

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL'UN ANADOLU YAKASI İLE GEBZE
BÖLGESİNDEKİ GENÇ ÇÖKELLERİN MÜHENDİSLİK
ÖZELLİKLERİNİN LABORATUVAR DENEY VERİLERİNE
GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS

Jeoloji Müh. Tufan UYSAL

Anabilim Dalı : Jeoloji Mühendisliği

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞ

KOCAELİ , 2007

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL'UN ANADOLU YAKASI İLE GEBZE
BÖLGESİNDEKİ GENÇ ÇÖKELLERİN MÜHENDİSLİK
ÖZELLİKLERİNİN LABORATUVAR DENEY VERİLERİNE
GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS

Jeoloji Müh. Tufan UYSAL

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 04 Haziran 2007

Tezin Savunulduğu Tarih: 24 Ağustos 2007

Tez Danışmanı

**Yrd.Doç.Dr. Ahmet
KARAKAŞ**

(.....)

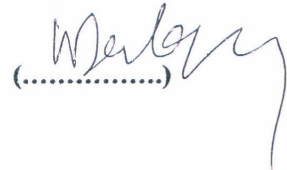

Üye

**Yrd.Doç.Dr. Özkan
CORUK**

(.....)


Üye

**Prof. Dr. Süleyman
DALGIÇ**

(.....)


KOCAELİ, 2007

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne Yüksek Lisans Tezi olarak verilmiştir. Çalışmada, İstanbul'un Anadolu yakası; Kadıköy, Tuzla, Pendik, Kartal, Maltepe, Üsküdar Bölgeleri ile Gebze Bölgesinin Darıca ve Eskişehir bölgelerinde bulunan genç çökellerinin laboratuvar deney sonuçlarına göre elde edilen veriler irdelenmiş ve Mühendislik Jeolojisi açısından değerlendirilmeleri yapılmıştır. Bu değerlendirmeler istatistiksel yöntemler uygulanarak sonuçlandırılmış ve her iki bölgedeki genç çökellerin birbirleri ile olan ilişkileri bu istatistiksel yöntemler ile elde edilmiştir.

Çalışmalarında beni yakından izleyen ve yönlendiren Hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞ'a tez konusunu belirlememe destek olan ve çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Özkan CORUK'a, istatistiki değerlendirmemde bana yardımcı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. İrfan YOLCUBAL'a veri derlememde katkılarını esirgemeyen Sayın Yüksek Jeoloji Mühendisi Feyzi POLAT, Yüksek jeoloji Mühendisi Ahmet MUTLU, Jeoloji Mühendisi Mehmet ALİ MERT'e, Jeoloji Mühendisi Reşat KAYA'ya ve bu çalışmamda emeği geçen ancak adını anmadığım diğer tüm kişilere sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ.....	v
SEMBOLLER.....	ix
KISALTMALAR.....	ix
ÖZET.....	x
İNGİLİZCE ÖZET.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç.....	1
1.2. İncelemenin Yöntem ve Kapsamı.....	2
1.3. İnceleme Alanının Tanıtılması.....	2
1.3.1. Coğrafi Konum.....	2
1.3.2. Morfoloji.....	3
1.3.3. İklim.....	4
1.3.4. Bitki örtüsü.....	5
1.4. Önceki Çalışmalar.....	6
1.4.1. Mühendislik jeolojisi ile ilgili önceki çalışmalar.....	6
1.4.2. Genel jeoloji ile ilgili önceki çalışmalar.....	8
2. JEOLojİ.....	10
2.1. Giriş.....	10
2.2. Önceki Çalışmalar.....	10
2.3. Stratigrafi.....	12
2.3.1. Paleozoyik.....	12
2.3.2. Mesozoyik.....	16
2.3.3. Senozoyik.....	17
2.3.3.1. Tersiyer.....	17
2.3.3.2. Kuvaterner.....	19
2.3.4. Mağmatik kayalar.....	20
2.3.4.1. Çavuşbaşı granodiyoriti.....	20
2.3.4.2. Sancaktepe granodiyoriti.....	20
2.4. Yapısal Jeoloji.....	21
3. MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ.....	24
3.1. Giriş.....	24
3.2. Belgrad formasyonunun Mühendislik Özellikleri.....	25
3.2.1. İstanbul Bölgesi Laboratuvar Deneyleri.....	25
3.2.2. İstanbul Bölgesi Arazi Deneyleri.....	39
3.2.3. Gebze Bölgesi Laboratuvar Deneyleri.....	41
3.3. Alüvyon Mühendislik Özellikleri.....	51

3.3.1. İstanbul Bölgesi Laboratuvar Deneyleri.....	52
3.3.2. İstanbul Bölgesi Arazi Deneyleri.....	58
3.3.3. Gebze Bölgesi Laboratuvar Deneyleri.....	61
3.3.4. Gebze Bölgesi Arazi Deneyleri.....	69
4. İSTANBUL BÖLGESİ VE GEBZE BÖLGESİNE AİT BELGRAD FORMASYONU İLE ALÜVYONUN İSTATİKSEL OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI.....	71
4.1. Giriş.....	71
4.2. Güven Aralığı.....	71
4.3. Hipotez Testleri.....	73
4.3.1. Giriş.....	73
4.3.2. Z Testi.....	73
4.3.2.1. İstanbul ve Gebze Bölgesindeki Belgrad formasyonunun ortalamalarının Z testi ile karşılaştırılması.....	74
4.3.2.2. İstanbul ve Gebze Bölgesindeki alüvyonun ortalamalarının z testi ile karşılaştırılması.....	87
4.3.3. T Testi.....	92
4.3.3.1. İstanbul ve Gebze bölgesindeki Belgrad formasyonunun ortalamalarının t testi ile karşılaştırılması.....	93
4.3.3.2. İstanbul ve Gebze bölgesindeki alüvyonun ortalamalarının t testi ile karşılaştırılması.....	94
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	106
KAYNAKLAR.....	109
EKLER.....	112
ÖZGEÇMİŞ.....	122

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.....	3
Şekil 3.1. İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli kısmı plastisite kartı.....	32
Şekil 3.2. İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun derinlik likitide indeksi değişimi ve (Reminger ve Rutluge ,1952 Means ve Percher, 1963) sınıflandırması.....	36
Şekil 3.3. Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli kısmı plastisite kartı.....	45
Şekil 3.4. Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun derinlik likitide indeksi değişimi ve (Reminger ve Rutluge , 1952 Means ve Percher, 1963) sınıflandırması.....	50
Şekil 3.5. İstanbul Bölgesi alüvyonunun ince daneli kısmı plastisite kartı.....	55
Şekil 3.6. İstanbul Bölgesi alüvyonunun derinlik likitide indeksi değişimi ve (Reminger ve Rutluge , 1952 Means ve Percher, 1963) sınıflandırması.....	57
Şekil 3.7. Gebze Bölgesi alüvyonunun ince daneli kısmı plastisite kartı.....	65
Şekil 3.8. Gebze Bölgesi alüvyonunun derinlik likitide indeksi değişimi ve (Reminger ve Rutluge , 1952 Means ve Percher, 1963) sınıflandırması.....	68
Şekil 4.1. Z testi için %95 güvenilir aralığındaki kabul edilebilir alanı.....	74

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun istatistiksel değerlendirilmesi.....	27
Tablo 3.2. İnce daneli zeminlerde likit limit aralığına göre plastisite dereceleri (IAEG 1981).....	28
Tablo 3.3. O'Neill ve Poormoayed (1980) şişme potansiyeli sınıflaması.....	28
Tablo 3.4. İnce daneli zeminlerin plastisite indisi sınıflaması (IAEG 1981).....	29
Tablo 3.5. İnce daneli zeminlerde kıvam indisi sınıflaması (IAEG 1981).....	29
Tablo 3.6. Laboratuvar verilerinden yararlanılarak İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin kıvam indisi değerleri.....	30
Tablo 3.7. Laboratuvar verilerinden yararlanılarak İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin likitide indisi değerleri.....	34
Tablo 3.8. Zeminlerde kuru birim hacim ağırlığı sınıfı (IAEG1979).....	37
Tablo 3.9. Kohezyonlu zeminlerin Serbest basınç dayanımına (q_u) göre kıvam özellikleri. (IAEG 1981).....	38
Tablo 3.10. Kohezyonlu zeminlerin kohezyon değerlerine göre kıvam sınıfları Terzaghi ve Peck (1967).....	38
Tablo 3.11. Kohezyonlu zeminlerde darbe sayısı ile kıvam arasındaki ilişki (IAEG 1981).....	39
Tablo 3.12. İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli kısımlarındaki N_{30} değerleri.....	40
Tablo 3.13. Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun istatistiksel değerlendirilmesi.....	41
Tablo 3.14. Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin kıvam indisi değerleri.....	43
Tablo 3.15. Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin likitide indisi değerleri.....	47
Tablo 3.16. İstanbul Bölgesi alüvyonunun istatistiksel değerlendirilmesi.....	52
Tablo 3.17. Laboratuvar verilerinden yararlanılarak İstanbul Bölgesi alüvyonunun ince daneli zemin numunelerinin kıvam indisi değerleri.....	54
Tablo 3.18. Laboratuvar verilerinden yararlanılarak İstanbul Bölgesi alüvyonunun ince daneli zemin numunelerinin likitide indeksi değerleri.....	56
Tablo 3.19. Kohezyonsuz zeminlerde darbe sayısı ile sıklık arasındaki bağıntı (IAEG 1981).....	59
Tablo 3.20. İstanbul Bölgesi alüvyonunun iri daneli kısımlarındaki N_{30} değerleri.....	59

Tablo 3.21. İstanbul Bölgesi alüvyonunun ince daneli kısımlarındaki N_{30} değerleri.....	60
Tablo 3.22. Gebze Bölgesi alüvyonunun istatistiksel değerlendirilmesi.....	61
Tablo 3.23. Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi alüvyonunun ince daneli zemin numunelerinin kıvam indisi değerleri.....	63
Tablo 3.24. Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi alüvyonunun ince daneli zemin numunelerinin likitide indisi değerleri.....	66
Tablo 3.25. Gebze Bölgesi alüvyonunun iri daneli (kohezyonsuz) ve ince daneli (kohezyonlu) kısımlarındaki N_{30} değerleri.....	70
Tablo 4.1. İstanbul ve Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun Güven Aralıkları.....	72
Tablo 4.2. İstanbul ve Gebze Bölgesi alüvyonunun Güven Aralıkları.....	73
Tablo 4.3. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun likit limit değerlerine ait parametreler.....	75
Tablo 4.4. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun likit limit değerlerine ait Z testi sonucu.....	75
Tablo 4.5. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun plastik limit değerlerine ait parametreler.....	76
Tablo 4.6. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun plastik limit değerlerine ait Z testi sonucu.....	76
Tablo 4.7. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun plastisite indisi değerlerine ait parametreler.....	77
Tablo 4.8. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun plastisite indisi değerlerine ait Z testi sonucu.....	77
Tablo 4.9. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun su muhtevası değerlerine ait parametreler.....	78
Tablo 4.10. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun su muhtevası değerlerine ait Z testi sonucu.....	78
Tablo 4.11. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kıvam indisi değerlerine ait parametreler.....	79
Tablo 4.12. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kıvam indisi değerlerine ait Z testi sonucu.....	79
Tablo 4.13. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun likitide indisi değerlerine ait parametreler.....	80
Tablo 4.14. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun likitide indisi değerlerine ait Z testi sonucu.....	80
Tablo 4.15. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun çakıl oranı değerlerine ait parametreler.....	81
Tablo 4.16. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun çakıl oranı değerlerine ait Z testi sonucu.....	81
Tablo 4.17. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kum oranı değerlerine ait parametreler.....	82
Tablo 4.18. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kum oranı değerlerine ait Z testi sonucu.....	82
Tablo 4.19. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kil+silt oranı değerlerine ait parametreler.....	83

Tablo 4.20. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kil+silt oranı değerlerine ait Z testi sonucu.....	83
Tablo 4.21. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun serbest basınç dayanım değerlerine ait parametreleri.....	84
Tablo 4.22. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun serbest basınç dayanımı değerlerine ait Z testi sonucu.....	84
Tablo 4.23. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kohezyon değerlerine ait parametreler.....	85
Tablo 4.24. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kohezyon değerlerine ait Z testi sonucu.....	85
Tablo 4.25. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun doğal birim hacim ağırlık değerlerine ait parametreleri.....	86
Tablo 4.26. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun doğal birim hacim ağırlık değerlerine ait Z testi sonucu.....	86
Tablo 4.27. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun likit limit değerlerine ait parametreleri.....	87
Tablo 4.28. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun likit limit değerlerine ait Z testi sonucu.....	87
Tablo 4.29. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun plastik limit değerlerine ait parametreleri.....	88
Tablo 4.30. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun plastik limit değerlerine ait Z testi sonucu.....	88
Tablo 4.31. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun plastisite indisi değerlerine ait parametreleri.....	89
Tablo 4.32. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun plastisite indisi değerlerine ait Z testi sonucu.....	89
Tablo 4.33. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun çakıl oranı değerlerine ait parametreler.....	90
Tablo 4.34. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun çakıl oranı değerlerine ait Z testi sonucu.....	90
Tablo 4.35. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kum oranı değerlerine ait parametreler.....	91
Tablo 4.36. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kum oranı değerlerine ait Z testi sonucu.....	91
Tablo 4.37. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kil+silt oranı değerlerine ait parametreler.....	92
Tablo 4.38. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kil+silt oranı değerlerine ait Z testi sonucu.....	92
Tablo 4.39. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kuru birim hacim ağırlık değerlerine ait parametreler.....	93
Tablo 4.40. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kuru birim hacim ağırlık değerlerine ait T testi sonucu.....	94
Tablo 4.41. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun serbest basınç dayanımı değerlerine ait parametreler.....	94
Tablo 4.42. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun serbest basınç dayanımı değerlerine ait T testi sonucu	95
Tablo 4.43. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kohezyon değerlerine ait parametreler	95

Tablo 4.44. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kohezyon değerlerine ait T testi sonucu.....	96
Tablo 4.45. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kıvam indisi değerlerine ait parametreler.....	96
Tablo 4.46. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kıvam değerlerine ait T testi sonucu.....	97
Tablo 4.47. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun likitide indisi değerlerine ait parametreler	97
Tablo 4.48. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun likitide indisi değerlerine ait T testi sonucu.....	98
Tablo 4.49. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun su içeriği değerlerine ait parametreler	98
Tablo 4.50. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun su içeriği değerlerine ait T testi sonucu	99
Tablo 4.51. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun doğal birim ağırlık değerlerine ait parametreler.....	99
Tablo 4.52. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun doğal birim ağırlık değerlerine ait T testi sonucu	100
Tablo 4.53. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kuru birim hacim ağırlık değerlerine ait parametreleri.....	100
Tablo 4.54. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kuru birim hacim ağırlık değerlerine ait T testi sonucu.....	101
Tablo 4.55. İstanbul ve Gebze Bölgesi Belgrad formasyonuna ait parametrelerinin Z ve T testine göre benzerlik ve benzememe durumu.....	102
Tablo 4.56. İstanbul ve Gebze Bölgesi alüvyona ait parametrelerinin Z ve T testine göre benzerlik ve benzememe durumu.....	103

SEMBOLLER

C	: Kohezyon, (kg/cm ²)
CH	: Yüksek plastisiteli kil
CI	: Orta plastisiteli kil
CL	: Düşük plastisiteli kil
GC	: Killi çakıl
q _u	: Serbest basınç dayanımı (kg/cm ²)
H _A	: Alternatif Hipotez
H ₀	: Null hipotez
I _C	: Kıvam indisi
L ₁	: Likitide indisi
MH	: Yüksek plastisiteli silt
MI	: Orta plastisiteli silt
ML	: Düşük plastisiteli silt
N ₃₀	: Arazide ölçülen standart penetrasyon test değeri
n	: Veri sayısı
SC	: Killi kum
SM	: Siltli kum
s	: Standart sapma
S ₁	: 1. Popülasyonun standart sapması
S ₂	: 2. Popülasyonun standart sapması
s ² _p	: Popülasyon varyansının birleştirilmiş tahmini
t	: T hipotez değeri
Z	: Z hipotez değeri
μ ₁	: 1. popülasyon değerleri
μ ₂	: 2. popülasyon değerleri
γ _n	: Doğal birim hacim ağırlığı (gr/cm ³)
γ _k	: Kuru birim hacim ağırlığı (gr/cm ³)
ω _n	: Doğal su muhtevası (%)

KISALTMALAR

LL	: Likit limit (%)
PI	: Plastisite indisi (%)
PL	: Plastik limit (%)
IAEG	: International Association of Engineering Geology
TS1500	: Türk Standardı 1500

İSTANBUL'UN ANADOLU YAKASI İLE GEBZE BÖLGESİNDEKİ GENÇ ÇÖKELLERİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN LABORATUVAR DENEY VERİLERİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

Tufan UYSAL

Anahtar Kelimeler: İstanbul, Gebze, Belgrad, Alüvyon, Laboratuvar deneyleri

Özet: Bu tez kapsamında İstanbul Anadolu yakası ile Gebze bölgesinde bulunan genç çökeller olan Belgrad formasyonu ile alüvyona ait laboratuvar deney sonuçları derlenerek mühendislik özelliklerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Eski çalışmalardan yararlanılarak bu bölgeleri kapsayan 1/100,000 ölçekli mostra haritası yapılmıştır. Çalışmada derinlikleri 1-15 m arasında değişen yaklaşık 153 sondaj ve 94 araştırma çukuru incelenmiş yapılmış ve bu incelemeler sonucunda toplam 228 adet kıvam limiti deneyi, 161 adet su içeriği deneyi, 237 adet dane boyu dağılımı deneyi, 135 adet birim hacim ağırlık, 106 adet tek eksenli basınç deney verilerinden yararlanılmıştır. Gerek alüvyonun gerekse Belgrad formasyonunun her iki bölgedeki laboratuvar deney sonuçlarından faydalanarak bu çökellerin plastisitesi, dane boyu dağılımı, kıvam durumları ve dayanım durumları irdelenerek mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Bu mühendislik özelliklerinin belirlenmesinde istatistiksel yöntemlerden faydalanılmış ve istatistiksel olarak birbiri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, İstanbul ve Gebze bölgesindeki Belgrad formasyonların plastik limit, su muhtevası, kıvam indisi, likitide indisi, çakıl oranı, kil-silt oranı, serbest basınç dayanımı, kuru birim hacim ağırlık ve kohezyon değerlerinin birbirine benzer oldukları görülmüştür. Her iki bölgede bulunan alüvyonun ise, likit limit plastisite indisi, çakıl oranı, serbest basınç dayanımı, kohezyon, doğal birim hacim ağırlık, kıvam indisi ve su muhtevası, değerlerinin birbirine benzer olduğu sonucuna varılmıştır.

**EVALUATION OF ENGINEERING CHARACTERISTICS OF YOUNG
SEDIMENTS IN ANATOLIAN SIDE OF ISTANBUL AND GEBZE
ACCORDING TO LABORATORY TESTING DATA**

Tufan UYSAL

Keywords: Istanbul, Gebze, Belgrade, Alluvium, and Laboratory Tests

Summary: In the scope of this thesis an evaluation of engineering characteristics has been conducted by compiling laboratory test results for Belgrade formations and alluvium, which are young sediments situated in Anatolian side of Istanbul and Gebze. A pattern map of 1/100,000 scale covering these regions has been made by benefiting from former studies. During the study 153 drilling and 94 research pits with depths between 1 and 15 meters were studied, and as a consequence of these studies totally 228 consistency limit tests, 161 water content tests, 106 mono-axial pressure test results data are used. By benefiting from laboratory test results of either alluvium and Belgrade formation in both regions, plasticity, distribution of granular sizes, consistency states and resistance conditions of these sediments are explicated and engineering characteristics are determined. When determining these engineering characteristics statistical methods have been used and they are compared with each other. At the result of above analyses, plastics limits, water contents, consistency index, liquidity index, gravel ratio, clay-silt ratio, free pressure resistance, dry unit volume, weight and cohesion values of Belgrade formations in Istanbul and Gebze region are seen to be similar to each other. And liquid limit of plasticity index, gravel ratio, free pressure resistance, cohesion natural unit volume weight, consistency index and water content values of alluvium existent in both regions are concluded to be similar to each other.

1. GİRİŞ

Zemin, esas bileşenleri katı (dane), sıvı (su) ve gazın (hava) oluşturduğu, bazen içerisinde organik maddelerinde olabildiği ve esas itibarıyla kayaların ayrışması ile oluşmuş maddelere denir. Genel olarak bütün yapılar zemin üzerine, zemin içerisine, zeminden ya da bunların kombinezonu biçiminde yapılmaktadırlar. Örneğin laboratuvarlar, dersaneler, binalar v.b. yapılar içlerinde ve üzerlerinde bulunan yükleri temelleri aracılığı ile zeminlere aktarmaktadırlar.

Zeminlere ait dayanım, geçirimsizlik, sıkışabilirlik, plastisite v.b. özelliklerinin bilinmesi, bu yapıların ekonomik ömrü boyunca kullanılabilmesi bakımından çok önemlidir. Örneğin, toprak dolgu barajlarının inşaatında zemine ait bu özelliklerin bilinmesi zorunludur. Bu önemli temel bilgiler laboratuvar ve arazi deneylerinden elde edilir. Elde edilen bilgiler derlenerek mühendislik değerlendirilmesi yapılır ve bir sonuca varılır.

Bu tez kapsamında inceleme alanı içerisinde bulunan genç çökellerin laboratuvar deneyleri verilerine göre bir veritabanı oluşturulmuş ve bu verilerin mühendislik jeolojisi değerlendirilmesi yapılmıştır.

1.1. Amaç

Bu çalışmada, İstanbul ve Gebze'de bulunan genç çökellerin mühendislik özellikleri, laboratuvar deney sonuçlarına göre irdelenmiştir. Çalışma alanı, İstanbul'un doğusu Pendik, Kartal, Maltepe, Kadıköy, Tuzla, Üsküdar ile Gebze bölgesinin Darıca ve Eskişehir kısımlarını kapsamaktadır.

Çalışmada, yukarıda sıralanan yerlerde genç çökellerin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenerek bu özelliklerin istatistiksel olarak sınıflandırılması ve mühendislik jeolojisi açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

1.2. İncelemenin Yöntem ve Kapsamı

İnceleme kapsamında, çalışılan bölgelere ait eski jeolojik ve jeoteknik veriler derlenmiş ve bu bölgelere ait veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanların oluşturulmasında, çeşitli dönemlerde özel firmalar tarafından yapılan İmar Planlarına Esas Jeolojik ve Jeoteknik araştırmalar ile Zemin Araştırmaları çerçevesinde yaptırılmış sondaj ve araştırma çukuru çalışmaları ile bu çalışmalara yönelik yapılan laboratuvar ve arazi deney sonuçları kullanılmıştır.

İncelenen yerlerde bulunan genç çökellerin mühendislik özelliklerinin belirlemeye yönelik çalışmada istatistiksel değerlendirmelerden yararlanılarak genç çökellerin bünye (yığın), plastisite, fiziksel ve mekanik özellikleri sınıflandırılmış ve her bölge için ayrı ayrı yapılmıştır.

1.3. İnceleme Alanının Tanıtılması

1.3.1. Coğrafi konum

İstanbul ili 28° 01' ve 29° 55' doğu boylamlarıyla 41° 33' ve 40° 28' kuzey enlemleri arasında bulunur. İncelenen yerler, İstanbul ilini ikiye bölen İstanbul boğazının Anadolu yakası ile Gebze bölgesini kapsamaktadır.



Şekil 1.1 : İnceleme alanının yer bulduru haritası

1.3.2. Morfoloji

İstanbul ili Kocaeli ve Çatalca Yarımadaı üzerinde yer almaktadır. Her iki yarımada aşınmış birer platodur. İstanbul ve çevresi, jeolojik zamanlar içinde Senozoyikte Miyosen devri sonunda Sarmat iç denizinin bir körfezi iken, Pliyosen devrinde deniz çekilmiş, karalar ortaya çıkmış daha sonra akarsu ve rüzgar aşındırmaları ile uzun bir erozyon devrinin ardından, yükseltilerin kaybolduğu, aşınmaya dayanıklı kuvarsit tepelerin kaldığı, geniş bir penepren ortaya çıkmıştır. Boğaziçi'nin yerindeki vadi de genişlemiştir. Daha sonra peneprenin Boğaziçi Vadisi'nin doğusunda kuzey kısmın kabarması (yükselmesi) batısında ise güney kısmın kabarması ile su bölümü hatları değişmiş, akarsu vadilerinde eğim artışı nedeniyle su aşındırması da artmış, doğu yakasında büyük akarsular Karadeniz'e, batı yakasında ise Marmara Denizi'ne dökülmüşlerdir. Söz konusu jeolojik hareketler sonucunda İstanbul ilinin yer aldığı alan, genellikle aşınmaya uğramış silik

yeryüzü şekilleri içeren bir plato (peneplen) görünümü kazanmıştır. Jeomorfolojik birimler olarak gruplanabilen, vadiler, ovalar, yükseklikler (hafif dalgalı tepelik alanlar), yüksek alanlar vb, anlatılan nedenlerle İstanbul metropoliten alanda keskin ve çarpıcı bir görünüme sahip değillerdir. Doğu yakasında (Kocaeli Platosu'nda) aşınmaya dayanıklı Kuvarsit tepelerle (Aydos, Kayışdağı, Alemdağ vs.) Gebze - Ömerli Barajı hattının doğusundan başlayan ve doğuya doğru yükselmeyi sürdüren (350m+) yüksek alanlar yer alır. Bu yarımada "su bölümü hattı", Marmara kıyılarına daha yakındır. Peneplen geri kalan kısımlarda akarsuların akış yönünün daha çok Karadeniz olduğu, geniş vadi tabanlı ve hafif dalgalı alanları içerir.

Batı yakasında (Çatalca veya Trakya Penepleni'nde), Boğaziçi'nden Büyükçekmece-Karacaköy hattına yer yer 200 m.yi bulan ve aşan birkaç tepelik dışında yine geniş tabanlı akarsu vadilerinin yer aldığı bir peneplen söz konusudur. Ancak bu yarımada " su bölümü hattı" bu kez Karadeniz'e daha yakındır. Akarsular daha çok Haliç'e, Büyük ve Küçükçekmece göllerine ve Marmara Denizi'ne su verirler. Terkos gölü ise esas suyunu kuzey batıda yer alan Istranca Dağları'ndan alır. Yer yer 350 m.'nin üzerinde yüksekliklere sahip olan Istrancalar dışında, Çatalca'nın batısında, ayrıca Kestanelik - Belgrad Köyleri hattının batısında, yükseklikleri 200-350 m. arasında değişen tepeler ve sırtlar göze çarpmaktadır.

1.3.3. İklim

İstanbul'un il bütünüünün yer aldığı alandaki iklim tipini, belirgin bir iklim tipi içinde değerlendirme imkanı yoktur. Coğrafi konumu ve fiziki coğrafya özellikleri nedeniyle aynı enlemde yer alan bir çok yerleşmelerin ikliminden daha farklı iklim özelliklerine sahiptir.

Yerküre üzerinde ekvator'dan başlayıp sırasıyla ikişer kez yinelenen alçak ve yüksek basınç kuşakları içinde, İstanbul (41 derece kuzey enlemi, 29 derece doğu boylamındaki konumu ile), subtropikal yüksek basınç kuşağı ile, soğuk - ılık bölgenin alçak basınçlarının yada karasal (nemsiz) alize rüzgarları ile denizse (nemli ve yağışlı) batı rüzgarlarının sınırındadır. Yerkürenin hareketleriyle kış ve yaz mevsimlerinde farklı iklim şartları oluşur.

İstanbul'da yıl boyunca üç hava tipi egemendir. Bunlar kuzeyden ve güneyden sokulan hava tipleri ile sakin hava tipidir. Doğu ve batı yönlü rüzgarlara bağlı olan hava tipleri ise önemsizdir. Üç hava tipi arasında, en yüksek frekansı (en çok esme sayısını) göstereni, kuzey rüzgarlarının egemen olduğu sırada görülen hava tipidir. Mevsimlere göre dört devre vardır; soğuk ve sıcak devrelerle biri uzun diğeri kısa süren iki geçiş devresi mevcuttur.

İstanbul'da genel olarak Akdeniz iklim koşulları etkisini yürütür. Bu iklim, kıyı bölgelerle iç kesimlerde biraz ayrılıklar gösterir. Bilindiği gibi, Akdeniz ikliminde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır.

1.3.4. Bitki örtüsü

İstanbul ili alanının doğal bitki örtüsü, orman, maki, maki görünümlü kıyı bitkilerinden meydana gelmekte; Çatalca ve Kocaeli Yarımadası'nda iklim şartlarına uyan bitki toplulukları kuzeyde “nemli” güneyde “kuru” türlerini geliştirmişlerdir.

Kocaeli Yarımadası maki görünümlü; Kızılcık, fındık, geyik diken, güvem çalısı, muşmula, yabani erik, böğürtlen, üvez karaçalı, akçaağaç, mürver, sumak, kurtbağrı ve ayı üzümü gibi kışın yapraklarını döken cinslerle akçakesme, kocayemiş, funda, defne, katırtırnağı, katran ardıcı, kermes meşesi, laden, sakız gibi ağaçlardan oluşmuştur.

Nemli iklimi karakterize eden ağaç türleri, daha çok Boğaziçi köprüsünün kuzey-doğusu, Alemdağ'ın kuzeyi ve Polonezköy çevresinde görülen kestane, kayın, adi gürgen ve saplı meşedir. Riva Deresi ve Ağva'daki Gökdere arasındaki bölgede batıda saplı meşe, doğuda Macar meşesi hakim türlerdir. Bitki örtüsünün sadece iklimle değil toprakla da ilişkisi vardır. Tüm kayın birliklerinin bulunduğu alanları kireçsiz kahverengi orman toprakları kaplarken, meşe ve kestane türlerinin alanlarında kahverengi orman toprakları görülmektedir.

1.4. Önceki Çalışmalar

1.4.1. Mühendislik jeolojisi ile ilgili önceki çalışmalar

Yılmaz (2000) Niksar havzası killi alüvyal zeminlerinin konsolidasyon ve şişme özelliklerinin belirlenmesine ilişkin raporunda, Niksar havzasında yer alan killi alüvyal zeminlerin mühendislik özellikleri araştırmıştır. Zeminlerin ince daneli düzeylerine ait örneklerin mineral yüzdelerinin ve zeminlerin konsolidasyon parametrelerinin istatistiksel değerlendirmesini yapmış ve bunun sonucunda egemen kil mineralinin Ca-simektit zeminleri de orta derecede sıkışabilir özelliğine sahip olduğunu belirtmiştir.

İstanbul boğazı güneyi ve Haliç'in jeolojik yapısı ve geoteknik değerlendirilmesi çalışmasında, İstanbul Boğazı güneyi ve Haliç'te raslanılan istiflerin tanımlanması, stratigrafinin, ve zemin özelliklerinin ayrıntılı olarak, belirtilmesi ve jeolojik yapısının yorumlanması amaçlanmıştır. Bu makalede ayrıntılı değerlendirilmesi yapılan İstanbul Boğazı Tüp Tünel ve Haliç Metro (Unkapanı-Persem.be Pazarı) sondaj çalışmalarında elde edilen ve zemin örnekleri üzerinde zemin özelliklerini belirlemek amacı ile bir seri laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Boğaz'da deniz; tabanından itibaren genç çökellerin en üst seviyeleri gri renkli, kavkı parçaları içeren, kötü derecelenmiş kum (SP) ve siltli killi kumlardan (SM/SC) oluşmaktadır. Laboratuvar deney sonuçlarına göre, bu kesimde granülometrik özellikleri üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinde Kum % 52 - % 80 kil % 20 - % 48 arasında değişen, bu çökellerin altında, kalınlığı 4-30 m arasında değişen gri renkli, çok yumuşak kıvamda bir kumlu siltli MI "(CL) tabakası yer aldığı sonucuna varılmıştır.. Genç Haliç Çökelleri içinde en kalın tabakayı oluşturan ve Haliç Kili olarak bilinen kil tabakası üzerinde, Haliç civarındaki yapılaşma ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Halen, inşaa halinde olan Yeni Galata Köprüsü için açılan zemin etüd sondajlarından alınan örnekler üzerinde birçok sayıda laboratuvar deneyleri yapılmış ve sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. bu örneklerin konsolidasyon deney sonucu blok numuneler üzerinde yapılan deneylerde drenajsız kohezyon değerinin konsolidasyon basıncına oranının plastisite indisi ile lineer olarak değiştiği, ortalama değerinin ise, (Cu/p) 0.23 olduğu belirlenmiştir. Daha sakin bir ortamda çökelen genç Haliç tortullarının ise deniz tabanından, alt seviyelere doğru düzenli olarak

kıvamının arttığı ve kendi ağırlığı altında sıkışan normal konsolide bir kil davranışı gösterdiği belirlenmiştir.

Düzce Ovası killerin konsolidasyon özellikleri ve jeolojik evrim ile ilişkisi çalışmasında Düzce kesimindeki killerin konsolidasyon özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışmada, Gümüşova-Gerede otoyolu Düzce ovası geçişindeki killi düzeylerin konsolidasyon özelliklerinin, havzanın jeolojik evrimiyle ilişkisi tartışılmıştır. Bu amaçla, Gümüşova-Gerede Otoyolu Düzce ovası geçişinin ana yüklenici kuruluşu Astaldi SPA tarafından yapılan yaklaşık 200 adet zemin sondajı ve bu sandajlarda derlenen 175 adet örslenmemiş numune üzerinde ASİM (1985) standartlarına göre yapılan konsolidasyon testleri, drenajsız makaslama dayanımı, Atterberg limitleri, elek analizi, killerin MTA tarafından yapılan mineralojik analizleri ve DSİ tarafından yapılan jeofizik ve derin kuyu sondaj verileri değerlendirilmiştir. Ayrıca, laboratuvar deney sonuçları esas alınarak hesaplanan konsolidasyon özellikleri ve otoyol gövdesi altındaki oturmalar yerinde yapılan oturma ölçümleri ile karşılaştırılmıştır. İnceleme alanında gözlenen alüvyal çökeller bu çalışmanın yazarları tarafından üç ana grup altında incelenmiş olup, 3 farklı şekilde değerlendirilmiştir. Akarsu alüvyonları (Qal 1) Göl çökelleri (kum-çakıl düzeyleri; Qal2) Göl çökelleri (kil, siltli kil ve killi silt düzeyleri; Qal3) ASTM (1985) standartlarına göre sondajlardan elde edilen 200'e yakın örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde tane boyu dağılımı ve Atterberg limitleri tayin edilmiş ve odometre aleti ile konsolidasyon deneyi ve makaslama kutusu deneyleri yapılmıştır. Otoyol güzergahı boyunca aşırı konsolide olmuş seviyenin kalınlığı 5 ile 10 m. arasında değişmektedir (Şimşek, 1994). Killerin büyük çoğunluğunun yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda % 62.5 orta plastisiteli CL grubu killeri, % 29'unun yüksek plastisiteli CH grubu killeri olduğu anlaşılmaktadır. Diğer örneklerin % 6'sı düşük plastisiteli CL-ML grubu, % 2.5'u MH-OH grubu killerdir. Killerin konsolidasyon özelliklerine göre, 3 ile 10 m. arasındaki derinliklerde yer alan yüzeysel tabakaların aşırı konsolide oldukları tespit edilmiştir.

1.4.2. Genel jeoloji ile ilgili önceki çalışmalar

Bayhan E. (1989) Burdur civarı alt Tersiyer kırıntılı istifinin petrolojik incelenmesi çalışmasında çalışma alanından seçilen kumtaşı örnekleri üzerinde petrografik incelemeler yapmış, kuvars, feldspat, kayaç parçaları, diğer bileşenleri tespit etmiş ve örnekler petrografik olarak sınıflandırılmıştır. İncelenen örnekler üzerinde istatistiksel değerlendirmeler yaparak tüm bileşenler içinde %4.4 ile % 40 arasında değişmekte olduğunu saptamıştır. En bol bulunan kuvars, monokristalin türde olup magmatik kökeni tespit edildiğini belirtmiştir.

Isparta Gölcük Tabiat Parkı'nda, 1990 yılında dikilen Toros Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.)'lerinin, dört farklı anakayadan oluşmuş topraklardaki gelişimi (boy ve dip çapı) karşılaştırılarak ekolojik yönden uygunluk durumu irdelenmiştir. Araştırmada alüvyon, traki-andezit, Gölcük formasyonu ve kireçtaşı olmak üzere dört farklı anakayadan oluşmuş topraklarda çalışılmış olup, bu anakayalara ait bulgular ve özellikler belirlenmiştir. Arazi çalışmalarında; dört farklı anakayadan oluşmuş topraklarda 1990 yılında dikilmiş olan "a" çağındaki Toros Sediri meşcerelerinden $20 \times 20 = 400 \text{ m}^2$ 'lik örnek alanlar alınmıştır. Daha sonra örnek alanlar içerisindeki fidanların boyları ile dip çapları ölçülmüştür. Farklı anakayalardan oluşmuş toprakların fidanların boy ve çap gelişimi üzerindeki etkisi varyans analizi, anakayaların benzerlik ve farklılıkları Duncan Testi ile incelenmiştir. Farklı anakayalardan oluşmuş topraktaki Toros Sediri fidanlarının boy ve dip çaplarına ait istatistiksel değerler üzerinde ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Kökleri derin ve geniş çatlaklara rastlayan fidanlar daha iyi boylanabilirlerken, sık ve dar çatlaktakiler daha kısa kalmıştır.. Toros Sedirinin 13 yıl sonunda ulaştığı boy ve çap değerlerine göre gelişiminin, kireçtaşı haricindeki anakayalardan oluşmuş topraklarda daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Çangalmetaofiyoliti Karaderemetabazitindeki Cu ,Co , Zn , Cr ve Ni anomalileri çalışmasında Çangal Metaofiyoliti Karadere Metabzitin metalojenisi incelenmekte, yapılan jeokimyasal analizler ve analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi yardımıyla, eldeki verilerin cevher yatağı anomalisi olup olmadıkları tartışılmıştır. Yılmaz (1985)'e göre, Daday-Devrekani Masifinde yüzeylenen, Liyas öncesi

yaşındaki Çangal Metaofiyoliti bir okyanus tabanı malzemesi niteliğindedir. Kastamonu -E32-d1 ve -E32-d4 paftaları ile bunlara komşu E32-a4, -E32-d2 ve -E32-d3 paftalarındaki metamorfitlelerden toplam 522 adet kayaç örneği alınmıştır. Bunlardan Karadere Metabazitinden alınmış 197 örnek, metal içerikleri belirlenmek amacıyla analiz edilmişlerdir. Anomalilerin sayısal ve daha kesinlikle belirtilmesi arzu edildiğinden, başka bir deyimle temel değer ve eşik değer gibi kavramların sayısal olarak ifade edilmesi alışılmış olduğundan, istatistiksel yöntemlerden yararlanılmıştır. Karadere Metabazitini oluşturan litolojik birimlerde belirlenen en düşük ve en yüksek Cu değerleri ise 4 ve 452 ppm ortalama 46 ppm olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak yurdumuzun önemli bakır provenislerinden biri olan Küre sahasının yakın civarında yer alan inceleme alanının kayaçlarında > 154 ppm Cu ve > 144 ppm Co anomali değerleri belirlenmiştir.

2. JEOLJİ

2.1. Giriş

İstanbul ve Gebze bölgesinin farklı lokasyonlarında genç çökellerin mühendislik özelliklerini incelemeye yönelik bu çalışmada, daha önce yapılmış jeoloji çalışmaları derlenmiştir. İnceleme alanı ve çevresinde Paleozoyik, Mezozoyik ve Senozoyik yaşlı birimler yer almaktadır.

İstanbul Boğazı'nın doğu tarafında daha ziyade Paleozoyik yaşlı birimler, kuzey-doğusunda Gebze-Hereke dolayında Mesozoyik yaşlı birimler, batısında ise kuzeyde Paleozoyik (Karbonifer), güneyde ise Senozoyik yaşlı birimler mevcuttur.

2.2. Önceki Çalışmalar

1836 yılından bu yana İstanbul bölgesinde birçok jeolojik araştırmalar yapılmıştır. PENCK (1919) ile başlayan ve daha çok bölgenin stratigrafik ve yapısal özelliklerini hedef alan çalışmalar, PAECKELMANN (1925, 1938) tarafından jeolojik harita alımı ve diğer jeolojik özellikleri kapsayan ayrıntılı incelemeler şeklinde devam ettirmiştir.

İlk defa PAECKELMANN (1938) İstanbul ve Kocaeli yarımadası üzerinde Alt Paleozoyik yaşlı çökellerin Kambro-Ordovisiyen üzerinde diskordans olarak oturduğunu ileri sürmüştür.

Yine aynı yazar, Alt paleozoyik çökellerini, alttan üste doğru "Esas Konglomeralar", "Esas Kuvarsit Horizonu", "Grovak Horizonu" , Kartal Pendik'in Halysites'li Kireçtaşları", "Fosilli Kireçtaşları" gibi isimler altında incelemiş ve bunlara Silüriyen yaşını vermiştir.

PAECKELMANN (1928, 1932, 1938) İstanbul boğazı ve Kocaeli yarımadası hakkında paleontolojik çalışmalar yapmıştır.

OKAY (1947) Aydınli formasyonu olarak adlandırdığımız subarkozlarda, YALÇINLAR (1956) ise Gözdağ formasyonu içerisinde bazı Silüriyen fosilleri saptamışlardır.

SAYAR (1962, 1979) İstanbul ve Kocaeli yarımadasının birçok yerlerindeki Alt Paleozoyik yaşlı birimlerde ayrıntılı paleontolojik araştırmalar yapmıştır. Yazar Dolayoba kuzeyindeki Kayalıdere'de çok detaylı biyostratigrafik incelemelerde bulunarak Ordovisiyen –Silüriyen sınırını tesbit etmiştir.

BAYKAL ve KAYA (1965) İstanbul bölgesindeki Ordovisiyen ve Silüriyen yaşlı çökeller üzerinde ayrıntılı stratigrafik incelemelerde bulunarak bu dönemlere ait çökellerin sağlam stratigrafik dizilimini açığa çıkarmışlardır.

HAAS (1968) Kocaeli yarımadası üzerindeki Gebze ve Tuzla taraflarında Paleozoyik yaşlı birimlerde detaylı paleontolojik ve stratigrafik incelemelerde bulunmuştur.

KAYA (1963, 1978) İstanbul bölgesinde uzun yıllar ayrıntılı araştırmalar da bulunan bölgedeki Paleozoyik yaşlı birimlerin stratigrafik istiflenmesine birçok yenilikler getirmiştir.

ÖNALAN (1981) İstanbul bölgesi ve Kocaeli yarımadası üzerinde yaygın olarak bulunan Ordovisiyen ve Silüriyen yaşlı sedimenter kayaların sedimenter özellikleri ve çökelme ortamlarını incelemiş ve birçok alt üye belirlemiştir.

MERİÇ ve diğ. (1991) Kuşdili formasyonunu ilk defa incelemişlerdir. Kadıköy-Kurbağalı dere mansabında ayrıntılı olarak Kuşdili formasyonunu çalışıp tanımlamışlardır.

ARIÇ (1955) Bakırköy formasyonunda bulduğu fosillere göre bu formasyona Sarmasiyen (Üst Miyosen) yaşını vermiştir

ŞENGÖR vd (1985) Marmara denizi ve çevresinin Neojen-Kuvaterner'deki yapısal ve paleocoğrafik evrimine ilişkin çok sayıda araştırmada bulunmuşlardır.

C. ARIÇ SAYAR (1955) Boğaz ile Küçükçekmece arasında Tersiyer yaşlı birimlerde etütler yapmış ve bölgenin 1: 25.000 ölçekli haritasını yayınlamıştır.

2.3. Stratigrafi

İnceleme alanında Paleozoyik alttan üste doğru , Ordovisiyen , Silüriyen , Devoniyen ve Karbonifer ile, Mesozoyik Triyas ve Kretese ile Senozoyik ise Tersiyer ve Kuvaterner ile temsil edilmektedir.

2.3.1.Paleozoyik

Paleozoyik istifinin tabanında çoğun morumsu-pembe renkli kırıntılı bir istif bulunmaktadır (Sayar 1979). Kurtköy formasyonu adı ile bilinen bu kırıntılı istif başlıca konglomera, arkoz, çamurtaşı ve subarkozdan oluşmaktadır. Birimin alt kesimleri çakıllı ve dereceli, üst kesimleri de büyük ölçekli tekne tipi çapraz tabakalıdır. Tane boyu ve çapraz tabakaların genişliği ünite üstüne doğru küçülür. Üstteki çamur taşlarına geçiş derecelidir. Çamurtaşları daha koyu mor renklidir ve içlerinde paralel, dalgalı paralel ve küçük ölçekli çapraz laminasyon yaygın sedimanter yapılarıdır. Tabanı gözlenemeyen birimin kalınlığı 1000 m.'den fazladır. Ordovisiyen yaşlı olan birim alüvyon yelpazesini ve örgülü akarsu ortamı ürünüdür (Önalın 1982). İstanbul Gurubu stratigrafik istifinin en altını oluşturan bu birim yaygın olarak Kurtköy ve Maltepe (Kartal) kuzeyinde yüzeyler.

Kurtköy formasyonu üste doğru beyazımsı ve pembemsi, şeyl arakatlı kuvarsarenitler ile temsil edilen Aydos formasyonu'na geçer. Çatlak ve kırık yüzeyleri boyunca kırmızı demiroksitli sıvamalar olup yer yer ince kil dolguludur. 150-300 m. arasında kalınlığa sahip sahip olan Aydos formasyonu gel git

akıntılarının egemen olduğu plaj ve çok sığ sahil ortamında oluşmuştur. Yaygın olarak Aydos tepesi, Kayış dağı, Yakacık, Çamlıcalar, Kurtköy ve Beykoz çevresinde görölmektedir.

Aydos formasyonu üste doğru çoğunlukla şeyl, silttaşı ve vaketaşları ile temsil edilen Gözdağ formasyonuna geçer. Kumtaşı görünömlü olup içerdikleri mika pulları oranı sık sık değişmektedir. Bazı kesimleri iyi çimentolanmış, oldukça sert, bazı kesimleri ise kolayca dağılabilmektedir. “Alt kesimler koyu yeşil, gri renklerde, ince taneli, çapraz laminalıdır. Üste doğru kahverenkli – boz renkli, iri taneli, kuvarsit mercekli, fosilce daha zengindir (Sayar,1979).

Bu formasyonun üst kesimlerinde bazı bol fosilli kireçtaşı bant ve mercekleri de bulunur. Yaygın olarak Kartal ve Pendik kuzeyi ile Beykoz ve Çamlıcalar çevresinde yüzeylenen bu birim, genelde bindirme dilimleri içinde bulunur. Ayrıca, Büyükada, Ümraniye güneyi, Çengelköy çevresinde ve Boğazın batısında, İstinye-Beykoz arasında da mostraları mevcuttur. Birim Önalın (1982)’a göre Landroviyen yaşındadır. 250 m. kalınlığına sahip olan bu formasyon lagüner ortamda çökelmıştır.

İstanbul paleozoik istifinin daha üstünde beyaz renkli, çapraz tabakalı subarkozlardan oluşan Aydınli formasyonu (Sayar 1962, Önalın 1982) yer alır. İçerisinde bazen 2m. kalınlığında çakıllı seviyeler de içeren birim çok değişik kalınlıkta tabakalanma gösterir. Fosil bulgularına göre Aydınli formasyonun yaşı üst Landoveriye’nin dir.

Bu kırıntılı birimlerden sonra istifte kalın bir karbonat dizisi yer alır. Dolayoba formasyonu (Kaya 1978). Bu karbonat dizisi, Gözdağ ve Aydınli formasyonları ile geçişli gri, mavimsi gri, bazen pembemsi renkli, bol fosilli, kuvars kumlu, killi, bazen de yumrulu-bantlı bir kireçtaşı ile temsil edilir. Venkloviyen-Ludloviyen yaşlı birim, resif çekirdeği ve resif önü ortamlarını temsil etmekte olup kalınlığı 400 m dolayındadır. Dolayoba formasyonu İstanbul ve Kocaeli Yarımadaalarında büyük yayılım gösterir. Formasyonun Kartal-Pendik ve Tuzla çevresi yanında Beykoz ve İstinye dolaylarında da yaygın mostraları bulunmaktadır Avrupa yakasında ise

Sarıyer güneyinde; Kireçburnu, Tarabya, Yeniköy, İstinye civarında sınırlı yüzeyleri bulunur.

Bu formasyonun üstünde Önalın (1981) tarafından adlandırılan İstinye formasyonu yer almaktadır. Çoğunlukla koyu mavi ve siyahimsi gri renkli , seyrek fosilli, bazen çok ince şeyli seviyeler kapsayan kireçtaşlarından oluşmuştur. İstinye formasyonu masifimsi görünümüne rağmen orta-kalın tabakalı, çoğun çatlaklar ikincil olarak beyaz renkli kalsit dolguyla dolmuştur. Yaklaşık olarak 100 m kalınlığındadır. Alt Devoniyen yaşlı bu birimin alt düzeyleri sığ şelf üst düzeyleri ise bu şelfin dalga tabanı altı ortamlarında çökelmişlerdir.

Yumrulu kireçtaşları üzerine çoğunlukla grinin muhtelif tonları, sarımsı kahverengi, okside olmuş yerler pas rengi ile koyu kahverengi, bol fosilli genellikle grovak ve şeyl araldanmasından oluşan Kartal formasyonu (Önalın 1981,Kaya 1973) yer alır. İçerisinde bazen ince bantlar ve mercekler halinde kireçtaşları bulunmaktadır. Şeyl seviyeleri çoğunlukla ince ve orta tabaklanma göstermektedir. Grovaklar yeşilimsi sarı ve kahverengi, orta kalınlıkta tabakalanmalı, bol çatlaklı ve çoğun bu çatlaklar kil dolguludur. 300-400 m kalınlığındadır. Bu formasyon dalga tabanı altındaki düşük enerjili ve açık-derin denizel koşullarda çökelmiştir. Şeyller süspansiyondan, kaba kırıntılarda türbit akıntılarla ortama getirilmişlerdir. Formasyonun alt ve üst sınırları uyumlu ve diğer geçiş tedricidir. Geometrisi de genelde örtü şeklindedir. Çeşitli araştırmalarda içerisinden derlenen fosillere göre Kartal Formasyonu'nun Sigeniyen Eyfeliyen (Alt-Orta Devoniyen) olduğu saptanmıştır Kartal, Pendik, Tuzla, Yakacık, Beykoz-Çengelköy arası ve İstinye kuzeyinde geniş alanlarda mostra verir. Avrupa yakasında sınırlı ve dar alanlarda yer alır. Arnavutköy sahilinde boğaza paralel yayılım gösterir.

Orta devoniyen yaşlı bu kesim üzerine ince katmanlı genel olarak mavimsi gri renkli kireçtaşı, kahverengimsi kireçtaşı-siyah çört, pembemsi alacalı şeyl ve yumrulu bantlı kireçtaşları gelmiştir. (Tuzla formasyonu). Bu kireçtaşları ara seviyeler halinde laminalı şeyler içerirler. İçerisinde yer yer çört yumruları da görülen birim giderek çört, radyolaryalı çört ve silisli şeyl araldanmasına geçer. Bu kesimler istifin Karbonifer'e geçiş düzeylerini oluşturmaktadır. Alt kesiminde izlenen masif

kireçtaşları genelde 30-100 cm. tabaka kalınlıklı, alt yüzleri aşınmalı ve keskin içleri dereceli, paralel ve mikroçapraz laminalı üst kesimleri karbonat çamurtaşı şeklindedir. Oldukça derin-denizel ortama türbit akıntılarla getirilip depolanmış kırıntılı kireçtaşları olarak tanımlanabilirler. Yaklaşık 40 m. kalınlıklı bu fasiyes üzerinde istif yine kireçtaşı-çamurtaşı ardışımı haline gelmektedir. İnce ardışımli tabakalaşmalı olan bu kesim budinajlanma sonucu ince yumrulu haline gelmiştir. Bu özellikleri nedeniyle birçok eski araştırmada yumrulu bademli kireçtaşları olarak tanımlanmışlardır (Abdüselamoğlu, 1963). Bu fasiyesin kalınlığı yaklaşık 50 m.'dir. Formasyonun üst kesiminde kireçtaşı aratabakaları seyrekleşip incelererek kaybolur. İstif sarımsı-pembemsi kahverenkli ince paralel laminalı bir şeyl haline gelir. Bu şeyller içerisinde önce kalınlıkları milimetre mertebesinde ve yanal olarak birkaç metre uzunlukta siyah renkli çört bantları ortaya çıkar ve yukarı doğru giderek kalınlaşır ve sıklaşır. Çamurtaşı aratabakalarda kalınlık olarak inceler. Çamurtaşı aratabakalarının tedricen yok olması ile daha üstte yer alan Radiolarialı çörtlere geçilir. Karbonifer mostraları İstanbul'un daha çok Trakya yakasında daha az olarak da Anadolu yakasında Üsküdar, Anadolu Kavağı ve Gebze civarında görülür.

Karbonifer istifinin alt kesimleri başlıca gri-siyah renkli ince laminalı ve fosfat nodüllü radyolarit ve radyolaryalı çörtlerden oluşur. Radyolaritler çoğun gri-siyah renkli, ince katmanlı laminalıdır. Kalınlığı 50 m'den daha az olan bu birim litaretürde Baltalimanı formasyonu (Baykal ve Kaya 1963) olarak bilinir. İstanbul ve Kocaeli yarımadaalarında Tuzla çevresinde, Kartal kuzey batısında İçerenköy ve Beylerbeyi sırtlarında ve en yaygın olarak da Baltalimanı-Tarabya arasında görülmektedir. Vizeen yaşındadır.

Derin denizel radyolarit-radyolaryalı çört istifi üste doğru giderek başlıca kırıntılı kayalardan oluşan kalın bir istife geçer. Trakya formasyonu olarak bilinen bu kesimin alt düzeyleri killi şeyl ve az oranda da kumtaşından oluşur. Birimde egemen litoloji orta-kalın katmanlı kumtaşı ve şeyl aralanmasıdır. Kumtaşlarının kalınlıkları 10 cm. ile 2.5 m. arasında değişmektedir. Formasyon Baltalimanı Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Üstten ise, genç birimlerle açılı uyumsuz olarak örtülür. Formasyon boğazın batısında; Sarıyer, Zekeriyaköy, Boğazköy, Arnavutköy, Şamlar,

İkitelli, Mahmutbey, Edirnekapı, Sirkeci, Yenikapı, Ortaköy, ve Ayazağa çevrelerinde geniş yayılım gösterir.

İstanbul Paleozoyik istifi içerisine sokulmuş çeşitli plütonik kayalar vardır. Bunlardan başlıcaları Polonezköy yakınlarındaki Çavuşbaşı granodiyoriti, Gebze kuzeyindeki Sancaktepe granodiyoritidir.

2.3.2. Mesozoyik

İstanbul ve dolaylarında iki farklı Mesozoyik istifi bulunur. Bunlar Triyas ve Üst Kretase yaşlı kayalardır. Triyas genellikle Kocaeli yarımadasında Gebze ve Hereke dolayları ile İstanbul boğazının kuzeybatı kesimlerinde yüzeylenir. Üst Kretase yaşlı kayalar ise boğazın kuzey kesimlerinde ve Kocaeli yarımadasının bazı kesimlerinde yaygındır. Gebze ve daha doğusunda izlenen Triyas yaşlı kayalar İstanbul paleozoik istifini açısız uyumsuzlukla örter.

Kocaeli Triyas istifi altta koyu şeylerle üstte doğru kırmızı renkli çakıllı kumtaşları ve arkozik konglomeralarla devam eden üstte ise mikalı kumtaşları ile son bulan Kapaklı formasyonu ile başlar. Altta krem renkli şeyli düzeyler çok ince-ince katmanlı olup zayıf tutturulmamışlardır. Kırmızı renkli mikalı kumtaşı seviyeleri iyi boylanmış, bol mikalı bazı yerlerde laminalıdır. 800-1000 m kalınlıkta olup Alt Triyas yaşındadır. Çökme ortamı neritik bölge olduğu düşünülmektedir (Özdemir ve diğerleri 1974). Birim Gebze'den başlayarak kuzeye doğru bir şerit şeklinde devam etmektedir.

Alt Triyas yaşlı olan bu birim üzerine Alt-Orta Triyas yaşlı Hereke formasyonu Altınlı (1968) gelmektedir. İstif yaklaşık olarak 950 m kalınlığındadır. Altta üstte doğru billurlaşmış kireçtaşı, dolomitli kireçtaşı, dolomit, kumlu kireçtaşı bulunur.

Bu formasyon üzerine ise genellikle beyaz, kirli beyaz, bej renkli, ince-orta tabakalı, mam aratabakalı, bol mikrofosilli ve levhamsı ayrılmalı killi kireçtaşlarından oluşan Şemsettin formasyonu İrtem (1968) yer almaktadır. Şemsettin kireçtaşı, altta konglomera ve kumtaşı çökelleriyle başlar. Çakılların çoğunlukla gri renkli Triyas

yaşta kireçtaşlarından türediği düşünülmektedir. 600-650 m. kalınlığındadır. Üst Kretase yaşındadır. Tipik olarak Eskihisar'ın batısında mostra verir.

Kocaeli yarımadası Üst Kretase istifi Triyas yaşlı kayalar üzerinde uyumsuzlukla yer alır. Birim tabanda Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı (Özer vd., 1990) kalın bir çakıltası (Hereke pudingi, Erguvanlı, 1949) ve bunlarla yanal geçişli resifal kireçtaşlarıyla (Gebze kireçtaşı, Erguvanlı, 1949) baslar ve tedricen marn-seyl arakatlı resifal kireçtaşlarına ve nihayet ince katmanlı, beyazımsı-gri mikritik kireçtaşı, marnkiltasi aralanmasına geçer. Bol fosilli olan birim altta sığ ancak üste doğru derinleşen bir ortamda çökelmiştir.

2.3.3. Senozoyik

2.3.3.1. Tersiyer

Gürpınar formasyonu, tabanda çapraz katmanlı kumtaşı, sarımsı bej renkli kuvars, kalsedon ve opal çakıllarından oluşan çakıltaları ile başlar. Daha üst kesimlerde kahve-pas rengi kilttaşları, çakıltası, kumtaşı ve çakıllı –bloklu kilttaşları ile devam edip, yeşil, gri-boz renkli çamurtaşları ile son bulur. Birim yaygın olarak kuvars feldspat ve az miktarda mikali kum ve silt mercekli yeşil, sarımsı yeşil renkli siltli kil ve killerden oluşur. Bu kil tabaklarının tüf, kum, çakıl mercekleri, turba ve kömür bantlarını içerdiği görülmüştür. İstif karasal ve gölssel (acısu) ortamda depolanmıştır. Kalınlığı 200 m'den kalındır. Trakya havzasında geniş alanlar kapsayan Gürpınar formasyonu İstanbul yarımadası'nda Büyükçekmece Gölü'nün GB'sında Mimarşinan- Güzelce- Türkoba köyleri arasında geniş yüzlekler halindedir. Ayrıca Büyükçekmece-Küçükçekmece-Karaağaç Köyü arasında geniş alanlar kapsar.

Çukurçeşme formasyonu, Sayar (1955) sarımsı kahve ve pas renkli gevşek kil çimentolu veya çimentosuz kil, silt ve çakıl arakatlı, tutturulmamış ya da kötü tutturulmuş, yer yer omurgalı kemik ve diş kalıntıları içeren bol mikali kum ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Bazı kesimlerinde ince seviyeler halinde unio ve mactra fosilleri içeren marn ve killere ince kömür arakatlıları da kapsar. Formasyon içerisinde kumlarla diğer tutturulmamış çökeller arasında yanal ve düşey geçişlere

sıkça rastlanır. İstifin alt kesimlerinde çakıllı, üst kesimlerinde de silt ve killi kum/kumtaşları egemendir. Kalınlığı 20m. civarındadır. Çukurçeşme formasyonu Gürpınar formasyonunu uyumsuz olarak örter ve Üst Miyosen (Panoniyen) yaşındadır. Birim tabanda örgülü akarsu ortamında depolanmıştır. Unio ve Mactra kapsayan düzeyleri acısu ortamını yansıtır. Küçükçekmece, Hakalının doğu ve batı tarafları ile Halkalı-İkitelli arasındaki sırtlarda yaygın olarak görülür.

Gümgören formasyonu, Çukurçeşme formasyonunun üzerinde tedrici geçişle yer almaktadır. Formasyon gri-yeşilimsi gri renkli ve paralel laminalı killerle başlar. Göl fasiyesinde gelişmiş olan formasyon içinde yer yer çok iyi boylanmış gri renkli ince kum mercekleri ile yeşil renkli marn ve kireçtaşı ara tabakalı killer bulunur. Formasyonun Bakırköy formasyonu ile sınırında 10-15 m'lik bir geçiş zonu izler. Bu zonun alt kesimlerinde istif içinde önce lamina düzeyinde ve seyrek, sonra da giderek kireçtaşı ara tabakaları ortaya çıkar, ve böylece tedricen üstteki Bakırköy formasyonuna geçilir. Birim yaklaşık 120 m. kalınlığındadır. Orta-Üst Miyosen (Sarmasiyen-Panoniyen) yaşındadır. Güngören çevresinde görülmekle beraber Çukurçeşme formasyonu üzerine düşük açılı bir uyumsuzlukla örtmektedir.

Bakırköy formasyonu, egemen olarak kil ve marn arakatkılı bir kireçtaşından oluşur. Kireçtaşları beyaz ve sarımsı renkli, bolca fosilli, gözenekli, yer yer tebeşirimsidir. İstifin tabanında yer alan kalın katmanlı ve bol fosilli kesimler ince katmanlı kesimlere nazaran daha sert ve sıkıdır. Yer yer mikritik özellikte olabilen bu seviyelerde karstik erimeler gözlenir. Formasyon alttaki Güngören formasyonu ile geçişlidir. Kalınlığı 20 m civarındadır. Kireçtaşlarının içerdiği fosillere göre acı su ortamında gelişmiş olduğu ortaya konmuştur. Ancak, melanopis ve unio gibi fosilleri de kapsamı, çökelin evrimi içinde zaman zaman talısu ortamının varlığına da işaret etmektedir. Bakırköy formasyonu Üst Miyosen (Panoniyen-ponsiyen) yaşlıdır. Bakırköy formasyonu Küçükçekmece, ile Büyükçekmece arasındaki sırtlarda; Avcılar, Firüzköy, Esenyurt, Yakuplu, Kavaklı, Gürpınar, Beylikdüzü ve Çakmaklı köylerinde geniş yayılım olarak izlenmektedir

Belgrad formasyonu, Avrupa yakasının kuzey kesimlerinde ve Asya yakasının tümünde mostra vermekte Gebze bölgesinde ise E 5 karayolu güneyinde,

Eskihisar'ın kuzeyinde görülmektedir. Karasal kıvrımlardan oluşmakta olup 1-50 m kalınlıktadır. Birim açık sarımsı boz, yer yer beyazımsı, kırmızımsı alacalı renklerden oluşan tutturulmamış ya da zayıf tutturulmuş çakıltası, kumtaşı ve silt ile killerden oluşmaktadır. İçerisinde linyit oluşumları da bulunan bu birimin Pliyosen yaşlı olduğu tahmin edilmektedir (Eroskay, 1978 Önalın, 1981). Paleozoyik ve Mesozoyik birimlerin üzerine Açısal Diskordans ile gelmiş ve bu birimleri örtmüştür.

2.3.3.2. Kuvaterner

İstanbul çevresinde Kuvaterner yaşlı denizel bir çökel istif olan Kuşdili formasyonu ile üzerinde yer alan alüvyonlardan oluşmaktadır. Tüm bunlar üzerinde ise tarihi bir şehir olan İstanbul'da yoğun yerleşim ve yaşam işlevlerinin sonucu olan dolgular yer almaktadır.

Kuşdili formasyonu, Asya yakasında Kadıköy Kuşdili çayırında, Avrupa yakasında ise Ataköy Ayamama deresi içerisinde sondajlarda kesilmiştir. Üzeri genellikle Alüvyon ve güncel dolgularla örtülür. Çakıl ve kum mercekleri içeren gri-siyah renkli kil ve çamurlardan oluşan bu birim lagün-bataklık ve kısıtlı olarak sığ denizel bir ortamda gelişmiştir (Meriç vd. 1991).

Alüvyon, Geç Kuvaternerde İstanbul yarımadasında mevcut olan çeşitli akarsu ortamlarında depolanmış, gevşek blok-çakıl-kum-kil taneleri içeren çökellerdir. Genelde çapraz tabakalı ve devresel çökeller şeklinde olup kalınlıkları ve kendilerini oluşturan malzeme çevrelerine ve akarsuların fiziksel ve geometrik özelliklerine bağlıdır. Bu birim de Holosen yaşlıdır. 0-10 m kalınlık kabul edilmiştir. Özellikle Kurbağalı Dere, Tugay Dere, Kemikli Dere ve Tuzla Deresinde bulunan alüvyonların kalınlıkları ve yayılımları çok fazladır. Gebze bölgesinde ise Eskihisarda görülmektedir.

2.3.4. Magmatik kayalar

2.3.4.1. Çavuşbaşı granodiyoriti

İstanbul'un Anadolu yakasında Beykoz'un doğusunda 4-5 km çapında granitik bir plütondur. Ordovisyen yaşındaki arkozları kesen bu plütön'un yaşı Rb/Sr yöntemi ile saptanmıştır. İstanbul bölgesindeki daykları da Geç Kretase yaştaki bu magmatizmanın bir parçası olarak saymak doğaldır.

Petrografik açıdan kuvars, plajioloklas, K-Feldispat, biyotit ve hornblend esas taş yapıcı mineral bileşenleridir. Titanit, Apatit, Zirkon, Epatit, Magnetit tali mineralleridir. Bu bileşimi ve holokristalin hipiomorf dokusu ile granodiyorid türü derinlik kayacıdır.

2.3.4.2. Sancaktepe granodiyoriti

Önceki çalışmalarda "Sancaktepe Plütönü" Erguvanlı (1949); "Gebze Plütönü"; Sancaktepe Granitoyidi" Pehlivan (1987) olarak adlandırılmış olup yaşı Permilyendir. Gebze civarında Gebze'nin Kuzey-Kuzeybatısında Akkilise Köyü ve Baklacıktepe'nin Batısında mostraları yüzeylenmektedir.

Büyük bir çoğunluğu kırmızımsı, pembemsi, açık turuncu, sarı kirli beyazımsı renklere, bozuşmuş, Arenalaşmış kesimlerden yer yer kuvars ve kaolen zenginleşmeleri görülmektedir. Ayrıca feldspatın ayrışması sonucu kuvars taneleri açığa çıkmış ve neticede kaolenli bir kum yığını meydana gelmiştir. Bu kum yığının kalınlığı bölgeden bölgeye değişiklik gösterir. Birimin ayrışmasını atmosferik şartlar ile yer altı suyunu sebep olduğu, birimin yüzeyden 1 m. kadar derin kesimlerinin ıslak ve nemli olmasından anlaşılmaktadır.

2.4. Yapısal Jeoloji

İstanbul'da özellikle Paleozoyik yaşlı birimlerin kıvrımlı ve bindirmeli bir yapısı olduğu eski çalışmalarda belgelenmiştir. Literatürde bilinen en önemli yapısal unsurlardan biri İstanbul kuzeyinde Paleozoyik istifinin Üst Kretase volkanitleri üzerine bindirmesini sağlayan Zekeriyaköy (veya Sarıyer, Maden) bindirmesidir. Kuzey yönlü bu bindirmenin Eosen ve sonrası dönemde geliştiği tahmin edilmektedir.

İstanbul Paleozoyik istifi kendi içerisinde bindirmeli bir yapıya sahiptir Seymen (1995). İstanbul Paleozoyik istifinin tabanında yer alan bilhassa Anadolu yakasında geniş alanlar kaplayan arkoz ve kuvarsitlerin yapısal özellikleri Anadolu yakasında Maltepe civarlarında bir örnek alanda gözlemlenmiştir. Buna göre Paleozoyik istifte yaygın bir kırık gelişimi söz konusu olmakla beraber önemli bir kısmı sistematik kırıklar şeklindedir.

İstanbul'da Paleozoyik istiflerden en geniş yayımlı olan birim Karbonifer yaşlı Trakya formasyonunun yapısal özellikleri Gaziosmanpaşa civarında yapılan gözlemlerde araştırılmıştır. Buna göre formasyonunun büyük kesiminde sıkışmalı tektoniğin izleri görülmektedir. Bu tektonik rejimin başlıca işaretçileri devrik ve yatık kıvrımlar ile birlikte bindirme faylarıdır. Bu kıvrımlı yapıyı kesen çok sayıda küçük fay ve makaslama düzlemi de bulunmaktadır. Kıvrımlanmanın önemli sonuçlarından biri çatlak gelişimine yol açmış olmalarıdır. Genellikle sert ve kırılğan bu yapıya sahip olan Paleozoyik istife ait kayalar kıvrımlanma esnasında gelişen sistemli çatlaklar tarafında biçilmişlerdir.

İstanbul'da Paleozoyik'ten sonra en geniş yer kaplayan birimler Avrupa yakasındaki Miyosen istiflerdir. Bu birimler içerisinde gelişmiş önemli bir kıvrım ya da kırık sistemi bulunmamaktadır. Çoğunlukla yatay ya da zayıf bir öndüleyon gösteren birimler içerisindeki kırık sistemleri de genellikle uzun mesafelerde izlenen kırıklar olmayıp yaygın değildir.

İstanbul ve çevresinde görülen Paleyozoyik yaşlı kayaçlar oluşumundan sonra çeşitli dönemler tektonik deformasyonlara uğramıştır. Tektonik açıdan; birinci zaman içinde, önce Kaledoniyen Orojenezi ile kıvrılmış, sonra Karbonifer'e kadar süren bir kara safhasını takiben yeni bir tortullaşma ve ardından Hersiniyen Orojenezine maruz kalmıştır. Daha sonra yine uzun süren bir kara (aşınma) safhası mevcut olup, Üst Kretase'de tektonik hareketler, bu devir denizleri içinde geniş bir denizaltı volkanizma faaliyetlerine sahne olmuştur. Yer yer görülen andezit filonları bu faaliyetlerin sonucudur. Daha sonra da Alp Orojenezi etkisini göstermiştir.

Bu etki Üst Kretase yaşında bir şaryaj şeklinde görülür. Şaryaj hattı Ömerli köyü kuzeyinden itibaren doğu-batı doğrultusunda uzanan bir şerit halinde İstanbul Boğazını keserek Zekeriyaköyü batısına kadar uzanır. Şaryaj düzlemi genel olarak güneye eğimli olup, Boğaz suları altından Marmara'ya doğru "V" şeklinde dalmaktadır. Bu nedenle kayaç grupları bindirme ve faylanmalarla taşınmıştır.

İstanbul ve Kocaeli yarımadası ile Marmara Denizi çevresini etkileyen ve Kuzey Anadolu Fay Zonu bölgede çeşitli deformasyonların oluşumuna neden olmuştur. Marmara denizinin açılımına bağlı olarak İnceleme alanı ve çevresinde kuzey-güney yönlü kompres başlamıştır. Halen güncel olan bu tektonik rejim küçük göl ve akarsu havzaları oluşturmuştur.

Türkiye'nin de içinde yer aldığı "Alp-Himalaya Kuşağı" güneyde Arap-Afrika-Hint levhaları ile kuzeyde Avrasya levhası arasında sıkıştırılıp yükselmiş jeolojik açıdan genç bir dağ kuşağıdır. Bu dağ kuşağı morfo-tektonik konumun günümüzden yaklaşık 10 milyon önce kazanmaya başlamış olup evrimini günümüzde de sürdürmektedir. Bu nedenle bu kuşak üzerinde yer alan çoğu ülkeler gibi Türkiye de tektonik açıdan aktif bir yapıya sahiptir. Bu yapının doğal sonucu olarak da ülke topraklarının hemen hemen hepsi önemli deprem riski altındadır.

Güneydeki Arap levhasının kuzeye Avrasya levhasına doğru bindirmesi ile bu iki levha arasında yer alan Anadolu bloğu sıkışarak yükselmiştir. Sıkışmanın sonucu olarak, Erken Miyosen sonlarına (yaklaşık 10 milyon yıl önce) doğru Bitlis kenet kuşağı gelişmiş, böylece Arap levhası kalınlaşma ile karşılayamaz hale gelince

birbiriyle verevince kesişen bir çift yanal atımlı fay oluşmuştur. Bunlardan kuzeyde olanı “Kuzey Anadolu Fayı” , diğeri ise “Doğu Anadolu Fayı” olarak adlandırılmıştır. Sırası ile KAF ve DAF kısaltmaları ile tanımlanan bu iki fay Doğu Anadolu’da Karlıova civarında kesişirler ve Türkiye’nin en önemli yapısal unsurunu oluştururlar. Kuzey Anadolu Fayı sağ Doğu Anadolu Fayı sol yanal atımlıdır.

KAF’ın Marmara Denizi içerisindeki görünümü sağ yönlü doğrultu atımlı bir fayı göstermektedir. Marmara denizi tabanında bu ana fay hat dışında küçük, büyüklü çok sayıda başka faylar bulunmaktadır. Bu nedenle Marmara denizi ülkemizde deprem aktivitesinin en yoğun olduğu bölgelerden biridir.

3. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

3.1. Giriş

Jeoloji, yeryuvarının geçmişini, onun kayaç, toprak ve sudan oluşan bileşimini ve evrimini inceleyen bilim dalıdır. Daha açık bir ifadeyle, yerin yapısal özelliklerini, yerkabuğunun gelişimini ve geçmişten günümüze değin ortamsal değişimleri de gözeterek doğal süreçleri, yerin fiziki doğasını ve tarihçesini inceleyen bilim dalı olarak da tanımlanabilir.

Mühendislik ise, ‘‘Güvenlik ve ekonomik koşullarını gözeterek bilimsel verileri uygulamaya yönelik amaçlarla kullanma sanatıdır’’ (Yılmaz 2000). Mühendislikte temel amaç, bilimin ilkelerini ve kuramlarını esas alarak güvenli, ekonomik ve uygulanabilir çözümler üretmektir. Mühendislik ile jeoloji tanımları birleştirildiğinde, jeolojik verilerin uygulamaya dönük mühendislik amaçları ile kullanımını sağlayan Jeoloji Mühendisliği (Mühendislik Jeolojisi) kavramı ortaya çıkmaktadır.

Mühendislik Jeolojisi ölçüm ve gözlemlerleriyle elde edilen ön veriler sistematik bir şekilde derlenip toparlanarak bir veri tabanı oluşturulur. Bu oluşturulan veri tabanında saklanan mühendislik jeolojisi bilgileri, farklı yöntemler kullanılarak parametreler elde edilir.

Planlayıcının artan jeolojik bilgi gereksinimi, alternatif çözüm ve sayısal değerlendirme yöntemleri bölgesel mühendislik jeolojisinin çalışma alanını geliştirmiştir. Bölgesel mühendislik jeolojisi çalışmalarında jeolojik verilerin kapsamlı olmasından çok kesinliği, daha geniş alanlardan sağlanan verilerin de değerlendirmelerde göz önüne alınması ve çalışmanın amaca yönelik olarak seçilen veri grupların geniş tutulması gerekmektedir.

Bu çalışmada, incelenen bölgeler ile elde edilen verilere dayalı mühendislik jeolojisi veri tabanları oluşturulmuştur. Mühendislik Jeolojisi başlığı altında inceleme konusu alan içerisine giren jeolojik birimlerin mühendislik özellikleri verilmiştir. İnceleme konusu alanında yer alan genç çökeller içerisinde Belgrad formasyonu ve Alüvyon birimi üzerinde yoğunlaşmıştır. Mühendislik Jeolojisi verileri her bölge için ayrı ayrı ele alınmıştır

3.2. Belgrad formasyonunun Mühendislik Özellikleri

Belgrad formasyonu, açık sarımsı boz, yer yer beyazımsı, kırmızımsı alacalı renklerden oluşan tutturulmamış ya da zayıf tutturulmuş çakıltası, kumtaşı ve silt ile killerden oluşmaktadır. İstanbul bölgesi Avrupa yakasının kuzey kesimlerinde ve Asya yakasının tümünde mostra vermekte olan Belgrad formasyonu çalışma alanı içerisinde Anadolu yakasında bulunan Pendik, Kartal, Üsküdar ve Maltepe bölgelerinde, Gebze Bölgesinde ise daha çok Darıca Bölgesi ağırlıklı olmak üzere Gebze merkez bölgelerinde değerlendirme yapılmış ve düzenlenen mostra haritası üzerinde numaralandırılarak gösterilmiştir.

3.2.1. İstanbul bölgesi laboratuvar deneyleri

İstanbul Bölgesinin farklı lokasyonlarında Belgrad formasyonuna ait sondaj ve araştırma çukuru çalışmaları yapılmıştır. Alınan numuneler üzerinde fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye yönelik deneyler yapılmıştır. Yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda Belgrad formasyonunun doğal su içeriği (w_n %), doğal birim hacim ağırlığı (γ_n), kuru birim hacim ağırlığı (γ_k) kıvam özellikleri, Kıvam İndisi (I_c), Likitide İndisi (L_i), serbest basınç direnci (q_u), kohezyon (c), dane boyu dağılımları belirlenmiştir.

Kıvam özellikleri kohezyonlu zeminlerin tanımlayıcı bir özelliğidir. Zeminlerde sertlik, yumuşaklık durumunu belirtir ve böyle durumlar zeminlerin taşıma gücü v.b. özelliklerini etkiler. Su içeriğine bağlı olarak zemin başlıca likit-plastik-yarı katı-katı durumlarda olur. Bu farklı 4 durum kıvam olarak tanımlanırken, bu durumları ayıran sınır su muhtevası değerleri ise kıvam limitleri olarak isimlendirilir.

Bunlar; Likit limit, Plastik limit, ve Rötire limitidir. Likit limit, plastik ve likit durumlarını birbirinden ayıran sınır su muhtevası, plastik limit, plastik ve yarı katı durumu Rötire limit ise yarı katı ve katı durumunu ayıran sınır su muhtevasıdır. Rötire limit mühendislik jeolojisi değerlendirilmesinde kullanılmaz. Plastisite, bir malzemenin etkisi altında bulunduğu gerilmelerden dolayı kırılmadan ve hacminde herhangi bir değişiklik olmadan, ayrıca gerilmeden dolayı meydana gelen deformasyonların gerilmelerin kaldırılmasından sonra kaybolmamasıdır. Likit limit ile Plastik limit arasındaki fark Plastisite İndisi değerini vermektedir. Plastisite İndeksi, zemin sınıflamasında kullanılan çok önemli parametredir. Özellikle killerin sınıflamasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Su muhtevası değişimi konsolidasyon özellikleri ile ilgili yorum yapılmasını sağlar. Eğer su muhtevası Likit limitin üzerinde ise zeminin cıvık olduğunu yani herhangi bir yük altında kalmadığını, su muhtevasının likit limit dolayında ise normal konsolide olduğunu, eğer Plastik limit dolayında ise aşırı konsolide olduğunu yani jeolojik yükler altında sıkışarak suyunu dışarı atma aşmasında olduğunu gösterir.

Zeminin bu farklı durumların tanımlanmasında ve kıvam limitleri arasındaki ilişkilerin belirlenecek zeminin sayısal olarak ifade edilmesi için kıvam indisi ve likitide indisi değerleri tanımlanmıştır. Bu değerler zeminlerin yumuşak-orta-katı-çok katı gibi durumlar hakkında bilgi vermektedir. Kıvam özellikleri yardımıyla ince daneli zeminler plastisite kartı kullanılarak sınıflandırılırlar.

Serbest basınç dayanımı zeminin kendisine karşı etki eden kuvvetlere karşı gösterdiği dayanımdır. İnce daneli zeminler için tanımlanan bir özelliktir. Zeminin mekanik bir özelliği olmasına karşın zeminin su muhtevası ile ilgili bir özelliktir. Zeminin değişik su muhtevasındaki durumu olan kıvam ile serbest basınç dayanımı ilişkilidir. Elde edilen serbest basınç dayanım değerlerinden (q_u) ince daneli zeminlerin kıvamı hakkında bilgi sahibi olabiliriz.

Kohezyon, daneler arası sürtünme olmaksızın birbirine yapışabilme kuvvetidir. Kohezyonlu zeminlerde yapılan serbest basınç deneyinde elde edilen serbest basınç dayanımının yarısı kohezyonu verir. Bu parametre mühendislik jeolojisi açısından önemli olup zeminlerin taşıma gücü hesabında kullanılan bir parametredir.

Granülometrik analiz (dane boyu dağılımı) , bir zemin yığını içinde farklı boyuttaki danelerin ağırlıkça yüzde dağılımını tanımlar. Zemini granülometri eğrisinden, zemine ait terimler tanımlanır. Bunlar zeminlerin sınıflandırılmasında kullanılır. Laboratuvar deney sonuçlarından yararlanılarak Belgrad formasyonunun istatistiksel değerleri hesaplanmış olup Tablo 3.1 de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun istatistiksel değerlendirilmesi.

Parametre	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Mod	Standart Sapma
Doğal su içeriği (ω_n)%	11	28	18,7	16	3,9
Likit Limit (LL) %	22	56	37	38	7
Plastik Limit (PL) %	13	31	22	20	3,9
Plastisite İndisi (PI) %	7	25	15	10	4
Kıvam indisi (I_c)	0,46	1,92	1,26	1,55	0,32
Likitide İndisi (L_i)	-0,92	0,54	-0,26	-0,55	0,32
Doğal Birim Hacim Ağırlığı (γ_n) gr/cm ³	1,69	2,13	1,92	1,87	0,09
Kuru birim Hacim Ağırlığı (γ_k) gr/cm ³	1,38	1,78	1,61	---	0,09
q_u (kg/cm ²)	0,59	2,63	1,40	1,17	0,53
Kohezyon (c) kg/cm ²	0,3	1,32	0,69	0,59	0,26

Doğal su içeriği plastik limit dolayındadır. Bu nedenle Belgrad formasyonunun killi kesimleri için aşırı konsolide kil olduğu söylenebilir. Aşırı konsolide kil mühendislik yapılarında genellikle sorun çıkartmaz.

İnce daneli zeminlerde likit limit aralığına göre plastisite dereceleri arasında bağıntı bulunmaktadır. Likit limit oranına göre ince dane kesimlerin plastisite derecesi hakkında yorum yapabiliriz. Bu bağıntı Tablo 3.2 de gösterilmiştir

Tablo 3.2 İnce daneli zeminlerde likit limit aralığına göre plastisite dereceleri (IAEG 1981).

Tanımlama	Likit limit aralığı
Düşük plastisiteli	<35
Orta plastisiteli	35-50
Yüksek plastisiteli	50-70
Çok yüksek plastisiteli	70-90
Aşırı yüksek plastisiteli	>90

Laboratuvar deneylerinden elde edilen likit limit değerleri %22 ile %56 arasında olup genelde % 37 'dir. Bu verilere göre Belgrad formasyonunun ince daneli kesimleri likit limit değerlerine göre düşük-yüksek plastisiteli olup genelde ise orta plastisitelidir.

Likit limit ile plastik limit arasındaki fark plastisite indisini vermektedir. İnce daneli zeminlerde Likit limit ve Plastisite indeksine bağlı olarak killerin şişme potansiyeli hakkında bilgi sahibi olabiliriz. O'Neill ve Poormoayed (1980)' in plastisite indeksi ve likit limite bağlı olarak önerilen şişme potansiyeli sınıflaması mevcut olup Tablo 3.3 de verilmiştir.

Tablo 3.3 : O'Neill ve Poormoayed (1980) şişme potansiyeli sınıflaması.

Likit Limit %	Plastisite İndeksi %	Şişme Potansiyeli	Şişme Potansiyeli Sınıflaması
<50	<25	<0,5	Düşük
50-60	25-35	0,5-1,5	Orta
>60	>35	>1,5	Yüksek

Laboratuvar deneylerinden elde edilen plastisite indeksi değerleri %7 ile % 25 arasında olup genelde %15'dir. Bu değerler ile likit limit değerleri birlikte değerlendirildiğinde Belgrad formasyonunun killi kesimlerin şişme potansiyelinin düşük-orta arasında olup genelde ise düşük olduğu gözlenmektedir.

Tablo 3.4: İnce daneli zeminlerin plastisite indisi sınıflaması (IAEG 1981).

Plastisite İndeksi %	Tanımlama
<1	Plastik değil
1-7	Düşük dereceli plastik
7-17	Orta dereceli Plastik
17-35	Yüksek dereceli plastik
>35	Çok fazla plastik

Yapılan deney sonuçlarından elde edilen plastisite indisi değerlerine göre Belgrad formasyonunun ince daneli kesimleri orta –yüksek plastisiteli olup genelde ise orta dereceli plastisiteli olduğunu görmekteyiz.

Tablo 3.5: İnce daneli zeminlerde kıvam indeksi sınıflaması (IAEG 1981).

Kıvamlık İndeksi (I_c)	Tanımlama
< 0.05	Çok yumuşak
0.05 – 0.25	Yumuşak
0.25 – 0.75	Orta
0.75 – 1.00	Katı
> 1.00	Çok katı

Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Belgrad formasyonunun ince daneli kesimlerinin kıvam indeksi değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3.6). Kıvam İndisi 3.1 ile hesaplanır. (Ulusay ,2001; Bayramer 2001)

$$I_c = \frac{LL - \omega_n}{PI} \quad (3.1)$$

Tablo 3.6 : Laboratuvar verilerinden yararlanılarak İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin kıvam indisi değerleri.

SONDAJ NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	KIVAM İNDİSİ	KIVAM DURUMU	SONDAJ YERİ
BP2	SPT-1	3,00-3,45	1,43	Çok katı	1
BP2	SPT-2	4,50-4,65	1,25	Çok katı	1
BP3	UD-1	3,00-3,50	1,11	Çok katı	1
BP3	SPT-1	6,00-6,45	1,42	Çok katı	1
BP4	UD-1	3,00-3,50	1,10	Çok katı	1
BP5	UD1	3,00-3,50	1,92	Çok katı	1
BP7	SPT-1	1,50-1,95	1,45	Çok katı	1
BP7	UD-1	3,00-3,40	1,59	Çok katı	1
BP7	SPT-2	6,00-6,45	1,38	Çok katı	1
BP8	SPT-1	1,50-1,95	1,66	Çok katı	1
BP8	UD-1	3,00-3,50	1,30	Çok katı	1
BP8	SPT-2	4,50-4,95	1,22	Çok katı	1
BP9	UD-1	1,30-1,70	1,41	Çok katı	1
BP9	UD-2	4,50-4,90	1,22	Çok katı	1
BP9	SPT-3	4,90-4,97	0,72	Orta	1
BP11	SPT-1	3,30-3,75	1,66	Çok katı	1
BP11	SPT-2	6,00-6,45	1,79	Çok katı	1
BP11	SPT-3	7,50-7,95	1,23	Çok katı	1
BP13	SPT-1	3,40-3,80	1,38	Çok katı	1
BP13	SPT-2	6,00-6,45	1,24	Çok katı	1
BP13	SPT-3	10,00-10,45	1,26	Çok katı	1
BP14	SPT-1	1,50-1,95	1,18	Çok katı	1
BP15	SPT1	6,20-6,45	0,99	Katı	1
BP15	SPT2	7,50-7,95	0,94	Katı	1
BP15	Zemin	17	0,74	Orta	1
BP16	SPT1	6,50-6,95	0,56	Orta	1
BP16	SPT2	7,50-7,95	0,98	Katı	1

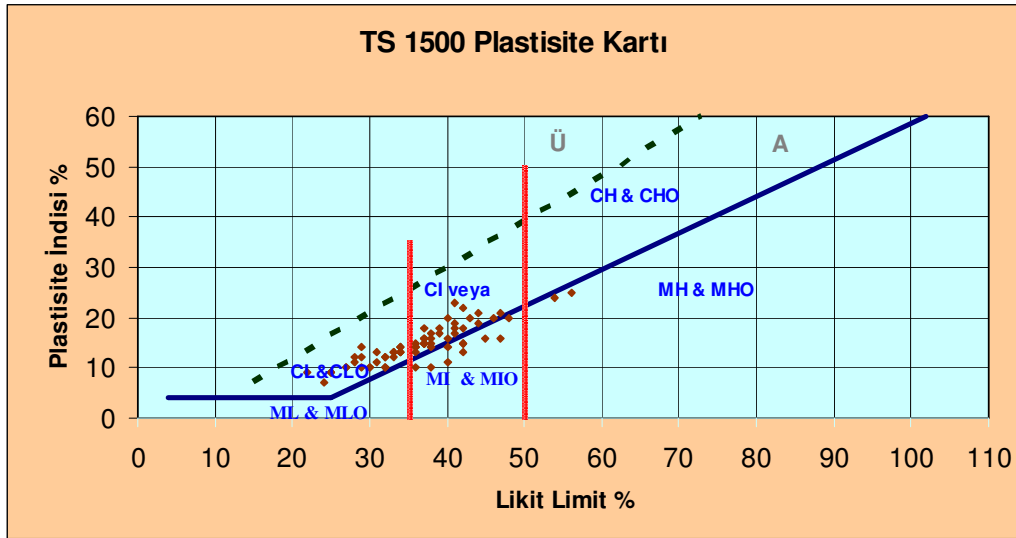
Tablo 3.6 (devam): Laboratuvar verilerinden yararlanılarak İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin kıvam indisi değerleri.

A.Ç. NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	KIVAM İNDİSİ	KIVAM DURUMU	A.Ç. YERİ
APB1	UD-1	2,7	1,55	Çok katı	1
AMB1	UD-1	2,5	0,46	Orta	4
APB2	UD-1	3,30-3,50	1,22	Çok katı	1
AMB2	UD-1	2	1,55	Çok katı	4
APB3	UD-1	3	1,81	Çok katı	1
APB4	UD-1	2	1,40	Çok katı	1
APB5	UD-1	3,7	1,30	Çok katı	1
AMB3	UD	3	1,16	Çok katı	4
APB6	UD-1	2,5	1,06	Çok katı	1
AMB4	UD1	3,50-4,00	1,19	Çok katı	4
APB7	UD1	2,5	0,89	Katı	1
AMB5	UD1	2,5	1,27	Çok katı	4

Kıvam indisi sınıflaması Tablo 3.5 de gösterilmiştir. Bu sınıflamaya göre yapılan deney sonuçları incelendiğinde Belgrad formasyonunun ince daneli kısımların kıvam indisi değerleri 0,46-1,92 arasında değişmekte olduğunu ve ortalama olarak da 1,26 değerini aldığını görmekteyiz. Bu verilere göre ince daneli kesimlerin kıvam durumu orta-çok katı arasında değişmekte olduğunu genel olarak da çok katı kıvamda olduğunu söyleyebiliriz.

Elek analizi sonuçlarına göre zeminin silt ve kilce zengin olduğu görülmektedir. Çakıl oranı %0,16-37,71 arası yoğunlaşmakta olup ortalama %10,36 dır. Kum oranı %3,85-47,35 arasında olup ortalama %21,09 'dur. Kil+silt oranı ise %41,34-94,12 arasında değişmekle beraber ortalama %68,55 dir

TS 1500 zemin sınıflaması zemin numunelerinin granülometrik özellikleri ve kıvam limitleri değerlendirilerek farklı semboller ile gösterilmesi esasına dayanır. Belgrad formasyonunun ince daneli kısmı plastisite kartı üzerinde gösterilmiştir. Türk Standardı 1500 sınıflamasına göre CI, CL, MI, MH, SC, CH sınıfları görülmüş olup en çok CI (orta plastisiteli kil) sınıfı görülmektedir



Şekil 3.1: İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli kısmı plastisite kartı

Laboratuar deneylerinden yararlanılarak Belgrad formasyonunun likitide indisleri belirlenmiştir (Tablo3.7).

Likitide indisi değerleri 3.2 ile hesaplanmaktadır.

$$I_L = \frac{\omega_n - P_L}{L_L - P_L} \quad (3.2)$$

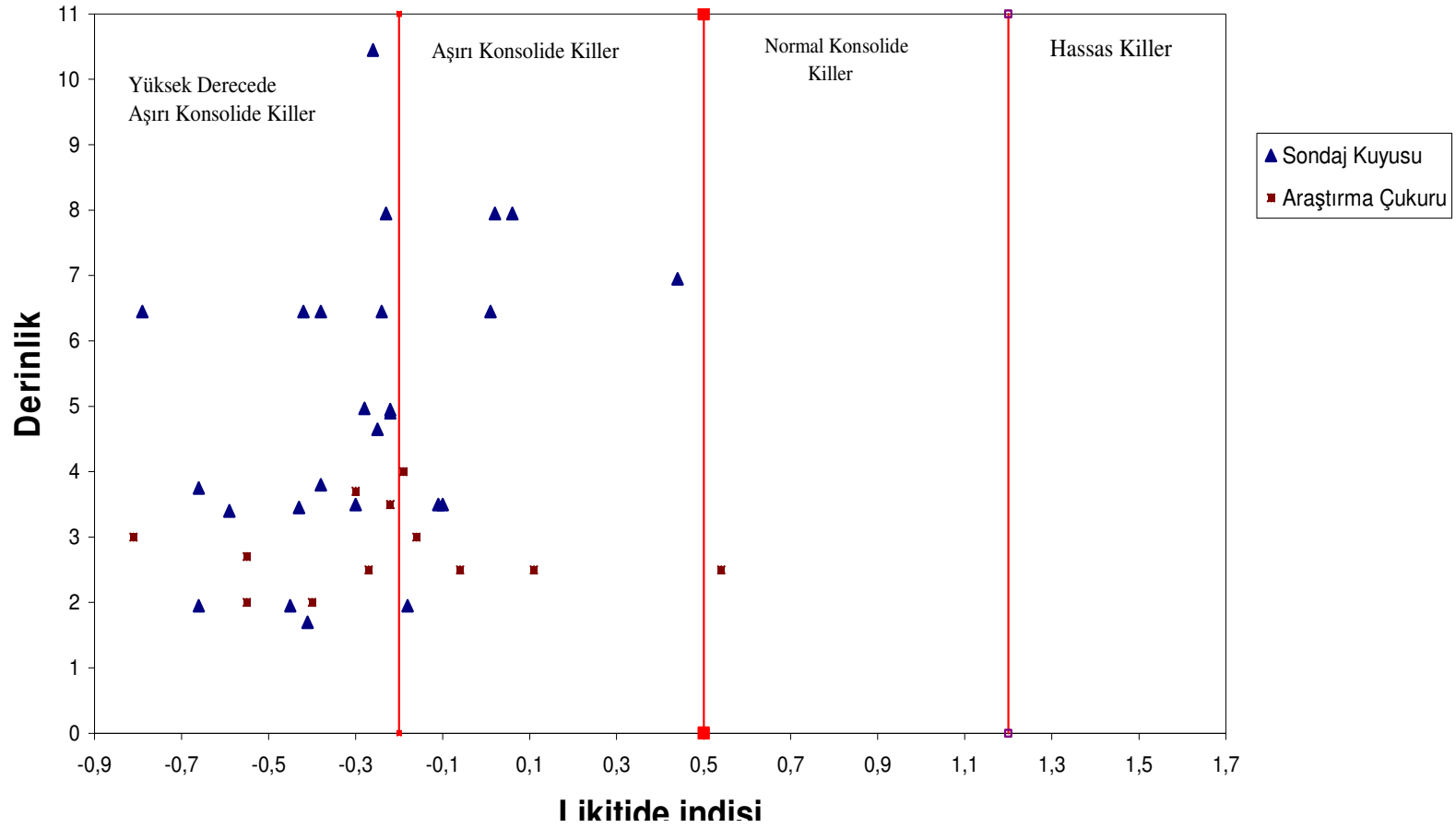
Tablo 3.7: Laboratuvar verilerinden yararlanılarak İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin likitide indisi değerleri.

SONDAJ NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	LİKİTİDE İNDİSİ	SONDAJ YERİ
BP2	SPT-1	3,00-3,45	-0,43	1
BP2	SPT-2	4,50-4,65	-0,25	1
BP3	UD-1	3,00-3,50	-0,11	1
BP3	SPT-1	6,00-6,45	-0,42	1
BP4	UD-1	3,00-3,50	-0,10	1
BP5	UD1	3,00-3,50	-0,92	1
BP7	SPT-1	1,50-1,95	-0,45	1
BP7	UD-1	3,00-3,40	-0,59	1
BP7	SPT-2	6,00-6,45	-0,38	1
BP8	SPT-1	1,50-1,95	-0,66	1
BP8	UD-1	3,00-3,50	-0,30	1
BP8	SPT-2	4,50-4,95	-0,22	1
BP9	UD-1	1,30-1,70	-0,41	1
BP9	UD-2	4,50-4,90	-0,22	1
BP9	SPT-3	4,90-4,97	0,28	1
BP11	SPT-1	3,30-3,75	-0,66	1
BP11	SPT-2	6,00-6,45	-0,79	1
BP11	SPT-3	7,50-7,95	-0,23	1
BP13	SPT-1	3,40-3,80	-0,38	1
BP13	SPT-2	6,00-6,45	-0,24	1
BP13	SPT-3	10,00-10,45	-0,26	1
BP14	SPT-1	1,50-1,95	-0,18	1
BP15	SPT1	6,20-6,45	0,01	1
BP15	SPT2	7,50-7,95	0,06	1
BP15	Zemin	17	0,26	1
BP16	SPT1	6,50-6,95	0,44	1
BP16	SPT2	7,50-7,95	0,02	1

Tablo 3.7 (devam): Laboratuvar verilerinden yararlanılarak İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin likitide indisi değerleri.

A.Ç. NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	LİKİTİDE İNDİSİ	A.Ç. YERİ
APB1	UD-1	2,7	-0,55	1
AMB1	UD-1	2,5	0,54	4
APB2	UD-1	3,30-3,50	-0,22	1
AMB2	UD-1	2	-0,55	4
APB3	UD-1	3	-0,81	1
APB4	UD-1	2	-0,40	1
APB5	UD-1	3,7	-0,30	1
AMB3	UD	3	-0,16	4
APB6	UD-1	2,5	0,01	1
AMB4	UD1	3,50-4,00	-0,19	4
APB7	UD1	2,5	0,11	1
AMB5	UD1	2,5	-0,27	4

Likitide İndisi ile derinlik ilişkisi



Şekil 3.2: İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun derinlik likitide indeksi değişimi ve (Reminger ve Rutluge , 1952 Means ve Percher, 1963 sınıflandırması).

Belgrad formasyonunun ince daneli kesimleri aşırı-yüksek konsolide killere olduğu Şekil 3.2 de gösterilmiştir.

Laboratuvar deneylerinden yararlanılarak Belgrad formasyonunun kuru birim hacim ağırlığı değerleri elde edilmiştir. Kuru birim hacim ağırlığı 3.3 ile elde edilir.

$$\gamma_k = \frac{\gamma_s \times 100}{100 + \omega_n} \quad (3.3)$$

Zeminler kuru birim hacim ağırlığına göre sınıflandırılmış olup Tablo 3.8 de gösterilmiştir.

Tablo 3.8 Zeminlerde kuru birim hacim ağırlığı sınıfı (IAEG 1979).

Kuru birim ağırlık gr/cm³	Tanımlama
< 1.40	Çok düşük
1.40-1.70	Düşük
1.70-1.90	Orta
1.90-2.20	Yüksek
>2.20	Çok yüksek

Belgrad formasyonunun kuru birim ağırlık değerleri 1,38-1,78 gr/cm³ arasında değişmekte olup ortalama ise 1,61 gr/cm³ değerindedir. Bu verilere göre kuru birim ağırlığının çok düşük-orta arasında genelde ise düşük olduğunu söyleyebiliriz. Serbest basınç direnci q_u değerine bağlı olarak zeminlerin kıvamı Tablo 3.9 da gösterilmiştir.

Tablo 3.9: Kohezyonlu zeminlerin serbest basınç dayanımına (q_u) göre kıvam özellikleri. (IAEG 1981).

Tanımlama	q_u (kg/cm ²)
Çok Yumuşak	< 0.20
Yumuşak	0.20-0.40
Orta	0.40-0.75
Katı	0.75-1.50
Çok katı	> 1.50

Belgrad formasyonundan alınmış numuneler üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımından elde edilen q_u değerleri incelendiğinde 0.59-2.63 kg/cm² arasında yoğunlaşmakta ortalama olarak da 1.40 kg/cm² değerini almaktadır. Serbest basınç direncine göre ince daneli kesimlerinin kıvamı orta ile çok katı arasında olup genelde katı kıvamdadır. Serbest basınç değerlerinden elde edilen ve kayma parametrelerden biri olan kohezyon değerine göre zeminlerin kıvam durumları belirlenir. Bu sınıflama Tablo 3.10 da gösterilmiştir.

Tablo 3.10: Kohezyonlu zeminlerin kohezyon değerlerine göre kıvam sınıflaması Terzaghi ve Peck (1967).

Kıvam Durumu	C kg/cm ²
Çok yumuşak	< 0.25
Yumuşak	0.25 – 0.50
Orta	0.50 – 1.00
Katı	1.00 – 2.00
Çok Katı	2.00 – 4.00
Sert	> 4.00

Kohezyon değerleri incelendiğinde 0,3-1,32 kg/cm² arasında değişmekte olup ortalama 0,69 kg/cm² olduğunu görmekteyiz. Bu verilere göre Belgrad formasyonunun ince daneli kısımların kıvam durumunun yumuşak–katı arasında olup genelde ise orta kıvamda olduğunu görmekteyiz.

3.2.2. İstanbul bölgesi arazi deneyleri

Standart Penetrasyon deneyinde kesme direnci; iri taneli zeminlerde sıklık durumunu ince daneli zeminlerde ise kıvamlılık durumunu göstermekte olup zeminin mukavemet parametrelerine bağlıdır. Bu nedenle SPT sonuçları ile taşıma gücü arasında bir bağıntı kurmak ve zeminleri dayanımı açısından sınıflamak mümkündür.

İstanbul bölgesinin farklı lokasyonlarında Belgrad formasyonu üzerinde penetrasyon deneyleri yapılmış olup SPT N_{30} değerleri elde edilmiştir.. Kohezyonlu zeminlerde darbe sayısı ile kıvam arasında ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki aşağıda Tablo 3.11 de gösterilmiştir. Belgrad formasyonuna ait SPT deneylerinden elde edilen penetrasyon değerleri Tablo 3.12 de gösterilmiştir.

Tablo 3.11: Kohezyonlu zeminlerde darbe sayısı ile kıvam arasındaki ilişki (IAEG 1981).

SPT Darbe Sayısı (N)	Tanım
2>	Çok yumuşak
2-4	Yumuşak
4-8	Orta
8-15	Katı
15-30	Çok katı
30<	Sert

Tablo 3.12: İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli kısımlarındaki N_{30} değerleri

Sondaj No	SPT No	Derinlik (m)	N_{30}	Zemin Sınıfı	Kıvam Durumu	Sondaj Yeri
BP2	SPT-1	3,00-3,45	50	CI	Sert	1
BP2	SPT-2	4,5-4,65	>50	CI	Sert	1
BP3	SPT-1	6,0-6,45	33	CL	Sert	1
BP4	SPT-1	3,5-3,95	29	CI	Çok Katı	1
BP4	SPT-2	4,5-4,95	34	CI	Sert	1
BP4	SPT-3	6,0-6,35	>50	CL	Sert	1
BP5	SPT-1	3,5-3,95	50	MI	Sert	1
BP5	SPT-2	6,0-6,30	>50	CL	Sert	1
BP6	SPT-1	1,5-1,95	31	CI	Sert	1
BP6	SPT-2	6,0-6,45	36	CL	Sert	1
BP7	SPT-1	1,5-1,95	50	CL	Sert	1
BP7	SPT-2	4,5-4,95	50	CI	Sert	1
BP8	SPT-1	3,30-3,75	30	MI	Çok katı	1
BP8	SPT-2	6,0-6,45	>50	CL	Sert	1
BP11	SPT-1	7,5-7,95	32	MI	Sert	1
BP11	SPT-2	3,30-3,75	>50	MI	Sert	1
BP11	SPT-3	6,0-6,45	>50	CL	Sert	1
BP12	SPT-1	7,50-7,95	>50	CI	Sert	1
BP12	SPT-2	3,30-3,75	>50	CL	Sert	1
BP13	SPT-1	6-6,40	29	CH	Çok Katı	1
BP13	SPT-2	3,4-3,85	49	CI	Sert	1
BP14	SPT-1	6,0-6,45	47	MH	Sert	1
BP14	SPT-2	1,5-1,95	>50	CI	Sert	1
BP15	SPT1	6,0-6,45	21	CI	Çok Katı	1
BP15	SPT2	6,20-6,65	46	MI	Sert	1
BP15	SPT3	7,5-7,95	26	MI	Çok Katı	1
BP9	SPT-3	9,0-9,45	>50	CI	Sert	1
BP10	SPT-3	4,9-4,97	>50	CL	Sert	1
BP13	SPT-3	10-10,45	40	CI	Sert	1
BP16	SPT1	10-10,45	21	CL	Çok Katı	1
BP16	SPT2	6,5-6,95	20	CL	Çok Katı	1
BP18	SPT1	7,5-7,95	>50	CI	Çok katı	1
BP19	SPT1	9-9,45	>50	CI	Çok katı	1
BP17	SPT2	9-9,45	28	CI	Çok katı	1

Arazi deneylerinden elde edilen veriler incelendiğinde Belgrad formasyonunun ince daneli kısımların kıvam durumunun çok katı-sert arasında olduğu genelde ise sert kıvama sahip olduğu görülmektedir.

3.2.3. Gebze bölgesi laboratuvar deneyleri

Gebze bölgesinde farklı lokasyonlarında Belgrad formasyonuna ait sondaj ve araştırma çukuru çalışmaları yapılmış olup laboratuvar deney sonuçlarına tabi tutulmuştur. Yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda Belgrad formasyonunun doğal su içeriği (ω_n %), doğal birim hacim ağırlığı (γ_n), kuru birim hacim ağırlığı (γ_k) kıvam özellikleri, Kıvam İndisi (I_c), Likitide İndisi (L_i), serbest basınç direnci (q_u), kohezyon (c), dane boyu dağılımları belirlenmiştir.

Tablo 3.13: Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun istatistiksel değerlendirilmesi.

Parametre	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Mod	Standart Sapma
Doğal su içeriği (ω_n)%	12	30	18,4	18	3,4
Likit Limit (LL) %	26	56	40	33	7
Plastik Limit (PL) %	16	39	23	22	4,5
Plastisite İndisi (PI) %	5	30	17	15	4
Kıvam indisi (I_c)	0,80	2,13	1,29	0,31	1
Likitide İndisi (L_i)	-1,13	0,20	-0,3	0	0,3
Doğal Birim Hacim Ağırlığı (γ_n) gr/cm ³	1,76	2,11	1,91	1,91	0,08
Kuru birim Hacim Ağırlığı (γ_k) gr/cm ³	1,50	1,85	1,61	1,58	0,08
q_u (kg/cm ²)	0,59	2,13	1,25	0,82	0,41
Kohezyon (c) kg/cm ²	0,3	1,19	0,66	0,41	0,23

Doğal su içeriği plastik limit dolayındadır. Bu nedenle killi kesimlerin aşırı konsolide kil olduğu söylenebilir.

Likit limit değerlerine göre ince daneli kesimlerin plastisite derecesi Tablo 3.2 de verilmiştir. Belgrad formasyonunun likit limit değerleri %26 ile %56 arasında olup genelde % 40 'dır. Bu verilere göre Belgrad formasyonunun ince daneli kesimleri likit limit değerlerine göre düşük-orta plastisiteli olup genelde ise orta plastisitelidir.

Killere ait şişme potansiyeli sınıflaması Tablo 3.3 de O'Neill ve Poormoayed (1980)' in Plastisite indeksi ve Likit limite bağı olarak önerilen şişme potansiyeli sınıflaması olarak verilmiştir.

Laboratuvar deneylerinden elde edilen plastisite indeksi değerleri %5 ile %30 arasında ortalama olarak da %17 olduğunu görmekteyiz. Bu değerler ile likit limit değerleri birlikte değerlendirildiğinde Belgrad formasyonunun killi kısımlarının şişme potansiyeli sınıflamasının düşük-orta arasında genelde de düşük olduğunu görmekteyiz.

IAEG (1981) tarafından önerilen plastisite İndisi sınıflaması Tablo 3.4 de verilmiştir. Yapılan deney sonuçlarından elde edilen plastisite indisi değerlerine göre Belgrad formasyonunun ince daneli kısımları düşük-yüksek plastisiteli olup genelde yüksek plastisitelidir. Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Belgrad formasyonunun ince daneli kısımlarının kıvam indeksleri hesaplanmıştır (Tablo 3.14). Yapılan deney sonuçları incelendiğinde kıvam indisi değerleri 0.80-2.13 arasında değişmekte olduğunu ve ortalama olarak da 1.29 değerini aldığını görmekteyiz. Bu verilere göre kıvam durumu katı-çok katı arasında değişmekte olduğunu genel olarak da çok katı kıvamda olduğunu söyleyebiliriz. Kıvam İndisi sınıflaması (IAEG 1981) Tablo 3.5 de verilmiştir.

Tablo 3.14: Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun ince taneli zemin numunelerinin kıvam indisi değerleri.

A.Ç. NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	KIVAM İNDİSİ	KIVAM DURUMU	A.Ç. YERİ
AGB1	UD-1	1	1,09	Çok katı	6
AGB2	UD-1	1,5	1,60	Çok katı	6
AGB3	UD-1	3	1,13	Çok katı	6
AGB4	UD-1	1	1,43	Çok katı	6
AGB5	UD-1	1	1,80	Çok katı	6
AGB7	UD-1	1,5	0,80	Katı	6
AGB8	ZEMİN	1	1,38	Çok katı	6
AGB9	UD1	1	1,56	Çok katı	6
AGB11	UD1	2,5	0,97	Katı	6
AGB12	UD1	1	0,86	Katı	6
AGB13	UD1	1	1,56	Çok Katı	6
AGB14	UD1	1,5	1,45	Çok Katı	6
AGB15	UD1	1,5	1,14	Çok Katı	6
AGB16	UD1	1	1,22	Çok Katı	6
AGB17	UD1	1	1,66	Çok Katı	6
AGB18	UD1	1	1,32	Çok Katı	6
AGB20	UD1	1	1,00	Katı	6
AGB21	UD-1	1	2,13	Çok Katı	6
AGB22	UD-1	1,7	1,06	Çok Katı	6
AGB23	UD-1	1	0,92	Katı	6
AGB24	UD-1	1	1,39	Çok Katı	6
AGB25	UD1	1,7	1,51	Çok Katı	6

Tablo 3.14 (devam): Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin kıvam indisi değerleri.

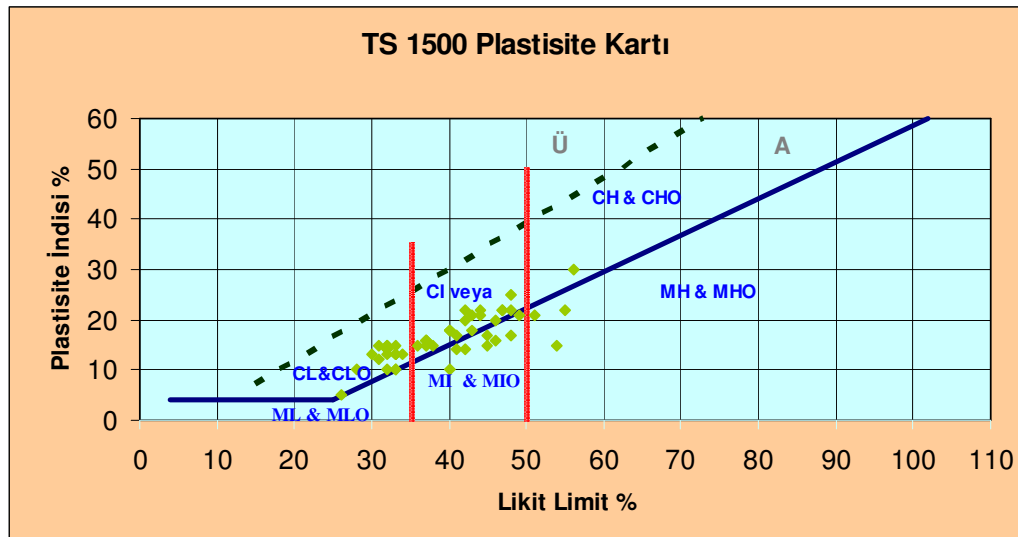
A.Ç. NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	KIVAM İNDİSİ	KIVAM DURUMU	A.Ç YERİ
AGB26	UD-1	0,7	0,93	Katı	6
AGB27	UD1	1	1,44	Çok Katı	6
AGB28	UD1	2,5	1,95	Çok Katı	6
AGB29	UD1	2,6	1,43	Çok Katı	6
AGB30	UD1	2,5	1,60	Çok Katı	6
AGB31	UD-1	1	1,27	Çok Katı	6
AGB32	UD-1	1	1,22	Çok Katı	6
AGB34	UD-1	3,70-4,00	2,05	Çok Katı	6
AGB35	UD-1	1,5	1,15	Çok Katı	6
AGB36	UD-1	2,5	1,25	Çok Katı	6
AGB37	UD-1	1	1,23	Çok Katı	6
AGB38	UD-1	1,5	1,40	Çok Katı	6
AGB39	UD-1	1	1,18	Çok Katı	6
AGB34	UD-1	1,8	1,06	Çok Katı	6
AGB40	UD-1	1	1,00	Katı	6
AGB41	UD-1	1	1,31	Çok Katı	6
AGB43	UD-1	1	1,00	Katı	6
AGB44	UD-1	1	1,25	Çok Katı	6
AGB45	UD-1	1,7	1,08	Çok Katı	6
AGB46	UD-1	1	1,16	Çok Katı	6
AGB47	UD-1	1,8	1,06	Çok Katı	6
AGB48	UD1	1	1,23	Çok katı	6
AGB50	UD1	1	1,16	Çok katı	6
AGB52	UD1	1	1,13	Çok katı	6

Tablo 3.14 (devam): Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin kıvam indisi değerleri.

SONDAJ NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	KIVAM İNDİSİ	KIVAM DURUMU	SONDAJ YERİ
GB1	UD1	3	1,39	Çok katı	5
GB2	UD-1	3,00-3,50	1,81	Çok Katı	5
GB3	UD-1	3,00-3,50	0,93	Katı	5
GB4	SPT-1	1,50-1,95	0,87	Katı	5
GB5	UD-1	3,00-3,40	1,38	Çok Katı	5

Elek analizi sonuçlarına göre zeminin silt ve kilce zengin olduğu görülmektedir. Çakıl oranı %0-32 arası yoğunlaşmakta olup ortalama %9,94 dir. Kum oranı %2.4-37 arasında olup ortalama %17.8 'dir. Kil+silt oranı ise %30-95 arasında değişmekle beraber ortalama %72 dir.

TS 1500 zemin sınıflaması zemin numunelerinin granülometrik özellikleri ve kıvam limitleri değerlendirilerek farklı semboller ile gösterilmesi esasına dayanır. Belgrad formasyonunun ince daneli kısmı plastisite kartı üzerinde gösterilmiştir (Şekil 3.3). Türk Standardı 1500 sınıflamasına göre MH, CL, MI, CI, SC, CH, SC sınıfları görülmüş olup en çok CI (orta plastisiteli kil) grubuna rastlanmıştır.



Şekil 3.3: Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli kısmı plastisite kartı.

Belgrad formasyonunun İnce daneli kesimlerin likitide indisleri hesaplanmıştır (Tablo 3.15). Belgrad formasyonunun ince daneli kesiminin likidite indeksine göre (Reminger ve Rutluge, 1952; Means ve Percher, 1963) sınıflandırması ve derinlik likidite indeksi değişimi hesaplanmış olup Şekil 3.4 de gösterilmiştir.

Tablo 3.15: Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin likitide indisi değerleri.

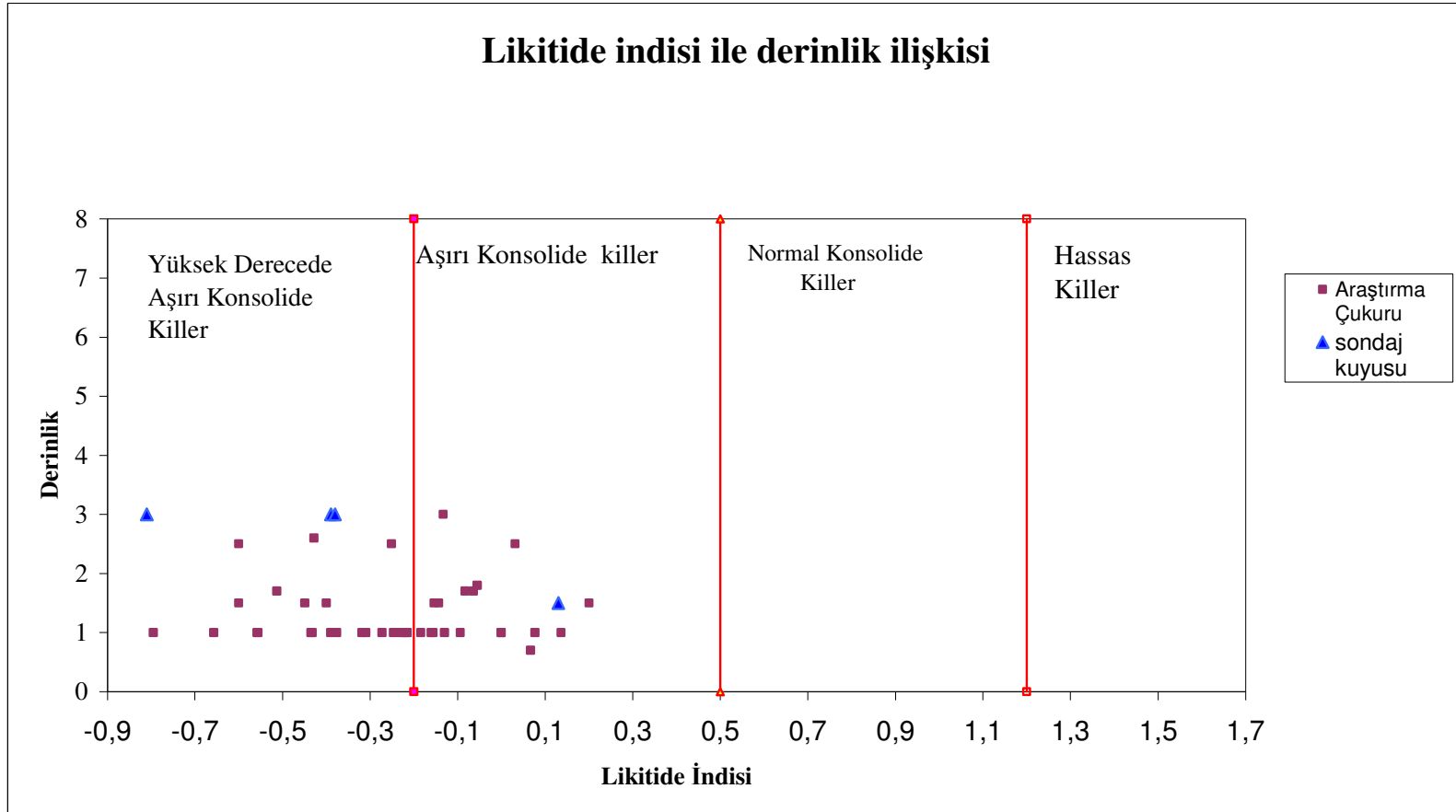
A.Ç. NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	LİKİTİDE İNDİSİ	A.Ç. YERİ
AGB1	UD-1	1	-0,09	6
AGB2	UD-1	1,5	-0,60	6
AGB3	UD-1	3	-0,13	6
AGB4	UD-1	1	-0,43	6
AGB5	UD-1	1	-0,80	6
AGB7	UD-1	1,5	0,20	6
AGB8	ZEMİN	1	-0,38	6
AGB9	UD1	1	-0,56	6
AGB11	UD1	2,5	0,03	6
AGB12	UD1	1	0,14	6
AGB13	UD1	1	-0,56	6
AGB14	UD1	1,5	-0,45	6
AGB15	UD1	1,5	-0,14	6
AGB16	UD1	1	-0,22	6
AGB17	UD1	1	-0,66	6
AGB18	UD1	1	-0,32	6
AGB20	UD1	1	0,00	6
AGB21	UD-1	1	-1,13	6
AGB45	UD-1	1,7	-0,06	6
AGB46	UD-1	1	0,08	6
AGB47	UD-1	1	-0,39	6
AGB25	UD1	1,7	-0,51	6
AGB26	UD-1	0,7	0,07	6
AGB27	UD1	1	-0,44	6
AGB28	UD1	2,5	-0,95	6
AGB29	UD1	2,6	-0,43	6
AGB30	UD1	2,5	-0,60	6

Tablo 3.15 (devam): Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin likitide indisi değerleri.

A.Ç. NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	LİKİTİDE İNDİSİ	A.Ç. YERİ
AGB31	UD-1	1	-0,27	6
AGB32	UD-1	1	-0,22	6
AGB34	UD-1	3,70-4,00	-1,05	6
AGB35	UD-1	1,5	-0,15	6
AGB36	UD-1	2,5	-0,25	6
AGB37	UD-1	1	-0,23	6
AGB38	UD-1	1,5	-0,40	6
AGB39	UD-1	1	-0,18	6
AGB34	UD-1	1,8	-0,06	6
AGB40	UD-1	1	0,00	6
AGB41	UD-1	1	-0,31	6
AGB43	UD-1	1	0,00	6
AGB44	UD-1	1	-0,25	6
AGB45	UD-1	1,7	-0,08	6
AGB46	UD-1	1	-0,16	6
AGB47	UD-1	1,8	-0,06	6
AGB48	UD1	1	-0,23	6
AGB50	UD1	1	-0,16	6
AGB52	UD1	1	-0,13	6

Tablo 3.15 (devam): Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun ince daneli zemin numunelerinin likitide indisi değerleri.

SONDAJ NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	LİKİTİDE İNDİSİ	SONDAJ YERİ
GB1	UD1	3	-0,39	5
GB2	UD-1	3,00-3,50	-0,81	5
GB3	UD-1	3,00-3,50	0,07	5
GB4	SPT-1	1,50-1,95	0,13	5
GB5	UD-1	3,00-3,40	-0,38	5



Şekil 3.4: Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun derinlik likitide indeksi değişimi ve (Reminger ve Rutluge , 1952 Means ve Percher, 1963) sınıflandırması

Belgrad formasyonunun ince daneli kesimleri aşırı-yüksek konsolide killeri olduğu Şekil 3.4 de gösterilmiştir.

Laboratuvar deneylerinden yararlanılarak Belgrad formasyonunun kuru birim hacim ağırlığı değerleri elde edilmiştir. Kuru birim hacim ağırlığı sınıflaması Tablo 3.8 de verilmiştir. Belgrad formasyonunun kuru birim hacim ağırlığı değerleri 1.50-1.85 gr/cm³ arasında olup ortalama ise 1,61 gr/cm³ değerini almaktadır. Bu verilere göre kuru birim ağırlığının düşük-orta arasında genelde ise düşük olduğunu söyleyebiliriz. Belgrad formasyonundan alınmış numuneler üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımdan elde edilen q_u değerleri incelendiğinde 0.59-2.13 kg/cm² arasında yoğunlaşmakta ortalama olarak da 1.25 kg/cm² değerini almaktadır. Serbest basınç direnci q_u değerine bağlı olarak zeminlerin kıvam özellikleri Tablo 3.9 da gösterilmiştir. Serbest basınç direncine göre ince daneli kısımlarının kıvamı katı-çok katı arasında olup genelde katı kıvamdadır.

Serbest basınç değerlerinden elde edilen ve kayma parametrelerden biri olan kohezyon değeri incelendiğinde ise 0,3-1,19 kg/cm² arasında değişmekte olup ortalama 0,66 kg/cm² olduğunu görmekteyiz. Kohezyonlu zeminlerin kohezyon değerlerine göre kıvam sınıfları Terzaghi ve Peck (1967) Tablo 3.10 da verilmiştir. Bu verilere göre Belgrad formasyonun ince daneli kısımların kıvam durumu yumuşak-katı arasında olup genelde ise orta kıvamda olduğu görülmektedir.

3.3. Alüvyon Mühendislik Özellikleri

Alüvyon, Geç Kuvaternerde İstanbul yarımadasında mevcut olan çeşitli akarsu ortamlarında depolanmış, gevşek blok-çakıl-kum-kil taneleri içeren çökellerdir. Çalışma alanında daha çok kıyı alüvyonları değerlendirilmiş olup İstanbul bölgesi Tuzla, Üsküdar, Maltepe, Kartal , Pendik, Kadıköy bölgeleri Gebze Bölgesi için ise ağırlıklı olarak Darıca bölgesi olmak üzere Eskihisar bölgesinden gelen numuneler üzerinde değerlendirme yapılmış ve mostra haritası üzerinde numaralandırılmıştır.

3.3.1. İstanbul bölgesi laboratuvar deneyleri

İstanbul Bölgesinde alüvyonuna ait sondaj ve araştırma çukuru çalışmaları yapılmıştır. Alınan numuneler üzerinde fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye yönelik deneyler yapılmıştır. Yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda alüvyonun doğal su içeriği (ω_n %), doğal birim hacim ağırlığı (γ_n), kuru birim hacim ağırlığı (γ_k) kıvam özellikleri, Kıvam İndisi (I_c), Likitide İndisi (L_i), serbest basınç direnci (q_u), kohezyon (c), dane boyu dağılımları belirlenmiştir.

Tablo 3.16: İstanbul Bölgesi alüvyonun istatistiksel değerlendirilmesi.

Parametre	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Mod	Standart Sapma
Doğal su içeriği (ω_n)%	9,8	31,8	19	18	4,5
Likit Limit (LL) %	23	52	36	31	7
Plastik Limit (PL) %	14	37	20	21	4
Plastisite İndisi (PI) %	6	26	15	17	4
Kıvam indisi (I_c)	0,62	2,22	1,16	1	0,30
Likitide İndisi (L_i)	-1,22	0,58	-0,15	0	0,32
Doğal Birim Hacim Ağırlığı (γ_n) gr/cm ³	1,91	2,18	1,98	1,92	0,09
Kuru birim Hacim Ağırlığı (γ_k) gr/cm ³	1,59	1,88	1,70	----	0,08
q_u (kg/cm ²)	0,7	2,37	1,49	----	0,48
Kohezyon (c) kg/cm ²	0,35	1,19	0,74	----	0,34

Doğal su içeriği plastik limit dolayındadır. Bu nedenle killi kesimleri için aşırı konsolide kil olduğu söylenebilir.

Likit limit değerlerine göre ince daneli kesimlerin plastisite derecesi sınıflandırılmıştır (Tablo 3.2). Laboratuvar deneylerinden elde edilen likit limit değerleri %23 ile %52 arasında olup genelde % 36 'dır. Bu verilere göre alüvyonun ince daneli kesimleri likit limit değerlerine göre düşük-yüksek plastisiteli olup genelde ise orta plastisitelidir.

Killere ait şişme potansiyeli sınıflaması Tablo 3.3 de O'Neill ve Poormoayed (1980)' in Plastisite indeksi ve Likit limite bağılı olarak önerilen şişme potansiyeli sınıflaması olarak verilmiştir.

Laboratuvar deneylerinden elde edilen plastisite indeksi değerlerin %6 ile %26 arasında ortalama olarak da %15 olduğunu görmekteyiz. Bu değerler ile likit limit değerleri birlikte değerlendirildiğinde alüvyonun ince daneli kesimlerinin şişme potansiyelinin düşük-orta sınıfta genelde ise düşük olduğunu söyleyebiliriz. İnce daneli zeminlerde, plastisite özelliklerine göre IAEG (1981) tarafından önerilen sınıflama Tablo 3.4 de verilmiştir.

Yapılan deney sonuçlarından elde edilen plastisite indisi değerlerine göre alüvyonunun ince daneli kısımlarının plastisite dereceleri düşük-yüksek plastisiteli olup genelde orta plastisitelidir. Genel anlamda ince daneli zeminlerin kıvamlılık indeksine göre sınıflaması verilmiştir (Tablo 3.5). Laboratuvar verilerinden yararlanılarak ince daneli kısımların kıvam indisi değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3.17).

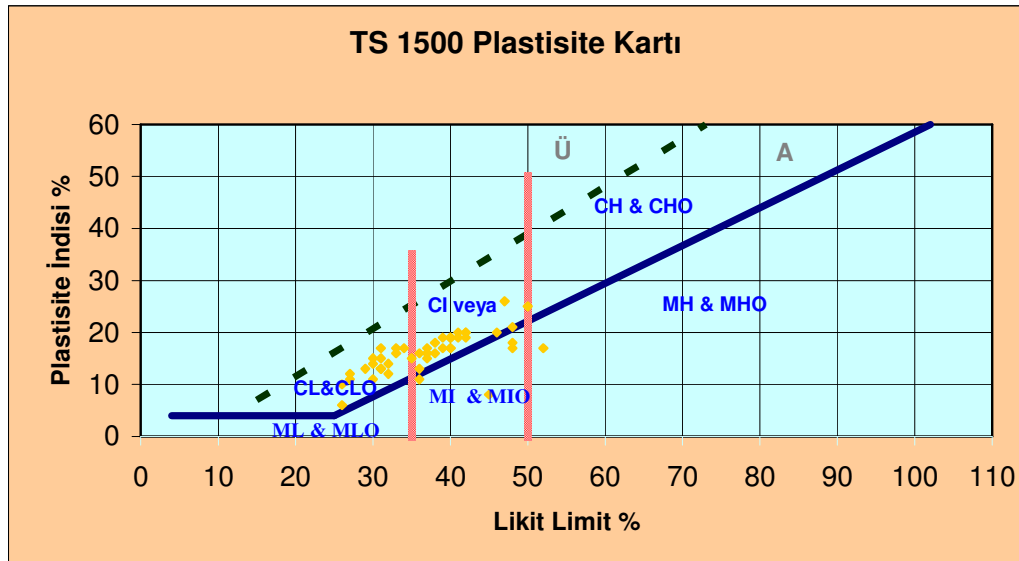
Yapılan deney sonuçları incelendiğinde alüvyonunun ince daneli kesimlerin kıvam indisi değerleri 0,62-2,22 arasında değişmekte olduğunu ve ortalama olarak da 1,16 değerini aldığını görmekteyiz. Bu verilere göre ince daneli kesimlerin kıvam durumunun orta-çok katı arasında değişmekte olduğunu genel olarak da çok katı kıvamda olduğunu söyleyebiliriz. alüvyonun ince daneli kesimlerin likitide indisi değerleri hesaplanmış olup Tablo 3.18 de gösterilmiştir.

Tablo 3.17: Laboratuvar verilerinden yararlanılarak İstanbul Bölgesi alüvyonun ince daneli zemin kesimlerinin kıvam indisi değerleri.

SONDAJ NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	KIVAM İNDİSİ	KIVAM DURUMU	SONDAJ YERİ
ALÜ1	UD1	4,00-4,50	1,21	Çok katı	11
ALÜ1	SPT1	9,00-9,45	1,08	Çok katı	11
ALÜ2	SPT2	3,00-3,50	1,27	Çok katı	11
ALÜ2	UD2	3,50-4,00	1,26	Çok katı	11
ALÜ2	SPT3	6,00-6,50	1,25	Çok katı	11
ALÜ3	UD1	3,50-4,00	1,20	Çok katı	11
ALÜ3	SPT4	9,00-9,50	1,27	Çok katı	11
ALÜ4	UD1	4,00-4,50	1,00	Katı	11
ALÜ4	SPT5	6,00-6,50	1,11	Çok katı	11
ALT5	UD1	4,00-4,50	1,00	Katı	11
ALP1	UD-1	3,00-3,50	1,10	Çok katı	13
ALP1	UD-2	4,00-4,50	0,62	Orta	7
ALP1	SPT1	4,50-4,80	0,82	Katı	7
ALP1	SPT-2	6,00-6,45	0,77	Katı	7
ALP1	SPT-3	7,50-7,95	0,92	Katı	7
ALP1	SPT-4	12,00-12,45	1,18	Çok katı	7
ALP1	SPT-5	15,00-15,45	0,84	Katı	7
ALP2	UD-1	3,50-4,00	1,39	Çok katı	7
ALP3	UD1	3,50-4,00	1,51	Çok katı	7
ALP3	SPT1	4,00-4,45	1,53	Çok katı	7
ALT8	UD1	5,50-6,00	1,00	Katı	11
ALT9	UD1	4,00-4,50	1,17	Çok katı	11
ALT10	UD1	2,50-3,00	1,26	Çok katı	11
ALT10	SPT1	3,00-3,45	1,26	Çok katı	11
ALT10	SPT3	6,00-6,45	0,82	Katı	11
ALT10	UD2	6,50-7,00	1,21	Çok katı	11
ALT10	SPT3	9,00-9,20	0,70	Orta	11
ALT10	UD3	9,20-9,70	1,27	Çok katı	11
ALT11	UD1	2,50-3,00	1,36	Çok katı	11
ALT11	UD2	7,50-8,00	1,16	Çok katı	11
ALT11	UD3	10	1,94	Çok katı	11
ALT12	SPT2	6	0,84	Katı	11
ALT12	SPT3	16,5	1,18	Çok katı	11
ALT13	SPT1	4,5	1,11	Çok katı	11
ALT13	SPT2	10,5	1,08	Çok katı	11
ALT14	UD1	4,5	1,09	Katı	11
ALT15	UD1	4,5	0,92	Çok katı	11
ALP4	SPT1	3,00-3,45	1,10	Katı	7
ALP5	UD2	6,00-6,50	1,01	Çok Katı	7
ALP5	SPT3	7,50-7,95	1,39	Orta	7
ALP5	SPT4	9,00-9,45	1,29	Çok Katı	7
ALP5	SPT5	12,00-12,35	2,22	Çok Katı	7

Elek analizi sonuçlarına göre zeminin silt ve kilce zengin olduğu görülmektedir. Çakıl oranı %0,06-74,06 arası yoğunlaşmakta olup ortalama %16,20 dir. Kum oranı %2,1-64,4 arasında olup ortalama %28,36 'dır. Kil+silt oranı ise %3,08-97,6 arasında değişmekle beraber ortalama %55,44' dür.

TS 1500 zemin sınıflaması zemin numunelerinin granülometrik özellikleri ve kıvam limitleri değerlendirilerek farklı semboller ile gösterilmesi esasına dayanır. Türk Standardı 1500 sınıflamasına göre CI, CL, MI, MH, SC, GC, GW, GM sınıfları görülmüş olup en çok CI (orta plastisiteli kil) sınıfı görülmektedir. Alüvyona ait zemin sınıfları TS 1500 plastisite kartı üzerinde gösterilmiştir (Şekil 3.5).

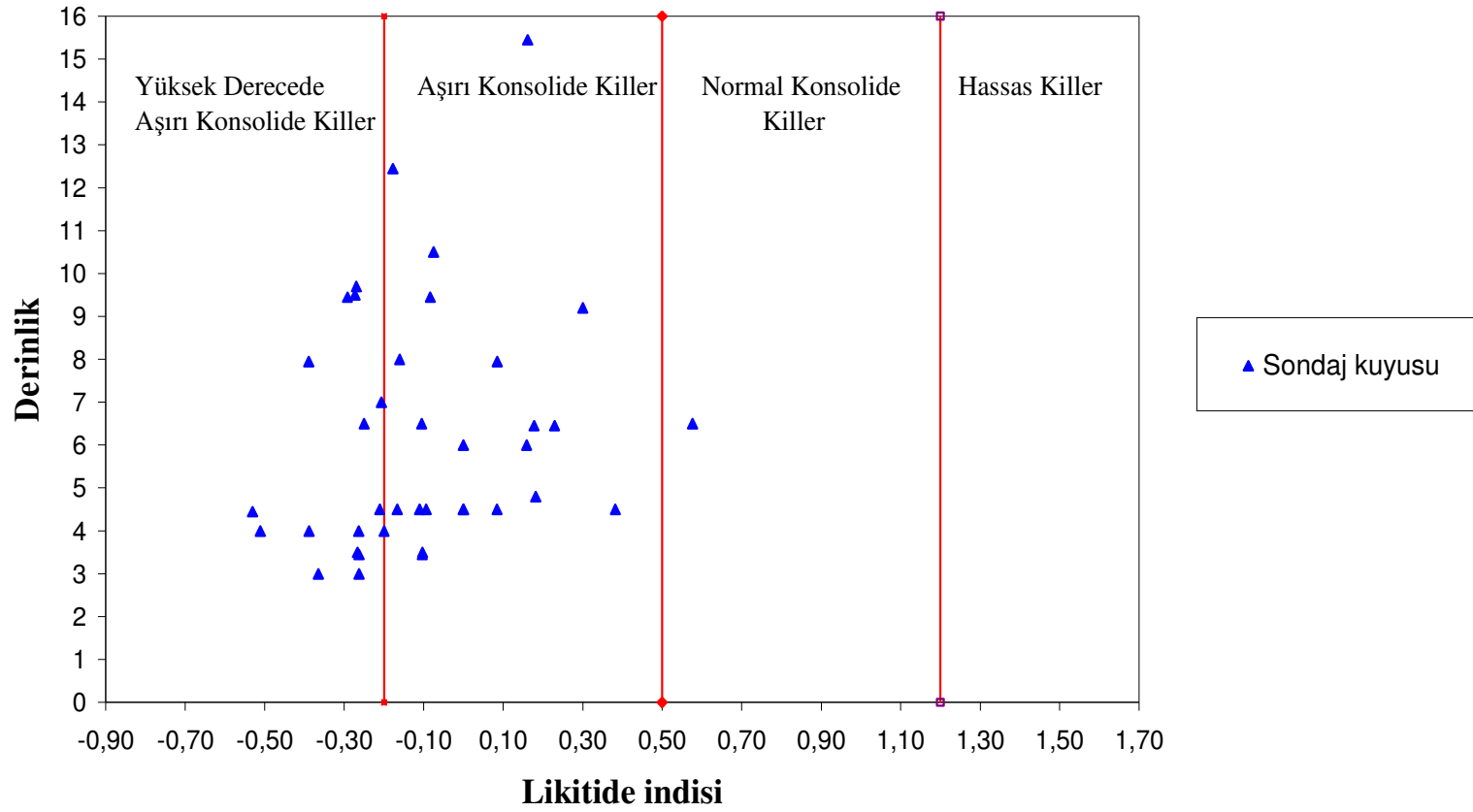


Şekil 3.5: İstanbul Bölgesi alüvyonun ince daneli kısmı plastisite kartı

Tablo 3.18: Laboratuvar verilerinden yararlanılarak İstanbul Bölgesi alüvyonun ince daneli zemin kesimlerinin likitide indeksi değerleri.

SONDAJ NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	LİKİTİDE İNDİSİ	SONDAJ YERİ
ALÜ1	UD1	4,00-4,50	-0,21	11
ALÜ1	SPT1	9,00-9,45	-0,08	11
ALÜ2	SPT2	3,00-3,50	-0,27	11
ALÜ2	UD2	3,50-4,00	-0,26	11
ALÜ2	SPT3	6,00-6,50	-0,25	11
ALÜ3	UD1	3,50-4,00	-0,20	11
ALÜ3	SPT4	9,00-9,50	-0,27	11
ALÜ4	UD1	4,00-4,50	0,00	11
ALÜ4	SPT5	6,00-6,50	-0,11	11
ALT5	UD1	4,00-4,50	0,00	11
ALP1	UD-1	3,00-3,50	-0,10	13
ALP1	UD-2	4,00-4,50	0,38	7
ALP1	SPT1	4,50-4,80	0,18	7
ALP1	SPT-2	6,00-6,45	0,23	7
ALP1	SPT-3	7,50-7,95	0,08	7
ALP1	SPT-4	12,00-12,45	-0,18	7
ALP1	SPT-5	15,00-15,45	0,16	7
ALP2	UD-1	3,50-4,00	-0,39	7
ALP3	UD1	3,50-4,00	-0,51	7
ALP3	SPT1	4,00-4,45	-0,53	7
ALT8	UD1	5,50-6,00	0,00	11
ALT9	UD1	4,00-4,50	-0,17	11
ALT10	UD1	2,50-3,00	-0,26	11
ALT10	SPT1	3,00-3,45	-0,26	11
ALT10	SPT3	6,00-6,45	0,18	11
ALT10	UD2	6,50-7,00	-0,21	11
ALT10	SPT3	9,00-9,20	0,30	11
ALT10	UD3	9,20-9,70	-0,27	11
ALT11	UD1	2,50-3,00	-0,36	11
ALT11	UD2	7,50-8,00	-0,16	11
ALT11	UD3	10	-0,94	11
ALT12	SPT2	6	0,16	11
ALT12	SPT3	16,5	-0,18	11
ALT13	SPT1	4,5	-0,11	11
ALT13	SPT2	10,5	-0,08	11
ALT14	UD1	4,5	-0,09	11
ALT15	UD1	4,5	0,08	11
ALP4	SPT1	3,00-3,45	-0,10	7
ALP5	UD2	6,00-6,50	0,58	7
ALP5	SPT3	7,50-7,95	-0,39	7
ALP5	SPT4	9,00-9,45	-0,29	7
ALP5	SPT5	12,00-12,35	-1,22	7

Likitide İndisi ile derinlik ilişkisi



Şekil 3.6: İstanbul Bölgesi alüvyonun derinlik likitide indeksi değişimi (Reminger ve Rutluge , 1952 Means ve Percher, 1963 sınıflandırması).

Alüvyonun ince daneli kesimleri aşırı-yüksek konsolide killer olduğu Şekil 3.6 da gösterilmiştir.

Laboratuvar deneylerinden yararlanılarak alüvyonun kuru birim hacim ağırlığı değerleri elde edilmiştir. Kuru birim hacim ağırlığı sınıflaması Tablo 3.8 de verilmiştir. Alüvyonun kuru birim hacim ağırlığı değerleri 1.59-1.88 gr/cm³ arasında olup ortalama ise 1,70 gr/cm³ değerini almaktadır. Bu verilere göre kuru birim ağırlığının düşük-orta arasında genelde ise orta olduğunu söyleyebiliriz.

Alüvyon biriminden alınmış numuneler üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımdan elde edilen q_u değerleri incelendiğinde 0.7-2,37 kg/cm² arasında yoğunlaşmakta ortalama olarak da 1,49 kg/cm² değerini almaktadır. Serbest basınç direnci q_u değerine bağlı olarak zeminlerin kıvamı Tablo 3.9 da gösterilmiştir. Serbest basınç direncine göre ince daneli kısımların kıvamı orta-çok katı arasında olup genelde katı kıvamdadır.

Serbest basınç değerlerinden elde edilen ve kayma parametrelerden biri olan kohezyon değeri incelendiğinde ise 0,35-1,19 kg/cm² arasında değişmekte olup ortalama 0,74 kg/cm² olduğunu görmekteyiz. Bu verilere göre alüvyonun ince daneli kısımların kıvam durumu kohezyon değerlerine göre yumuşak-katı olduğunu genelde ise orta kıvamda olduğunu görmekteyiz. Kohezyonlu zeminlerin kohezyon değerlerine göre kıvam sınıfları Terzaghi ve Peck (1967) Tablo 3.10 da verilmiştir.

3.3.2.İstanbul bölgesi arazi deneyleri

İstanbul Bölgesinin farklı lokasyonlarında alüvyon birimi üzerinde standart penetrasyon deneyleri yapılmış olup SPT N_{30} değerleri elde edilmiştir. İri daneli (kohezyonsuz) zeminlerde darbe sayısı ile kıvam arasında bağıntı vardır. Bu bağıntı Tablo 3.19 da verilmiştir. İstanbul Bölgesi alüvyonunun iri daneli kısımlarındaki N_{30} değerleri ile ince daneli kısımlarındaki N_{30} değerleri Tablo 3.20 ve Tablo 3.21 de verilmiştir.

Tablo 3.19: Kohezyonsuz zeminlerde darbe sayısı ile sıklık arasındaki bağıntı (IAEG 1981).

SPT Darbe Sayısı (N)	Tanım
0-4	Çok yumuşak
4-10	Yumuşak
10-30	Orta
30-50	Sıkı
50<	Çok sıkı

Tablo 3.20 İstanbul Bölgesi alüvyonun iri daneli kısımlarındaki N₃₀ değerleri.

Sondaj No	SPT No	Derinlik (m)	N 30	Zemin Sınıfı	Sıklık Durumu	Sondaj Yeri
ALP1	SPT-4	12,-12,45	36	SC	Sıkı	7
ALP1	SPT-5	15,-15,45	36	SC	Sıkı	7
ALP3	SPT1	4,00-4,45	30	GC	Sıkı	7
ALT6	SPT3	13,5-13,95	10	GC	Orta	13
ALT5	SPT1	9,00-9,45	23	GC	Orta	13
ALP1	SPT1	4,50-4,80	>50	GC	Çok sıkı	7
ALT10	SPT1	3,00-3,45	17	SC	Orta	13
ALT8	APT1	4,5	26	SC	Orta	13
ALT10	SPT3	9,00-9,20	>50	SC	Sıkı	13
ALT11	SPT1	3,00-3,45	15	SC	Orta	13
ALT11	SPT2	4,50-4,95	24	SC	Orta	13
ALT11	SPT3	7,00-7,45	37	SC	Sıkı	13
ALT8	SPT1	12	>50	SC	Çok sıkı	13
ALT12	SPT1	3	>50	GW	Çok sıkı	13
ALK1	SPT1	3	30	SC	Sıkı	10
ALP5	SPT4	9,00-9,45	27	GM	Orta	7
ALP5	SPT5	12,-12,35	>50	SC	Sıkı	7

Tablo 3.21: İstanbul Bölgesi alüvyonun ince daneli kısımlarındaki N_{30} değerleri.

Sondaj No	SPT No	Derinlik (m)	N 30	Zemin Sınıfı	Sıklık Durumu	Sondaj Yeri
ALT1	SPT1	7,50-7,95	19	CL	Çok katı	13
ALT2	SPT2	3,00-3,45	6	CL	Orta	13
ALK1	SPT4	6,00-6,45	2	MI	Yumuşak	10
ALK1	SPT-9	13,50-13,95	2	MH	Yumuşak	10
ALK1	SPT	7,5	16	CI	Çok katı	10
ALK1	SPT	16,5	32	CI	Sert	10
ALÜ1	SPT1	9,00-9,45	12	CL	Katı	11
ALÜ2	SPT2	3,00-3,50	33	CI	Sert	11
ALÜ2	SPT3	6,00-6,50	31	CI	Sert	11
ALT4	SPT1	10,5	17	CL	Çok katı	13
ALT6	SPT2	6,00-6,45	13	CL	Katı	13
ALT7	SPT1	7,50-7,95	10	CI	Katı	13
ALP1	SPT-2	6,00-6,45	39	CI	Sert	7
ALP1	SPT-3	7,50-7,95	36	CI	Sert	7
ALT10	SPT3	6,00-6,45	33	CL	Sert	13
ALT9	SPT2	9	29	MI	Çok katı	13
ALT15	SPT1	12	>50	CL	Sert	13
ALT13	SPT1	4,5	25	CI	Çok katı	13
ALT14	SPT1	10,5	>50	CL	Sert	13
ALT12	SPT2	6	43	CL	Sert	13
ALT12	SPT3	16,5	>50	CI	Sert	13
ALT16	SPT1	1,50-1,95	13	CI	Katı	13
ALP4	SPT1	3,00-3,45	10	CI-CH	Katı	7
ALP5	SPT2	6,50-6,95	13	CI	Katı	7
ALP5	SPT3	7,50-7,95	31	MI	Sert	7

Arazi deneylerinden elde edilen veriler incelendiğinde alüvyonunun iri daneli kısımların sıklığı orta-sıkı arasında olduğu genelde ise sıkı duruma sahip olduğu görülmektedir. İnce daneli kısımların kıvam durumu incelendiğinde ise, yumuşak-sert arasında olup genelde sert kıvama sahip olduğu görülmektedir.

3.3.3. Gebze bölgesi laboratuvar deneyleri

Gebze Bölgesinin farklı lokasyonlarında alüvyona ait sondaj ve araştırma çukuru çalışmaları yapılmıştır. Alınan numuneler üzerinde fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye yönelik deneyler yapılmıştır. Yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda alüvyonun doğal su içeriği (ω_n %), doğal birim hacim ağırlığı (γ_n), kuru birim hacim ağırlığı (γ_k) kıvam özellikleri, Kıvam İndisi (I_c), Likitide İndisi (L_i), serbest basınç direnci (q_u), kohezyon (c), dane boyu dağılımları belirlenmiştir.

Tablo 3:22: Gebze Bölgesi alüvyonun istatistiksel değerlendirilmesi.

Parametre	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Mod	Standart Sapma
Doğal su içeriği (ω_n)%	13,55	25,4	19,31	18	2,99
Likit Limit (LL) %	24	62	39	42	8
Plastik Limit (PL) %	14	31	23	20	4
Plastisite İndisi (PI) %	5	33	15	10	6
Kıvam indisi (I_c)	0,75	2	1,28	1,18	0,28
Likitide İndisi (L_i)	-1	0,25	-0,28	-0,18	0,28
Doğal Birim Hacim Ağırlığı (γ_n) gr/cm ³	1,8	2,4	1,96	1,98	0,13
Kuru birim Hacim Ağırlığı (γ_k) gr/cm ³	1,51	2,00	1,62	1,13	0,11
q_u (kg/cm ²)	0,62	2,24	1,39	1,44	0,42
Kohezyon (c) kg/cm ²	0,31	1,12	0,73	0,72	0,21

Doğal su içeriği plastik limit dolayındadır. Bu nedenle alüvyonun killi kesimleri için aşırı konsolide kil olduğu söylenebilir.

Likit limit değerlerine göre ince daneli kesimlerin plastisite derecesi sınıflandırılmıştır (Tablo 3.2). Laboratuvar deneylerinden elde edilen alüvyona ait Likit limit değerlerin %24 ile %62 arasında değişmekte olup ortalama olarak da % 39 olduğunu görmekteyiz. Bu verilere göre alüvyonun ince daneli kesimlerin likit limite göre plastisite derecesi düşük-yüksek plastisiteli olup genelde ise orta plastisitelidir.

Killere ait şişme potansiyeli sınıflaması Tablo 3.3 de O'Neill ve Poormoayed (1980)' in plastisite indeksi ve likit limite bağı olarak önerilen şişme potansiyeli sınıflaması olarak verilmiştir.

Laboratuvar deneylerinden elde edilen plastisite İndeks değerlerin ise %5 ile %33 arasında ortalama olarak da %15 olduğunu görmekteyiz. Bu değerler ile likit limit değerleri birlikte değerlendirildiğinde alüvyonun ince daneli kısımlarının şişme potansiyelinin düşük-orta olmakla beraber genelde ise düşük sınıfta olmaktadır.

Yapılan deney sonuçlarından elde edilen plastisite indisi değerlerine göre alüvyonun ince daneli kesimlerin plastisite dereceleri düşük-yüksek plastisiteli olup genelde orta plastisitelidir. IAEG (1981) tarafından önerilen plastisite indisi sınıflaması Tablo 3.4 de verilmiştir. Laboratuvar verilerinden yararlanılarak ince daneli zemin numunelerinin kıvamlilik indisi değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3.23).

Tablo 3.23: Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi alüvyonun ince daneli zemin numunelerinin kıvam indisi değerleri.

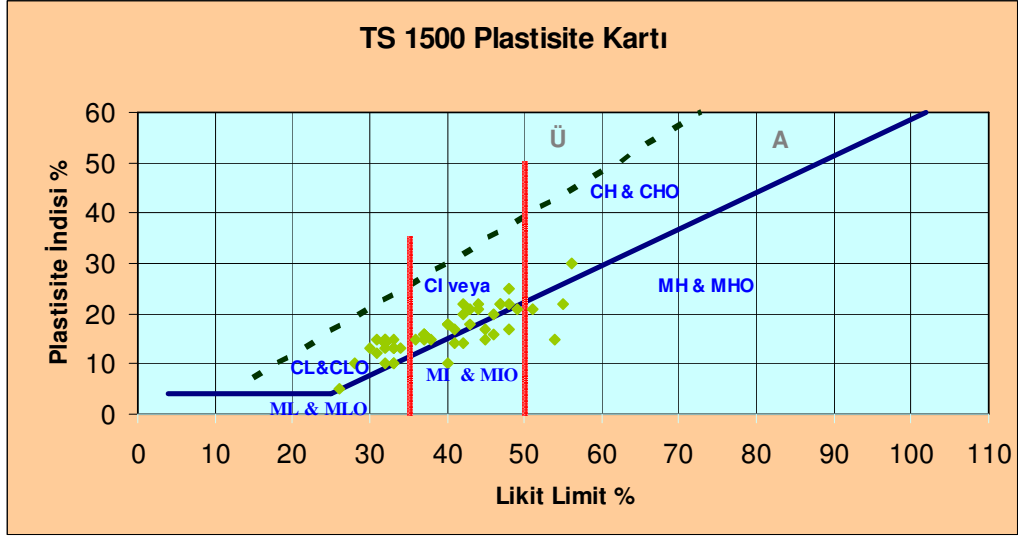
A.Ç. NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	KIVAM İNDİSİ	KIVAM DURUMU	A.Ç. YERİ
AGAL1	UD1	1	1,33	Çok katı	14
AGAL2	UD1	1	1,19	Çok katı	14
AGAL3	UD-1	1	1,64	Çok katı	14
AGAL4	UD1	1,5	1,21	Çok katı	14
AGAL5	UD1	1	1,18	Çok katı	14
AGAL6	UD1	1,3	1,44	Çok katı	14
AGAL8	UD1	1,2	1,46	Çok katı	14
AGAL9	UD1	1,5	1,24	Çok katı	14
AGAL10	UD1	1,8	0,75	Katı	14
AGAL11	UD1	1,5	1,22	Çok Katı	14
AGAL12	UD1	1	1,18	Çok Katı	14
AGAL13	UD-1	1	1,14	Çok Katı	14
AGAL14	UD-1	1,5	1,18	Çok Katı	14
AGAL15	UD1	2,9	1,08	Çok Katı	14
AGAL16	UD-1	1	1,20	Çok Katı	14
AGAL17	UD1	2	1,26	Çok Katı	14
AGAL19	UD-1	1,5	1,85	Katı	14
AGAL20	UD1	1	1,14	Çok katı	14
AGAL21	UD1	1	1,10	Çok katı	14

Tablo 3.23 (devam): Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi alüvyonun ince daneli zemin numunelerinin kıvam indisi değerleri.

SONDAJ NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	KIVAM İNDİSİ	KIVAM DURUMU	SONDAJ YERİ
GAL1	UD-1	2,5-3	1,00	Katı	12
GAL1	SPT-2	4,50-4,95	1,70	Çok Katı	12
GAL1	SPT-3	7,50-7,95	2,00	Çok Katı	12
GAL2	SPT-1	3,38	1,33	Çok Katı	12
GAL4	UD1	3,00-3,4	0,96	Katı	12
GAL1	UD-1	2,5-3	1,00	Katı	12
GAL1	SPT-2	4,50-4,95	1,70	Çok Katı	12
GAL1	SPT-3	7,50-7,95	2,00	Çok Katı	12
GAL2	SPT-1	3,38	1,33	Çok Katı	12
GAL4	UD1	3,00-3,4	0,96	Katı	12

Yapılan deney sonuçları incelendiğinde alüvyonun ince daneli kesimlerin kıvam indisi değerleri 0.75-2.0 arasında değişmekte olduğunu ve ortalama olarak da 1.28 değerini aldığını görmekteyiz. Genel anlamda, ince daneli kesimlerin kıvam indeksine göre sınıflaması verilmiştir (Tablo 3.5). Bu verilere göre ince daneli kısımların kıvam durumu katı-çok katı arasında değişmekte olduğunu genel olarak da çok katı kıvamda olduğunu söyleyebiliriz.

Elek analizi sonuçlarına göre zeminin silt ve kilce zengin olduğu görülmektedir. Çakıl oranı %0,07-52,72 arası yoğunlaşmakta olup ortalama %14,4 dür. Kum oranı %4,96-42,21 arasında olup ortalama % 21,45'dır. Kil+silt oranı ise %17,82-92,53 arasında değişmekle beraber ortalama %64,20 dir. TS 1500 zemin sınıflaması zemin numunelerinin granülometrik özellikleri ve kıvam limitleri değerlendirilerek farklı semboller ile gösterilmesi esasına dayanır. Alüvyonun ince daneli kısmı plastisite kartı üzerinde gösterilmiştir (Şekil 3.7). TS 1500 sınıflamasına göre SM, SC, GC, CI, CL, MI, CH, MH sınıflamasına rastlanmış olup en çok CI (orta plastisiteli kil) grubuna rastlanmıştır



Şekil 3.7: Gebze Bölgesi alüvyonun ince daneli kısmı plastisite kartı.

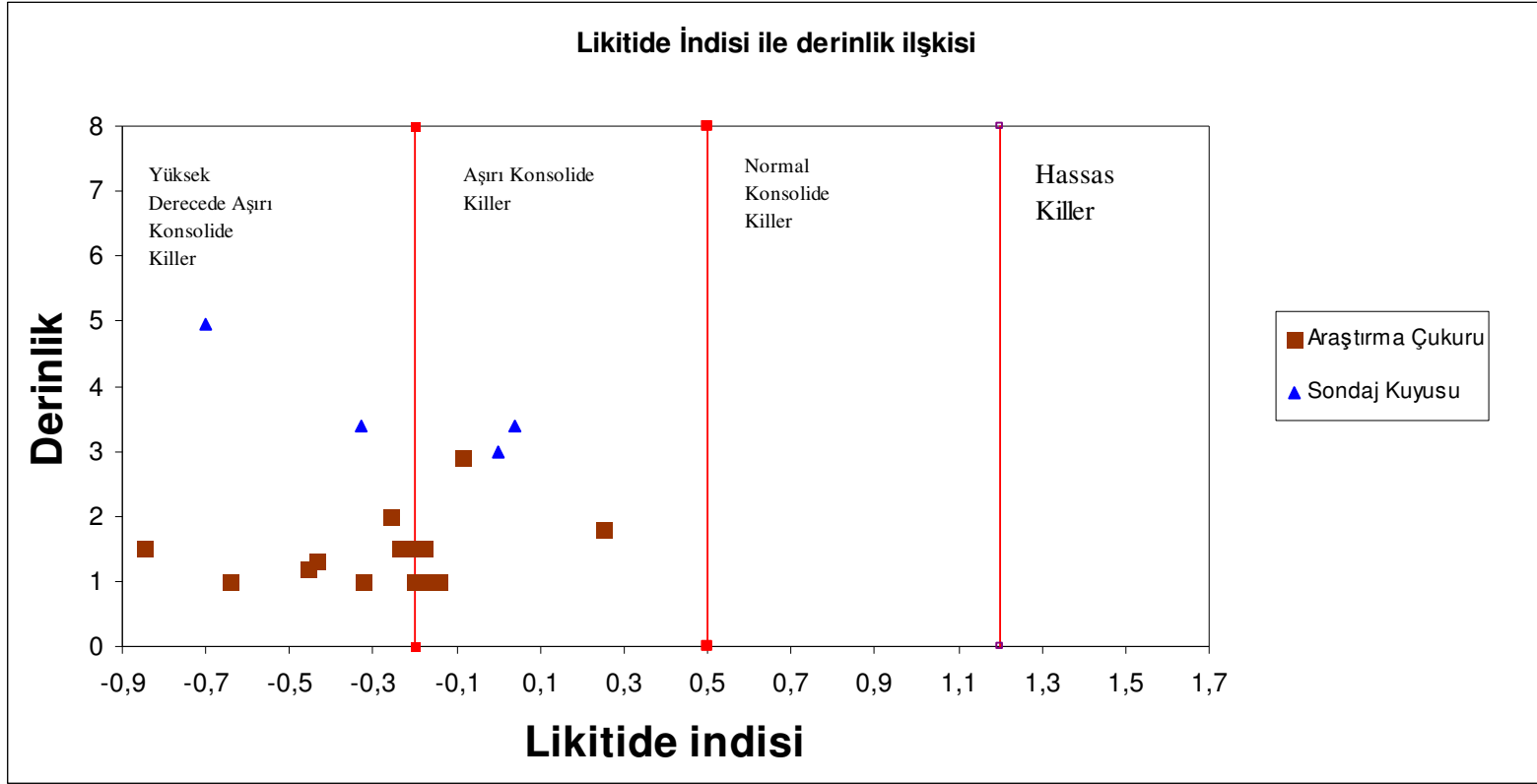
İnce daneli kesimlerin likitide indisleri hesaplanmıştır (Tablo 3.24). Zemin numunelerinin likidite indeksine göre (Reminger ve Rutluge, 1952; Means ve Percher, 1963) sınıflandırması ve derinlik likidite indeksi değişimi hesaplanmış olup Şekil 3.8 de gösterilmiştir.

Tablo 3.24: Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi alüvyonun likitide indisi değerleri.

A.Ç. NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	LİKİTİDE İNDİSİ	A.Ç. YERİ
AGAL1	UD1	1	-0,33	14
AGAL2	UD1	1	-0,19	14
AGAL3	UD-1	1	-0,64	14
AGAL4	UD1	1,5	-0,21	14
AGAL5	UD1	1	-0,18	14
AGAL6	UD1	1,3	-0,44	14
AGAL8	UD1	1,2	-0,46	14
AGAL9	UD1	1,5	-0,24	14
AGAL10	UD1	1,8	0,25	14
AGAL11	UD1	1,5	-0,22	14
AGAL12	UD1	1	-0,18	14
AGAL13	UD-1	1	-0,14	14
AGAL14	UD-1	1,5	-0,18	14
AGAL15	UD1	2,9	-0,08	14
AGAL16	UD-1	1	-0,20	14
AGAL17	UD1	2	-0,26	14
AGAL19	UD-1	1,5	-0,85	14
AGAL20	UD1	1	-0,14	14
AGAL21	UD1	1	-0,10	14

Tablo 3.24 (devam): Laboratuvar verilerinden yararlanılarak Gebze Bölgesi alüvyonun likitide indisi değerleri.

SONDAJ NO	NUMUNE CİNSİ	DERİNLİK (m)	LİKİTİDE İNDİSİ	SONDAJ YERİ
GAL1	UD-1	2,5-3	0	12
GAL1	SPT-2	4,50-4,95	-0,7	12
GAL1	SPT-3	7,50-7,95	-1	12
GAL2	SPT-1	3,38	-0,33	12
GAL4	UD1	3,00-3,4	0,04	12



Şekil 3.8: Gebze Bölgesi alüvyonun derinlik likitide indeksi değişimi ve Reminger ve Rutluge , 1952 Means ve Percher, 1963) sınıflandırması

Laboratuvar deneylerinden yararlanılarak alüvyonun kuru birim hacim ağırlığı değerleri elde edilmiştir. Kuru birim hacim ağırlığı sınıflaması Tablo 3.8 de verilmiştir.

Alüvyonun kuru birim hacim ağırlığı değerleri 1.51-2,00 gr/cm³ arasında olup ortalama ise 1,62 gr/cm³ değerini almaktadır. Bu verilere göre kuru birim ağırlığının düşük-yüksek arasında genelde ise düşük olduğunu söyleyebiliriz. Alüvyon biriminden alınmış numuneler üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımdan elde edilen q_u değerleri incelendiğinde 0.62-2.24 kg/cm² arasında yoğunlaşmakta ortalama olarak da 1.39 kg/cm² değerini almaktadır. Serbest basınç direnci q_u değerine bağlı olarak zeminlerin kıvamı Tablo 3.9 da gösterilmiştir. Serbest basınç direncine göre ince daneli kısımlarının kıvamı katı-çok katı arasında olup genelde katı kıvamdadır.

Serbest basınç değerlerinden elde edilen ve kayma parametrelerden biri olan kohezyon değeri incelendiğinde ise 0,31-1,12 kg/cm² arasında değişmekte olup ortalama 0,73 kg/cm² olduğunu görmekteyiz. Kohezyonlu zeminlerin kohezyon değerlerine göre kıvam sınıfları Terzaghi ve Peck (1967) Tablo 3.10 da verilmiştir. Bu veriler incelendiğinde alüvyonun ince daneli kısımlarının kıvam durumu kohezyon değerlerine göre yumuşak-katı arasında olup genelde ise orta kıvamda olduğunu söyleyebiliriz.

3.3.4. Gebze bölgesi arazi deneyleri

Gebze Bölgesinin farklı lokasyonlarında alüvyon birimi üzerinde penetrasyon deneyleri yapılmış olup SPT N_{30} değerleri elde edilmiştir. Kohezyonlu zeminlerde darbe sayısı ile kıvam arasındaki ilişki (IAEG 1981) ise Tablo 3.11 de verilmiştir. Kohezyonsuz zeminlerde darbe sayısı ile sıklık arasındaki bağıntı (IAEG 1981) Tablo 3.19 da verilmiştir.

İnce daneli (kohezyonlu) zeminlerde yapılan SPT deneyleri ve iri daneli (kohezyonsuz) zeminlerde yapılan penetrasyon değerleri Tablo 3.25 de gösterilmiştir.

Tablo 3.25: Gebze Bölgesi alüvyonun iri daneli (kohezyonsuz) ve ince daneli (kohezyonlu) kısımlarındaki N_{30} değerleri.

Sondaj no	SPT No	Derinlik (m)	N 30	Zemin sınıfı	Kıvam ve sıklık durumu	Sondaj Yeri
GAL1	SPT-1	3,00-3,20	>50	GC	Çok sıkı	12
GAL1	SPT-2	4,50-4,95	>50	CL	Çok katı	12
GAL1	SPT-3	7,50-7,95	>50	MI	Çok katı	12
GAL1	SPT-4	12,0-12,45	>50	SC	Çok sıkı	12
GAL2	SPT-1	3,00-3,38	>50	SM	Çok sıkı	12
GAL2	SPT-2	6,00-6,45	50	MI	Çok katı	12
GAL3	SPT-1	1,50-1,95	28	GC	Orta	12

Bu deney verilerine göre iri daneli zeminlerin çok sıkı olduğu ince daneli zeminlerin ise çok katı kıvamda oldukları görülmektedir.

4. İSTANBUL BÖLGESİ VE GEBZE BÖLGESİNE AİT BELGRAD FORMASYONU İLE ALÜVYONUN İSTATİSTİKSEL OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

4.1. Giriş

Güven aralığı tüm X değerlerine dayanan bir aralık olup seçilmiş bir X değeri için hesaplanan ortalama bir değerdir. Veri sayısı 30 ve üstü için uygulanan istatistiksel tahmindir.

Bu amaçla İstanbul ve Gebze Bölgesindeki Belgrad formasyonu ile alüvyonun % 95 güven aralığı ile güven aralıkları hesaplanmıştır.

4.2. Güven Aralığı

%95 ve % 99 güven aralığı istatistiksel tahminlerden en yaygın olarak kullanılmaktadır. $n \geq 30$ için %95 güven aralığı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$\bar{X} \mp 1.96 \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (4.1)$$

s: örnekleminin standart sapması

1,96: standart değer

n: örneklemedeki gözlem sayısı

\bar{X} : ortalama değer.

Tablo 4.1: İstanbul ve Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun Güven Aralıkları.

Parametreler	İSTANBUL BÖLGESİ GÜVEN ARALIĞI	GEBZE BÖLGESİ GÜVEN ARALIĞI
LL %	34,98-38,2	37,87-41,59
PL %	20,98-22,82	22,87-24,23
PI %	13,755-15,645	19,04-20,22
ω_n %	17,3-19,8	17,47-19,39
I _C	1,15-1,35	1,21-1,37
L _I	(-0,146)-(-0,354)	(-0,215)-(-0,385)
qu kg/cm ²	1.213-1,599	1,184-1,436
C kg/cm ²	0,598-0,782	0,597-0,723
Çakıl oranı %	8,13-12,39	7,98-11,64
Kum Oranı %	18,8-23,12	15,17-20,19
Kil+silt oranı %	68,75-76,23	65,87-71,67

Tablo 4.1 de görüldüğü gibi su muhtevası, kıvam indisi, likitide indisi, çakıl oranı, kil+silt oranı, serbest basınç dayanımı ve kohezyon değerlerinin % 95 güvenilir aralığında yapılan güven aralığı istatistiğinde değerlerin birbirine benzer olduğu diğerlerin ise farklı olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 4.2: İstanbul ve Gebze Bölgesi alüvyonun Güven Aralıkları.

Parametreler	İSTANBUL BÖLGESİ GÜVEN ARALIĞI	GEBZE BÖLGESİ GÜVEN ARALIĞI
LL %	34,23-37,35	35,85-41,65
PL %	19,46-21,52	22,03-24,47
PI%	13,06-17,2	14,23-16,09
Çakıl oranı %	12,76-19,8	9,54-19,5
Kum Oranı %	24,77-32,11	17,88-25,54
Kil+silt oranı %	50,31-60,23	56,19-71,33

Tablo 4.2 de görüldüğü gibi likit limit, plastisite indisi, çakıl oranı için % 95 güvenilir aralığında yapılan güven aralığı istatistiğinde değerlerin birbirine benzer olduğu diğerlerin ise farklı olduğunu söyleyebiliriz.

4. 3. Hipotez Testleri

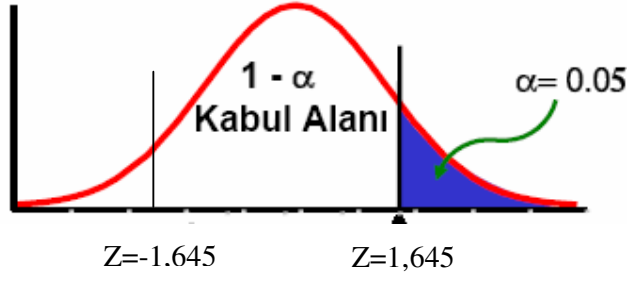
4.3.1. Giriş

Hipotez testi, bir popülasyon hakkında ileri sunulan hipotezinin kabul edilip edilmeyeceğini belirlemek için örnekleme dayalı sistematik izlenen bir seri işlemlerdir.

İstanbul bölgesi ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonlarına ait parametrelerin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile hipotez testleri yapılması amaçlanmış olup benzerlik ilişkisi olup olmadığı sonuçlandırılmıştır.

4.3.2. Z testi

Amaç iki örnek ortalamasının aynı ortalamalı 2 popülasyondan gelip gelmediğini belirli güvenlik aralığında test etmektir. Bu hipotez testi veri sayısının 30 ve üzeri olduğu zamanlarda kullanılmakta olup kritik z değeri bulunmaktadır.



Şekil 4.1 :Z testi için %95 güvenilir aralığındaki kabul edilebilir alanı.

4.3.2.1. İstanbul ve Gebze bölgesindeki Belgrad formasyonunun ortalamalarının Z testi ile karşılaştırılması

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun likit limit değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında z testi uygulanmıştır. Z değeri aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (4.2)$$

\bar{X}_1 : 1. Popülasyonun ortalaması

\bar{X}_2 : 2. Popülasyonun ortalaması

S_1 : 1. Popülasyonun standart sapması

S_2 : 2. Popülasyonun standart sapması

n_1 : 1. Popülasyonun gözlem sayısı

n_2 : 2. Popülasyonun gözlem sayısı

Tablo 4.3: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun likit limit değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	68	36,59	6,77
Gebze	56	39,73	7,09

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.4: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun likit limit değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	39,73214286	36,58823529
Bilinen Varyans	50,31	45,86
Gözlem	56	68
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	2,506873273	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,006090219	
z Kritik tek-uçlu	1,644853627	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,012180437	
z Kritik iki-uçlu	1,959963985	

Tablo 4.4 de görüldüğü gibi $z > 1,64$ dür. Bu durumda z değeri kritik z değerinden büyük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girerek null hipotez kabul edilmemiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul bölgesine ait likit limit değerleri ile Gebze bölgesi likit limit değerleri birbirine benzememekte olup alternatif hipotez kabul edilmiştir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun plastik limit değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.5: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun plastik limit değerlerine ait parametreler.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	68	21,9	3,88
Gebze	56	23,05	4,52

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.6: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun plastik limit değerlerine ait Z testi sonucu

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	23,05357	21,88235
Bilinen Varyans	20,45	15,06
Gözlem	56	68
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	1,529145	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,063114	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,126228	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Z testinden elde edilen verilere göre $z < 1,64$ dür. Bu durumda z değeri kritik z değerinden küçük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girmemiş 0,95 güvenilir aralığında kalmıştır. Buna göre null hipotezi kabul edilmiş alternatif hipotez reddedilmiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul Bölgesine ait plastik limit değerleri ile Gebze Bölgesi plastik limit değerleri birbirine benzemektedir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun plastisite indisi değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında Z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.7: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun plastisite indisi değerlerine ait parametreler

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	68	14.70	3,97
Gebze	56	16.67	4,53

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.8: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun plastisite indisi değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	14,70588	16,67857
Bilinen Varyans	15,82	20,22
Gözlem	68	56
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	-2,56017	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,005231	
z Kritik tek-uçlu	14,70588	16,67857
P(Z<=z) iki-uçlu	15,82	20,22
z Kritik iki-uçlu	68	56

Hesaplanan z değeri kabul edilir alan içerisine düşmediğinden null hipotezi kabul edilmeyip alternatif hipotez kabul edilir. İstanbul Bölgesine ait plastisite indisi değerleri ile Gebze Bölgesi plastisite değerleri birbirine benzememekte olup alternatif hipotez kabul edilmiştir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun su muhtevası değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.9: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun su muhtevası değerlerine ait parametreler

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	38	18,55	3,92
Gebze	50	18,43	3,46

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.10: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun su muhtevası değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	18,4358	18,555
Bilinen Varyans	12	15,41
Gözlem	50	38
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	-0,14836	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,441029	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,882058	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Hesaplanan z değeri kabul edilir alan içerisine düştüğünden null hipotezi kabul edilip alternatif hipotez reddedilir. İstanbul Bölgesine ait su muhtevası değerleri ile Gebze Bölgesi su muhtevası değerleri birbirine benzemekte olup alternatif hipotez kabul edilmiştir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kıvam indisi değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.11: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kıvam indisi değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	38	1,25	0,32
Gebze	50	1,29	0,30

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.12: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kıvam indisi değerlerine ait z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	1,29564	1,247514
Bilinen Varyans	0,094	0,104
Gözlem	50	38
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	0,708289	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,239383	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,478766	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Z testinden elde edilen verilere göre $z < 1,64$ dür. Bu durumda z değeri kritik z değerinden küçük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girmemiş 0,95 güvenilir aralığında kalmıştır. Buna göre null hipotezi kabul edilmiş alternatif hipotez reddedilmiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul Bölgesine ait kıvam indisi değerleri ile Gebze Bölgesi kıvam indisi değerleri birbirine benzemektedir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun likitide indisi değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.13: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun likitide indisi değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	38	-0,25	0,33
Gebze	50	-0,30	0,30

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.14: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun likitide indisi değerlerine ait Z testi sonucu

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	-0,2962	-0,24974
Bilinen Varyans	0,094	0,107
Gözlem	50	38
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	-0,67804	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,248874	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,497747	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Hesaplanan Z değeri kabul edilir alan içerisinde olduğundan null hipotezi kabul edilip alternatif hipotez reddedilir. İstanbul Bölgesine ait likitide indisi değerleri ile Gebze Bölgesi likitide indisi değerleri birbirine benzemekte olup alternatif hipotez kabul edilmiştir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun çakıl oranı değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında Z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.15: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun çakıl oranı değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	70	10,35	9,08
Gebze	57	9,93	7,03

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.16: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun çakıl oranı değerlerine ait Z testi sonucu

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	10,35814286	9,936315789
Bilinen Varyans	82,61	49,44
Gözlem	70	57
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	0,294795801	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,384074937	
z Kritik tek-uçlu	1,644853627	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,768149875	
z Kritik iki-uçlu	1,959963985	

Z testinden elde edilen verilere göre $z < 1,64$ dür. Bu durumda z değeri kritik z değerinden küçük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girmemiş 0,95 güvenilir aralığında kalmıştır. Buna göre null hipotezi kabul edilmiş alternatif hipotez reddedilmiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul Bölgesine ait çakıl yüzdesi değerleri ile Gebze Bölgesi çakıl yüzdesi değerleri birbirine benzemektedir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kum oranı değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında Z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.17: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kum oranı değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	56	20,96	9,16
Gebze	69	17,68	9,58

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.18: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kum yüzdesinin değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	20,96275	17,68429
Bilinen Varyans	83,99	91,78
Gözlem	69	56
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	1,939896	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,026196	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,052392	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Tablo 4.18 de görüldüğü gibi $z > 1,64$ dür. Bu durumda z değeri kritik z değerinden büyük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girerek null hipotez kabul edilmemiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul Bölgesine ait kum oranı değerleri ile Gebze Bölgesi kum oranı değerleri birbirine benzememekte olup alternatif hipotez kabul edilmiştir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kil+silt yüzdesi değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında Z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.19: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kil+silt oranı değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	56	68,77	12,28
Gebze	69	72,49	14,28

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.20: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kil+silt oranı değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	72,49911	68,77725
Bilinen Varyans	204,03	150,86
Gözlem	56	69
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	1,541468	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,061602	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,123203	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Z testinden elde edilen verilere göre $z < 1,64$ dür. Bu durumda z değeri kritik z değerinden küçük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girmemiş 0,95 güvenilir aralığında kalmıştır. Buna göre null hipotezi kabul edilmiş alternatif hipotez rededilmiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul Bölgesine ait kil+silt oranı değerleri ile Gebze Bölgesi kil+silt oranı değerleri birbirine benzemektedir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun serbest basınç dayanım değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında Z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.21: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun serbest basınç dayanım değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	30	1,40	0,53
Gebze	51	1,31	0,45

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.22: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun serbest basınç dayanımı değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	1,406	1,312157
Bilinen Varyans	0,29	0,21
Gözlem	30	51
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	0,7993	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,212058	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,424116	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Z testinden elde edilen verilere göre $z < 1,64$ dür. Bu durumda z değeri kritik z değerinden küçük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girmemiş 0,95 güvenilir aralığında kalmıştır. Buna göre null hipotezi kabul edilmiş alternatif hipotez reddedilmiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun serbest basınç dayanımı değerlerinin birbirine benzemektedir. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kohezyon değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında Z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.23: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kohezyon değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	33	0,69	0,27
Gebze	53	0,66	0,23

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.24: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kohezyon değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	0,658491	0,691212
Bilinen Varyans	0,05	0,07
Gözlem	53	33
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	-0,59108	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,277233	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,554467	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Hesaplanan z değeri kabul edilir alan içerisine düştüğünden null hipotezi kabul edilip alternatif hipotez reddedilir. İstanbul Bölgesine ait kohezyon değerleri ile Gebze Bölgesi kohezyon değerleri birbirine benzemekte olup alternatif hipotez kabul edilmiştir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun doğal birim hacim ağırlık değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında Z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.25: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun doğal birim hacim ağırlık değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	30	1,644	0,43
Gebze	51	1,91	0,08

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.26: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun doğal birim hacim ağırlık değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	1,915294	1,644
Bilinen Varyans	0,0064	0,185
Gözlem	51	30
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	3,420114	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,000313	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,000626	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Tablo 4.26 da görüldüğü gibi $z > 1,64$ dir. Bu durumda z değeri kritik z değerinden büyük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girerek null hipotez kabul edilmemiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul Bölgesine ait doğal birim hacim ağırlık değerleri ile Gebze Bölgesi doğal birim hacim ağırlık değerleri birbirine benzememekte olup alternatif hipotez kabul edilmiştir.

4.3.2.2. İstanbul ve Gebze Bölgesindeki alüvyonun ortalamalarının z testi ile karşılaştırılması

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun likit limit değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında Z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.27: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun likit limit değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	69	35,79	6,60
Gebze	31	38,51	8,25

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.28: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun likit limit değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	38,51613	35,7971
Bilinen Varyans	68,06	43,57
Gözlem	31	69
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	1,617171	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,052921	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,105841	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Z testinden elde edilen verilere göre $z < 1,64$ dür. Bu durumda z değeri kritik z değerinden küçük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girmemiş 0,95 güvenilir aralığında kalmıştır. Buna göre null hipotezi kabul edilmiş alternatif hipotez reddedilmiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul Bölgesine ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun likit limit değerleri birbirine benzemektedir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun plastik limit değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.29: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun plastik limit değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	69	20,49	4,34
Gebze	31	23,39	3,86

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.30: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun plastik limit değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	23,3871	20,49275
Bilinen Varyans	14,91	18,87
Gözlem	31	69
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	3,332237	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,000431	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,000862	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Tablo 4.30 da görüldüğü gibi $z > 1,64$ dir. Bu durumda z değeri kritik z değerinden büyük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girerek null hipotez kabul edilmemiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul Bölgesi ve Gebze Bölgesine ait plastik limit değerleri birbirine benzememekte olup alternatif hipotez kabul edilmiştir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun plastisite indisi değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında Z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.31: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun plastisite indisi değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	69	15,16	3,96
Gebze	31	15,13	5,87

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.32: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun plastisite indisi değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	15,12903	15,15942
Bilinen Varyans	15,69	34,51
Gözlem	31	69
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	-0,03029	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,487917	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,975833	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Hesaplanan z değeri kabul edilir alan içerisine düştüğünden null hipotezi kabul edilip alternatif hipotez reddedilir. İstanbul Bölgesi ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun plastisite indisi değerleri birbirine benzemektedir.

İstanbul ve Gebze bölgesine ait alüvyonun çakıl oranı değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.33: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun çakıl oranı değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	75	16,28	15,53
Gebze	31	14,52	14,15

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.34: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun çakıl oranı değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	14,52323	16,28293
Bilinen Varyans	200,43	241,4
Gözlem	31	75
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	-0,56547	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,285877	
z Kritik tek-uçlu	1,644854	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,571754	
z Kritik iki-uçlu	1,959964	

Hesaplanan z değeri kabul edilir alan içerisine düştüğünden null hipotezi kabul edilip alternatif hipotez reddedilir. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun çakıl oranı değerleri birbirine benzemektedir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kum yüzdesi değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında Z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.35: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kum oranı değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	75	28,44	16,22
Gebze	31	21,71	10,86

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.36: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kum oranı değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	21,7103	28,4444
Bilinen Varyans	118,14	263,34
Gözlem	31	75
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	-2,4886	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,00641	
z Kritik tek-uçlu	1,64485	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,01282	
z Kritik iki-uçlu	1,95996	

Hesaplanan z değeri kabul edilir alan içerisine düşmediğinden dolayı null hipotezi kabul edilmeyip alternatif hipotez kabul edilmiştir. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kum yüzdesi değerleri birbirine benzememektedir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kil+silt yüzdesi değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında Z testi uygulanmıştır.

Tablo 4.37: İstanbul ve Gebze bölgesine ait alüvyonun kil+silt oranı değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	75	55,27	21,90
Gebze	31	63,26	21,51

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.38: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kil+silt oranı değerlerine ait Z testi sonucu.

z-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	63,7665	55,2727
Bilinen Varyans	462,9	479,81
Gözlem	31	75
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Z	1,83911	
P(Z<=z) tek-uçlu	0,03295	
z Kritik tek-uçlu	1,64485	
P(Z<=z) iki-uçlu	0,0659	
z Kritik iki-uçlu	1,95996	

Tablo 4.38 de görüldüğü gibi $z > 1,64$ dir. Bu durumda z değeri kritik z değerinden büyük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girerek null hipotez kabul edilmemiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul Bölgesi ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kil+silt oranı değerleri birbirine benzememekte olup alternatif hipotez kabul edilmiştir.

4.3.3. T testi

Popülasyonun varyansı ya da standart sapması bilinmediğinde ve örneklemedeki veri sayısı küçük olduğunda ($n < 30$) örneklerin ortalamaları hakkındaki hipotezleri test etmek için kullanılır. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kohezyon ve

serbest basınç dayanımı değerlerinin sayısı 30'dan küçük olduğundan T testi uygulanmış ve ortalamaları karşılaştırılarak benzerlik ilişkisi kurulmuştur.

T testi 4.3 formül yardımı ile hesaplanır.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (4.3)$$

n_1 : Örnekteki veri sayısı

s_p^2 : Popülasyon varyansının birleştirilmiş tahmini

\bar{X}_1 : 1.Popülasyonun ortalaması

\bar{X}_2 : 2. Popülasyonun ortalaması

4.3.3.1. İstanbul ve Gebze Bölgesindeki Belgrad formasyonunun ortalamalarının t testi ile karşılaştırılması

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kuru birim hacim ağırlık değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında T testi uygulanmıştır.

Tablo 4.39: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kuru birim hacim ağırlık değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	16	1,60	0,089
Gebze	44	1,61	0,078

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.40: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kuru birim hacim ağırlık değerlerine ait T testi sonucu.

t-Test: Farklı Varyanslar Varsayarak İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	1,612688	1,606111
Varyans	0,00613	0,007935
Gözlem	44	16
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Df	24	
t Stat	0,260954	
P(T<=t) tek-uçlu	0,398177	
t Kritik tek-uçlu	1,710882	
P(T<=t) iki-uçlu	0,796354	

Hesaplanan t değeri kabul edilir alan içerisine düştüğünden dolayı null hipotezi kabul edilip alternatif hipotez kabul edilmez. Bu verilere göre İstanbul ve Gebze Bölgesine ait Belgrad formasyonunun kuru birim hacim ağırlığı değerleri birbirine benzemektedir

4.3.3.2. İstanbul ve Gebze Bölgesindeki alüvyonunun ortalamalarının t testi ile karşılaştırılması

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun serbest basınç dayanımı değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında T testi uygulanmıştır.

Tablo 4.41: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun serbest basınç dayanımı değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	11	1,48	0,49
Gebze	23	1,46	0,50

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.42: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun serbest basınç dayanımı değerlerine ait T testi sonucu.

t-Test: Farklı Varyanslar Varsayarak İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	1,464783	1,484545
Varyans	0,240362	0,257047
Gözlem	23	11
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Df	19	
t Stat	-0,10747	
P(T<=t) tek-uçlu	0,457773	
t Kritik tek-uçlu	1,729133	
P(T<=t) iki-uçlu	0,915546	

Hesaplanan t değeri kabul edilir alan içerisinde düştüğünden null hipotezi kabul edilip alternatif hipotez reddedilir. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun serbest basınç dayanımı değerleri birbirine benzemektedir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kohezyon değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında T testi uygulanmıştır.

Tablo 4.43: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kohezyon değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	11	0,74	0,25
Gebze	23	0,73	0,24

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.44: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kohezyon değerlerine ait T testi sonucu.

t-Test: Farklı Varyanslar Varsayarak İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	0,732609	0,741818
Varyans	0,060702	0,064856
Gözlem	23	11
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Df	19	
t Stat	-0,09968	
P(T<=t) tek-uçlu	0,46082	
t Kritik tek-uçlu	1,729133	
P(T<=t) iki-uçlu	0,921639	

T testinden elde edilen verilere göre $z < 1,68$ dür. Bu durumda t eğeri kritik t değerinden küçük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girmemiş 0,95 güvenilir aralığında kalmıştır. Buna göre null hipotezi kabul edilmiş alternatif hipotez reddedilmiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul Bölgesine ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun kohezyon değerleri birbirine benzemektedir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kıvam indisi değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında T testi uygulanmıştır.

Tablo 4.45: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kıvam indisi değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	41	1,16	0,30
Gebze	23	1,28	0,29

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.46: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kıvam indisi değerlerine ait T testi sonucu.

t-Test: Farklı Varyanslar Varsayarak İki Örnek		
	İSTANBUL	GEBZE
Ortalama	1,15846	1,279244
Varyans	0,089508	0,083419
Gözlem	41	23
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Df	47	
t Stat	-1,58462	
P(T<=t) tek-uçlu	0,05988	
t Kritik tek-uçlu	1,677927	
P(T<=t) iki-uçlu	0,11976	

Hesaplanan t değeri kabul edilir alan içerisinde düştüğünden null hipotezi kabul edilip alternatif hipotez reddedilir. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun serbest basınç dayanımı değerleri birbirine benzemektedir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kıvam indisi değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında T testi uygulanmıştır.

Tablo 4.47: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun likitide indisi değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	41	-0,21	0,32
Gebze	23	-0,28	0,29

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.48: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun likitide indisi değerlerine ait T testi sonucu.

t-Test: Farklı Varyanslar Varsayarak İki Örnek		
	İSTANBUL	GEBZE
Ortalama	-0,14411	-0,28043
Varyans	0,102262	0,08355
Gözlem	41	23
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Df	50	
t Stat	1,741609	
P(T<=t) tek-uçlu	0,043863	
t Kritik tek-uçlu	1,675905	
P(T<=t) iki-uçlu	0,087726	

Tablo 4.49 da görüldüğü gibi $t > 1,67$ dür. Bu durumda t değeri kritik t değerinden büyük çıkmış olup 0,05 risk alan bölgesine girerek null hipotez kabul edilmemiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi İstanbul Bölgesi ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun likitide indisi değerleri birbirine benzememekte olup alternatif hipotez kabul edilmiştir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun su içeriği değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında T testi uygulanmıştır.

Tablo 4.49: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun su içeriği değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	48	19	4,49
Gebze	23	19,3	3,05

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.50: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun su içeriği değerlerine ait T testi sonucu.

t-Test: Farklı Varyanslar Varsayarak İki Örnek		
	İSTANBUL	GEBZE
Ortalama	18,99646	19,2987
Varyans	20,19431	9,362766
Gözlem	48	23
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Df	61	
t Stat	-0,33219	
P(T<=t) tek-uçlu	0,370442	
t Kritik tek-uçlu	1,670219	
P(T<=t) iki-uçlu	0,740884	

Hesaplanan t değeri kabul edilir alan içerisine düştüğünden null hipotezi kabul edilip alternatif hipotez reddedilir. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun su içeriği değerleri birbirine benzemektedir.

İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonunun doğal birim ağırlık değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında T testi uygulanmıştır.

Tablo 4.51: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun doğal birim hacim ağırlık değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	11	1,98	0,08
Gebze	23	1,96	0,13

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.52: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun doğal birim ağırlık değerlerine ait T testi sonucu

t-Test: Farklı Varyanslar Varsayarak İki Örnek		
	İSTANBUL	GEBZE
Ortalama	1,987273	1,960435
Varyans	0,006482	0,018468
Gözlem	11	23
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Df	30	
t Stat	0,719278	
P(T<=t) tek-uçlu	0,238768	
t Kritik tek-uçlu	1,697261	
P(T<=t) iki-uçlu	0,477536	

Hesaplanan t değeri kabul edilir alan içerisinde düştüğünden null hipotezi kabul edilip alternatif hipotez reddedilir. İstanbul ve Gebze bölgesine ait alüvyonun doğal birim hacim ağırlığı değerleri birbirine benzemektedir

İstanbul ve Gebze bölgesine ait alüvyonun kuru birim ağırlık değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması amacı ile % 95 güven aralığında t testi uygulanmıştır.

Tablo 4.53: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kuru birim hacim ağırlık değerlerine ait parametreleri.

Bölge	Veri sayısı (n)	Ortalama % \bar{X}	Standart Sapma % (s)
İstanbul	15	1,70	0,08
Gebze	19	1,62	0,10

Null ve alternatif hipotezler :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2$$

Tablo 4.54: İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kuru birim hacim ağırlık değerlerine ait T testi sonucu.

t-Test: Farklı Varyanslar Varsayarak İki Örnek		
	GEBZE	İSTANBUL
Ortalama	1,622548	1,708894
Varyans	0,011618	0,006544
Gözlem	19	15
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
Df	32	
t Stat	-2,66761	
P(T<=t) tek-uçlu	0,005943	
t Kritik tek-uçlu	1,693889	
P(T<=t) iki-uçlu	0,011887	

Hesaplanan t değeri kabul edilir alan içerisinde düşmediğinden null hipotezi kabul edilmeyip alternatif hipotez kabul edilir. İstanbul ve Gebze Bölgesine ait alüvyonun kuru birim hacim ağırlığı değerleri birbirine benzememektedir.

Yapılan bu istatistiksel karşılaştırmalarından sonra her iki bölgede yer alan Belgrad formasyonu ve alüvyonun birbirine benzer ve benzemeyen değerlerinin özet tabloları Tablo 4.55 ve Tablo 4.56 da gösterilmiştir.

Tablo 4.55: İstanbul ve Gebze Bölgesi Belgrad formasyonuna ait parametrelerinin Z ve T testine göre benzerlik ve benzememe durumu.

Parametreler	Benzerlik	Benzememe
ω_n %	+	
LL %		+
PL %	+	
PI %		+
I_c	+	
L_1	+	
γ_n gr/cm ³	+	
γ_k gr/cm ³	+	
q_u (kg/cm ²)	+	
C kg/cm ²	+	
Çakıl oranı %	+	
Kum oranı %		+
Kil+silt oranı %	+	

Tablo 4.56 : İstanbul ve Gebze Bölgesi alüvyona ait parametrelerinin Z ve T testine göre benzerlik ve benzememe durumu.

Parametreler	Benzerlik	Benzememe
ω_n %	+	
LL %	+	
PL %		+
PI %	+	
I_c	+	
L_1		+
γ_n gr/cm ³	+	
γ_k gr/cm ³		+
q_u (kg/cm ²)	+	
C kg/cm ²	+	
Çakıl oranı %	+	
Kum oranı %		+
Kil+silt oranı %		+

İstanbul ve Gebze bölgesinde bulunan Belgrad formasyonuna ait mühendislik parametreleri, laboratuvar deney verilerine göre değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda; her iki bölgedeki kıvam limit değerlerinin birbirine benzer olmadığını görülmüştür. Bu da bize her iki bölgedeki Belgrad formasyonunun killi kısımlarının mineralojik bileşimlerinin farklı olduğunu göstermektedir.

Gebze Bölgesinde, likit limit değerlerinin daha yüksek olması nedeni ile killi kısımların daha çok, siltli kısımların daha az olduğunu göstermektedir. Su içerikleri plastik limit dolayında olması ve her iki bölgede yer alan Belgrad formasyonunun killi kısımlarının aşırı konsolide yani sıkışarak suyunu dışarı atma aşamasında olması nedeni ile su muhtevalarının birbirine benzer olduklarını söyleyebiliriz.

Dane boyu dağılımına baktığımız zaman ise, çakıl oranı ve kil+silt oranların benzer olduğunu, kum oranının ise benzer olmadığını görmekteyiz. Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre; Belgrad formasyonunun, İstanbul Bölgesinde kumlu seviyelerin Gebze Bölgesine göre daha çok olması farklı ortamlarda çökeldiğini ve ana kayanın farklı olduğunu göstermektedir.

İstanbul ve Gebze bölgesinde bulunan alüvyona ait mühendislik parametreleri laboratuvar deneylerine göre değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak birbiri ile karşılaştırılmıştır.

Bunun sonucunda; her iki bölgedeki kıvam limit değerlerinin birbirine benzer olduklarını görmekteyiz. Bu da bize her iki bölgedeki likit limit ve plastisite indisinin benzer olması, Gebze bölgesinde yer alan alüvyonun killi kısımlarının mineralojik bileşimlerinin benzer olduklarını göstermektedir.

Su içerikleri plastik limit dolayında olması ve her iki bölgede yer alan alüvyonun killi kısımların aşırı konsolide yani sıkışarak suyunu dışarı atma aşamasında olması nedeni ile su muhtevalarının birbirine benzer olduklarını söyleyebiliriz.

Dane boyu dağılımına baktığımız zaman ise, çakıl oranının benzer olduğu kil+silt ve kum oranlarının benzer olmadığını görmekteyiz. Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre; alüvyonun İstanbul Bölgesinde kumlu seviyelerinin daha çok olduğunu, Gebze bölgesinde ise daha az olduğunu; kil+silt oranının ise Gebze Bölgesinde daha çok olduğunu, İstanbul Bölgesinde ise daha az olduğunu görmekteyiz. İstanbul Bölgesi alüvyonların kıyı alüvyonlarını temsil ederken, Gebze Bölgesi alüvyonları ise karasal ortamı temsil etmektedir. Dolayısı ile bu değerlerin benzer olmaması alüvyonların çökeldiği ortamın farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada İstanbul ve Gebze Bölgesinde bulunan genç çökellerin laboratuvar ve arazi deney sonuçlarına göre mühendislik özellikleri değerlendirilmeleri yapılmıştır. Bu değerlendirmede istatistiksel yöntem kullanılmış her iki bölgedeki çökeller için ayrı ayrı değerlendirerek birbiri ile olan ilişkileri değerlendirilmiştir.

İstanbul bölgesinde farklı lokasyonlarında, (Pendik, Üsküdar, Maltepe, Tuzla) bölgelerinde yapılan sondaj ve araştırma çukuru çalışmaları sonucunda Belgrad formasyonunun laboratuvar ve arazi deneylerine ait veriler derlenmiş ve bir veritabanı oluşturulmuştur. Bu veritabanına göre Belgrad formasyonunun fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiş ve mühendislik jeolojisi açısından sınıflandırılmıştır. Bu verileri incelediğimizde TS 1500 zemin sınıflamasına göre genelde ince daneli zeminlerden oluştuğunu ve zemin sınıfı olarak CI (orta plastisiteli kil) sınıfında olduğunu görmekteyiz. Killi kesimleri düşük-yüksek plastisiteli ağırlıklı olarak orta plastisiteli, olarak değerlendirilmiştir. Kıvam indisi ve serbest basınç dayanımına göre ince daneli kesimlerin orta-çok katı kıvamlı olup genelde ise çok katı kıvamlı, kohezyon değerlerine göre yumuşak-katı kıvamlı genel olarak orta kıvama sahiptir. Hem doğal su muhtevasının plastik limit dolayında oluşu hem de hesaplanan likitide indislerine göre killi kesimlerin aşırı konsolide kil ve şişme potansiyelinin ise düşük-orta genelde ise düşük sınıfa girdiği sonucuna varılmıştır. Kuru birim ağırlığı değerlendirildiğinde ise çok düşük-orta ağırlıklı olarak düşük olduğu sonuçlarına varılmıştır. Arazide yapılan SPT deneyleri incelendiğinde deneylerin ince daneli zeminler üzerinde yapıldığını ve bunun sonucunda kıvam durumunun çok katı-sert arasında olduğu fakat genelde ise sert kıvamda olduğu sonuçlandırılmıştır.

Gebze Bölgesinde ağırlıklı olarak Darıca bölgesine ait yapılan sondaj ve araştırma çukurları sonucunda laboratuvar deney verileri derlenmiş ve mühendislik özellikleri belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde TS 1500 zemin sınıflamasına göre Gebze bölgesine ait Belgrad formasyonun genelde ince danelerden oluştuğu ve zemin sınıfı CI (orta plastisiteli kil) olarak belirlenmiştir. Killi kesimleri düşük-orta plastisiteli ağırlıklı olarak orta plastisiteli olduğunu söyleyebiliriz. Kıvam indisine göre ince daneli kısımların katı-çok katı kıvamlı ağırlıklı olarak çok katı kıvamda, serbest basınç dayanımına göre ise katı çok katı arasında olup daha çok katı kıvamda, kohezyon değerlerini incelediğimizde ise kıvam durumunun yumuşak-katı kıvamlı ağırlıklı olarak ise orta kıvamda olduklarını söyleyebiliriz. Killi kesimlerin aşırı konsolide kil olduğunu ve şişme potansiyeli açısından düşük-orta arasında olup genelde düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Kuru birim hacim ağırlık verileri incelendiğinde ise düşük-orta arasında ağırlıklı olarak düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Gebze Bölgesi Belgrad formasyonuna ait SPT deneyleri yapılmamış olup arazi deneyleri değerlendirilmemiştir.

İstanbul Bölgesine farklı lokasyonlarında, (Tuzla, Kadıköy, Pendik, Üsküdar, Kartal) alüvyona ait sondaj ve araştırma çukuru çalışmaları sonucunda alüvyonun laboratuvar ve arazi deneylerine ait veriler derlenmiş ve bir veritabanı oluşturulmuştur. Yapılan laboratuvar deney verilerine göre alüvyonun daha çok ince daneli zeminlerden oluştuğu ve TS 1500 zemin sınıflamasına göre CI (orta plastisiteli kil) olarak değerlendirilmiştir. Killi kesimleri düşük-yüksek plastisiteli ağırlıklı olarak orta plastisiteli olduğunu söyleyebiliriz. Kıvam indisine göre ince daneli kısımların orta-çok katı kıvamlı ağırlıklı olarak çok katı kıvamda, serbest basınç dayanımına göre ise orta çok katı arasında olup daha çok katı kıvamda, kohezyon değerlerini incelediğimizde ise kıvam durumunun yumuşak-katı kıvamlı ağırlıklı olarak ise orta kıvamda olduklarını söyleyebiliriz. Killi kesimlerin aşırı konsolide kil olduğunu ve şişme potansiyeli açısından düşük-orta arasında olup genelde düşük olarak belirlenmiştir. Kuru birim hacim ağırlık verileri incelendiğinde ise düşük-orta arasında ağırlıklı olarak orta olduğu sonucuna varılmıştır.

İstanbul Bölgesi alüvyona ait iri ve ince daneli numuneler üzerinde SPT deneyleri yapılmıştır. Bu deneylere göre iri daneli zeminlerin orta-sıkı genelde sıkı olduğu ince daneli zeminlerin ise yumuşak sert daha ziyade sert kıvamda oldukları sonuçlandırılmıştır.

Gebze Bölgesinde ağırlıklı olarak Darıca olmak üzere Eskişehir bölgelerinde alüvyona ait yapılan sondaj ve araştırma çukurları sonucunda laboratuvar deney verileri derlenmiş ve mühendislik özellikleri belirlenmiştir.

TS 1500 zemin sınıflamasına göre alüvyonun genelde ince danelerden oluştuğu ve zemin sınıfı CI (orta plastisiteli kil) olarak belirlenmiştir. Killi kesimleri düşük-yüksek plastisiteli ağırlıklı olarak orta plastisiteli olduğunu söyleyebiliriz. Kıvam indisine göre ince daneli kısımların katı-çok katı kıvamlı ağırlıklı olarak çok katı kıvamda, serbest basınç dayanımına göre ise katı çok katı arasında olup daha çok katı kıvamda, kohezyon değerlerini incelediğimizde ise kıvam durumunun yumuşak-katı kıvamlı ağırlıklı olarak ise orta kıvamda olduklarını söyleyebiliriz. Killi kesimlerin aşırı konsolide kil olduğunu ve şişme potansiyeli açısından düşük-orta arasında olup genelde düşük olduğu sonuçlarına varılmıştır. Kuru birim hacim ağırlık verileri incelendiğinde ise düşük-yüksek arasında ağırlıklı olarak düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Gebze Bölgesi alüvyona ait iri ve ince daneli numuneler üzerinde SPT deneyleri yapılmıştır. Bu deneylere göre iri daneli zeminlerin çok sıkı olduğu ince daneli zeminlerin ise çok katı kıvamda oldukları sonuçlandırılmıştır.

Yapılan istatistiksel değerlendirmeler incelendiğinde ise, İstanbul ve Gebze Bölgesindeki Belgrad formasyonların plastik limit, su muhtevası, kıvam indisi, likitide indisi, çakıl oranı, kil-silt oranı, serbest basınç dayanımı, kuru birim hacim ağırlık, doğal birim hacim ağırlık ve kohezyon değerlerinin birbirine benzer oldukları bunun yanında likit limit ve kum oranlarının ise benzer olmadıkları sonucuna varılmıştır. Her iki bölgede bulunan alüvyonun ise, likit limit plastisite indisi, çakıl oranı, serbest basınç dayanımı, kohezyon, doğal birim hacim ağırlık, kıvam indisi ve su muhtevası, değerlerinin birbirine benzer olduğu bunun yanında plastik limit, Likitide indisi, kuru birim hacim ağırlık, kum oranı ve kil+silt oranlarının benzer olmadıkları sonucuna varılmıştır.

İstanbul ve Gebze bölgesindeki yerleşim alanları tek tek ele alınması ve her alanda daha çok sayıda sondaj ve araştırma çukuru çalışmaları yapılarak bu alanlardaki genç çökellerin farklı değerlendirilmeleri ve birbirleri ile karşılaştırılmalarının yapılması önerilmiştir.

KAYNAKLAR

ABDÜSSELAMOĞLU, M.Ş., 1963 İstanbul boğazı doğusunda mostra veren Paleozoyik arazide stratigrafik ve paleontolojik yeni müşahadeler. *MTA Dergisi*, 60.

ALTINLI İ.E., 1968 “İzmit-Hereke-Korucudağ alanının jeoloji incelemesi, *MTA Dergisi* Sayı: 71.

ARIÇ, C., 1955, Haliç-Küçükçekmece gölü bölgesinin jeolojisi, Doktora Tezi, *I.T.Ü.*, 48s

BAYHAN, E.,1989 Burdur civarı alt Tersiyer kırıntılı istifinin petrolojik incelenmesi *MTA Dergisi*, 107, 109 – 118.

BAYKAL, F. ve KAYA, O., 1963 İstanbul bölgesinde bulunan Karboniferin genel Stratigrafisi, *MTA Dergisi*, 61.

BAYKAL, F. ve KAYA, O., 1965 İstanbul Silüriyeni hakkında: *M.T.A. Dergisi* 64, s. 1-7

ERGUVANLI, K., 1949 Hereke pudingleri ile Gebze taşlarının inşaat bakımından etüdü ve civarının jeolojisi. Doktora tezi, *İTÜ İnşaat Fakültesi*, 89s

HAAS, W., 1968, Das Alt paleozoikum von Bithynien (Nordwest Turkei) : N. Jb Geol. Palaont. Abh. 131, 2, s.60-68, *Stuttgart*.

IAEG 1979, Bulletin of the International Association of Engineering Geology, *England* No, 19, s. 370.

IAEG, 1981, Bulletin of the International Association of Engineering Geology, No, 24, s. 248-250.

İRTEM, O., 1968 Gebze-Muhalimköy yakınındaki İnan Vakfı’na ait okul arazisinin ve yakın çevresinin jeolojisi hakkında rapor.

O’NEILL, M. W. AND POORMAYED, N., 1980, Methodology for foundations on expansive clays. Journal of Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers, Vol. 106, No.GT12, p. 1345-1367.

KAYA, O., 1973 Paleozoic of İstanbul. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No.40, 143s.

KAYA, O., 1978, İstanbul, Ordovisiyen ve Silüriyen’i: *Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Enst.* Yayını cilt, 4, sayı, 1-2

MERİÇ, E., OKTAY, F.Y., SAKINÇ, M., GÜLEN D., EDİGER, V., MERİÇ, N., ÖZDOĞAN, M., 1991 b, KUSDİLİ-KADIKÖY-İSTANBUL) KUVATERNERİNİN SEDİMENTER JEOLJİSİ VE PALEOKOLOJİSİ. *CÜ Müh. Fak. Dergisi, Seri A-Yerbilimleri*, 8, 1, 84-91

OKAY, A. C., 1947, Geologische und petrographische Untersuchung des Gebietes zwischen Alemdağ, Karlıdağ und Kayışdağ in Kocaeli (Bithynien Türkei). *Rev. Fac. Sci. I'Univ. d'Istanbul*, ser. B, t. II, fasc. 4, istanbul.

ÖNALAN, M., 1981, İstanbul Ordovisiyen-Silüriyen İstifinin Çökölme Ortamları. *İ.Ü. Yerbilimleri Fakültesi Yayın Organı*, Cilt 2 , Sayı 3-4

ÖNALAN, M., 1982 Pendik bölgesi ile adaların jeolojisi ve sedimenter özellikleri. Doçentlik Tezi, *Istanbul Üniversitesi, Yerbilimleri Fakültesi*, 155s

ÖZDEMİR, Ü-TALAY, G-YURTSEVER, A., 1974, Kocaeli Triyası Projesi ‘Kocaeli Triyası’nın Biyostratigrafik Etüdü ‘*MTA Yayını, Cumhuriyetin 50.Yılı Yerbilimleri Tebliğleri*, S 112-122.

PACKELMANN, W., 1938 , Neue Beiträge zur Kenntnis der Geologie, Paläontologie und Petrographie der Umgegend von Konstantinopel. *Herausg.von der Preuss» Geol L.-A,9* Berlin.

PENCK, W., 1919, Grundzüge der Geologie des Bosphorus. *Veröffi des InstiU für Meereskunde^ Geol - Naturw. Reihes H. 4*, Berlin.

SAYAR C., 1955 Haliç-Küçükçekmece gölü bölgesinin jeolojisi, Doktora Tezi, *İ.T.Ü. Maden Fakültesi*.

SAYAR, C., 1962, New observations in the Paleozoic sequence of the Bosphorus and adjoining areas, Istanbul, Turkey. Symp. Band. 2. Int. Silur-Bonn-Bruxelles, 1960: 222-223.

SAYAR, C., 1979, İstanbul -Pendik kuzeyinde Kayalidere grovklarının biyostratigrafisi ve Brachiopod'lari. *ITÜ Maden Fakültesi*, İstanbul

SEYMEN, I., 1995, İzmit Körfezi ve çevresinin jeolojisi. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed. Meriç, E.), *Kocaeli Valiliği Çevre Koruma Vakfı*, 1-22.

ŞİMŞEK O., 1994, Düzce Ovası killerinin konsolidasyon özellikleri ve jeolojik evrim ile ilişkisi *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C.40, Sayı 2,9-38.

TERZAGHİ, K., and PECK, R. B, 1967, Soil Mechanics in Enginerring Practice.A Wiley İnternational Edition, 729p.

YALÇINLAR, İ., 1956, İstanbul’da bulunan graptolitli Siluriyen şistleri hakkında not: *İ.Ü. Coğrafya Enst. Dergisi*, sayı 4, sayfa 157-160.

YILMAZ I., 1999, Niksar havzası killi alüvyal zeminlerinin konsolidasyon ve şişme özelliklerinin belirlenmesine ilişkin rapor. Sivas

YILMAZ I., 2000, Mühendislik Jeolojisinde Alan Araştırılması, S 1. Ankara

YILMAZ O., 1985, Çangalmetaofiyoliti Karaderemetabazitindeki Cu ,Co , Zn , Cr ve Ni anomalileri *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C,28-159-166.

Ek-1

Tablo A-1: Gebze Bölgesi alüvyonun laboratuvar deney sonuçları

Sondaj Yeri	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	(wn)%	(γ_n) gr/cm ³	No 10 %	No 200 %	LL %	PL %	PI %	TS 1500	qu (kg/cm ²)	c=qu/2 (kg/cm ²)
Darıca	AGAL1	UD1	1	19,48	1,99	9,08	77,55	46	26	20	CI	1,44	0,72
Darıca	AGAL2	UD1	1	20,18	1,98	4,29	80,45	38	23	15	CI	1,62	0,81
Darıca	AGAL3	UD-1	1	20,73	1,92	4,07	84,89	47	31	16	MI	1,64	0,82
Darıca	AGAL4	UD1	1,5	17,85	1,94	6,76	64,8	36	21	15	CI	1,6	0,8
Darıca	AGAL5	UD1	1	17,7	1,8	6,85	55,04	33	20	13	CL	1	0,5
Darıca	AGAL6	UD1	1,3	20,84	1,82	8,7	78,02	51	30	21	MH	1,2	0,6
Darıca	AGAL7	UD1	1		2	10,05	77,65	46	27	19	CI	1,79	0,9
Darıca	AGAL8	UD1	1,2	18,69	2,05	8,12	76,52	42	26	16	MI	1,93	0,97
Darıca	AGAL9	UD1	1,5	18	1,91	8,18	86,86	39	22	17	CI	1,24	0,61
Darıca	AGAL10	UD1	1,8	25	1,91	15,75	72,12	40	20	20	CI	1,44	0,72
Darıca	AGAL11	UD1	1,5	19	1,9	12,78	69,55	47	24	23	CI	1,02	0,51
Darıca	AGAL12	UD1	1	17,7	1,8	6,85	55,04	33	20	13	CL	1	0,5
Darıca	AGAL13	UD-1	1	18	1,9	1,01	86,09	42	21	21	CI	1,16	0,58
Darıca	AGAL14	UD-1	1,5	18	1,9	4,72	76,04	38	21	17	CI	1,06	0,53
Darıca	AGAL15	UD1	2,9	22,67	2	8,74	79	40	24	16	CI	1,85	0,93
Darıca	AGAL16	UD-1	1	17,8	1,83	6,53	57,16	37	21	16	CI	1,14	0,57
Darıca	AGAL17	UD1	2	16,84	1,98	12,1	70,56	42	22	20	CI	1,77	0,89
Eskihisar	GAL1	UD-1	2,50-3,00	20	2,4	33,51	24,28	25	20	5	SC	0,75	0,37
Eskihisar	GAL1	SPT-1	3,00-3,20			52,72	17,82	27	20	7	GC		
Eskihisar	GAL1	SPT-2	4,50-4,95	18		0,07	83,08	35	25	10	CL		
Eskihisar	GAL1	SPT-3	7,50-7,95	17		1,38	87,72	41	29	12	MI		
Eskihisar	GAL1	SPT-4	12,0-12,45			24,3	38,68	35	24	11	SC		
Eskihisar	GAL2	UD-1	1,50-2,00		2,17	5,71	71,68	39	25	14	CI	1,8	0,9

Ek-1

Tablo A-1 (devam): Gebze Bölgesi alüvyonun laboratuvar deney sonuçları

Sondaj Yeri	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	(wn)%	(γ_n) gr/cm ³	No 10 %	No 200 %	LL %	PL %	PI %	TS 1500	qu (kg/cm ²)	c=qu/2 (kg/cm ²)
Eskihisar	GAL3	SPT-1	1,50-1,95			46,13	29,6	32	22	10	GC		
Eskihisar	GAL3	SPT-2	3,00-3,45			35,14	37,7	37	25	12	SM		
Eskihisar	GAL4	UD1	3,00-3,40	14,42		44,72	24,05	24	14	10	GC		
Darıca	AGAL18	UD1	1		1,96	10,51	58,54	27	17	10	CL	1,16	0,58
Darıca	AGAL19	UD-1	1,5	13,55	1,8	16,55	58,39	32	22	10	CL	0,62	0,31
Darıca	AGAL20	UD1	1	24,5	1,98	2,02	92,53	62	29	33	CH	2,40	1,20
Darıca	AGAL21	UD1	1	25,4	2,05	7,2	82,67	54	28	26	CH	2,26	1,13

Ek-2

Tablo A-2: Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun laboratuvar deney sonuçları

Sondaj Yeri	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	(wn)%	(γ_n) gr/cm ³	No 10 %	No 200 %	LL %	PL %	PI %	TS 1500	qu (kg/cm ²)	c=qu/2 (kg/cm ²)
Darıca	AGB1	UD-1	1	18,78	1,8	16,64	57,56	33	20	13	CL	1	0,5
Darıca	AGB2	UD-1	1,5	21	1,91	26,73	55,76	45	30	15	MI	0,91	0,46
Darıca	AGB3	UD-1	3	22	1,9	0,24	92,92	56	26	30	CH	1,4	0,7
Darıca	AGB4	UD-1	1	18,68	1,81	23,06	58,54	33	23	10	CL	1,08	0,54
Darıca	AGB5	UD-1	1	15,05	1,87	12,69	60,31	33	23	10	CL	1,37	0,69
Darıca	AGB6	UD-1	1		1,99	1,83	95,75	44	22	22	CI	1,77	0,89
Darıca	AGB7	UD-1	1,5	20	1,87	7,93	66,98	32	17	15	CL	0,82	0,41
Darıca	AGB8	ZEMİN	1	13,74	1,76	31,8	30,72	33	19	14	SC	0,59	0,3
Gebze	GB1	UD1	3	21,41	2	2,83	83,53	45	28	17	MI	2,04	1,02
Darıca	AGB9	UD1	1	12,72	2,09	5,85	81,35	47	25	22	CI	2,13	1,07
Darıca	AGB10	UD1	1		1,96	1,05	87,57	36	21	15	CI	1,56	0,78
Darıca	AGB11	UD1	2,5	21,5	1,82	13,99	59,28	37	21	16	CI	1,28	0,64
Darıca	AGB12	UD1	1	23	1,9	10,8	69,81	42	20	22	CI	1,12	0,56
Darıca	AGB13	UD1	1	12,77	1,97	5,31	85,59	47	25	22	CI	1,76	0,88
Darıca	AGB14	UD1	1,5	13,81	1,85	8,65	86,89	37	21	16	CI	1,14	0,57
Darıca	AGB15	UD1	1,5	19	1,78	7,94	68,43	43	22	21	CI	1,02	0,51
Darıca	AGB16	UD1	1	15,85	1,88	14,7	71,86	28	18	10	CL	1,01	0,51
Darıca	AGB17	UD1	1	12,83	1,85	5,53	79,69	41	24	17	MI	1,34	0,67
Darıca	AGB18	UD1	1	16,85	1,91	9,96	68,25	34	21	13	CL	1,18	0,59
Darıca	AGB19	UD1	1		1,98	5,84	77,67	51	30	21	MH	1,37	0,69
Darıca	AGB20	UD1	1	18	1,92	12,21	69,73	32	18	14	CL	0,82	0,41
Darıca	AGB21	UD-1	1	18,66	1,83	14,79	70,83	40	30	10	MI	1,36	0,68
Darıca	AGB22	UD-1	1,7	21,4	1,87	5,25	82,31	48	23	25	CI	1,24	0,62

Ek-2

Tablo A-2 (devam) : Gebze Bölgesi Belgrad formasyonunun laboratuvar deney sonuçları

Sondaj Yeri	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	(wn)%	(γ_n) gr/cm ³	No 10 %	No 200 %	LL %	PL %	PI %	TS 1500	qu (kg/cm ²)	c=qu/2 (kg/cm ²)
Darıca	AGB23	UD-1	1	18	1,81	14,83	57,4	30	17	13	CL	0,9	0,45
Darıca	AGB24	UD-1	1	24,37	1,94	7,29	77,68	48	31	17	MI	1,85	0,93
Gebze	GB2	UD-1	3,00-3,5	17	1,86	21,16	60,2	46	30	16	MI	1,44	0,72
Darıca	AGB25	UD1	1,7	13,33	1,87	9,69	60,92	33	20	13	CL	1,01	0,51
Darıca	AGB26	UD-1	0,7	19	1,87	13,74	55,91	33	18	15	CL	0,74	0,37
Darıca	AGB27	UD1	1	14,17	1,98	17,11	69,83	40	22	18	CI	1,76	0,88
Darıca	AGB29	UD1	2,6	22		3,08	84,08	42	28	14	MI		
Darıca	AGB30	UD1	2,5	30		2,29	62,07	54	39	15	MH		
Darıca	AGB31	UD-1	1	20	1,93	6,34	80,24	48	26	22	CI	1,08	0,54
Darıca	AGB32	UD-1	1	17,7	1,99	8,18	77,76	42	22	20	CI	2	1
Darıca	AGB33	UD-1	3,70-4,0	15,77		7,55	54,6	26	21	5	ML		
Darıca	AGB34	UD-1	1,5	17	1,87	13,77	60,07	32	19	13	CL	0,74	0,37
Darıca	AGB35	UD-1	2,5	22,72	2,06	6,56	87,25	49	28	21	MI	1,73	0,87
Darıca	AGB36	UD-1	1	17,4	1,93	21,27	50,07	37	21	16	CI	0,89	0,45
Darıca	AGB37	UD-1	1,5	18	1,81	17,37	51,04	32	22	10	CL	0,82	0,41
Darıca	AGB38	UD-1	1	21,68	1,92	3,26	91,53	43	25	18	CI	1,7	0,85
Darıca	AGB39	UD-1	1,8	21	1,91	1,17	95,43	40	22	18	CI	0,82	0,41
Darıca	AGB40	UD-1	1	16	1,9	0	69,31	31	16	15	CL	1,09	0,55
Darıca	AGB41	UD-1	1	19,81	1,99	2,75	89	46	26	20	CI	2	1
Darıca	AGB42	UD1	1		1,92	8,92	79,56	41	27	14	MI	1,29	0,65
Darıca	AGB46	UD-1	1	20,66	1,88	2,24	94,23	38	23	15	CI	0,94	0,47
Darıca	AGB47	UD-1	1,8	21	1,91	1,17	95,43	40	22	18	CI	0,82	0,41
Gebze	GB3	UD-1	3,00-3,5	20,92	1,84	18,56	51,23	33	20	13	CL	1,08	0,54

Ek-3

Tablo A-3: İstanbul Bölgesi alüvyonun laboratuvar deney sonuçları

Sondaj Yeri	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	(wn)%	(γ_n) gr/cm ³	No 10 %	No 200 %	LL %	PL %	PI %	TS 1500	qu (kg/cm ²)	c=qu/2 (kg/cm ²)
Tuzla	ALT1	SPT1	7,5-7,95			9,8	68,3	31	18	13	CL		
Tuzla	ALT2	SPT2	3,0-3,45			6,66	58,8	29	16	13	CL		
Tuzla	ALT2	UD1	5,0-5,50			5,38	50,22	26	16	10	CL		
Tuzla	ALT3	UD1	4,50-5,0			8,28	53,08	31	18	13	CL		
Tuzla	ALT2	UD1	5,0-5,50			5,38	50,22	26	16	10	CL		
Tuzla	ALT3	UD1	4,5-5,00			8,28	53,08	31	18	13	CL		
Kadıköy	ALK1	SPT	7,5			0,35	77,58	40	23	17	CI		
Kadıköy	ALK1	SPT	16,5			0,44	80,74	46	26	20	CI		
Kadıköy	ALK2	UD1	6			0,06	68,4	26	20	6	CL		
Üsküdar	ALÜ1	UD1	4,0-4,50	17	1,89	5,89	84,88	40	21	19	CI	1,59	0,54
Üsküdar	ALÜ1	SPT1	9,0-9,45	19		29,06	57,67	32	20	12	CL		
Üsküdar	ALÜ2	SPT2	3,0-3,50	18		11,98	75,09	37	22	15	CI		
Üsküdar	ALÜ2	UD2	3,50-4,0	18	1,91	1,02	91,15	42	23	19	CI	1,23	0,61
Üsküdar	ALÜ2	SPT3	6,00-6,5	18		11,1	75,85	38	22	16	CI		
Üsküdar	ALÜ3	UD1	3,50-4,0	18	1,95	0,98	91,35	42	22	20	CI	1,45	0,72
Üsküdar	ALÜ3	SPT4	9,0-9,50	16		26,33	57,2	30	19	11	CL		
Üsküdar	ALÜ4	UD1	4,0-4,50	20	1,93	2,24	89,87	37	20	17	CI	1,26	0,63
Üsküdar	ALÜ4	SPT5	6,0-6,50	20		5,06	87,32	41	22	19	CI		
Tuzla	ALT4	SPT1	10,5			6,77	50,06	27	16	11	CL		
Tuzla	ALT5	UD1	4,0-4,50	22	2,1	19,26	61,34	42	22	20	CI		
Tuzla	ALT5	SPT1	9,0-9,45			35,93	41,54	31	18	13	GC		
Tuzla	ALT6	SPT2	6,0-6,45			3,59	74,81	32	18	14	CL		
Tuzla	ALT6	UD	7,50-8,0		2,01	9,59	50,63	27	15	12	CL	1	0,5
Tuzla	ALT13	SPT2	10,5	18,8				36	20	16			
Tuzla	ALT12	SPT3	16,5	20		21,45	64,7	40	23	17	CI		

Ek-3

Tablo A-3 (devam) : İstanbul Bölgesi alüvyonun laboratuvar deney sonuçları

Sondaj Yeri	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	(wn)%	(γ) gr/cm ³	No 10 %	No 200 %	LL %	PL %	PI %	TS 1500	qu (kg/cm ²)	c=qu/2 (kg/cm ²)
Tuzla	ALT6	SPT3	13,50-13,95			41,13	35,22	30	19	11	GC		
Tuzla	ALT7	SPT1	7,50-7,95			16,38	65,04	41	21	20	CI		
Pendik	ALP1	UD-1	3,00-3,50	19,35		10,25	70,09	37	21	16	CI		
Pendik	ALP1	UD-2	4,00-4,50	25,73	2,15	21,63	50,01	35	20	15	CI-CL		
Pendik	ALP1	SPT1	4,50-4,80	20,82		47,34	24,51	29	19	10	GC		
Pendik	ALP1	SPT-2	6,00-6,45	25,9		22,18	60,3	39	22	17	CI		
Pendik	ALP1	SPT-3	7,50-7,95	22,61		3,97	82,99	40	21	19	CI		
Pendik	ALP1	SPT-4	12,0-12,45	13,87		29,37	22,22	28	16	12	SC		
Pendik	ALP1	SPT-5	15,0-15,45	22,94		34,08	31,66	33	21	12	SC		
Pendik	ALP2	UD-1	3,50-4,00	15,4	1,92	18,59	40,07	39	22	17	SC	1,5	0,75
Pendik	ALP3	UD1	3,50-4,00	13,82	1,96	19,16	40,34	38	22	16	SC	1,6	0,8
Pendik	ALP3	SPT1	4,00-4,45	12,86		35,54	48,29	45	24	21	GC		
Tuzla	ALT8	APT1	4,5			3,75	32,97	29	17	12	SC		
Tuzla	ALT8	UD1	5,50-6,00	21	1,92	4,35	53,59	40	21	19	CI		
Tuzla	ALT8	SPT1	12			2,06	33,5	38	24	14	SC		
Tuzla	ALT9	UD1	4,00-4,50	17	1,95	5,43	57,17	38	20	18	CI		
Tuzla	ALT9	SPT2	9			1,54	55,52	45	37	8	MI		
Tuzla	ALT10	UD1	2,50-3,00	12,8		9,36	50,2	33	17	16	CL		
Tuzla	ALT10	SPT1	3,00-3,45	13,06		12,44	24,82	32	17	15	SC		
Tuzla	ALT10	SPT3	6,00-6,45	17,67		0,28	68,58	30	15	15	CL		
Tuzla	ALT10	UD2	6,50-7,00	17,7	2,05	5,33	84,14	37	21	16	CI	1,92	0,96
Tuzla	ALT13	SPT1	4,5	18,9		6,32	56,78	40	21	19	CI		
Tuzla	ALT13	UD1	10	15,9	2,18							2,37	1,19

Ek-4

Tablo A-4: İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun laboratuvar deney sonuçları

Sondaj Yeri	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	(wn)%	(γ_n) gr/cm ³	No 10 %	No 200 %	LL %	PL %	PI %	TS 1500	qu (kg/cm ²)	c=qu/2 (kg/cm ²)
Pendilk	APB1	UD-1	2,7	23	2,13	17,13	52,98	40	29	11	MI	1,3	0,65
Maltepe	AMB1	UD-1	2,5	17,84	1,91	0,76	51,89	22	13	9	CL	1	0,5
Pendik	APB2	UD-1	3,3-3,50	18,09	1,87	24,45	55,66	34	21	13	CL	0,74	0,37
Pendik	BP1	UD2	7,5-7,90			1,77	82,62	41	18	23	CI		
Pendik	BP2	SPT-1	3,0-3,45	18		34,88	56,97	38	24	14	CI		
Pendik	BP2	SPT-2	4,5-4,65	17		37,71	56,15	37	21	16	CI		
Pendik	BP3	UD-1	3,0-3,50	20		26,45	56,24	41	22	19	CI		
Pendik	BP3	SPT-1	6,0-6,45	15		12,62	78,71	32	20	12	CL		
Maltepe	AMB2	UD-1	2	11	1,8	6,15	57,59	28	17	11	CL	0,72	0,36
Pendik	BP4	UD-1	3,0-3,50	19,54	1,96	6,52	64,37	36	21	15	CI	1,17	0,59
Pendik	BP4	SPT-1	3,5-3,95			5,59	64,63	43	23	20	CI		
Pendik	BP4	SPT-2	4,5-4,95			5,64	85,65	37	22	15	CI		
Pendik	BP4	SPT-3	6,0-6,35			5,45	61,03	33	20	13	CL		
Pendik	BP5	UD1	3,0-3,50	18,83	1,94	4,27	77,51	38	28	10	MI	1,12	0,56
Pendik	BP5	SPT-1	3,5-3,95			10,29	74,86	42	27	15	MI		
Pendik	BP5	SPT-2	6,0-6,30			5,3	61,21	32	22	10	CL		
Pendik	BP8	SPT-1	1,5-1,95	18,4		6,96	80,19	45	29	16	MI		
Pendik	BP8	UD-1	3,0-3,50	19,86	2	4,35	80,96	38	24	14	CI	1,17	0,59
Pendik	BP8	SPT-2	4,5-4,95	14,76		27,47	50,33	27	17	10	CL		
Pendik	APB3	UD-1	3	18,06	1,87	19,59	57,21	47	31	16	MI	0,98	0,49
Pendik	APB4	UD-1	2	16	1,9	24,72	57	30	20	10	CL	0,79	0,39
Pendik	BP9	UD-1	1,30-1,7	12,7		18,17	52,23	31	18	13	CL		
Pendik	BP9	SPT-3	4,9-4,97	25,49		3,25	87,23	37	21	16	CI		
Üsküdar	A.Ç-1	UD	2,5									2,29	1,15
Üsküdar	A.Ç-1	UD	2,0									1,77	0,89

Ek-4

Tablo A-4 (devam) : İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun laboratuvar deney sonuçları

Sondaj Yeri	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	(wn)%	(γ_n) gr/cm ³	No 10 %	No 200 %	LL %	PL %	PI %	TS 1500	qu (kg/cm ²)	c=qu/2 (kg/cm ²)
Pendik	APB5	UD-1	3,7	16	1,78	0,96	80,46	29	19	10	CL	0,95	0,43
Maltepe	AMB3	UD	3	18,12	1,9	8,53	80,33	32	20	12	CL	1,22	0,61
Pendik	BP10	UD-1	6,50-7,00		1,99	3,44	86,33	44	25	19	CI	1,79	0,9
Pendik	BP10	SPT-3	10,0-10,45			8,97	62,29	33	21	12	CL		
Pendik	BP10	UD-2	10,5-11,00		1,95	3,44	76,29	38	23	15	CI	1,56	0,78
Pendik	BP11	UD-1	2,80-3,30			2,66	68,55	40	20	20	CI		
Pendik	BP11	SPT-1	3,30-3,75	20,44		0,16	81,09	42	29	13	MI		
Pendik	BP11	SPT-2	6,00-6,45	18,13		0,86	75,84	36	26	10	MI		
Pendik	BP11	SPT-3	7,50-7,95	18,01		1,05	76,6	34	21	13	CL		
Pendik	BP11	UD-2	9,50-10,00			1,19	73,84	34	20	14	CL		
Pendik	BP12	SPT-1	3,30-3,70			7,95	59,06	37	22	15	CI		
Pendik	BP12	SPT-2	6,00-6,40			10,65	59,21	32	22	10	CL		
Pendik	BP13	UD-1	3,00-3,40			1,51	78,46	47	26	21	CI		
Pendik	BP13	SPT-1	3,40-3,80	20,89		0,45	88,77	54	30	24	CH		
Pendik	BP13	SPT-2	6,00-6,45	16,61		0,47	86,92	39	21	18	CI		
Pendik	BP13	UD-2	6,50-7,00		2	0,44	84,6	48	28	20	MI	1,9	0,95
Pendik	BP13	SPT-3	10,0-10,45	16,52		21,47	57,96	38	21	17	CI		
Pendik	BP14	SPT-1	1,50-1,95	26,46		4,91	76,28	56	31	25	MH		
Pendik	BP14	SPT-2	6,00-6,45			3,95	84,4	42	24	18	CI		
Pendik	APB6	UD-1	2,5	23,04	1,81	11,59	69,66	40	24	16	CI	0,96	0,48
Pendik	BP15	UD1	5,80-6,20			14,63	53,54	39	22	17	CI		
Üsküdar	A.Ç-1	UD	2,0									2,63	1,32
Üsküdar	A.Ç-1	UD	2,0									2,29	1,15

Ek-4

Tablo A-4 (devam) : İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonunun laboratuvar deney sonuçları

Sondaj Yeri	Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	(wn)%	(γ_n) gr/cm ³	No 10 %	No 200 %	LL %	PL %	PI %	TS 1500	qu (kg/cm ²)	c=qu/2 (kg/cm ²)
Pendik	BP16	SPT2	7,50-7,95	17,23		13,99	60,02	29	17	12	CL		
Pendik	BP17	UD1	7,00-7,50			19,77	50,23	30	20	10	CL		
Pendik	BP17	SPT1	7,50-7,95			25,28	41,34	29	20	9	SC		
Pendik	BP17	SPT2	9,00-9,45			8,14	74,33	41	23	18	CI		
Pendik	BP18	UD1	4,00-4,50		2,03	15,72	74,4	25	16	9	CL	1,09	0,55
Pendik	BP18	SPT1	10,5-10,95			2,03	94,12	42	20	22	CI		
Pendik	BP19	UD2	2,50-3,00			4,09	87,02	25	16	9	CL		
Pendik	BP19	SPT1	9,00-9,45			29,28	59,47	37	19	18	CI		
Maltepe	AMB4	UD1	3,50-4,00	22,27	1,69	25,65	65	46	26	20	CI	0,59	0,30
Pendik	BP20	SPT1	1,50-1,95			4,35	70,39	41	24	17	CI		
Pendik	APB7	UD1	2,5	16,56	1,95	21,13	63,65	29	15	14	CL	1,16	0,58
Maltepe	AMB5	UD1	2,5	17,4	1,89	10,73	51,3	44	23	21	CI	1,11	0,56
Üsküdar	A.Ç-1	UD	2									1,64	0,82
Üsküdar	A.Ç1	UD	1									2,25	1,13
Üsküdar	A.Ç-1	UD	2									1,83	0,92
Üsküdar	A.Ç-1	UD	2									2,44	1,22
Üsküdar	A.Ç-1	UD	2									1,83	0,92
Üsküdar	A.Ç-1	UD	1									1,66	0,83
Pendik	BP15	SPT1	6,20-6,45	23,08		5,55	75,53	36	23	13	CI		
Pendik	BP15	SPT2	7,50-7,95	27,97		8,54	74,33	42	27	15	MI		
Pendik	BP15	SPT3	9,00-9,45			7,41	75,28	40	26	14	MI		
Pendik	BP15	Zemin	17	19,14		16,55	50	28	16	12	CL		

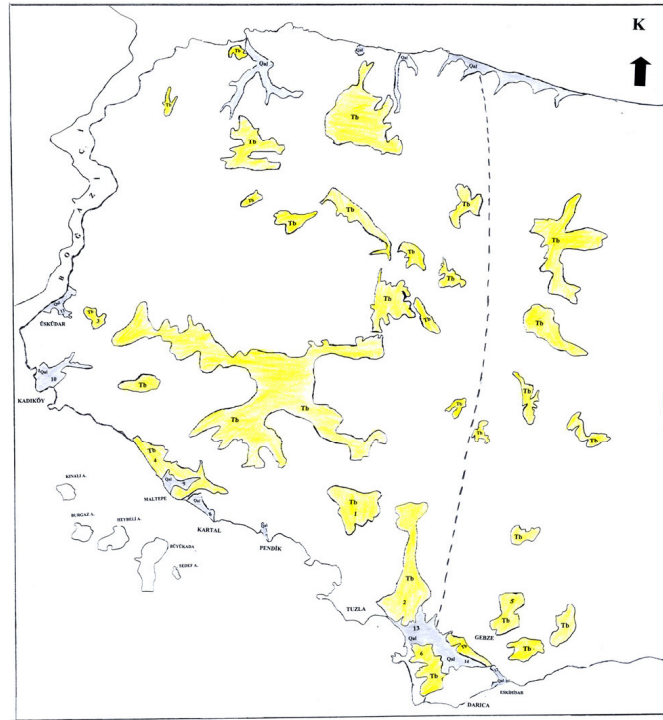
Ek-5

İstanbul Anadolu yakası ve Gebze Bölgesindeki Genç çökellerin mostra haritası arka kapakta cep bölümünde verilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Samsun'da doğdu. İlk öğrenimini Samsun'da tamamladıktan sonra orta ve lise öğrenimini İstanbul Halit Armay Lisesi'nde tamamladı. 2000 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde 1 yıl hazırlık okuduktan sonra 2005 yılında Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldu. 2006 yılından beri özel bir firmada zemin laboratuvarı bölümünde çalışmaktadır.

İSTANBUL ANADOLU YAKASI VE
GEBZE BÖLGESİNDEKİ GENÇ
ÇÖKELLERİN MOSTRA
HARİTASI



AÇIKLAMALAR

- Qal Alüvyon : çakıl-kum-kil
- Tb Belgrad formasyonu : açık sarımsı, bey renkli
kum çakıl, kil, silt
- Formasyon sınırı
- Bölgesel alan sınırı
- 1 Pendik Bölgesi Belgrad formasyonu
- 2 Tuzla Bölgesi Belgrad formasyonu
- 3 Üsküdar Bölgesi Belgrad formasyonu
- 4 Maltepe Bölgesi Belgrad formasyonu
- 5 Gebze Bölgesi Belgrad formasyonu
- 6 Darıca Bölgesi Belgrad formasyonu
- 7 Pendik Bölgesi Alüvyon
- 8 Kartal Bölgesi Alüvyon
- 9 Maltepe Bölgesi Alüvyon
- 10 Kadıköy Bölgesi Alüvyon
- 11 Üsküdar Bölgesi Alüvyon
- 12 Ekihiyar Bölgesi Alüvyon
- 13 Tuzla Bölgesi Alüvyon
- 14 Darıca Bölgesi Alüvyon

