPT / 7	10.50 – 10.95	10	15	19	34

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır

SK3 nolu sondaj kuyusu 37.724670 Kuzey ve 30.265038 Doğu koordinatlarına sahip olup, 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup, 4,5-4,95 arası numune alınmıştır. SK4 sondaj kuyusunda ise yine 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK3 ve SK4 sondaj kuyusuna ait SPT sonuçları Tablo 4.15 ve Tablo 4.16’de verilmiştir.

**Tablo 4.15. SK3 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	3	6	8	14
SPT / 2	3.00 – 3.45	5	8	11	19
SPT / 3	4.50 – 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.00 – 6.45	5	9	13	22
SPT / 5	7.50 – 7.95	7	11	15	26
SPT / 6	9.00 – 9.45	8	12	17	29

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.16. SK4 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	4	7	9	16
SPT / 2	3.00 – 3.45	6	8	12	20
SPT / 3	4.50 – 4.95	7	10	13	23
SPT / 4	6.00 – 6.45	9	11	15	26
SPT / 5	7.50 – 7.95	8	13	17	30
SPT / 6	9.00 – 9.45	11	14	19	33

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

SK5 nolu sondaj kuyusu 37.719822 Kuzey ve 30.290703 Doğu koordinatlarına sahip olup, 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup, 4,5-4,95 arası numune alınmıştır. SK6 sondaj kuyusunda ise yine 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. Sondaj sırasında 5-6 m derinlikten sonra zemin bol çakıllı olduğu için SPT sonuç vermemiştir. SK5 ve SK6 sondaj kuyusuna ait SPT sonuçları Tablo 4.17 ve Tablo 4.18'de verilmiştir.

**Tablo 4.17. SK5 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	5	23	28	51
SPT / 2	3.00 – 3.45	8	27	32	59
SPT / 3	4.50 – 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.00 – 6.45	REFÜ			
SPT / 5	7.50 – 7.95	REFÜ			
SPT / 6	9.00 – 9.45	REFÜ			

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.18. SK6 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	6	16	19	35
SPT / 2	3.00 – 3.45	12	18	22	40
SPT / 3	4.50 – 4.95	14	19	26	45
SPT / 4	6.00 – 6.45	17	20	28	48
SPT / 5	7.50 – 7.95	REFÜ			
SPT / 6	9.00 – 9.45	REFÜ			

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

SK7 nolu sondaj kuyusu 37.711500 Kuzey ve 30.243159 Doğu koordinatlarına sahip olup, 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup, 4,5-4,95 arası numune alınmıştır. SK8 nolu sondaj kuyusunda ise yine 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK9 nolu sondaj kuyusunda ise yine 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK7, SK8 ve SK9 sondaj kuyusuna ait SPT sonuçları Tablo 4.19, Tablo 4.20 ve Tablo 4.21'de verilmiştir.

**Tablo 4.19. SK7 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	3	5	7	12
SPT / 2	3.00 – 3.45	5	7	9	16
SPT / 3	4.50 – 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.00 – 6.45	6	8	10	18
SPT / 5	7.50 – 7.95	8	9	12	21
SPT / 6	9.00 – 9.45	9	11	14	25

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.20. SK8 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	4	6	9	15
SPT / 2	3.00 – 3.45	5	7	10	17
SPT / 3	4.50 – 4.95	7	9	11	20
SPT / 4	6.00 – 6.45	9	10	12	22
SPT / 5	7.50 – 7.95	12	12	14	26
SPT / 6	9.00 – 9.45	11	13	16	29

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.21. SK9 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	6	8	9	17
SPT / 2	3.00 – 3.45	8	9	12	21
SPT / 3	4.50 – 4.95	7	9	13	22
SPT / 4	6.00 – 6.45	9	11	15	26
SPT / 5	7.50 – 7.95	11	14	16	30
SPT / 6	9.00 – 9.45	10	16	18	34

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

SK10 nolu sondaj kuyusu 37.712200 Kuzey ve 30.255646 Doğu koordinatlarına sahip olup, 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup, 4,5-4,95 arası numune alınmıştır. SK11 sondaj kuyusunda ise yine 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK10 ve SK11 sondaj kuyusuna ait SPT sonuçları Tablo 4.22 ve Tablo 4.23'de verilmiştir.

**Tablo 4.22. SK10 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	4	6	7	13
SPT / 2	3.00 – 3.45	6	8	10	18
SPT / 3	4.50 – 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.00 – 6.45	7	9	11	20
SPT / 5	7.50 – 7.95	7	11	14	25
SPT / 6	9.00 – 9.45	10	12	14	26

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.23. SK11 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	3	7	8	15
SPT / 2	3.00 – 3.45	6	8	10	18
SPT / 3	4.50 – 4.95	7	9	11	20
SPT / 4	6.00 – 6.45	9	11	13	24
SPT / 5	7.50 – 7.95	9	12	12	24
SPT / 6	9.00 – 9.45	11	13	14	27

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

SK12 nolu sondaj kuyusu 37.714984 Kuzey ve 30.233716 Doğu koordinatlarına sahip olup, 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup, 4,5-4,95 arası numune alınmıştır. SK13 sondaj kuyusunda ise yine 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe

SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK12 ve SK13 sondaj kuyusuna ait SPT sonuçları Tablo 4.24 ve Tablo 4.25’de verilmiştir.

**Tablo 4.24.** SK12 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	4	6	8	14
SPT / 2	3.00 – 3.45	5	8	11	19
SPT / 3	4.50 – 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.00 – 6.45	5	7	12	19
SPT / 5	7.50 – 7.95	8	12	13	25
SPT / 6	9.00 – 9.45	10	13	15	28

\*: SPT’nin 0-15 cm’lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.25.** SK13 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	5	7	8	15
SPT / 2	3.00 – 3.45	6	8	11	19
SPT / 3	4.50 – 4.95	7	9	12	21
SPT / 4	6.00 – 6.45	9	10	13	23
SPT / 5	7.50 – 7.95	11	11	15	26
SPT / 6	9.00 – 9.45	12	13	17	30

\*: SPT’nin 0-15 cm’lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

SK14 nolu sondaj kuyusu 37.726903 Kuzey ve 30.293512 Doğu koordinatlarına sahip olup, 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup, 4,5-4,95 arası numune alınmıştır. SK15 sondaj kuyusunda ise yine 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK12 ve SK13 sondaj kuyusuna ait SPT sonuçları Tablo 4.26 ve Tablo 4.27’de verilmiştir.

**Tablo 4.26.** SK14 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	4	5	9	14
SPT / 2	3.00 – 3.45	6	8	11	19
SPT / 3	4.50 – 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.00 – 6.45	10	11	13	24
SPT / 5	7.50 – 7.95	11	12	16	28
SPT / 6	9.00 – 9.45	12	14	16	30

\*: SPT’nin 0-15 cm’lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.



**Tablo 4.27. SK15 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	5	7	7	14
SPT / 2	3.00 – 3.45	7	9	11	20
SPT / 3	4.50 – 4.95	9	10	12	22
SPT / 4	6.00 – 6.45	12	13	14	27
SPT / 5	7.50 – 7.95	13	14	16	30
SPT / 6	9.00 – 9.45	14	15	17	32

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

SK16 nolu sondaj kuyusu 37.722677 Kuzey ve 30.261834 Doğu koordinatlarına sahip olup, 15,45 m derinliğe kadar toplam 10 kademe SPT yapılmış olup, 4,5-4,95 arası numune alınmıştır. SK17 sondaj kuyusunda ise 13,95 m derinliğe kadar toplam 9 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK18 sondaj kuyusunda ise 15,45 m derinliğe kadar toplam 10 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK19 sondaj kuyusunda ise 15,45 m derinliğe kadar toplam 10 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK20 sondaj kuyusunda ise 15,45 m derinliğe kadar toplam 10 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. Parsel dere kenarında olduğu için sondajlardan alınan zemin malzemeleri homojen özellik sağlamamış bu sebeple aynı parselde 5 adet sondaj yapılmıştır. SK16, SK17, SK18, SK19 ve SK20 sondaj kuyusuna ait SPT sonuçları Tablo 4.28, Tablo 4.29, Tablo 4.30, Tablo 4.31 ve Tablo 4.32'de verilmiştir.

**Tablo 4.28. SK16 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	5	7	9	16
SPT / 2	3.00 – 3.45	6	8	10	18
SPT / 3	4.50 – 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.00 – 6.45	8	11	12	23
SPT / 5	7.50 – 7.95	12	13	15	28
SPT / 6	9.00 – 9.45	11	14	16	30
SPT / 7	10.50 – 10.95	13	15	16	31
SPT / 8	12.00 – 12.45	14	15	17	32
SPT / 9	13.50 – 13.95	16	17	19	36
SPT / 10	15.00 – 15.45	18	21	24	45

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.29. SK17 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	3	5	6	11
SPT / 2	3.00 – 3.45	5	7	8	15
SPT / 3	4.50 – 4.95	6	7	9	16
SPT / 4	6.00 – 6.45	8	9	11	20
SPT / 5	7.50 – 7.95	8	11	12	23
SPT / 6	9.00 – 9.45	9	13	14	27
SPT / 7	10.50 – 10.95	13	15	17	32
SPT / 8	12.00 – 12.45	15	16	19	35
SPT / 9	13.50 – 13.95	17	18	21	39

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.30. SK18 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	4	6	7	13
SPT / 2	3.00 – 3.45	5	7	9	16
SPT / 3	4.50 – 4.95	7	9	11	20
SPT / 4	6.00 – 6.45	8	10	12	22
SPT / 5	7.50 – 7.95	10	12	14	26
SPT / 6	9.00 – 9.45	10	13	15	28
SPT / 7	10.50 – 10.95	11	13	16	29
SPT / 8	12.00 – 12.45	13	15	18	33
SPT / 9	13.50 – 13.95	14	18	22	40

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.31. SK19 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	5	7	9	16
SPT / 2	3.00 – 3.45	7	9	11	20
SPT / 3	4.50 – 4.95	8	10	13	23
SPT / 4	6.00 – 6.45	10	12	14	26
SPT / 5	7.50 – 7.95	12	14	15	29
SPT / 6	9.00 – 9.45	12	16	17	33
SPT / 7	10.50 – 10.95	13	15	17	32
SPT / 8	12.00 – 12.45	15	17	19	36

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.32.** SK20 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	3	7	8	15
SPT / 2	3.00 – 3.45	5	8	11	19
SPT / 3	4.50 – 4.95	7	9	12	21
SPT / 4	6.00 – 6.45	9	10	14	24
SPT / 5	7.50 – 7.95	11	13	15	28
SPT / 6	9.00 – 9.45	11	14	16	30
SPT / 7	10.50 – 10.95	13	16	18	34
SPT / 8	12.00 – 12.45	15	17	19	36
SPT / 9	13.50 – 13.95	18	20	21	41

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

SK21 nolu sondaj kuyusu 37.730321 Kuzey ve 30.266654 Doğu koordinatlarına sahip olup, 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup, 4,5-4,95 arası numune alınmıştır. SK22 sondaj kuyusunda ise yine 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK21 ve SK22 sondaj kuyusuna ait SPT sonuçları Tablo 4.33 ve Tablo 4.34'de verilmiştir.

**Tablo 4.33.** SK21 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	4	6	9	15
SPT / 2	3.00 – 3.45	6	8	11	19
SPT / 3	4.50 – 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.00 – 6.45	5	9	13	22
SPT / 5	7.50 – 7.95	7	11	15	26
SPT / 6	9.00 – 9.45	8	12	18	20

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.34.** SK22 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	5	7	12	19
SPT / 2	3.00 – 3.45	7	9	13	22
SPT / 3	4.50 – 4.95	7	10	15	25
SPT / 4	6.00 – 6.45	9	12	16	28
SPT / 5	7.50 – 7.95	8	13	18	31
SPT / 6	9.00 – 9.45	11	14	21	35

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

SK23 nolu sondaj kuyusu 37.730253 Kuzey ve 30.266416 Doğu koordinatlarına sahip olup, 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup, 4,5-4,95 arası numune alınmıştır. SK24 sondaj kuyusunda ise yine 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe

SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK23 ve SK24 sondaj kuyusuna ait SPT sonuçları Tablo 4.35 ve Tablo 4.36’da verilmiştir.

**Tablo 4.35.** SK23 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	5	7	9	16
SPT / 2	3.00 – 3.45	7	9	12	21
SPT / 3	4.50 – 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.00 – 6.45	7	10	13	23
SPT / 5	7.50 – 7.95	9	13	16	29
SPT / 6	9.00 – 9.45	11	14	20	34

\*: SPT’nin 0-15 cm’lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.36.** SK24 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	4	6	10	16
SPT / 2	3.00 – 3.45	6	7	11	18
SPT / 3	4.50 – 4.95	7	11	14	25
SPT / 4	6.00 – 6.45	10	13	16	29
SPT / 5	7.50 – 7.95	11	14	19	33
SPT / 6	9.00 – 9.45	12	16	22	38

\*: SPT’nin 0-15 cm’lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

SK25 nolu sondaj kuyusu 37.718009 Kuzey ve 30.241161 Doğu koordinatlarına sahip olup, 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup, 4,5-4,95 arası numune alınmıştır. SK26 sondaj kuyusunda ise yine 9,45 m derinliğe kadar toplam 6 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK25 ve SK26 sondaj kuyusuna ait SPT sonuçları Tablo 4.37 ve Tablo 4.38’de verilmiştir.

**Tablo 4.37.** SK25 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	3	5	9	14
SPT / 2	3.00 – 3.45	6	7	10	17
SPT / 3	4.50 – 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.00 – 6.45	5	8	12	20
SPT / 5	7.50 – 7.95	7	11	11	22
SPT / 6	9.00 – 9.45	8	12	16	28

\*: SPT’nin 0-15 cm’lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.38. SK26 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	4	6	9	15
SPT / 2	3.00 – 3.45	5	7	11	18
SPT / 3	4.50 – 4.95	7	9	12	21
SPT / 4	6.00 – 6.45	9	10	14	24
SPT / 5	7.50 – 7.95	8	12	15	27
SPT / 6	9.00 – 9.45	11	13	16	29

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

SK27 nolu sondaj kuyusu 37.722403 Kuzey ve 30.261527 Doğu koordinatlarına sahip olup, 13,95 m derinliğe kadar toplam 9 kademe SPT yapılmış olup, 4,5-4,95 arası numune alınmıştır. SK28 sondaj kuyusunda ise yine 13,95 m derinliğe kadar toplam 9 kademe SPT yapılmış olup örselenmiş numune alınmıştır. SK25 ve SK26 sondaj kuyusuna ait SPT sonuçları Tablo 4.39 ve Tablo 4.40'da verilmiştir.

**Tablo 4.39. SK27 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	5	6	8	14
SPT / 2	3.00 – 3.45	7	8	12	20
SPT / 3	4.50 – 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.00 – 6.45	9	11	13	24
SPT / 5	7.50 – 7.95	11	12	15	27
SPT / 6	9.00 – 9.45	12	14	16	30
SPT / 7	10.50 – 10.95	14	16	18	34
SPT / 8	12.00 – 12.45	15	16	19	35
SPT / 9	13.50 – 13.95	17	19	21	40

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

**Tablo 4.40. SK28 sondaj kuyusuna ait SPT parametreleri**

SPT No	Derinlik	DARBE SAYISI			
		0 – 15 cm	15 – 30 cm	30 – 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 – 1.95	6	7	9	16
SPT / 2	3.00 – 3.45	8	9	11	20
SPT / 3	4.50 – 4.95	9	10	12	22
SPT / 4	6.00 – 6.45	11	12	14	26
SPT / 5	7.50 – 7.95	12	13	14	27
SPT / 6	9.00 – 9.45	14	15	17	32
SPT / 7	10.50 – 10.95	15	16	18	34
SPT / 8	12.00 – 12.45	14	17	19	36
SPT / 9	13.50 – 13.95	16	19	22	41

\*: SPT'nin 0-15 cm'lik kısım toplam hesabında dikkate alınmamıştır.

### 4.3. Taşıma Gücü Hesaplamaları

Alınan örnekler üzerindeki taşıma gücü ve zemin emniyet gerilmesi hesapları güvenlik katsayısı (Gs) 3 olarak. Temel derinlikleri (Df), genişlikleri (B), ve uzunlukları (L) sabit 1 m alınarak Terzaghi şerit temeller için taşıma gücü formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Sabit katsayılar ve genişlikler altında sondaj konumlarındaki taşıma gücü farklılıkları daha net şekilde gözlemlenebilmiştir. Yapı altlığını oluşturan zemin malzemesinin çeşidine göre emniyetli taşıma güçlerinde farklılıklar olduğu yapılan çalışmayla ortaya konmuştur.

**Tablo 4.41.** Taşıma gücünün Terzaghi (1943) yöntemi ile hesaplanması

Kuyu No	B (m)	L (m)	Df (m)	C (kPa)	$\phi$ (°)	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	Gs	Nc	Nq	N <sub>y</sub>	K1	K2	$\gamma_2$ (kg/cm <sup>3</sup> )	qd (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>em</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
SK3	1	1	1	0.197	13.3	16.4	3	9.81	3.26	0.94	1.2	0.4	0.0017	0.63	0.21
SK5	1	1	1	0.116	21.4	20.3	3	15.80	7.07	4.19	1.2	0.4	0.0021	1.83	0.61
SK7	1	1	1	0.045	21.73	18.1	3	15.80	7.07	4.19	1.2	0.4	0.0018	1.69	0.56
SK10	1	1	1	0.181	13.71	17.8	3	9.81	3.26	0.94	1.2	0.4	0.0018	0.70	0.23
SK14	1	1	1	60.00	5.00	18.78	3	6.49	1.57	0.09	1.2	0.4	0.0019	5.07	1.69
SK16	1	1	1	0.045	21.73	18.84	3	15.80	7.07	4.19	1.2	0.4	0.0019	1.69	0.56
SK21	1	1	1	0.201	13.12	17.2	3	9.81	3.26	0.94	1.2	0.4	0.0018	0.67	0.22

## 5. SONUÇLAR

Çalışma arazi ve büro olmak üzere iki aşamada yürütülmüştür. İnceleme alanını oluşturan zeminin yanıl ve düşey yönde değışimleri ile fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 28 farklı konumda toplam 300,00 m sondaj kuyusu açılmıştır.

Sondaj kuyu derinlikleri 7 m ile 15 m arasında farklılık göstermektedir. Toplam sondaj uzunluğu 300 m'dir. Zeminlerin taşıma gücünü belirlemek amacıyla, yaklaşık her 1,5 m derinlikte SPT yapılmıştır. SPT'den alınan örnekler, örselenmiş zemin sınıfındadır ve UD numuneleri desteklemek amacıyla zeminlerin indeks özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Çalışma alanında birimler genellikle kil içeriği bakımından zengindir. Yoğunluklu olarak Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik kil, çakıllı kumlu kil, siltli kil, yağsız kil (CL) sınıfı zemin malzemesi bölgeye hâkimdir.1

Çalışma alanındaki hâkim zemin malzemesi plastik bir yapıdadır. Deprem durumunda binalara uygulanacak kesme gerilmesi miktarı bölgenin plastikliğiyle doğru orantılı olacak ve tehlikeli sonuçlar ortaya koyacaktır.

Geçmiş çalışmalarda da bahsedildiği üzere Burdur il merkezinin geçmiş jeolojik devirlerde tatlı su havzası olduğu irdelenmiştir. Tatlı su çökellerinin özellikleri ve Burdur il merkezinden alınan numune sonuçları yüksek oranda örtüşmektedir. Bölge yoğunluk olarak kil, silt ve kum içeriği yüksek birimlerden oluşmaktadır.

Sondaj yerleri burdur merkezini homojen olarak tarayacak şekilde belirlenmeye çalışılmıştır. Eldeki mevcut verilerden bazı mahallelerin genel karakteristik zemin özellikleri hakkında bilgi verebilecek dökümanlar elde edilmiştir (EK3). Bu mahalleler hakkında bilgi vermemiz gerekirse; Bağlar Mahallesi, Karasenir Mahallesi ve Bahçelievler Mahallesi bir bölümünde zeminde kum içeriğinin oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Cıvlaz Deresi Mevkii civarında eski akarsu yatağından taşınan kum malzemesi Bahçelievler Mahallesi Cıvlaz Deresi Mevkiinde bulunan bölümlere kum birikintileri oluşturmuştur. Zeminde kum içeriğinin fazla olması yağışların yoğun olduğu ve zeminin su emdiği şartlarda sınılaşma açısından risk teşkil eder. Yeraltısuyu seviyesinin yükselmesi ve yüzey suyunun zemin malzemesine fazla nüfus etmesi sonucunda zeminde sınılaşma riski oldukça yükselir. Zemin sınılaşmasını engellemek için yapılaşma sırasında temel drenajına önem verilmeli gerekli drenaj hattı oluşturulmalıdır.

Mehmet Akif Ersoy Mahallesi, Tepe Mahallesi, Değirmen Mahallesi ve Köprübaşı Mevkii güney doğusunda kalan Yeni, Cemil, Yenice, Dere mahallelerinde zemin oldukça

sert ve üniform bir yapı göstermektedir. Yer yer Burdur Formasyonu içerisinde bulunan traverten birimlere bölgede rastlanmıştır. Yeraltısuyu seviyesinin oldukça düşük olduğu bölge yapılaşmaya oldukça elverişlidir. Zemin malzemesinin öngörülemeyen şekilde hareket etme veya sıvılaşma olasılığı oldukça düşüktür.

Hızır İlyas ve Menderes Mahallelerinde yeraltısuyu seviyesi oldukça yüksektir. Fakat mahallelerde yapılaşma seviyesi ahır, sera, çiftlik evi ve konteyner benzeri modüler binalardan oluştuğu için yeraltısuyu ve zeminin çeşidi herhangi bir risk teşkil etmemektedir. Yapılaşmanın bu mahallelerde artmadan önce ayrıntılı zemin jeoteknik çalışması yapılması gereklidir.

Emek, Konak, Zafer, Akın, Üçdibek, Çeşmedamı ve Burç Mahallelerinde zemin kil ağırlıklı olup sert olmasına karşın oldukça yüksek plastisite göstermektedir. Burdur il merkezinde en yüksek zemin oturma oranları bu bölgede yer almaktadır. Zemin oturması yapı temellerinin genişliği artırılarak azaltılabilen bir parametredir. Bina temeli yapılırken dikkat edilmesi ve göz önünde bulunurulması gereklidir.

Çalışmamızda imkanların el verdiği derecede geniş kapsamlı arazi çalışması yapılmaya özen gösterilmiştir fakat Burdur il merkezi gibi geniş bir alanda yapılan sondaj sayısı oldukça yetersizdir. Çalışmanın daha belirleyici olabilmesi için sondaj sayısının artırılarak bol miktarda numune alınması ve çalışmanın tekrarlanması çok önemlidir. Burdur ili zemin malzemesinin olası bir deprem durumunda plastik bir özellik göstereceği kaçınılmazdır.

Zemin plastikliğinin fazla olması deprem büyütme katsayısının oldukça fazla olacağı anlamına gelmektedir. Yapılar için büyük sorun teşkil eden bu durumun giderilmesi için bina temellerine özen gösterilmelidir. Deprem büyütme katsayısının bu kadar fazla olduğu şehir merkezinde çok daha ayrıntılı bir çalışma yapılarak Burdur il merkezi 1/1000 ölçekli fay haritasının hazırlanması gerekmektedir.

Burdur il merkezi imar planı zemin litolojisine göre yeniden düzenlenmeli mahalle sınırları değiştirilmelidir. Uygun alanlar ve riskli alanların tespiti yapılmalıdır. Her mahallenin kendine has bina yapı şartları belirlenmelidir. Kum içeriği fazla olan bölgelerde kesinlikle zemin iyileştirilmesi uygulamasına gidilmelidir.

Yapılan çalışmada Burdur ili merkezindeki zemin malzemesinin jeoteknik özelliklerinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Burdur il merkezinde hakim olan zemin sınıfı tespit edilmiştir.



## KAYNAKLAR

- Anonim, 1968. Standart Penetrasyon. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Direktörlüğü,
- Arpat, E., 1971. 12 Mayıs 1971 Burdur Depremi(Ön Rapor). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme Rapor Arşivi, No: 4672, 8s.
- Atalay, İ., 1977. Burdur Havzası ve Çevresinin Jeomorfolojik Gelişimi. Jeomorf Dergisi s.6, s93-110, Ankara
- Avin, Ö., 2011. Balıkesir İli İmar Planındaki Mahallelerin Zemin-Jeoteknik Değerlerinin ARCGİS Programı Kullanılarak Haritalanması. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, s.98.
- Balcıoğlu, E., 2012. Burdur Kent Merkezi Kuzeyindeki Pliyo-Kuvaterner Göl Çökellerinin Mühendislik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, s.127.
- Balkır, G. 1973 Standart Penetrasyon Deneyi Sonuçlarının Zemin Emniyet Gerilmesi Tayininde Kullanılması 37s.,Ankara
- Barka, A. A., and Reilinger, R., 1997, Active tectonics of the Eastern Mediterranean region deduced from GPS, neotectonic and seismicity data, Annale de Geofisica, 40, 587-610.
- Barka, A. A., Reilinger, R., Saroglu, F., Sengör, A. M C., 1995. The Isparta angle: its importance in the neotectonics of the eastern Mediterranean region., IESCA Proceedings, 1, 3–18.
- Barka, A.A., Reilinger, R., Şaroğlu, F., Şengor, A.MC., 1995. The Isparta angle: its importance in the neotectonics of the eastern Mediterranean region., IESCA Proceedings, 1, 3–18.
- Bayhan, E., 1992. Burdur Civarı Üst Kretase-Tersiyer yaşlı simektitlerin dağılımı ve özellikleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Dergisi, 114, 111-118.
- Bowles, J.E., 1979. Physical and Geotechnical Properties of soils, McGraw-Hill Int.
- Bowles, J. E., 1996: Foundation Analysis and Design, 5th ed., The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Bozcu, M, Yağmurlu, F., Şentürk, M, 2007. Fethiye-Burdur Fay Zonunun Bazı Neotektonik ve Paleosismik Özellikleri (Güneybatı Anadolu). Jeoloji Mühendisleri Odası Dergisi, 31, 25-47.
- Cengiz, O., Şener, E., Yağmurlu, F., 2003. Landsat TM görüntüsü ile jeolojik uygulamalar: Burdur çevresinin jeolojik haritasının çıkarılması ve çizgisellik analizi, Süleyman

Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünün 20.Yıl Özel Sayısı, Cilt 7, Sayı 2, 445-453.

- Coduto, D. P., 2001: Foundation Design: Principles and Practise, Prentice-Hall Inc.
- Demirtaş, R., Yılmaz, R., 1996. *Türkiyenin Sismotektoniği*, T.C Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara
- Deprem İzleme Merkezi. İnternet Sitesi: www.koeri.boun.edu.tr. Erişim 01.12.2017
- Erakman, B., Meşhur, M, Gül, MA., Alkan, H., Öztaş, Y., Akpınar, M 1982. Fethiye-Köyceğiz-Tefenni-Elmalı- Kalkan Arasında Kalan Alanın Jeolojisi. Türkiye 6. Petrol Kongresi Tebliğleri, 4-7 Nisan, Ankara, 23-31.
- Erol, O., 1975. *Burdur Havzası Kuvaterner Depoları*. 50. Yılı Yer Bilimleri Kongresi Tebliğler, Ankara.
- Ertunç, A., Karagüzel, R., Yağmurlu, F., Türker, A.E., Keskin, N., Bozcu, M, Yılmaz, K., Şentürk, M, Özçelik, M, Davraz, A., Yalçın, A., Soyarslan, İ., Kaya, MA., Kamacı, Z., Uyanık, O., Balkaya, Ç., Duman, Y., Çimen, Ö., Uzundurukan, S., Karaca, Ö., Şener, E., 2001. Burdur Belediyesi Kent Merkezi ve Yakın Çevresinin Depremselliği ve Yerleşime Uygunluk Açısından İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Sonuç Raporu, (SDÜ AR-GE), 318s.
- Eyidoğan, H., Utku, Z., Güçlü, U., Değirmenci, E., 1991, Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi (1900-1988), İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 198.
- FHWA (2002). *Subsurface Investigations (Geotechnical Site Characterization)* Federal Highway Administration, No: NHI-01-031, U.S. Department of Transportation, U.S.A.
- Foto S.B., 2014. Kentsel Dönüşüm Uygulamalarında Tematik Haritaların Kullanılması: Burdur İli Örneği, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.95.
- Göktaş, F., Çakmakoğlu, A., Tarı, E., Sütçü, Y.F. ve Sarıkaya, H., 1989, Çivril- Çardak arasının jeolojisi. MTA Rapor No: 8701.
- Karaman, E., 1986. Burdur ili ve çevresindeki yerleşim alanlarının depremselliği, Mühendislik jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni. No:8,s.9-20.
- Koçyiğit, A., 1983. Hoyran Gölü (Isparta Büklümü) Dolayının Tektoniği. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni. 26, 1-10 s.
- Koçyiğit, A., 1984. Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim [A new intracontinental tectonic regime in southwest Turkey and its close vicinity], Bulletin of the Geological Society of Turkey 27, 1–16.

- Koçyiğit, A., 2000, Güneybatı Türkiye'nin Depremselliği, Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, 24-27 Mayıs 2000, İzmir, 30-39.
- Kumbasar, V., Kip, F., 1999. Zemin Mekaniği Problemleri, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- MTA, 2014. Türkiye Maden Yatakları Haritası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, [http://www.mta.gov.tr/mta\\_web/myatak.asp](http://www.mta.gov.tr/mta_web/myatak.asp) (18.04.2014).
- Mutlutürk, M, 2011. Kara Havacılık Okul Komutanlığı İskan Tesisleri Zemin Etüt Raporu. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35s.
- Özgen, E.,1970 Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) ve Bu Deney Neticelerinin Değerlendirilmesine Ait Notlar, Türkiye Mühendislik Haberleri
- Özgül, N., 1983. Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. International Symposium on the Geology of the Taurus Belt. O.Tekeli ve MC.Göncüoğlu (eds.), 77-90.
- Özgül, N., Bölükbaşı, S., Alkan, H., ve Öztaş, Y., 1991. Göller bölgesi ve Ispartanın Jeolojisi ve Stratigrafisi. TPAO arama grubu rapor no: 3028, 321 s., Ankara (Yayımlanmamış).
- Pınar, N., Lahn, E., 1952, İzahlı Türkiye Depremler Kataloğu, İmar ve İskan Bakanlığı, 6, 36.
- Poisson, A., Akay, E., Dumont, J.F. ve Uysal, Ş., 1984. The Isparta Angle: A Mesozoic paleorift in the Western Taurides. Geology of the Taurus Belt (eds., Tekeli, O., and Göncüoğlu, MC.). International Symposium 11-26, Ankara/Turkey.
- Sarız, K., 1985. Keçiözü (Isparta) Kükürt Yataklarının Oluşumu ve Yörenin Jeolojisi. Anadolu Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları no:22, 91s.
- Şahin, Ş., 2004. Güneybatı Anadolu'da Gerilme Dağılımı ve Burdur Fayına Olan Etkisi. İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, C. 17 S.1, 1-9s.
- Şenel, M, 1997. 1/100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Isparta Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları, No:13, 18s.
- Şenel, M, Gedik, I., Dalkılıç, H., Serdaroğlu, M, Bilgin, A.Z., Uğuz, M F., Bölükbaşı, A. S., Korucu, M ve Özgül, N. 1996. Isparta Büklümü doğusunda, otokton ve allokon birimlerin stratigrafisi (Batı Toroslar) MTA. Derg., 118, s:111-160.
- Şener, E., Özçelik, M., 2001. Burdur Şehir Merkezinde Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Yerleşime Uygunluk Haritasının Hazırlanması, Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 179-188, İstanbul
- Terzaghi, K., 1943. Theoretical Soil Mechanics. John Wiley&Sons, New York.
- Terzaghi, K., Peck, R.B., 1968. Foundation Design and Construction. Pitman, London.

- Tunoğlu C., Bayhan E., 1996. Burdur Havzası Pliyosen İstifinin Mikropaleantolojik (Ostracod) İncelemesi ve Ortamsal Yorumu. MTA Dergisi, sayı 118. S9-16.
- Türk Standartları Enstitüsü, 2006. İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği Deneyleri 1900-1: Fiziksel Özelliklerin Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, 93s. Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, 2006. İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği Deneyleri 1900-2: Mekanik Özelliklerin Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, 64s. Ankara.
- Ulusay, R., 1994. TMMOB JMO Yayınları. Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, 243., Ankara.
- Ulusay, R., 2010. Uygulamalı Jeoteknik Bilgileri. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No:38, 458s. Ankara.
- URL-1, 2017. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı. <http://depremafad.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 01.12.2017)
- Uzuner, B. A., 2007 Temel Zemin Mekaniği, Yedinci Baskı, Derya Kitabevi, Trabzon
- Van Der Merwe, D.H., 1964. The Prediction of Heave From The Plasticity İndex and Percentage Clay Fraction of Soils. Civil Engineers in South Africa. 6, 103-107
- Yağmurlu, F., Şentürk, M., 2005, Güneybatı Anadolu'nun güncel tektonik yapısı, Türkiye Kuvarterner Sempozyumu, 2-5 Haziran 2005, Süleyman Demirel Üniversitesi, 55-61.
- Yalçınkaya, S., Ergin, A., Afşar, Ö. P., Taner, K., Dalkılıç, H., 1986. Batı Torosların Jeolojisi Raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Derleme Rapor Arşivi, No: 7898 (yayınlanmamış)
- Yılmaztürk, A., Kenar O., 1986. Göller Bölgesinin Depremselliği, Deprem Araştırma Bülteni, s55-82.

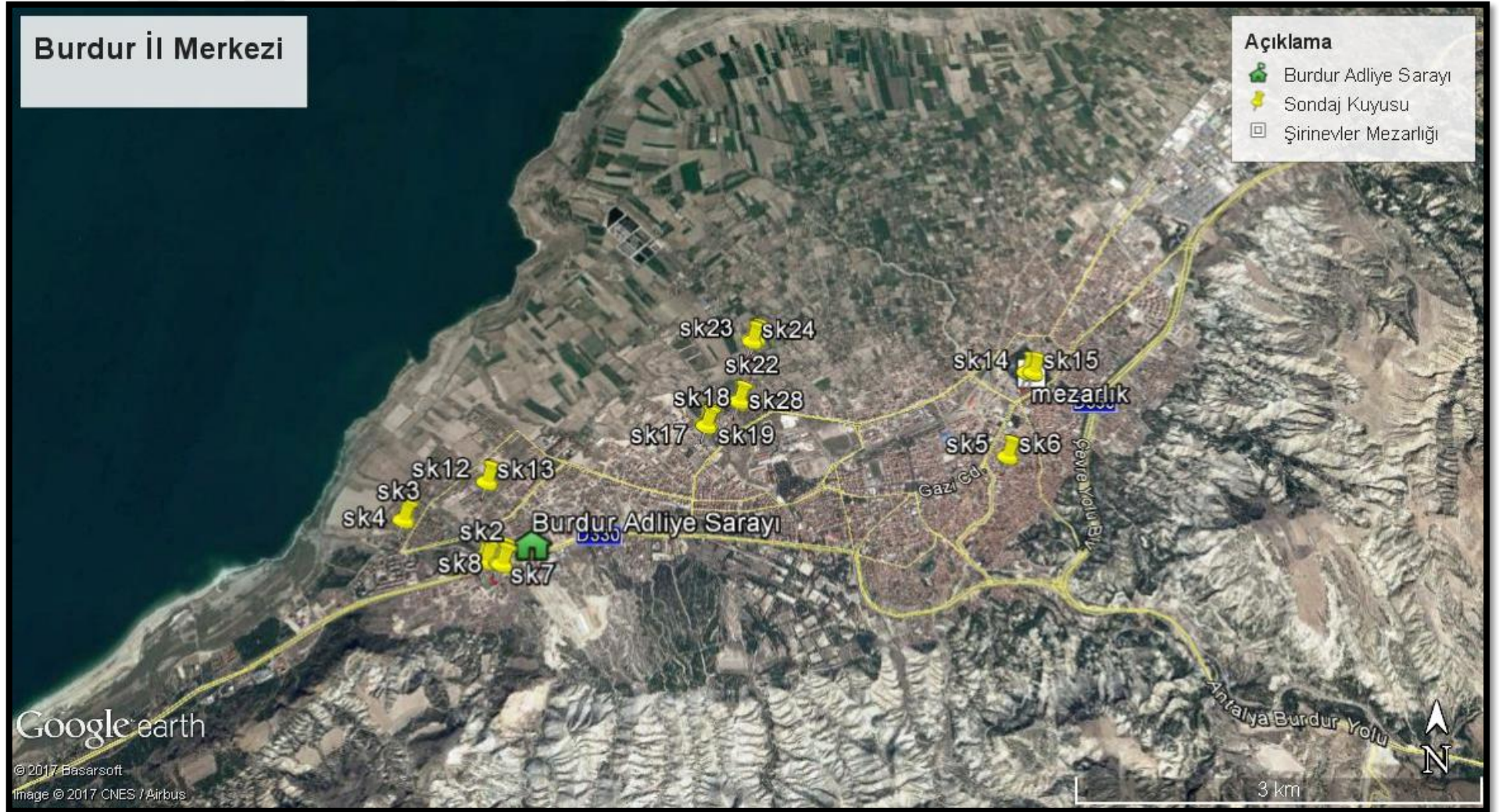
## **EKLER**

Ek 1 : Çalışma Alanı Uydu Görüntüsü ve Sondaj Noktaları.

Ek 2 : Zemin örneklerine ait laboratuvar deney sonuçları



## EK 1: Çalışma Alanı Uydu Görüntüsü ve Sondaj Noktaları.



## EK 2: Zemin Örneklerine Ait Laboratuvar Deney Sonuçları.

KUYU	NUMUNE NO	DERİNLİK (m)	Wn (%)	γn kN/m <sup>3</sup>	KIVAM LİMİTLERİ			DANE BOYU DAĞILIMI			C	φ	ZEMİN SINIFI (USCS)	
					LL (%)	PL (%)	PI (%)	ÇAKIL (%)	KUM (%)	İNCE (%)				
1	1	4.50-5.00	15.42	1.52	NP	NP	NP	0.36	71.21	28.43	0.118	18.87	SM	Kötü derecelenmiş kum-silt karışımları
2	2	4.50-4.95	-	-	NP	NP	NP	0.13	81.7	18.17			SM	Kötü derecelenmiş kum-silt karışımları
3	3	4.50-5.00	21.93	16.43	41.37	20.69	20.68	0.04	11.05	88.91	0.197	13.3	CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killer, çakıllı kumlu killer, siltli killer, yağsız killer
4	4	4.50-4.95	-	-	42.99	22.06	20.93	0.13	11.07	88.8			CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killer, çakıllı kumlu killer, siltli killer, yağsız killer
5	5	4.50-5.00	14.09	20.3	48.1	24.08	24.02	50.16	27.3	22.54	0.116	21	GC	Killi çakıllar, kötü derecelenmiş kum-çakıl, kil karışımları
6	6	4.50-4.95	-	-	48.43	24.14	24.29	50.07	23.77	26.16			GC	Killi çakıllar, kötü derecelenmiş kum-çakıl, kil karışımları
7	7	4.50-5.00	4.6	18	NP	NP	NP	0.02	83.51	16.47	0.045	21.73	SM	Kötü derecelenmiş kum-silt karışımları
8	8	4.50-4.95	-	-	NP	NP	NP	0.04	82.55	17.41			SM	Kötü derecelenmiş kum-silt karışımları
9	9	4.50-4.95	-	-	49.38	25.65	23.73	0.21	10.23	89.55			CL	İnorganik, çakıllı kumlu, siltli, yağsız killer
10	10	4.50-5.00	21.83	17.8	53.17	25.71	27.45	3.2	12.71	84.09	0.181	13.71	CH	Yüksek plastisiteli inorganik, yağlı killer
11	11	4.50-4.95	-	-	53.98	26.51	27.47	2.83	13.28	83.9			CH	Yüksek plastisiteli inorganik, yağlı killer
12	12	4.50-5.00	20.51	18.87	39.7	21.35	18.36	0.44	2.34	97.22	67	5	CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killer, çakıllı kumlu killer, siltli killer, yağsız killer
13	13	4.50-4.95	-	-	39.06	22.54	16.53	0.74	6.55	92.71			CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killer, çakıllı kumlu killer, siltli killer, yağsız killer
14	14	4.50-5.00	22.98	18.78	41.02	19.19	21.83	0.35	9.72	89.93	60	5	CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killer, çakıllı kumlu killer, siltli killer, yağsız killer
15	15	4.50-4.95	-	-	28.31	17.16	11.14	9.03	38.08	52.89			CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killer, çakıllı kumlu killer, siltli killer, yağsız killer
16	16	4.50-5.00	18,84	18,07	?	?	?	1,18	9,04	89,78	63	5	?	?
17	17	4.50-4.95	-	-	NP	NP	NP	1,89	93,87	4,24			SP	Kötü derecelenmiş kumlar ve çakıllı kumlar, ince taneleri az veya hiç olmayan malzemeler
18	18	4.50-4.95	-	-	NP	NP	NP	3,09	87,60	9,31			SW-SM	Kötü derecelenmiş kumlar ve çakıllı kumlar, ince taneleri az veya hiç olmayan malzemeler

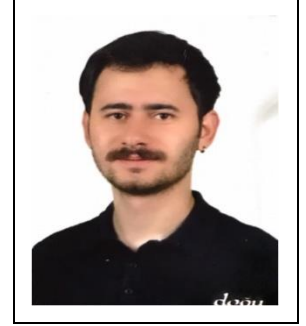
**EK 2: Zemin Örneklerine Ait Laboratuvar Deney Sonuçları (devamı).**

19	19	4.50-4.95	-	-	22,77	12,50	10,27	0	39,81	60,19			CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killler, çakıllı kumlu killler, siltli killler, yağsız killler
20	20	4.50-4.95	-	-	51,64	20,89	30,75	0,27	5,03	94,70			CH	Yüksek plastisiteli inorganik, yağlı killler
21	21	4.50-5.00	11,18	17,20	74,13	22,36	24,76	0,04	14,94	85,02	0.201	13.12	CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killler, çakıllı kumlu killler, siltli killler, yağsız killler
22	22	4.50-4.95	-	-	49,33	24,24	25,09	0	9,68	90,32			CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killler, çakıllı kumlu killler, siltli killler, yağsız killler
23	23	4.50-5.00	28,03	17,9	48,08	24,13	23,96	0	7,78	82,22	0.22	12.12	CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killler, çakıllı kumlu killler, siltli killler, yağsız killler
24	24	4.50-4.95	-	-	48,39	24,97	23,42	0	4,14	95,86			CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killler, çakıllı kumlu killler, siltli killler, yağsız killler
25	25	4.50-5.00	20,35	17,5	49,57	25,34	24,23	9,06	1,76	89,18	0.199	13	CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killler, çakıllı kumlu killler, siltli killler, yağsız killler
26	26	4.50-4.95	-	-	49,57	24,92	24,23	6,60	2,99	90,41			CL	Alçaktan orta dereceye doğru plastisitede inorganik killler, çakıllı kumlu killler, siltli killler, yağsız killler
27	27	4.50-5.00	7,35	18,71	NP	NP	NP	0,14	40,66	58,20	4	23	ML	İnorganik silt ve çok ince kumlar, taş unu, az plastik siltli veya killi ince kumlar
28	28	4.50-4.95	-	-	NP	NP	NP	5,27	60,99	33,74			SM	Kötü derecelenmiş kum-silt karışımları



## ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Servet CEVNI  
Doğum Yeri ve Yılı : Yeşilova - 1988  
Yabancı Dil : İngilizce



<u>Eğitim Durumu</u>	<u>Yıl</u>
Lise : Acıpayam Anadolu Lisesi	2002-2006
Lisans : Karadeniz Teknik Üniversitesi	2006-2014
Yüksek Lisans : Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi (devam ediyor)	2015-

<u>Çalıştığı Kurum / Kurumlar</u>	<u>Yıl</u>
1- Marca Mermer	2014
2- Legomar Marble	2015
3- Marçalı Mühendislik	2016

Yayımları (SCI ve diğer makaleler)

- 1-
- 2-