

**MERSİN İLİ İÇİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI
MİKROBÖLGELEME ÇALIŞMASI**

DOKTORA TEZİ

SERKAN EKİNGEN

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

**MERSİN
MART - 2019**

**MERSİN İLİ İÇİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI
MİKROBÖLGELEME ÇALIŞMASI**

DOKTORA TEZİ

SERKAN EKİNGEN

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**






**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**Danışman
Prof.Dr. Selim İNAN**

**MERSİN
MART - 2019**

ONAY

Serkan EKİNGEN tarafından Prof. Dr. Selim İNAN danışmanlığında hazırlanan "Mersin İli İçin Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Mikrobölgeleme Çalışması" başlıklı çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından MART 2019 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda oy birliği/çokluğu ile Doktora olarak kabul edilmiştir.

Görevi	Ünvanı, Adı ve Soyadı	İmza
Başkan	Prof. Dr. Selim İNAN	
Üye	Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ	
Üye	Prof. Dr. Erol ÖZER	
Üye	Prof. Dr. Sedat TÜRKMEN	
Üye	Doç. Dr. Kıvanç ZORLU ARAS	

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 26./04/2019 tarih ve 2019.18./460 sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Cahit BİLİM
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir

ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
 - Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
 - Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
 - Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi
- beyan ederim.

ETHICAL DECLARATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written informations and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

Şubat 2019


Serkan EKİNGEN

ÖZET

MERSİN İLİ İÇİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI MİKROBÖLGELEME ÇALIŞMASI

Bu çalışmada Mersin Büyükşehir belediyesine bağlı Akdeniz, Mezitli, Toroslar ve Yenişehir belediyesi sınırları içerisinde olası deprem hasarlarının azaltılması ve düzenli arazi kullanımının sağlanması amacıyla jeolojik ve jeoteknik yöntemler kullanılarak mikrobölgeleme çalışması yapılmıştır.

İnceleme alanındaki birimler genel olarak kıyıya paralel şekilde ve doğu-batı uzanımında yayılım gösterirler. Bu alandaki en yaşlı birim, yüksek ve düşük plastisiteli kil ve sitlerle temsil edilen Tersiyer yaşlı Kuzgun formasyonu oluşturmaktadır. Bu birim üzerinde; Alt Pleyistosen yaşlı ve birbirleriyle yanal geçiş gösteren alüvyon yelpazesi çökelleri, fan delta çökelleri ve kıyı çökelleri yer almaktadır. Çalışma alanının kuzey bölümünde topografyaya uyumlu ve kıyıya paralel olarak uzanan Siciliyen yaşlı kalış birimleri yer alır. İnceleme alanındaki en genç birimler ise gevşek, tutturulmamış zemin özelliğindeki Üst Pleyistosen-Güncel yaşlı alüvyonal çökellerdir.

Araştırmabölgesinde gerçekleştirilmiş 495 adet zemin sondajı ve 281 adet araştırma çukuruna ait laboratuvar verileri, oluşturulan bir veritabanına gerçek koordinatlarıyla eklenmiştir. ArcMap programı ile veritabanındaki veriler kullanılarak, çalışma alanında farklı derinlikler ait SPT-N (Standart Penetrasyon Testi), yer altı su seviyesi ve taşıma gücü (Qemin.) dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Zemin taşıma gücü değerleri; yeraltı su seviyesi ve zemin tipi açısından ilişkisi olup, genel olarak doğudan batıya doğru arttığı görülmektedir. Akdeniz ilçesinin doğu kesimlerinin taşıma gücü olarak en zayıf zeminlerinden oluştuğu ve su seviyesinin yüzeye çok yakın olduğu belirlenmiştir. Kayma dalgası hızlarının Kalış ve Kuzgun formasyonlarında daha yüksek değerlere ulaştığı mikrobölgeleme çalışması sonucunda görülmüştür

Anahtar Kelimeler:Mersin, Jeoteknik Modelleme, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Mirobölgeleme

Danışman: Prof.Dr. Selim İNAN, Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mersin

ABSTRACT

AMICROZONATIONSTUDYBASEDONGEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMSforMERSIN

This Microzonation study has been performed by facilitating geological and geotechnical studies to provide a baseline for land use planning and to mitigate possible earthquake damages in Akdeniz, Mezitli, Toroslar and Yenisehir municipalities which are within the boundaries of Mersin Metropolitan area.

Units in the study area generally lie along east to west direction, parallel to the coastline. The oldest unit in the area is the Tersier aged Kuzgun formation which composed of high and lowplasticityclaysandsilts. This unit is overlaid by Lower Pleistocene aged alluvial fan deposits, fan delta deposits and coastal sediments that are laterally agedcalicheunits which are formed in sedimentaryrockandloosesoilenvironments. The youngest units in the area are the loose and unconsolidated soils of Upper Pleistocene-present aged units.

This study is based on laboratory test data gathered from 495 soil borings and 281 test pits that were linked to a database with coordinates. By using ArcMap software and the database, maps of soil bearing capacity, Standart Penetration Test blow count (SPT-N) and ground water level of the study area are generated.

It is generally observed that the soil bearing capacities are directly linked with soil types and groundwater levels which seem to improve towards the west of the study area. This microzonation study has demonstrated that while the soil bearing capacities were lower at the east of Akdeniz municipality where ground water levels are high, the shear wave velocities found to be increasing in Caliche and Kuzgun formations.

KeyWords:Mersin, GeotechnicalModeling, GeographicInformationSystems, Microzonation

Advisor: Prof. Dr. Selim İNAN, Department of Geology, University of Mersin, Mersin

TEŞEKKÜR

Akademik hayatım boyunca beni sürekli destekleyen, ilgi, bilgi ve desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Selim İNAN'a,

Tez çalışması aşamasında değerli katkılarını gördüğüm Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine,

Şube arşivini kullanımına açan Jeoloji Mühendisleri Odası Mersin Şube Başkanı Erkan DEMİR'e,

Zemin çalışmalarını benimle paylaşan özel sektör ve kamu kurumlarına,

Bu çalışmama maddi destek veren Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri birimine,

Sabırlarından dolayı aileme,

Babam Prof. Dr. Gürkan EKİNGEN' e

Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	ii
ETİK BEYAN	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER	xii
<hr/>	
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	9
2.1. BÖLGENİN JEOLojİK ÖZELLİKLERİNE YÖNELİK ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
2.2. JEOTEKNİK VE ARAZİ KULLANIM ÇALIŞMALARİ	11
2.3. DEPREMSELLİK VE SİSMİK RİSK ÇALIŞMALARİ	13
2.4. HİDROJEOLojİ ÇALIŞMALARİ	14
2.5. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ VE BÖLGELENDİRME ÇALIŞMALARİ	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. MATERYAL	16
3.2. METOD	16
3.2.1. LİTERATÜR İNCELEMELERİ	16
3.2.2. TOPOĞRAFİK HARİTALARIN TEMİNİ	19
3.2.3. JEOTEKNİK VERİLERİN TEMİNİ	19
3.2.4. SAHA ÇALIŞMALARİ	20
3.2.5. LABORATUVAR ÇALIŞMALARİ	20
3.2.6. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ ÇALIŞMALARİ (CBS)	21
3.2.7. ELDE EDİLEN VERİLERLE İLGİLİ ANALİZLERİN YAPILMASI	23
3.2.7.1. SPT ve YASS Dağılım Haritalarının Oluşturulması	23
3.2.7.2. Zemin Taşıma Gücü Analizleri	23
3.2.7.3. Kayma Dalgası Hızı (Vs) Analizleri	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1. BÖLGESEL JEOLojİ	25
4.2. STRATİGRAFİ	26
4.2.1. DEMİRKAZIK FORMASYONU (TRJKD)	27
4.2.2. YAVCA FORMASYONU (KY)	27
4.2.3. OFİYOLİTİK MELANJ (MOM)	27
4.2.4. GİLDİRLİ FORMASYONU (TGi)	27
4.2.5. KARAIŞALI FORMASYONU (TKA)	29
4.2.6. GÜVENÇ FORMASYONU (TGÜ)	30
4.2.7. KUZGUN FORMASYONU (TKU)	30
4.2.8. KUVATERNER BİRİMLERİ	30
4.2.8.1. Yüksek seki konglomeraları	31
4.2.8.2. Kıyı çökelleri	31
4.2.8.3. Kalış	32
4.2.8.4. İdeal Kalış Profili	32
4.2.8.5. Akarsu seki konglomeraları	34
4.2.8.6. Delta çökelleri	34
4.2.8.7. Kumullar	34
4.3. BİRİMLERİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ	35

4.3.1. ZEMİNLERİN TEMEL FİZİKSEL ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ İÇİN YAPILAN DENEYLER	35
4.3.1.1. Doğal su içeriğinin belirlenmesi deneyi	35
4.3.1.2. Tane birim hacim ağırlığının belirlenmesi deneyi	35
4.3.1.3. Plastik limitin belirlenmesi deneyi	36
4.3.1.4. Likit Limitin Belirlenmesi	37
4.3.1.5. Elek analizi deneyi	38
4.3.2. KUZGUN FORMASYONUNUN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ	40
4.3.3. KALIŞ ÇÖKELLERİNİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ	42
4.3.3.1. Kalışların dayanım özellikleri	45
4.4. SAHA ÇALIŞMALARI	51
4.4.1. ARAŞTIRMA ÇUKURU ÇALIŞMALARI	51
4.4.2. SONDAJ ÇALIŞMALARI	54
<i>SD-1 Sondajı (50. Yıl Mahallesi/Yenişehir)</i>	54
<i>SD-2 Sondajı (Menderes Mahallesi/Mezitli)</i>	58
<i>SD-3 Sondajı (Zeki Ayan Mahallesi/Toroslar)</i>	61
<i>SD-4 Sondajı (Nusratiye Mahallesi/Akdeniz)</i>	64
<i>SD-5 Sondajı (Çiftlikköy Mahallesi/Yenişehir)</i>	67
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	70

KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	212

EKLER

1. ARAŞTIRMA ÇUKURU RAPORLARI
2. MAHALLE SINIR HARİTASI
3. ÇALIŞMA ALANI JEOLJİ HARİTASI
4. YERALTI SU SEVİYESİ HARİTASI
5. STANDARTPENETRASYON TESTİ (3m.) HARİTASI
6. STANDARTPENETRASYON TESTİ (4m.) HARİTASI
7. STANDARTPENETRASYON TESTİ (5m.) HARİTASI
8. STANDARTPENETRASYON TESTİ (6m.) HARİTASI
9. STANDARTPENETRASYON TESTİ (7m.) HARİTASI
10. STANDARTPENETRASYON TESTİ (8m.) HARİTASI
11. STANDARTPENETRASYON TESTİ (9m.) HARİTASI
12. KAYMA DALGASI HIZ DAĞILIM HARİTASI
13. ÇALIŞMA ALANI TAŞIMA GÜCÜ HARİTASI
14. ARAŞTIRMA ÇUKURU LOKASYONLARI HARİTASI
15. SONDAJ KUYUSU LOKASYONLARI HARİTASI

TABLULAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1.1. Aletsel dönem içerisinde Türkiye’de meydana gelen hasar yaratıcı depremler	2
Tablo 1.2. Mersin ve yakın bölgesinin etkilendiği tarihsel depremler	4
Tablo 1.3. Zemin büyütmesine örnek: 27.06.1998 Ceyhan-Adana depremi kayıtları	6
Tablo 1.4. 27.06.1998 Ceyhan (Adana) depremi kayıtlarında zemin büyütmesi etkisi	6
Tablo 1.5. Mersin merkeze bağlı ilçeler ve bunlara bağlı çalışılan mahalleler	8
Tablo 3.1. Zemin örnekleri üzerine yapılan temel zemin deneyleri	19
Tablo 3.2. Jeoteknik verilerin belediyelere göre dağılımı	22
Tablo 3.3. DBYBHY (2006)’de Zemin Grupları	24
Tablo 4.1. Kuzgun Formasyonu Killerinin Kıvam Limitleri	41
Tablo 4.2. Kalış örneklerine ait temel fiziksel özellikler	42
Tablo 4.3. Kalış örneklerine ait temel fiziksel özellikler deney sonuçları	43
Tablo 4.4. Kalış örneklerine ait tek eksenli sıkışma deney sonuçları	46
Tablo 4.5. Kalış karbonat kabuk gruplarına ait Schmidt Çekici Değerleri	49
Tablo 4.6. SD-1 Sondajı SPT sonuçları ve zemin değerlendirmesi sonuçları	55
Tablo 4.7. SD-1 Sondajı Elek analizi deney sonuçları	55
Tablo 4.8. SD-1 Sondajı su içeriği ve kıvam limitleri deney sonuçları	55
Tablo 4.9. SD-2 Sondajı SPT ve zemin değerlendirmesi sonuçları	59
Tablo 4.10. SD-2 Sondajı Elek analizi deney sonuçları	59
Tablo 4.11. SD-2 Sondajı su içeriği ve kıvam limitleri deney sonuçları	59
Tablo 4.12. SD-3 Sondajı SPT ve zemin değerlendirmesi sonuçları	62
Tablo 4.13. SD-3 Sondajı Elek analizi deney sonuçları	62
Tablo 4.14. SD-3 Sondajı su içeriği ve kıvam limitleri deney sonuçları	62
Tablo 4.15. SD-4 Sondajı SPT ve zemin değerlendirmesi sonuçları	65
Tablo 4.16. SD-4 Sondajı Elek analizi deney sonuçları	65
Tablo 4.17. SD-4 Sondajı su içeriği ve kıvam limitleri deney sonuçları	65
Tablo 4.18. SD-5 Sondajı SPT ve zemin değerlendirmesi sonuçları	68
Tablo 4.19. SD-5 Sondajı Elek analizi deney sonuçları	68
Tablo 4.20. SD-5 Sondajı su içeriği ve kıvam limitleri deney sonuçları	68

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Türkiye'nin aktif fayları ve çalışma alanı ile ilişkisi	1
Şekil 1.2. İnceleme alanı yer bulduru haritası	7
Şekil 3.1. Çalışma alanının 3 boyutlu sayısal modellemesi	17
Şekil 3.2. Koordinat dönüşümü yapılmış sokak haritası detayı örneği	18
Şekil 4.1. Çalışma alanında formasyonların birbirleri ile ilişkisini gösteren şematik kesit	26
Şekil 4.2. Mersin il merkezi ve yakın civarına ait stratigrafik kesit	28
Şekil 4.3. Kale T. (Namrun Kalesi) kuzey kesiminde görülen Alt-Orta Miyosen yaşlı yumrulu Karaisalı kireçtaşları (Tka)	29
Şekil 4.4. Adana ve Mersin çevresinde Kuvaterner birimlerinin gelişimini gösteren blok diyagram ve enine kesit	30
Şekil 4.5. Kuvaternerde jeolojik ve morfolojik birimleri ilişkisi	31
Şekil 4.6. İdeal kalış profili	33
Şekil 4.7. Kalış Profili Me. Ü. Çiftlikköy yerleşkesi Tıp Fakültesi inşaatı güney kesiminde bulunan yol yarması	34
Şekil 4.8. Tane birim hacim ağırlığının belirlenmesi için kullanılan piknometre	36
Şekil 4.9. Plastik limitin belirlenmesi deneyi uygulama çalışması	37
Şekil 4.10. Likit Limitin Belirlenmesi Deneyi	38
Şekil 4.11. Elek analizi deneyinin yapılması	39
Şekil 4.12. Tersiyer yaşlı Kuzgun formasyonu ile Kuvaterner Kalış biriminin dokanağı	40
Şekil 4.13. Kuzgun formasyonunun yakın görünümü	40
Şekil 4.14. Karbonat kabuktan alınan kalış numunelerinden karotiyerle örnek çıkarılması çalışması	48
Şekil 4.15. Karbonat kabuktan çıkartılan silindirik kalış numuneleri	48
Şekil 4.16. Kalış karot örneklerinin deney için hazırlanması	48
Şekil 4.17. Schmidt sertliği ve tek eksenli sıkışma dayanımı arasındaki ilişki grafiği	50
Şekil 4.18. Shelby tüpü ile örselenmemiş örnek alma çalışması	51
Şekil 4.19. Araştırma Çukuru veri tabanı	52
Şekil 4.20. Araştırma çukuru çalışma alanlarının dağılım haritası	53
Şekil 4.21. Sondaj kuyuları dağılım haritası	54
Şekil 4.22. SD-1 Sondaj çalışması genel görünüm (50. Yıl Mahallesi, Yenişehir)	56
Şekil 4.23. SD-1 Sondajından alınan SPT örnekleri	56
Şekil 4.24. SD-1 Sondaj logu	57
Şekil 4.25. SD-2 Sondaj çalışması (Menderes Mahallesi, Mezitli)	58
Şekil 4.26. SD-2 Sondaj logu	60
Şekil 4.27. SD-3 Sondaj çalışması (Zeki Ayan Mahallesi, Toroslar)	61
Şekil 4.28. SD-3 Sondajından alınan SPT örnekleri	61
Şekil 4.29. SD-3 Sondaj logu	63
Şekil 4.30. SD-4 Sondaj çalışması (Nusratiye Mahallesi, Akdeniz)	64
Şekil 4.31. SD-4 Sondajından alınan SPT örnekleri	64
Şekil 4.32. SD-4 Sondaj logu	66
Şekil 4.33. SD-5 Sondaj çalışması (Çiftlikköy Mahallesi, Yenişehir)	67
Şekil 4.34. SD-5 Sondajından alınan SPT örnekleri	67
Şekil 4.35. SD-5 Sondaj logu	69

KISALTMALAR VE SİMGELER

KAFS	:	Kuzey Anadolu Fay Sistemi
DATFS	:	Doğu Anadolu Transform Fay Sistemi
ODTFS	:	Ölüdeniz Transform Fay Sistemi
CBS	:	Coğrafi Bilgi Sistemleri
SPT	:	Standart Penetrasyon Testi
CPT	:	Koni Penetrasyon Testi
K.A.F.	:	Kuzey Anadolu Fayı
DAF	:	Doğu Anadolu Fayı
YASS	:	Yeraltı Su Seviyesi
γ_n	:	Doğal Birim Hacim Ağırlığı
%w	:	Su muhtevası
LL, wL	:	Likit limit
PL, wP	:	Plastik limit
PI, Ip	:	Plastisite indisi
γ_s, G_s	:	Tane birim hacim ağırlığı
Io	:	Depremin maksimum şiddeti
kN	:	Kilo Newton
AÇ	:	Araştırma çukuru
G	:	Çakıl
S	:	Kum
M	:	Silt
C	:	Kil
D ₁₀	:	Efektif çap
Cu	:	Uniformluluk sayısı
Cc	:	Derecelenme sayısı, eğrilik katsayısı
GW	:	İyi derecelenmiş çakıllar, kumlu çakıllar
GP	:	Kötü derecelenmiş çakıllar, kumlu çakıllar
GM	:	Siltli çakıllar, killi kumlu çakıllar
GC	:	Killi çakıllar, killi kumlu çakıllar
SW	:	İyi derecelenmiş kumlar, çakıllı kumlar
SP	:	Kötü derecelenmiş kumlar, çakıllı kumlar
SM	:	Siltli kumlar
SC	:	Killi kumlar
ML	:	Düşük plastisiteli inorganik siltler
CL	:	Düşük plastisiteli inorganik killer
OL	:	Düşük plastisiteli organik siltler ve organik siltli killer
MH	:	Yüksek plastisiteli inorganik siltler
CH	:	Yüksek plastisiteli inorganik killer
OH	:	Yüksek plastisiteli organik killer

1. GİRİŞ

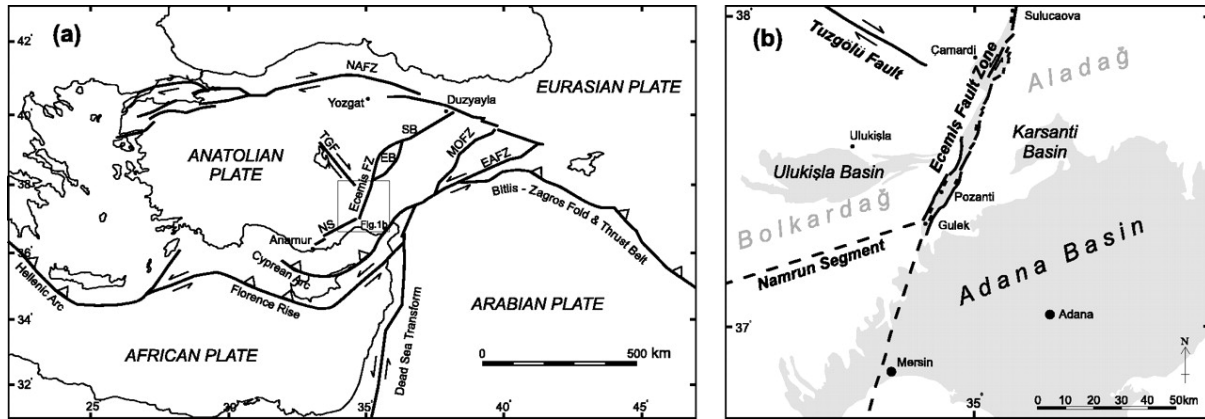
Mikrobölgeleme; çalışma alanına ait jeolojik, jeoteknik ve jeofizik verilerin kullanılması sonucunda oluşturulan detaylı haritalama çalışmalarıdır. Bu çalışmalar genellikle mühendislik yapılarının deprem ve zeminden kaynaklı hasarlarının azaltılmasına yönelik alan çalışması niteliğindedir.

Deprem kaynaklı zemin tepkilerinin belirlenmesi için çalışma alanı deprenselliğinin biliniyor olması gereklidir. Buna bağlı olarak bölgesel ölçekteki tektonik hareketler ve bu hareketler sonucunda oluşan ve oluşmakta olan fay sistemlerinin bilinmesi mikrobölgeleme çalışmasının temelini oluşturur.

Küresel ölçekte Türkiye'deki ana tektonik yapılar Avrasya ile Arabistan levhasının kuzey güney yönlü sıkıştırmasına bağlı olarak Anadolu batıya doğru hareket etmekte ve buna bağlı olarak birçok doğrultu atımlı fay sistemleri gelişmektedir. Anadolu levhası batıya doğru hareketini Karlıova'dan başlayıp batıya doğru uzanan iki büyük fay sistemi arasında yapmaktadır.

Türkiye içerisindeki en büyük aktif fay sistemi, Karadeniz dağlarının güneyinden geçerek Yunanistan'a kadar uzanan 1500km. uzunluğundaki sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS).

Karlıova'dan başlayarak Kahramanmaraş'a kadar uzanan Doğu Anadolu transform fay sistemi (DATFS) ise 700 km. uzunluğunda sol yanal doğrultu atımlı bir fay sistemidir. DATFS, Kızıldeniz'den kuzeye doğru uzanıp Hatay ili içerisinde geçen Ölüdeniz transform fay sistemi (ODTFS) ile kesişerek üçlü eklem oluşturarak son bulur [1] (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Türkiye'nin aktif fayları ve çalışma alanı ile ilişkisi

Alp-Himalaya deprem kuşağı olarak da adlandırılan kenet zonunda bulunan Anadolu tarih içerisinde birçok kez şiddetli depremlerle sarsılmıştır. Aletsel dönem içerisinde(1900 sonrası) meydana gelen büyük depremlerin büyüklükleri, koordinatları Tablo 1.1 de verilmiştir[2].

Tablo 1.1. Aletsel dönem içerisinde Türkiye’de meydana gelen hasar yaratıcı depremler

Tarih	Büyük­lük (Ms)	Yer	Ölü	Yaralı	Enlem (N)	Boylam (E)	Derinlik (km)
28.04.1903	6.7	Malazgirt	2626	-	39.10	42.50	-
04.12.1905	6.8	Çemişgezek	-	-	39.00	39.00	30
09.08.1912	7.3	Mürefte	216	466	40.60	27.20	16
13.09.1924	6.9	Pasinler	310	-	39.96	41.94	10
18.03.1926	6.9	Finike	27	-	35.84	29.50	10
22.10.1926	5.7	Kars	355	-	40.94	43.88	10
31.03.1928	7	Torbali	50	-	38.18	27.80	10
18.05.1929	6.1	Suşehri	64	-	40.20	37.90	10
06.05.1930	7.2	Hakkari	2514	-	37.98	44.48	70
04.01.1935	6.7	Erdek	5	30	40.40	27.49	30
01.05.1935	6.2	Digor	200	-	40.09	43.22	60
19.04.1938	6.6	Kırşehir	149	-	39.44	33.79	10
22.09.1939	7.1	Dikili	60	-	39.07	26.94	10
26.12.1939	7.9	Erzincan	32962	-	39.80	39.51	20
20.02.1940	6.7	Develi	37	20	38.40	35.30	30
20.12.1942	7	Erbaa	3000	6300	40.87	36.47	10
20.06.1943	6.6	Hendek	336	-	40.85	30.51	10
26.11.1943	7.2	Tosya	2824	-	41.05	33.72	10
01.02.1944	7.2	Gerede	3959	-	41.41	32.69	10
06.10.1944	7	Edremit	27	-	39.48	26.56	40
31.05.1946	5.7	Varto-Hınıs	839	349	39.29	41.21	60
23.07.1949	7	Karaburun	1	7	38.57	26.29	10
17.08.1949	7	Karlıova	450	-	39.60	40.60	40
13.08.1951	6.9	Kurşunlu	52	208	40.88	32.87	10
18.03.1953	7.4	Gönen	265	336	39.99	27.36	10

07.09.1953	6.4	Kurşunlu	2	-	41.09	33.01	40
16.07.1955	7	Aydın-Söke	23	-	37.65	27.26	40
25.04.1957	7.1	Fethiye	67	-	36.42	28.68	80
26.05.1957	7.1	Bolu-Abant	52	100	40.67	31.00	10
06.10.1964	7	Manyas	23	130	40.30	28.23	24
19.08.1966	6.9	Varto	2394	1489	39.17	41.56	26
22.07.1967	7.2	Adapazarı	89	235	40.67	30.69	33
26.07.1967	6.2	Pülümür	97	268	39.54	40.38	30
03.09.1968	6.5	Amasya	29	231	41.81	32.39	5
28.03.1969	6.6	Alaşehir	41	186	38.55	28.46	4
28.03.1970	7.2	Gediz	1086	1260	39.21	29.51	18
12.05.1971	6.2	Burdur	57	150	37.64	29.72	30
22.05.1971	6.7	Bingöl	878	700	38.85	40.52	3
06.09.1975	6.9	Lice	2385	3339	38.47	40.72	32
24.11.1976	7.2	Çaldıran	3840	497	39.12	44.16	10
30.10.1983	6.8	Erzurum	1155	1142	40.20	42.10	16
07.12.1988	6.9	Kars	4	11	40.96	44.16	5
13.03.1992	6.8	Erzincan	653	3850	39.68	39.56	27
01.10.1995	5.9	Dinar	94	240	38.18	30.02	24
27.06.1998	5.9	Ceyhan	146	94-0	36.85	35.55	23
17.08.1999	7.4	Kocaeli	15000	32000	40.70	29.91	20
12.11.1999	7.2	Düzce	710	2678	40.76	31.14	14
01.05.2003	6.4	Bingöl	176	521	39.01	40.46	10
23.10.2011	7.2	Van	604	2608	38.68	43.47	19
12.06.2017	6.2	İzmir (Ege Denizi)	1	10	38.84	26.26	19.5

Ülkemizde son yüzyıl içerisinde meydana gelen en büyük deprem 1939 tarihli Erzincan depremidir. 7.9 Mg. büyüklüğündeki bu depremde 32.962 kişi hayatını kaybetmiştir. 1999 yılında meydana gelen Kocaeli ve Düzce depremlerinde de 20.000 den fazla can kaybına ve çok büyük maddi hasarlara sebep olmuştur. Bunların dışında 1971 Burdur, 1992 Erzincan, 1998 Adana, 2002 Afyon (Dinar) ve 2003 Bingöl depremleri ise hala hafızalarımızdan silinmemiştir.

Mersin ili ve yakın çevresini etkileyen depremlerin tarihsel kayıtları incelendiğinde hasar yapıcı depremlerin varlığı görülebilmektedir (Tablo 1.2).

Tablo 1.2.Mersin ve yakın bölgesinin etkilendiği tarihsel depremler

Tarih	Enlem	Boylam	Şiddet	Yer
MÖ 69	36°25	36°10	IX	Antakya, Suriye
MÖ 26	37°85	27°85	IX	Baf-Kıbrıs
115	36°25	36°10	IX	Antakya
245	36°25	36°10	X	Antakya
334	36°25	36°10	IX	Antakya,Beyrut,Kıbrıs
458	36°25	36°10	IX	Antakya ve Kuzey Suriye
506	36°25	36°10	IX	Antakya, Samandağ
526	36°25	36°10	IX	Antakya, Samandağ
529	36°25	36°10	IX	Antakya
587	36°25	36°10	IX	Antakya-(60.000 ölü)
859	36°25	36°10	IX	Antakya, Lazkiye
867	36°25	36°10	IX	Antakya
1114	36°50	35°50	IX	Ceyhan, Antakya, Kahramanmaraş (Tsunami)
1268	37°35	35°80	IX	Kozan - Ceyhan-(60 000 ölü)
1822	36°20	36°40	X	Antakya - İskenderun-(20 000 ölü, Tsunami)
1872	36°25	36°10	IX	Antakya - Samandağ (1800 ölü)

Tablo 1.2de görüldüğü gibi tarihsel zaman içinde özellikle Hatay ili sınırları içerisinde çok büyük can ve mal kaybına neden olan depremler gerçekleşmiştir.

Depremler sonucu oluşan hasarların ve buna bağlı olarak meydana gelen can kayıplarının temelinde üç faktör etkilidir.

- Sismik özellikler
- Zeminlerin özellikleri
- İnşaat kalitesi

Yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yer yüzeyini sarsma olayına "DEPREM" denir [3].

Kayaçların kırılması sonucu ortaya çıkan enerjinin miktarı, depremin büyüklüğünü belirler. Depremi oluşturan kırılmanın oluşum mekanizması ve kırılan tabakanın uzunluğuna bağlı olarak değişen büyüklük, magnetüd (Mg.) cinsinden ifade edilir ve nitel bir veridir. Şiddet kavramı ise deprem dalgalarının yüzeydeki etkisini tarif eden nicel bir veri, gözlemdir. Ancak kentleri, köyleri vb. yerleşim yerlerini yıkan ve binlerce insanın ölümüne, maddi ve manevi hasarlara yol açan depremlerin büyüklüğünden çok şiddetlidir.

Depremi yeryüzündeki etkileri olarak da tanımlanabilen şiddet kavramını belirlemede en çok kullanılan Değiştirilmiş Mercalli Şiddet Ölçeğidir. Tamamen gözlemsel değerlere dayanan bu sistemde bacaların yıkılması, mobilyaların hareketi, insanların depremi hissetme şekilleri vb. durumlar kıstas olarak alınır. Dolayısıyla deprem şiddetinin belirlenmesinde üzerinde bulunulan zemin özellikleri ve yapı kalitesi çok önemlidir.

Bir bölgede depremin şiddeti, o bölgede depremin yarattığı ivme ile orantılıdır. Depremi merkezinden uzaklara doğru yayılan deprem enerjisi, geçtiği tabakalar içerisinde genellikle enerjisini kaybederek, sönmülenerek ilerler. Ancak zemin türü, yeraltı su seviyesi, zemin sıklık oranı vb. gibi bölgesel ortam koşullarına bağlı olarak ivme katlanarak artabilir. 27 Haziran 1998 Ceyhan (Adana) depreminde ölçülen ivme kayıtlarındaki en büyük pik yatay yer ivmesi değerleri bu duruma iyi bir örnek teşkil etmektedir [4].

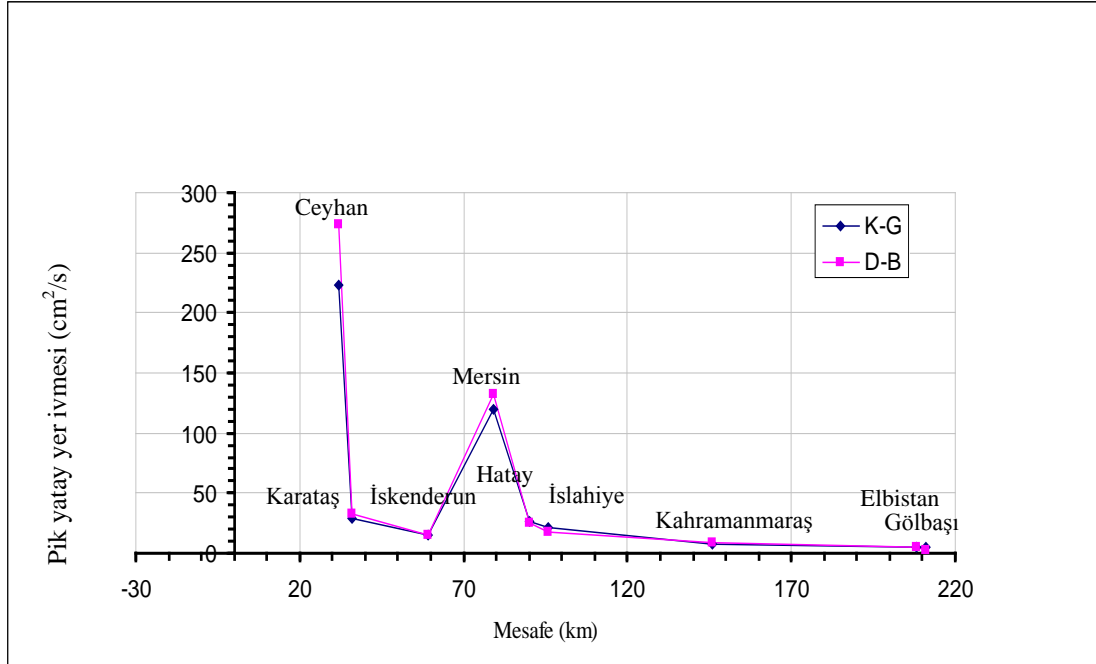
Normal koşullarda depremde açığa çıkan enerjinin mesafeye bağlı olarak sönmülenmesi beklenir. 27 Haziran 1998 Ceyhan depreminde de, deprem dış merkezinden 36 km uzaktaki Karataş ve 59 km. uzaklıktaki İskenderun'da ölçülen pik yatay yer ivmesi değerlerinin birbiriyle orantılı olarak azaldığı görülmektedir. Ancak, 79km. uzaklıktaki Mersin'de pik yatay yer ivmesi değerinin küçük olması beklenirken; Karataş ve İskenderun'da ölçülenden çok daha büyük pik yatay yer ivmesi değeri ölçülmüştür [5](Tablo 1.3). Pik yatay yer ivme değerindeki değişim Tablo 1.4. deki grafikte de açık bir şekilde görülmektedir

Depremler sonucu oluşan yer hareketlerinin etkilerinin en aza indirilmesine yönelik yapılması gereken çalışmaların başında mikrobölgeleme çalışmaları gelmektedir. Mikrobölgeleme, yerel zemin şartlarının etkisini göz önüne alarak depreme dayanıklı tasarım için sismik tehlike tahminlerinin geliştirilmesi prosedürüdür [6]. Mikrobölgeleme deprem hasarlarını azaltmak için düzenli arazi kullanımını amaçlayan bir işlemdir. Arazilerin bir plan içerisinde düzenli olarak kullanılması amacıyla jeolojik, sismolojik (jeofizik) ve jeoteknik faktörleri birleştirerek ekonomik, sosyal ve politik açıdan uyumlu ve kullanılabilir bölgelerin oluşturulmasını konu eder [7]. Ayrıca mikrobölgeleme, depremden sonra oluşabilecek hasarı en aza indirgeyebilecek doğru plan ve politikaların uygulanması için riskli bölgelerin küçük parçalara bölünmesi olarak da tanımlanır [8].

Tablo 1.3.Zemin büyütmesine örnek: 27.06.1998 Ceyhan-Adana depremi kayıtları

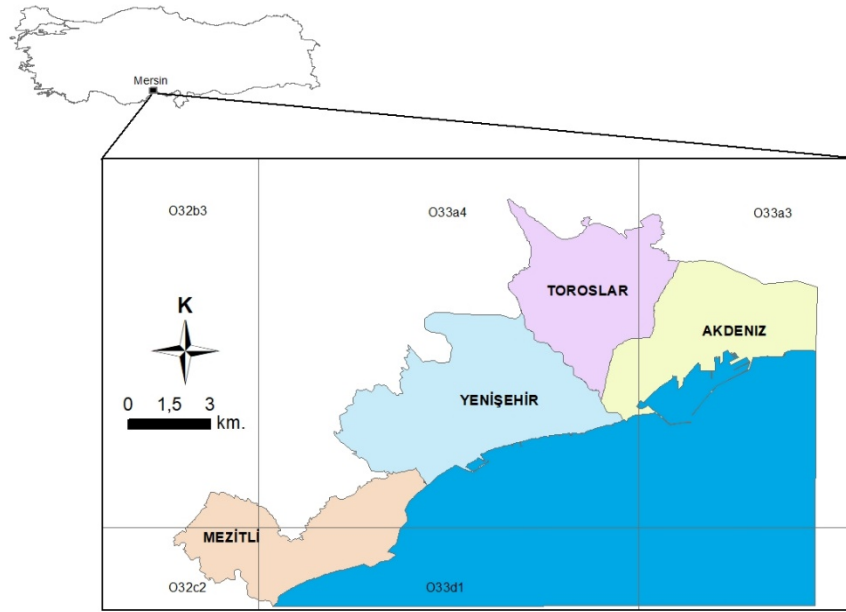
(https://www.afad.gov.tr/)

İstasyon	Tarih	Zaman (GMT)	K-G cm/s ²	D-B cm/s ²	Düşey	Mesafe (km)
Ceyhan	27.06.1998	16:55:53	223,3	273,6	86,5	32
Karataş	27.06.1998	16:55:53	28,5	33,1	19,7	36
İskenderun	27.06.1998	16:55:53	14,8	15,5	11,8	59
Mersin	27.06.1998	16:55:53	119,3	132,1	22,1	79
Hatay	27.06.1998	16:56:11	27,1	25,8	12,4	90
İslâhiye	27.06.1998	16:55:53	21,4	18,2	14,1	96
Kahramanmaraş	27.06.1998	16:56:22	8,0	8,5	4,5	146
Elbistan	27.06.1998	16:56:30	4,7	5,2	2,4	208
Gölbaşı	27.06.1998	16:56:54	4,5	3,0	2,5	211

Tablo 1.4.27.06.1998 Ceyhan (Adana) depremi kayıtlarında zemin büyütmesi etkisi

Tablo 1.3 ve Tablo 1.4de görüldüğü gibi, 1998 Ceyhan depreminde Mersin’de ölçülen pik yatay ivme kaydıyüksek olduğundan şiddetli şekilde hissetmiştir.

Doğu Akdeniz sahilinin önemli bir turizm ve ticaret kenti olan Mersin; 1.814.468 kişilik nüfusu (2018) ve 15853 km² lik alanı ile Türkiye’nin 9. büyük kentidir [9]. Bu mikrobölgeleme çalışmasında Mersin kentinin tamamı değil, Mersin Büyükşehir Belediyesine bağlı Akdeniz, Mezitli, Toroslar ve Yenişehir belediyelerinin bir kısmını kapsamaktadır. Çalışma alanı 1/25.000 lik O33a4, O33d1, O33a3, O32b3, O32c2 paftaları içerisinde bulunmaktadır (Şekil 1.2). Çalışma alanında yer alan mahalle isimleri ve bağlı olduğu belediyeler Tablo 1.5 verilmiştir.



Şekil 1.2. İnceleme alanı yer bulduru haritası

Çalışmanın amacı; saha ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen jeoteknik veriler ile coğrafi bilgi sistemi prensipleri kullanılarak jeoteknik amaçlı mikrobölgeleme çalışması yapmaktır.

Bu amaçla bu bölgede jeoteknik çalışmalar yapan Mersin Üniversitesi Zemin Etüt Laboratuvarı, özel zemin etüt firmaları ve laboratuvarları ve zemin sondajı yapan firmalardan elde edilen jeoteknik veriler bir düzen içerisinde veritabanına kaydedilmiştir.

Bu çalışmalara ek olarak 5 adet 12 şer metrelik sondaj çalışması yapılmış, mevcutta açık olan inşaat temel çukurlarından örnekler alınmış ve bunlara ilişkin laboratuvar çalışmaları yapılmıştır.

Elde edilen veriler veritabanından derlenerek farklı derinliklere ait zemin türü değişimi, SPT-N dağılımı, yer altı su seviyesi değişimi, taşıma gücü dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Tablo 1.5. Mersin merkeze bağlı ilçeler ve bunlara bağlı çalışılan mahalleler

YENİŞEHİR	MEZİTLİ	TOROSLAR	AKDENİZ
Deniz mah.	Merkez mah.	Akbelen mah.	Özgürlük mah.
50. Yıl mah.	Akdeniz mah.	Alsancak mah.	Çankaya mah.
Afetevler mah.	Atatürk mah.	Çağdaşkent mah.	Çay mah.
Akkent	Esenbağlar mah.	Çavuşlu mah.	Çilek mah.
Aydınlıkevler mah.	Yeni mahalle	Çukurova mah.	İhsaniye mah.
Bahçelievler mah.	Fatih mah.	Demirtaş mah.	Üç Ocak mah.
Dumlupınar mah.	Viranşehir mah.	H. Okan Merzeci mah.	Şevket Sümer mah.
Çiftlikköy	Menderes mah.	Halkkent mah.	Bahçe mah.
Gazi mah.	Kuyuluk mah.	Kurdali mah.	Barış mah.
Cumhuriyet mah.		Mevlana mah.	Cami Şerif mah.
Güvenevler mah.		Mithat Toroğlu mah.	Emek mah.
Hürriyet mah.		Mustafa Kemal mah.	Hamidiye mah.
Limonluk mah.		Osmaniye mah.	Kültür mah.
Eğriçam mah.		Portakal mah.	Karaduvar mah.
Menteş mah.		Sağlık mah.	Kiremithane mah.
Fuat Morel mah.		Selçuklar mah.	Müfide İlhan mah.
Kocavilayet mah.		Toroslar mah.	Mahmudiye mah.
		Tozkoparan mah.	Mesudiye mah.
		Turgut Türkalp mah.	Mithatpaşa mah.
		Yusuf Kılıç mah.	Nusratiye mah.
		Zeki Ayan mah.	Siteler mah.
			Turgutreis mah.
			Yeni mah.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

2.1. Bölgenin Jeolojik Özelliklerine Yönelik Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı ve yakın yöresine ait farklı araştırmacılarca gerçekleştirilen çalışmalardan bazıları aşağıda belirtilmiştir.

İlker [10] Adana baseninin kuzeybatısında yer alan formasyonların petrol potansiyellerini araştıran çalışmada Paleozoyik'ten Kuvaternere kadar olan bütün formasyonları incelemiş, ağırlıklı olarak bölgede geniş yüzlekler veren Tersiyer sedimanları üzerinde durmuştur. Çok geniş bir bölgede yaptığı çalışmada Mesozoyik istifinden söz ederken Üst Kretase yaşlı Yavca formasyonu hariç bölgede üç ana karbonat istifinin bulunduğunu belirtmiştir. Mardin grubu kireçtaşlarının kalınlığının 1000-1500 m. arasında olduğunu da belirten yazar; Mesozoyik'in son formasyonu olarak da Üst Kretase'nin Kampaniyen Maastrihtiyen yaşlı Yavca formasyonunun geldiğini belirtmiştir. Bu formasyonun; bordo renkli konglomera, kumtaşı, şeyl araldanması ile başladığını, birimin orta kısımlarında rengi sarımsı gri renge dönüp içersinde kireçtaşının da bulunduğu bir istifin izlediğini, istifin üst kısmında ise pembe-gri, gri ve beyaz renkli çört bantlı kireçtaşları bulunduğunu da belirtmiştir. Yavca formasyonunun üzerine geldiği tüm birimleri diskordans olarak örttüğünü söylemiştir. Alt Miyosen'in; Sebil, Gildirli ve Karaisalı formasyonlarından meydana geldiğini belirten araştırmacı; Gildirli formasyonu için kendine özgü alacalı renkli, daha yaşlı formasyonları diskordansla örten, kalınlığı 2-350 m. arasında olan kiltası-kalkernit arabantlı konglomera, kumtaşı tabakalarından meydana geldiğini belirtmiştir. Araştırmacı; Alt Miyosen'in Burdigaliyen katını temsil eden Karaisalı formasyonu genellikle beyaz, açık gri, gri-bej renkli, sert, orta-sert, yer yer bol algli, mercanlı, gastropodlu, lamelli kavkılı, killi yumrulu, erime boşluklu biyoklastik kireçtaşı istifinden ibaret ve üstüne geldiği Gildirli formasyonu ile uyumlu olduğunu da vurgulamıştır.

Şenol vd. [11] Mersin - Tarsus civarındaki birimleri ayrıntılı olarak çalışmışlardır. Bölgedeki kaya birimlerini, Temel birimler, Tersiyer birimler ve Kuvaterner birimleri olarak üç ana grupta toplamışlardır. Temel birimlerin Permo - Karbonifer yaşlı Karahamzauşağı Formasyonu ve Üst Kretase zamanında bölgeye yerleşen Mersin ofiyolitik melanjından oluştuğuna değinen araştırmacılar, Tersiyer birimlerini Oligosen - Miyosen zamanında akarsu - geçiş ortamı koşullarında çökelmiş

Gildirli Formasyonu, Alt - Orta Miyosen zamanında resif ortamında çökelmiş Karaisalı Formasyonu, Alt - Orta Miyosen zamanında sığ, derin deniz ortamında çökelmiş Güvenç Formasyonu, Orta - Üst Miyosen zamanında sığ deniz ve geçiş ortamlarında çökelmiş Kuzgun Formasyonu ve Üst Miyosen - Pliyosen zamanında sığ deniz, geçiş ve akarsu ortamlarında çökelmiş olan Handere Formasyonu olmak üzere beş formasyona ayırarak incelemişlerdir. Kuvaterner birimlerini, Kalabriyen – Siciliyen ve Terriniyen – Güncel yaşlı birimler olmak üzere iki grup altında toplayan araştırmacılar, Kalabriyen – Siciliyen yaşlı birimler yüksek seki konglomeraları, fan delta çökelleri, kıyı çökelleri ile pedolojik oluşuklardan paleosolik kalış / kolon horizonu, Akdeniz kırmızı toprağı (terra rosa) ve sert kalış olarak tanıtmışlardır. Terriniyenden günümüzarasında oluşan birimleri ise; yamaç molozları, akarsu seki konglomeraları, delta çökelleri, kıyı çökelleri, kumullar ve pedolojik oluşuklardan kahverengi topraklar, grimsi kahverengi topraklar ve alüvyal topraklar olarak iki bölüme ayırmışlardır.

Yetiş vd.[12]“Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Jeoloji Etüdü” konulu çalışmalarında temelde Paleozoyik yaşlı Yerköprü ve Karahamzauşağı formasyonlarının yer aldığını saptamışlardır. Triyas-Kretase yaşlı Demirkazık Kireçtaşı ile havzanın düşey salınımlarla derinleştiği kesimlerde Üst Kretase yaşlı Yavça formasyonun çökeldiğini belirten araştırmacılar, allokton özellikte Kızıldağ Melanjı ile Faraşa Ofiyolitlerinin bölgeye Maastrichtiyende yerleştiğini belirlemişlerdir. Senozoyik’te ise düzensiz bir paleotopoğrafya oluşturan Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı litostratigrafi birimlerinin basen teşkil ettiği alanlarda Tersiyer birimlerinin çökeldiği açıklanmıştır. Kısa mesafelerde yanal ve düşey geçişler gösteren Tersiyer birimlerinin, tabandan itibaren Gildirli formasyonu, Karsantı formasyonu, Kaplankaya formasyonu, resifal karakterde Karaisalı Kireçtaşı, Güvenç, Cingöz, Kuzgun, Handere formasyonları ve Gökkuşu Alçıtaşı üyesinden oluştuğunu belirleyen araştırmacılar bölgenin jeolojik evrimine de değinmişlerdir.

Ekingen [13] Mersinin kuzey kesiminde yer alan Çamlıyayla ilçesi ve civarının tektonostratigrafik özelliklerini belirlemek amaçlı çalışmasında sekiz farklı kaya stratigrafi birimi ayırt etmiştir. Bunlar sırasıyla Orta Triyas-Kretase yaşlı Demirkazık formasyonu, Santoniyen-Maastrichtiyen yaşlı Yavca formasyonu, Maastrichtiyen yaşlı Fındıkpınarı karışığı, Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Gildirli formasyonu, Alt – Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya formasyonu ve bu formasyonla yanal ve düşey geçişli olan Alt-Orta Miyosen yaşlı Karaisalı kireçtaşlarıdır. Araştırmacı ilk kez Namrun fay seti olarak tanımladığı fayların yapısal özelliklerinin Ecemiş ve Cevizlik faylarının devamı niteliğinde olduğunu vurgulamıştır.

2.2. Jeoteknik ve Arazi Kullanım Çalışmaları

Bu bölümde öncelikle Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde yapılan jeoteknik tabanlı bölgeleme ve jeoteknik modelleme çalışmaları ile ilgili yapılan çalışmaların bir özeti sunulacaktır.

Ansal vd. [14] "Adapazarı ve Gölcük İçin Mikrobölgeleme Çalışmaları" isimli çalışmasında deprem tehlikesinin ve sismik mikrobölgeleme için gerekli deprem özelliklerinin belirlenmesini, sondaj ve arazi deneylerinin değerlendirilmesini, mikrotremor çalışmalarının yorumlanmasını, sıvılaşma olasılığı ve yamaç kayması tehlikesinin hesaplanmasını, 1999 Kocaeli depreminde meydana gelen yapısal hasarların değerlendirilmesini yapmış ve bütün verilerin bir coğrafi bilgi sistemi yardımıyla sayısal hale dönüştürmüştür. Elde edilen sayısal verilerle mikrobölgeleme haritalarının çıkartılmasını gerçekleştirmiştir.

Topal vd. [15] Bursa Yenişehir bölgesinde 10 km² lik bir alan içinde detaylı jeoloji, hidrojeoloji ve jeoteknik çalışma yapmışlardır. Aynı zamanda 1. derece deprem bölgesinde yer alan Yenişehir bölgesi içerisinde muayene çukuru, sondaj, arazi ve laboratuvar deney çalışmaları gerçekleştiren araştırmacılar, sondaj logları, zemin indeks özellikleri, Standart Penetrasyon Testi sonuçları ve yeraltı su seviyesi ölçüm değerlerini kullanarak, sıvılaşma üzerine çalışmalar yapmışlardır. Çalışma sonucunda bölgeyi jeoteknik açıdan kuzey ve güney olarak iki bölgeye ayıran araştırmacılar, güney kesimlerde yüksek sıvılaşma riskine dikkat çekmişlerdir.

Çobanoğlu [16], "Adana İli Yakın Çevresinin Jeoteknik Koşullarının Statik ve Sismik Durumlar İçin coğrafi Bilgi Sistemleri İle Değerlendirilmesi" isimli çalışmasında Adana ili yerleşim alanında dört farklı birim ayırt etmiştir. Genellikle Handere Formasyonuna ait taraça, kalış ve alüvyonlardan oluşan birimlerin geoteknik, hidrojeolojik ve jeofizik açıdan değerlendirilmesini amaçlayan bu çalışmada 111 adet araştırma çukuru, 129 adet sondajlı zemin etüt, 17 adet jeofizik sismik etüt, 16 adet rezistivite ölçüm, 96 adet yeraltı su seviyesi ölçüm ve 44 adet yer altı suyu kimyasal analiz verisini kullanmıştır. 1992 ve 2002 yıllarına ait Landsat sayısal uydu görüntülerini de kullanarak kentsel gelişim yönünü belirleyen araştırmacı elindeki verilerle SPT-N, eş rezistivite haritası, pik zemin ivmesi haritası, eş zemin büyütmesi haritası, zemin hakim titreşim periyodu haritası gibi bir çok sayısal haritayı ArcMap programını kullanarak elde etmiştir.

Yağcı [17] "Mikrobölgeleme Metodolojileri ve Balıkesir İçin Bir Uygulama" isimli doktora çalışmasında; Balıkesir yerleşim alanı sınırlarındaki farklı kaynaklı

jeolojik veriler derlenmiş ve mevcut düşey elektrik sondajları ile düzenlenen kesitlerde, rezistivitenin derinlikle değişimi jeolojik veri ile birlikte yorumlamaya çalışmıştır. Araştırmacı, farklı kaynaklı geoteknik verilerin birleştirilmesine dayalı olarak ortaya çıkan yaklaşımlar doğrultusunda, inceleme alanlarındaki zemin grupları ve dinamik davranış modelleri tanımlamış, veri dağılımı için uygun hücre sistemlerinde temsili zemin profilleri modellemiştir. Bu çalışmada; yerleşim alanı 250x250 m² boyutlu hücreler boyutunda incelenmiş, zemin davranış analizleri ve ampirik yaklaşım ile hesaplanan spektral ivmelerin birlikte yorumlanması sonucu, göreceli olarak üç farklı yer hareketi seviyesi tanımlanmıştır.

Sert vd. [18], "Adapazarı'nda Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Geoteknik Amaçlı Kullanımı" isimli yayınlarında 1999 depreminden sonra Adapazarı il sınırları içerisinde Sakarya Üniversitesince yapılmış sondaj loglarını ve bunlara ait laboratuvar sonuçlarını kullanarak bir veritabanı oluşturmuşlardır. Yaklaşık 850 km² lik bir alan üzerinde 650 sondajdan elde edilen çok fazla sayıdaki SPT, CPT, YASS, granülometri değerleri gibi jeoteknik verileri Map Info v7 programı ile CBS ortamına aktarmış, zemin haritası, SPT-N haritası, taşıma gücü haritası, sıvılaşma haritası ve hasar dağılım haritaları oluşturulmuş ve değerlendirmesini yapmışlardır.

Kurnaz [19], "Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Sakarya İli Erenler Bölgesi Mikrobölgeleme Haritalarının Oluşturulması" isimli yüksek lisans tezi çalışması yapmıştır. Çalışmada 17 Ağustos depreminin ardından Erenler Belediyesinin yaptırdığı genel zemin etüt raporu ve özel firmaların yaptırdığı parsel bazındaki zemin etüt raporlarını derleyen araştırmacı bu kapsamda 488 sondaj ve 74 sismik çalışma ele almış ve coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanarak mikrobölgeleme haritaları oluşturmuştur.

Özçep vd. [20] İstanbul için olasılıksal (probabilistik) ve deterministik sismik risk analizi çalışması yapmışlardır. 7.6 Mg. Büyüklüğünde tasarım depremi oluşturan araştırmacılar, Şişli bölgesi için 15-50 km lik mesafeler için azalım ilişkisi formülleri kullanarak ivmeler kestirmişlerdir. Şişli ilçesi içerisinde yapılan sismik ölçümlerden ve SPT verilerinden yararlanılarak zemin büyütme faktörleri ve hakim titreşim periyotlarını belirlemişlerdir.

Çobanoğlu vd.[21] 2007 yılında Mezitli İlçesi sınırlarında Pliyo-kuvaterner birimler içerisinde yapmış oldukları çalışmada özellikle sahil kesiminin yer yer çakıllar içeren kötü derecelenmeli kum olduğunu belirlemişlerdir. Bu alanlarda yeraltı su seviyesinin yüzeye yakınlığına da (1-9 m.) değinen araştırmacılar yaptıkları kesme kutusu ve elek analizi deney sonuçlarına göre, bölgede yapılan zemin sondaj

çalışmalarında belirlenen yüksek SPT değerlerinin deney sonuçlarıyla uyuşmadığını, birim içerisinde seyrekte olsa bulunan çakılların bu değerleri yüksek çıkarttığına değinmişlerdir.

Kılıç vd. [22] İstanbul ili Zeytinburnu bölgesi için zemin büyütmesi bakımından mikrobölgelendirme çalışması yapmışlardır. İnceleme alanı içerisinde daha önceden yapılan çalışmaların da derlendiği uygulamada alan 250x250 m². lik bölümlere ayırmış ve bölge için detaylı jeolojik ve jeoteknik haritalama çalışması yapmışlardır.

2.3. Depremsellik ve Sismik Risk Çalışmaları

İnce [23], "Sismik Bölgeleme ve İstanbul'un Deprem Zararlarının Tahmini" konulu doktora çalışmasında, Fatih ve Eminönü ilçelerini kapsayan alanın sismik mikrobölgeleme haritalarını oluşturmuştur. Bu kapsamda probabilistik deprem tehlikesini 50 yılda %40 ve %10 aşılma olasılığına göre hesaplamıştır. Çalışma alanını 250x250 m. lik alanlara ayıran İnce 125 adet sondaj verisinden temsili zemin profili haritası oluşturmuştur. Çalışması kapsamında EERA, Koeri Slope V 1.0 programlarından ürettiği verileri Coğrafi Bilgi Sistemine aktararak yer sarsıntısı, sıvılaşma tehlikesi ve heyelan tehlikesi haritaları hazırlamış ve bunların geçmiş depremlerde oluşan hasarlı alanlarla uyduğunu belirtmiştir.

Ulutaş[24] Çukurova bölgesi ve çevresinin deprem tehlikesinin hesaplanması çalışmasında Poisson, Markov, Gumbel ve Weibull deprem oluşum modellerini kullanarak bölgenin sismik tehlikesini hesaplamıştır. Poisson modeline göre bölgedeki depremlerin gerçek ve poisson dağılımlarını, Gumbel modeline göre sismik tehlike, Weibull modeline göre Adana'da meydana gelen 8 şiddetindeki depremin oluşum periyodunu ve Markov modeline göre de depremlerin olma ve olmama olasılıkları incelenmiştir. Araştırmacı yapmış olduğu sismik tehlike analizlerinden M=6.0 olan bir depremin 75 yıl, M=6.1 olan bir depremin 93 yıl, M=6.2 büyüklüğündeki bir depremin 115 yıl ve M=6.3 olan bir depremin 143 yılda bir tekrarlayacağını ileri sürmektedir. Buna göre de 6.3 bir depremin 51 yıl sonra (2009 yılı için) tekrarlama riskinin bulunduğunu belirten araştırmacı tamamlılık analizi kullanarak; tarihsel dönem için şiddet-frekans ilişkisini $\text{Log}(N_c/T)=1.84-0.44I_0$, aletsel dönem için magnetüd-frekans ilişkisini de $\text{Log}(N_c/T)=5.11-1.07 M_i$ olarak saptamıştır.

Gider [25] Kocaeli ili Karamürsel ilçesi ve yakın civarının mikrobölgeleme çalışmaları için jeolojik gözlem, jeofizik ölçüm ve jeoteknik ölçümler yapmıştır.

Araştırmacı 23 adet elektrik öz direnç, 25 adet sismik kırılma ölçümü yapmış ve 55 sondaj logundan faydalanmıştır. Sismik kırılma çalışmalarının değerlendirme sonuçlarına göre inceleme alanında iki tabaka belirleyen araştırmacı tabakalara ait dinamik elastik parametreler hesaplayarak P ve S kayma dalga hızı, Poisson oranı (σ), kalınlık (h), taşıma gücü (q_u), kayma modülü (μ), zemin hakim titreşim periyodu (T) ve büyütme (A) dağılım haritalarını hazırlamıştır.

2.4. Hidrojeoloji Çalışmaları

Demirel [26] "Mersin Dolayının Hidrojeolojisi" konulu bildirisinde Mersin ili sınırlarındaki yeraltı suyu içeren formasyonların 2571 km² lik drenaj alanına sahip olduğundan bahseden araştırmacı Berdan ve Efrenk ovalarındaki yeraltı suyu akımının kuzey - güney yönlü deniz istikametinde olduğunu belirtmiştir.

Hatipoğlu [27], Mersin-Tarsus bölgesi çalışma alanı kapsamında 4062 km² lik yüzey drenaj alanına sahip havzanın kıyı boyunca uzanan 810 km² lik bölümünde çalışmıştır. Araştırmacı yapmış olduğu çalışmada yağıştan beslenimin 3.982x10⁹ m³/yıl, buharlaşma ile boşalmanın 2.167x10⁹ m³/yıl, yüzeysel akış ile boşalmanın 2.116x10⁶ m³/yıl, süzülme ile boşalmanın 0.398x10⁹ m³/yıl olarak belirlemiştir. Ayrıca hidrojeolojik bütçe bileşenleri dışında yeraltı suyu seviye ölçümlerine göre yeraltı suyu akım yönünün KKB'dan GGD'ya olduğunu ortaya çıkartmıştır.

2.5. Coğrafi Bilgi Sistemine ve Bölgeleme Çalışmaları

Özmen vd. [28], 1996 tarihli Türkiye Deprem Bölgeleri haritasını baz alarak bazı istatistiksel çalışmalar yapmışlardır. Bu kapsamda deprem bölgelerinin kapladığı alan, her zonda ne kadar insan yaşadığı, yerleşim yerleri ve enerji santralleri gibi önemli yapıların hangi deprem bölgesinde bulunduğunu Arcinfo programı ile belirleyen araştırmacılar, sonuçları tablo ve grafikler halinde sunmuşlardır.

Tüysüz [29] "İstanbul İçin Deprem Senaryolarının Hazırlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı" isimli araştırma projesi kapsamında Marmara denizinde beklenen olası deprem için kırılabilir fayların uzunluklarını ve oluşturabileceği maksimum magnetüdlere ait veriler elde etmiştir. Farklı kırılma teorilerine göre Boore vd. [30]'nin azalım formülünü;

$$\log_{10} a_y = b_1 + b_2 (M_w - 6) + b_3 (M_w - 6)^2 + b_4 (D^2 + h^2)^{1/2} + b_5 \log_{10} (D^2 + h^2)^{1/2} + b_6 G_b + b_7 G_c + e_1$$

ve Arıoğlu vd. [31] ivme ile şiddet arasında bağıntı belirleyen

$$I = 1.748 \ln a_y - 1.078$$

formülünü kullanarak ArcGIS programında eş şiddet haritaları oluşturmuştur.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma alanı, Mersin Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde yer alan Akdeniz, Mezitli, Toroslar ve Yenişehir ilçe belediyeleri ve bunlara bağlı 70 mahalleden oluşmaktadır (Tablo 1.5). 1/25000 ölçekli Silifke O32b3, Silifke O32c2, Mersin O33a1, Mersin O33a3, Mersin O33a4, Mersin O33d1 paftalarıyla sınırlı olan bölgede özellikle yapılaşmanın fazla olduğu alanlar üzerinde daha ayrıntılı çalışma yapılabilmektedir.

Yapılan sondaj çalışmaları ve açılmış olan temel çukurlarından alınan örneklerin incelenmesi Mersin Üniversitesi Teknik Bilimler Yüksek Okulu Zemin Etüt Laboratuvarında yapılmıştır. Alınan örneklerle ait lokasyonlar GPS ile konumlandırılmıştır.

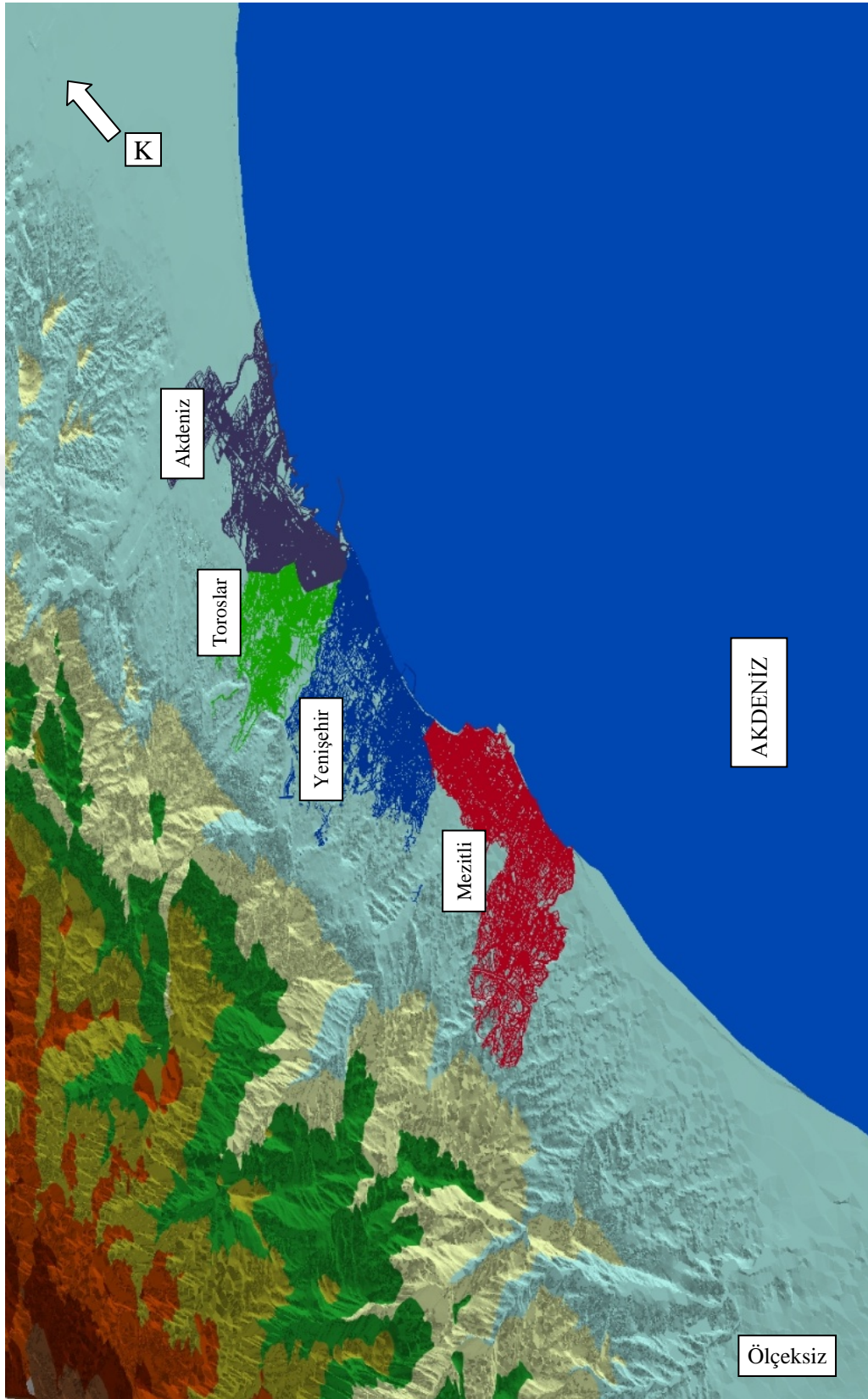
CBS platformunda bir altlık harita oluşturmak amacıyla ilgili belediyelere ait imar ve kadastro haritaları alınmış ve ArcMap ortamına aktarılmıştır (Şekil 3.1, Şekil 3.2).

Çalışma alanı içerisinde daha önceden yapılan çalışmalar araştırılmış ve derlenmiştir. Bu amaçla Mersin Üniversitesi Teknik Bilimler M.Y.O. Zemin Etüt Merkezitarafından yapılan zemin etüt raporları temin edilmiştir. Mersin Jeoloji Mühendisleri Şubesinde bulunan yaklaşık 5000 civarındaki zemin araştırma raporu teker teker incelenip kullanılması uygun olanlar ilgili firmaların yazılı izni alınarak incelenmiştir. Raporlardan derlenen jeoteknik veriler Excel çalışma sayfasına yazılarak bir veritabanı oluşturulmuştur.

3.2. Metod

3.2.1. Literatür İncelemeleri

Bu çalışmanın temelini oluşturan zemin mekaniği, jeoteknik etüt ve laboratuvar incelemeleri, coğrafi bilgi sistem çalışmaları konularında bilimsel yayın ve makaleler araştırılmıştır. Çalışma alanı ve yakın yöresinde yapılmış jeoloji ve jeoteknik yayınlar temin edilmiş ve incelenmiştir.



Şekil 3.1.Çalışma alanının 3 boyutlu sayısal modellemesi



Şekil 3.2.Koordinat dönüşümü yapılmış sokak haritası detayı örneği

3.2.2. Topoğrafik Haritaların Temini

Çalışma alanının eşyükseklik eğrilerinin sayısallaştırılması amacıyla inceleme alanı dahilinde olan 1/25000 ölçekli Silifke 032b3, Silifke 032c2, Mersin 033a1, Mersin 033a3, Mersin 033a4, Mersin 033d1 paftaları kullanılmıştır. Sayısal ortamda bölgesel jeolojik haritayı oluşturmak için M.T.A. nın 1/500.000 lik Adana ve Hatay jeoloji paftaları kullanılmıştır.

3.2.3. Jeoteknik Verilerin Temini

Bu çalışma kapsamında 5 farklı lokasyonda 12 şer metrelik zemin sondaj çalışması yapılmıştır. Yapılacak sondaj yerlerinin belirlenmesinde veri dağılımının az yada hiç olmadığı paftalar göz önüne alınırken, yapılaşmanın yoğun olduğu bölge dışına çıkılmamasına özen gösterilmiştir.

Ayrıca 136 araştırma çukurundan örselenmiş, ve örselenmemiş numuneler alınmıştır. Alınan zemin numunelerine uygulanan temel zemin mekaniği deneyleri Tablo 3.1 de verilmiştir.

Tablo 3.1.Zemin örnekleri üzerine yapılan temel zemin deneyleri

	Örselenmiş	Örselenmemiş
Doğal Birim Hacim Ağırlığının belirlenmesi (γ_n)	X	X
Su Muhtevasının belirlenmesi (w)	X	X
Tane Birim Hacim Ağırlığının belirlenmesi (γ_s)	X	X
Elek Analizi (Kuru elek+hidrom)	X	
Kıvam Limitleri deneyi	X	

Mersin Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisindeki Akdeniz, Mezitli, Toroslar ve Yenışehir merkez ilçe belediyeleri sınırları içerisinde yapılmış olan jeoteknik çalışmaların temini için kamu ve özel kuruluşların yapmış olduğu çalışmalarının bulunması yoluna gidilmiştir. Bu amaçla öncelikle Mersin Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Zemin Mekaniği Laboratuvarında özellikle 1999-2002 yılları arasında yapılmış olan zemin etüt raporlarına ulaşılmaya çalışılmış ve zemin sondajlarına ait 94 adet sondaj loguna ulaşılmıştır.

Bu çalışmada büyük ölçüde, özel sektörün gerçekleştirdiği zemin etüt raporları içerisindeki jeoteknik verilerden faydalanılmıştır. Bu amaçla Jeoloji Mühendisleri Odası Mersin Şubesinin arşivinden faydalanılmıştır. Buradaki jeoteknik verileri kullanılacak raporların seçiminde çalışma alanı içerisinde olma durumunun yanı sıra 2005 yılı sonrası yapılmış raporlar olmasına dikkat edilmiştir. Bunun sebebi; 2005 yılı ve sonrasında çıkan yönetmeliklerin bu çalışmaları daha sıkı kontrol altına alması, dolayısıyla kullanılacak verinin

güvenirliliğinin yüksek olması isteğidir. Bu kapsamda 5000 in üzerinde rapor değerlendirilmiş, bunlardan. Bu raporların kullanım hakkı için her bir firmadan izin yazısı alınmış olup, Jeoloji Müh. Odası Mersin Şubesine verilmiştir.

Elde edilen 5000 zemin etüt raporu içerisinde bir kısmı kullanıma uygun bulunmuştur. Sadece araştırma çukuru çalışması ile hazırlanan raporlar (zemin parametrelerin derinlikle değişimi hakkında bilgi veremediğinden) az sayıda bu çalışma veri tabanına dahil edilmiştir. Birbirine çok yakın parsellere ait raporlardan sadece biri tercih edilmiştir. Bu değerlendirme çalışmaları sonucunda 767 tanesi kullanılabilir nitelikte olduğu tespit edilmiştir.

3.2.4. Saha Çalışmaları

Bu çalışma kapsamında yapılan saha çalışmalarını;

- Mevcut temel çukuru açılan inşaat alanlarından, yol yarmalarından zemin ve kayaç örneği alma işlemleri,
- Sondaj uygulama yöntemiyle yapılan saha çalışmaları
- Kamu ve özel kurumların yaptırmış olduğu zemin etüt raporları incelenmiş, özellikle konum bilgisi eksik olan çalışmaların lokasyon ve koordinatlarının belirlenmesi için yerinde ölçüm yapılmıştır.

3.2.5. Laboratuvar Çalışmaları

Saha çalışmalarından elde edilen zemin ve kaya örnekleri Me.Ü. Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu laboratuvarında incelenmiştir. Deneyi yapılacak zemin ve kayaç örneklerine TSE standartlarında deneyler yapılmıştır. Bu kapsamda yapılan deneyler aşağıda belirtilmiştir.

- Kıvam Limitlerinin Belirlenmesi Deneyleri (TS 1900-1)
 - Likit Limitin Belirlenmesi deneyi
 - Plastik Limitin Belirlenmesi Deneyi
- Tane Birim Hacim Ağırlığının belirlenmesi deneyi(TS 1900-1)
- Elek Analizi deneyi(TS 1900-1)
- Kaliş numunelerine ait temel fiziksel özellikler deney sonuçları (ISRM (1981))
- Karbonat kabuk kaliş numuneleri üzerinde yapılmış tek eksenli sıkışma dayanımı deney sonuçları(ISRM (1981))
- Kaliş karbonat kabuk gruplarına ait Schmidt Çekici değerleri (TS EN 12504-2)

3.2.6. Coğrafi Bilgi Sistemi Çalışmaları (CBS)

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) bir bölgeye ait sayısal ve sözel verilerin belli bir teknikle bilgisayar sistemlerinde arşivlenmesi, işlenmesi, yönetimi, analizi, sorgulanması ve sonuçlarının; görsel ve sayısal olarak çıktılarının alınması işlemidir. Bu sistem genellikle küçük ölçekli haritalar üzerinde geniş alanlar baz alınarak uygulanır. CBS metodolojisi ile yapılan çalışmaların başarısı girilen verilerin doğruluğuyla ilişkilidir. Dolayısıyla bu tip çalışmalarda girilen veri doğru ise, çıkacak olan sonuçlar ve analizlerde program kullanım hatası olmaması kaydıyla doğru olacaktır. Standart bir Coğrafi Bilgi Sistemi çalışma platformunun öğelerini şu şekilde sıralayabiliriz.

- Veri (Grafik ve grafik olmayan veriler)
- Kullanıcı
- Yazılım
- Donanım (Bilgisayar, GPS)

Bir projede veri toplama işi çalışmanın en önemli aşamasıdır. Amaca uygun, gereksiz bilgi içermeyen, nitelik ve formatı düzgün olan veriyi elde etmek, derlemek bu tip çalışmaların ilk aşamasını oluşturmaktadır. Bu aşamada verinin güvenilirliği en önemli kistastır.CBS sisteminde her bir sayısal veya sözel veri coğrafi koordinatla ilişkilendirilmelidir. Coğrafi koordinat tanımlaması yapılırken altlık olarak kullanılan haritanın projeksiyon sistemi kullanılır veya çalışma başında belirlenecek projeksiyon sistemine dönüşüm sağlanır.

Veri tabanına eklenen verinin doğruluğunu çalışma anında belirlenmesi gerekir. Girilen hatalı verinin koordinatları veya sayısal/sözelnitelikleriüç değerler içermiyorsa hatalı veriyi belirlemek çok zor olacaktır. Dolayısıyla veri güvenirliliğini sağlamak çok önemlidir.

Bu çalışma kapsamında 136adet araştırma çukuru, 5 adet 12 metrelik sondaj çalışması yapılmıştır. Bunun dışında da kullanılmaya uygun nitelikteki 490 adet jeoteknik amaçlı zemin sondaj logu ve 145 adet araştırma çukuru laboratuvar verileri temin edilmiştir.

İncelenen 1500 ün üzerindeki zemin etüt raporunda veri hatası, koordinat belirsizliği, yakın lokasyonlarda birden fazla çalışma yapılması veya aynı raporun birden fazla yerde kullanılması gibi durumlar değerlendirilerek 717 etüt çalışması raporları bu çalışmada kullanılmıştır. Dışarıdan temin edilerek kullanılan verilerin doğrulama çalışması, tarafımca yapılan sondaj ve araştırma çukuru çalışmaları ile karşılaştırılması yapılmıştır. Verilerin belediyelere göre dağılımı Tablo 3.2de verilmiştir.

Tablo 3.2.Jeoteknik verilerin belediyelere göre dağılımı

	Sondaj	Araştırma çukuru
Akdeniz Belediyesi	46	10
Mezitli Belediyesi	181	40
Toroslar Belediyesi	88	51
Yenişehir Belediyesi	180	180
Toplam	495	281

Elde edilen veriler, bu çalışma dışında Mersin Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Zemin Etüt Laboratuvarının yapmış olduğu çalışmalar, Jeoloji Mühendisleri Odası Mersin şubesinden temin edilen özel zemin etüt firmalarının hazırladığı zemin etüt raporları, Mezitli Belediyesinin yaptırdığı imara yönelik jeoteknik sondaj çalışmaları ve özel kurumların yaptırmış olduğu jeoteknik raporlardan derlenmiştir.

Elde edilen verilerin veritabanına işlenmesi aşamasında coğrafi koordinatları belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır. Bu amaçla dışarıdan temin edilen zemin etüt raporlarındaki pafta-ada-parcel numaralarının koordinatlarının belirlenmesi amacıyla ilgili belediyelerden NetCAD programı formatında pafta-ada-parcel numarası içeren sayısal haritaları temin edilmiştir. NetCAD programında parsel konumu belirlenen raporlar, ArcMap programındaki belediyelerin haritası üzerinden koordinat okuması yapılmıştır. Elde edilen koordinatlı veriler MS Excel programı kullanılarak veritabanına aktarılmıştır.

Mersin Büyükşehir belediyesine bağlı Akdeniz, Mezitli, Toroslar ve Yenişehir belediyelerinden alınan NetCAD formatındaki sayısal şehir planı çizimleri doğrudan ArcMap programında açılmadığından dolayı önce Autocad formatındakaydedilip ArcMap programına aktarılmıştır. UTM Zone 36, ED50 projeksiyon sistemine dönüştürülen çizimler bu çalışmanın bir bölümü için altlık harita olarak kullanılmıştır(Şekil 3.2).

Ayrıca Mersin ve yakın civarında oluşabilecek depremlerin çalışma alanı üzerindeki etkisi gösterebilmek amacıyla M.T.A. dan temin edilen 1/500.000 lik Adana ve Hatay jeoloji paftaları sayısallaştırılmış ve UTM Zone 36, ED50 projeksiyon sisteminde konumlandırılan jeoloji birimlerine ait detay bilgiler ilgili veritabanına kaydedilmiştir.

3.2.7. Elde Edilen Verilerle İlgili Analizlerin Yapılması

3.2.7.1. SPT ve YASS Dağılım Haritalarının Oluşturulması

Dağılım haritalarının oluşturulmasında sondaj çalışmalarında belirlenmiş olunan SPT (Standart Penetrasyon Testi) sonuçları ve Y.A.S.S. (Yeraltı Su Seviyesi) değerleri kullanılmıştır. Veritabanında bulunan bu değerler Coğrafi Bilgi Sistemi platformu içinde ArcMap programı kullanılarak modellemede kullanılmıştır. Jeostatistik yöntemlerden olan ve Ters Mesafe Ağırlıklı yöntemi (Inverse Distance Weighting, IDW) olarak adlandırılan interpolasyon (ara değer bulma) yöntemi kullanılmıştır.

3.2.7.2. Zemin Taşıma Gücü Analizleri

Zeminler yapı yükünü temeller vasıtasıyla doğrudan taşıyan ortamlardır. Dolayısıyla bina yükünü zemine ileten kısım temellerdir. Tekil temelerde yükü ileten kısım kolonların taşıyıcılığını üstlenen pabuçlar, şerit (mütemadi, sürekli) temelerde pabuçlar ve bunları birbirine bağlayan akslar, radye temelerde ise yapının tüm oturum alanıdır. Dolayısıyla benzer yapı yükünün zemine aktaracağı gerilmeradye temelerde daha düşüktür.

Zemin etüt raporları genellikle 3 m. derinlik için hesaplanmaktadır. Bu çalışmada da elde edilen verilerin birlikte değerlendirilebilmesi amacıyla şerit (mütemadi, sürekli) temel yöntemi için Terzaghi Taşıma Gücü Formülü kullanılmıştır.

$$q_{sınır} = k_1 \cdot c \cdot N_c + D_f \cdot N_q + k_2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$q_{sınır}$ = Zeminin sınır taşıma gücü (kN/m²)

k_1, k_2 = Temel şekil katsayıları

c = Temel zemini kohezyonu (kN/m²)

N_c, N_q, N_γ = Taşıma gücü katsayıları

D_f = Temel derinliği (m)

γ = Temel zeminin birim hacim ağırlığı (kN/m³)

Taşıma gücü değerleri mühendislik çalışmalarında direk olarak genellikle kullanılmaz. Öngörülemeyen yüklerin ve doğal afetlerin olma durumuna karşın belirlenen bir emniyet katsayısına bölünmesi (G_s) ile elde edilen taşıma gücü değeri kullanılır. ($Q_{emn.}$) G_s değeri 3 olarak alınmıştır.

$$q_{e\min} = \frac{q_{sını}}{G_s}$$

3.2.7.3. Kayma Dalgası Hızı (Vs) Analizleri

Kayma dalgası hızı, bir kaynaktan açığa çıkarılan kayma enerjisi ile zemin içinde oluşturulan kayma dalgalarının kaynaktan bilinen mesafelerde bulunan bir veya daha fazla alıcı noktasında gözlenerek, kayma dalgasının hareket ettiği bu mesafenin varış zamanına bölünmesiyle elde edilen önemli bir dinamik zemin parametresidir [32]. Sismik deneylerin yapılmadığı sondajlarda bu amaçla belirlenmiş bağıntılar kullanılarak da kayma dalgası hızı belirlenebilmektedir. Genellikle SPT-N değerleri kullanılarak bulunan kayma dalgası hızı (Vs) değerleri zemin etüt raporlarında fazlaca uygulanan bir yöntemdir.

Sismik olarak belirlenmeyen çalışmalarda 3 m. derinlik için SPT-N değeri kullanılarak hesaplanan Vs değerleri ile harita oluşturulmuş. Vs hız dağılımının değişimi harita üzerinden gözlemlenmiştir.

Vs (m/s) kayma dalgası hızının özellikle şehrin kuzey kesimlerinde yer alan kalış ve sıkı istiflenmiş alüvyonal zeminlerde yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Genellikle kohezyonlu, ince taneli zeminlerin yer aldığı Akdeniz mahallesinin tamamını kaplayan bölgede ise Vs kayma dalgası hız değerinin düşük çıktığı gözlemlenmiştir.

Kayma dalgası hızı, ülkemizde Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın hazırlamış olduğu Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik kapsamında da ele alınmış olup Tablo 3.3. de görüldüğü gibi zeminlerin gruplara ayrılarak incelenmesinde bir araç olarak kullanılmıştır. Bu tabloda zeminlerin kıvamı veya sıklıkları arttıkça kayma dalgası hızının da arttığı gözlenmektedir[33].

Tablo 3.3.DBYBHY (2006)'de Zemin Grupları

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand Penetr. (N/30)	Relatif Sıklık %	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrılmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar	-	-	>1000	>1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl	>50	85-100	-	>700
	3. Çok katı kil ve siltli kil	>32	-	>400	>700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrılmış çimentolu tortul kayalar	-	-	500-1000	700-1000
	2. Orta sıkı kum, çakıl	30-50	65-80	-	400-700
	3.Çok katı kil ve siltli kil	16-32	-	200-400	300-700
(C)	1. Yumuşak süresizlik düzlemleri bulunan çok ayrılmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar	-	-	<500	400-700
	2. Orta sıkı kum, çakıl	10-30	35-65	-	200-400
	3.Katı kil ve siltli kil	8-16	-	100-200	200-300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları	-	-	-	<200
	2. Gevşek kum	<10	<35	-	<200
	3. Yumuşak kil, siltli kil	<8	-	<100	<200

Ek-12 Kayma Dalgası Hız Dağılım haritasında da görüldüğü gibi özellikle Akdeniz ilçesinin geniş bir kesimi ile birlikte Yenişehir ve Mezitli ilçelerinin denize yakın kısımlarında kayma dalgası hız değerleri Vs<200 m/s nin altında bulunmaktadır. Bu bölgedeki zemin özelliklerinin Tablo 3.3. deki sınıflama ile (Zemin Sınıfı D) uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Kayma dalgası hızının düşük olması dalga genliğini artırmakta ve dolayısıyla bu bölgelerde depremden dolayı oluşan zemin tepkisi yükselmektedir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanı yakın çevresinde yüzlek veren en yaşlı birim Orta Triyas-Kretase yaşlı Demirkazık formasyonudur. Geç Triyas dönemi genel olarak bir aşınma dönemidir. Bu dönemde mevcut yaşlı formasyonların malzemelerinden oluşan bir taban konglomerası Toroslar'ın genelinde bir rehber tabaka niteliğindedir [34].

Geç Triyas'dan sonra ortamın sığ denizel bir platform (şelf) niteliği kazandığını ve bu dönemin Kretase başlarına kadar sürdüğünü Demirkazık kireçtaşlarının düzenli ve tekdüze bir litolojisinden çıkarılabilir.

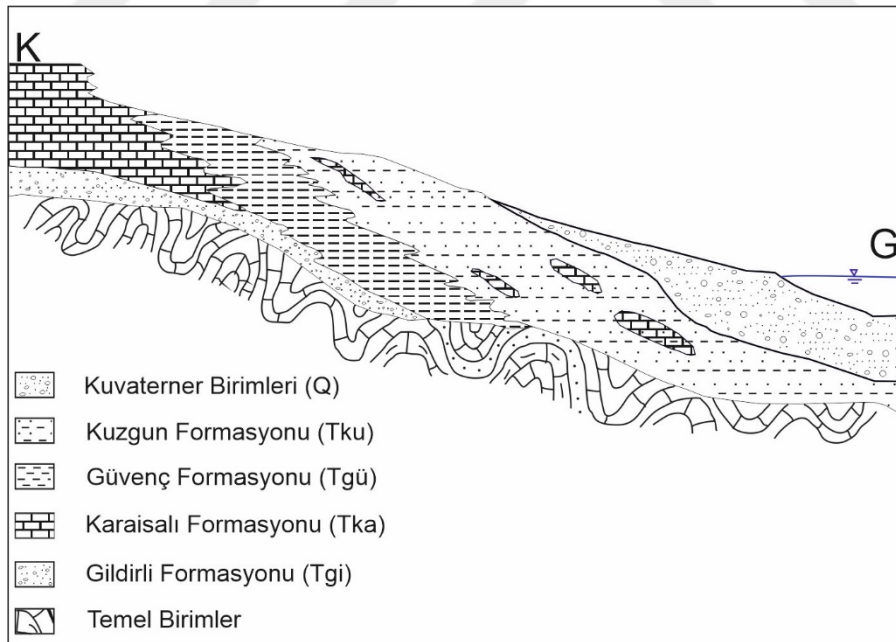
Kretase sonlarına doğru tektonik hareketliliğin oldukça arttığını, bölgenin derin denizel bir ortam içerisine dönüştüğünü, Santoniyen-Kampaniyen yaşlı derin denizel pelajik kireçtaşları ve türbiditik çökeller içeren Yavca formasyonun varlığından anlaşılmaktadır. Ayrıca bölgedeki bütün Mesozoyik litolojiler üzerine bindirme ile gelen Üst Kretase (Maastrihtiyen) yaşlı ofiyolit melanj ve magmatik malzeme bu dönemdeki tektonik hareketliliğin oldukça etkin olduğunun göstergesidir.

Bölgenin Senozoyik başından Oligosen ortalarına kadar deniz seviyesinin üstünde olduğu bilinmektedir. Geç Oligosen-Erken Miyosende Doğu Anadolu ve İran'da oldukça yaygın bir transgresyon oluşmuştur. Bu dönemler arasında hiçbir çökel bulunmadığından, ayrıca bu zamandan sonra çökelen ilk birimin karasal nitelikli Oligosen- Alt Miyosen yaşlı linyit kömürlü bir istif olması bu görüşü destekler niteliktedir[35].

Ecemiş fayının da yer aldığı Orta Toroslar bölgesi ve Güney Orta Anadolu'daki neotektonik dönem olayları Anadolu'nun genelindeki olaylar ile uyumludur. Orta Toroslar bölgesi neotektonik dönem başlarında (Orta Miyosen) sığ denizel alanlarla kaplı bir paleocoğrafya sunmakta ve bu denizel alanlar Orta Anadolu masifi üzerinde, penepren morfolojisinin egemen olduğu karasal alanlarla bağlanmaktadır. Neotektonik süreçlerin başlaması ile bölge Orta-Geç Miyosen'den itibaren K-G yönlü sıkışma tektonik rejiminin etkisinde kalmış ve morfolojik olarak yükselmiştir. Bu sıkışma dönemi Toros kuşağında en son dağ oluşum (orojenez) evresini temsil etmektedir[13].

4.2. Stratigrafi

İnceleme alanının temelini Orta Triyas- Kretase yaş aralığında çökelmiş dolomit, dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı içerikli Demirkazık kireçtaşları (TrJKd) oluşturmaktadır. Demirkazık kireçtaşları üzerine Santoniyen-Kampaniyen yaşlı Yavca formasyonu (Ky) uyumlu olarak gelmektedir. Marn, kireçtaşı, türbiditik kumtaşı ve çakıltaşından oluşan olan birim üzerine tektonik bindirme ile Maastrichtiyen yaşlı Fındıkpınarı karışığı (Mfk) gelmektedir. Mesozoyik birimleri üzerinde uyumsuzlukla Tersiyer çökelleri bulunmaktadır. Tersiyer çökelleri; karasal nitelikli, tabanda konglomera ile başlayan ve kumtaşı silttaşı ardalanması ile devam eden, içerisinde linyit kömürü ara bantları içeren Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Gildirli formasyonu (Tgi) ile başlar. Bu birim üzerine uyumlu gelen sığ denizel, lagüner fasiyeste çökelmiş sarımsı gri, kirli sarı renkli çakıltaşı-kumtaşı, silttaşı, killi kireçtaşı tabakaları içeren Alt-Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya formasyonu (TKp) gelmektedir. Kaplankaya formasyonu ile düşey ve yanal geçişli olan; resifal kökenli gri-bej, kirli sarı renkli karstik erime boşluklu Orta Miyosen yaşlı Karaisalı kireçtaşı (Tka) Senozoyik birimlerinin üst kısmını oluşturur. İnceleme alanındaki en genç çökeller olan Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ise üzerine geldikleri tüm birimleri aşıl uyumsuzlukla örtmektedir [13](Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Çalışma alanında formasyonların birbirleri ile ilişkisini gösteren şematik kesit (Şenol vd., 1998 den değiştirilerek alınmıştır)

4.2.1. Demirkazık Formasyonu (Tr]Kd)

Ecemiş fay kuşağının doğusunda yer alan Karanfil Dağı ile Maden Boğazı arasında geniş yayılım sunan, dış yüzeyi açık-koyu gri renkli, sert, orta-kalın katmanlı, çatlaklı, involutina sp. ve alg dışında mikro ve makro fosil içermeyen çoğunlukla mikritik yapılı kireçtaşları, Demirkazık formasyonu olarak adlandırılmıştır [36].

4.2.2. Yavca Formasyonu (Ky)

Yavca formasyonu adı ilk kez İlker (1975) tarafından kumtaşı, konglomera, şeyl, kireçtaşı araldanmasından oluşan kırıntılı ve karbonatlı kayaçlar için kullanılmıştır. Bu çalışmada litolojik ve kronolojik benzerlik nedeniyle aynı adlama kullanılmıştır.

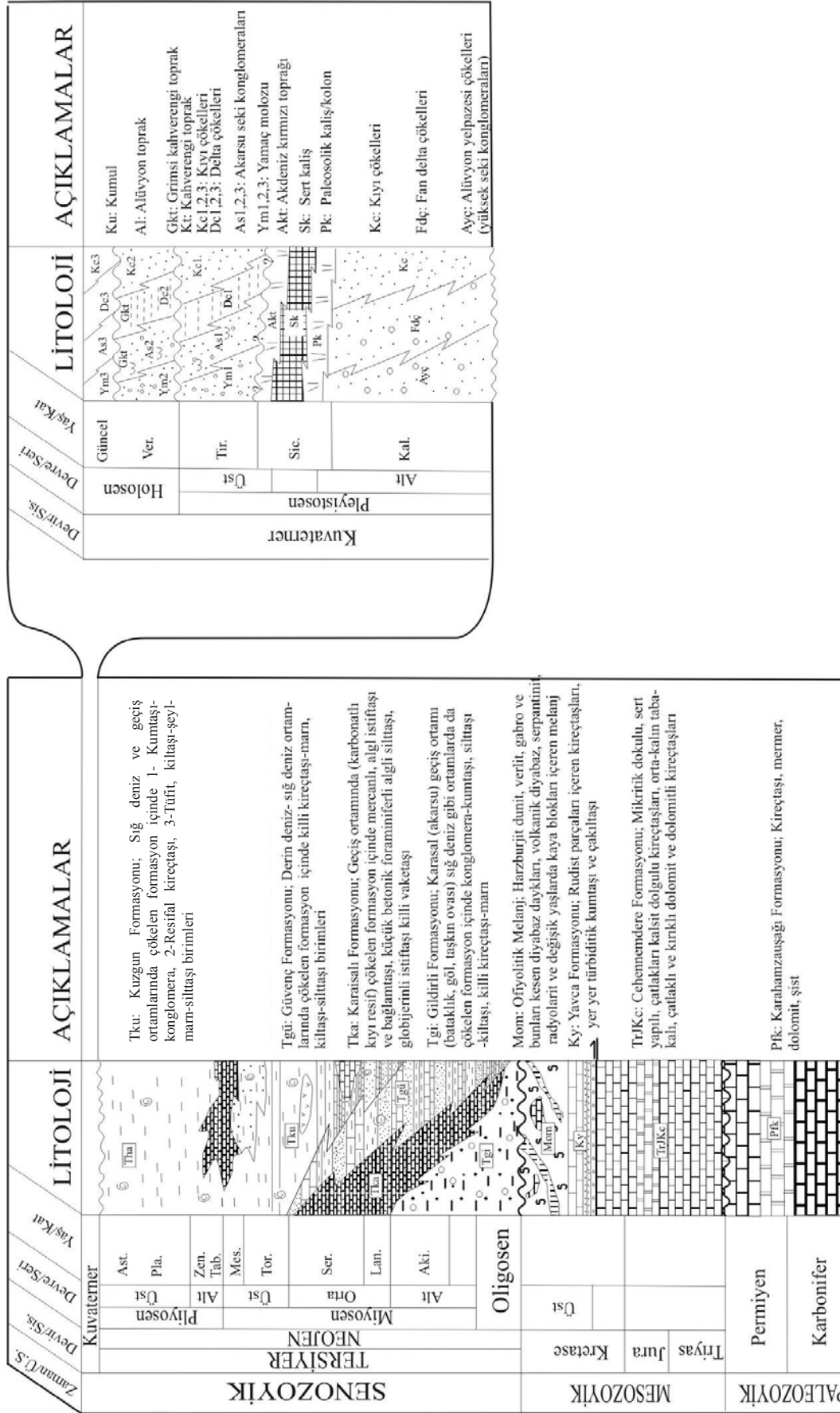
4.2.3. Ofiyolitik Melanj (Mom)

Santoniyen-Maastrichtiyen yaşlı Yavca formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelmektedir. Birim içerisinde daha önceki çalışmacılarca ayırtlanan magmatik kaya kompleksi, Mersin ofiyoliti ve kendisinden yaşlı kaya bloklarını içerisinde bulunduran Fındık karmaşığını barındırmaktadır.

4.2.4. Gildirli Formasyonu (Tgi)

Adana baseni'nin kuzey kesiminde yer alan Gildirli köyü civarında yüzlek veren karasal nitelikli çakıltası, kumtaşı ve silttaşı araldanmalı Oligosen – Alt Miyosen yaşlı litolojiye Schmidt (1961) tarafından Gildirli formasyonu olarak adlandırılmıştır [37].

Oligosen – Alt Miyosen yaşlı Gildirli formasyonu (Tgi) Üst Kretase yaşlı Fındıkpınarı karışığı (Mfk) üzerine uyumsuzlukla gelir. Birimin üzerinde Alt-Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya formasyonu uyumlu olarak yer alır.



Şekil 4.2. Mersin il merkezi ve yakın civarına ait stratigrafik kesit

4.2.5. Karaisalı Formasyonu (Tka)

Birimin adı Adana Baseni'nin kuzeybatısındaki Karaisalı ilçesinin güneybatısında çok geniş yüzlekler vermesi nedeniyle ilk olarak Karaisalı kalkerleri [37] olarak adlandırılmış, daha sonraki çalışmalarda araştırmacılar bu birim için genellikle; taban konglomerası ile başladığı yerlerde Karaisalı formasyonu sadece resifal kireçtaşlarından oluşan alanlarda ise Karaisalı kireçtaşları olarak isimlendirmişlerdir (Şekil 4.3.).

Tamamen resifal kireçtaşlarından oluşan Karaisalı formasyonu litolojik, paleontolojik, morfolojik ve fiziksel özellikleri bakımından diğer birimlerden rahatlıkla ayırt edilebilir. Resifal kireçtaşlarından oluşan birimde; resifin alt seviyeleri az siltli biyoklastik kireçtaşı ara katmanlı, orta-kalın tabakalı ve yer yer yumrulu kireçtaşlarından, orta seviyeleri ise bol alg, mercan ve resif yapıcı makro ve mikro organizmalardan oluşan masif bir görünüm göstermektedir. Bu seviyelerde tabakalanma görülmediği gibi birimin dış yüzeyleri de yağmur, rüzgar aşındırmaları ile çatlaklı ve karstik erime boşluklu bir yapı sunmaktadır.



Şekil 4.3. Kale T. (Namrun Kalesi) kuzey kesiminde görülen Alt-Orta Miyosen yaşlı yumrulu Karaisalı kireçtaşları (Tka)

4.2.6. Güvenç Formasyonu (Tgü)

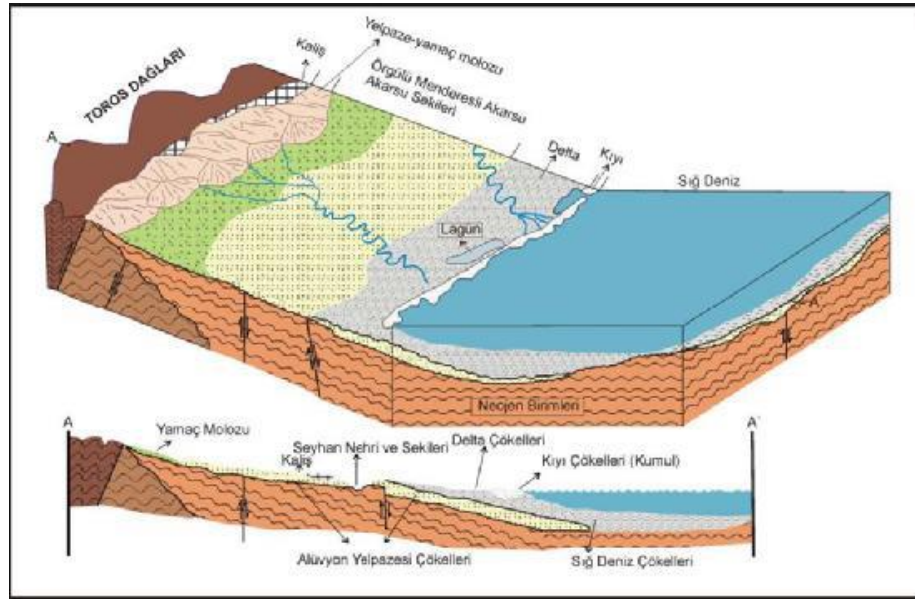
Koyu gri, yeşilimsi gri renkli olan Güvenç Formasyonuna adı ilk kez Schmidt (1961) tarafından verilmiştir. Genel olarak killi kireçtaşı ve siltaşı birimlerinin araldanmasıyla karakteristik bir formasyondur. Formasyon içerisinde yer alan pelajik foraminiferlerin yaş tayininde birimin yaşı Burdigaliyen-Serravaliyen (Alt - Orta Miyosen) olarak belirlenmiştir [38].

4.2.7. Kuzgun Formasyonu (Tku)

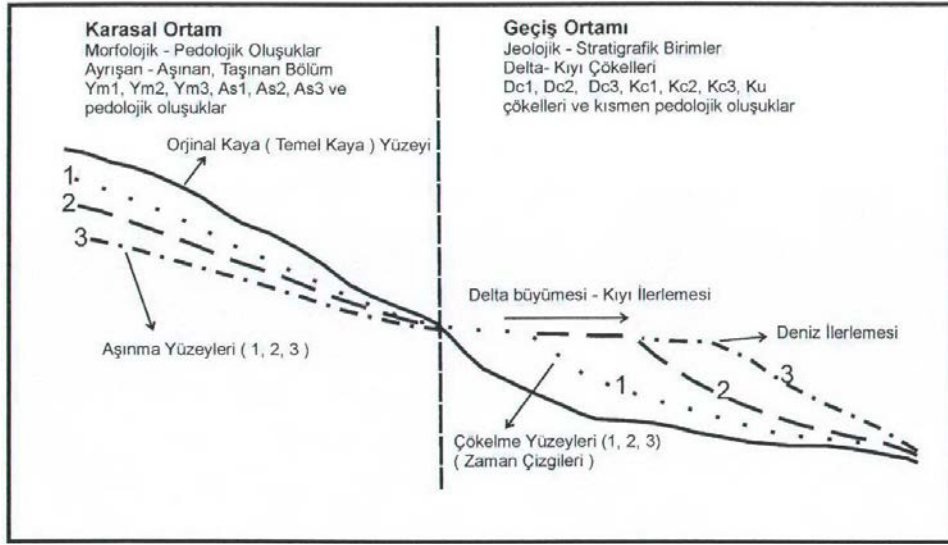
Sarımsı beyaz, yeşilimsi ve gri tonlarında belirgin olan Kuzgun formasyonu dört ana birimden oluşmaktadır. Formasyonun tabanında kumtaşı-konglomera serisi bulunmaktadır. Bu istifin üzerinde resifal kireçtaşları yer almaktadır. Formasyonun orta bölümlerinde ise tüfit ve kiltası yer alırken, formasyonun üst kesimlerini kiltası, marn, siltaşı birimleri bulunmaktadır.

4.2.8. Kuvaterner Birimleri

Kuvaterner zamanında karasal ve geçiş ortamı koşullarının hüküm sürdüğü çalışma bölgesinde oluşan birimler, iki farklı fasiyes özellikleri göstermektedir. Kalabriyen- Siciliyen zamanında yüksek seki konglomeraları (alüvyon yelpazesi çökelleri), kıyı çökelleri, fan delta çökelleri ve kiliş birimleri oluşmuştur. Tirreniyenden günümüze ise akarsu seki konglomeraları, delta çökelleri, kumullar, kıyı çökelleri bölgeye yerleşmişlerdir [11]. Bu birimlerin karadan denize doğru gelişimini gösteren diyagram Şekil 4.4[11] ve Şekil 4.5[11]de verilmiştir.



Şekil 4.4. Adana ve Mersin çevresinde Kuvaterner birimlerinin gelişimini gösteren blok diyagram ve enine kesit[11]



Şekil 4.5. Kuvaternerde jeolojik ve morfolojik birimleri ilişkisi[11]

Çalışma alanı ve yakın yöresinde çoğunlukla Kuvaterner yaşlı birimler yüzlek verdiğinden bunların ayrıntılı özellikleri aşağıdaki bölümlerde irdelenmiştir.

4.2.8.1. Yüksek seki konglomeraları

Pliyosen - Pleyistosen zamanında oluşan bu birim, kuzeyden güneye doğru göreceli olarak eğimi azalan doğu-batı yönünde ondüasyon sunmakta, enine ve boyuna onlarca km. uzanım gösterir. Adana-Mersin hattı güneyinde denize erişen yüksek seki konglomeraları etekdüzü şeklinde jeomorfolojik özellik gösterirler. Birimi oluşturan kırıntılı malzemeler; yüksek kesimlerdeki ana kayaçdan ayrışarak taşınan farklı petroğrafik özellikteki malzemelerden oluşmaktadır. Birim 2-25 cm. boyutlarında çakıllı, kum silt kil matriksli karbonat çimento ile sıkı-çok sıkı tutturulmuş, içyapısız kötü boylanmalıdır [35].

4.2.8.2. Kıyı çökelleri

Bu birim Kalabriyen - Siciliyen zamanında Adana Tarsus hattının güney kesimlerinde gelişmiştir. Bu birimin üzerine gelen Seyhan delta çökelleri kıyı çökelleri birimini büyük ölçüde örtmüştür [39]. Mersin sahil kesiminde batıdan doğuya doğru dar bir alanda başlayıp Tarsus yönünde sahil kesiminde geniş alanlar kaplamaktadır.

4.2.8.3. Kaliş

Kaliş genel bir terim olup kurak ve yarı kurak iklim koşullarında gevşek çökeller, tortul kayalar ve topraklar içindeki ikincil kalsiyum karbonat (CaCO_3) yığılımları olarak tanımlanmaktadır[40]. Genellikle Mersin gibi sınırlı yağış alan (400-600 mm.) bölgeler için karakteristik olan kalişin oluşumunu ve evrimini etkileyen dört ana faktör vardır. Bunlar;

1. İklim
2. Zemin
3. Temel Kaya
4. Zaman

Mersin yöresinde, Kuvaterner yaşlı kalişler doğu-batı yönünde yayılım gösterirler. Topoğrafya ile uyumlu olarak denize dik uzanan kuzey-güney uzanımlı düşük eğimli sırtlar üzerinde 50-250 metre kotlarında mostra verirler. Çalışma alanı içerisinde iki farklı kaliş profili ayırt edilmiştir. Bunlar olgun ve olgunlaşmamış profiller olarak başlıca iki alt gruba ayrılır. Olgun kaliş profilleri genellikle tabanda ayrık kaliş seviyesinden ve üstte sert laminalı kabuktan ve nadiren en üstte pizolitik kabuktan oluşur. Olgunlaşmamış kaliş profilleri başlıca ayrık kaliş seviyesinden oluşur ve oldukça yersel alanlarda nadiren laminalı kabuk tarafından üzerlenirler. Kalişler esas olarak mikrit (4 μm) ve mikrosporit (5-15 μm) boyutundaki küçük kalsit kristallerinden oluşmakla beraber az miktarda diyajenetik mineral oluşumlarını da (sepiolit, paligorskit vb.) bulundurlar.

Çalışma alanında kaliş şekilleri üç gelişim evresi gösterir:

1. toz, yumru, tüp ve çatlak dolgusu gibi ayrık kaliş şekilleri içeren lekeli veya geçirimsiz seviye,
2. laminalı ve sert laminalı kaliş kabuk seviyelerini içeren kireçli kabuklar
3. oldukça sınırlı pizolitik kabuk.

Kalsitin aşağı sızan sulardan çökeldiği geçirimsiz seviye ana kayaç veya çökellerin geçirimsizliğini azaltır. Daha sonra, geçirimsiz seviye sızan suların yatay hareketine öncülük yapmış, bu yüzden kireçli kabuklar oluşturur. Son olarak pizolitik kabuk tanelerin yamaç aşağı hareketi ve onların domsu yapılar arasındaki çukurluklarda yığılmasıyla oluşturur [41].

4.2.8.4. İdeal Kaliş Profili

İdeal bir kaliş profili yüzeyde organik toprak olmak üzere

- Karbonat kabuk
- Laminalı kaliş
- Yumrulu seviye

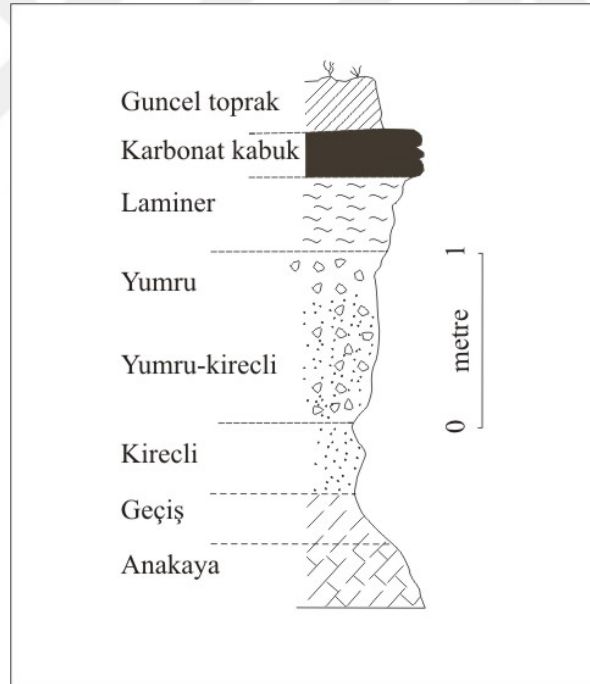
- Yumrulu kireçli kaliş
- Kireçli kaliş
- Geçiş seviyesi
- Anakaya

seviyelerinden oluşur (Şekil 4.6)[40].

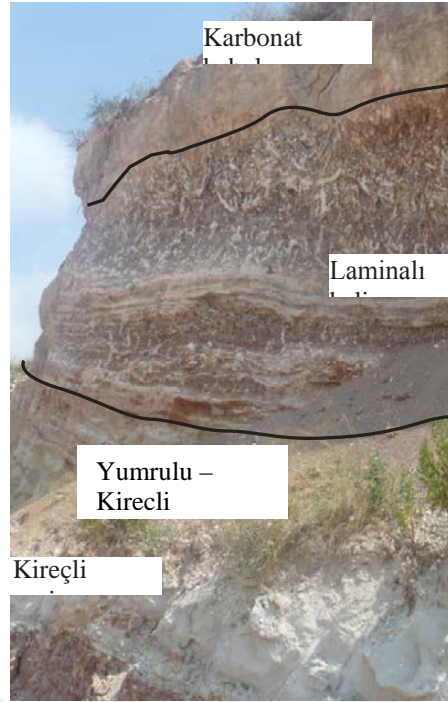
Hardpan veya masif kaliş olarak da adlandırılan karbonat kabuk oldukça sert, bozunmaya karşı daha dayanımlı, iyi çimentolanmış kalsitten oluşan seviyedir. Genellikle beyaz, krem renklerindedir. Çalışma alanında yer yer domsu (yalancı antiklinal) olarak görünür.

Karbonat kabuğun ya da toprak örtünün hemen alt kısmında bulunan laminalı kaliş yatay-yataya yakın, dalgalı laminer şekilde yer alır. Ayrık; küresel, düzensiz şekilli sertleşmiş kalsiyum karbonat çakıl-blok boyutlu malzeme içeren yumrulu kaliş seviyesi, beyaz krem renkli 74 µ dan küçük kalsit tanelerinden oluşan kireçli kaliş seviyesinin üstünde yer alır.

Anakaya ile kireçli kaliş seviyesi arasında yer alan geçiş seviyesi kısmında anakayanın aşınma ürünleri yer alır. Ayrıca anakayanın fiziksel ve kimyasal özellikleri (permabilite, CaCO_3 içeriği vb.) kaliş gelişim oranını etkiler [42].



Şekil 4.6. İdeal kaliş profili



Şekil 4.7.Kalış Profili Me. Ü. Çiftlikköy yerleşkesi Tıp Fakültesi inşaatı güney kesiminde bulunan yol yarması

4.2.8.5. Akarsu seki konglomeraları

Çalışma alanında genellikle devamlı akan akarsuların vadi tabanında yer alan bu birimin kalınlığı 0,5-3 metre, genişliği 5-3000 metre arasında değişmektedir. Çalışma bölgesinde kama ve mercerler şeklinde gözlenirler. Sık sık dereler tarafından aşındırılarak parçalara bölünen akarsu seki konglomeraları küçülmüşler veya yok olmuşlardır. Daha yaşlı olan alt bölümler karbonat çimento ile bağlanmalarına karşın üstteki birimler gevşek çimentoludur[35].

4.2.8.6. Delta çökelleri

Siciliyen sonlarında Adana-Mersin bölgesinde meydana gelen çöküntü alanlarının daha sonra oluşan akarsu ve kolları tarafından getirilen materyallerle dolması sonucu bölgeye delta çökelleri birikmiştir.

4.2.8.7. Kumullar

Yakın tarihte ve günümüzde kıyıda esen şiddetli rüzgarların etkisiyle sahildeki kumların iç kesimlere doğru taşınması ve birikmesi sonucu oluşan 10 metre yüksekliğe varabilen ölçülerdeki tepecik ve şerit şeklindeki birikimlerdir. Özellikle Mersin'in doğu kesimleri ve Tarsus'un güney kesimlerinde bu birim geniş alanlar kaplamaktadır.

4.3. Birimlerin Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi

4.3.1. Zeminlerin temel fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için yapılan deneyler

Bu çalışma kapsamında açılan araştırma çukuru ve yapılan zemin sondaj çalışması sonucunda alınan zemin örneklerinin temel fiziksel özelliklerinin belirlenmesi deneyleri yapılmıştır. Araştırma çukurundan alınan zemin örneklerinin deney sonuçlarının tamamı EK-1 de toplu olarak verilmiştir. Sondaj çalışmalarından elde edilen zemin örneklerinin deneyleri sonuçları ise saha çalışmaları bölümü içerisinde değerlendirilmiştir.

4.3.1.1. Doğal su içeriğinin belirlenmesi deneyi

TS 1900-1de belirtildiği gibi doğal su içeriğinin belirlenmesi için zeminden alınan bir miktar numunenin tartım işlemi yapılır (W_n). Daha sonra sıcaklığı 105°C ye sabitlenmiş etüv ortamında 24 saat kurutulur ve kuru numune tekrar tartılır (W_k).

$$\% w = \frac{W_n - W_k}{W_k} \times 100$$

Formülü ile doğal su içeriği belirlenir. Deney sonuçları EK-1 de toplu olarak verilmiştir.

4.3.1.2. Tane birim hacim ağırlığının belirlenmesi deneyi

Deney yapılacak birimi temsil eden zeminin taze yüzeylerinden alınan zemin örnekleri hassas tartıda tartılıp (W_n) etüv ortamında 105°C de 24 saat bekletilip tekrar tartılır (W_d). Bu aşamada su içeriği belirlenir (TS 1900-1).

$$\% w = (W_n - W_d) / W_d$$

Kurumuş zemindeki kohezyondan kaynaklı topaklanmanın dağılması için sert plastik bir çekiç ile zemin tanelendirilir. Elek setinden elenen zeminin 40 nolu (0,425 mm.) elekten geçen kısmı düz cam bir yüzey üzerine aktarılır.

50 veya 100 cm^3 lük piknometre tüpü içerisine saf su doldurulup tartılır. Bu aşamada tüpün dış yüzeyinin kuru olmasına özen gösterilir (W_1). Piknometre boşaltıldıktan sonra kuru zeminden tartarak aldığımız (W_d) zemin deney numunesi dikkatli bir şekilde kayıpsız olarak tüp içerisine aktarılır. Piknometre tekrar saf su ile doldurulur ve tartılır (W_2). Tane birim hacim ağırlığı deneyi, deney okumalarının aşağıdaki formül ile hesaplanması ile son bulur (Şekil 4.8).

$$\gamma_s = W_d / (W_d - (W_2 - W_1))$$

Deney sonuçları EK-1 de toplu olarak verilmiştir.



Şekil 4.8.Tane birim hacim ağırlığının belirlenmesi için kullanılan piknometre

İnce taneli zeminlerin mühendislik davranışı, içerdikleri su içeriğine bağlı olarak değişiklik gösterir. Kohezyonlu zeminlerde su içeriğinin artması zemin taşıma gücü değerini düşürür. Zeminde ki su içeriğine bağlı olarak zemin sırasıyla katı, yarı katı-yarı plastik, plastik ve likit durumlarda bulunur. Bu durumları birbirinden ayıran limit değerlerden ikisi de plastik limit ve likit limit değeridir. İnce taneli zeminlerin sınıflandırmasında da kullanılan bu değerlerin belirlenmesinde TS-1900-1 standartları kullanılır.

4.3.1.3. Plastik limitin belirlenmesi deneyi

TS 1900-1 de de anlatıldığı üzere plastik limitin belirlenmesi için 40 Nolu (0,425 mm.) elekten geçen zemin örneğinin bir kısmı sulandırılarak cam yüzey üzerinde spatula ile yoğrulur. Avuç içine alınan bir miktar yoğurulmuş zemin örneği cam bir yüzey üzerinde yuvarlanır. Silindirik kurtçuk şeklini alan numunenin çapı yaklaşık 3 mm. olduğunda yüzey boyunca kuruma çatlakları oluşur. O andaki su muhtevası belirlenir. Belirlenen su içeriği aynı zamanda zeminin plastik limit değeridir (Şekil 4.9).Deney sonuçları EK-1 de verilmiştir.



Şekil 4.9.Plastik limitin belirlenmesi deneyi uygulama çalışması

4.3.1.4. Likit Limitin Belirlenmesi

Likit limitin belirlenmesi 2 farklı yöntemle yapılmaktadır. Bunlar;

1. Düşen koni deney yöntemi (Koni penetrasyon)
2. Casagrande deney yöntemidir.

Bu çalışmada likit limitin belirlenmesi için, Cassagrande yöntemine göre uygulama hata payının daha az olduğu koni penetrasyon deney yöntemi tercih edilmiştir..

Tane özgül ağırlığı ve plastik limitin belirlenmesi deneyi için kullanılan $D_{maks} < 0,425$ mm. (Elek No 40) olan zemin örneği spatula yardımı ile su ile yoğrulur. Standart boyutlardaki metal kap içerisine boşluk kalmayacak ve aşırı sıkıştırılmayacak şekilde yerleştirilen zemin koni penetrasyon deney aletinin altına yerleştirilir. 80 g. ağırlığındaki konik şekilli metal uç 5 sn. süre ile zemine batması sağlanır. 5 sn. sonrasındaki batma miktarı mikrometre ile ölçülür. Deney örneğinden alınan zemin numunesi su içeriğinin belirlenmesi amacıyla tartılarak etüve konup $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 24 saat bekletilir. Uygulama sonucunda batma miktarı ve su muhtevası belirlenmiş olunur. Deney artan su içeriklerinde en az 3 kez tekrarlanır. Elde edilen değerler su içeriği (%w)-batma miktarı (mm.) grafiğine yerleştirilir. Yerleştirilen noktaları temsil edecek şekilde doğru çizilir. Elde edilen grafikte 20 mm. lik batmaya karşılık gelen değer zeminin likit limitini verir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Likit Limitin Belirlenmesi Deneyi

a. Deney numunesinin hazırlanması

b. Koni Penetrasyon deney aleti

4.3.1.5. Elek analizi deneyi

TS 1900-1 e göre bir miktar doğal zemin (birkaç yüz gramdan birkaç kg. a kadar) etüvde $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 24 saat süre ile kurutulur. Kurutulmuş zemindeki yapışmış tanelerin ayrılması için sert plastik bir tokmak vasıtasıyla dövülür. Bu şekilde kurutulmuş tanelenmiş zeminin tartılarak ağırlığı belirlenir. Deney için hazırlanmış bir dizi elek seti üstünden hassas bir şekilde dökülen zemin sarsma tablası ile titreştirilerek eleme işlemi yapılır. Her elek üzerinde kalan zemin örnekleri hassas bir şekilde tartılır. Deney sonuçlarını oluşturan elek çapı – geçen yüzdesi (%P) değerleri logaritmik granülometri tablosunda işaretlenerek tane çapı dağılım eğrisi oluşturulur. Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma tablosuna göre zeminin tanımlaması yapılır(Şekil 4.11).

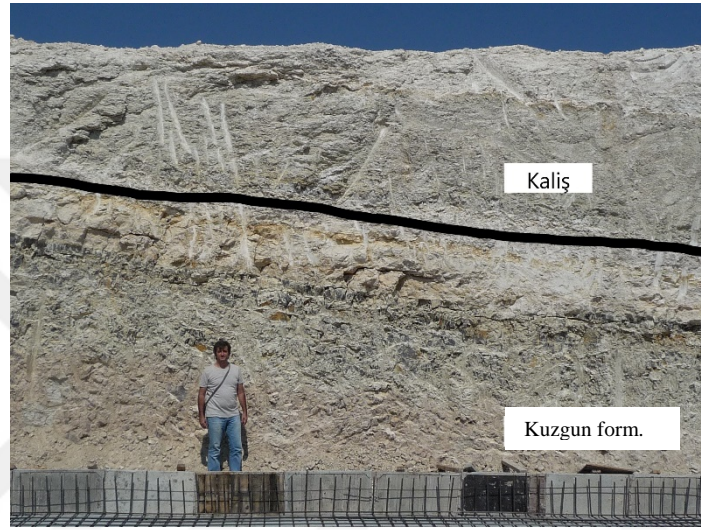


Şekil 4.11. Elek analizi deneyinin yapılması

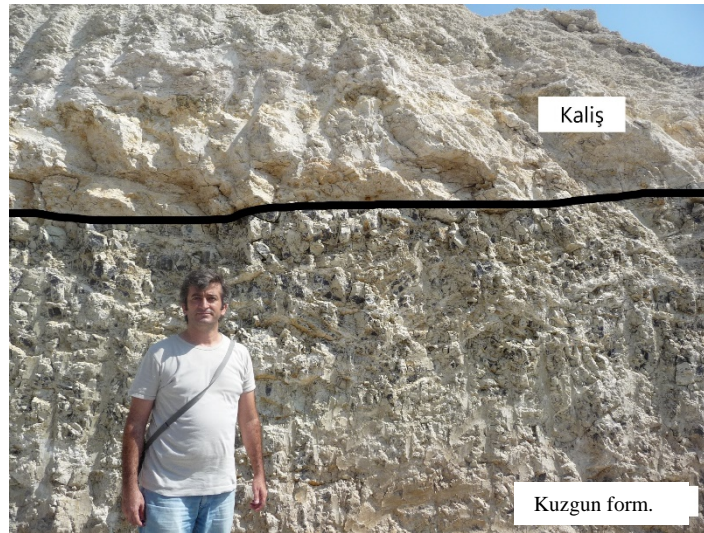
- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| a. Zemin örneğinin kurutulması | b. Elek analizi deneyinin yapılması |
| c. Elek üstü malzemenin tartılması | d. Tartım sonuçlarının kaydedilmesi |

4.3.2. Kuzgunformasyonunun mühendislik özellikleri

Kuzgun formasyonu içerisinde çalışma alanı genelinde yaygın olarak bulunan kil ve silt içerikli kohezyonlu birimlerin temel fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla deneyler yapılmıştır. 14 farklı lokasyondan alınan zemin örnekleri üzerinde tane özgül ağırlığı, likit limit ve plastik limit deneyleri yapılmış ve zeminin kıvam limitleri sınıflandırma tablosundaki konumu ve adı belirlenmiştir (Tablo 4.1.).



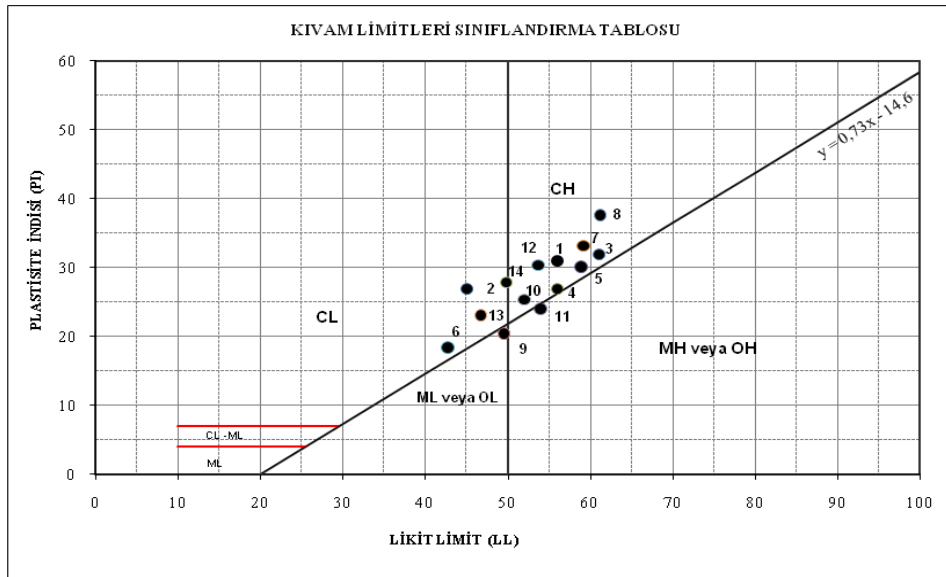
Şekil 4.12. Tersiyer yaşlı Kuzgun formasyonu ile Kuvaterner Kaliş biriminin dokanağı (Me.Ü. Çiftlikköy kampüsü spor tesisleri inşaat alanı)



Şekil 4.13. Kuzgun formasyonunun yakın görünümü (Me.Ü. Çiftlikköy kampüsü spor tesisleri inşaat alanı)

Tablo 4.1. Kuzgun Formasyonu Killerinin Kıvam Limitleri

	Lokasyon	Tane Özgül Ağırlığı γ_s	Plastik Limit PL	Likit Limit LL	Plastisite İndisi PI	Tanımlama	Derinlik m.
1	636.997,411D 4.070.119,986K	2,49	25,3	56,1	30,8	CH	YÜZEY
2	637.598,111D 4.070.486,038K	2,65	18,1	45,3	27,2	CL	YÜZEY
3	637.241,446D 4.071.602,964K	2,51	29,2	60,8	31,6	CH	YÜZEY
4	637.260,217D 4.073.189,186K	2,74	29,1	56,2	27,1	CH	YÜZEY
5	636.490,571D 4.073.132,871K	2,81	28,9	59,1	30,2	CH	2,00-2,30
6	637.232,060D 4.073.724,184K	2,79	24,5	42,8	18,3	CL	YÜZEY
7	637.447,936D 4.073.010,854K	2,7	26,1	59,3	33,2	CH	2,50-3,50
8	638.855,826D 4.074.362,428K	2,76	23,7	61,2	37,5	CH	1,80-3,20
9	638.133,109D 4.071.321,386K	2,69	29,2	49,5	20,3	ML	1,50-2,30
10	638.930,913D 4.072.701,118K	2,82	21,9	49,8	27,9	CL	1,50-2,50
11	637.175,744D 4.070.964,720K	2,7	30,2	54,1	23,9	MH	2,50-3,50
12	635.364,259D 4.072.644,802K	2,85	23,4	53,8	30,4	CH	YÜZEY
13	638.104,951D 4.070.777,002K	2,75	23,7	46,7	23	CL	YÜZEY
14	636.762,763D 4.074.277,954K	2,76	26,7	52,1	25,4	CH	YÜZEY



4.3.3. Kalış Çökellerinin mühendislik özellikleri

Kalış kayacına ait temel fiziksel parametreleri belirlemek amacıyla farklı lokasyonlardan toplanan 21 adet örnek üzerinde deneyler uygulanmıştır. Örnekler kalışın karbonat kabuk kısmından alınmıştır.

Deneyler için silindirik örnek alma çalışmaları yapılmıştır. Bu amaçla blok boyutundaki kalışlardan karotiyerle örnek çıkartılmış ve yüzeyleri düzleştirilmiştir (Şekil 4.14, Şekil 4.15.). Çıkartılan karot numunelerinde boy-çap ilişkisi ($H=2D$) olanlar tek eksenli basınç deneyi için ayrılırken daha küçük boyda olanlar ise temel fiziksel özelliklerin belirlenmesi deneyinde kullanılmıştır.

Yapılan deney sonuçlarının incelenmesi sonucunda temel fiziksel parametrelerin dağılımı Tablo 4.2 deki gibidir.

Tablo 4.2.Kalış örneklerine ait temel fiziksel özellikler

	Boşluk Oranı e	Görünür Porozite %n	Hacimce Su Emme Hw	Ağırlıkça Su Emme Aw	Boşluk Hacmi Vb	Doygun b.h.a. g/cm ³	Kuru b.h.a. g/cm ³	Doğal b.h.a. g/cm ³
Minimum	0,44	30,34	30,34	16,06	19,80	2,11	1,69	1,85
Maksimum	0,94	48,38	48,38	26,92	85,10	2,32	1,92	2,06
Ortalama	0,64	38,39	38,39	21,18	40,96	2,20	1,82	1,97

Tablo 4.3.Kalış örneklerine ait temel fiziksel özellikler deney sonuçları

Örnek No	Lokasyon	Tanımı	Doğal b.h.a. g/cm ³	Kuru Ağırlık g	Doğun Ağırlık g	Kuru b.h.a. g/cm ³	Doğun b.h.a. g/cm ³	Boşluk Hacmi Vb	Ağırlıkça Su Emme Aw	Hacimce Su Emme Hw	Görünür Porözite %	Boşluk Oranı e
1	636.355,786D 4.069.257,138K	Kalış	1,96	163,8	201	1,796	2,204	37,200	22,71	40,79	40,79	0,69
2	636.387,917D 4.069.257,138K	Kalış	2,01	89,2	113	1,760	2,230	23,800	26,68	46,97	46,97	0,89
3	636.821,696D 4.069.931,905K	Kalış	1,98	121,1	150,1	1,764	2,187	29,000	23,95	42,25	42,25	0,73
4	639.376,174D 4.071.811,615K	Kalış	1,87	230,4	288,8	1,710	2,144	58,400	25,35	43,35	43,35	0,77
5	641.239,817D 4.073.209,347K	Kalış	1,91	203,3	241,3	1,791	2,126	38,000	18,69	33,48	33,48	0,50
6	641.159,488D 4.075.072,991K	Kalış	1,96	98,8	125,4	1,797	2,281	26,600	26,92	48,38	48,38	0,94
7	636.162,995D 4.071.586,692K	Kalış	2,03	121,1	151,2	1,851	2,311	30,100	24,86	46,00	46,00	0,85
8	639.408,305D 4.072.920,161K	Kalış	2,00	250,1	298,7	1,816	2,169	48,600	19,43	35,28	35,28	0,55
9	639.199,449D 4.072.277,526K	Kalış	1,97	119,2	139	1,921	2,241	19,800	16,61	31,92	31,92	0,47
10	638.139,100D 4.070.687,002K	Kalış	1,97	127,1	161	1,685	2,134	33,900	26,67	44,94	44,94	0,82
11	638.331,890D 4.071.650,956K	Kalış	1,99	198,6	243,5	1,789	2,193	44,900	22,61	40,44	40,44	0,68
12	636.397,650D 4.069.298,948K	Kalış	2,04	221,6	261,7	1,906	2,251	40,100	18,10	34,50	34,50	0,53

Tablo 4.3. Kalış örneklerine ait temel fiziksel özellikler deney sonuçları (devamı)

Örnek No	Lokasyon	Tanımı	Doğal b.h.a. g/cm ³	Kuru Ağırlık g	Doymun Ağırlık g	Kuru b.h.a. g/cm ³	Doymun b.h.a. g/cm ³	Boşluk Hacmi Vb	Ağırlıkça Su Emme Aw	Hacimce Su Emme Hw	Görünür Porozite %	Boşluk Oranı e
13	636.753,487D 4.069.879,524K	Kalış	2,06	171,5	199,3	1,891	2,198	27,800	16,21	30,66	30,66	0,44
14	635.817,074D 4.070.141,720K	Kalış	2,03	284,4	345,9	1,908	2,321	61,500	21,62	41,26	41,26	0,70
15	636.360,193D 4.072.089,459K	Kalış	1,98	145,3	171,5	1,878	2,217	26,200	18,03	33,87	33,87	0,51
16	635.086,672D 4.072.332,926K	Kalış	1,94	200,4	239,1	1,841	2,197	38,700	19,31	35,56	35,56	0,55
17	641.323,182D 4.074.280,665K	Kalış	1,89	345,4	412,1	1,800	2,148	66,700	19,31	34,77	34,77	0,53
18	639.487,812D 4.074.542,860K	Kalış	1,86	428,8	513,9	1,805	2,164	85,100	19,85	35,83	35,83	0,56
19	637.633,715D 4.074.187,024K	Kalış	1,99	281,4	326,6	1,889	2,192	45,200	16,06	30,34	30,34	0,44
20	640.218,215D 4.076.359,501K	Kalış	2,03	300,5	364,5	1,898	2,302	64,000	21,30	40,42	40,42	0,68
21	637.184,237D 4.075.235,806K	Kalış	1,85	221,8	280,1	1,721	2,174	58,300	26,28	45,24	45,24	0,83
22	643.102,366D 4.075.610,371K	Kalış	2,06	97,1	118,6	1,901	2,322	21,500	22,14	42,10	42,10	0,73
23	641.060,986D 4.077.089,904K	Kalış	1,95	143,1	168,4	1,808	2,127	25,300	17,68	31,96	31,96	0,47
24	636.453,835D 4.073.512,806K	Kalış	1,96	162,5	191,3	1,790	2,107	28,800	17,72	31,73	31,73	0,46

4.3.3.1. Kalışlerin dayanım özellikleri

4.3.3.1.1. Tek eksenli basınç dayanımı deneyleri

Çalışma alanı içerisinde 25 farklı noktadan kalış blok örneği alma çalışması yapılmıştır. Alınan kalış bloklarından Mersin Üniversitesi Zemin Etüt laboratuvarında karotiyer ile örnek alma çalışması gerçekleştirilmiş ve elde edilen silindirik kalış örneklerinden boyutça uygun olanları ($H=2D$) tek eksenli basınç deneyine tabi tutulmuştur. Yükseklik boy ilişkisi ideal boyutta olmayan örnekler için ise temel fiziksel özelliklerin belirlenmesi amacıyla deneyler yapılmıştır.

Tek eksenli basınç deneyi için karotiyer ile alınan (Şekil 4.14, Şekil 4.15) silindirik kalış örneklerinin yüzeylerinin düzleştirilmesi çalışması(Şekil4.16) sonrasında boy ve çap oranı uygun olanlar tek eksenli basınç deney aleti ile kırılmıştır. Söz konusu deney de yükleme hızı 2 kN/dk. olarak ayarlanmış,. 25 örnek için yapılan deney sonuçları minimum 15,2kN/cm² maksimum 39,7 kN/cm² olarak belirlenmiş ve 25,9 kN/cm² lik bir ortalama basınç dayanım değeri belirlenmiştir(Tablo 4.4).

4.3.3.1.2. Schmidt sertliğinin belirlenmesi

Schmidt çekici kullanılarak, kayalarda Schmidt geri sıçrama değerinin tayini ve dolaylı olarak tek eksenli sıkışma dayanımlarının saptanması amacıyla yapılır. Schmidt Çekici deneyi N tipi çekiç kullanılarak arazide kalış blokları üzerinde ISRM (1981b) standartlarına göre uygulanmıştır. Bloklar üzerinde çatlak ve süreksizliğin olmadığı yerlerde düşey olarak uygulanan Schmidt çekici deneyinde değerler büyükten küçüğe doğru sıralanır ve bu değerlerinden küçük % 50 si iptal edilerek hesaba katılmaz. Diğer sıçrama değerlerinde ortalaması alınır.

Çalışma alanında bulunan karbonat kabuk niteliğindeki kalış blokları üzerinde 11 lokasyonda Schmidt Sertliği belirleme deneyi yapılmıştır. Her bir deneyde 20 sıçrama okuması (N) yapılmış, elde edilen en düşük 5 ve en yüksek 5 sonuç değerlendirmeye katılmamıştır. Geri sıçrama değerleri 21,3 ile 26 değerleri arasında çıkmakla beraber ortalama N değeri 22,75 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.4. Kalış örneklerine ait tek eksenli sıkışma deney sonuçları

TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIM DENEYİ		Form no:									
Proje: MERSİN İLİ İÇİN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI MİKROBÖLGELEME ÇALIŞMASI		Deneyi yapan: Serkan EKİNGEN									
Tarih : TEMMUZ 2013											
Örnek No	Örnekleme Derinliği	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı (m ²)	*α (°)	Su İçeriği w (%)	Yükleme Hızı (kN/dk)	Yükleme Süresi (dk)	Yenilme Yüktü F (kN)	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (KN/cm ²)	Kayaç Tanımı
1	YÜZEY	50,8	100,6	2026,83		14	2	2	7,1	35,701	KALIŞ
2	YÜZEY	50,8	108,0	2026,83		10	2	2	6,8	34,193	KALIŞ
3	YÜZEY	50,7	101,5	2018,86		13	2	2	6,4	32,308	KALIŞ
4	YÜZEY	50,6	100,0	2010,90		12	2	2	5,7	28,896	KALIŞ
5	YÜZEY	50,8	95,0	2026,83		9	2	2	3,6	18,102	KALIŞ
6	YÜZEY	50,0	115	1963,50		11	2	2	3,7	19,205	KALIŞ
7	YÜZEY	49,5	128,3	1924,42		10	2	2	4,2	22,243	KALIŞ
8	YÜZEY	49,7	99,4	1940,00		11	2	2,5	5,9	30,995	KALIŞ
9	YÜZEY	48,2	101	1824,67		13	2	2,5	7,1	39,657	KALIŞ
10	YÜZEY	49,0	105,4	1885,74		13	2	2	6	32,427	KALIŞ
11	YÜZEY	50,7	108	2018,86		10	2	2	5,9	29,784	KALIŞ
12	YÜZEY	47	98,4	1734,94		9	2	1,5	3,7	21,735	KALIŞ
13	YÜZEY	50,1	102	1971,36		9	2	2	3,8	19,645	KALIŞ

Tablo 4.4. Kalış örneklerine ait tek eksenli sıkışma deney sonuçları (devamı)

TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIM DENEYİ										Form no:	
Proje: MERSİN İLİ İÇİN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI MİKROBÖLGELEME ÇALIŞMASI										Deneyi yapan: Serkan EKİNGEN	
Tarih : TEMMUZ 2013											
Örnek No	Örnekleme Derinliği	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı (m ²)	*α (°)	Su İçeriği w (%)	Yükleme Hızı (kN/dk)	Yükleme Süresi (dk)	Yenilme Yüğü F (kN)	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (KN/cm ²)	Kayaç Tanımı
14	YÜZEY	61,0	118,4	2922,47		15	2	2	5,1	17,785	KALIŞ
15	YÜZEY	60,4	124,3	2865,26		11	2	3,5	7,1	25,254	KALIŞ
16	YÜZEY	61,2	127	2941,66		14	2	3	5,8	20,095	KALIŞ
17	YÜZEY	59,5	126,4	2780,51		9	2	2	4,9	17,960	KALIŞ
18	YÜZEY	61,1	128	2932,06		12	2	2,5	8,1	28,155	KALIŞ
19	YÜZEY	60,4	130,7	2865,26		8	2	2	7,9	28,100	KALIŞ
20	YÜZEY	60,0	125,1	2827,43		9	2	2	6,9	24,871	KALIŞ
21	YÜZEY	62,5	126,0	3067,96		10	2	2	7,6	25,247	KALIŞ
22	YÜZEY	58,5	115,1	2687,83		7	2	2	4,0	15,167	KALIŞ
23	YÜZEY	60,0	126,0	2827,43		9	2	2	6,2	22,348	KALIŞ
24	YÜZEY	60,1	127,5	2836,87		8	2	2,5	7,8	28,022	KALIŞ
25	YÜZEY	61,4	125,0	2960,92		10	2	3	8,7	29,946	KALIŞ



Şekil 4.14.Karbonat kabuktan alınan kalış numunelerinden karotiyerle örnek çıkarılması çalışması



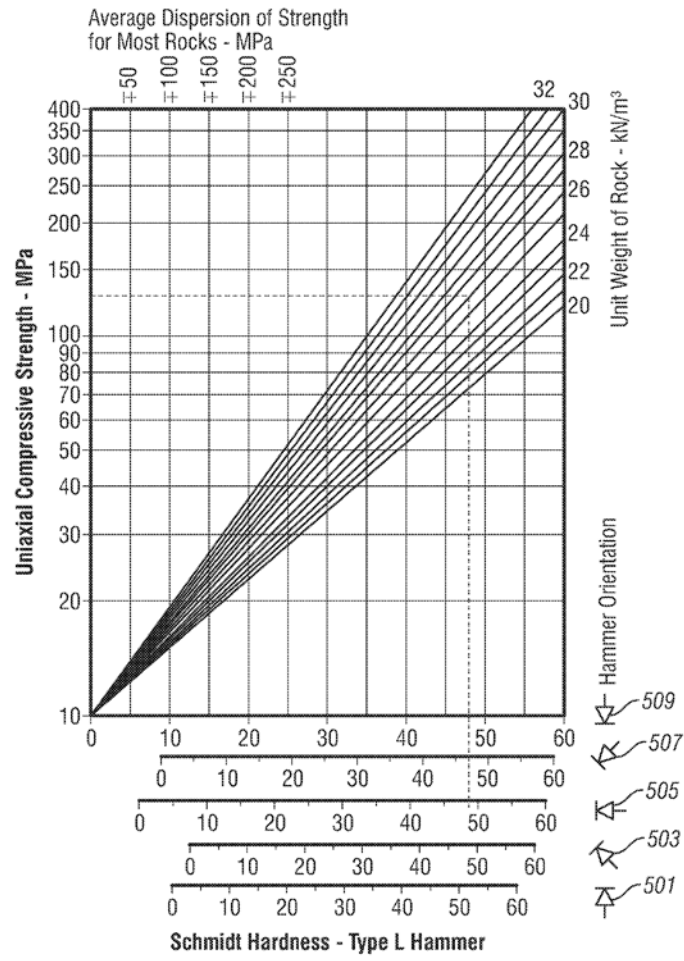
Şekil 4.15.Karbonat kabuktan çıkartılan silindirik kalış numuneleri



Şekil 4.16.Kalış karot örneklerinin deney için hazırlanması

Tablo 4.5.Kaliş karbonat kabuk gruplarına ait Schmidt Çekici Değerleri

SCHMIDT SERTLİK DENEYİ (ISRM1981)		MERSİN İLİ İÇİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI MİKROBÖLGELEME ÇALIŞMASI																			Ort. N	σ_c (Mpa)			
Örnek No	Örnek derinliği	Lokasyon	Çekici Duruş	GERİ SİCRAMA DEĞERLERİ (N)																					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	YÜZEY	636.355,786D 4.069.257,138K	↓	12	15	18	16	21	18	28	26	18	21	21	26	27	23	26	15	21	16	34	27	21,3	21,5
2	YÜZEY	636.387,917D 4.069.257,138 K	↓	16	26	13	18	14	16	26	24	18	21	20	30	18	34	26	20	24	20	29	18	22,4	27,4
3	YÜZEY	636.821,696D 4.069.931,905K	↓	24	24	15	16	18	13	19	29	27	33	26	24	20	27	18	16	25	24	29	18	22	27
4	YÜZEY	639.376,174 D 4.071.811,615 K	↓	18	22	29	27	21	25	18	16	19	27	24	29	23	21	33	32	20	24	25	18	22,4	27,4
5	YÜZEY	641.239,817D 4.073.209,347K	↓	16	21	28	29	18	16	26	23	27	20	25	20	18	15	19	23	22	29	28	21	22,1	27,1
6	YÜZEY	641.159,488D 4.075.072,991K	↓	20	18	16	29	24	26	23	21	20	18	29	24	30	34	20	16	22	27	24	23	22,7	27,7
7	YÜZEY	636.162,995D 4.071.586,692K	↓	31	28	15	29	24	15	19	23	29	24	27	22	20	24	28	31	30	27	34	27	26	35
8	YÜZEY	639.408,305D 4.072.920,161K	↓	18	15	26	18	21	29	27	20	23	30	24	21	17	16	19	31	20	19	22	27	21,8	26,8
9	YÜZEY	639.199,449D 4.072.277,526K	↓	20	26	28	24	27	29	33	20	19	18	35	24	27	20	24	24	24	25	27	19	24,1	29,6
10	YÜZEY	638.139,100D 4.070.687,002K	↓	22	29	24	29	20	27	27	18	16	26	28	24	21	20	20	18	16	18	22	18	22,5	27,5
11	YÜZEY	638.331,890D 4.071.650,956K	↓	18	23	29	27	24	20	19	23	17	32	33	37	23	25	27	24	21	20	16	18	23	28,7



Şekil 4.17.Schmidt sertliği ve tek eksenli sıkışma dayanımı arasındaki ilişki grafiği

4.4. Saha Çalışmaları

Saha çalışmaları iki ana başlık altında yapılmıştır.

4.4.1. Araştırma Çukuru Çalışmaları

Araştırma alanı sınırları içerisinde 136 lokasyonda, araştırma çukurundan* zemin numunesi alımı ve laboratuvar deneyleri çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Mevcutta açık olan inşaat temel çukurları da bu kapsamda kullanılmıştır. Temel çukur sayısının fazlalığı, ekonomik olması ve örnek alma işleminin daha rahat olmasından dolayı özel olarak araştırma çukuru açılması çalışması yapılmamıştır.

Araştırma çukurundan alınan örnekler(Şekil 4.18)üzerinde genel olarak elek analizi, kıvam limitleri, tane birim hacim ağırlığı belirlenmesi deneyleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.18. Shelby tüpü ile örselenmemiş örnek alma çalışması

Ayrıca çalışma bölgesi içerisinde kamu ve özel sektörün gerçekleştirmiş olduğu zemin etüt raporlarından elenerek seçilen 167 adet araştırma çukuru deney sonucu bu çalışma kapsamında kullanılmıştır.

*Zemin incelemesi yapmak amacıyla, açılan veya farklı amaçla da olsa açılmış olan mevcut çukurlara (temel çukuru vs.) verilen genel bir adlandırmadır.

Elde edilen 303 noktadaki araştırma çukuru deney sonuçları için Microsoft Excel programı içerisinde veritabanı oluşturulmuştur.

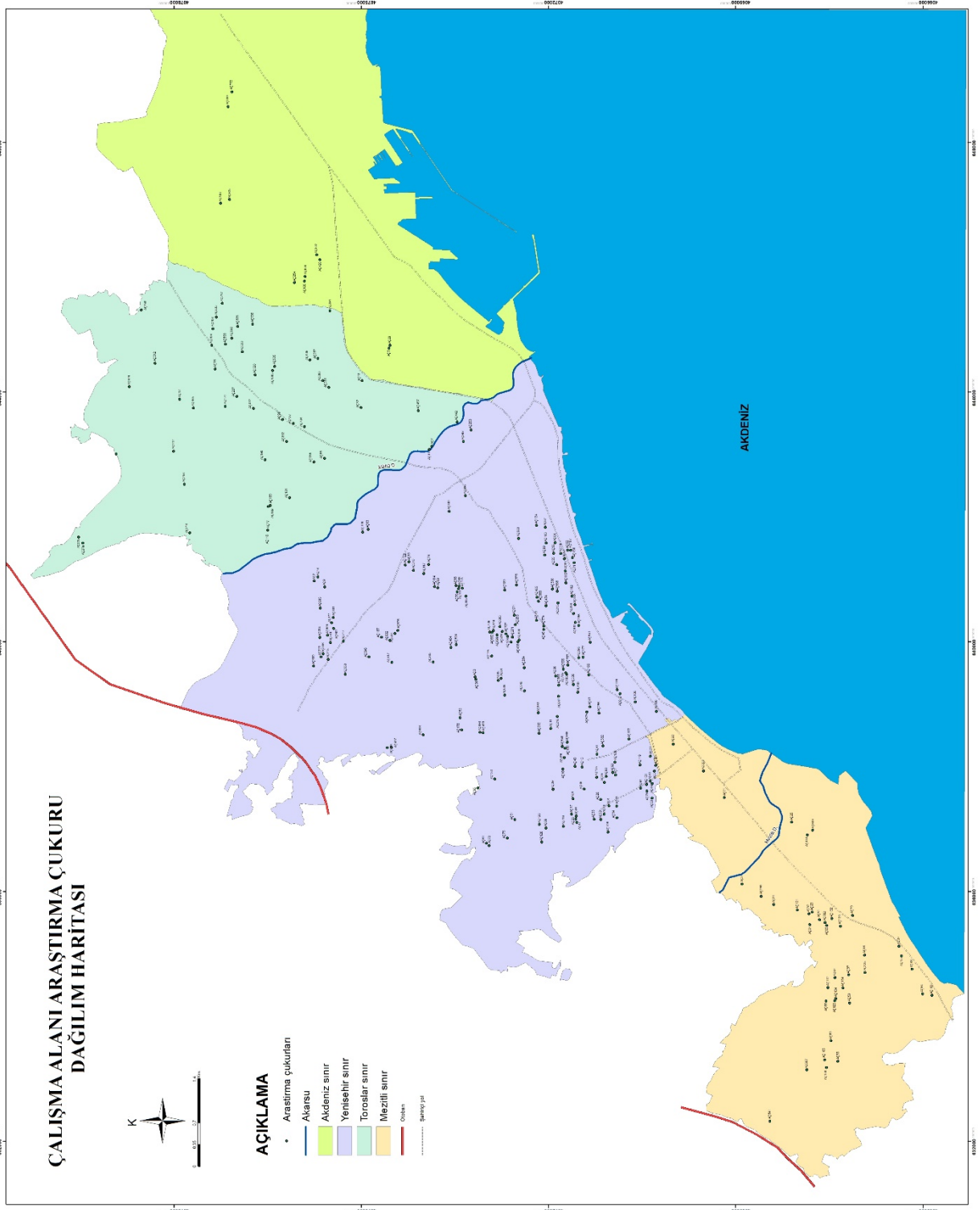
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1		x	y	pafta	ada/parsel	Ornek_Der	Ref_Der	%G	%S	%M-C	D10	D30	D60	Sınıf	Cu	Cc	%w	wL	wP	Ip	
2	AÇ1	637907,39	4071043,74	17-I-1	5847/2	1,60-2,60	2	42,60	56,29	1,11	0,47	1,27	5,49	SP	11,57	0,62	6,09	25,00	34,15	9,15	
3	AÇ2	641056,86	4075765,70	21-K-I	7821/3	2,60-3,00	3	25,34	73,04	1,62	0,39	1,04	2,14	SP	5,47	1,31	14,57	25,00	36,75	11,75	
4	AÇ3	637936,08	4070370,62	17-I-IV	275/3	4,50-5,50	5	10,24	82,88	7,08	0,13	0,69	1,73	SP	13,28	2,08	17,25	19,09	25,23	6,14	
5	AÇ4	637378,69	4071097,43	17-H-II	5415/1	1,5-2,0	2	34,39	61,87	3,75	0,21	0,90	3,26	SW	15,40	1,18	16,85	17,95	41,21	23,26	
6	AÇ5	644710,69	4074623,37	20-M-I	11060/5	2,00-2,50	2	45,20	52,60	2,21	0,39	1,60	5,71	SW	14,50	1,13	15,52	21,05	41,70	20,65	
7	AÇ6	637488,96	4071673,14	18-H-III	390/11	0,50-3,10	2	31,45	67,00	1,55	0,55	1,20	3,10	SP	5,67	0,85	19,00	16,28	34,67	18,39	
8	AÇ7	643129,53	4073924,15	16-I-1	257/10	2,80-3,20	3	21,52	73,67	4,81	0,23	0,97	2,46	SW	10,67	1,67	34,47	40,00	49,97	9,97	
9	AÇ8	639444,23	4073243,07	19-J-1	6187/10	1,20-2,50	2	58,08	39,70	2,22	0,69	2,89	8,24	GW	12,01	1,48	13,45	18,75	56,15	37,40	
10	AÇ9	640884,21	4075652,13	21-K-1	7820/3	2,50-2,90	3	34,28	62,09	3,63	0,22	0,92	3,39	SW	15,41	1,13	7,16	17,86	26,82	8,96	
11	AÇ10	643089,03	4073980,05	20-L-IV	364/10	1,30-2,40	2	51,39	47,39	1,22	0,52	2,11	6,70	GW	12,87	1,28	10,11	21,62	25,84	4,22	
12	AÇ11	638616,92	4072032,06	19-I-III	2618/7	2,60-3,60	3	16,13	81,55	2,32	0,27	1,00	2,40	SW	8,81	1,53	14,86	30,00	46,87	16,87	
13	AÇ12	643890,73	4077978,01	xx	xx	2,00-2,85	2	1,51	95,96	2,51	0,44	0,83	1,28	SP	2,89	1,22	41,16	20,41	33,65	13,24	

Şekil 4.19. Araştırma Çukuru veritabanı

Deney sonuçlarının değerlendirilmesi ve raporlandırılması amacıyla Microsoft Excel programında bir deney raporlandırma programı hazırlanmıştır. Bu sayede hesaplama hataları yapılması durumu engellenmiştir. Bu yazılımın özellikleri;

- Elek analizi deney sonuçlarının girilmesi ile otomatik olarak hesaplamaların yapılması ve granülometri eğrisinin çizimini gerçekleştirilmesi,
- Granülometri eğrisi üzerinden otomatik olarak çakıl (G), kum (S), silt-kil (M-C) oranlarını okuması,
- Granülometri eğrisi üzerinden D_{10} (Efektif çap), D_{30} , D_{60} değerlerini okuması ve buna bağlı olarak da C_u (uniformluluk sayısı) ve C_c (eğrilik katsayısı, derecelenme sayısı) değerlerini hesaplaması,
- Su içeriği deney sonucunu hesaplaması,
- Tane özgül ağırlığı deney sonucunu hesaplaması,
- Plastik limit deney sonucunu hesaplaması
- Likit limit deney sonuçlarının hesaplanması, buna bağlı olarak grafiğinin çizilmesi ve grafik üzerinden LL değerinin okunması işleminin gerçekleştirilmesi,
- İnce taneli zeminler için, Plastisite kartı üzerinde bulunduğu noktanın görsel olarak gösterilmesi ve bulunan noktanın olduğu alanı ifade eden kıvam durumunun otomatik olarak raporda belirtilmesi

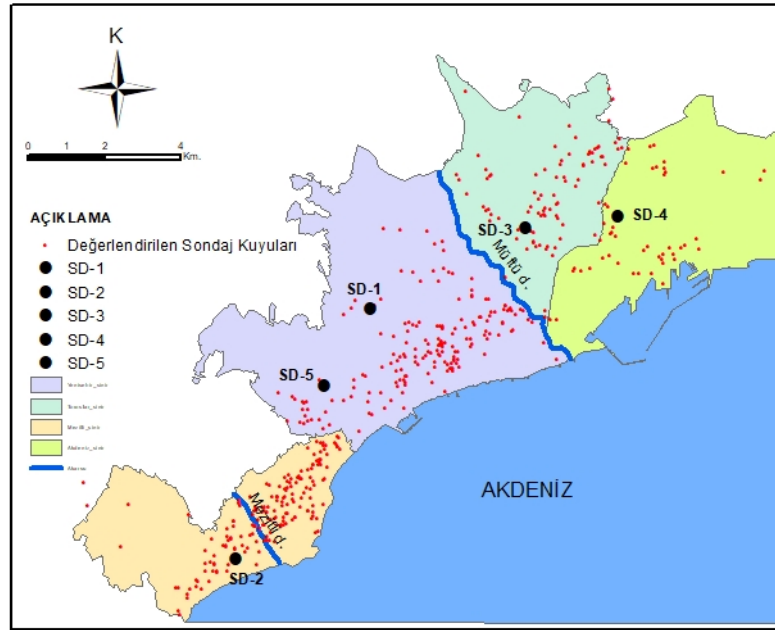
Araştırma çukurlarının çalışma alanı içerisindeki dağılımı Şekil 4.20 deki gibidir.



Şekil 4.20. Araştırma çukuru çalışma alanlarının dağılım haritası

4.4.2. Sondaj Çalışmaları

Bu çalışma kapsamında her biri 12 şer metre derinliğinde 5 adet zemin sondaj çalışması yapılmıştır. Çalışmaların yapılacağı lokasyonların seçimi, daha önce yakın alan içerisinde sondaj veya arazi çalışması yapılmamış ya da mevcut verilerin doğruluğunun teyit edilmesi gerekliliği duyulan lokasyonlar göz önüne alınarak yapılmıştır (Şekil 4.21). Bu kapsamda 2 adet Yenişehir ve 1'er adet Mezitli, Toroslar ve Akdeniz ilçe sınırlarında olmak üzere 5 noktada sondaj çalışması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.21. Sondaj kuyuları dağılım haritası

SD-1 Sondajı (50. Yıl Mahallesi/Yenişehir)

Yenişehir Belediyesi 50. Yıl mahallesi içerisinde 12 m. derinliğinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.22).

Yüzey kısmında 0-50 cm. kalınlığında bitkisel toprak bulunmaktadır. Dolgu zemin olarak ifade edilebilecek bu katmanın altında 4,0. metreye kadar Mersin kuzeyinde hakim olarak karşılaştığımız Kaliş birim kesilmiştir. SPT* deneyinde ilerleme sağlanamayan sert kaliş (hardpan) niteliğindeki bu birim içerisinde karot alınmıştır. 4,00-6,50 m. arasında geçilen, yer yer iri çakıl parçaları içeren koyu kahve renkli kil matriksli çakıllı birim kaliş tabakasının hemen

*Standart Penetrasyon Testi (SPT), zemin mukavemet ve yoğunluğunu değerlendirmek ve örselenmiş örnek almak amacıyla sondaj kuyusu içinde (in situ) yapılan bir dinamik kesme deneyidir. 15'er cm. lik ilerleme sağlanması için 63,5 kg ağırlığında şahmerdan düşürülmesi yöntemidir. 3 set halinde toplam 45 cm. ilerleme esasına dayanır. Genellikle son 30 cm. ilerleme için yapılan vuruş sayısı toplamı (N30) baz alınır.

altında yer almaktadır. 6,50 den 10,00 metre derinliğine kadar devam eden kahve renkli az çakıllı killi birim hem renk hem de çakıl içeriği bakımından altındaki ve üstündeki birimlerden farklı özellikte bulunmaktadır(Şekil 4.23). Bu birim içerisinde yapılan SPT değeri 39 olarak belirlenmiştir(Şekil 4.24). Bu birim içinden alınan numunelerden yapılan deneyler birimin CL (inorganik düşük plastisiteli kil) . SD-1 sondajından elde edilen zemin örnekleri üzerine yapılan zemin değerlendirme deney sonuçları Tablo 4.6, Tablo 4.7, Tablo 4.8 da verilmiştir.

Tablo 4.6.SD-1 Sondajı SPT sonuçları ve zemin değerlendirmesi sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	N ₃₀	Zemin Değerlendirmesi
SK 1	SPT-1	1,50-1,95	R	Çok sıkı
SK 1	SPT-2	4,50-4,95	R	Çok katı kıvamlı
SK 1	SPT-3	7,00-7,45	R	Çok sıkı
SK 1	SPT-4	8,50-8,95	39	Sert
SK1	SPT-5	10,00-10,45	R	Çok sıkı

Tablo 4.7. SD-1 Sondajı Elek analizi deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	% Çakıl	% Kum	% Silt-Kil	Zemin Sınıflaması
SK-1	SPT-2	4,50-4,95	59	17	24	GC
SK-1	SPT-3	7,00-7,45	17	10	73	CL
SK-1	ÖR-2	8,00-8,50	20	11	70	CL
SK-1	SPT-5	10,00-10,45	43	15	42	GC

Tablo 4.8. SD-1 Sondajı su içeriği ve kıvam limitleri deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	%w	LL %	PL %	PI %
SK-1	SPT-2	4,50-4,95	18,50	47	21	26
SK-1	ÖR-1	5,50-6,00	14,40	58	27	31
SK-1	SPT-3	7,00-7,45	23,3	39	19	20
SK-1	ÖR-2	8,00-8,50	18,1	28	14	14
SK-1	SPT-4	8,50-8,95	28,5	31	21	10
SK-1	SPT-5	10,00-10,45	19,2	47	24	23



Şekil 4.22. SD-1 Sondaj çalışması genel görünüm (50. Yıl Mahallesi, Yenişehir)



Şekil 4.23. SD-1 Sondajından alınan SPT örnekleri

ARTLANTIS		SD-1 SONDAJ LOGU														
PROJE ADI:	SERKAN EKİNGEN	Kuyu Derinliği :	12.00 m				SONDAJ NO :	SD-1								
İLİ :	MERSİN YENİŞEHİR	YERALTI SU SEVİYESİ	1. Okuma :m				SAYFA NO :	1							
YERİ :	50. YIL MAH.		2. Okuma :m				Logu Hazırlayan : UFUK SAYILĞAN								
SONDAJ METODU :	ROTARY	Koordinat - X :	639.260,849				Sondör : SONER GÜZEL									
Başlama Tarihi :	15.03.2018	Koordinat - Y :	4.073.608,23													
Bitiş Tarihi :	15.03.2018	Sondaj Kotu :														
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Num. Derinliği (m)	Numune Türü	Zemin Denevleri					Kaya Özellikleri				Jeolojik Kesit	Zemin Tanımlaması	
					SPT				Standart Penetrasyon Grafiği	Karot Yüzdesi %	RQD %	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı			
					Muh. Borusu	Darbe Sayıları										
15	30	45	N	10	20	30	40	50								
0.00																DOLGU ZEMİN 0,50 m
1.00																
2.00	1.50		1.95	SPT-1		33	48	54	R							ÇOK AZ KILLI SERT KALIŞLAR
3.00				CR-1												
4.00																4,00 m.
5.00	4.50		4.95	SPT-2		R	R	R	R							ÇOK AZ KILLI ÇAKILLAR
6.00				ÖR-1												6,50 m.
7.00	7.00		7.45	SPT-3		33	36	43	R							ÇOK AZ ÇAKILLI KILLER
8.00				ÖR-2												
9.00	8.50		8.95	SPT-4		23	20	19	39							
10.00	10.00		10.45	SPT-5		R	R	R	R							10,00 m.
11.00																ÇOK KISA KIL ARA BANTLI KILLI ÇAKILLAR
12.00																Kuyu Sonu :12.00
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ - SPT										KAYA NİTELİĞİ - RQD (%)		AYRIŞMA DERESESİ (W)		ÇATLAK SIKLIĞI		
İnce taneli (Kohezyonlu)				İri taneli (Kohezyonsuz)												
N : 0-2 Çok Yumuşak N : 3-4 Yumuşak N : 9-13 Katı N : 14-30 Çok Katı N > 30 Sert				N : 0-4 Çok Gevşek N : 5-10 Gevşek N : 31-50 Sıkı N : >50 Çok Sıkı				0-25 Çok Zayıf 25-50 Zayıf 75-90 İyi 90-100 Ç.İyi		W1 Taze (Ayrışmamış) W2 Az Ayrışmış W4 Ayrışmış W5 Tamamen Ayr.						

Ufuk SAYILĞAN
Jeoloji Mühendisi
Sic. No: 13341

Şekil 4.24. SD-1 Sondaj logu

SD-2 Sondajı (Menderes Mahallesi/Mezitli)

Mezitli Belediyesi Menderes Mahallesi sınırları içerisinde farklı çalışmalardan elde edilen zemin etüt çalışma sonuçlarındaki tutarsızlıkların netleştirilmesi amacıyla yapılan bu sondaj çalışması derinliği 12m. olarak belirlenmiştir (Şekil 4.25).

Yüzey kotunda 50 cm. kalınlığındaki dolgu zeminin hemen altında 1,5 metre kalınlığında olduğu belirlenen nadiren çakıl içeren kahve renkli killi birim bulunmaktadır. 2,00-3,00 metreler arasında çakıl miktarındaki artış ile beraber killi birimin renginin koyu kahverengine dönmesi bu katmanı diğer killi birimlerden ayırmaktadır. Bu birimin hemen altında bulunan ve 9.00 metre derinliğine kadar uzanan kahve renkli kumlu az çakıllı birim üzerinde yapılan SPT sonuçları (N_{30}) 14-25 arasında çıkmıştır(Şekil 4.26). Bu seviyelerdeki kilin zemin sınıfı CL olarak tespit edilmiştir. Kil ağırlıklı bu birimin altında (9.00-12.00 m.) az killi çakıllı birim ile kuyu sonlandırılmıştır(Şekil 4.26). SD-2 sondajına ait arazi ve laboratuvar deney sonuçları Tablo 4.9, Tablo 4.10, Tablo 4.11 de verilmiştir.



Şekil 4.25 SD-2 Sondaj çalışması (Menderes Mahallesi, Mezitli)

Tablo 4.9. SD-2 Sondajı SPT ve zemin değerlendirmesi sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	N ₃₀	Zemin Değerlendirmesi
SK 2	SPT-1	3,55-4,00	14	Çok katı
SK 2	SPT-2	5,50-5,95	19	Çok katı
SK 2	SPT-3	7,00-7,45	25	Çok katı
SK 2	SPT-4	8,50-8,95	16	Çok katı
SK 2	SPT-5	10,00-10,45	R	Çok sıkı

Tablo 4.10. SD-2 Sondajı Elek analizi deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	% Çakıl	% Kum	% Silt-Kil	Zemin Sınıflandırması
SK-2	SPT-1	3,55-4,00	14	13	73	CL
SK-2	SPT-2	5,50-5,95	18	11	71	CL
SK-2	SPT-3	7,00-7,45	8	9	83	CL
SK-2	SPT-4	8,50-8,95	18	5	77	CH
SK-2	SPT-5	10,00-10,45	67	20	13	GC

Tablo 4.11. SD-2 Sondajı su içeriği ve kıvam limitleri deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	%w	LL %	PL %	PI %
SK-2	SPT-1	3,55-4,00	23,5	45	24	21
SK-2	SPT-2	5,50-5,95	31	38	24	14
SK-2	SPT-3	7,00-7,45	35,2	42	18	24
SK-2	SPT-4	8,50-8,95	21,1	56	22	34

ARTLANTIS		SD-2 SONDAJ LOGU													
PROJE ADI:		SERKAN EKİNGEN		Kuyu Derinliği :		12.00 m		SONDAJ NO :		SD-2					
İLİ :		MERSİNMEZİTLİ		YERALTI SU SEVİYESİ :		Okuma :m		SAYFA NO :		1					
YERİ :		MENDERES MAHALLESİ		Koordinat - X :		635.704,43		Logu Hazırlayan :		UFUK SAYILĞAN					
SONDAJ METODU :		ROTARY		Koordinat - Y :		4.067.003,99		Sondör :		SONER GÜZEL					
Başlama Tarihi :		15.03.2018		Sondaj Kotu :											
Bitiş Tarihi :		15.03.2018													
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Num. Derinliği (m)	Numune Türü	Zemin Deneylemleri					Kaya Özellikleri				Jeolojik Kesit	Zemin Tanımlaması
					SPT				Standart Penetrasyon Grafiği	Karat Yüzdesi %	RQD %	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı		
					Muh. Borusu	Darbe Sayıları									
15	30	45	N												
0.00															DOLGU ZEMİN 0,50 m
1.00															ÇOK AZ ÇAKILLI KILLER 2,00 m.
2.00				CR-1											AZ ÇAKILLI KILLER 3,00 m.
3.00															
4.00			3,55 4,00	SPT-1	10	7	7	14							
5.00															
6.00			5,50 5,95	SPT-2	10	11	8	19							ÇOK AZ KUMLU AZ ÇAKILLI KILLER
7.00															
8.00			7,00 7,45	SPT-3 CR-2	9	12	13	25							
9.00															
10.00			8,50 8,95	SPT-4	7	7	9	16							
11.00															
12.00			10,00 10,45	SPT-5	26	26	28	R							ÇOK AZ KILLI ÇAKILLAR 9,00 m.
															Kuyu Sonu :12.00 m
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ - SPT					KAYA NİTELİĞİ - RQD (%)					AYRIŞMA DERECESİ (W)		ÇATLAK SIKLIĞI			
İnce taneli (Kohezyonlu)		İri taneli (Kohezyonsuz)													
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek	0-25 Çok Zayıf					W1 Taze (Ayrışmamış)						
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek	25-50 Zayıf					W2 Az Ayrışmış						
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı	75-90 İyi					W4 Ayrışmış						
N : 14-30	Çok Katı	N : >50	Çok Sıkı	90-100 Ç.İyi					W5 Tamamen Ayr.						
N > 30	Sert														

Ufuk SAYILĞAN
Jeoloji Mühendisi
Sic. No: 13341

Şekil 4.26. SD-2Sondaj logu

SD-3 Sondajı (Zeki Ayan Mahallesi/Toroslar)

Toroslar Belediyesi Zeki Ayan Mahallesinde yapılan 12m. lik zemin sondaj çalışmasına ait sondaj logu ek olarak verilmiştir(Şekil 4.27,Şekil 4.28).

Bu sondajda 30-50 cm. lik kısımda görülen dolgu toprağının altında 1,5 m. kalınlığında, çok az miktarda çakıl içeren kahverengi-koyu kahve renkli killi birim bulunmaktadır. 2 m. den kuyu sonu olan 12 m. ye kadar olan kesimde içerisinde çok az miktarda ince taneli kohezyonlu (kil-silt-ince kum) zemin içeren bloklu çakıllı birim geçilmiştir. Bu birim içerisindeki SPT çalışmaları refü (N>50) vermiştir (Şekil 4.29). Birim içerisinde herhangi bir yeraltı su seviyesine rastlanılmamıştır. SD-3 Sondajının deney sonuçları Tablo 4.12, Tablo 4.13, Tablo 4.14de verilmiştir.



Şekil 4.27. SD-3 Sondaj çalışması (Zeki Ayan Mahallesi, Toroslar)



Şekil 4.28. SD-3 Sondajından alınan SPT örnekleri

Tablo 4.12. SD-3 Sondajı SPT ve zemin değerlendirmesi sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	N ₃₀	Zemin Değerlendirmesi
SK 3	SPT-1	2,50-2,95	R	Çok sıkı
SK 3	SPT-2	4,00-4,45	R	Çok sıkı
SK 3	SPT-3	5,50-5,95	R	Çok sıkı
SK 3	SPT-4	7,00-7,45	R	Çok sıkı
SK 3	SPT-5	8,50-8,95	R	Çok sıkı

Tablo 4.13. SD-3 Sondajı Elek analizi deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	% Çakıl	% Kum	% Silt-Kil	Zemin Sınıflandırması
SK-3	SPT-1	2,50-2,95	65	23	12	GP
SK-3	SPT-2	4,00-4,45	74	17	9	GC
SK-3	ÖR-1	4,50-4,80	73	16	11	GC
SK-3	SPT-3	5,50-5,95	67	18	15	GC
SK-3	SPT-4	7,00-7,45	63	27	10	GC
SK-3	ÖR-2	8,00-8,40	77	15	8	GC
SK-3	SPT-5	8,50-8,95	69	19	12	GC

Tablo 4.14. SD-3 Sondajı su içeriği ve kıvam limitleri deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	%w	LL %	PL %	PI %
SK-3	SPT-1	2,50-2,95	20,2	24	17	7
SK-3	SPT-2	4,00-4,45	18,2	37	24	13
SK-3	ÖR-1	4,50-4,80	27,1	44	27	17
SK-3	SPT-3	5,50-5,95	18,3	42	27	15
SK-3	SPT-4	7,00-7,45	28,6	45	21	24
SK-3	ÖR-2	8,00-8,40	21,1	33	19	14
SK-3	SPT-5	8,50-8,95	25,3	43	24	19

ARTLANTİS		SD-3 SONDAJ LOGU																		
PROJE ADI:		SERKAN EKİNGEN			Kuyu Derinliği :		12.00 m			SONDAJ NO : SD-3										
İLİ:		MERSİN/TOROSLAR			YERALTI SU SEVİYESİ		Okuma :m			SAYFA NO : 1										
YERİ:		ZEKİ AYAN MAHALLESİ			Koordinat - X		643.355,87			Logu Hazırlayan : Ufuk SAYILĞAN										
SONDAJ METODU :		ROTARY			Koordinat - Y		4.075.720,51			Sondör : SONER GÜZEL										
Başlama Tarihi :		16.03.2018			Sondaj Kotu:															
Bitiş Tarihi :		16.03.2018																		
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Num. Derinliği (m)	Numune Türü	Zemin Deneyleri					Kaya Özellikleri					Jeolojik Kesit	Zemin Tanımlaması				
					SPT					Standart Penetrasyon Grafiği							Karot Yüzdesi %	RQD %	AYRISMA Derecesi	Çatlak Sıklığı
					Muh. Borusu	Darbe Sayıları			N	10	20	30	40	50						
15	30	45																		
1.00																DOLGU ZEMİN 0,50 m				
2.00																ÇOK AZ ÇAKILLI KİLLER 2,00 m.				
3.00			2.50 2.95	SPT-1	29	41	46	R												
4.00			4.00 4.45 4.50 4.80	SPT-2 ÖR-1	38	43	49	R												
5.00			5.50 5.95	SPT-3	30	41	39	R												
6.00			7.00 7.45	SPT-4	37	37	42	R												
8.00			8.00 8.40	ÖR-2																
9.00			8.50 8.95	SPT-5	43	51		R												
10.00																				
11.00																				
12.00																				
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ - SPT					KAYA NİTELİĞİ - RQD (%)					AYRISMA DERECESİ (W)		ÇATLAK SIKLIĞI								
İnce taneli (Kohezyonlu)		İri taneli (Kohezyonsuz)																		
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek	0-25 Çok Zayıf					W1 Taze (Ayrışmamış)		< 1 Masif									
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek	25-50 Zayıf					W2 Az Ayrışmış		1-3 Az çatlaklı-Kırıklı									
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı	75-90 İyi					W4 Ayrışmış		10-50 Çok çatlaklı-Kırıklı									
N : 14-30	Çok Katı	N : >50	Çok Sıkı	90-100 Ç.İyi					W5 Tamamen Ayr.		> 50 Parçalanmış									
N > 30	Sert																			

Ufuk SAYILĞAN
Jeoloji Mühendisi
Sic. No: 13341

Şekil 4.29. SD-3 Sondaj logu

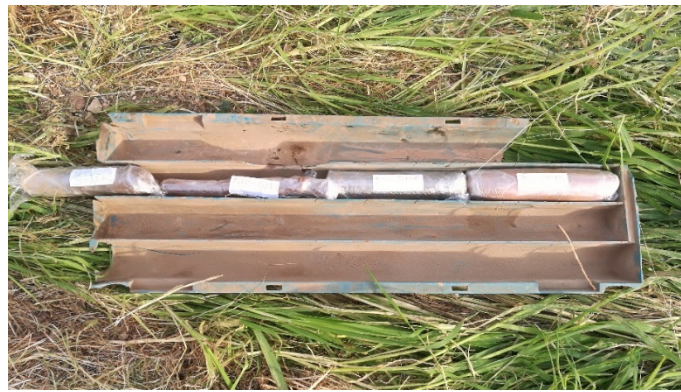
SD-4 Sondajı (Nusratiye Mahallesi/Akdeniz)

Akdeniz Belediyesi Nusratiye Mahallesinde yapılan SD-4 sondajı 12m. olarak planlanarak yapılmıştır. Sondaja ait log raporu ekte verilmiştir (Şekil 4.30, Şekil 4.31).

Yapılan sondaj çalışmasında yüzeydeki dolgu toprağın altında 0,50-8,00 metre arasında çok az çakıllı, kumlu killi birim geçilmiştir. Bu katmandaki SPT değerleri 10-20 arasında geçiş göstermektedir. Bu seviyeden sonra 8,50-12,00 metreler arasında yeraltı suyu içeren az killi kumlu çakıllı birim yer almaktadır. Bu koyudaki tespit edilen yeraltı su seviyesi 8,50 m. olarak belirlenmiştir (Şekil 4.32). SD-4 Sondajına ait laboratuvar deney sonuçları Tablo 4.15, Tablo 4.16, Tablo 4.17de verilmiştir.



Şekil 4.30. SD-4 Sondaj çalışması (Nusratiye Mahallesi, Akdeniz)



Şekil 4.31. SD-4 Sondajından alınan SPT örnekleri

Tablo 4.15. SD-4 Sondajı SPT ve zemin değerlendirme sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	N ₃₀	Zemin Değerlendirmesi
SK 4	SPT-1	3,00-3,45	10	KATI
SK 4	SPT-2	4,50-4,95	16	ÇOK KATI
SK 4	SPT-3	6,00-6,45	17	ÇOK KATI
SK 4	SPT-4	7,50-7,95	20	ÇOK KATI
SK 4	SPT-5	9,00-9,45	38	SIKI

Tablo 4.16. SD-4 Sondajı Elek analizi deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	% Çakıl	% Kum	% Silt-Kil	Zemin Sınıflandırması
SK-4	SPT-1	3,00-3,45	13	28	59	CL
SK-4	SPT-2	4,50-4,95	16	15	69	CL
SK-4	SPT-3	6,00-6,45	12	19	69	CL
SK-4	SPT-4	7,50-7,95	14	21	65	CL
SK-4	SPT-5	9,00-9,45	39	33	28	GC
SK-4	ÖR-1	10,50-10,80	37	29	34	GC

Tablo 4.17. SD-4 Sondajı su içeriği ve kıvam limitleri deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	%w	LL %	PL %	PI %
SK-4	SPT-1	3,00-3,45	23,4	29	13	16
SK-4	SPT-2	4,50-4,95	19,7	37	17	20
SK-4	SPT-3	6,00-6,45	18,1	33	18	15
SK-4	SPT-4	7,50-7,95	18,3	29	14	15
SK-4	SPT-5	9,00-9,45	32,0	28	16	12

ARTLANTIS		SD-4 SONDAJ LOGU																
PROJE ADI:		SERKAN EKİNGEN		Kuyu Derinliği :		12.00 m		SONDAJ NO :		SD-4								
İLİ:		MERSİNAKDENİZ		YERALTI SU SEVİYESİ		1. Okuma : 8,00 m		SAYFA NO :		1								
YERİ:		NUSRATIYE MAHALLESİ		Koordinat - X :		645.787,15		Logu Hazırlayan : UFUK SAYILĞAN										
SONDAJ METODU :		ROTARY		Koordinat - Y :		4.076.032,31		Sondör :SONER GÜZEL										
Başlama Tarihi :		17.03.2018		Sondaj Kotu:														
Bitiş Tarihi :		17.03.2018																
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Num. Derinliği (m)	Numune Türü	Zemin Deneylemleri					Kaya Özellikleri					Jeolojik Kesit	Zemin Tanımlaması		
					Muh. Bonusu	SPT			Standart Penetrasyon Grafiği	Karot Yüzdəsi %	ROD %	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı					
						15	30	45						N			10	20
																	DOLGU ZEMİN	
1.00																	0,50 m	
2.00																		
3.00		3,00	3,45	SPT-1		8	4	6	10									
4.00				CR-1													ÇOK AZ ÇAKILLI	
5.00		4,50	4,95	SPT-2		7	7	9	16								ÇOK AZ KUMLU KILLER	
6.00		6,00	6,45	SPT-3		7	9	8	17									
7.00																		
8.00		7,50	7,95	SPT-4		9	9	11	20								8,50 m.	
9.00		9,00	9,45	SPT-5		24	20	18	38									
10.00																		
11.00		10,50	10,80	ÖR-1													ÇOK AZ KILLI ÇOK	
12.00		12,00															KUMLU ÇAKILLAR	
																	Kuyu Sonu :12.00 m	
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ - SPT					KAYA NİTELİĞİ - RQD (%)					AYRIŞMA DERECESİ (W)					ÇATLAK SIKLIĞI			
İnce taneli (Kohezyonlu)		İri taneli (Kohezyonsuz)																
N : 0-2 Çok Yumuşak		N : 0-4 Çok Gevşek			0-25 Çok Zayıf		W1 Taze (Ayrışmamış)		< 1 Masif									
N : 3-4 Yumuşak		N : 5-10 Gevşek			25-50 Zayıf		W2 Az Ayrışmış		1-3 Az çatlaklı-Kırıkl									
N : 9-13 Katı		N : 31-50 Sıkı			75-90 İyi		W4 Ayrışmış		10-50 Çok çatlaklı-Kırıkl									
N : 14-30 Çok Katı		N : >50 Çok Sıkı			90-100 Ç.İyi		W5 Tamamen Ayr.		> 50 Parçalanmış									
N > 30 Sert																		

Ufuk SAYILĞAN
Jeoloji Mühendisi
Sic. No: 13341

Şekil 4.32. SD-4 Sondaj logu

SD-5 Sondajı (Çiftlikköy Mahallesi/Yenişehir)

Yenişehir ilçesi Çiftlikköy Mahallesi sınırlarında yapılan SD-5 sondajı 12 metre derinliğinde gerçekleştirilmiştir(Şekil 4.33, Şekil 4.34) olup sondaja ait log raporu Şekil 4.35 da verilmiştir.

SD-5 sondajında ilk 50cm. de geçilen dolgu toprağın altında 3,50 metre kalınlığında bulunan koyu kahverenkli killi birim 4,00 m. derinliğine kadar devam etmektedir. İçerisinde çok az miktarda çakıl içeren birim içinde yapılan SPT deneyinde $N_{30}=13$ olarak gerçekleştirilmiştir. Killi bu birim altında 6,50 metreye kadar devam eden kaliş bulunmaktadır. Bu seviyede SPT değeri refü vermektedir. 6,50-12,00 metreler arasında kesilen az kumlu az çakıllı killi birim kahverenkli olup düşük plastisiteli killer sınıflandırmasına girdiği deney sonuçlarında belirlenmiştir(Tablo 4.19). Diğer deney sonuçları da Tablo 4.18, Tablo 4.20 de verilmiştir.



Şekil 4.33. SD-5 Sondaj çalışması (Çiftlikköy Mahallesi, Yenişehir)



Şekil 4.34. SD-5 Sondajından alınan SPT örnekleri

Tablo 4.18. SD-5 Sondajı SPT ve zemin değerlendirmesi sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	N ₃₀	Zemin Değerlendirmesi
SK 5	SPT-1	3,50-3,95	13	Katı
SK 5	SPT-2	6,00-6,45	R	Çok sıkı
SK 5	SPT-3	7,50-7,95	26	Çok katı
SK 5	SPT-4	9,50-9,95	23	Çok katı

Tablo 4.19. SD-5 Sondajı Elek analizi deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	% Çakıl	% Kum	% Silt-Kil	Zemin Sınıflandırması
SK-5	SPT-1	6,00-6,45	13,2	5,8	81,0	CL
SK-5	SPT-3	7,50-7,95	13,4	12,7	73,9	CL
SK-5	SPT-4	9,00-9,45	19,2	14,6	56,2	CL
SK-5	ÖR-1	10,20-10,50	18,1	13,4	68,5	CL

Tablo 4.20. SD-5 Sondajı su içeriği ve kıvam limitleri deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	%w	LL %	PL %	PI %
SK-5	SPT-1	3,50-3,95	34,2	48,3	28,5	19,8
SK-5	SPT-3	7,50-7,95	26,8	35,1	23,4	11,7
SK-5	SPT-4	9,50-9,95	22,2	41,6	19,4	22,2
SK-5	ÖR-1	10,20-10,50	18,1	29,4	20,1	8,3

ARTLANTIS		SD-5 SONDAJ LOGU															
PROJE ADI:		SERKAN EKİNGEN		Kuyu Derinliği :		12.00m		SONDAJ NO :		SD-5							
İLİ:		MERSİN/İNŞEHİR-2		YERALTI SU SEVİYESİ		1. Okuma :m		SAYFA NO :		1							
YERİ:		ÇİFTLİKÖY MAHALLESİ		Koordinat - X :		638.064,46		Logu Hazırlayan :		UFUK SAYILĞAN							
SONDAJ METODU:		ROTARY		Koordinat - Y :		4.071.582,95		Sondör :		SONER GÜZEL							
Başlama Tarihi :		17.03.2018		Sondaj Kotu:													
Bitiş Tarihi :		17.03.2018															
Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Num. Derinliği (m)	Numune Türü	Zemin Denevleri					Kaya Özellikleri					Jeolojik Kesit	Zemin Tanımlaması	
					SPT			Standart Penetrasyon Grafiği		Karat Yüzdesi %	ROD %	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı				
					Muh. Bonusu	Darbe Sayıları		10	20					30			40
15	30	45	N	10	20	30	40	50									
1.00																	DOLGU ZEMİN
2.00																	0.50 m
3.00																	ÇOK AZ ÇAKILLI KILLER
4.00			3,50 3,95	SPT-1	5	6	7	13									4.00 m
5.00																	KALIŞ
6.00			6,00 6,45	SPT-2	30	28	R	R									6.50 m
7.00																	
8.00			7,50 7,95	SPT-3	13	12	14	26									
9.00																	AZ KUMLU, AZ ÇAKILLI KILLER
10.00			9,50 9,95	SPT-4	10	10	13	23									
11.00			10,20 10,50	ÖR-1													
12.00																	Kuyu Sonu :12.00 m
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ - SPT					KAYA NİTELİĞİ - RQD (%)					AYRIŞMA DERECESİ (W)		ÇATLAK SIKLIĞI					
İnce taneli (Kohezyonlu)		İri taneli (Kohezyonsuz)															
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek		0-25	Çok Zayıf				W1	Taze (Ayrışmamış)		< 1	Masif			
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek		25-50	Zayıf				W2	Az Ayrışmış		1-3	Az çatlaklı-Kırıklı			
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı		75-90	İyi				W4	Ayrışmış		10-50	Çok çatlaklı-Kırıklı			
N : 14-30	Çok Katı	N : >50	Çok Sıkı		90-100	Ç.İyi				W5	Tamamen Ayr.		> 50	Parçalanmış			
N > 30	Sert																

Ufuk SAYILĞAN
Jeoloji Mühendisi
Sic. No: 13341

Şekil 4.35. SD-5 Sondaj logu

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuçlar:

- Bu çalışma Mersin merkez ilçelerinin büyük kısmını içine alacak şekilde gerçekleştirilen ilk jeoteknik amaçlı mikrobölgeleme niteliğini taşımaktadır.
- Mersin için gerçekleştirilen en geniş veritabanı niteliğindedir. 5000 e yakın zemin etüt raporu incelenmiştir. Bu kapsamda 303 araştırma çukuru ve 496 sondaj çalışmasına ait veriler kullanılmıştır.
- Bu çalışma kapsamında 136 noktada araştırma çukuru çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışma kapsamında alınan zemin örnekleri üzerinde Mersin Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Zemin Etüt Laboratuvarında ilgili deneyler yapılmış ve sonuçlandırılmıştır.
- Belirlenen 5 farklı noktada 12şer metrelik zemin sondajı çalışması yapılmıştır. Sondaj çalışmaları sırasında geçilen zeminin elverdiği derinliklerde arazi deneyleri gerçekleştirilmiştir. Sondaj çalışması sırasında elde edilen zemin numuneleri üzerinde laboratuvar deneyleri yapılmış ve sonuçlandırılmıştır.
- Şenol vd. [11] un Adana-Mersin dolayının jeoloji etüt raporunda çalışma alanı içerisinde Kaplankaya formasyonu olarak belirtmiş olduğu birim, özellikleri bakımından Kuzgun formasyonuna uymakta olduğu bu çalışma ile belirlenmiş ve jeoloji haritası yenilenmiştir (EK-3).
- Ağırlıklı olarak zemin etüt raporlarından elde edilmiş 167 adet kullanılması uygun görülen araştırma çukuru verisi değerlendirilmiştir.
- Zemin örnekleri üzerine yapılan elek analizi, tane birim hacim ağırlığı deneyi, plastik ve likit limit (koni penetrasyon) gibizeminin temel fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için Microsoft Excel programı kullanılarak yazılım hazırlanmıştır.

Bu yazılım sayesinde;

- Elek analizi deney sonuç tablosunun oluşturulması ve granülometri eğrisinin çizilmesi,
- Granülometri eğrisi üzerinden zemin örneği içerisindeki ağırlıkça çakıl (%G), kum (%S), silt-kil (%M-C) yüzdelerinin hesaplanması,
- Granülometri eğrisi üzerinden D_{10} , D_{30} , D_{60} ve bunlarla ilişkili olan C_u , C_c değerlerinin hesaplanması,
- Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi (USC) standardında zemin sınıfının belirlenmesi,

- Su muhtevası (%w), Tane özgül ağırlığı (γ_s), Plastik Limit (wP), Plastisite İndisi (I_p) sonuçlarının hesaplanması,
 - Koni Penetrasyon deney sonuçlarına göre grafik çizilmesi ve oluşturulan grafikten Likit Limit (wL) değerinin elde edilmesi, güvenilir, hızlı ve ortak bir format altında gerçekleştirilebilmektedir.
-
- 3 m. derinlik için taşıma gücü ve kayma dalgası (V_s) dağılım haritası oluşturulmuştur. Kayma dalgası hız değerinin Akdeniz ilçesinin geniş bir bölgesi ile Mersin sahil kesimi alanlarında 200 m/s den düşük olduğu belirlenmiştir. Kayma dalgası hızının düşük olması olası bir depremde zemin etkisinden dolayı daha fazla etkileneceği anlamına gelmektedir. Akdeniz ilçesi ve doğu kesimi Mersin sanayisini barındıran, petrol ve türevlerinin depolama alanlarını içeren bir bölge olması, bu alanda yapılacak mühendislik çalışmalarında detaylı jeoteknik çalışma gerektirmektedir. Aynı durum yerleşimin fazla, kat sayısının yüksek olduğu Mersin sahil kesimi içinde geçerlidir (EK-12).
 - Çalışma alanının 3 ile 9 metre derinlikleri için her metrede SPT dağılım haritaları oluşturulmuştur. SPT dağılım haritalarında bölgesel olarak değişmekle beraber SPT değerlerinin derinlikle beraber arttığı görülmektedir (EK-5, EK-6, EK-7, EK-8, EK-9, EK-10, EK-11).
 - Yeraltı su seviyesi dağılım haritası oluşturulmuştur. Topoğrafyanın yükselmesi ile yeraltı su seviyesinin düşmesi beklenen bir durumdur. Topoğrafik eğimin yataya yakın olduğu Akdeniz ilçesinin doğu kesimlerinde yeraltı su seviyesinin yüzeye çok yakın olduğu çalışmalarda belirlenmiştir (EK-4).
 - İncelenen tüzel ve özel kişilere ait raporlarda aynı alan içindeki çalışmalarda büyük farklılıklar ve uyumsuzluklar gözlemlenmiştir. Bir çalışma sonucunun farklı parseller için birebir kopyalandığı çalışmalar tespit edilmiştir.

Değerlendirmeler;

- Taşıma gücü değerleri açısından bakıldığında en yüksek değerlerin Yenişehir ilçesi kuzey kesimlerinde C2 (Kocavilayet, Deniz ve 50. Yıl mah.) ve Mezitli ilçesi kuzey kesimlerinde A4(Eski Mezitli ve Esenbağlar mah.) belirlendiği görülmektedir. Jeoloji haritası ile karşılaştırıldığında Kalış birimlerinin olduğu yerlerde taşıma gücü değerinin yüksek çıktığı gözlemlenmiştir.
- Akdeniz ilçesinin genelinde taşıma gücü değerlerinin en düşük seviyelerdedir. Bu alandaki SPT değerleri de taşıma gücü değerleri ile uyumlu olarak düşüktür ($N_{30} < 15$).

- Akdeniz ilçesi doğusunda bulunan serbest bölge ve yakın civarında (Üç Ocak mah.) yer altı su tablası yüzeye çok yakın bulunmaktadır (<3m.).
- Kuvaterner birimler içerisinde düşük değerler veren kayma dalgası hızları ($V_s < 210$ m/s), alan içindeki diğer birimlerde benzer ilişkide değildir.
- SPT değerlerinin gevşek zeminlerde genel olarak derinliğin artmasıyla beraber yüksek çıkması beklenen bir durumdur. SPT dağılım haritalarında da bu gözlemlenmektedir. Ancak jeoloji haritasıyla beraber değerlendirildiğinde bazı alanlarda değerlerin olması beklenenden çok daha yüksek (ör. SPT-3m., A5, B4), bazı alanlarda ise düşük (SPT-4m., A5, C3 ün kuzey kesimi), bazı alanlarda da beklenenden çok düşük (ör. SPT3m, B3) çıktığı görülmektedir.. İri çakıl veya kaya parçaları içeren birimlerde SPT değerlerinde ani değişimler görülebilir, ancak kumul alanlarda (sahil kıyı bandı) yakın mesafeler içerisinde ani değişimler çok olası durumlar değildir (SPT-3m., B5, C4). Benzer şekilde kalın bir kalış oluşumu olan bölgelerde (SPT-3m., B3, C3) SPT N_{30} değerinin 15 in altında çıkması da düşündürücüdür.

Öneriler;

1. Mersin 3. Derece deprem bölgesinde bulunmaktadır. Bundan dolayı bu bölgede statik proje hesaplamalarında bu değer baz alınarak hesaplamalar yapılmakta ve binalar onay alıp inşaa edilmektedir. Ancak Hatay ve Adana gibi 1. Derece deprem bölgesinde oluşabilecek bir depremin Mersin deki etkisi yıkıcı olabilir. Bölgenin zemin özellikleri ve yeraltı su düzeyleri bu etkiyi yaratabilir. 1998 Ceyhan depreminin Mersindeki şiddeti de bunun bir provasını niteliğindedir. Bu sebepten dolayı bilim dalları arasında bu durumun değerlendirilmesi gereken bir çalıştay yapılmalıdır.
2. Teknolojinin ve bilginin çok kolay ulaşılabildiği çağımızda yer bilimleri olarak da bu gelişimin dışında kalamayız. Bu kapsamda coğrafi konum içeren her türlü verinin toplanacağı ve paylaşımına açılacağı bir veritabanı oluşturulması bir gereklilik arz etmektedir.
3. Özel sektörde gerçekleştirilen zemin etüt çalışması yapan firmaların çalışmalarının standardizasyonuna ilişkin bir düzenleme getirilmeli ve uygulamalar daha etkin bir şekilde denetlenmelidir.
4. Belli bir katın üzerindeki binalar için mutlaka zemin güçlendirme çalışması yapılması zorunluluğu getirilmelidir. Zemin etüt raporlarının gerekli izinlerin alınması için gereken bir rapor olarak görülmesinin önüne geçilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Koçyiğit, A., Beyhan, A., (1998). A new intracontinental transcurrent structure: The Central Anatolian Fault Zone, Turkey. *Tectonophysics*: 284 (3-4), 317-336
- [2] <http://www.deprem.gov.tr/tr/depremkatalogu> (20.06.2017)
- [3] <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/personel/comoglu/depremnedir/> (05.04.2019)
- [4] İnan,E.,Çeken, U.,Gürbüz,M.,Uğraş,T., Çolakoğlu, Z. ve Köse,E., (1998). 27 Haziran 1998 Adana-Ceyhan Depreminin Kuvvetli Yer Hareketi İvme Kayıtları. Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, yayınlanmamış
- [5]Beyaz, T., (2004) Zemin Etkisinden Arındırılmış Deprem Kayıtlarına Göre Türkiye İçin Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısının Geliştirilmesi.Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara
- [6]Finn, W.,D., L., Ventura, C., E., (1995). Challenging issues in local microzonation. 5th International Conference on Seismic Zonation, Nice, France.
- [7] Sherif, M. A., (1982). Introductory Statement of 3 th International Earthquake Microzonation Proceedindgs, June 28-July1, Seattle.
- [8] Nigg, J.,(1982). Microzonation and public Preparedness: A Viable Approach. Proceedings of the 3th International Earthquake Microzonation Conference, Seattle.
- [9]<http://www.mersin.gov.tr/sanayi-kenti> (20.06.2017)
- [10] İlker, S., (1975). Adana Baseni Kuzey-Batısının Jeolojisi ve Petrol Olanakları. TPAO raporu, Ankara,
- [11]Şenol, M., Şahin, Ş., Duman, T., Albayrak, Ş., Akça, İ. ve Taşkın, Ş.,(1998). Adana-Mersin Dolayının Jeoloji Etüt Raporu; Maden Tetkik ve Arama Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, s.46, Ankara

[12] Yetiş, C., Demirkol, C. (1986). Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Jeolojisi Etüdü, M.T.A. Raporu, rapor no:8037, , 187 s., Ankara

[13] Ekingen, S.,(2003). Çamlıyayla (Mersin) Yöresinin Tektonostratigrafik Özellikleri.Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 57 s., Mersin

[14] Ansal, A.M., Springman, S., Studer, J., Demirbaş, E., Önalp, A., Erdik, M., Giardini, D., Şeşetyan, K., Demircioğlu, M., Akman, H., Fäh, D., Christen, A., Laue, J., Buchheister, J., Çetin, Ö., Siyahi, B., Fahjan, Y., Gülkan, P., Bakır, S., Lestuzzi, P., Elmas, M., Köksal, D., Gökçe O., (2003). Adapazarı ve Gölcük İçin Mikrobölgeleme Çalışmaları. Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul

[15] Topal, T., Doyuran V., Karahanoğlu N., Toprak V., Süzen M.L., Yeşilnacar E., (2003). Microzonation for Earthquake Hazards:Yenişehir Settlement, Bursa, Turkey., Engineering Geology, Vol.:70: 93-108.

[16] Çobanoğlu, İ., (2005). Adana İli Ve Yakın Çevresinin Jeoteknik Koşullarının Statik ve Sismik Durumlar İçin Coğrafi Bilgi Sistemi İle Değerlendirilmesi.Yayınlanmamış doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, 120 s., Adana

[17] Yağcı, B., (2005). Mikrobölgeleme Metodolojileri ve Balıkesir İçin Bir Uygulama.Yayınlanmamış doktora tezi. Balıkesir Üniversitesi, 208 s., Balıkesir

[18] Sert, S., Özocak, A., Ural N., (2006). Adapazarında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Geoteknik Amaçlı Kullanımı.Fatih Üniversitesi 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul

[19] Kurnaz, T. F., (2006) Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Sakarya İli Erenler Bölgesi Mikrobölgeleme Haritalarının Oluşturulması.Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya

[20] Özçep, F., Korkmaz, B., Karabulut , S., Zarif, H.,(2006). Mikrobölgeleme Çalışmalarında Jeofizik ve Geoteknik Verilerin Birlikte Kullanımı: Şişli Örneği. Türkiye 17. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi, (ss.1-5). İstanbul

- [21] Çobanoğlu, İ.,Özbek, A., Gül, M., (2007)Pleyistosen-Güncel Gevşek Çökeller Üzerinde Yapılaşmanın Jeoteknik Açından Değerlendirilmesi: Mersin İli Örneği, S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg., c.22, s.3, (ss. 85-95). Isparta
- [22] Kılıç, H., Özener, P.T., Ansal, A., Yıldırım, M., (2006).Microzonation of Zeytinburnu Region With Respect to Soil Amplification: A Case Study, *Engineering Geology*, 86, 238-255.
- [23] İnce, G.Ç., (2005) Sismik Bölgeleme ve İstanbul'un Deprem Zararlarının Tahmini.Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi,İstanbul
- [24] Ulutaş, E., (1999) Çukurova ve Çevresinin Deprem Tehlikesi.Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli
- [25] Gider, D., (2006) Karamürsel ve Civarının Mikrobölgelemesi.Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli
- [26] Demirel, Z., (2000) Mersin Dola22yının Hidrojeolojisi. 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı., Ankara
- [27] Hatipoğlu, Z., (2004). Mersin-Tarsus Kıyı Akiferinin Hidrojeokimyası.Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- [28] Özmen, B., Nurlu, M., Güler, H., (1997). Coğrafi Bilgi Sistemi ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 65 s., Ankara
- [29] Tüysüz, O.,(2003). İstanbul İçin Deprem Senaryolarının Hazırlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı. İ.T.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 73 s.İstanbul
- [30] D., M., Boore, W., B., Joyner, and T., E., Fumal. "Estimation of response spectra and peak accelerations from western North American earthquakes: An interim report". Open-File Report 93-509, U.S. Geological Survey, 1993. 70 pages
- [31] ARIOGLU,E., ARIOGLU, B., GIRGIN, C., "Evaluation of Peak Ground Accelerations in the East Marmara Earthquake" *Concrete Prefabrication Journal*, 57-58, 2001, pp.5-15.

- [32] İyisan, R., (1994) “Geoteknik Özelliklerin Belirlenmesinde Sismik ve Penetrasyon Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması”, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 255 s., İstanbul
- [33] Yıldız, H., (2008). İstanbul’da Sondaj Kuyularında PS Logging Yöntemi İle Ölçülen Kayma Dalgası Hızının SPT-N İle Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü,149 s., İstanbul
- [34] Demirkol, C., (1988). Türkoğlu (K.Maraş) Batısında Yeralan Amanos Dağlarının Stratigrafisi, Yapısal Özellikleri ve Jeotektonik Evrimi. M.T.A. Dergisi, 108: s.18-37., Ankara
- [35] Şahin, S., Böke, N., Yalçın, N., Mengeloğlu, M. K., (2003). İçel İli Jeolojik Özellikleri. M.T.A. Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, 23s., Ankara
- [36] Yetiş, C., (1978). Çamardı (Niğde) Yakın ve Uzak Dolayının Jeoloji İncelemesi ve Ecemiş Yarılim Kuşağının Maden-Boğaz-Kamışlı arasındaki özellikleri. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul
- [37] Schmidt, G. C.,(1961). “Stratigraphic Nomenclature for the Adana Region” Petroleum District 7. Petroleum Administration Bull., 6:47-63., Ankara
- [38] Yetiş, C., Demirkol C. (1986). Adana baseninin batı kesiminin detay jeolojik etüdü., M.T.A. rap., 8037, 187. Ankara
- [39] Karaca, C., (2008). Mersin kenti için alternatif katı atık düzenli depolama alanlarının araştırılması. Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,169 s., Adana
- [40] Eren, M. (2006). Kaliş Oluşumu ve Özellikleri., Jeoloji Mühendisliği Dergisi 30, (2).
- [41] Eren, M.,Kadir, S., Hatipoğlu, Z., Gül, M. (2008). Quaternary calcrete development in the Mersin area, southern Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 17, (763-784).
- [42] Esteban, M., Klapa, C, F., (1983). Subaerial exposure environment.In Scholle, P.A., Bebout, D.G., and Moore, C.H., (eds.), Carbonate Depositional Environments, Association of American Petroleum Geologists Memoir 33, (1-54).

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : SERKAN EKİNGEN

Doğum Tarihi : 31/10/1972

E-mail : sekingen@yahoo.com

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Jeoloji Mühendisliği	İstanbul Teknik Üniversitesi	1996
Yüksek Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2003
Doktora	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2019

Görevler :

Görev Ünvanı	Görev Yeri	Yıl
Bölüm Başkan Yard.	T.B.M.Y.O. İnşaat Bölümü	2011-2012

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

1. Selim İNAN, Serkan EKİNGEN, "Namrun Fay Zonu'nun jeolojik - morfolojik özellikleri:Orta Anadolu Fay Sistemi'nin güneybatı bölümü (Orta Toroslar - ürkiye)", Yerbilimleri Dergisi, 28 (3), 147-158
- 2."Namrun Fayının (Kd Mersin) Jeolojik Özellikleri Ve Depremselliği: Orta Anadolu Fay Zonu Güneybatı Segmenti", Aktif Tektonik Araştırma Grubu 9. Toplantısı, 23 Eylül 2005, SİVAS