ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Handan GÜZEL

EVAPORİTİK MİNERALLER İÇEREN KİLLİ ZEMİNLERİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2005

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EVAPORİTİK MİNERALLER İÇEREN KİLLİ ZEMİNLERİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

Handan GÜZEL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Hasan ÇETİN
Yıl: 2005, Sayfa: 109

Jüri : Doç. Dr. Hasan ÇETİN
Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Doç. Dr. Mustafa LAMAN

Bu çalışma, Adana ilinin kuzeyinde yeni imara açılan bölgelerde Handere Formasyonu içerisinde mostra veren Evaporitik minerallerin etkisini, hazırlanan saf kil ve kil+jips karışımından oluşan yapay numuneler kullanarak incelemeyi ve jeoteknik parametreleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Handere Formasyonu içerisinde önemli oranda jips mercekleri bulunmakta ve jips mercekleri ile Handere Formasyonu'nun killi seviyeleri arasındaki sınır boyunca değişik jips içeriğine sahip killi zonlar bulunmaktadır.

Çalışmaya, bölgeden örselenmiş numuneler alınarak başlanmış ve zemin mekaniği deneyleri için saf kil ve kil+jips karışımları hazırlanmıştır. Hem saf hem de jipsli karışım halindeki numuneler deney öncesi, fırın sıcaklığı (havada kurutma) 60±5 ^{0}C ve fırın sıcaklığı 110±5 ^{0}C de kurutulmuştur.

Zeminlerde adsorbe (katı), higroskopik, kapiler (kılcal), gravitasyonel (serbest) ve kristal su olmak üzere, zeminin mühendislik özelliklerini önemli ölçüde etkileyen, beş çeşit su bulunabilir. Bunlardan gravitasyonel su drenaj ile, kapiler su havada kurutma ile, higroskopik su 110±5 ^{0}C de fırında kurutma ile kaybedilirken, adsorbe (katı) su ile kristal su ancak daha yüksek sıcaklıklarda kurutma ile kaybedilir. Bundan dolayı numunenin deney öncesinde hangi sıcaklıkta kurutulduğu çok önemlidir.

Bu çalışmada hazırlanan numuneler üzerinde jips ve deney öncesi fırın kurutma sıcaklığı etkisi incelenmiş ve her ikisininde zeminlerin su içeriğini, boşluk oranını, porozitesini, tane boyu dağılım tayinlerini, şişme özelliklerini, dayanımlarını ve konsolidasyon özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Evaporitik Mineraller, Kurutma Sıcaklığı, Jeoteknik Parametreler, Zemin Suyu

ABSTRACT

MSc THESIS

GEOTECHNICAL PARAMETERS OF CLAYEY SOILS CONTAINING EVAPORITIC MINERALS

Handan GÜZEL

DEPARTMENT OF GOELOGICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Hasan ÇETİN
Year: 2005, Pages: 109

Jury : Assoc. Prof. Dr. Hasan ÇETİN
Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Assoc. Prof. Dr. Mustafa LAMAN

The aim of this study is to investigate the effects of evaporitic minerals found in the Handere formation outcropping in the newly developed northern Adana region by determining the geotechnical parameters of artificially prepared pure clay and clay-gypsum mixrtures. There are gypsum lenses in the Handere formation and along these lenses are clayey zones containing considerable amount of gypsum minerals.

First disturbed samples were taken, then artificial samples of pure clay and clay-gypsum mixtures were prepared for soil mechanics testing. Both samples were dried at both 60+/-5 C and 110+/-5 before the testing started.

There are five different types of in soils; adsobe (solid), hygroskopic, capilar, gravitational and crystal waters. Among these gravitational water can be removed from the soil by drainage, capilar water can be removed by air drying, hygroscopik water can be removed by oven drying at 110+/-5 C and adsorbe (solid) water can only be removed by oven drying at higher temperatures. Therefore, it is important to know at what temperature the samples are dried before testing.

In this study, effects of both oven temperature and gypsum content on the artificially prepared samples were investigated and it is found that they considerably affect the water content, void ration, porosity, grain size distribution, swelling, strength and consolidation charecteristics of the samples.

Key words: Evaporitic minerals, Drying temperature, Geotechnical parameters, Soil water.

TEŞEKKÜR

Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yapmış olduğum Yüksek Lisans tez çalışmamın her aşamasında bana güvenen, özeleştiri ve önerileri ile beni yönlendirip destekleyen değerli hocam tez danışmanım Doç.Dr. Hasan ÇETİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında bölüm imkanlarını kullanmamı sağlayan Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof.Dr. Fikret İŞLER'e, Jüri üyelerimden Prof.Dr. Aziz ERTUNÇ'a ve İnşaat Mühendisliği Zemin Mekaniği Laboratuvarının tüm aletleriyle çalışmalarım için kullanımına izin veren Doç.Dr. Mustafa LAMAN'a teşekkür ederim.

Çalışmam süresince yardımlarını benden esirgemeyen Arş. Gör. Mustafa FENER'e, Osman GÜNAYDIN'a ve İnşaat Mühendisliği Bölümü Arş. Gör. Taha TAŞKIRAN'a, değerli Jeoloji Mühendisi arkadaşlarım Ali GÖKOĞLU'na Mustafa KAVUZLU'ya, Fatih KARAOĞLAN'a ve Kerem BALTA'ya ayrı ayrı teşekkür ederim.

Benim bugünlere gelmemi sağlayan, maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen ve her zaman yanımda hissettiğim canımdan çok sevdiğim **aileme** teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarımın her aşamasında benimle birlikte yorulan, yardımlarını benden esirgemeyen sevgili nişanlım Jeoloji Mühendisi Bülent DERİN'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ÇİZELGELER DİZİNİ VI
ŞEKİLLER DİZİNİ VII
SİMGELER VE KISALTMALAR X
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
3. MATERYAL VE METOD 6
3.1. Materyal 6
3.2. Metod 6
3.2.1. Arazi Öncesi Çalışmalar 7
3.2.2. Arazi Çalışmaları 7
3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları 7
3.2.3.1. Özgül Ağırlık Deneyi 8
3.2.3.3. Atterberg (Kıvam) Limitleri 16
3.2.3.4. Kompaksiyon Deneyi 24
3.2.3.5. Ultrasonik Hız Deneyi 29
3.2.3.6. Serbest Sişme Deneyi 30
3.2.3.7. Konsolidasyon Deneyi 31
3.2.3.8. Kesme Kutusu Deneyi 36
3.2.4. Büro Çalışmaları 40
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 41
4.1. Genel Jeoloji 41
4.1.1. Kuzgun Formasyonu 41
4.1.2. Handere Formasyonu 41
4.1.2.1. Gökkuyu Alçıtaşı Üyesi 42
4.1.3. Kaliçi 42
4.1.4. Alüvyon 43

4.2. Adana Bölgesinin Depremselliği 45
4.3. Çalışma Alanı Heyelan Potansiyeli 47
4.4. Fırın Sıcaklığının Zeminler Üzerindeki Etkisi 48
4.5. Evaporitik Minerallerin Zeminler Üzerindeki Etkisi 49
4.6. Çalışma Konusu Zeminlerin Mühendislik Özelliklerinin İncelenmesi 50
4.6.1. Zeminlerin İndeks Özellikleri 51
4.6.1.1. Özgül Ağırlık 51
4.6.1.2. Tane Boyu Analizi 52
4.6.1.3. Atterberg (Kıvam) Limitleri Deneyi 56
4.6.2. Zeminlerin Mekanik Özellikleri 65
4.6.2.1. Kompaksiyon Deneyi 66
4.6.2.2. Ultrasonik Hız Deneyi 72
4.6.2.3. Serbest Şişme Deneyi 74
4.6.2.4. Konsolidasyon Deneyi 81
4.6.2.5. Kesme Kutusu Deneyi 87
4.7. Çalışma Konusu Zemin Numunelerinin Çapraz Karşılaştırılması 98
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 101
KAYNAKLAR 104
ÖZGEŞMİŞ 108
EKLER 109

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. Killerin aktivite değerlerine göre sınıflandırılması 24
Çizelge 4.1. Plastisite derecesinin Plastisite indisine göre belirlenmesi 59
Çizelge 4.2. Killerin aktivite değerlerinin hesaplanması. 62
Çizelge 4.3. Saf ve Jipsli zeminlerin indeks özelliklerinin karşılaştırılması 65
Çizelge 4.4. H 60 Ultrasonik hız verileri. 73
Çizelge 4.5. H 105 Ultrasonik hız verileri. 73
Çizelge 4.6. H+J 60 Ultrasonik hız verileri. 74
Çizelge 4.7. H+J 105 Ultrasonik hız verileri. 74
Çizelge 4.8. Plastisite indisine bağlı olarak şişen zeminlerin tanımlanması 78

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası. 3
Şekil 3.1. Kaynatma metodu ile özgül ağırlık deneyi. 11
Şekil 3.2. Hidrometre deneyi ile tane boyu analizi. 14
Şekil 3.3. Kıvam Limitleri Hacim–Su İçeriği İlişkisi. 17
Şekil 3.4. Casagrande aleti ve Likit Limit deneyinin yapılışı. 20
Şekil 3.5. Sıkıştırılmış bir zeminde γk-ω ilişkisi 26
Şekil 3.6. Kompaksiyon Deneyi Gerekli Araçları. 27
Şekil 3.7. Ultrasonik Hız Deney Aleti. 29
Şekil 3.8. Zeminlerin Faz Diyagramı 32
Şekil 3.9. Ön konsolidasyon basıncının Casagrande yöntemi ile bulunması 35
Şekil 3.10. Kare şekilli kesme kutusunun düşey kesit görünümü 36
Şekil 3.11. Kesme kutusu deney aleti. 37
Şekil 3.12. Kesme kutusu deneyinde c ve ø' nin belirlenmesi 39
Şekil 4.1. Çalışma Sahasının Jeolojik Haritası 44
Şekil 4.2. Adana bölgesine ait diri fay haritası 45
Şekil 4.3. Adana ili ve civarı deprem bölgeleri haritası 46
Şekil 4.4. Zemin suyu çeşitleri 48
Şekil 4.5. H 60 Tane Boyu Dağılım Grafiği. 52
Şekil 4.6. H 105 Tane Boyu Dağılım Grafiği. 53
Şekil 4.7. H+J 60 Tane Boyu Dağılım Grafiği. 53
Şekil 4.8. H+J 105 Tane Boyu Dağılım Grafiği. 54
Şekil 4.9. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak hidrometre-elek deney sonuçlarının karşılaştırılması. 55
Şekil 4.10. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak hidrometre-elek deney sonuçlarının karşılaştırılması. 56
Şekil 4.11. H 60 Numunesinin Likit Limit Grafiği ve PL,PI,RL değerleri 57
Şekil 4.12. H 105 Numunesinin Likit Limit Grafiği ve PL,PI,RL değerleri 57
Şekil 4.13. H+J 60 Numunesinin Likit Limit Grafiği ve PL,PI,RL değerleri 58
Şekil 4.14. H+J 105 Numunesinin Likit Limit Grafiği ve PL,PI,RL değerleri 58

Şekil 4.15. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak likit limit deney sonuçlarının karşılaştırılması. 60
Şekil 4.16. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak likit limit deney sonuçlarının karşılaştırılması. 61
Şekil 4.17. Modifiye Van Der Merwe (Aktivite) abağına göre H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 killerinin sınıflandırılması 62
Şekil 4.18. Genel kil minerallerinin Casagrande plastisite tablosundaki yeri..... 63
Şekil 4.19. Casagrande'nin birkaç karakteristik zemin türünü gösteren plastisite diyagramı 64
Şekil 4.20. H 60 numunesinin kompaksiyon eğrisi ve γ_k- W_{opt} değeri. 66
Şekil 4.21. H 105 numunesinin kompaksiyon eğrisi ve γ_k- W_{opt} değeri. 67
Şekil 4.22. H+J 60 numunesinin kompaksiyon eğrisi ve γ_k- W_{opt} değeri. 68
Şekil 4.23. H+J 105 numunesinin kompaksiyon eğrisi ve γ_k- W_{opt} değeri. 68
Şekil 4.24. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak kompaksiyon deney sonuçlarının karşılaştırılması. 70
Şekil 4.25. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak kompaksiyon deney sonuçlarının karşılaştırılması. 71
Şekil 4.26. Ultrasonik hız cihazının kullanımına bir örnek. 72
Şekil 4.27. H 60 numunesinin Zaman - % Şişme grafiği. 76
Şekil 4.28. H 105 numunesinin Zaman - % Şişme grafiği. 76
Şekil 4.29. H+J 60 numunesinin Zaman - % Şişme grafiği. 77
Şekil 4.30. H+J 105 numunesinin Zaman - % Şişme grafiği. 77
Şekil 4.31. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak serbest şişme deney sonuçlarının karşılaştırılması. 80
Şekil 4.32. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak serbest şişme deney sonuçlarının karşılaştırılması. 81
Şekil 4.33. H 60 numunesinin boşluk oranı-efektif gerilme grafiği. 83
Şekil 4.34. H 105 numunesinin boşluk oranı-efektif gerilme grafiği. 83
Şekil 4.35. H+J 60 numunesinin boşluk oranı-efektif gerilme grafiği..... 84
Şekil 4.36. H+J 105 numunesinin boşluk oranı-efektif gerilme grafiği..... 84

Şekil 4.37. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak konsolidasyon deneyi ile $\sigma_{ön}$, C_c ve e'nin karşılaştırılması. 85
Şekil 4.38. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak konsolidasyon deneyi ile $\sigma_{ön}$, C_c ve e'nin karşılaştırılması. 86
Şekil 4.39. H 60 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık birim-düşey deformasyon ve kesme gerilmesi grafiği. 88
Şekil 4.40. H 60 numunesi kırılma zarfı grafiği. 89
Şekil 4.41. H 105 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık birim-düşey deformasyon ve kesme gerilmesi grafiği. 90
Şekil 4.42. H 105 numunesi kırılma zarfı grafiği..... 91
Şekil 4.43. H+J 60 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık birim-düşey deformasyon ve kesme gerilmesi grafiği. 92
Şekil 4.44. H+J 60 numunesi kırılma zarfı grafiği..... 93
Şekil 4.45. H+J 105 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık birim-düşey deformasyon ve kesme gerilmesi grafiği. 94
Şekil 4.46. H+J 105 numunesi kırılma zarfı grafiği..... 95
Şekil 4.47. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak kohezyon ve içsel sürtünme açılarının karşılaştırılması..... 96
Şekil 4.48. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak kohezyon ve içsel sürtünme açılarının karşılaştırılması..... 97
Şekil 4.49. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak γ_k ve yüzde şişme FS deney sonuçlarının karşılaştırılması.. 98
Şekil 4.50. H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak kohezyon ve ultrasonik hız değerlerinin karşılaştırılması..... 99
Şekil 4.51. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak rötre limit ve şişme yüzdesi değerlerinin karşılaştırılması..... 99
Şekil 4.52. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak rötre limit ve ultrasonik hız değerlerinin karşılaştırılması. 100

SİMGELER VE KISALTMALAR

Ac	Aktivite
A_j	Mezürün kesit alanı (cm^2)
c	Kohezyon (kg/cm^2)
C_c	Sıkışma İndisi (cm^2/kg)
d	Hidrometre düzeltme değeri
D	Tane çapı (mm)
ϕ	İçsel sürtünme açısı (kayma direnci açısı) (^{o})
FS	Serbest Şişme Yüzdesi (%)
γ_k	Maksimum kuru birim hacim ağırlık (gr/cm^3)
γ_σ	Tane birim hacim ağırlığı (gr/cm^3)
G_s	Numunenin özgül ağırlığı
G_w	Suyun özgül ağırlığı
γ_ω	Deney sıcaklığındaki suyun birim hacim ağırlığı (gr/cm^3)
H	Numunenin deney başlangıcındaki boyu (mm)
H_1	Numunenin deney sonundaki boyu (mm)
J	0.002 mm'den küçük tanelerin ağırlıkça yüzdesi (kil yüzdesi) (%)
LL	Likit Limit (%)
μ	Deney sıcaklığındaki suyun viskozitesi
Mm	Kompaksiyon molt kütlesi (gr)
M_{ms}	Kompaksiyonu yapılmış numune+molt kütlesi (gr)
N	D tane çapından küçük tanelerin yüzdesi (%)
PI	Plastisite İndisi (%)
PL	Plastik Limit (%)
r	Süspansiyondaki düzeltilmiş hidrometre okuması
r_a	Deney sırasında süspansiyondaki hidrometre okuması
RL	Rötre Limit (%)
r_s	Sudaki hidrometre okuması
σ_v	Kayma yüzeyine etkiyen normal gerilme (kg/cm^2)
$\sigma_{ön}$	Ön konsolidasyon basıncı (kg/cm^2)
t	Toplam geçen zaman (dk)
t	Elastik dalganın numuneyi kat etme süresi (μ_{sn})
τ	Kayma direnci (kg/cm^2)
V	Ultrasonik Hız (m/sn)

V_H Hidrometre hacmi (cm^3)

Vm Kompaksiyon molt hacmi (cm^3)

V_{sp} Süspansiyonun hacmi (cm^3)

W_{opt} Optimum su içeriği (%)

W_{psw} piknometre + numune + su ağırlığı (gr)

W_{pw} Piknometre + su ağırlığı (gr)

W_s Kuru numune ağırlığı (gr)

Ws Numunenin su ile teması neticesinde meydana gelen boydaki artım (mm)

X Numune Boyu (mm)

Z_r Süspansiyonun yüzeyinden hidrometre hacim merkezine olan uzaklık (cm)

γ_n Islak yoğunluk (gr/cm^3)

Δe Boşluk oranı farkı

σ_{log} Efektif gerilme (kg/cm^2)

1. GİRİŞ

Mühendislik çalışmalarında zeminlerle ilgili olarak karşılaşılan problemlerin çoğu killi zeminlerden kaynaklanmaktadır. Kil taneleri etrafında serbest, kapiler (kılcal), higroskopik, adsorbe (katı) ve kristal su olmak üzere zeminlerin mühendislik özelliklerini etkileyen 5 çeşit su bulunabilir. Zemin etrafında bulunan bu sular, zeminlerin dayanımını önemli ölçüde etkilemektedir. Tanelerin kristal ağında bulunan ve o taneleri oluşturan minerallerin kimyasal formüllerinin bir parçası olan su **kristal su** olarak tanımlanmaktadır. Kristal su jips ve bazı tropikal killer dışında genelde fırında 110+/-5 ^{0}C'de kurutma ile uzaklaştırılamaz. Organik ve jips içeriği fazla olan numunelerin 110+/-5 ^{0}C'nin yerine 60+/-5 ^{0}C'de kurutulması önerilmektedir. Çünkü 60+/-5 ^{0}C'nin üzerindeki kurutmalarda organikler dekompoze olurken jips dehidratasyona uğramaktadır (Liu and Evett, 1984; ASTM D 2216-92,1993).

Uygun iklim koşullarında, buharlaşma ve terlemenin neden olduğu zemin neminin azalması sonucunda, kuruma oluşmakta ve zeminde rötre çatlakları gözlenmektedir. Düşen yağışlar ile zeminin nem muhtevası artmakta, geçirimsiz alanların altında nem birikmekte zemin şişmekte ve ciddi hasarlar oluşabilmektedir. Kurak ve yarı kurak alanlar bu tip hasarların en ciddi görüldüğü yerlerdir. Adana ili Akdeniz iklimininin tipik özelliklerini taşır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır.

Mühendislik çalışmalarında zeminlerle ilgili olarak karşılaşılan problemlerin çoğu killi zeminlerden kaynaklanmaktadır. Eğer killi bir zeminde jips gibi evaporitik mineraller varsa problemler daha da karmaşık hale gelebilmektedir.

Adana ilinin kuzeyinde mostra veren Handere Formasyonuna ait killerin evaporitik mineraller içermesi nedeniyle buralarda yazları kuruma ve kış aylarında şişme gözlenebilmektedir. Jips $CaSO_4$ ve H_2O molekülünden oluşmaktadır. Jips suyunu kaybedince anhidrit'e, anhidrit ise su alınca jipse dönüşebilmektedir. Örneğin yeraltında bulunan anhidrit yerüstünde yağmur suları etkisi ile jips'e dönüşebilmektedir. Jips bazı sedimanlar içerisinde ikincil olarak da gelişebilir. Jips eğer anhidritin su alması şeklinde oluşmuş ise oluşan hacim artışı sonucunda

tabakaların yapısını bozar. Bu çalışmanın konusunu oluşturan jips'lerin bulunduğu Kuzey Adana bölgesinin iklim şartlarından dolayı jips suyunu kaybedince anhidrit'e anhidrit ise su alınca jips'e dönüşmesi olaylarının meydana gelmesi, bu konunun Kuzey Adana yerleşim yeri içinde önemli olabileceğini, laboratuvar deneylerinin çok dikkatli yapılması ve yorumlanması gerektiğini işaret etmektedir.

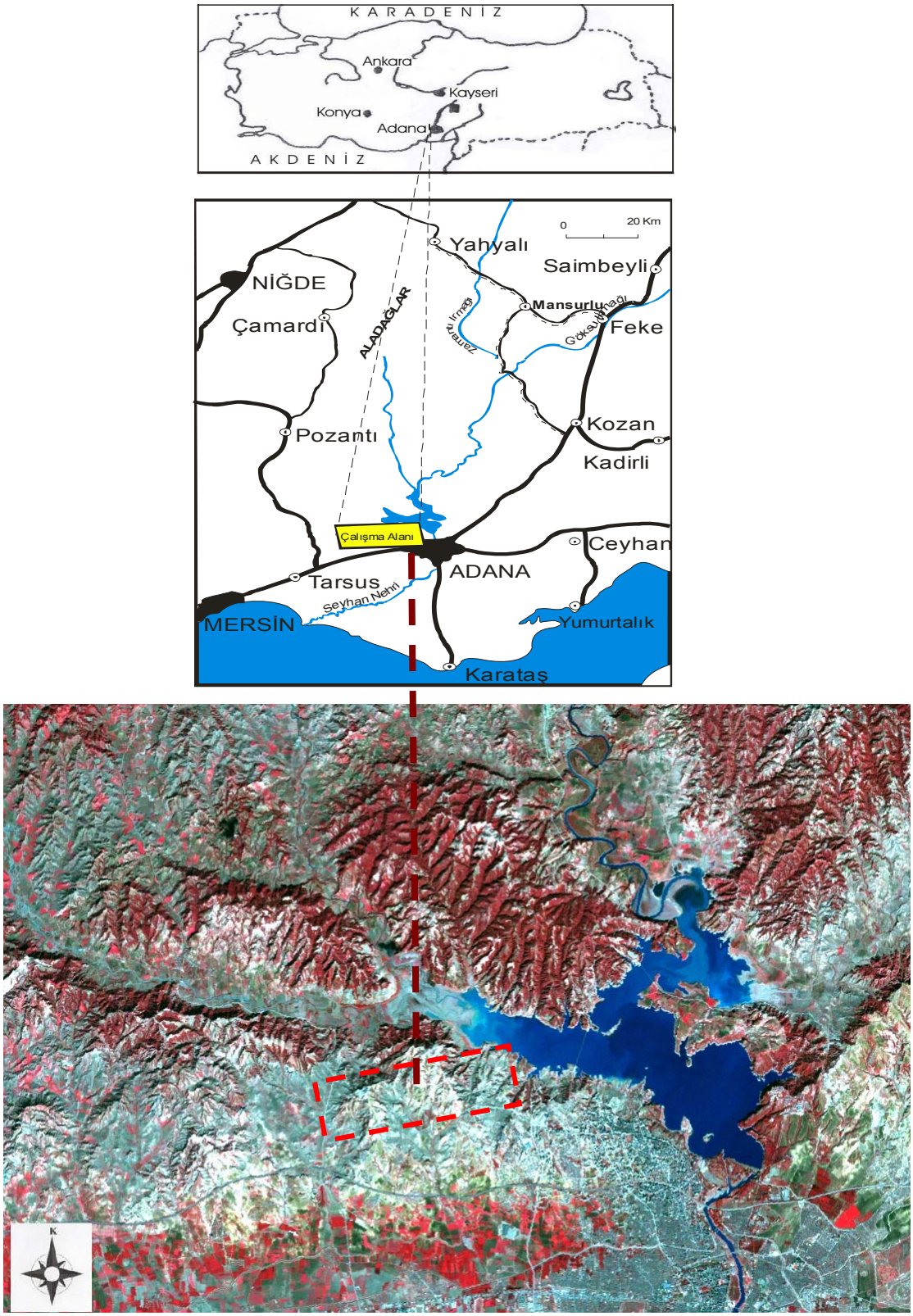
Çalışma alanı, esas olarak Adana ilinin kuzey bölümünde yeni yapılaşmanın yaygın olarak devam ettiği bölgeyi kapsamaktadır (Şekil 1.1).

Handere Formasyonunun killi seviyeleri içinde bulunan jipsler bölgede batıdan doğuya doğru başlıca Karayayla ve Topçu köylerinde, Gökkuyu'nun güneybatısında, Tömekli kuzeybatısında, Fakılar doğusunda, Karahan Köyü güneybatısında ve Adana 100. Yıl semtinin yaklaşık 1 km kuzeybatısında, Kabasakal Köyü doğusunda yüzeyde görülebilmektedir.

Yüzeyde görülen jips tabakaları ayrışarak parçalanmıştır. Bundan dolayı Handere Formasyonu içerisinde bulunan bu jips tabakalarının sınırları boyunca değişik oranlarda jips içeren killi zeminler oluşmuştur. Bu bölgeler şu an itibari ile yerleşim için imara açılmış durumdadır.

Bu çalışmanın amacı, bu zeminlerin bünyesinde bulunan jips minerallerin etkisini hazırlanan saf kil ve kil+jips karışımından oluşan yapay numuneler kullanarak incelemek ve jeoteknik parametreleri belirlemektir.

Çalışmada sıcaklık ve jips etkisini görebilmek, hazırlanan numunelerin indeks özelliklerini ve mekanik özelliklerini belirlemek için Zemin Mekaniği deneyleri (özgül ağırlık deneyi, tane boyu analizi, Atterberg (kıvam) limitleri deneyi, kompaksiyon deneyi, ultrasonik hız deneyi, şişme deneyi, konsolidasyon deneyi ve kesme kutusu deneyi) yapılmıştır.



Şekil 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası (www.mta.gov.tr).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bölgedeki çalışmalar daha çok genel jeoloji amaçlıdırlar. Bazıları şunlardır.

Schmidt (1961), bölgede stratigrafik olarak detaylı çalışmaları yapan en eski araştırmacıdır. Adana havzasının büyük bölümünü çalışmış olan araştırmacı çoğu formasyonları da isimlendirip yaşlandıran kişi olmuştur.

İlker (1975), Adana havzasında yaptığı çalışmasında kuzey kesiminin jeolojisini incelemiş ve çalışma alanının 1/50.000 ölçekli haritasını hazırlamıştır.

Yalçın ve Görür (1983), Adana havzası içinde yer alan proje alanında genellikle petrol amaçlı jeolojik çalışmalar yapmışlardır.

Kapur ve ark (1984), bölgede yaygın olarak görülen kaliçi oluşumları üzerine çalışmalar yapmışlardır.

Gürbüz (1985), Karaömerli-Akkuyu-Balcalı (Kuzey Adana) Neojen istifinin sedimenter jeolojik incelemesini yapmıştır.

Yetiş ve Demirkol (1986) tarafından yapılan "Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Jeoloji Etüdü" isimli çalışma ile Adana ili yerleşim alanının da içinde bulunduğu geniş bir alanın 1/25.000 ölçekli detay jeoloji haritası yapılmıştır.

Bu çalışmaya göre çalışma alanında yer alan birimler temel olarak Kuzgun Formasyonu, Handere Formasyonu, Gökkuyu Alçıtaşı Üyesi, Kaliçi ve Alüvyon'dan oluşmaktadır.

Literatürde çalışma alanını ilgilendirebilecek uygulamalı jeoloji amaçlı bir adet çalışmaya rastlanmıştır.

Lagap (1997), Adana Büyük Şehir Belediyesi Nazım İmar Planına esas olacak çalışmasında bölgedeki eski ve yeni heyelanları ve kaya düşmelerinin beklendiği alanları haritalayarak bu bölgeleri imar için sakıncalı olarak değerlendirmiştir.

Bölge ile ilgili olmayan ancak içerik itibari ile çalışma konusu ile ilgili olabilecek diğer çalışmalar şunlardır.

Blatt et al. (1980), "Origin of Sedimentary Rocks" isimli çalışmalarında anhidritin jipse dönüşmesi sonucu % 62'lik bir hacim artışının meydana geldiğini söylemişlerdir.

Zanbak ve Arthur (1986), Anhidritli kalsiyum sülfat içeren zeminlerde göç ve şişme-büzülme gibi ciddi yapısal hasarların oluşabileceğini, bu tip zeminlerin periyodik olarak su almasıyla hasarların daha da kötüleşeceğini belirtmişlerdir. Jips'in dehidrasyona uğramasıyla % 38'lik bir hacim azalmasına neden olacağını söylemişlerdir.

Mitchell (1993), Özellikle yarı kurak ve kurak bölgelerdeki zeminlerde kalsiyum sülfat içeriğinin çeşitli şekillerde, fazlarda ve miktarlarda önemli bir bileşen olduğunu belirtmiştir.

Ko et al. (1995), "The Transition from Weakening to Strengthening in Dehaydrating Gypsum: Evolution of Excess Pore Pressure" isimli çalışmalarında yerinde bulunan şişen kil mineralleri, kristallerindeki serbest suyu emebilme koşullarında zeminleri ağırlaştırabildiklerini, yer altı su tablası seviyesi yükselmeksizin zeminlerin şişmesine neden olabildiklerini ve yapıların konumunu değiştirebildiklerini belirtmişlerdir. Buna ek olarak jipsin kristal yapısından serbest bırakılan su boşluk basıncını etkileyerek jips tabakasında büzülme yaratabileceğini, sediman içinde gerilme durumunun değişebileceğini ve bu yüzden önemli deformasyon ve çatlamaya neden olabileceğini söylemişlerdir.

Çetin ve ark. (1998), "Zemin Mekaniği Deneylerinde Fırın Sıcaklığının Önemi" isimli çalışmalarında fırın sıcaklığının iki farklı numunede özgül ağırlık, su içeriği ve tane boyu eğrisi üzerindeki etkisini araştırmışlar ve yüksek sıcaklıklarda su içeriği ve özgül ağırlık değerlerinin düşük sıcaklıklardakinden daha yüksek çıktığını söylemişlerdir. Fırın sıcaklığının, zeminin sınıflanmasında kullanılan, tane boyu analizlerindeki yüzde geçen miktarlarını ve dolayısıylada toplam ince tane (kil ve silt) yüzdelerini etkilediğini belirtmişlerdir.

Azam et al. (2000), Çeşitli kalsiyum sülfat fazları arasında jipsin sınırsal, anhidritin ise yüksek şişme kapasitesine sahip olduğunu söylemişlerdir. Kalsiyum sülfat-kil karışımlı zeminlerde kalsiyum sülfat miktarı artınca kilin şişme potansiyelinin azaldığını ve bu karışım eğer jips ise şişme potansiyelinin daha fazla azaldığını belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışmada, Handere Formasyonu içerisinde Gökkuyu Alçıtaşı üyesi olarak haritalanan jipsler ve Handere Formasyonuna ait killer materyal olarak kullanılmıştır.

Adana baseninde Handere Formasyonu olarak haritalanan birim kiltaşı-çamurtaşı-kumtaşı ve şeyl seviyelerinden oluşmaktadır. Handere Formasyonu içerisinde Gökkuyu Alçıtaşı üyesi olarak haritalanan jipsler bulunmaktadır (Yetiş ve Demirkol, 1986). Merceksel yapıda, daha çok Handere Formasyonunun killi seviyeleri içinde bulunan jipsler bölgede batıdan doğuya doğru başlıca Karayayla ve Topçu köylerinde, Gökkuyu'nun güneybatısında, Tömekli kuzeybatısında, Fakılar doğusunda, Karahan köyü güneybatısında ve Adana 100. Yıl semtinin yaklaşık 1 km kuzeybatısında, Kabasakal köyü doğusunda yüzeyde görülebilmektedir. En çok Gökkuyu köyü civarında görüldüğü için Gökkuyu Alçıtaşı ismi verilmiştir (Yetiş ve Demirkol, 1986).

Materyal olarak kullanılan zemin numuneleri iki değişik zemin örneği, Handere Formasyonu killerinden ve Gökkuyu Alçıtaşı üyesi içindeki jipslerden oluşmaktadır. Handere Formasyonundaki killer hem saf halde hemde jipsli karışım olarak hazırlanmıştır. Karışımda jips ağırlıkça % 30, kil ise ağırlıkça % 70 oranındadır. Hem saf hemde karışım halindeki numuneler deney öncesi, fırın sıcaklığı (havada kurutma) 60±5 ^{0}C ve fırın sıcaklığı 110±5 ^{0}C de kurutulmuştur. Sonuçta H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 olarak adlandırılan 4 farklı yapay numune materyali oluşturmuştur.

3.2. Metod

Bu çalışma arazi öncesi çalışmalar, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere 4 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada çalışma sahasına (alanına) ait jeolojik harita temin edilmiştir. Bu bölge ile ilgili önceki çalışmalar derlenmiştir. İkinci aşamada ise araziye gidilerek arazi çalışmaları yapılmış, laboratuvar çalışmaları için gerekli örselenmiş numuneler alınmıştır.

Üçüncü aşamada ise araziden alınan numuneler üzerinde laboratuvar deneyleri yapılmış ve deneyler sonucunda elde edilen veriler ile arazi bulguları dördüncü aşama olan büro çalışmaları ile değerlendirilmiştir.

3.2.1. Arazi Öncesi Çalışmalar

Bu aşamada ilk olarak çalışma sahasına (alanına) ait jeolojik harita sağlanmış ve jeolojik harita üzerinde Gökkuyu Alçıtaşı üyesi içindeki jipsler gösterilmiştir. Bu bölge ile ilgili önceki çalışmalar olarak raporlar, makaleler ve tezler derlenmiştir.

3.2.2. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmalarında ilk olarak özgül ağırlık deneyi, tane boyu analizi, Atterberg (kıvam) limitleri deneyi, kompaksiyon deneyi, ultrasonik hız deneyi, şişme deneyi, konsolidasyon deneyi ve kesme kutusu deneyleri tayini için numuneler alınmıştır.

Çalışma bölgesi Adana 100. Yıl semtine yakındır ve burada jipslerden kaynaklanan heyelanlar meydana gelmiştir. Yöre halkından heyelanlar hakkında büro çalışmalarında kullanılmak üzere bilgiler alınmıştır. Heyelanlar ve jips damarlarını gösteren fotoğraflar çekilmiştir. Bu aşamalardan sonra arazi çalışmaları son bulmuştur.

3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuar çalışmalarında, çalışma sahasından alınan numuneler (örselenmiş numuneler) laboratuvara getirilerek deneylere tabi tutulmuştur. Numuneler Handere Formasyonuna ait killer ve Handere formasyonunda Gökkuyu alçıtaşı üyesi olarak haritalanmış evaporitik minerallerden oluşmaktadır. Gökkuyu Alçıtaşı Üyesindeki evaporitik minerallerden jipsler ve Handere Formasyonundaki killer öğütülerek 40 (0.425mm) nolu elek aralığında elenmiştir. Killer hem saf hem de karışım halinde hazırlanmıştır. Jipsler ağırlıkça % 30, killer ise ağırlıkça % 70 oranında karıştırılarak yeni bir yapay numune elde edilmiştir. Hazırlanan yapay numuneler iki farklı sıcaklıkta kurutulmuştur. Doğal ortamda kurutulan yani fırın

sıcaklığı 60±5 ^{0}C kurutulan numuneler H 60 ve H+J 60 olarak adlandırılmıştır. Fırın sıcaklıkları 110±5 ^{0}C olarak kurutulan numuneler ise H 105 ve H+J 105 olarak adlandırılmıştır. Hazırlanan yapay numuneler üzerinde özgül ağırlık deneyi, tane boyu analizi, Atterberg (kıvam) limitleri deneyi, kompaksiyon deneyi, ultrasonik hız deneyi, şişme deneyi, konsolidasyon deneyi ve kesme kutusu deneyleri yapılmıştır.

3.2.3.1. Özgül Ağırlık Deneyi

Özgül Ağırlık: Bir zeminin özgül yoğunluğu, belli hacimdeki zemin tanelerinin havadaki ağırlığının, aynı sıcaklıkta eşit hacimdeki saf suyun havadaki ağırlığına oranıdır.

Gerekli Araçlar

- Piknometre (50, 100, 250, 500 ml'lik piknometrelerden uygun olanı)
- Saf su
- Vakum uygulayıcı alet
- Terazi (0,01 gr duyarlıkta)
- Isıtıcı Levha
- Etüv (110 ± 5 ^{o}C sıcaklıkta)
- 1 ^{o}C hassaslığa kadar okunabilen bir termometre
- Damlalık ya da pipet

Piknometrenin Kalibrasyonu

- Piknometre yıkanır.
- Piknometre ters çevrilip 15-20 dakika beklenerek kuruması sağlanır.
- Piknometre üzerinde bulunan ve yapımcı firma tarafından konulan işarete kadar havası alınmış saf su ile doldurulur. Sudaki menüsküsün alt yüzeyi işarete getirilir.
- Piknometrenin boş kalan kısmı ve dış yüzeyleri kurulanır.
- Piknometre, içerisindeki su ile birlikte 0,01 gr duyarlıktaki bir terazide tartılır. Ağırlık kaydedilir.

- Piknometre içerisinde bulunan suyun sıcaklığının üniform olmasını sağlamak için piknometre birkaç defa baş aşağı getirilir (alt-üst edilir). Suyun sıcaklığı hassas bir şekilde kaydedilir.
- Suyun sıcaklığını mevcut oda sıcaklığının 4-5 ^{o}C altına getirebilmek için piknometre soğuk su kabına konulur. Gerekirse soğumanın hızlandırılması için buz da kullanılabilir.
- Üniform bir sıcaklık sağlanıncaya kadar son üç adımda açıklanan işlemler tekrarlanmalıdır.
- Piknometredeki suyun soğuması ile hacmi azalacağından, azalma miktarı kadar su ilave edilerek menüsküs tabanının tekrar piknometrede bulunan işaretin üzerine teması sağlanır.
- Kalibrasyon eğrisinin çizilmesinde kullanılacak üçüncü bir nokta için piknometre ve içerisindeki su ısıtılarak mevcut oda sıcaklığının yaklaşık olarak 5 ^{o}C üstüne çıkarılması sağlanır. Su ısınınca hacmi artacağından su seviyesini sabit tutabilmek için bir miktar suyun boşaltılması gerekebilir.
- Kalibrasyon eğrisinin çizilebilmesi için piknometre ve içindeki su oda sıcaklığının yaklaşık olarak 10-15 ^{o}C üstündeki (veya altındaki) sıcaklıklarda ısıtılarak en az 4 nokta (daha fazla nokta daha iyi sonuç verecektir) elde edilir.
- İçi su dolu piknometre ağırlığına karşılık, sıcaklık çizilerek kalibrasyon eğrisi (EK-1) elde edilir.

Deneyin Yapılışı

Özgül ağırlık deneyi American Society of Testing Materials ASTM D 854-92 (1993) standartlarına göre yapılmıştır. Deneyin yapılışı aşağıdaki gibidir:

- 4 no'lu elekten (bu çalışma için 40 no'lu elek) geçen, etüvde kurutulmuş kohezyonlu zeminden 20-75 gr; etüvde kurutulmuş kohezyonsuz zeminlerden ise 100-150 gr alınır. 0,01 gr hassasiyetle tartılan bu malzeme kalibre edilmiş piknometreye aktarılır.
- Üzerine piknometrenin yarısını doldurucaya kadar saf su eklenir. Böylece piknometrenin ince boyun kesiminde kalabilecek olan malzeme piknometrenin içinde yıkanmış olur.

- Karışım içerisindeki havayı çıkartmak için piknometrenin ağzından vakum uygulanır (100 mm civa basıncını geçmeyecek şekilde) ya da uygulanan kısmi vakum altında karışım yaklaşık 10 dakika süre ile yavaşça kaynatılır (Şekil 3.1). Kaynamadan sonra 10-15 dakika süre ile tekrar kısmi vakum uygulanır. Bu sırada hava kabarcıklarının çıkışını izlemek mümkündür. Kaynama sırasında karışımın taşmamasına dikkat edilmelidir.
- Hava alma işleminin sonuna doğru piknometreye ince boyun kesimindeki kalibrasyon çizgisinin yaklaşık 1-1.5 cm altına dek havası alınmış saf su eklenir. Piknometrenin dış yüzeyi ve su bulunmayan iç kısımları kağıt havlu ya da peçeteler yardımıyla kurulanır. Saf suyun havası alınıncaya dek vakum uygulanır. Vakum uygulaması kesildiğinde süspansiyon seviyesi 1 mm'den az alçalırsa süspansiyonun içindeki havanın tümünün alınmış olduğu kabul edilir.
- Piknometreye havası alınmış saf su ilave edilerek menüsküsün tabanının piknometre üzerinde bulunan kalibrasyon çizgisine kadar gelmesi sağlanır.
- Piknometrenin dış yüzeyi ve su bulunmayan iç kısımları kağıt havlu ya da peçeteler yardımıyla kurulanır.
- Piknometre, içerisindeki karışım ile birlikte 0.01 gr duyarlıklı terazi ile tartılır ve $W_{psw\,(Tx)}$ (Piknometre + kuru numune + su) olarak kaydedilir.
- Tartımdan hemen sonra karışım sıcaklığının her noktada aynı olabilmesi için piknometrenin ağzı kapatılarak birkaç defa baş aşağı getirilir (alt-üst edilir). Karışım sıcaklığı T_x olarak kaydedilir.



Şekil 3.1. Kaynatma metodu ile özgül ağırlık deneyi.

Hesaplamalar

$$G_{s\ (Tx)} = \frac{W_s \times G_{w\ (Tx)}}{W_s + W_{pw\ (Tx)} - W_{psw\ (Tx)}} \tag{3.1}$$

$G_{s\ (Tx)}$ = Zemine ait özgül ağırlık

W_s = Kuru numune ağırlığı (gr)

$W_{pw\ (Tx)}$ = T_x sıcaklığındaki piknometre + su ağırlığı (gr)

$W_{psw\ (Tx)}$ = T_x sıcaklığındaki piknometre + numune + su ağırlığı (gr)

$G_{w\ (Tx)}$ = Suyun T_x sıcaklığındaki özgül ağırlığı

3.2.3.2. Tane Boyu Analizi

Zemini oluşturan tanelerin boyutu gözle görülemeyecek boyuttan iri blok büyüklüğüne kadar değişik boyutlar gösterir. Zeminlerin katı kısmını meydana getiren taneler boy ve şekil bakımından farklıdırlar. Zeminlerin tane boyutları

çaplarına göre blok, çakıl, kum, silt ve kil olarak isimlendirilir. Zeminin boyut dağılımı gerek yoğunluk gerekse stabilite açısından önemli bir özelliktir.

Tane boyu dağılım deneylerinde amaç, verilen bir zeminde bulunan her tane boyutunun hangi oranda olduğunun saptanması ve sınıflandırılmasıdır.

İri taneli (çakıl ve kum) zeminlerde tane boyu dağılımı önceden saptanmış elek serileri ile elek analizi yapılarak tespit edilir. İnce taneli (silt ve kil) zeminlerde ise tane boyu dağılımı hidrometre yöntemi kullanılarak bulunur. Elek analizi 200 no'lu elek (0.074 mm) üzerinde kalan numuneler için uygulanırken, hidrometre analizi ise 200 no'lu elek altında kalan numuneler için uygulanmaktadır.

a) Hidrometre Analizi

Bir zeminin içerdiği tanelerin biçimi, boyutu ve bunların yüzde olarak dağılımı, özellikle iri taneli ortamlarda fiziksel ve mekanik özellikleri etkiler. Buna bağlı olarak zeminlerin sınıflandırılması öncelikle tane dağılımları özellikleri göz önüne alınarak yapılır.

İnce taneli zeminler olan silt ve killer için hidrometre analizi yapılır. Bu deneyin esası viskoz sıvı içinde düşen küreler için Stoke yasasına dayanır. Stoke yasasında, viskoz sıvı içinde düşen tanelerin nihai hızı tanenin çapına ve süspansiyon halindeki taneler ile sıvının yoğunluğuna bağlıdır. Düşüş mesafesi ve zamanı bilindiği için tanenin çapı hesaplanabilmektedir.

Gerekli Araçlar

Buharlaşma kabı, desikatör, etüv, fırça, karıştırıcı (mikser), kronometre, hidrometre, piset, terazi, termometre, 2 adet mezür, ayrıştırıcı madde olarak sodyum hegza metafosfat (kalgon), saf su, buharlaşma kabı, spatula, sabit sıcaklık banyosu.

Hidrometre analizinde kullanılan hidrometreler iki tiptir. Bunlardan birincisi 20 ^{o}C'de ve özgül ağırlığa göre derecelenmiştir. Bu derecelenmeler 0.995-1.030, 0.995-1.040, 1.000-1.060 limitleri arasında olabilir. 20 ^{o}C'de 1 litrelik süspansiyonun gram cinsinden değerini veren ikinci tip hidrometreler ise 0-50 limitleri arasında derecelenmektedir.

Karıştırıcı (Mikser), dakikadaki devir sayısı en az 10000 olan bir elektrik motoru ile dönen düşey bir şaft ucunda metalden yapılmış sökülüp takılabilir pervaneler ile ayrıştırma kabından oluşur.

Silindirik çökelme mezürleri 1000 cm^3 hacminde ve yaklaşık 45 cm yüksekliğinde 6-6.5 cm çapındaki camdan oluşmaktadır.

Deneyin Yapılışı

Hidrometre analizi American Society of Testing Materials (ASTM) D 422-63 (1993) standartlarına göre yapılmıştır. Deneyin yapılışı kısaca aşağıdaki gibidir:

- Killi zeminler için 50 gr, kumlu zeminler için ise 100 gr etüvde kurutulmuş numune alınır. Numunenin üstünü örtecek kadar saf su eklenir, karıştırılır ve numune bu şekilde 24 saat bekletilir.
- Numune saf su kullanılarak karıştırıcı kabı içerisine aktarılır.
- Sodyum hegza metafosfat (kalgon) eklenir.
- Karıştırıcıya konan bu malzeme üzerine saf su eklenerek 10 dakika süreyle karıştırılır.
- Karışım saf su kullanılarak mezüre aktarılır ve mezürün 1000 ml çizgisine kadar saf su eklenir.
- Okumalara başlamadan önce, süspansiyonun bulunduğu mezürün açık ağzı avuç içiyle kapatılarak birkaç kez baş aşağı getirilir. Böylece karışımın homojen duruma gelmesi sağlanır. Yaklaşık 60 saniye süreyle bu işlem yapılır ve 0.25., 0.50., 1., 2. dakikalarda hidrometre süspansiyondan çıkarılmadan okumalar alınır. Daha sonra hidrometre süspansiyondan çıkartılarak karışım yukarıda belirtildiği üzere tekrar çalkalama işleminden geçirilerek karışımın homojen hale gelmesi sağlanır ve ilk 2 dakika için yeni okumalar alınır. Aynı zamanlar için birbirine çok yakın son iki okuma dizileri alıncaya kadar bu işlem sürdürülür.
- Karışımın sıcaklığı ölçülür.
- Bu işlemden sonra süspansiyon tekrar karıştırılır ve ilk 2 dakika için okuma alınmadan bundan sonraki aşamalarda 5., 10., 20., 30. dakikalarda ve bunu takip eden 1., 2., 4., 8. ve 24. saatlerde hidrometre ve sıcaklık ölçümleri yapılır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Hidrometre deneyi ile tane boyu analizi.

Hesaplamalar

Deney sırasında kaydedilen hidrometre okumaları için düzeltme yapmak söz konusudur. Hidrometreler belli bir sıcaklıkta (örneğin 20 ^{o}C gibi) kalibre edilirler. Düzeltme için deney süresince her bir hidrometre okumasının alınması sırasında mezürün içindeki suyun ölçülen sıcaklığı baz alınır. Daha sonra Şekil 4.5'deki eğriden bu sıcaklığa karşılık gelen hidrometre düzeltme katsayısı belirlenir ve alınan hidrometre okumalarından düzeltme katsayısının çıkarılması ile düzeltilmiş hidrometre okuması elde edilir.

$$r = r_a - d \tag{3.2}$$

r = Süspansiyondaki düzeltilmiş hidrometre okuması

r_a = Deney sırasında süspansiyondaki hidrometre okuması

d = Hidrometre düzeltme değeri (EK-2A'daki eğri'den bulunur).

Elde edilen ölçüm değerleriyle tane çapı hesabı 2 şekilde yapılır. Bunlardan birincisi ilk 2 dakikadaki ölçümler için tane çapı hesabı, ikincisi ise 2. dakikadan sonraki ölçümler için tane çapının hesabıdır.

- İlk 2 dakikadaki ölçümler için tane çapı hesabı

Stoke kanununa göre sıvı içindeki serbest düşen bir kürenin hızı aşağıdaki formülle ifade edilir:

$$V = \frac{(\gamma_S - \gamma_W) \times 980}{30 \times \mu} \times D^2 \qquad D = \sqrt{\frac{30 \times \mu}{(\gamma_s - \gamma_w) \times 980}} \times \sqrt{\frac{Z_r}{t}} \qquad (3.3)$$

- 2 dakikadan sonraki ölçümler için tane çapı hesabı

$$D = \sqrt{\frac{30 \times \mu}{(\gamma_s - \gamma_w) \times 980}} \times \sqrt{\frac{Z_r - (V_H / 2 \times A_j)}{t}} \qquad (3.4)$$

D = Tane çapı (mm)

μ = Deney sıcaklığındaki suyun viskozitesi (puaz) (EK-3A)

γ_s = Tane birim hacim ağırlığı (gr/cm^3)

γ_w = Deney sıcaklığındaki suyun birim hacim ağırlığı (gr/cm^3) (EK-3B)

Z_r = Süspansiyonun yüzeyinden hidrometre hacim merkezine olan uzaklık (cm) (EK-2B'deki efektif derinlik eğrisinden bulunur)

V_H = Hidrometre hacmi (cm^3) (67 cm^3)

A_j = Mezürün kesit alanı (cm^2) (27,17 cm^2)

t = Toplam geçen zaman (dk)

- Geçen yüzde hesabı

Herhangi bir hidrometre okumasına karşılık bulunan D tane çapından daha küçük tanelerin yüzdesi aşağıdaki formül yardımıyla bulunur:

$$N = \frac{G_s}{G_s - 1} \times \frac{V_{sp}}{W_s} \times (r - r_s) \times 100 \qquad (3.5)$$

N = D tane çapından küçük tanelerin yüzdesi (%)

G_s = Numunenin özgül ağırlığı

V_{sp} = Süspansiyonun hacmi (cm^3)

W_s = Kuru zemin ağırlığı (gr)

r = Süspansiyondaki düzeltilmiş hidrometre okuması

r_s = Sudaki hidrometre okuması (süspansiyon ile aynı sıcaklıkta)

b) Elek Analizi

Elek analizi ASTM D 422-63 (1993) standartlarına göre yapılmış olup, deneyin yapılışı kısaca aşağıdaki gibidir:

- Mezürdeki karışım malzeme kaybedilmeksizin 200 no'lu elekten geçirilir.
- 200 no'lu eleğin üzerinde kalan numune alttan temiz su akıncaya kadar saf su ile yıkanır.
- Yıkanan bu numune saf su kullanılarak bir kurutma kabına aktarılır ve etüvde 105 ^{o}C'de kurutulur.
- Kuru numune ağırlığı bulunur.
- Kuru numune elek setine konur ve birkaç dakika mekanik çalkalayıcı ile çalkalanır.
- Her eleğin üzerinde kalan numune tartılır ve elek numarası ve açıklığı ile birlikte kaydedilir.
- Geçen yüzdeler bulunarak granülometri eğrisi (tane boyu eğrisi) çizilir.
- Deneyin başındaki ve sonundaki numune kaybı % $\pm$ 3'den fazla olmamalıdır.

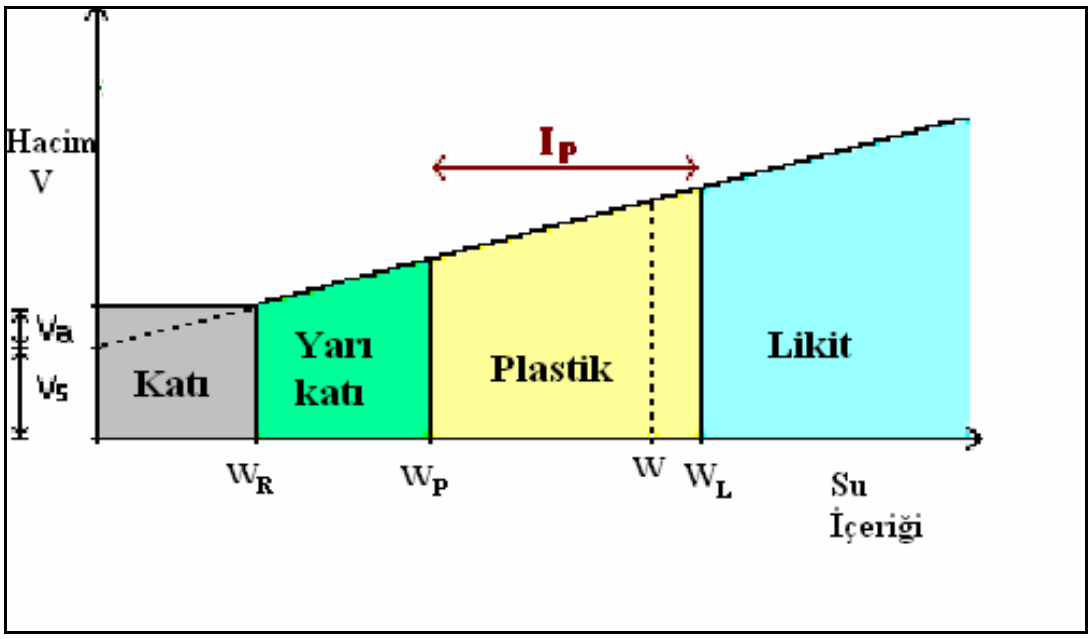
3.2.3.3. Atterberg (Kıvam) Limitleri

Atterberg (Kıvam) limitleri, zemin davranışında belirli limitlerdeki veya kritik aşamalardaki su içeriğini ifade eder. İnce taneli zeminlerin tanımlanmasında Atterberg limitleri doğal su içeriği ile beraber en önemli kavramları teşkil etmektedir. Atterberg (Kıvam) limitlerinin zemin laboratuvarındaki önemi büyük olup özellikle zeminin özelliklerini saptamada kullanılır. Örneğin bir zeminin plastiklik özelliğinin düşük veya yüksek oluşu ile killerin yağlı ve yağsız oluşu Atterberg (kıvam) limitleri ile belirlenebilir. Atterberg (Kıvam) limitleri; likit limit (LL), plastik limit (PL), ve rötre limiti (RL)'den oluşur (Şekil 3.3).

Zeminlerin kıvamı tanecikleri arasındaki adezyon kuvvetini (veya bağ

kuvvetini), yük karşısında kayma direncini ve stabilitesini, suyla değişen katılığını ve hangi su içeriğinde hangi katılığa sahip olacağını belirleyen en temel özelliktir.

Atterberg (Kıvam) limitleri ayrıca, zeminin tane boyu değerleri ile birlikte zeminlerin sınıflandırılmasında da kullanılır. Likit limit (W_L, LL), plastik limit (W_p, PL) ve doğal su muhtevası (içeriği) (W_n), ve 0.002 mm'den küçük (kil boyutu) tane boyu yüzde değerlerinden (J) faydalanılarak zeminin plastisite indisi (I_p, PI), kıvamlılık indisi (I_c), likitlik indisi (I_L, LI) ve aktivite (Ac) değerleri hesaplanıp, zemine ait çeşitli sınıflandırmalar yapılabilir.



Şekil 3.3. Kıvam Limitleri Hacim–Su İçeriği İlişkisi (Uzuner, 1998'den değiştirilerek).

Deney için numunenin hazırlanması

Kıvam Limitleri öğrenilmek istenen zemin kütlesinden bir miktar alınarak havada kurutulur. Kurutulan zemin 40 no'lu elekten elenerek yaklaşık 250-300 gr numune alınır. Numune bir kap içerisine konularak çok az miktarlarda damıtık su kademeli olarak ilave edilir ve her defasında iyice karıştırılır. Numune kabı hava almaması için plastik bir örtü ile üzeri kapatılarak desikatör içerisine konur. Burada 24 - 36 saat süreyle "kür" için bekletilir.

a) Likit Limit Deneyi

Likit Limit (LL): Zeminin kıvamlılığının artan su içeriğinde plastik halden viskoz sıvı hale dönüştüğü anda sahip olduğu su içeriği olup taşıma gücünün pratik olarak en az olduğu veya olmadığı kıvamı işaret eder.

Gerekli Araçlar

- Casagrande aleti (Likit limit aleti)
- Oluk açma bıçağı
- Saf su
- 40 no'lu elek
- Terazi (0.01 gr duyarlılıkta)
- Etüv (Numuneyi kurutmak için gerekli fırın) (110 ± 5 ^{o}C sıcaklıkta)
- Numune kapları (numaralı)
- Porselen kap
- Spatula
- Desikatör
- Cam Plaka

Casagrande Aleti (Likit Limit Aleti)'nin Ayarlanması

Deneye başlamadan önce Casagrande aletindeki (likit limit aletindeki) pirinç kabın sert plastiğe düşüş yüksekliğinin 1 cm olup olmadığı kontrol edilmelidir.

- Casagrande aletindeki numune konulan kabın (pirinç kap) sert plastiğe düşüş yüksekliğinin 1 cm olması gerekir.
- Bu yüksekliğin kontrolu için en kesiti kare 1 cm boyutlarında olan standart oyuk açma bıçağının sapı kullanılabilir.
- Deney aleti ve oyuk açma bıçağı her deneyden önce temiz, kuru ve çalışır durumda olmalıdır.

Deneyin Yapılışı

Likit limit deneyi American Society of Testing Materials ASTM D 4318-84 (1993) standartlarına göre yapılmıştır. Deneyin yapılışı aşağıdaki gibidir:

- Kürünü tamamlamış olan numune desikatörden alınır üzerine saf su eklenerek bir porselen kap içerisinde spatula ile karıştırılır.
- Hazırlanan bu numuneden bir parça alınarak Casagrande aletindeki (likit limit aletindeki) pirinç kap içine konur. Maksimum yüksekliği tabana paralel olarak düzlenir.
- Oluk açma bıçağı kullanılarak zemin belirgin bir şekilde iki eşit kısma bölünür. Bu işlem yapılırken oluk açma bıçağı pirinç kap yüzeyine dik olarak tutulmalıdır.
- Likit limit aletindeki kol saat yönünün tersi yönünde saniyede 2 devirlik bir hızla çevrilerek zeminin iki parçasının oluk tabanında 1 cm boyunca birleşmesini sağlayacak darbe sayısı saptanır.
- Su içeriğinin belirlenmesi için, birleşen kısımdan kuru ve temiz spatula ile bir miktar (yaklaşık 10 gr) yaş numune alınıp ağırlığı bilinen bir kaba (numune kabına) konulur.
- 0,01 gr duyarlıklı bir terazide kap+yaş numune tartılarak ağırlığı kaydedilir.
- Numune kuruması için etüve konur ve 24 saat beklenir.
- 24 saat sonunda etüvde kurutulan numunenin kuru ağırlığının belirlenmesi ile numunenin su muhtevası (içeriği) saptanır.
- Daha sonra kaptaki malzeme porselen kaba alınır ve su içeriği arttırılarak yeni bir darbe sayısı saptanır. Bu işlemlere 10 ile 50 arasında en az 5 darbe sayısı saptanıncaya kadar devam edilir. Saptanan her darbe sayısı için su içeriği belirlenir (Şekil 3.4).
- Her denemede elde edilen su içeriğine karşı darbe sayısı, yarı logaritmik bir grafik kağıdı üzerine işaretlenir. Bu işlem için, su içeriği değerleri ordinat ekseni boyunca, darbe sayısı logaritmik apsis ekseni boyunca işaretlenir. Elde edilen noktalardan uygun biçimde bir doğru geçirilir ve bu doğru üzerinde 25 darbeye karşılık gelen su içeriği değeri zeminin likit limit (LL) değerini verir.

b) Plastik Limit Deneyi

Plastik Limit (PL): Zeminin artan su içeriğinde yarı katı halden plastik

kıvama geçtiği su içeriğidir. Zemin bu kıvamda yüke maruz kalırsa geçici deformasyondan ziyade kalıcı deformasyon gösterdiğinden dolayı PL değeri plastiklik sınırını işaret eden su içeriğidir.



Şekil 3.4. Casagrande aleti ve Likit Limit deneyinin yapılışı.

Gerekli Araçlar

- Geniş cam plaka (levha)
- Saf su
- Terazi (0.01 gr duyarlıkta)
- Etüv (110±5 ^{o}C sıcaklıkta)
- Numune kapları (numaralı)
- Spatula

Deneyin Yapılışı

Plastik limit deneyi ASTM D 4318-84 (1993) standartlarına göre yapılmış olup deneyin yapılışı aşağıdaki gibidir:

- Kürünü tamamlamış olan numune desikatörden alınarak üzerine saf su eklenerek homojen bir duruma gelene ve plastik olana kadar spatula ile karıştırılır.
- Numune cam üzerine konarak avuç içi ile 3 mm çapında silindirik parçalar elde edilinceye kadar yuvarlanır. Bu yoğurma ve yuvarlama işlemine 3 mm çapındaki zemin yüzeyinde çatlamalar ve kopmalar meydana gelinceye kadar devam edilir.
- Zemin istenilen özelliklere ulaştığında en az 5 gr'lık numune bir kaba konur.
- 0,01 gr duyarlıklı bir terazide kap + yaş numune tartılarak ağırlığı kaydedilir.
- Nunume kuruması için etüve konur ve 24 saat beklenir.
- 24 saat sonunda etüvde kurutulan numunenin kuru ağırlığının belirlenmesi ile numunenin su muhtevası (içeriği) (W_n) saptanır.
- Bütün bu işlemler birkaç defa daha yapılarak su içeriği değerleri bulunur ve bu değerlerin ortalaması alınarak plastik limit (PL) değeri belirlenir.

c) Büzülme (Rötre) Limit deneyi

Büzülme (Rötre) Limit (RL) : Zeminin su içeriği değiştikçe hacim değiştirmesi belli bir aralıkta doğrusal iken belli aralıkta eğriseldir. Eğrisellikten doğrusallığa geçtiği noktadan çizilen teğet ile hacim değişikliği yapmadığı yani hacminin sabit kaldığı noktadan çizilen teğetin kesiştiği nokta büzülme limitini veya başka bir deyişle hacim değişiminin bittiği limiti verir.

Gerekli Araçlar

- Hacmi bilinen cam kaplar
- Civa
- 0,01 g duyarlıkta terazi
- Cam levha
- Geniş bir taşırma kabı
- Sıcaklığı 110±5 C^0 olan laboratuar fırını (etüv)

Gerekli Ölçümler

- Deneyde kullanılacak kapların darası
- İçerisine likit limitin % 10 üzerinde su içeriğine sahip zemin numunesi doldurulmuş kap+yaş numune kütlesi
- Kap+kuru numune kütlesi
- İçerisi civa ile doldurulmuş kabın kütlesi
- Kurutulmuş numunenin civa içerisine batırılması sonucu taşan civanın kütlesi

Deneyin Yapılışı

- Zemin kitlesini temsil edecek şekilde alınmış numune 40 numaralı elekten elenir. Likit limit ve plastik limit deneylerinde olduğu gibi saf su ile karıştırılarak, su içeriği likit limitin yaklaşık % 10 üzerinde olacak biçimde, zemin pastası haline getirilir.
- Kabın içerisi, zemin pastasının kaba yapışarak kuruma sırasında çatlamasını önlemek için yağlanır. Kap tartılarak darası kaydedilir.
- Zemin pastası, büzülme limiti için kullanılacak kap içerisine üç eşit kalınlıktaki tabaka halinde içerisinde hava kabarcığı kalmayacak biçimde yerleştirilir. Kabın üzeri düzeltilir ve kütlesi kaydedilir.
- Zemin pastası büyük çatlaklar oluşmaması için önce oda sıcaklığında kurumaya terk edilir (7-8 saat). Sonra 110±5 ^{0}C'lik etüve konularak sabit kütleye ulaşana kadar bekletilir (20-24 saat). Kuruyan zemin etüvden çıkartılarak tartılır ve kütlesi kaydedilir (W_k).
- Deneyde kullanılan kap hafifçe taşacak biçimde cıva doldurularak üzerine cam bir levha konularak bastırılıp fazlalıklar taşırılır. Taşan civa alınarak civa şişesine boşaltılır. Deney kabında kalan civa ise üzeri ölçeklendirilmiş bir cam kaba boşaltılarak hacmi okunur. Böylece zemin pastasının deney başlangıcındaki hacmi (V_y) (cm^3) bulunur. Başka bir deyişle deney kabı içerisindeki civa tartılarak bulunan kütle (g) civanın yoğunluğu olan 13,53 g/$cm^{3'}$e bölünerek hacmi bulunabilir.
- Zemin pastasının kuruduktan sonraki hacmi (V_k) ise şu biçimde elde edilir. Deneyde kullanılan cam kap civa ile doldurulur. Kabın üzerine düz bir

cam levha ile bastırılarak civanın fazlalıkları taşırılır. Kap içerisindeki civa ile birlikte tartılır. Kuru zemin civanın üstüne yavaşça konularak üzerine cam levha ile yavaşça bastırılarak zeminin civa içerisine batması sağlanır. Bu işlem yapılırken kap içerisindeki civanın taşmasına izin verilir. Deney kabının civa ve kuru zemin numunesi ile tamamen dolu olması sağlanır. Kuru numune kap içerisinden dikkatlice çıkartılır. Sonra bu kap içerisinde kalan civa ile birlikte tartılır. Bu kütle ile kabın tamamen civa ile dolu iken ölçülen kütlesi arasındaki fark kuru zeminin hacmine eşit hacimdeki civanın kütlesini vermektedir. Bu kütle (g), civanın yoğunluğu olan 13,53 g/cm^{3}'e bölünerek kuru numunenin hacmi (V_k) bulunur. Ya da kuru numunenin taşırdığı civa bir kapta toplanarak üzeri ölçekli bir cama boşaltılıp kuru numunenin hacmi doğrudan buradan okunabilir.

- Zemin pastasının kurutma sırasında çatlayarak küçük parçalara bölünmesi halinde deney tekrarlanmalıdır. Numunenin büyük birkaç parçaya ayrılması talinde ise her bir parçanın hacmi ayrı ayrı elde edilmelidir.

Hesaplamalar

Büzülme (Rötre) limitinin hesabı için önce deney başlangıcındaki su içeriği (W) bulunur. Sonra zemin hacmindeki azalma:

$$\Delta V = V_y - V_k \qquad (3.6)$$

buradan büzülme (Rötre) limiti aşağıdaki gibi bulunur:

$$R_L = W - \frac{\Delta V}{W_k} * 100 \qquad (3.7)$$

Büzülme (Rötre) oranı (R): Bu oran zeminin hacminde meydana gelen değişmenin zeminin etüvde kurutulduktan sonraki hacmine oranı olarak tanımlanır ve zeminin su içeriğindeki değişmelere bağlı olarak hacminde oluşacak değişimler hakkında bilgi verir.

$$R = \frac{W_k}{V_k} \qquad (3.8)$$

Yukarıdaki eşitlikten görüldüğü gibi Rötre oranı (R) zeminin kuru ağırlığının kuru numune hacmine oranı olmaktadır.

d) Plastisite İndisi (PI) ve Aktivite (Ac)

Plastisite İndisi (PI): Zeminin plastik kıvamda bulunduğu aralığı temsil ederek hacim değiştirme ve kohezyon özelliklerini belirler. Zeminin su içeriği belli bir miktardan daha fazla arttığında kohezyon azalır. Bu azalmanın nedeni, kil tanelerinin etrafındaki su bir nevi yağlanma yaratarak birbirleri üzerinde kaymaya çalışmasından kaynaklanmaktadır.

$$PI = LL - PL \tag{3.9}$$

PI = Plastisite indisi (%)

LL = Likit limit (%)

PL = Plastik limit (%)

Aktivite (Ac): Killerin su içeriğine bağlı olarak hacimlerinde meydana gelen değişmeyi gösteren Aktivite plastisite indisinin, zeminin 0.002 mm çapına karşılık gelen yüzde geçen değerine oranı olarak tanımlanır.

$$Ac = \frac{I_p}{J} \tag{3.10}$$

Ac = Aktivite

I_p = Plastisite indisi (%)

J = 0.002 mm'den küçük tanelerin ağırlıkça yüzdesi (kil yüzdesi) (%)

Çizelge 3.1. Killerin aktivite değerlerine göre sınıflandırılması (Skempton, 1953).

AKTİVİTE (A_C)	**SINIFLAMA**
< 0.75	**AKTİF OLMAYAN KİLLER**
0.75 – 1.25	**NORMAL KİLLER**
> 1.25	**AKTİF KİLLER**

3.2.3.4. Kompaksiyon Deneyi

Zeminlere sıkıştırma enerjisi tatbik edilerek zemin içindeki hava boşluklarını azaltmak, zeminin katı tanelerini birbirleri içerisinde daha sıkı olacak

şekilde yeniden yerleşmelerini sağlamak ve zeminin hacmini azaltmak yani yoğunluğunu artırmak için yapılan işleme zemin kompaksiyonu denilir.

Laboratuarda sıkıştırma (kompaksiyon) deneyinin amacı; verilen bir zemin için belli bir sıkıştırma enerjisinde en büyük sıkışmayı yani ‘en büyük kuru birim hacim ağırlığı(γ_k)’nı sağlayacak belirli ölçüdeki su içeriğinin yani ‘optimum su içeriğinin (W_{opt})’ saptanmasıdır.

Bir zemin, sabit (belli) bir kompaksiyon enerjisi ile değişik su muhtevalarında sıkıştırıldığında; Şekil 3.5'de görüldüğü üzere, artan su muhtevası ile kuru birim hacim ağırlığı önce artmakta, maksimum bir değere ulaşmakta sonra da azalmaktadır. Bu ilişki şöyle açıklanabilir:

1. bölgede, zeminde yeterli su bulunmadığı için tanelerin daha az boşluklara yerleşmek üzere hareket etmeleri, taneler arası sürtünme kuvvetlerinden dolayı zordur. Zira, su taneler arası bir yağlama etkisi yapmaktadır.

3. bölgede zeminde fazla su bulunduğundan ve suyun da pratik olarak sıkışmaz olmasından dolayı, zeminin boşluk hacmi fazla azaltılamamaktadır.

2. bölgede ise sıkışma en yüksek olmakta, kuru birim hacim ağırlık maksimum değere ulaşmaktadır. Kuru birim hacim ağırlığının (diğer bir deyişle sıkıştırmanın) en yüksek olduğu durumdaki su muhtevasına, optimum su muhtevası denilir. En iyi sıkıştırma optimum su muhtevasında elde edildiği için, arazideki sıkıştırma; sıkıştırılacak zeminin optimum su muhtevasına sahip olması sağlanarak yapılır. Bir zeminin optimum su muhtevası, laboratuarda yapılan Proctor (kompaksiyon) deneyi ile belirlenir.

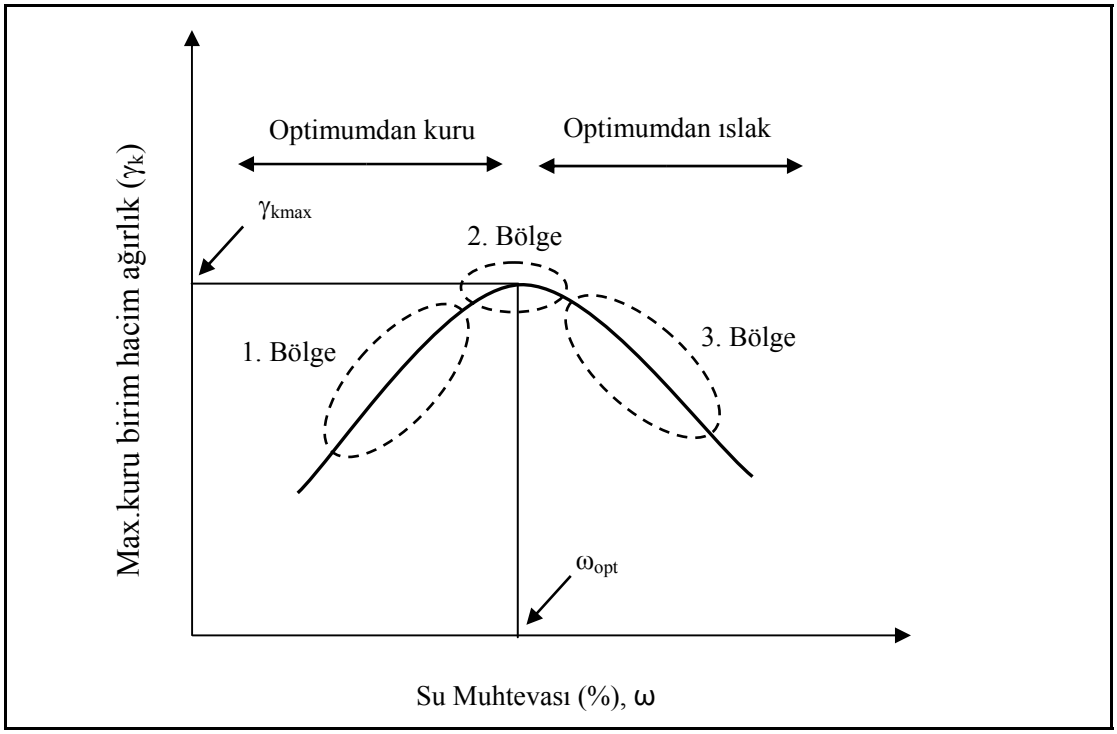
Zeminin cinsine göre farklı sıkıştırma yöntemleri uygulamak gerekir. Geçirimsiz zeminlerin diğer bir değimle geçirimsizliği sağlayacak ölçüde ince malzeme bulunduran zeminlerin laboratuarda sıkıştırılması ve arazi sıkıştırma denetiminde standart proktor deneyi temel olarak alınır.

Gerekli Araçlar

Kompaksiyon deneyi için gerekli araçlar Şekil 3.6’da gösterilmiştir.

- 4 no’lu elek (bu çalışma için 40 no’lu elek)
- Standart kompaksiyon moltu (944 cm^3)
- 2.5 kg’lık kompaksiyon tokmağı

- Terazi (0.01 gr. duyarlıklı)
- Damıtık(saf) su
- Etüv
- Rutubet kapları, Numune karıştırma kabı
- Spatula ve düzgün çelik cetvel
- Desikatör ve Kriko



Şekil 3.5. Sıkıştırılmış bir zeminde γk-ω ilişkisi (Uzuner, 1998'den).

Deney için numunenin hazırlanması

Kompaksiyon deneyi yapılmaya başlamadan önce zemin kütlesinden bir miktar alınarak havada kurutulur. Kurutulan zemin 4 no'lu elekten (bu çalışma için 40 no'lu elek) elenerek her bir deney (ortalama 6 deney) için yaklaşık 2000 gr numune alınır. Numune bir kap içerisine konularak çok az miktarlarda damıtık su kademeli olarak ilave edilir. Bu işlem her numunede damıtık su miktarı artırılarak tekrarlanır ve her defasında iyice karıştırılır. Numune kabı hava almaması için plastik bir örtü ile üzeri kapatılarak desikatör içerisine konur. Burada 24 - 36 saat süreyle "kür" için bekletilir.



Şekil 3.6. Kompaksiyon Deneyi Gerekli Araçları.

Deneyin Yapılışı

Kompaksiyon deneyi ASTM (American Society of Testing Materials) D 678-91 (1993) standartlarına göre yapılmıştır.

- Kürünü tamamlamış olan numune desikatörden alınarak standart proctor moltun içine 5-7 cm yükseklikte bir katman oluşturacak şekilde konur. Molt içindeki malzemenin yüzeyi hafifçe bastırılarak düzeltilir. Belirli yükseklikten düşen tokmakla, 25 darbe vurularak malzeme sıkıştırılır.
- Sıkıştırılan bu tabakanın üstü spatula ile çizilir. Yeterli ölçüde malzeme molta konularak diğer tabakalar için sıkıştırma işlemine devam edilir.
- Moltun üst yükseltme halkası, halka ile moltun birleşim noktasından numunede kopma olmaması için döndürülerek çıkartılır.

- Molt yüksekliğinden fazla olan (fazla kısım 0.5-1 cm arasında olmalı) sıkıştırılmış numune bıçak ile merkezden kenarlara doğru tıraşlanarak moltun üst yüzeyinden düzgün ve paralel bir şekilde kesilir.
- Moltun dış yüzeyindeki malzemeler iyice temizlendikten sonra molt alt tabladan çıkarılır, numune ve molt tartılır.
- Numune molttan çıkarılarak su içeriğinin belirlenebilmesi için 110±5 sıcaklıktaki etüvde kurutulur.
- Yapılacak her kompaksiyon için bu işlemler tekrarlanır.

Hesaplamalar

Numunenin ıslak yoğunluğu,

$$\gamma_n = \frac{M_{ms} - M_m}{V_m} \tag{3.11}$$

Burada γ_n= Islak yoğunluk (gr/cm^3)

M_{ms} = Kompaksiyonu yapılmış numune+molt kütlesi (gr)

M_m = Kompaksiyon molt kütlesi (gr)

V_m = Kompaksiyon molt hacmi (cm^3)

Numunenin kuru yoğunluğu,

$$\gamma_k = \frac{\gamma_n}{1+W} \tag{3.12}$$

Burada W = Numune su içeriği

Sıfır hava boşluğu çizgisinin çizilmesi,

$$S_r = \frac{G_s * \gamma_w}{1 + \frac{(W * G_s * \gamma_w)}{S}} \tag{3.13}$$

Burada G_s = Numunenin özgül yoğunluğu (gr/cm^3)

S = Numunenin % olarak doygunluk derecesi

γ_w = Suyun yoğunluğu (gr/cm^3)

W = Numune su içeriği

S_r = Sıfır hava boşluğu çizgisi

3.2.3.5. Ultrasonik Hız Deneyi

Kuru örnekler üzerinde ultrasonik hız değeri numuneyi kat etme yolunun (numune boyunun), numuneyi kat etme zamanı ölçülerek hesaplanır. Ultrasonik hız değeri aşağıdaki bağıntı yardımıyla bulunur.

- Optimum su içeriğinde hazırlanan 4 farklı numune kompaksiyon deneyiyle sıkıştırılarak 110±5 ^{0}C sıcaklıklı etüvde kurutulur. Kurutulan numunelerin boy uzunlukları alınarak uçları yağlanır.
- Numuneler ultrasonik hız deney aletinin (Şekil 3.7) metalden yapılmış alıcı-verici kafaları arasına yerleştirilip elastik dalganın karottan geçiş süresi mikro saniye cinsinden ölçülür.

$$V = \frac{X}{t} \tag{3.14}$$

Burada;

V = Ultrasonik Hız (m/sn)

X = Numune Boyu (mm)

t = Elastik dalganın numuneyi kat etme süresi (μ_{sn})



Şekil 3.7. Ultrasonik Hız Deney Aleti.

3.2.3.6. Serbest Sişme Deneyi

Yanal deformasyonu önlenmiş zeminin su alarak doygun hale gelmesinde meydana gelebilecek hacimsel değişimin yüzde olarak belirlenmesidir.

Serbest şişme yüzdesi (FS) : Ödometre koşullarında, sürşarj gerilmeleri altında, örselenmemiş veya örselenmiş zemin numunelerinin suya doygun duruma gelinceye kadar göstermiş olduğu düşey deformasyonun, numunenin ilk yüksekliğine olan oranıdır.

Genellikle, deney başlangıcında numuneye uygulanan basıncın 7 kPa ve daha az olması halinde, elde edilen şişme "serbest şişme (free swell)" olarak alınır.

Gerekli Araçlar

- Ödometre aleti
- Terazi (0.01 gr. duyarlıklı)
- Çelik cetvel
- Spatula ve Bıçak
- Etüv

Deney için numunenin hazırlanması

Örselenmiş numuneler 40 no'lu elekten elenerek belirli su içeriğinde karıştırılıp 24-36 saat süre ile desikatörde kür için bekletilir. Kürü tamamlanmış numune ring içine alınır. Kenarları çelik cetvel ile alt ve üst yüzeyleri tıraşlanarak düzeltilir. Deneyi eş zamanlı başlatmak için aynı numuneden iki tane hazırlanır. Numunelerin ilk yüksekliği 0,01 mm duyarlıkta ölçülür. Ödometre aletinde ring içindeki numunelere 3,5 kg'lık ön yükleme uygulanarak 24 saat bekletilir ve 1,784 kg/cm^2 basınçla sıkışmış bir zemin numunesi elde edilmiş olunur. Deneylerin biri bir gün sonunda bitirilir ve numunenin yüksekliği ikinci kez 0.01 mm duyarlıkta ölçülüp fiziksel özellikleri hesaplanır. Ring içindeki 1,784 kg/cm^2 basınçla sıkışmış diğer numune boşaltılır ve elastik şekil değiştirmelere izin verildikten sonra 4,9 kPa'lık sürşarj yükünde şişme deneyine tabi tutulur.

Deneyin Yapılışı

- Tıraşlanıp ring içine alınan ve yüksekliği 0,01 mm ölçülen numune şişme aleti (ödometre) içine yerleştirilir.
- Gösterge sıfırlanır.
- Hücreye numuneyi örtecek şekilde su verilir.
- 100 gr'lık (4,9 kPa) sürşarj yükü uygulanır.
- Belirli zaman aralıklarında okumalar yapılır.
- Okumaların sabit kalması üzerine zaman tespiti yapılır.
- Okumaların değişmediği zamandan sonra numune, 6 saat daha bekletilerek şişmenin sona erdiği tespit edilir, değer yazılır.

Hesaplamalar

- Kaydedilen son okumadan, deney başlangıcındaki numune boyu çıkarılarak serbest şişme boyu bulunur.

$$\Delta H = H_1 - H \quad \text{(mm)} \qquad (3.15)$$

- Numunenin su alarak şişmesiyle meydana gelen boy artımı, numunenin deneye başlandığı andaki boyuna oranı şişme yüzdesini verir.

$$FS = \frac{\Delta H}{H} * 100 \qquad (3.16)$$

Burada,

FS = Serbest Şişme Yüzdesi (%)

ΔH = Numunenin su ile teması neticesinde meydana gelen boydaki artım (mm)

H = Numunenin deney başlangıcındaki boyu (mm)

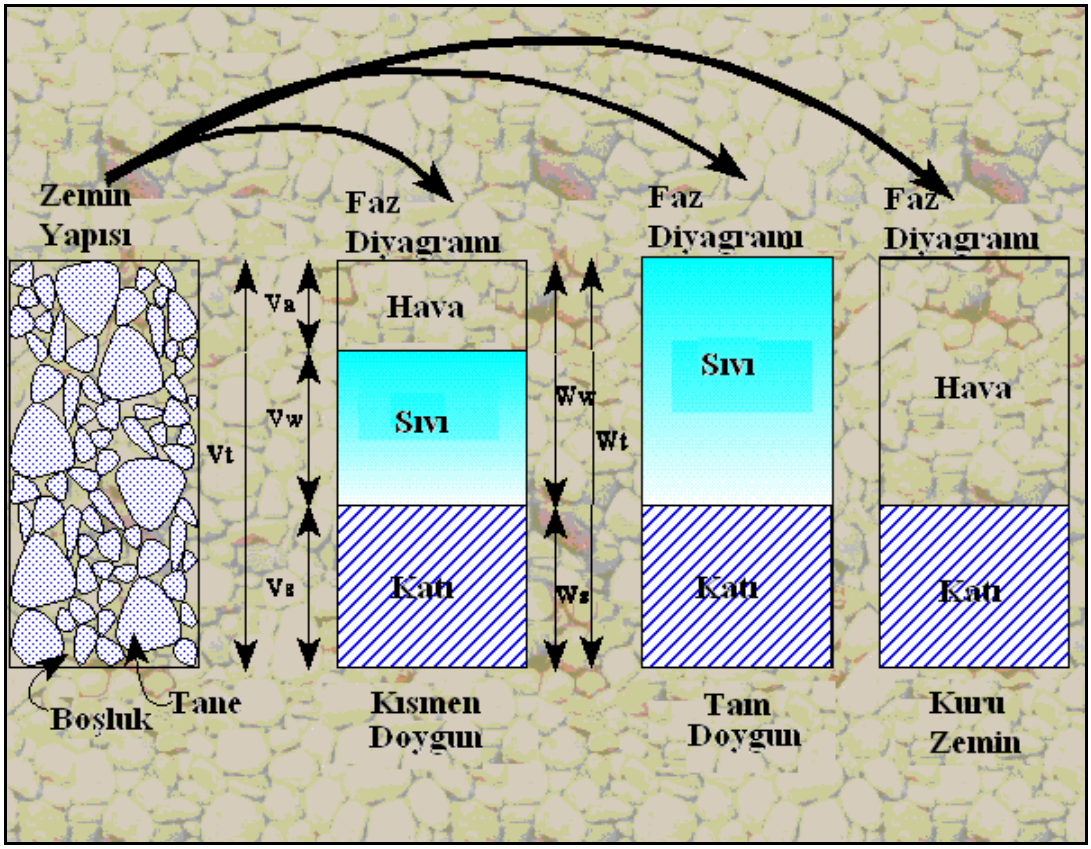
H_1 = Numunenin deney sonundaki boyu (mm)

3.2.3.7. Konsolidasyon Deneyi

Herhangi bir bina, toprak dolgu veya yeni bir yapı yapıldığı zaman, bunların altında bulunan zeminin, içinde bulunduğu gerilme koşullarının değişmesine neden olur. Gerilme koşullarında meydana gelen artış dolayısıyla yapı altında bulunan zeminde sıkışmalar veya oturmalar meydana gelir.

Konsolidasyon : Yanal deformasyonları önlenmiş olan suya doygun veya kısmen doygun bir zeminin alt ve üst yüzeyinden drenaj imkanı sağlanarak, zeminin düşey yük altında zamana bağlı olarak sıkışmasına konsolidasyon denir.

Zemin üç değişik fazdaki malzemenin oluşturduğu bir sistemdir. Katı taneler, taneler arasındaki boşlukların tamamıyla veya kısmen sıvı yada gazla dolu olması durumu zeminin değişik fazlarda bulunma şeklidir. Genellikle sıvı madde su olup, gaz ise havadır. Taneler arası boşluklar tamamen suyla dolu ise zemin tam doygun durumdadır (Katı+Sıvı). Taneler arasındaki boşluklar hava ile dolu ise zemin tam kuru durumdadır (Katı+Hava). Taneler arası boşluklar kısmen su ile dolu ise zemin kısmi doygun durumdadır (Katı+Sıvı+Hava) (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Zeminlerin Faz Diyagramı (Uzuner, 1998'den değiştirilerek).

Konsolidasyon geçirgenliği düşük, tamamıyla suya doygun zeminlerin taneler arasındaki boşluk suyunun zemin içinden dışarıya sızmasıyla meydana gelen kademeli bir hacim azalmasıdır. Suya doygun ince taneli bir zemin düşey yönde yüklemeye tabi tutulduğu zaman, yükün meydana getirdiği düşey gerilme zemin

içerisindeki boşluk suyu basıncı tarafından karşılanır. Zamanla efektif gerilmenin artarak boşluk suyu basıncının azalmasıyla zemin içerisindeki su zemin dışına sızmaya başlar ve zemin hacminde kademeli bir azalma oluşur. Boşluk suyunun sızması sabit bir gerilme altındaki zeminin hacmindeki azalmanın durmasına kadar devam eder. Bu durumda zemin tamamıyla konsolide durumdadır.

Gerekli Araçlar

- Ödometre aleti
- Terazi (0.01 gr. duyarlıklı)
- Çelik cetvel
- Spatula ve Bıçak
- Etüv (110±5 ^{0}C)
- Alt ve üst yüzeye yerleştirmek için poroz taşları
- Desikatör
- Kronometre
- Dial indikatör
- Ağırlıklar
- Numune kapları
- Süzgeç kağıdı

Deney için numunenin hazırlanması

Örselenmiş numuneler 40 no'lu elekten elenerek belirli su içeriğinde karıştırılıp 24-36 saat süre ile desikatörde kür için bekletilir. Kürü tamamlanmış numune ring içine alınır. Kenarları çelik cetvel ile alt ve üst yüzeyleri tıraşlanarak düzeltilir. Deneyi eş zamanlı başlatmak için aynı numuneden iki tane hazırlanır. Numunelerin ilk yüksekliği 0,01 mm duyarlıkta ölçülür. Ödometre aletinde ring içindeki numunelere 3,5 kg'lık ön yükleme uygulanarak 24 saat bekletilir ve 1,784 kg/cm^2 basınçla sıkışmış bir zemin numunesi elde edilmiş olunur. Deneylerin biri bir gün sonunda bitirilir ve numunenin yüksekliği ikinci kez 0.01 mm duyarlıkta ölçülüp fiziksel özellikleri hesaplanır. Ring içindeki diğer numune konsolidasyonu bitene kadar yüklemeye tabi tutulur.

Deneyin Yapılışı

Konsolidasyon deneyi ASTM (American Society of Testing Materials) D 2435 (1993) standartlarına göre yapılmıştır.

- 50 mm çapında 20 mm yüksekliğinde disk şeklinde örselenmiş veya örselenmemiş bir zemin numunesi altına ve üstüne gözenekli ve geçirgen özelliklere sahip poroz taşları yerleştirildikten sonra ödometre içerisine konur ve üzerine statik bir yük uygulanır.
- Numunenin kalınlığındaki değişim dial indikatör yardımıyla kaydedilir.
- Zemin uygulanan yük altında tamamıyla konsolide olduğu zaman ilk yükün iki katı kadar bir yükle yeniden yüklenir ve kalınlıktaki değişim kaydedilir. Bu işlem son yüklemeye kadar devam edilir.
- Uygulanan son yük altında zemin tamamen konsolide olduktan sonra yük bir seferde veya birkaç seferde boşaltılır ve zemin kalınlıklarındaki değişim kaydedilir.
- Her yük artışı sonundaki boşluk oranı ve deney sonu su muhtevası hesaplanır.

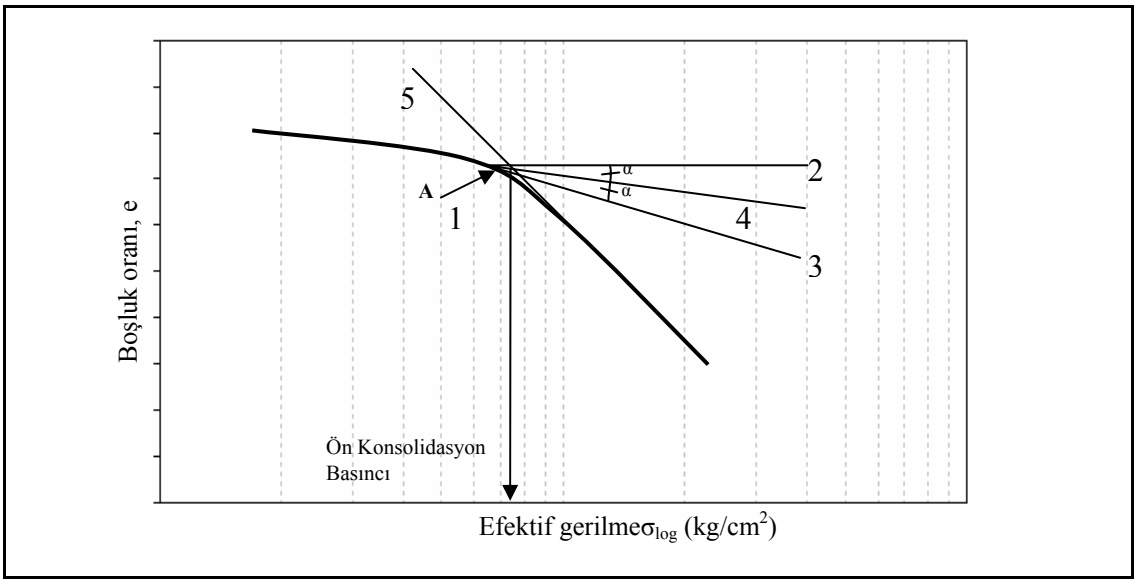
Hesaplamalar

Konsolidasyon deneyi sonucu logaritma efektif gerilmeye karşılık boşluk oranı çizgisi çizilir. Şekil 3.9'da gösterildiği gibi zeminin geçmişte etkisi altında kaldığı maksimum efektif gerilme bulunur.

- Eğri çizilirken;

1. Göz kararı ile boşluk oranı – efektif konsolidasyon basıncı eğrisinin en küçük yarıçap değerine sahip olduğu veya maksimum eğilme veya bükülme noktası (A noktası) belirlenir,
2. Bu noktadan geçecek yatay bir doğru çizilir,
3. Bu noktadan geçen ve eğriye teğet bir çizgi çizilir,
4. Bu iki doğrunun açıortayı olan doğru çizilir,
5. Boşluk oranı – efektif konsolidasyon basıncı eğrisinin doğrusal kısmını açı ortayı doğrusu ile çakışacak şekilde uzatılır. Kesişme noktasından dikey olarak

efektif konsolidasyon basıncı eksenine indirdiğimizde bulacağımız değer numunemizin geçmişte görmüş olduğu en yüksek efektif gerilme değerini verecektir.



Şekil 3.9. Ön konsolidasyon basıncının Casagrande yöntemi ile bulunması (Casagrande 1936).

➤ Sıkışma İndisi : Şekil 3.9'da bakir sıkışma eğrisinin eğimi olarak tanımlanır.

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log \sigma_2 - \log \sigma_1} = \frac{\Delta e}{\log \frac{\sigma_2}{\sigma_1}} \qquad (3.17)$$

Burada;

C_c : Sıkışma İndisi (cm^2/kg)

Δe : Boşluk oranı farkı

σ_{log} : Efektif gerilme (kg/cm^2)

➤ Sıkışma Katsayısı aşağıdaki bağıntı ile tanımlanır.

$$a_v = \frac{\Delta_e}{\Delta_\sigma} = \frac{e_1 - e_2}{\sigma_2 - \sigma_1} \qquad (3.18)$$

Burada ;

a_v : Sıkışma Katsayısı (cm^2/kg)

Δe : Boşluk oranı farkı

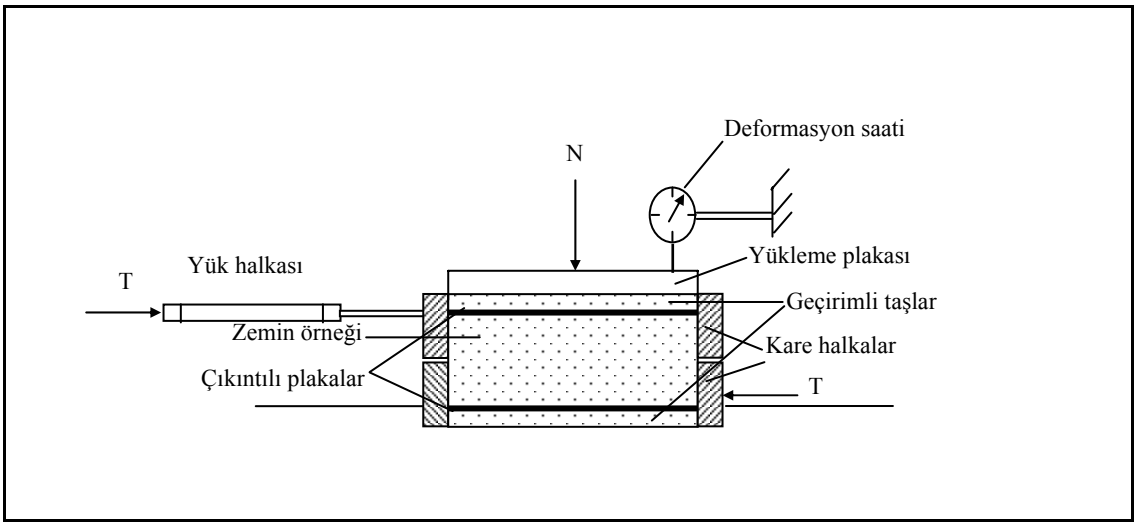
Δ_σ : Efektif gerilme farkı (kg/cm^2)

3.2.3.8. Kesme Kutusu Deneyi

Zeminlerin kayma direnci, zemine uygulanan sürekli deplasmanlar altında zemin tanelerinin birbirlerine göre rölatif hareketlerine karşı gösterdikleri dirençtir. Zeminlerde gerek kendi ağırlıklarından gerekse zemin yüzünde uygulanan yüklerden dolayı gerilmeler oluştuğu bilinmektedir.

Kesme kutusu deneyi kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminler için uygun olmakla birlikte, daha çok kumlar için uygundur. Kohezyonlu zeminlerden, ucu keskin, kare en kesitli örnek alıcı ile alınan kare prizma şeklindeki örnek, kutuya yerleştirilir (Şekil 3.10).

Zeminlerde kayma meydana gelmesi için, olası bir kayma düzlemi boyunca kayma direncinin aşılması gerekmektedir. Genel kayma belli bir kayma düzlemi üzerine etkiyen normal ve kayma gerilmelerinin ortaklaşa etkisi sonucu ortaya çıkmaktadır. Zeminin kayma direnci kesme kutusu deney aleti ile bulunmaktadır (Şekil 3.11).



Şekil 3.10. Kare şekilli kesme kutusunun düşey kesit görünümü (Uzuner, 1998'den).



Şekil 3.11. Kesme kutusu deney aleti.

Gerekli Araçlar

- Direkt kesme deney aygıtı
- Terazi (0.01 gr. duyarlıklı)
- Çelik cetvel
- Spatula ve Bıçak
- Etüv (110±5 ^{0}C)
- Kuvvet halkası ve deformasyon saatleri
- Desikatör

Deney için numunenin hazırlanması

Örselenmiş numuneler 40 no'lu elekten elenerek belirli su içeriğinde karıştırılıp 24-36 saat süre ile desikatörde kür için bekletilir. Kürü tamamlanmış numune kare prizma şeklindeki kutu içine alınır. Kenarları çelik cetvel ile alt ve üst yüzeyleri tıraşlanarak düzeltilir. Zemin numunesi üzerine 2, 6, 12 kg gibi düşey bir

yük (normal yük) uygulanır. Normal yük uygulanan numune 24-36 saat süre ile konsolidasyona bırakılır.

Deneyin Yapılışı

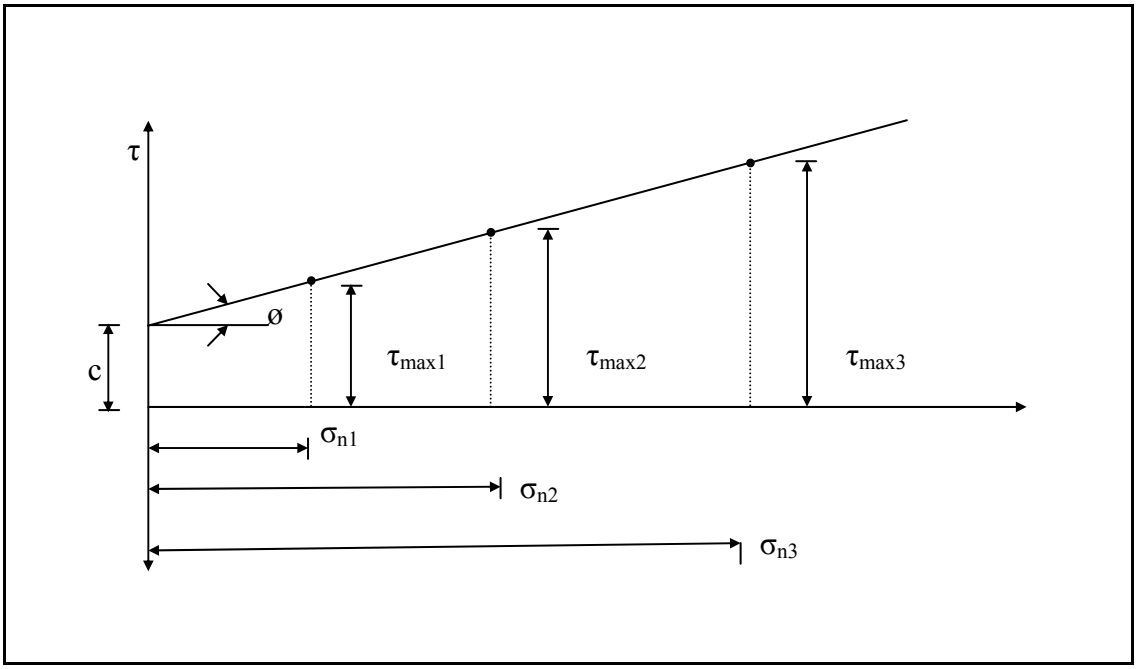
Kesme kutusu deneyi ASTM D 3080-90 (1993) standartlarına göre yapılmış olup deneyin yapılışı ise şöyledir:

- Desikatörde 24-36 saat süre ile bekletilen numune 6x6x2.5 cm kare kesitli ve iki parçadan (iki metal halka) oluşan rijit bir kutu içine yerleştirilir.
- Zemin numunesi üzerine 2, 6, 12 kg gibi düşey bir yük (normal yük) uygulanır. Direkt kesme deney aletinin haznesi su ile doldurularak numunenin doygun hale gelmesi için 24 saat süre ile bekletilir.
- Uygulanan kesme kuvveti altında, kutunun üst parçası sabit tutulurken alt parçası yatay bir düzlem üzerinde hareket edebilmekte ve böylece numunenin ortasından geçen yatay düzlem boyunca zemin kaymaya zorlanmaktadır.
- Yatay ve düşey deformasyonları ölçebilmek için iki tane okuma saati yerleştirilir.
- 1 mm/dak 'lık kesme hızıyla numune kesmeye tabi tutulur. Kuvvet halkasındaki değerler okunarak yatay ve düşey deformasyon saatlerinden de okumalar alınır. Deney başlangıcından itibaren ilk bir dakika içinde okumalar her 10 sn de bir yapılır. Diğer okumalar 25 sn aralıklarla yapılır.
- Gittikçe artan kesme kuvvetine karşın, zemin örneği önce direnir, sonra iki halkayı ayıran düzlem boyunca kesilir.
- Yatay kuvvet uygulandığı halde kuvvet halkasındaki yük değeri artmıyorsa yada aniden bir azalma olmuşsa numune kesilmiştir sonucuna varılır. Numune kesildikten sonra kesme kutusundan boşaltılır.
- Numunenin kesilme işlemi 15 mm sonunda devamlı artmışsa deformasyonun % 15 (9 mm)'ine karşılık gelen değer maksimum kesme gerilmesi olarak kabul edelir.
- Bu adımlar en az iki numune üzerinde daha tekrarlanır ve kayma direnci hesaplanır.

Hesaplamalar

➢ Kesme kutusu deneyinde her bir normal yük (2, 6, 12 kg) için ayrı ayrı kesme gerilmeleri elde edilir. Bunu takiben, elde edilen kesme (kayma) gerilmelerinden maksimum kesme gerilmesi (her bir normal yük için ayrı ayrı) belirlenir ve bu değerlere bağlı olarak kırılma zarfı çizilir (Şekil 3.12).

➢ Kesme kutusu deneyi sonucunda belirlenecek kesme (kayma) direnci, zeminler için kaymaya yol açan normal ve kayma gerilmelerinin ortak etkisini göz önüne alan Mohr-Coulomb hipotezinin kullanılması sonucunda elde edilen ϕ ve c parametreleri yardımı ile bulunur.



Şekil 3.12. Kesme kutusu deneyinde c ve ø' nin belirlenmesi (Uzuner, 1998'den).

Kayma direncini veren bağıntı ise şöyledir:

$$\tau = c + \sigma_n \times \tan\phi \qquad (3.19)$$

τ = Kayma direnci (kg/cm^2)

c = Kohezyon (kg/cm^2)

σ_n = Kayma yüzeyine etkiyen normal gerilme (kg/cm^2)

ϕ = İçsel sürtünme açısı (kayma direnci açısı) (^{o})

3.2.4. Büro Çalışmaları

Büro çalışmalarında öncelikle çalışma sahası ve civarında yapılmış olan çalışmalar derlenmiştir. Daha sonra büro çalışmaları laboratuvarda yapılan deney sonuçlarının değerlendirilmesi ile devam etmiştir. Laboratuvarda yapılan deney sonuçlarıyla numunelerin indeks ve mekanik özellikleri belirlenmiştir.

İndeks ve mekanik özelliklerine göre numuneler jeoteknik açıdan değerlendirilmiş ve yazım aşaması gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Genel Jeoloji

Çalışma alanı içerisinde sadece inceleme alanı içindeki birimlerin jeolojik özelliklerine değinilmiştir. İnceleme alanında yer alan en yaşlı birim Kuzgun Formasyonu olup üzerine Handere Formasyonu gelmektedir. Handere Formasyonu'nun üzerine Kuvaterner yaşlı Kaliçi ve Alüvyon birimleri gelmektedir.

4.1.1. Kuzgun Formasyonu

Kuzgun formasyonu adı ilk kez Schmidt (1961) tarafından, Adana Baseni içerisindeki sığ denizel kırıntılılar ile kumtaşı, kiltaşı, marn ve kireçtaşı birimlerine verilmiştir. Yetiş ve Demirkol (1986), Adana Baseni içindeki Kuzgun formasyonunu başlıca 3 üyeye ayırmışlardır: Kuzgun Üyesi, Salbaş Tüfit Üyesi ve Memişli Kumtaşı Üyesi.

Kuzgun Formasyonu'nun üst seviyeleri Handere Formasyonu'na ait olarak haritalanmış kiltaşı ve silttaşı ardalanması ile devam etmektedir. Bu kalın ince taneli klastikler üzerine bazı bölgelerde (Seyhan Baraj Gölü'nün hemen batısı; Gürbüz, 1985) çakıltaşlı bir seviye ile başlamaktadır. Bu çakıltaşlı seviyeler genellikle akarsu sedimanları niteliğindedir. Çakıltaşlarının bulunmadığı yerlerde ise evaporitik (Jips ve anhidrit) sedimanlarla başlamaktadır. Kuzgun ve Handere Formasyonları arasındaki sınır çakıltaşlarının olduğu yerde çakıltaşları, evaporitlerin olduğu yerde ise evaporitlerin altından geçmektedir.

4.1.2. Handere Formasyonu

Miyosen-Pliyosene ait çakıltaşı, kumtaşı ve silttaşından oluşan Handere Formasyonu Schmidt (1961) tarafından adlandırılmıştır.

Kuzey Adana bölgesinde seyhan baraj gölü güney sahili boyunca ve doğu-batı uzanımında geniş bir yayılıma sahip olup, birim genellikle gri-boz, açık kahve ve bej renklerde yayılım sunmaktadır. Birimin kalınlığı 120-700 m dir (Yetiş ve Demirkol, 1986).

İnceleme alanı içerisinde yayılım sunan birim genellikle kil, kiltaşı ve silt türündeki ince taneli malzemeden oluştuğu için mühendislik özelliklerini inceleyen araştırmacılar birim için "Handere Kili" adını kullanmayı tercih etmişlerdir.
Handere Formasyonu içinde Jips mercekleri bulunmaktadır. Bu Jips'li seviyeleri, Yetiş (1988) Handere Formasyonunun Gökkuyu Alçıtaşı Üyesi olarak adlandırmıştır. Bu üyenin kalınlığının 0-20 m aralığında olduğunu belirtmiştir.

4.1.2.1. Gökkuyu Alçıtaşı Üyesi

Handere Formasyonu içerisinde Gökkuyu Alçıtaşı üyesi olarak haritalanan jipsler bulunmaktadır (Yetiş ve Demirkol, 1986). Merceksel yapıda, daha çok Handere Formasyonunun killi seviyeleri içinde bulunan jipsler bölgede batıdan doğuya doğru başlıca Karayayla ve Topçu köylerinde, Gökkuyu'nun güneybatısında, Tömekli kuzeybatısında, Fakılar doğusunda, Karahan köyü güneybatısında ve Adana 100. Yıl semtinin yaklaşık 1 km kuzeybatısında, Kabasakal köyü doğusunda yüzeyde görülebilmektedir. En çok Gökkuyu köyü civarında görüldüğü için Gökkuyu Alçıtaşı ismi verilmiştir (Yetiş ve Demirkol, 1986).

Gökkuyu Alçıtaşı Üyesi merceksel, beyaz ve kirli beyaz, iri kristalli, yer yer ince taneli kesme şeker görünümündedir. Bu seviyelerde alçıtaşının olması, sığ denizel çökel özelliği gösteren Handere Formasyonu'nun bu kesiminin tuzlu göl-playa ortamına ait olduğunu göstermektedir (Yetiş ve Demirkol, 1986).

4.1.3. Kaliçi

Yetiş ve Demirkol (1986) birimin Kuvaterner yaşlı olduğunu bildirmişlerdir. Kaliçi çökelleri altta Handere Formasyonu'na ait ince taneli birimler ile üstte ise Alüvyon birimleri ile ilişkilidir.

Kaliçi kurak ve yarı kurak iklim koşullarında, yağışın buharlaşmadan daha az olduğu durumlarda, karbonatlı suların mekanik ve kimyasal yayılma yoluyla yüzeye doğru yükselip, buradan suyun uzaklaşması sonucu çökelmesi ile oluşmaktadır.

Kaliçi, genellikle zayıf dayanımlı killi birimlerin günlenme zonlarında ve üzerinde oluşmaktadır. Bu günlenme zonlarında süreksizlikler boyunca ince bantlar

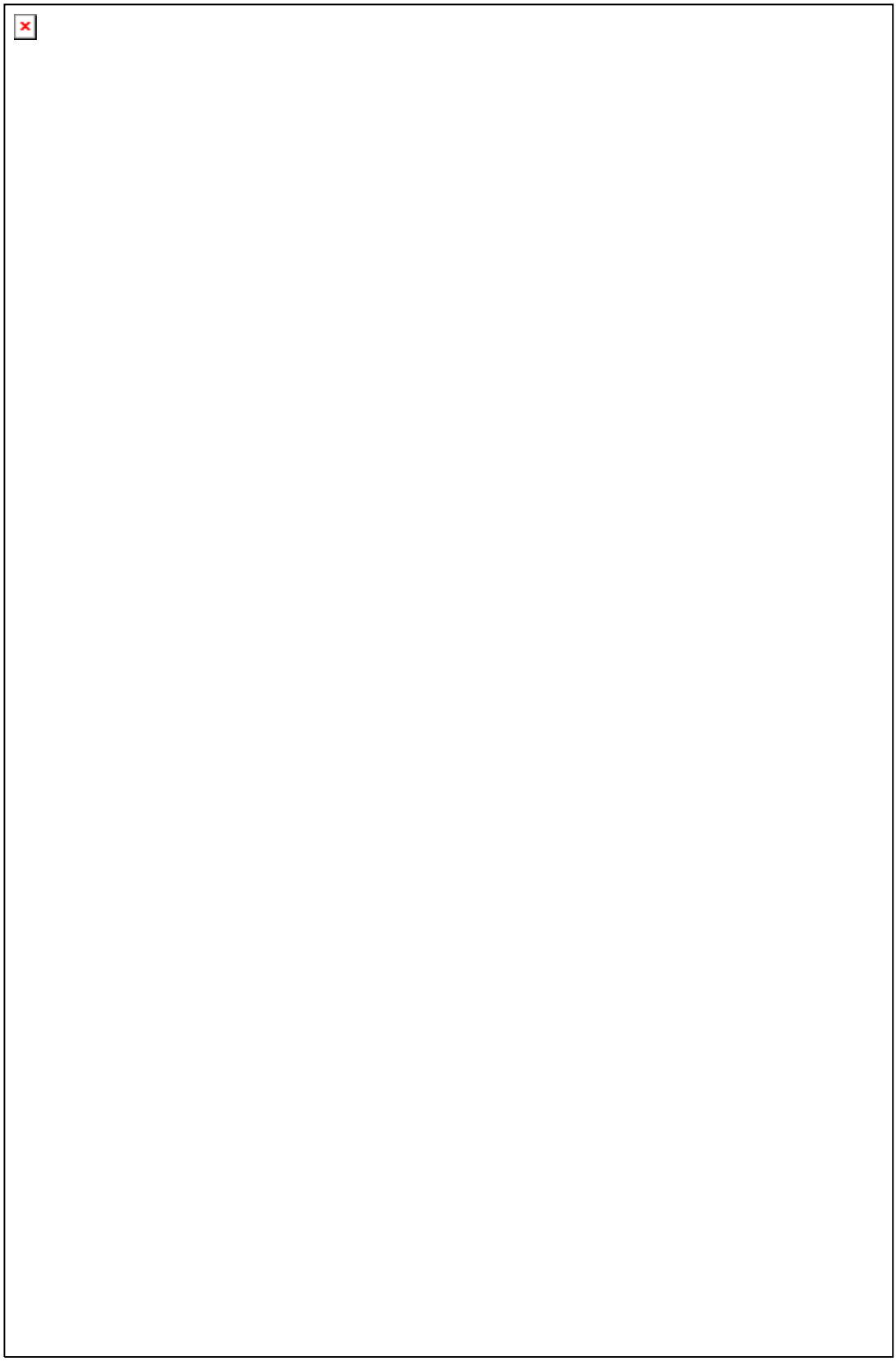
olarak da çökelebilmektedir. Karbonat kabuk şeklindeki sert kaliş birimi çökelim koşullarına bağlı olarak farklı özellikler sunmaktadır. Beyaz ve breşik yapıda olanlar yüksek, kırmızımsı yumuşak olanlar düşük dayanımlıdır. Kaliçiler Kuzey Adana bölgesinde yaygın olarak görülmektedir.

4.1.4. Alüvyon

Önceki çalışmalarda Adana ovasını oluşturan alüvyonların eski ve yeni alüvyonlar olarak ikiye ayrıldıkları görülmektedir. Eski alüvyonların bitkisel toprakla örtülü bulundukları, yeni alüvyonların ise daha çok dere kenarlarında gelişmiş kötü boylanmalı, tutturulmamış çakıl, kum ve killi malzemeden oluştuğu belirtilmiştir (Yetiş ve Demirkol, 1986).

Alüvyonlar genellikle bej renkli, toprak görüntüsünde yer yer kalınlığı 3 metredir. Alüvyon birimlerinin yayılımı düz bir topoğrafyayı oluşturmakta ve buna bağlı olarak yer altı su seviyesi de yüzeye doğru yaklaşmaktadır.

Yukarıda açıklanan jeolojik birimlerin ve özellikle jips bantlarının Karayayla ve Topçu köylerinde, Gökkuyu'nun güneybatısında, Tömekli kuzeybatısında, Fakılar doğusunda, Karahan köyü güneybatısında ve Adana 100. Yıl semtinin yaklaşık 1 km kuzeybatısında, Kabasakal köyü doğusundaki sınır ilişkilerini gösteren jeoloji haritası Şekil 4.1'de verilmiştir.



4.2. Adana Bölgesinin Depremselliği

Adana ili ve yakın civarı mevcut aktif fayların hareketinden kaynaklanan depremelere sık sık maruz kalmıştır. Bölgedeki en önemli faylar kuzeyde Kozan fayı, doğuda Misis fayı (Misis-Ceyhan fayı) ve bölgenin yaklaşık 55 km kuzey batısında yer alan Ecemiş fayıdır. Bölgede yeralan faylar (Şekil 4.2)'de gösterilmiştir.

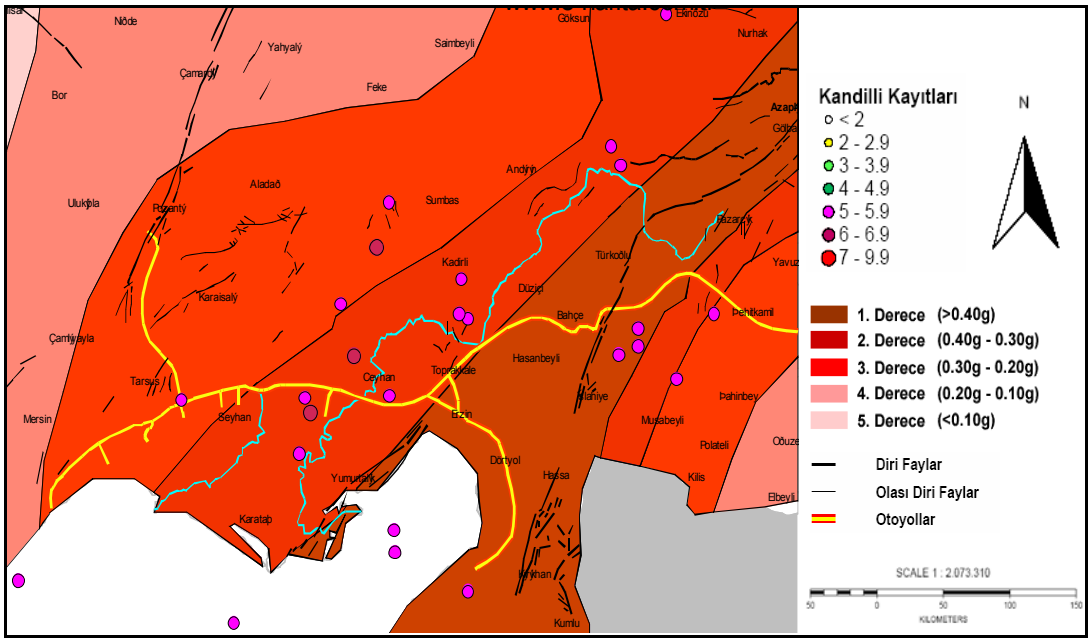


Şekil 4.2. Adana bölgesine ait diri fay haritası (Şaroğlu ve ark., 1992'den alınmıştır).

1900'lü yılların başından günümüze kadar Adana ve yakın civarında aletsel büyüklüğü 4'den büyük olan 200'den fazla deprem olmuştur. Can ve mal kaybına neden olan bu depremlerden biri 20 Mart 1945 tarihinde 6.0 (Ms:Yüzey dalgalarına göre hesaplanan büyüklük) büyüklüğünde oluşan Ceyhan-Misis depremidir. 13 can kaybı ve 2500 yapının hasar gördüğü bu depremin gözlemsel şiddeti VIII olarak belirlenmiştir (Kalafat, 1995).

27 Haziran 1998 günü Adana ili ve ilçelerinde büyüklüğü 6.3 (Ms) olarak açıklanan deprem can ve mal kaybına neden olmuştur. Depremde 145 kişi hayatını kaybederken çok sayıda kişi yaralanmıştır.

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi tarafından hazırlanan haritaya göre çalışma alanı 2. ve 3. derece deprem bölgesi sınırında yer almaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Adana ili ve civarı deprem bölgeleri haritası (DAD, 2004).

4.3. Çalışma Alanı Heyelan Potansiyeli

Çalışma alanı sınırları içerisinde Kuzey Adana ve Kabasakal civarında heyelanlar meydana gelmiştir. Bu heyelanlar 50 civarında konutu etkilemiş bunlardan 24'ü oturulamaz hale gelerek boşaltılmak zorunda kalınmıştır.

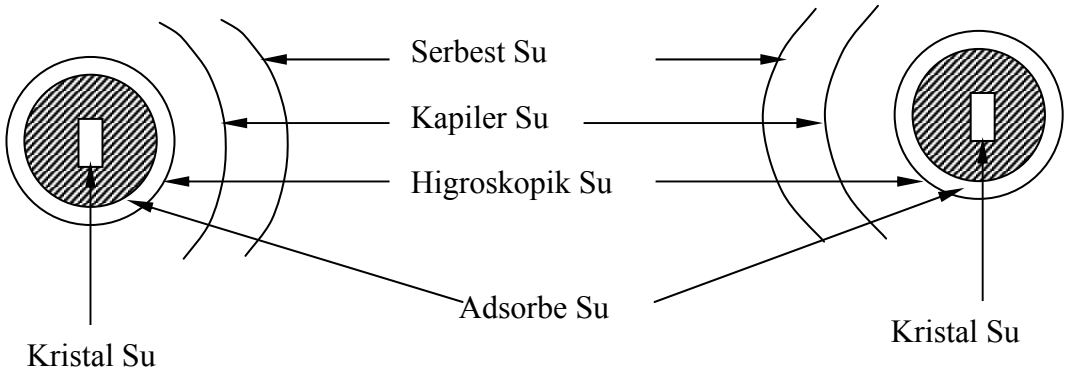
Heyelan bölgesinde, kaliçinin Handere Formasyonunun üzerine geldiği kesimlerde yer yer 10 m'ye varan yükseklikte heyelan aynaları gözlenmektedir. İri boyutlu, karbonat çimentolu, çakıllı ve kumlu bantlarla devam eden kaliçi yağışlı mevsimlerde bünyesinde biriktirdiği suları özellikle Handere Formasyonunun yüksek eğimli killi- jipsli birimlerinin üzerine dokanaklar boyunca akıtarak duraylılığı bozmakta ve yamaç hareketlerine neden olmaktadır.

Ayrıca, çevresel koşulların iklim türüne bağlı olarak dönemsel su muhtevası değişimi şişme miktarını ve şişme-çökme döngülerini kontrol etmektedir. Bölgede yapılaşma sonrasında zemine akan sularla beraber yoğun yağışların olması nedeniyle zemin doygun hale gelmiştir. Dolayısıyla killi kesimlerin şişmesine, boşluk suyu basıncının artmasına ve kohezyonun azalmasına neden olmuştur.

Yüzeyde görülen jips tabakaları ayrışarak parçalanmıştır. Handere Formasyonundaki killer ile jips parçacıkları belli bir sınır boyunca karışım halinde devam etmektedir. Anhidritin su alması şeklinde oluşan jips hacim artışı sonucunda tabakaların yapısını bozmakta ve yamaç hareketlerine neden olmaktadır.

4.4. Fırın Sıcaklığının Zeminler Üzerindeki Etkisi

İnce taneli zeminlerde özellikle kil taneleri etrafında gravitasyonel (serbest), kapiler (kılcal), higroskopik, adsorbe (katı) ve kristal su olmak üzere zeminlerin mühendislik özelliklerini etkileyen, beş çeşit su bulunabilir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Zemin suyu çeşitleri (Head, 1992 ve Çetin ve ark., 1998).

Bu sulardan serbest su yer çekimi etkisi ile taneler arasında serbestçe akabilen ve drenaj ile zeminden uzaklaştırılabilen sudur. Havada kurutma ile kaybedilebilen, taneler arasındaki boşluklarda yüzey gerilim kuvvetlerinin etkisi ile yükselen su ise, kapiler su olarak isimlendirilmektedir. Tanelerin etrafında adsorbe sudan daha az bir kuvvetle tutulan ve havada kurutma sonucunda zeminden uzaklaştırılamayıp ancak fırında 110 +/- 5 ^{0}C' de kurutma ile kaybedilebilen su da higroskopik su olarak adlandırılmaktadır. Adsorbe su ise, zemin tanelerin etrafını kalınlığı yaklaşık 0,005 mikron ince bir film gibi saran ve 110 +/- 5 ^{0}C' de kurutma ile kaybedilemeyen sudur. Tanelerin kristal ağında bulunan ve o taneleri oluşturan minerallerin kimyasal formüllerinin bir parçası olan su da kristal su olarak tanımlanmaktadır. Jips ve bazı tropikal killer dışında kristal su genelde fırında 110 +/- 5 ^{0}C' de kurutma ile uzaklaştırılamaz (Lambe and Whitman, 1969; Head, 1992; Mitchell, 1993 ve Çetin ve ark., 1998).

Özellikle adsorbe ve higroskopik sular zeminlerin mühendislik özelliklerini, en önemlisi kohezyonunu etkilerler. Bu su tabakalarının var olup olmadıkları ve kalınlıkları numunenin kurutulma sıcaklığına bağlıdır. Suya doygun bir Na-

montmorillonit (smektit) kilinin higroskopik su tabakasının kalınlığı 50 ile 100 moleküler su tabakası kalınlığında (17-33 nm) iken, bu kalınlık 110 +/- 5 ^{0}C ve altındaki kurutmalarda bir moleküler su tabakası kalınlığına (0.33 nm) kadar düşebilir (Dunlap, 1989). Bundan dolayı kuru numune ağırlığı tayininde numunenin hangi sıcaklıkta kurutulduğu çok önemlidir. Ayrıca organik ve jips içeriği fazla olan numunelerin 110 +/- 5 ^{0}C yerine 60 +/- 5 ^{0}C' de kurutulması önerilmektedir. Çünkü 60 +/- 5 ^{0}C' nin üzerindeki kurutmalarda organikler dekompoze olurken jips dehidratasyona uğramaktadır (Liu and Evett, 1984; ASTM D 2216-92, 1993). Zemin numunesinin gerçek özelliklerinin kaybedilme tehlikesinden dolayı, kıvam limitleri ve kompaksiyon deneyleri gibi bazı deneylerde deney öncesi kurutmalarda 60 +/- 5 ^{0}C' nin üzerine çıkılmaması veya hava ile kurutma önerilmektedir (Liu and Evett, 1984; Head, 1992; ASTM D 2216-92, 1993 ve Çetin ve ark., 1998).

Kurutma sıcaklığı özellikle su içeriği, özgül ağırlık, boşluk oranı, porozite ve tane boyu dağılımı tayinlerini etkilemektedir (bknz Çetin ve ark., 1998).

Adana ilinin kuzeyinde yeni imara açılan bölgelerde mostra veren Handere Formasyonu içerisinde önemli oranda jips mercekleri bulunmaktadır. Jips mercekleri ile Handere Formasyonu'nun killi seviyeleri arasındaki sınır boyunca değişik jips içeriğine sahip killi zonlar bulunmaktadır. Bu çalışmada daha öncede belirtildiği gibi bu zeminlerin bünyesinde bulunan jips minerallerin etkisini, hazırlanan saf kil ve kil+jips karışımından oluşan yapay numuneler kullanarak deney öncesi kurutmada fırın sıcaklığı farkının bu numuneler üzerindeki etkisi incelenmiş ve jeoteknik parametreleri belirlenmiştir.

4.5. Evaporitik Minerallerin Zeminler Üzerindeki Etkisi

Evaporitlerin erime ve yeniden çökelmeye karşı çok duyarlı oluşları nedeniyle ilksel doku özelliklerinin her zaman açıkça izlenebilmeleri zordur. Bu durum özelllikle jips ve anhidrit için geçerlidir. Örneğin; Jips'in çoğu anhidritten türeme yani ikincildir. Jips içindeki kalık anhidrit kristal taneleri anhidrit içinde yeniden büyümüş iri jips kristallerinin varlığı bu oluşumu destekleyici kanıtlardır.

Jips diğer sedimanlar içerisinde yumrular halinde gözlenebilir. Bu yumrular 1-2 cm. çapında olabilir ve çevresi karbonat matriks ile sarılmıştır. Bu yumrular

birleşerek tabakalar ve bu tabakaların içerisindeki yabancı maddeler bir ağ şeklinde yapı oluşturur (Chicken-wire-structure). Jips bazı sedimanlar içerisinde ikincil olarak da gelişebilir.

Jips $CaSO_4$ ve H_2O molekülünden oluşmaktadır. Jips suyunu kaybedince Anhidrit'e Anhidrit ise su alınca jips'e dönüşebilmektedir. Örneğin yeraltında bulunan Anhidrit yerüstünde yağmur suları etkisi ile jips'e dönüşebilmektedir.

Jips eğer anhidritin su alması şeklinde oluşmuş ise oluşan hacim artışı sonucunda tabakaların yapısını bozmaktadır. Aynı durum jips'in içerisindeki suyun kaybolmasıylada gerçekleşir. Minerallerin içindeki kristal su kaybolunca tabaka yapısı bozulacak ve zeminin dayanımını değiştirecektir. Zeminlerin dayanımı ve ilksel dokularının değişmemesi için mineral içindeki kristal suyun kaybolmaması gerekmektedir. Anhidritin jipse dönüşmesi sonucu % 62'lik bir hacim artışı meydana gelmektedir (Blatt et al,1980).

Bu çalışma da, yüzeyde görülen Gökkuyu Alçıtaşı Üyesi'ndeki jips bantları ile Handere Formasyonu killeri dokanak halinde ve belli bir sınır boyunca karışım olarak devam etmektedir. Handere Formasyonu killeri ile Gökkuyu Alçıtaşı Üyesi'ndeki jipsler karıştırılarak yeni bir yapay numune elde edilmiştir. Bu karışımı yapmamızdaki amaç, arazi şartlarını simule edebilmektir. Bu zeminlerin bünyesinde bulunan jips minerallerinin etkisi, hazırlanan saf kil ve kil+jips karışımından oluşan yapay numuneler kullanarak incelenmiştir.

4.6. Çalışma Konusu Zeminlerin Mühendislik Özelliklerinin İncelenmesi

Mühendislik çalışmalarında zeminlerle ilgili olarak karşılaşılan problemlerin çoğu killi zeminlerden kaynaklanmaktadır. Çünkü killi zeminler; su, sıcaklık ve gerilmeler altında diğer zemin türlerinden farklı karmaşık davranışlar göstermektedirler. Uygulanan gerilmeler altında farklı oturmalar, su ile temas ettiklerinde kuru hacimlerinin birkaç katından birkaç on katına kadar genişlemeleri (şişme), yüksek sıcaklık altında yapı değiştirmeleri bu davranışlardan bazılarıdır. Eğer killi bir zeminde jips gibi evaporitik mineraller varsa problemler daha da karmaşık hale gelebilmektedir.

Bu çalışmada, Handere kilinden ve Gökkuyu Alçıtaşı üyesi içindeki jips'ten hem saf kil hemde kil-jips karışımıyla yapay numuneler oluşturulmuştur. Karışımda jips ağırlıkça % 30, kil ise ağırlıkça % 70 oranındadır. Hem saf hemde karışım halindeki numuneler deney öncesi, fırın sıcaklığı (havada kurutma) 60 ± 5 ^{0}C ve fırın sıcaklığı 110 ± 5 ^{0}C de kurutulmuştur. Sonuçta H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 olarak adlandırılan 4 farklı yapay numune üzerinde, sıcaklık ve jips etkisini görebilmek, yapay numunelerin indeks (Özgül ağırlık deneyi, Tane boyu analizi, Atterberg (kıvam) limitleri deneyi) ve mekanik (Kompaksiyon deneyi,Şişme deneyi, Konsolidasyon deneyi, Kesme kutusu deneyi) özelliklerini belirlemek için Zemin Mekaniği deneyleri ve ayrıca Ultrasonik hız deneyi yapılmıştır.

4.6.1. Zeminlerin İndeks Özellikleri

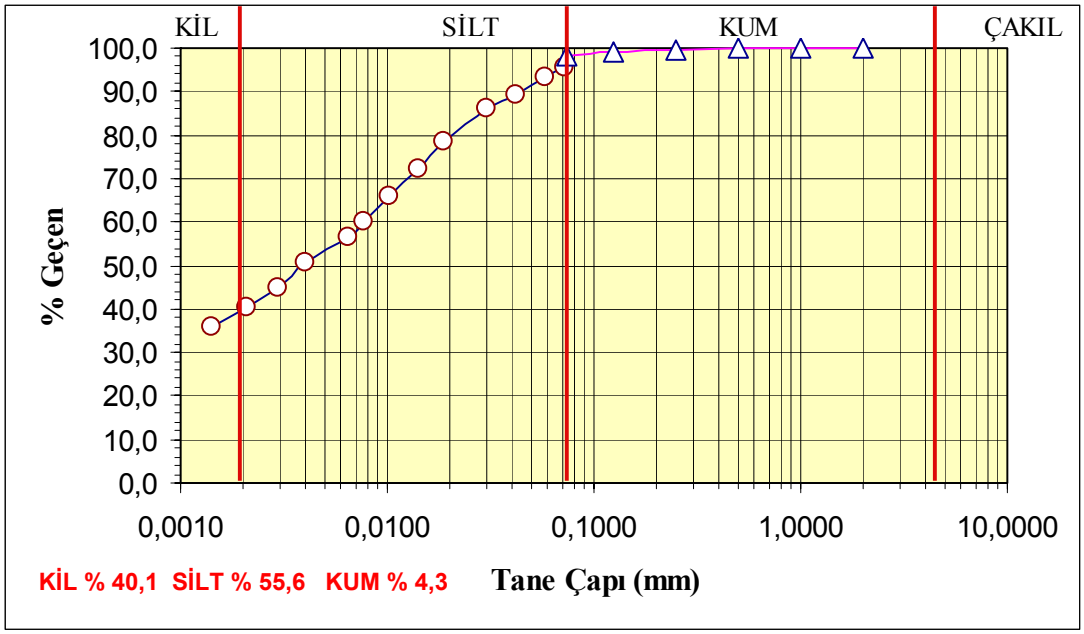
4.6.1.1. Özgül Ağırlık

Çalışma sahasından alınan numuneler öğütülerek H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 diye adlandırılan 4 farklı yapay numune hazırlanmıştır. Hazırlanan yapay numuneler üzerinde özgül ağırlık deneyleri yapılmış ve deneylerin sonucunda Özgül ağırlık değerleri H 60 için 2.734, H 105 için 2.77, H+J 60 için 2.575 ve H+J 105 için 2.849 olarak bulunmuştur. Özgül ağırlık deneyi hesaplamaları detay olarak EK-4'de verilmiştir.

Hazırlanan H 60, H+J 60, H 105 ve H+J 105 numunelerinde jips ve fırın sıcaklığı etkisini görebilmek için özgül ağırlık deneyi yapılmıştır. Yapılan özgül ağırlık deneyinde H 60 numunesi 2.73 olarak bulunmuştur. Fakat H 60 numunesine ağırlıkça % 30 jips kattığımızda H+J 60 numunesinin özgül ağırlığı 2.535 bulunmuştur. Özgül ağırlık değerinin düşmesi jipsin saf haldeki özgül ağırlık değerinin 2.30-2.35 arasında olmasından kaynaklanmaktadır. H 105 numunesinin özgül ağırlık değeri 2.77 olarak bulunmuştur. H 105 numunesine, deney öncesi kurutması 105^{0}C olan jips kattığımızda H+J 105 numunesinin özgül ağırlığı 2.849 bulunmuştur. Özgül ağırlık değerinin yükselmesi, jipsin deney öncesi 105^{0}C'de kurutulmasıyla bünyesindeki suyu kaybederek anhidrit mineraline dönüşebilmesiyle açıklanabilir. Anhidrit mineralinin özgül ağırlığı 3-3.1 arasında değişmektedir.

4.6.1.2. Tane Boyu Analizi

Tane boyu analizlerinde % silt, kil ve kum oranını bulmak için Hidrometre-Elek deney metodu uygulanmıştır. Hidrometre deneyi için hidrometre aleti önce değişik sıcaklıklar için kalibre edilmiştir (EK 2A). Daha sonra iki dakika öncesi ve sonrası hidrometre okumalarını düzeltmek için efektif derinlik eğrileri elde edilmiştir (EK 2B). Yapılan Hidrometre-Elek deneyinde H 60 numunesinin deney sonuçlarına göre çizilen tane boyu eğrisi (Şekil 4.5)'de verilmiştir. Tane boyu eğrisine göre H 60 numunesinin % 40.1 kil, % 55.6 silt ve % 4.3 kum'dan oluştuğu anlaşılmaktadır. H 60 numunesinin hidrometre-elek deneyi okuma ve hesaplamaları detay olarak EK-5'de verilmiştir.

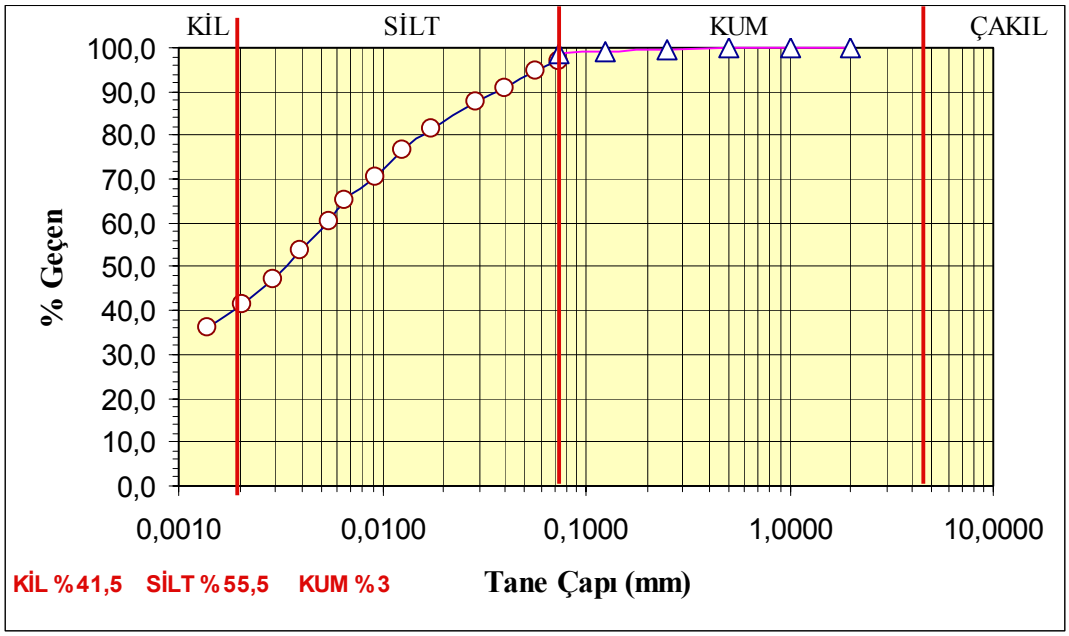


Şekil 4.5. H 60 Tane Boyu Dağılım Grafiği.

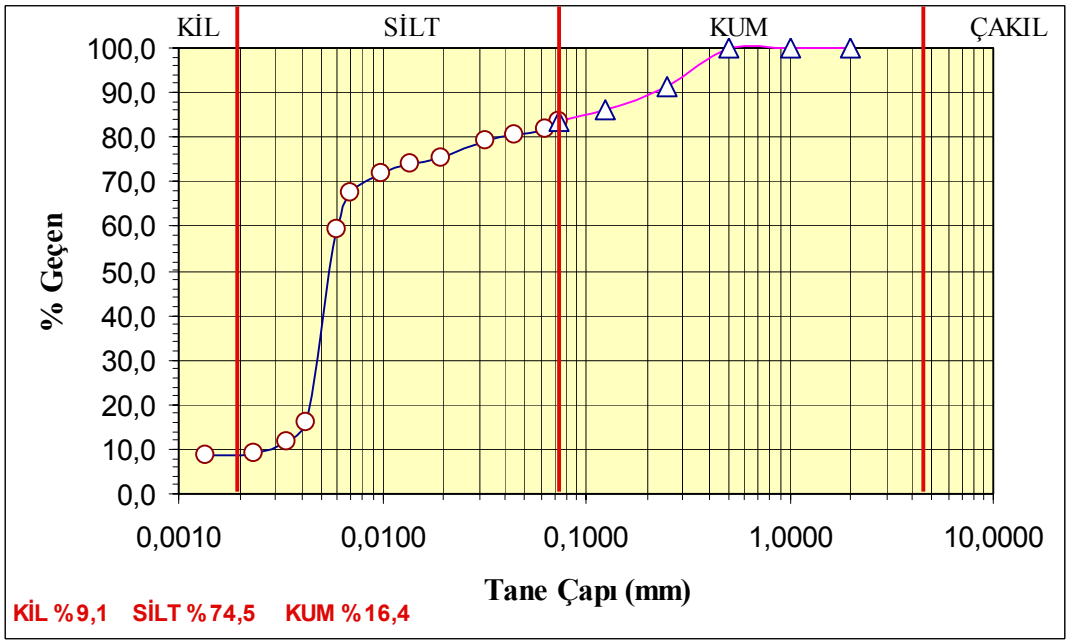
H 105 numunesinin deney sonuçlarına göre çizilen tane boyu eğrisi (Şekil 4.6)'da verilmiştir. Tane boyu eğrisine göre H 105 numunesi % 41.5 kil, % 55.5 silt ve % 3 kum'dan oluşmaktadır. H 105 numunesinin hidrometre-elek deneyi okuma ve hesaplamaları detay olarak EK-6'da verilmiştir.

H+J 60 numunesinin deney sonuçlarına göre çizilen tane boyu eğrisi (Şekil 4.7)'de gösterilmiştir. Tane boyu eğrisine göre H+J 60 numunesinin % 9.1 kil, %

74.5 silt ve % 16.4 kum'dan oluştuğu anlaşılmaktadır. H+J 60 numunesinin hidrometre-elek deneyi okuma ve hesaplamaları EK-7'de verilmiştir.



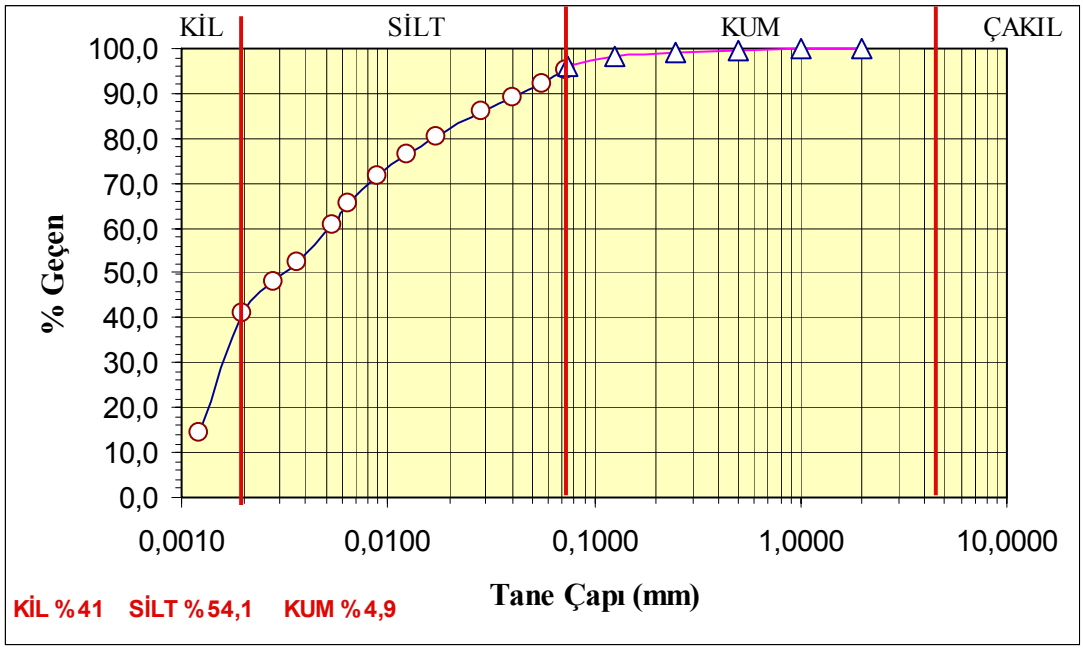
Şekil 4.6. H 105 Tane Boyu Dağılım Grafiği.



Şekil 4.7. H+J 60 Tane Boyu Dağılım Grafiği.

H+J 105 numunesinin deney sonuçlarına göre çizilen tane boyu eğrisi (Şekil 4.8)'de verilmiştir. Tane boyu eğrisine göre H+J 105 numunesi % 41 kil, % 54.1 silt

ve % 4.9 kum'dan oluşmaktadır. H+J 105 numunesinin hidrometre-elek deneyi okuma ve hesaplamaları detay olarak EK-8'de verilmiştir.



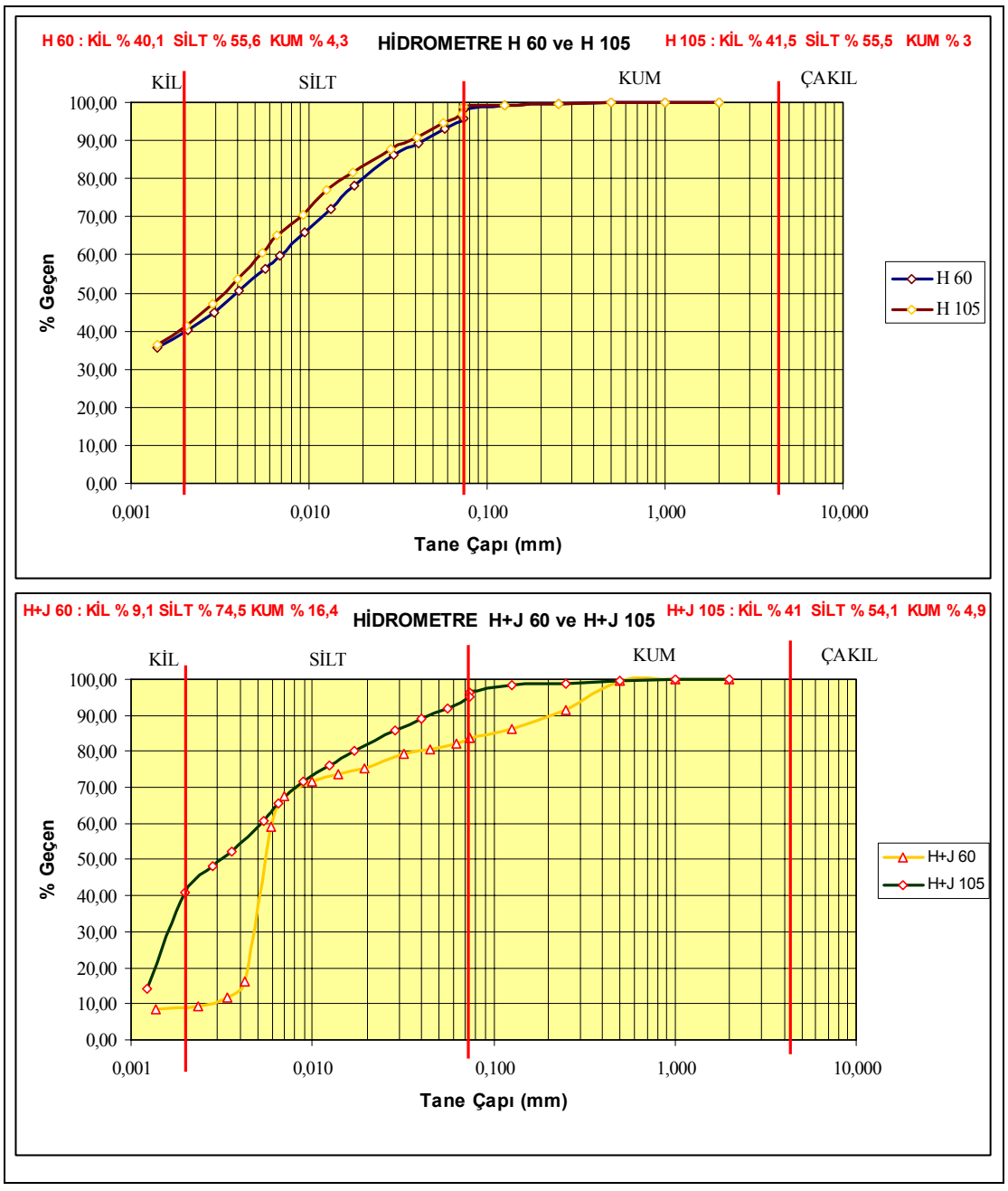
Şekil 4.8. H+J 105 Tane Boyu Dağılım Grafiği.

H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numuneleri üzerinde yapılan hidrometre-elek deneyleri ile fırın sıcaklık farkından dolayı malzemenin kil-silt-kum boyutlarında değişiklik meydana gelmiştir. Her iki karşılaştırmada da deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında yüzde geçen kil miktarlarında artma gözlenmektedir (Şekil 4.9). Yüzde geçen kil miktarlarındaki bu fark, deney öncesi fırın sıcaklığının artmasıyla jips bünyesindeki kristal suyu kaybederek dehidratasyona uğramasından kaynaklanmaktadır.

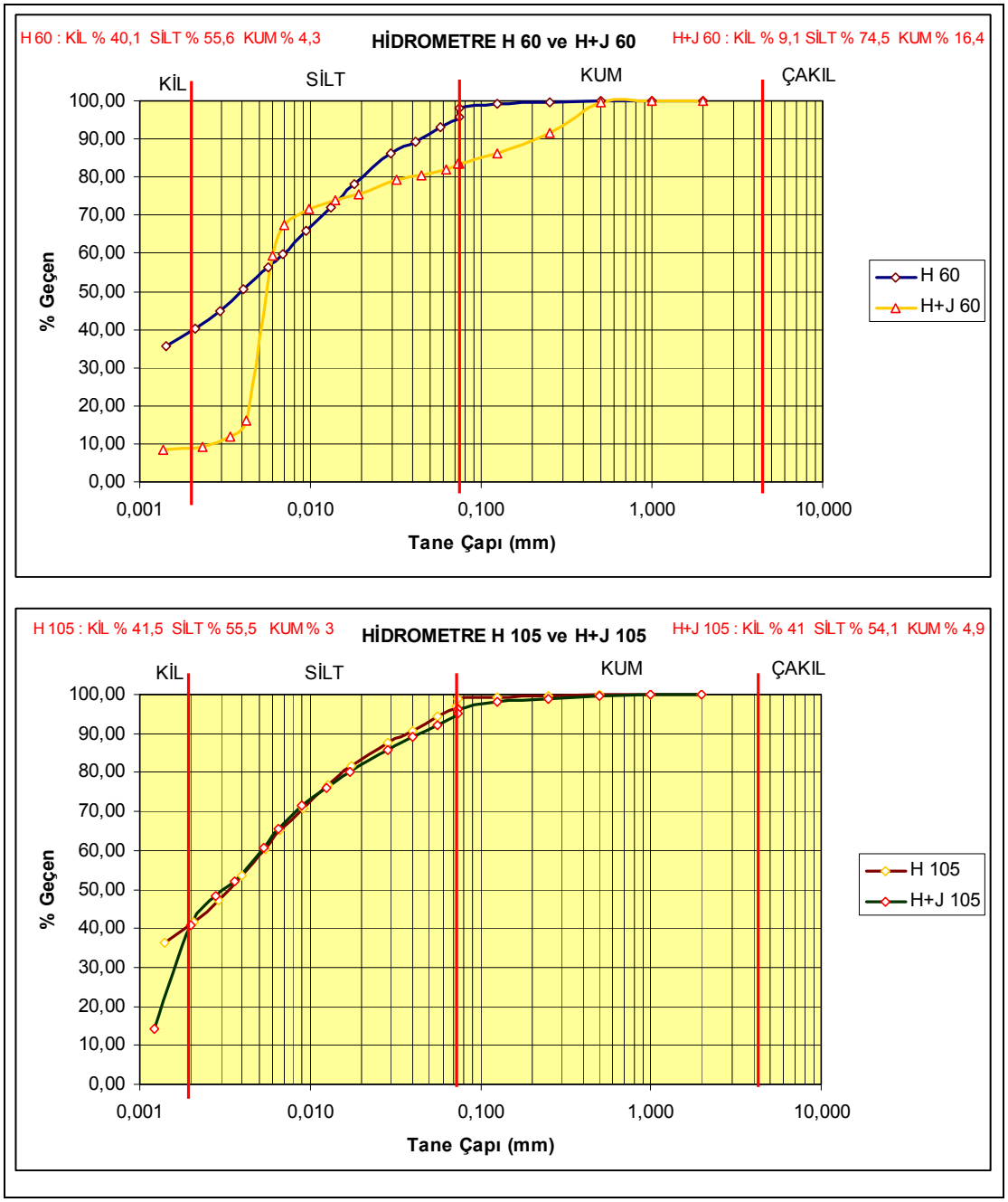
H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinde yapılan hidrometre-elek deneyleri ile jips karışımından kaynaklanan değişiklikler meydana gelmiştir. Jips karışımı ile yüzde geçen kil miktarlarında azalma gözlenmiştir (Şekil 4.10).

Farklı iyonların varlığı, organik maddeler ve farklı konsantrasyonlar zemin yapısının dizilimini etkilemektedir. Elektrolit konsantrasyonunun artması, iyon değerliğinin artması veya ısı artmasından dolayı partiküllerde topaklaşma meydana gelir (Lambe, 1958). Jips karışımlı numunelerdeki yüzde geçen kil miktarlarının azalması, jips

partiküllerin topaklanmasından kaynaklanabilir. Topaklanmış killer daha hafif ve daha büyük bir boşluk oranına sahiptirler.



Şekil 4.9. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak hidrometre-elek deney sonuçlarının karşılaştırılması.

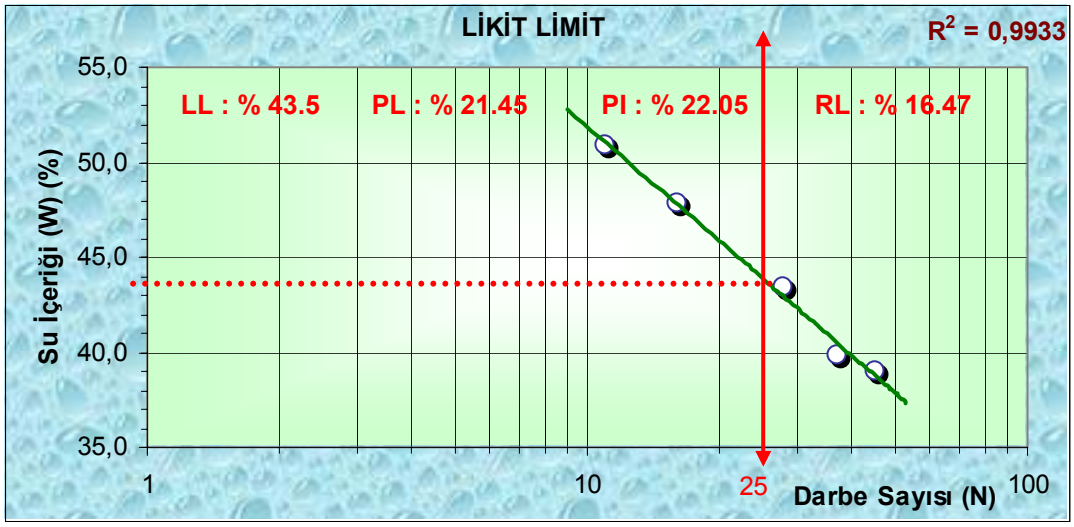


Şekil 4.10. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak hidrometre-elek deney sonuçlarının karşılaştırılması.

4.6.1.3. Atterberg (Kıvam) Limitleri Deneyi

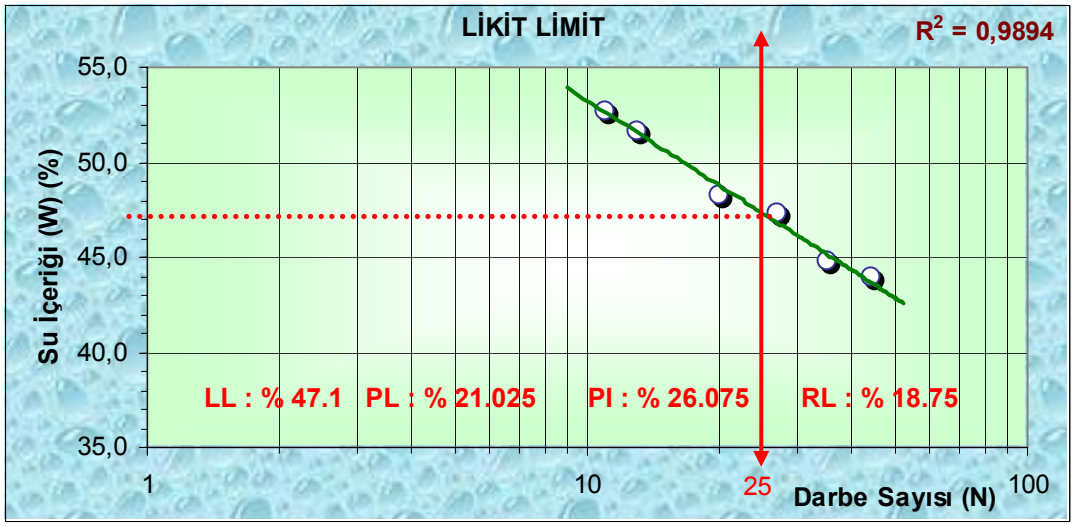
Zeminlerin kıvamı tanecikleri arasındaki adezyon kuvvetini (veya bağ kuvvetini), yük karşısında kayma direncini ve stabilitesini, suyla değişen katılığını ve hangi su içeriğinde hangi katılığa sahip olacağını belirleyen en temel özelliktir.

Hazırlanan numuneler üzerinde kıvam limit deneyleri Casagrande yöntemiyle belirlenmiştir. Bu deney sonuçlarından H 60 numunesinin likit limiti (LL) % 43.5, plastik limiti (PL) % 21.45, plastisite indisi (PI) % 22.05 ve rötre limiti (RL) % 16.47 olarak bulunmuştur (Şekil 4.11). H 60 numunesinin kıvam limit değerleri detay olarak EK-9'da verilmiştir.



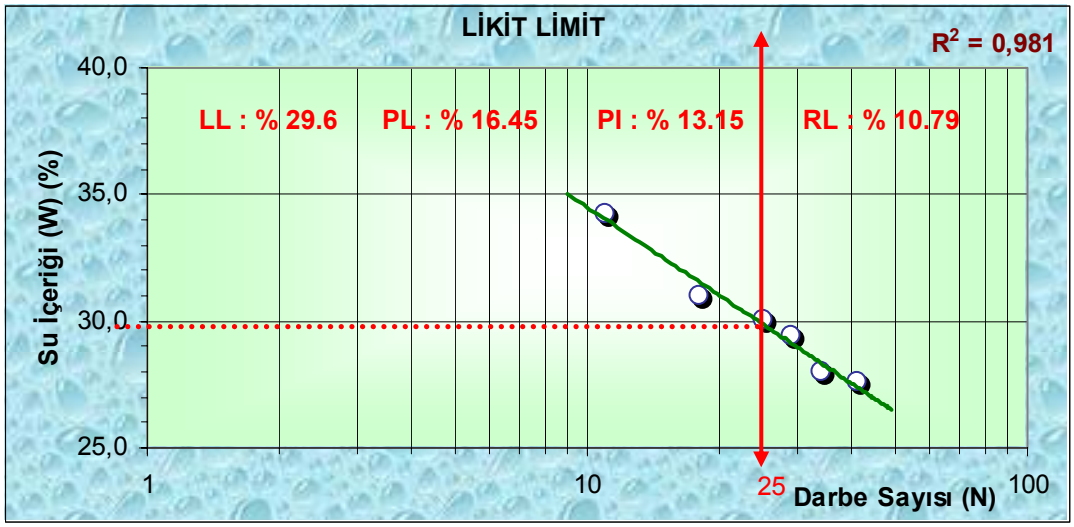
Şekil 4.11. H 60 Numunesinin Likit Limit Grafiği ve PL,PI,RL değerleri.

H 105 numunesinin likit limiti (LL) % 47.1, plastik limiti (PL) % 21.025, plastisite indisi (PI) % 26.075 ve rötre limiti (RL) % 18.75 olarak bulunmuştur (Şekil 4.12). H 105 numunesinin kıvam limit değerleri detay olarak EK-10'da verilmiştir



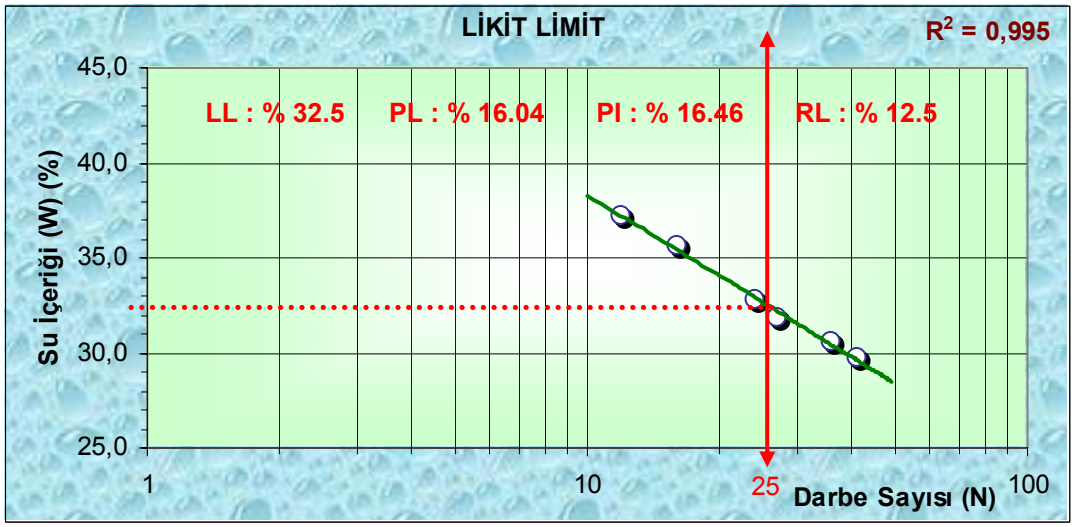
Şekil 4.12. H 105 Numunesinin Likit Limit Grafiği ve PL,PI,RL değerleri.

H+J 60 numunesinin likit limiti (LL) % 29.6, plastik limiti (PL) % 16.45, plastisite indisi (PI) % 13.15 ve rötre limiti (RL) % 10.79 olarak bulunmuştur (Şekil 4.13). H+J 60 numunesinin kıvam limit değerleri detay olarak EK-11'de verilmiştir.



Şekil 4.13. H+J 60 Numunesinin Likit Limit Grafiği ve PL,PI,RL değerleri.

H+J 105 numunesinin likit limiti (LL) % 32.5, plastik limiti (PL) % 16.04, plastisite indisi (PI) % 16.46 ve rötre limiti (RL) % 12.50 olarak bulunmuştur (Şekil 4.14). H+J 105 numunesinin kıvam limit değerleri detay olarak EK-12'de verilmiştir.



Şekil 4.14. H+J 105 Numunesinin Likit Limit Grafiği ve PL,PI,RL değerleri.

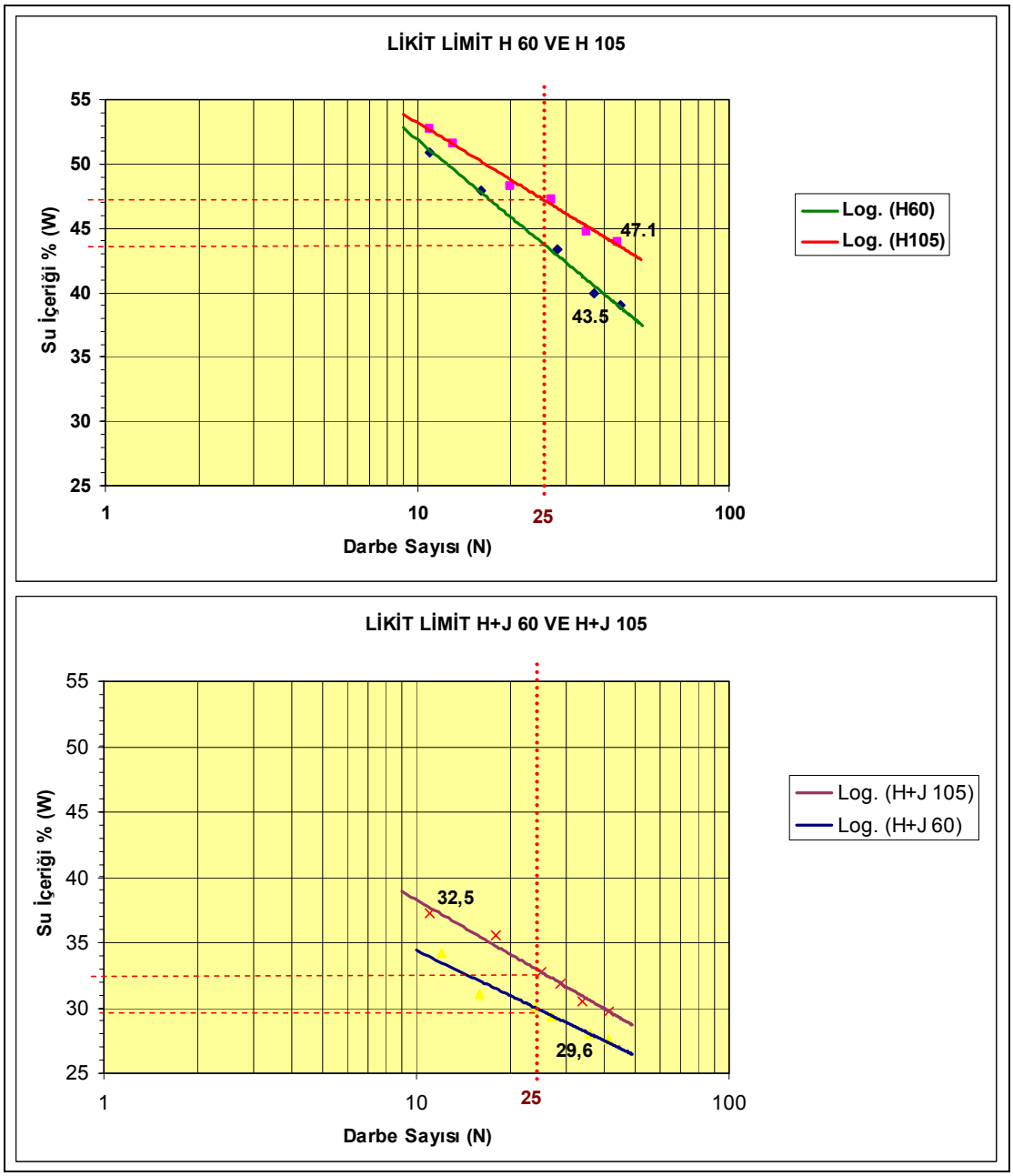
H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numuneleri üzerinde yapılan kıvam limitleri deneyi ile fırın sıcaklık farkından dolayı likit limit değerlerinde farklılıklar gözlenmektedir. Her iki karşılaştırmada da deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında likit limit değerleri artmaktadır (Şekil 4.15). Likit limitlerdeki bu fark, deney öncesi fırın sıcaklığının artmasıyla kil partiküllerinin etrafını saran higroskopik suyun kaybolmasından ve boşluk oranının artmasından kaynaklanmaktadır.

H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numuneleri üzerinde yapılan kıvam limitleri deneyi ile jips etkisinden kaynaklanan farklı sonuçlar bulunmuştur. Karşılaştırmalarda likit limit değerleri önemli derecede azalmıştır (Şekil 4.16). Bu azalmanın nedeni, saf killi zemine jips karıştırılınca ağırlıkça kil-silt yüzdesinin düşmesinden ve kum yüzdesinin artmasından kaynaklanmaktadır. Kil-silt miktarının düşmesiyle jipsli karışım halindeki numunelerin toplam tane yüzey alanı küçülmüştür ve su tutma miktarı azalmıştır.

H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin plastisite indisi değerlerine göre plastisite derecesi ve kuru dayanım özelliği çizelge 4.1' e göre belirlenmiştir. Çizelge 4.1'e göre H 60, H 105 ve H+J 105 numunelerinin plastisite derecesi **plastik** ve **orta kuru dayanım** özelliğindedir. H+J 60 numunesi **az plastik** dereceli ve **düşük kuru dayanıma** sahiptir.

Çizelge 4.1. Plastisite derecesinin Plastisite indisine göre belirlenmesi (Leonards, 1962).

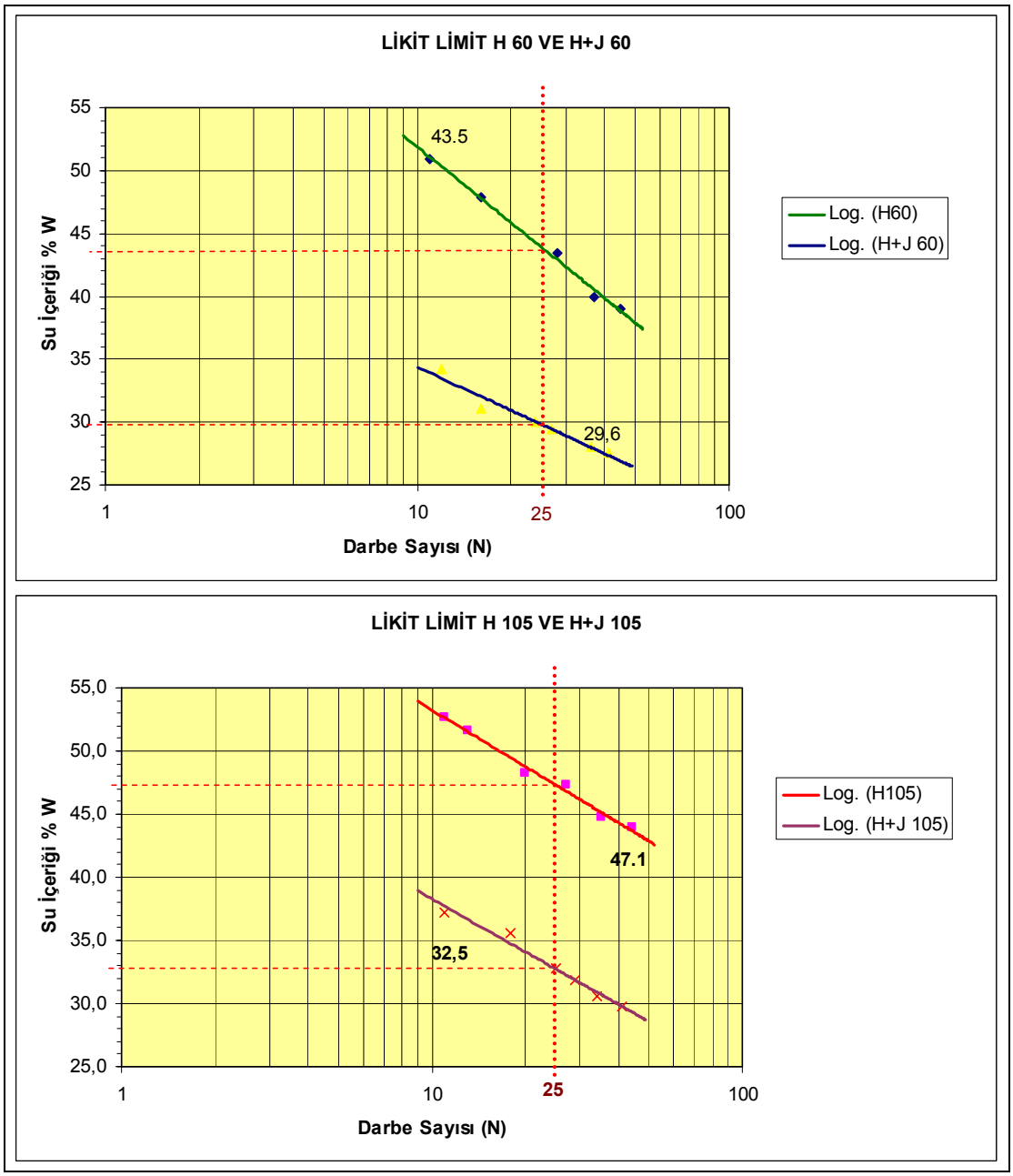
Plastisite İndisi PI (%)	**Plastisite Derecesi**	**Kuru Dayanım**
0 - 5	Plastik değil	Çok Düşük
5 – 15	Az Plastik	Düşük
15 – 40	Plastik	Orta
> 40	Çok Plastik	Yüksek



Şekil 4.15. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak likit limit deney sonuçlarının karşılaştırılması.

Bağıntı 3.10'a göre H 60 kilinin aktivite değeri 0.549, H 105 kilinin aktivite değeri 0.628, H+J 60 kilinin aktivite değeri 1.445 ve H+J 105 kilinin aktivite değeri 0.401 olarak bulunmuştur. Çizelge 3.1'e göre H 60, H 105, H+J 105 aktif olmayan

killer grubuna ve H+J 60 aktif killer grubuna girmektedir. Killerin aktivite değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.



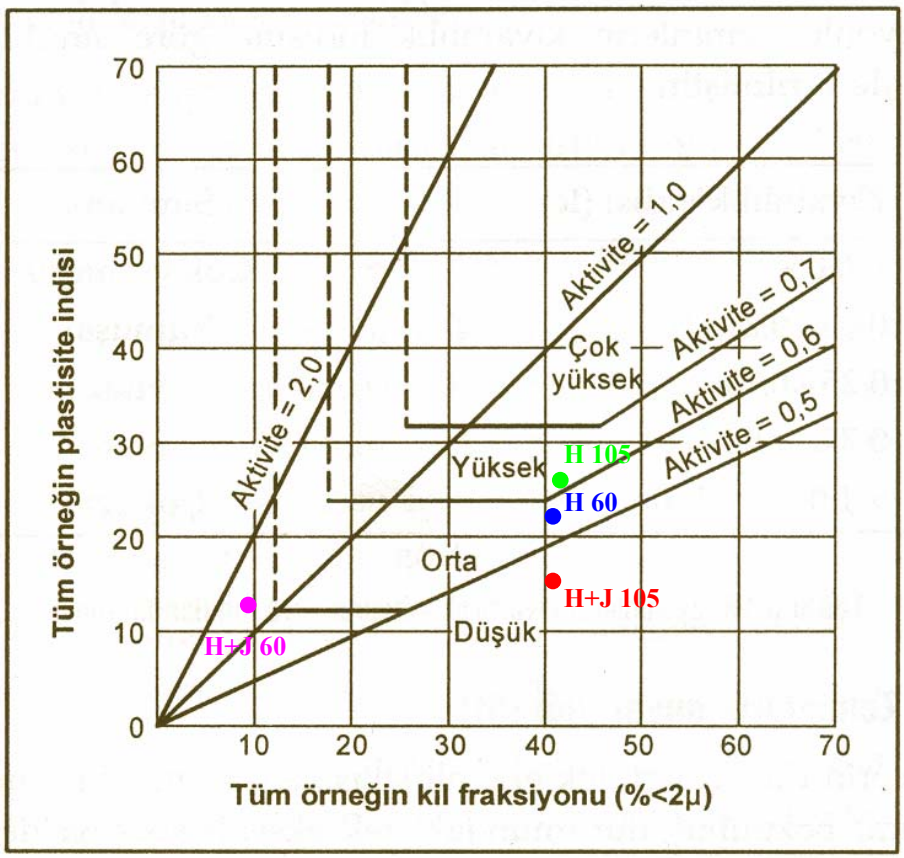
Şekil 4.16. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak likit limit deney sonuçlarının karşılaştırılması.

Tane boyu analizi sonucunda elde edilen kil yüzdesi ile Atterberg (kıvam) limitleri sonucunda elde edilen plastisite indisi (PI) değerleri kullanılarak H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin kil aktivite değerleri bulunmuş ve killer bu

değerlere göre aktivite abağında sınıflandırılmıştır (Şekil 4.17). Bu sınıflandırmaya göre H 60 numunesi **orta aktivite**, H 105 numunesi **yüksek aktivite**, H+J 60 ve H+J 105 numuneleri **düşük aktivite** olarak bulunmuştur.

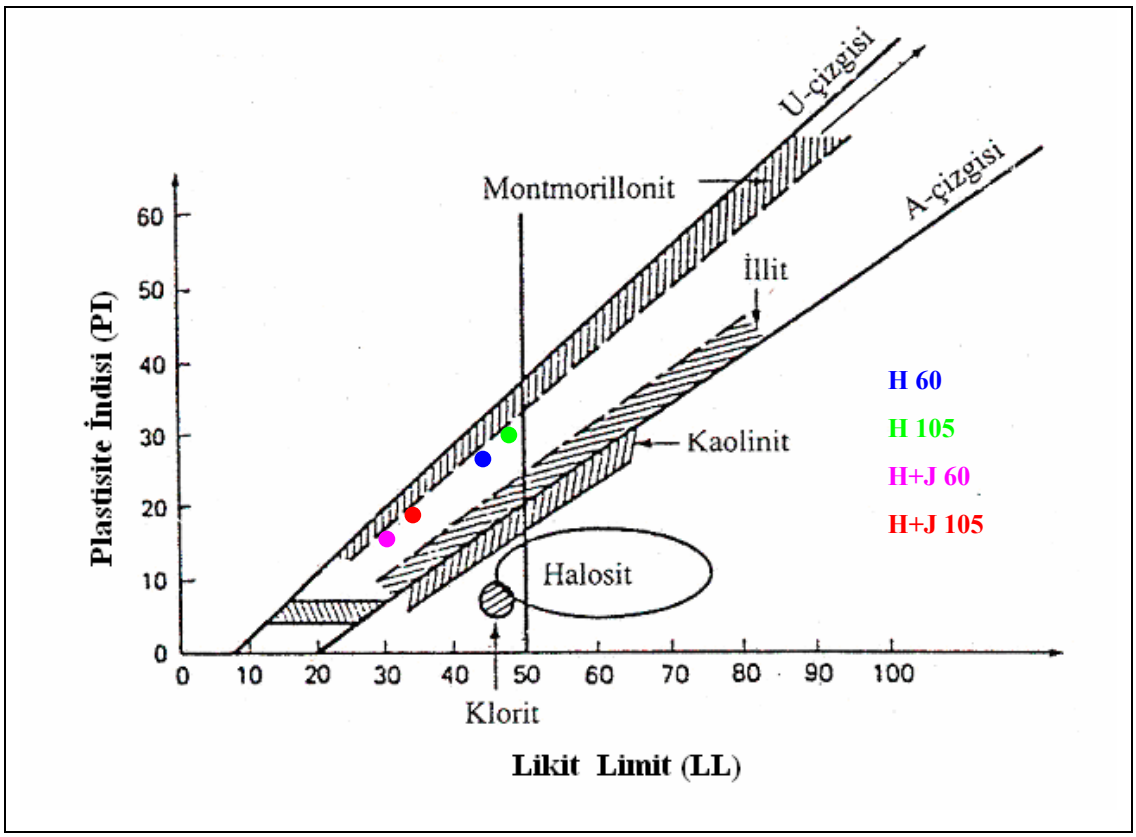
Çizelge 4.2. Killerin aktivite değerlerinin hesaplanması.

	H 60	**H 105**	**H+J 60**	**H+J 105**
Plastisite İndisi (%)	22.05	26.075	13.15	16.46
Kil Yüzdesi (%)	40.1	41.5	9,1	41
Aktivite (A_c)	0.549	0.628	1.445	0.401
SINIFLAMA	**AKTİF OLMAYAN KİLLER**		**AKTİF KİLLER**	**AKTİF OLMAYAN KİLLER**



Şekil 4.17. Modifiye Van Der Merwe (Aktivite) abağına göre H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 killerinin sınıflandırılması (Williams ve Donaldson, 1980).

H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin kil minerallerinin Casagrande Plastisite tablosundaki yerleri Şekil 4.18'de gösterilmiştir. Numuneler genel kil minerallerinin Casagrande Plastisite tablosundaki yerlerine göre U çizgisinin altında montmorillonit tipi kil grubuna çok yakın konumdadırlar.

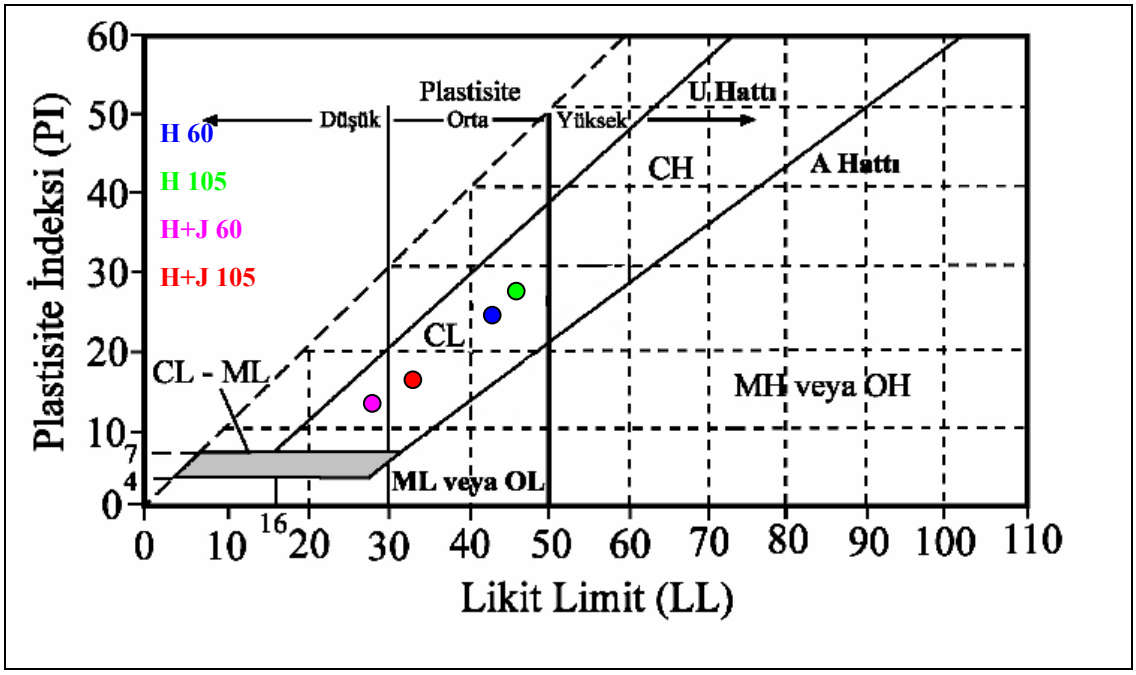


Şekil 4.18.Genel kil minerallerinin Casagrande plastisite tablosundaki yeri (Casagrande, 1948'den geliştirilmiştir ve veri Mitchell 1976'dan alınmıştır).

Tane boyu analizi ve Atterberg (kıvam) limitleri deneyleri sonucunda elde edilen sayısal değerlere göre numuneler EK-13A ve B'de verilen USCS birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılmıştır.

USCS birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numuneleri (CL) tipi zemin sınıfına girmektedir. Bu tip zeminler inorganik killer (düşük ile orta plastisitede) çakıllı killer, kumlu killer ve yağsız killer

içerebilir. Numunelerin Casagrande plastisite diyagramındaki yerleri Şekil 4.19'da gösterilmiştir.



Şekil 4.19. Casagrande'nin birkaç karakteristik zemin türünü gösteren plastisite diyagramı (Casagrande, 1948'den geliştirilmiş).

Özgül ağırlık, tane boyu analizi ve Atterberg (kıvam) limitleri deney sonuçlarına göre numunelerin indeks özellikleri karşılaştırılarak Çizelge 4.3'de verilmiştir. Deney sonuçlarına bakıldığında hem saf killerdeki deney öncesi fırın sıcaklık değişiminden kaynaklanan farklılıklar hemde jipsli karışımından kaynaklı farklılıklar gözlenmektedir.

Örneğin, PI değerleri saf killerden H 60 numunesinde % 22.05 iken H 105 numunesinde % 26.075 e yükselmiştir. Fırın sıcaklığının PI üzerindeki etkisi açıkca görülmektedir. Fırın sıcaklığının artması ile numunenin doğal su içeriği değişmekte ve bünyesindeki higroskopik su kaybolmaktadır. Buna bağlı olarak PI değeri de artmaktadır. Jipsli numunelerin PI değerleri saf killere oranla çok daha düşüktür. Jips minerali numunelerin PI değerlerinde düşürücü etki yaratmıştır. Bu da jips mineralinin tane boyu dağılımında yüzde kum miktarının fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Numunelerin 105 ^{0}C'de kurutulması ile elde edilen yüzde geçen miktarları aynı numunenin 60 ^{0}C'de kurutulmasıyla elde edilen değerlerden fazla çıktığını göstermiş ve zemin sınıflamalarında zemin tipini tesadüfen değiştirmemiştir.

Jipsli numunelerin yüzde geçen kil miktarlarında özellikle H+J 60 numunesinde büyük oranda düşme meydana gelmiş ve aktivite oranını yükseltmiştir.

Çizelge 4.3. Saf ve Jipsli zeminlerin indeks özelliklerinin karşılaştırılması.

	H 60	**H 105**	**H+J 60**	**H+J 105**
Likit Limit W_L (%)	43,5	47,1	29,6	32,5
Plastik Limit W_P (%)	21,45	21,025	16,45	16,04
Rötre Limiti W_R (%)	16,47	18,75	10,79	12,5
Plastisite İndisi P_I (%)	22,05	26,075	13,15	16,46
Kuru Dayanım	Orta	Orta	Düşük	Orta
Özgül Ağırlık	2,734	2,77	2,535	2,849
Kil Yüzdesi (%)	40.1	41.5	9,1	41
Aktivite Oranı A_c	0,549	0,628	1,445	0,401
Zemin Tipi	CL	CL	CL	CL

4.6.2. Zeminlerin Mekanik Özellikleri

Zeminler bir yüke maruz kaldıklarında yapıları, dokuları ve cinslerine göre zamanla ve yüke bağlı olarak özelliklerinde değişmeler olur. Yük, zemin üzerinde belirli bir değerde sabit kaldığı gibi zamanla değişen bir durumda da olabilir.

Bu çalışmada, hazırlanan numuneler H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 üzerinde Kompaksiyon deneyi, Ultrasonik Hız deneyi, Serbest Şişme deneyi, Konsolidasyon deneyi ve Kesme Kutusu deneyleri yapılarak numunelerin mekanik özellikleri incelenmiştir.

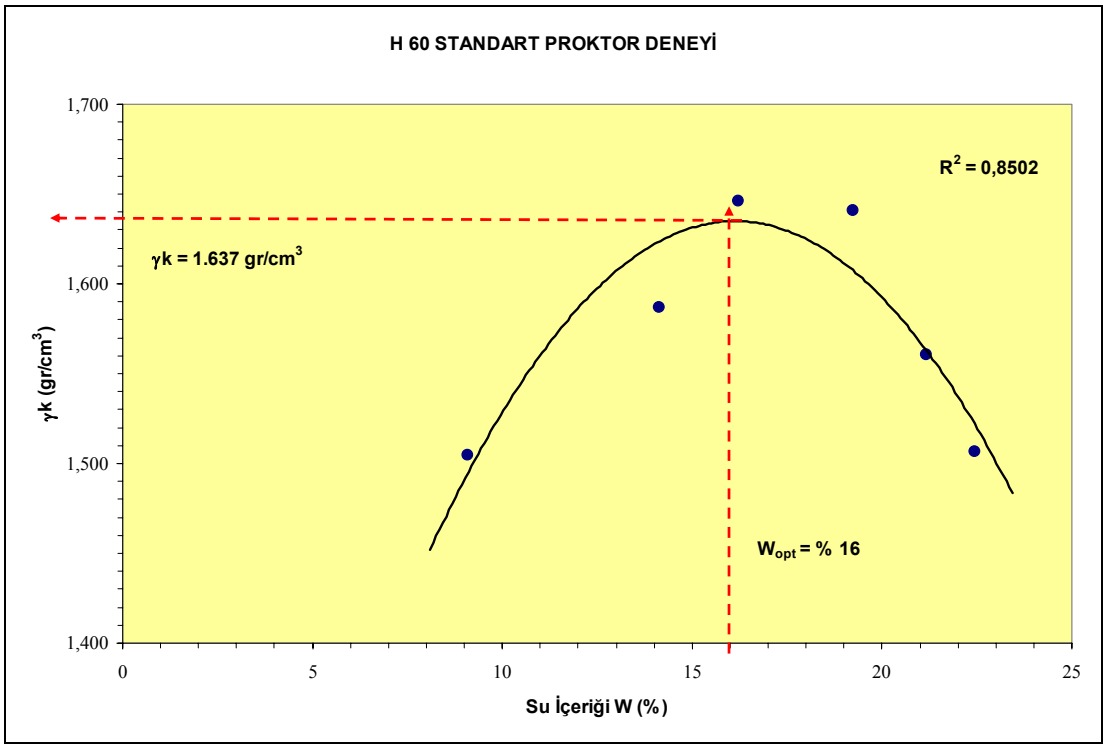
4.6.2.1. Kompaksiyon Deneyi

İnce taneli veya kohezyonlu zeminlerde kompaksiyon deneyi çok önemlidir. Kompaksiyon ile zemin dayanımı artar, şev stabilitesi iyileştirilebilir, zarar verebilecek oturmalar azaltılır ve şişme-büzülme gibi etkilerden kaynaklanacak hacim değişimleri kontrol edilebilir.

Kompaksiyon deneyi için hazırlanan numuneler sade kil üzerinde ve jips etkisini görebilmek amacıyla 40 no'lu (0.425 mm) elek altı olan jipsler karıştırılarak yapılmıştır.

Optimum su içeriği zeminin sıkıştırıldığında maksimum kuru birim hacim ağırlığını verecek su içeriğidir. Deney sonuçları H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numuneleri için aşadıdaki gibidir.

H 60 numunesinde yapılan kompaksiyon deneyi ile maksimum kuru birim hacim ağırlık (γ_k) 1.637 gr/cm^3 bulunmuştur. Maksimum birim hacim ağırlığa karşılık gelen optimum su içeriği % 16 dır (Şekil 4.20). H 60 numunesinin detay deney verileri EK-14'de verilmiştir.

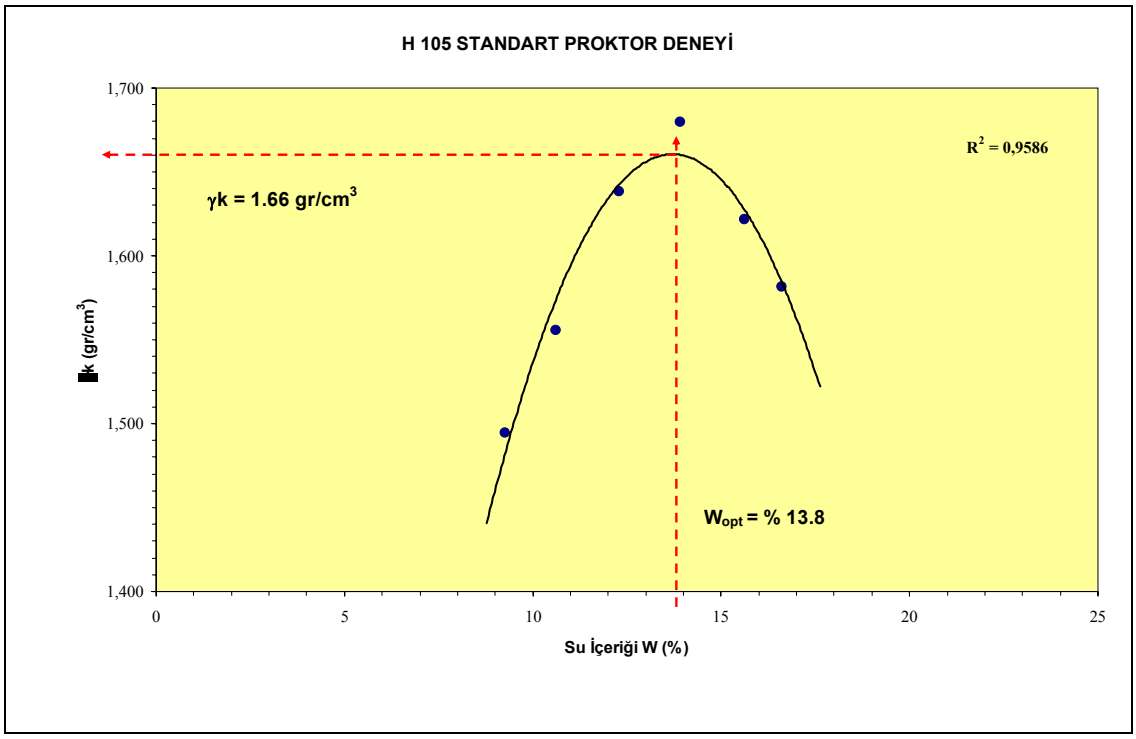


Şekil 4.20. H 60 numunesinin kompaksiyon eğrisi ve γ_k- W_{opt} değeri.

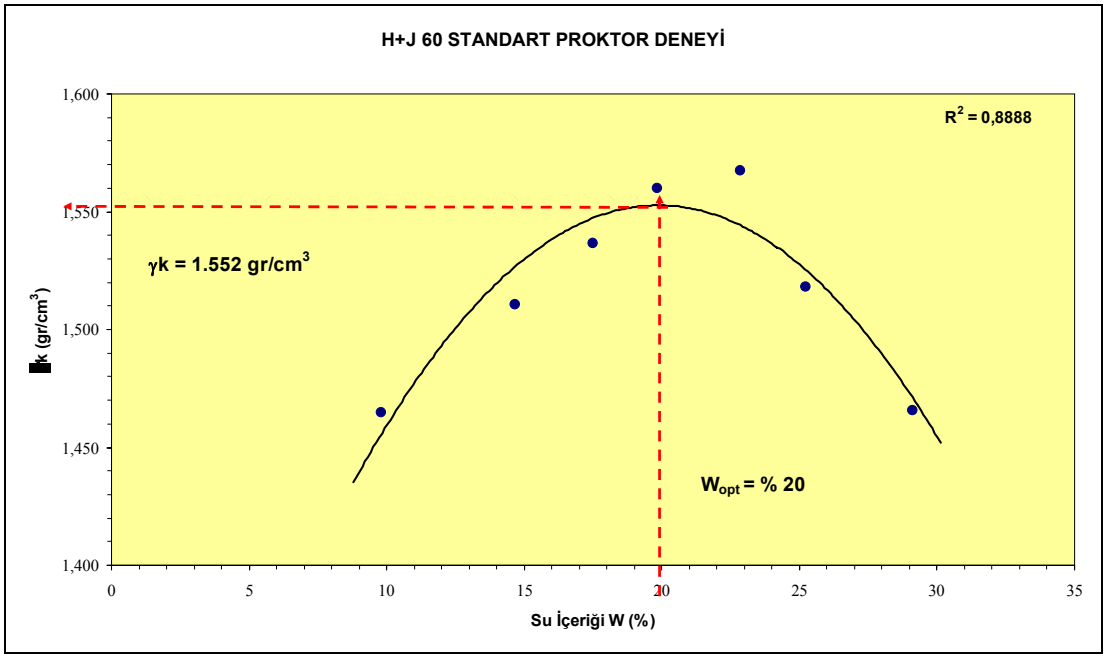
H 105 numunesinde yapılan kompaksiyon deneyi ile maksimum kuru birim hacim ağırlık (γ_k) 1.66 gr/cm^3 bulunmuştur. Maksimum birim hacim ağırlığa karşılık gelen optimum su içeriği % 13.8 dir (Şekil 4.21). H 105 numunesinin detay deney verileri EK-15'de verilmiştir.

H+J 60 numunesinde yapılan kompaksiyon deneyi ile maksimum kuru birim hacim ağırlık (γ_k) 1.552 gr/cm^3 bulunmuştur. Maksimum birim hacim ağırlığa karşılık gelen optimum su içeriği % 20 dir (Şekil 4.22). H+J 60 numunesinin detay deney verileri EK-16'da verilmiştir.

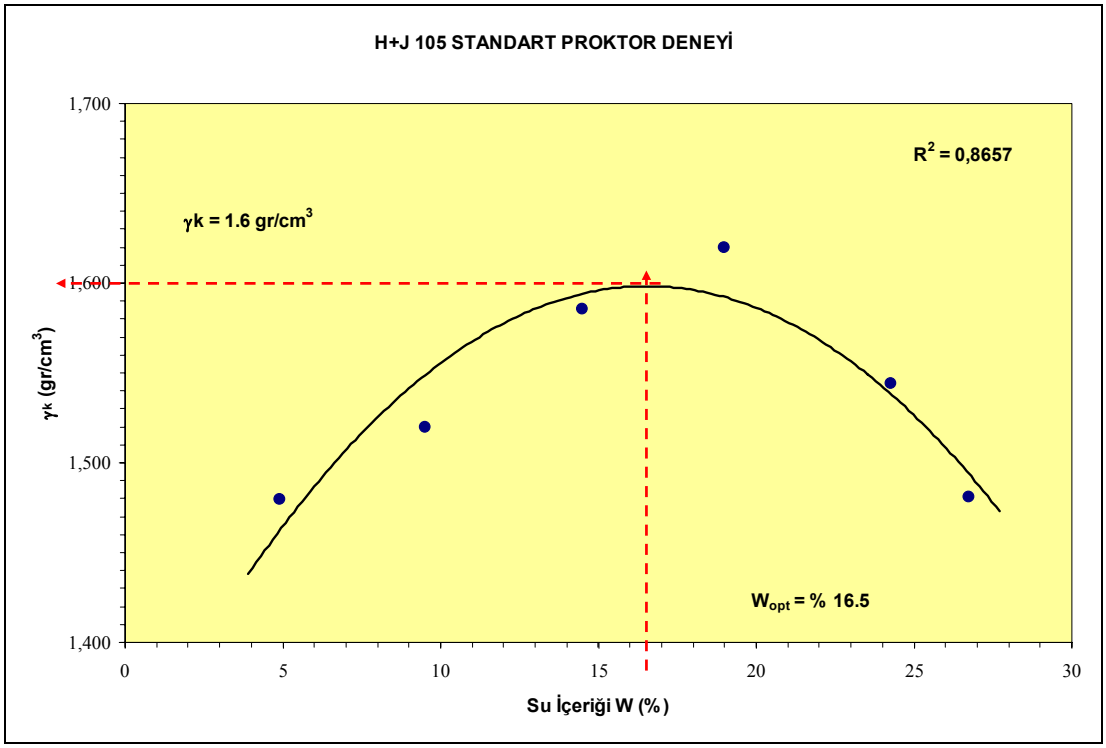
H+J 105 numunesinde yapılan kompaksiyon deneyi ile maksimum kuru birim hacim ağırlık (γ_k) 1.6 gr/cm^3 bulunmuştur. Maksimum birim hacim ağırlığa karşılık gelen optimum su içeriği % 16.5 dir (Şekil 4.23). H+J 105 numunesinin detay deney verileri EK-17'de verilmiştir.



Şekil 4.21. H 105 numunesinin kompaksiyon eğrisi ve γ_k- W_{opt} değeri.



Şekil 4.22. H+J 60 numunesinin kompaksiyon eğrisi ve γ_k- W_{opt} değeri.

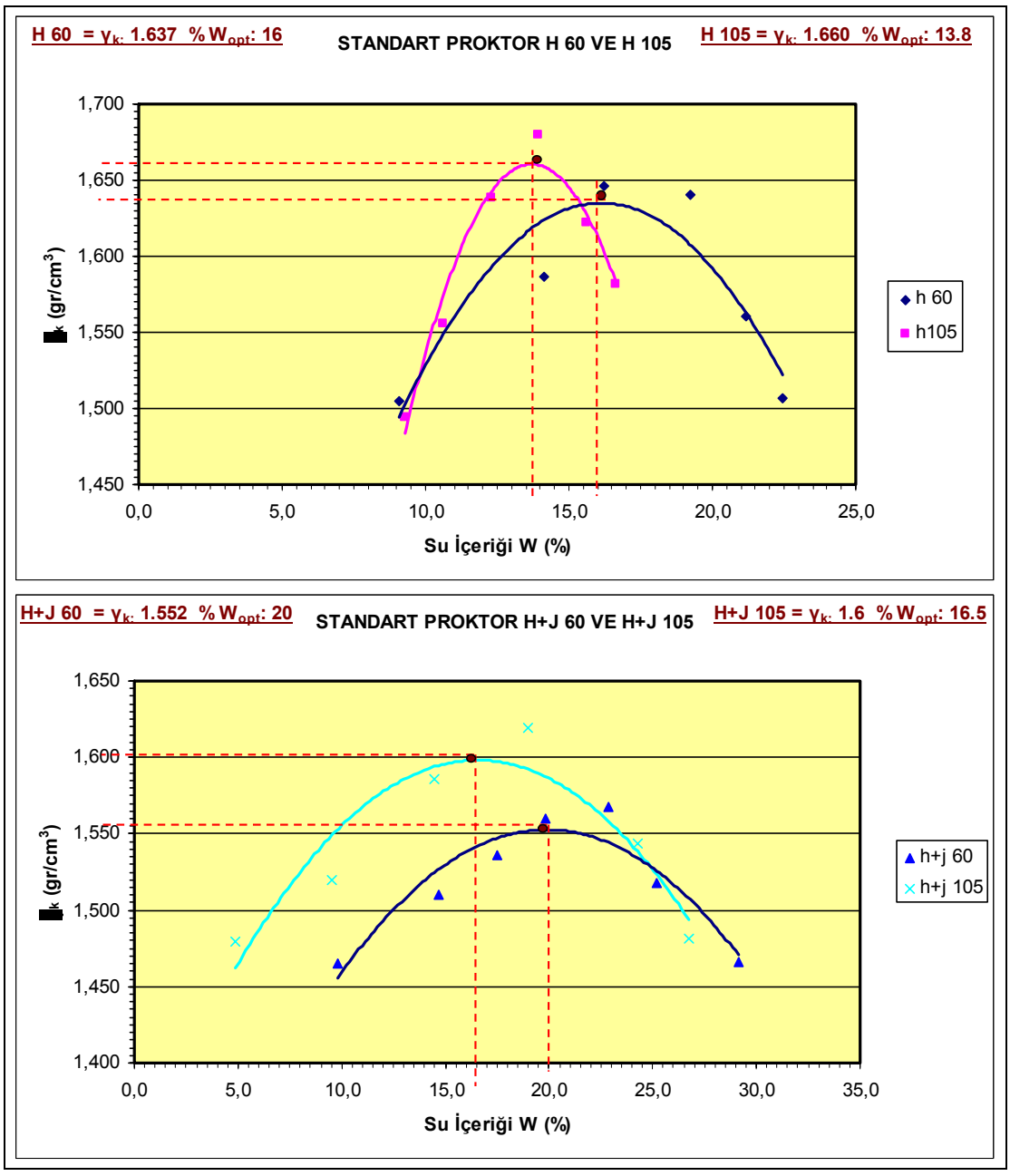


Şekil 4.23. H+J 105 numunesinin kompaksiyon eğrisi ve γ_k- W_{opt} değeri.

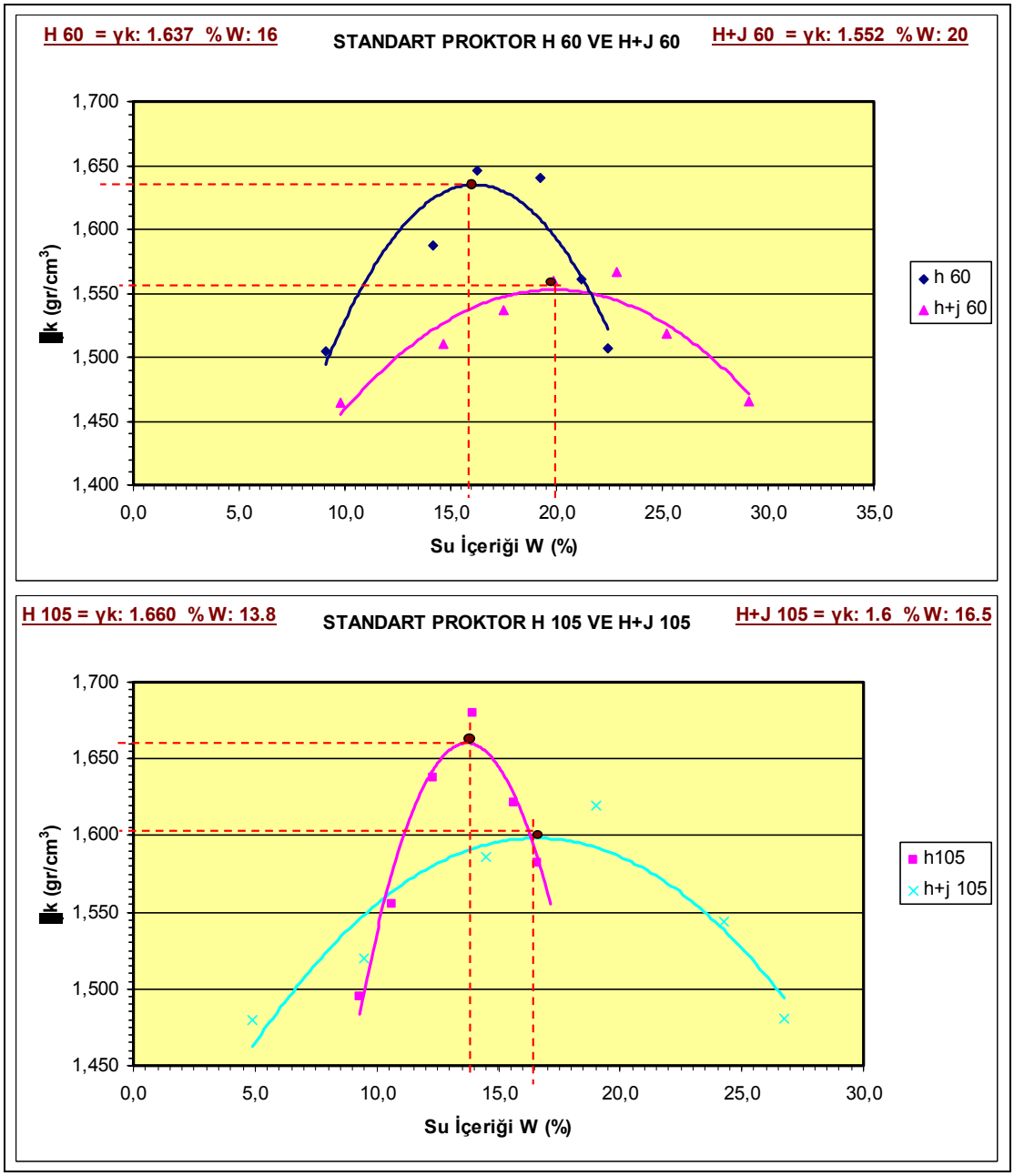
Kompaksiyon deney sonuçlarına göre sıcaklık arttıkça maksimum kuru birim hacim ağırlık (γ_k) artmakta ve optimum su içeriği azalmaktadır. Jips karışımı ile maksimum kuru birim hacim ağırlık (γ_k) azalmakta ve optimum su içeriği artmaktadır.

H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numuneleri üzerinde yapılan kompaksiyon deneyleri ile fırın sıcaklık farkından dolayı maksimum kuru birim hacim ağırlık ve optimum su içeriği değerlerinde farklılıklar gözlenmektedir. Her iki karşılaştırmada da deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri artmakta ve optimum su içeriği azalmaktadır (Şekil 4.24). Maksimum kuru birim hacim ağırlık ve optimum su içeriğindeki bu fark, deney öncesi fırın sıcaklığının artmasıyla kil partiküllerinin etrafını saran higroskopik suyun kaybolmasından ve özgül ağırlık değerinin artmasından kaynaklanmaktadır. Maksimum kuru birim hacim ağırlığın ve optimum su içeriğinin doğru çıkması numunelerin deney öncesi havada kurutulması ile mümkün olabilmektedir.

H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numuneleri üzerinde yapılan kompaksiyon deneyleri ile jips etkisinden kaynaklanan farklı sonuçlar bulunmuştur. Karşılaştırmalarda maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri azalmış ve optimum su içeriği yüzdeleri önemli derecede artmıştır (Şekil 4.25). Maksimum kuru birim hacim ağırlık ve optimum su içeriğindeki bu fark, saf killi zemine jips karıştırılınca ağırlıkça kil-silt yüzdesinin düşmesinden ve kum yüzdesinin artmasından kaynaklanmaktadır. Kil-silt miktarının düşmesiyle jipsli karışım halindeki numunelerin toplam tane yüzey alanı küçülmüştür ve buna bağlı olarak maksimum kuru birim hacim ağırlık değerlerinde azalma, optimum su içeriği değerlerinde artış gözlenmiştir.



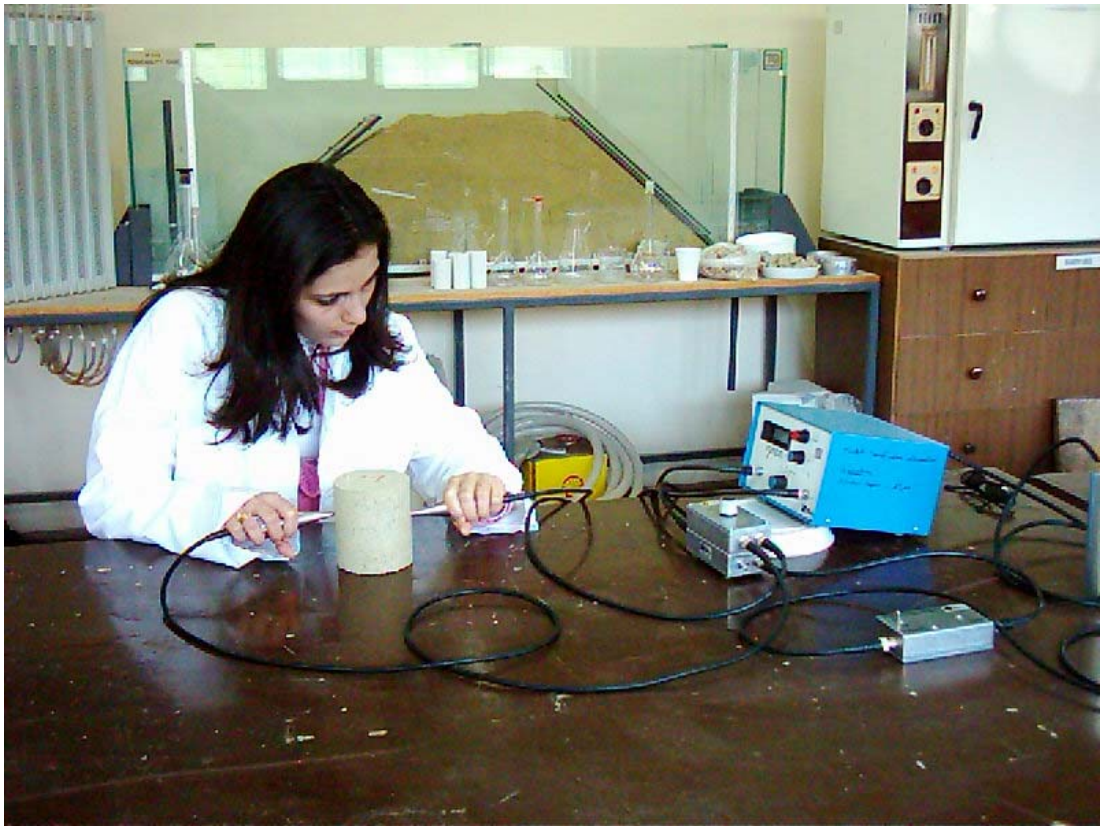
Şekil 4.24. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak kompaksiyon deney sonuçlarının karşılaştırılması.



Şekil 4.25. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak kompaksiyon deney sonuçlarının karşılaştırılması.

4.6.2.2. Ultrasonik Hız Deneyi

Hazırlanan H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin primer dalga hızını belirleyebilmek için ultrasonik hız cihazı kullanılmıştır. Ultrasonik hız cihazının kullanımına bir örnek Şekil 4.26'da gösterilmiştir. Numuneler üzerinde yapılan kompaksiyon deney sonuçlarına göre numuneler optimum su içeriğinde hazırlanmıştır. Hazırlanan numunelerin uçları yağlanarak ultrasonik deney aletinin alıcı-verici başlıkları arasına konulup primer dalganın aldığı yolun (numune boyu), primer dalganın örneği kat etme süresi ölçülmüştür. Bulunan değerler kullanılarak Bağıntı 3.14'e göre ultrasonik hız değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 4.26. Ultrasonik hız cihazının kullanımına bir örnek.

Ultrasonik hız değerleri, Çizelge 4.4'e göre H 60 numunesi için 673.94 m/sn, Çizelge 4.5'e göre H 105 numunesi için 764.29 m/sn, Çizelge 4.6'ya göre H+J 60 numunesi için 353.78 m/sn ve Çizelge 4.7'ye göre H+J 105 numunesi için 451.67 m/sn olarak bulunmuştur.

H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numuneleri üzerinde yapılan ultrasonik hız deneyine göre, numuneler arasında deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında Ultrasonik hızın arttığı gözlenmiştir. Sıcaklık artışı ile maksimum kuru birim hacim ağırlık değerlerinin arttığını ve optimum su içeriği değerlerinin azaldığını söylemiştik. Ultrasonik hız deneyi için deney öncesi numuneler optimum su içeriğinde hazırlandığından sıcaklık artışı ile maksimum kuru birim hacim ağırlıkla doğru orantılı olarak ultrasonik hız da artmaktadır. Jips karışımlı numunelerde ise maksimum kuru birim hacim ağırlık azaldığından Ultrasonik hızda da azalma gözlenmiştir. Ayrıca jipsli numunelerde kum miktarı arttığı için Ultrasonik hızın geçiş süresi azalmıştır.

Çizelge 4.4. H 60 Ultrasonik hız verileri.

Sembol	Tanım	Birim	1	2	3	4	5	6	7
t	Primer Dalganın Örneği Kat etme Süresi	µsn	69	66	68	70	70	67	
X	Primer Dalganın Aldığı Yol (Numune Boyu)	cm	4,61	4,58	4,59	4,59	4,64	4,61	
V	Ultrasonik Hız	m/sn	668,12	693,93	675,00	662,86	688,06	655,71	
V_{ort}	Ortalama Ultrasonik Hız	m/sn	673,94						

Çizelge 4.5. H 105 Ultrasonik hız verileri.

Sembol	Tanım	Birim	1	2	3	4	5	6	7
t	Primer Dalganın Örneği Kat etme Süresi	µsn	56	58	64	64	63	57	
X	Primer Dalganın Aldığı Yol (Numune Boyu)	cm	4,60	4,58	4,59	4,61	4,60	4,60	
V	Ultrasonik Hız	m/sn	821,43	789,65	717,18	720,31	730,16	807,02	
V_{ort}	Ortalama Ultrasonik Hız	m/sn	764,29						

Çizelge 4.6. H+J 60 Ultrasonik hız verileri.

Sembol	Tanım	Birim	1	2	3	4	5	6	7
t	Primer Dalganın Örneği Kat etme Süresi	µsn	144	130	120	121	126	141	
X	Primer Dalganın Aldığı Yol (Numune Boyu)	cm	4,61	4,60	4,65	4,58	4,61	4,58	
V	Ultrasonik Hız	m/sn	320,14	353,84	387,90	370,51	365,87	324,82	
V_{ort}	Ortalama Ultrasonik Hız	m/sn	353,78						

Çizelge 4.7. H+J 105 Ultrasonik hız verileri.

Sembol	Tanım	Birim	1	2	3	4	5	6	7
t	Primer Dalganın Örneği Kat etme Süresi	µsn	108	103	104	100	101	108	
X	Primer Dalganın Aldığı Yol (Numune Boyu)	cm	4,82	4,63	4,68	4,60	4,70	4,74	
V	Ultrasonik Hız	m/sn	446,29	449,51	450,00	460,00	465,35	438,88	
V_{ort}	Ortalama Ultrasonik Hız	m/sn	451,67						

4.6.2.3. Serbest Şişme Deneyi

Şişme özelliği olan yüksek plastisiteli zeminler tane yapılarına, kil minerallerinin türüne ve miktarına, su muhtevasına, kuru birim hacim ağırlık ve boşluk oranı değerlerine bağlı olarak hacim değişimleri gösterirler.

Şişme potansiyeli, Ödometre koşullarında, yerindeki sürşarş gerilmeleri altında, örselenmiş/örselenmemiş zemin numunelerinin suya doygun duruma gelinceye kadar göstermiş olduğu düşey deformasyonun, numunenin ilk yüksekliğine olan oranıdır. Bu tariften yola çıkarak Bağıntı 3.16 kullanılmış numunelerin şişme yüzdesi hesaplanmıştır.

Zeminlerin şişme özelliğinin olması için kil muhtevasının birleştirilmiş zemin sınıflandırmasında, muhtemelen CH yada CL sınıfına ait olması gerekir.

Şişme özelliğine sahip zeminler kuru halde iken genellikle kırık, cilalı yüzeyli ve önceki şişme-büzülme izlerini taşırlar. Bu tür zeminler kurudukları zaman zemin yüzeyinde çatlaklar oluştururlar (Cuduto,1994). Şişme özelliğini incelediğimiz H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numuneleri birleştirilmiş zemin sınıflandırmasına göre CL sınıfına girmektedir.

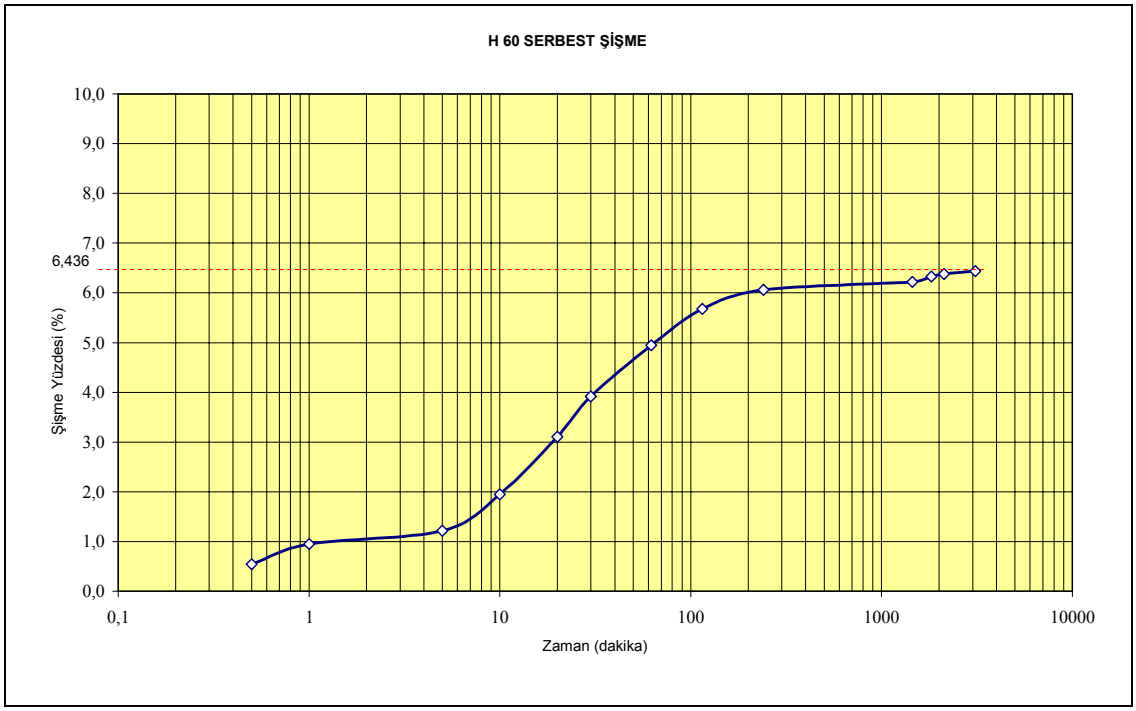
Bu çalışmada, serbest şişme deneyi için örselenmiş numuneler 40'lu elekten elenerek belirli bir su içeriğinde deneye tabi tutulmuştur. Numunelere 3.5 kg'lık (1.784 kg/cm^2) ön yükleme uygulandığı için eş zamanlı iki deney yapılmış ve ön yüklemeleri tamamlanan numunelerden birinin son yüksekliği alındıktan sonra deneye son verilmiştir. Ödometre aletindeki ön yüklemesi tamamlanan diğer numune boşaltılıp elastik şekil değiştirmelere izin verildikten sonra 4.9 kPa'lık sürşarş yükünde şişme deneyine tabi tutulmuştur. Bu işlemler H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin hepsine uygulanmıştır.

H 60 numunesi üzerinde yapılan serbest şişme deneyi ile şişme yüzdesi (FS) % 6.436 olarak bulunmuştur (Şekil 4.27). H 60 numunesinin detay deney verileri EK-18'de verilmiştir.

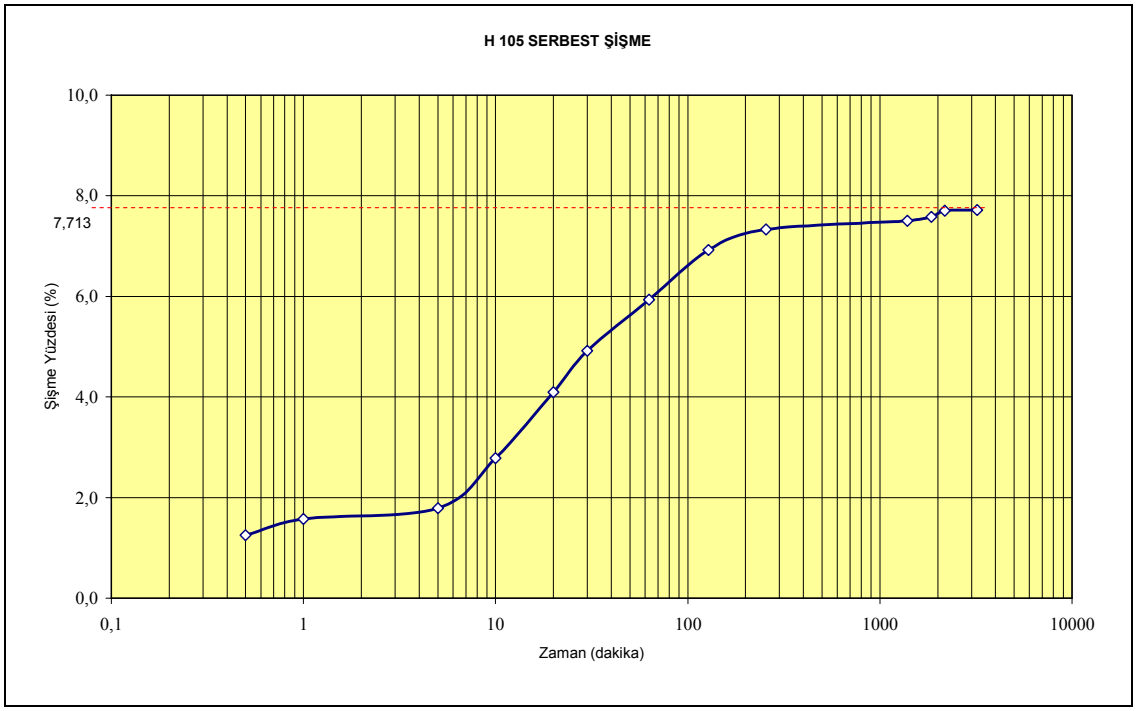
H 105 numesinde yapılan serbest şişme deneyi sonunda şişme yüzdesi (FS) % 7.713 olarak bulunmuştur (Şekil 4.28). H 105 numunesinin detay deney verileri EK-19'da verilmiştir.

H+J 60 numunesi üzerinde yapılan serbest şişme deneyi ile şişme yüzdesi (FS) % 3.021 olarak bulunmuştur (Şekil 4.29). H 60 numunesinin detay deney verileri EK-20'de verilmiştir.

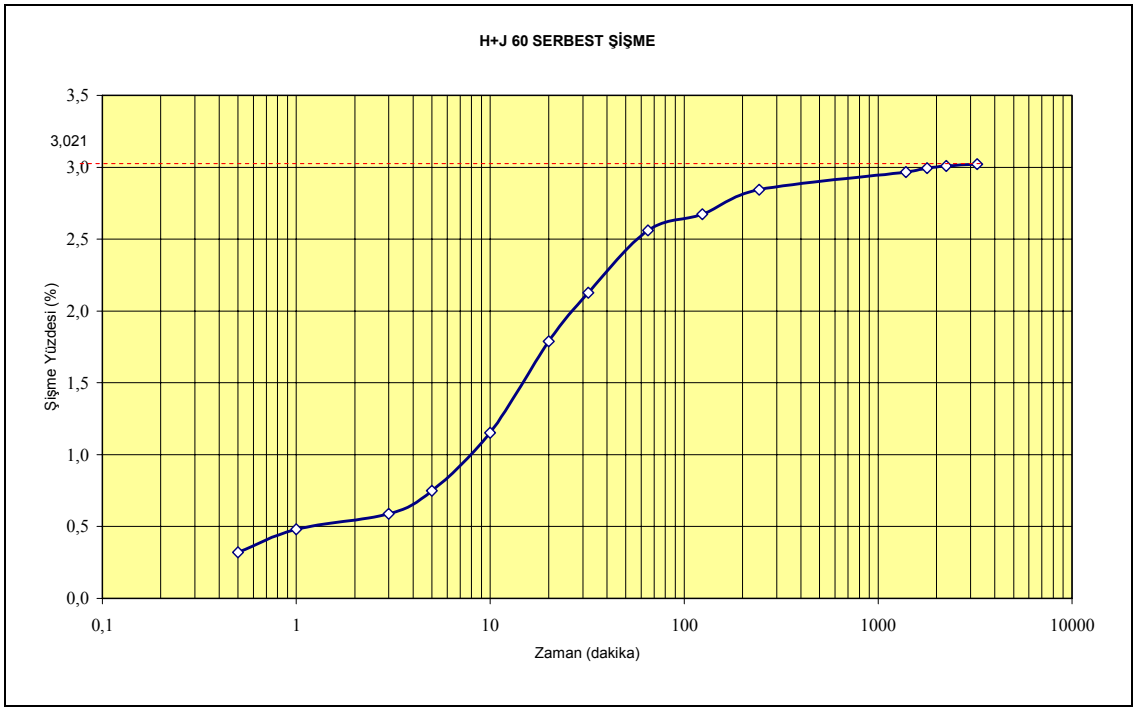
H+J 105 numunesinde yapılan serbest şişme deneyi sonunda şişme yüzdesi (FS) % 5.474 olarak bulunmuştur (Şekil 4.30). H+J 105 numunesinin detay deney verileri EK-21'de verilmiştir.



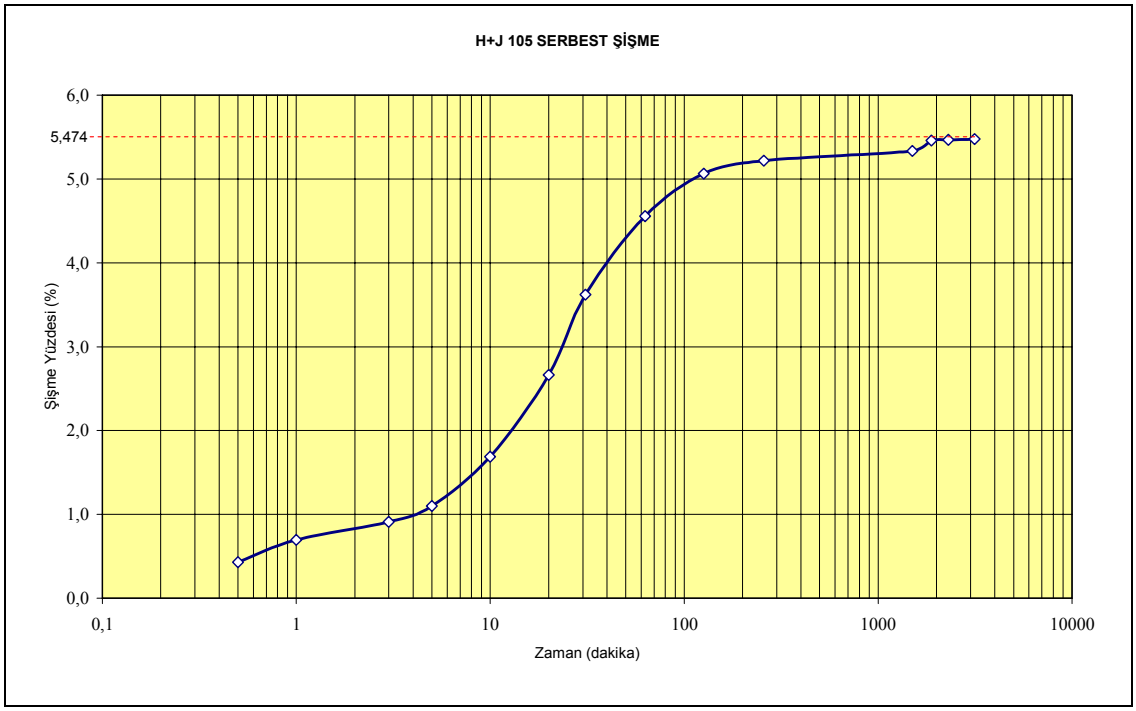
Şekil 4.27. H 60 numunesinin Zaman - % Şişme grafiği.



Şekil 4.28. H 105 numunesinin Zaman - % Şişme grafiği.



Şekil 4.29. H+J 60 numunesinin Zaman - % Şişme grafiği.



Şekil 4.30. H+J 105 numunesinin Zaman - % Şişme grafiği.

Çizelge 4.8'de Seed ve ark.(1962) ile Krebs ve Walker (1971), (Carter ve Bentley, 1991'den) tarafından ortaya konulan plastisite indisi, şişme potansiyeli değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.8. Plastisite indisine bağlı olarak şişen zeminlerin tanımlanması (Carter ve Bentley, 1991'den).

Şişme Potansiyeli	Plastisite İndisi (Seed ve ark, 1962)	Plastisite İndisi (Krebs ve Walker,1971)
Düşük (% 0-1.5)	0 – 15	0 – 15
Orta (% 1.5-5)	10 – 30	15 – 24
Yüksek (% 5-25)	20 – 55	24 – 46
ÇokYüksek (>%25)	> 40	> 46

Bu çalışmada elde edilen değerler açısından Çizelge 4.8'de Seed ve ark.(1962)'ye göre H 60, H 105 ve H+J 105 numuneleri yüksek şişme potansiyeline sahipken, H+J 60 numunesi orta şişme potansiyeline sahiptir. Krebs ve Walker (1971)' e göre H+J 60 numunesi düşük şişme potansiyeline, H 60 ve H+J 105 numuneleri orta şişme potansiyeline ve H 105 numunesi yüksek şişme potansiyeline sahiptir.

H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numuneleri üzerinde yapılan serbest şişme deneyleri ile fırın sıcaklık farkından dolayı numunelerin yüzde şişme değerlerinde farklılıklar gözlenmektedir. Her iki karşılaştırmada da deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında şişme yüzdeleri artmaktadır (Şekil 4.31). Şişme yüzdelerindeki bu fark, deney öncesi fırın sıcaklığının artmasıyla kil partiküllerinin etrafını saran higroskopik suyun kaybolmasından kaynaklanmaktadır. Şişme deneyi numunelerin su içeriği ile doğrudan orantılıdır. Su içeriği fazla olan numunelerin şişme yüzdesi az olacaktır. Bundan dolayı deney öncesi 60 ^{0}C'de kurutulan numunelerin 105 ^{0}C'de kurutulan numunelere göre şişme yüzdeleri daha düşük bulunmuştur.

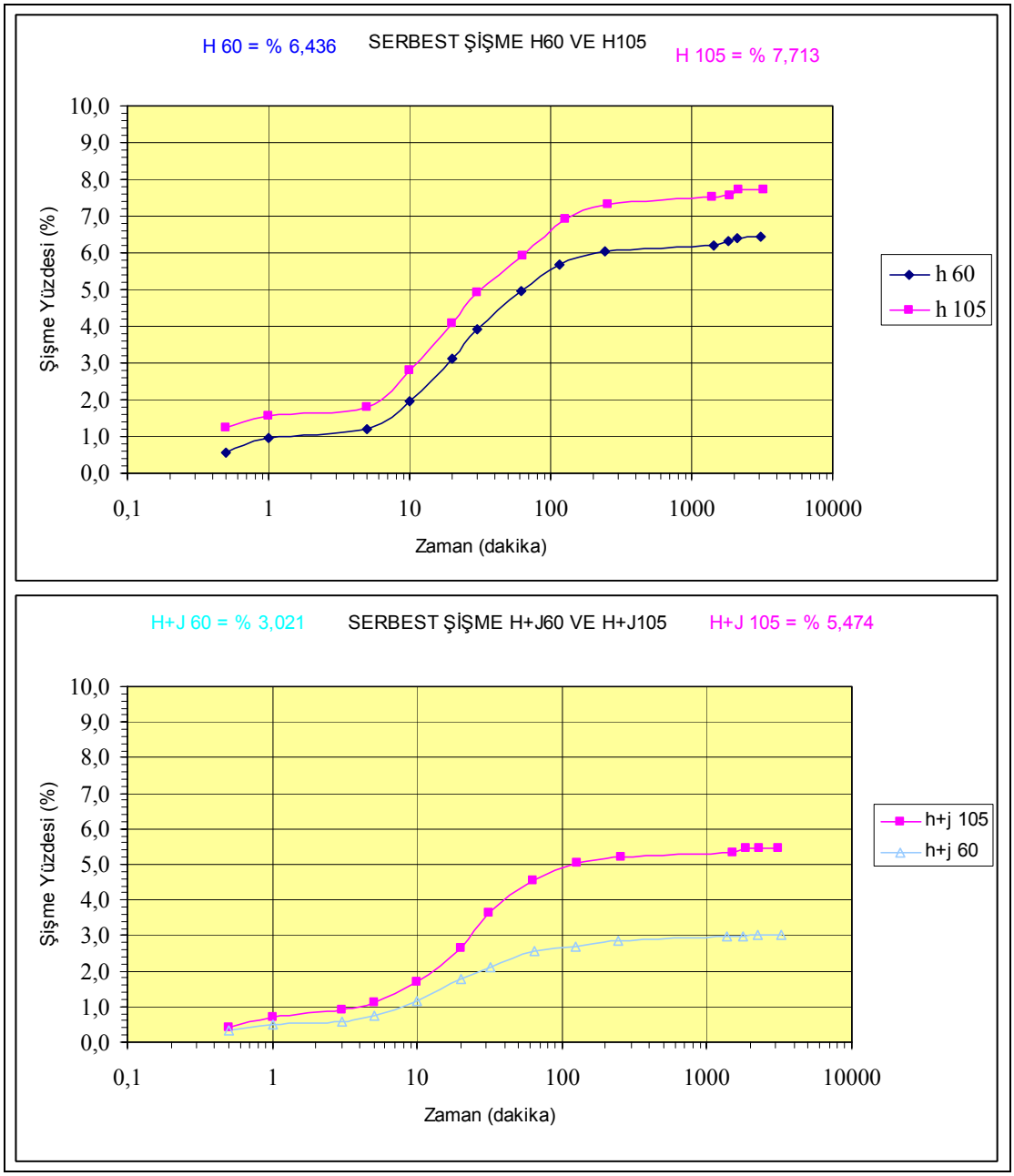
H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numuneleri üzerinde yapılan serbest şişme deneyleri ile jips etkisinden kaynaklanan farklı sonuçlar bulunmuştur. Karşılaştırmalarda, H 60 numunesinin şişme yüzdesi % 6.436 iken H+J 60

numunesinin şişme yüzdesi % 3.021 ve H 105 numunesinin şişme yüzdesi % 7.713 iken H+J 105 numunesinin şişme yüzdesi % 5.474 tür (Şekil 4.32).

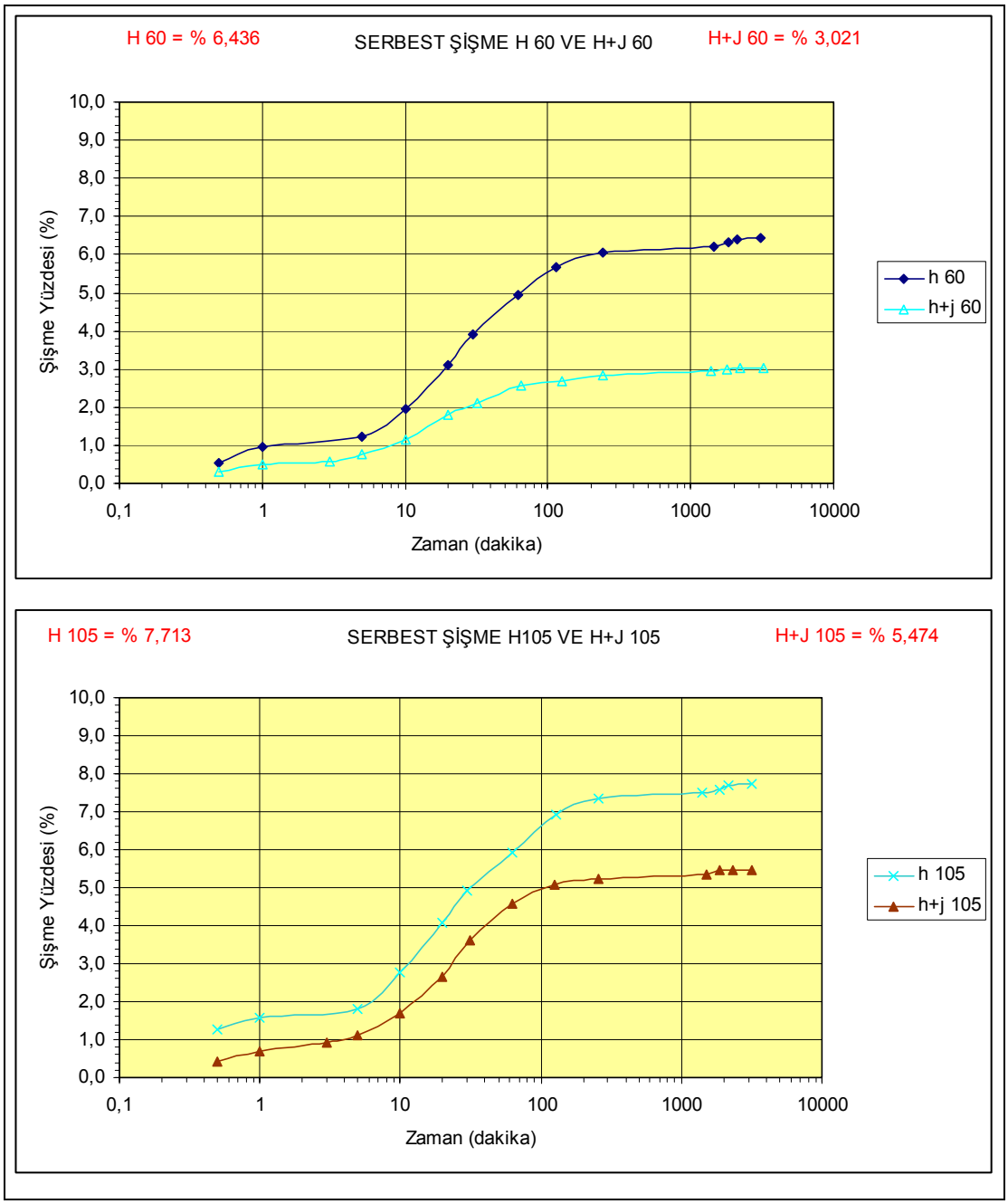
Çeşitli kalsiyum sülfat fazları arasında jips sınırsal, anhidrit ise yüksek şişme kapasitesine sahiptir. Kalsiyum sülfat-kil karışımlı zeminlerde kalsiyum sülfat miktarı artınca kilin şişme potansiyeli azalır ve bu karışım eğer jips ise şişme potansiyeli daha fazla azalmaktadır (Azam et al, 2000).

H 60 numunesi ile H+J 60 numunesi arasındaki şişme yüzdesi farkı, H 105 numunesi ile H+J 105 numunesi arasındaki fark'tan daha fazladır. Çünkü 105 ^{0}C'de jips minerali bünyesindeki kimyasal suyu kaybederek anhidrit mineraline dönüşmektedir ve anhidritin şişme kapasitesi jipsin şişme kapasitesine göre çok daha fazladır.

Jips mineralinin kendi bünyesinde kimyasal su moleküllerinin olması, şişme özelliği zaten yüksek olan saf killere göre daha az şişmesine neden olmuştur.



Şekil 4.31. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak serbest şişme deney sonuçlarının karşılaştırılması.



Şekil 4.32. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak serbest şişme deney sonuçlarının karşılaştırılması.

4.6.2.4. Konsolidasyon Deneyi

Özellikle üzerinde yapılaşmanın olduğu killi zeminlerde yapılaşma ile ilgili olarak karşılaşılan problemlerin en önemlisi killi zeminlerin gösterdikleri

konsolidasyon davranışlarıdır. Konsolidasyon geçirgenliği düşük, tamamıyla suya doygun zeminlerin taneler arasındaki boşluk suyunun zemin içinden dışarıya sızmasıyla meydana gelen kademeli bir hacim azalmasıdır.

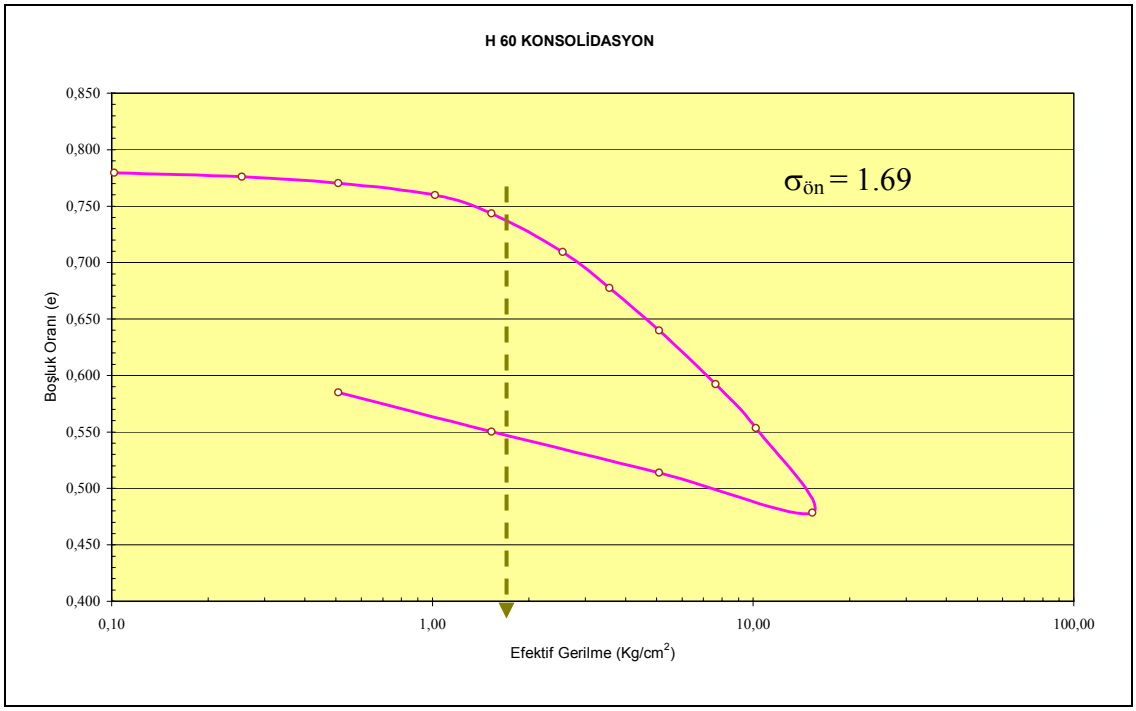
Bu çalışmada, konsolidasyon deneyi için örselenmiş numuneler 40'lu elekten elenerek belirli bir su içeriğinde deneye tabi tutulmuştur. Numunelere 3.5 kg'lık (1.784 kg/cm^2) ön yükleme uygulandığı için eş zamanlı iki deney yapılmış ve ön yüklemeleri tamamlanan numunelerden birinin fiziksel özelliklerini belirlemek için numunenin son yüksekliği alındıktan sonra ön yükleme boşaltılmıştır. Böylece numuneler örselenmemiş yapay numune haline getirilmiştir. Ödometre aletindeki ön yüklemesi tamamlanan diğer numune boşaltılıp elastik şekil değiştirmelere izin verildikten sonra sırası ile 0.2, 0.5, 1, 3…….20,30 kg'lık yükler 24 saat süre ile numunelere yüklenmiştir. Bu işlemler H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin hepsine uygulanmıştır. Elde edilen boşluk oranı (e) – logaritma gerilme eğrilerinden ön konsolidasyon basınçları ($\sigma_{ön}$) ve sıkışma indisleri hesaplanmıştır. Sıkışma indisleri (C_c) Bağıntı 3.17'e göre hesaplanmıştır.

Konsolidasyon deneylerinden elde edilmiş olan konsolidasyon eğrilerine göre H 60 numunesinin ön konsolidasyon basıncı $\sigma_{ön}$ 1.69 kg/cm^2 ve sıkışma indisi C_c 0.0675 cm^2/kg olarak bulunmuştur (Şekil 4.33). H 60 numunesinin detay konsolidasyon deney sonuçları EK-22'de verilmiştir.

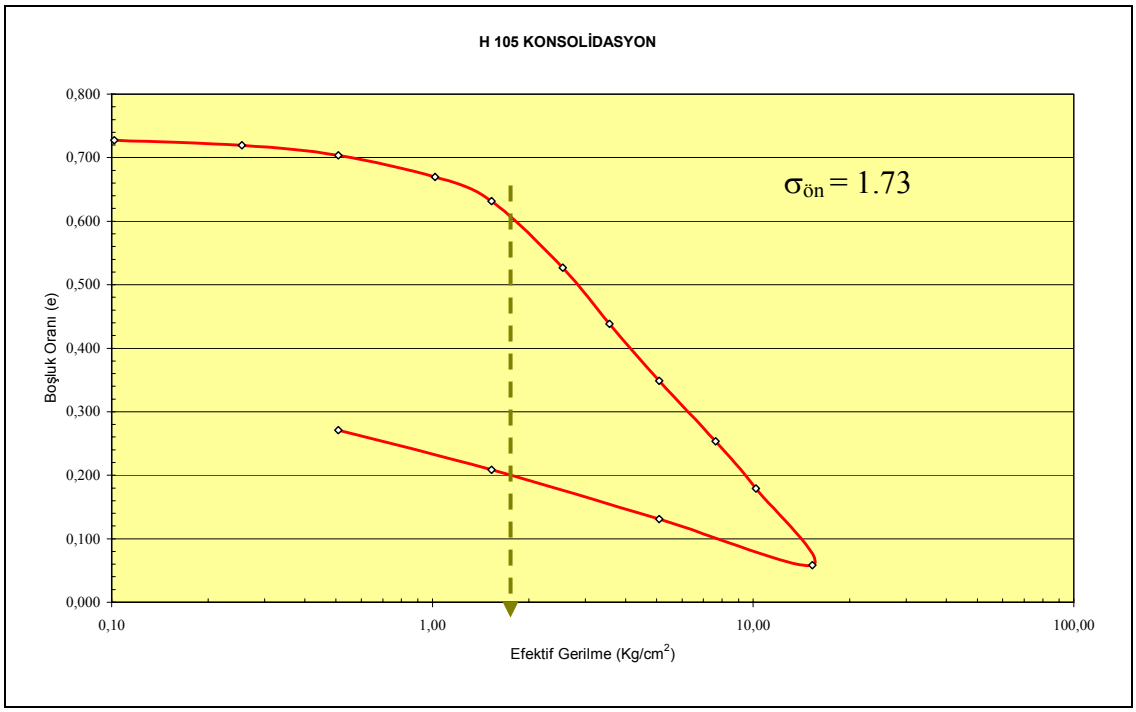
H 105 numunesinin ön konsolidasyon basıncı $\sigma_{ön}$ 1.73 kg/cm^2 ve sıkışma indisi C_c 0.1345 cm^2/kg olarak bulunmuştur (Şekil 4.34). H 105 numunesinin detay konsolidasyon deney sonuçları EK-23'de verilmiştir.

H+J 60 numunesinin ön konsolidasyon basıncı $\sigma_{ön}$ 1.71 kg/cm^2 ve sıkışma indisi C_c 0.0951 cm^2/kg olarak bulunmuştur (Şekil 4.35). H+J 60 numunesinin detay konsolidasyon deney sonuçları EK-24'de verilmiştir.

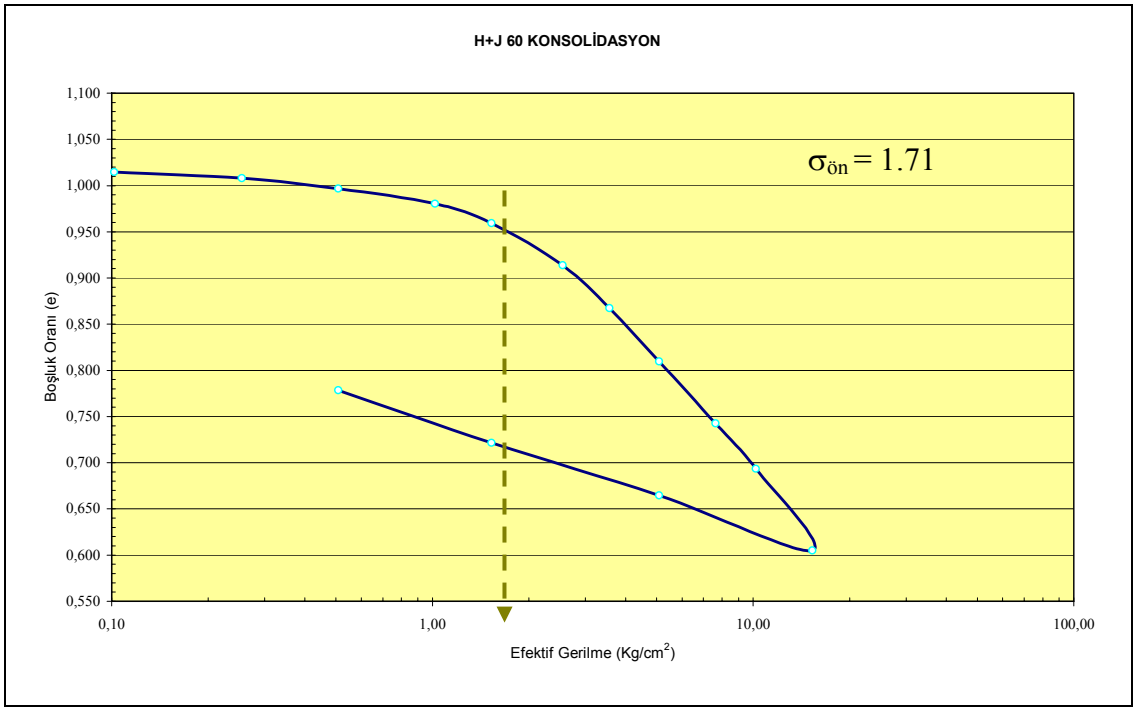
H+J 105 numunesinin ön konsolidasyon basıncı $\sigma_{ön}$ 1.76 kg/cm^2 ve sıkışma indisi C_c 0.1677 cm^2/kg olarak bulunmuştur (Şekil 4.36). H+J 105 numunesinin detay konsolidasyon deney sonuçları EK-25'de verilmiştir.



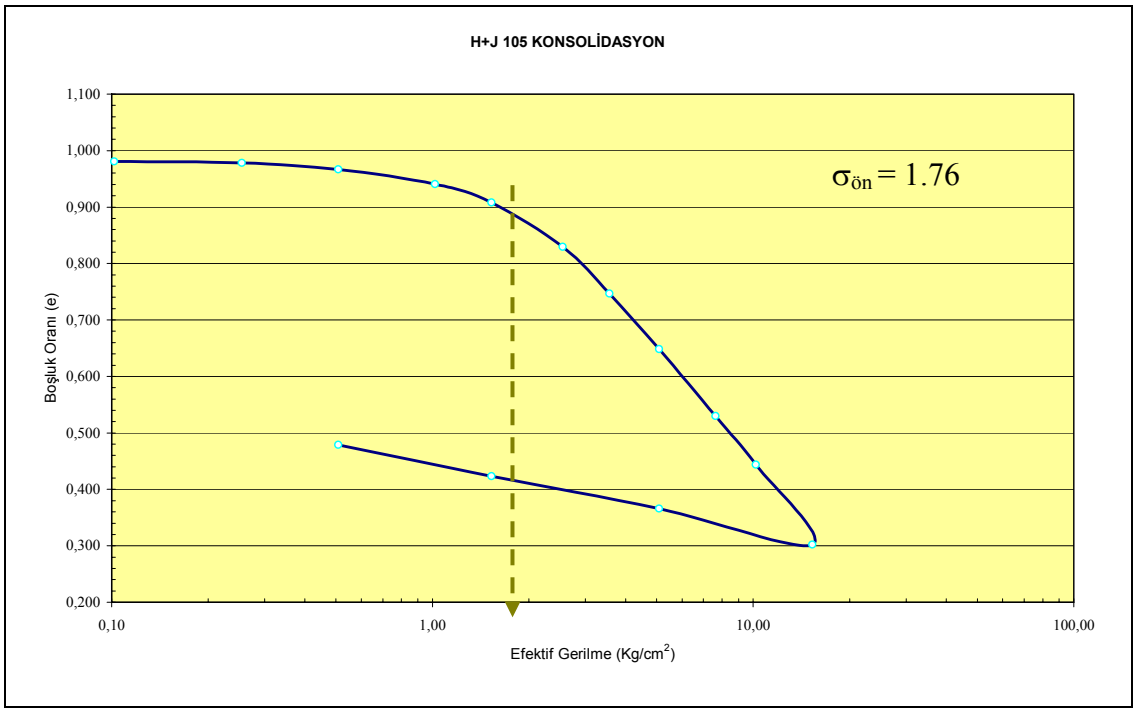
Şekil 4.33. H 60 numunesinin boşluk oranı-efektif gerilme grafiği.



Şekil 4.34. H 105 numunesinin boşluk oranı-efektif gerilme grafiği.

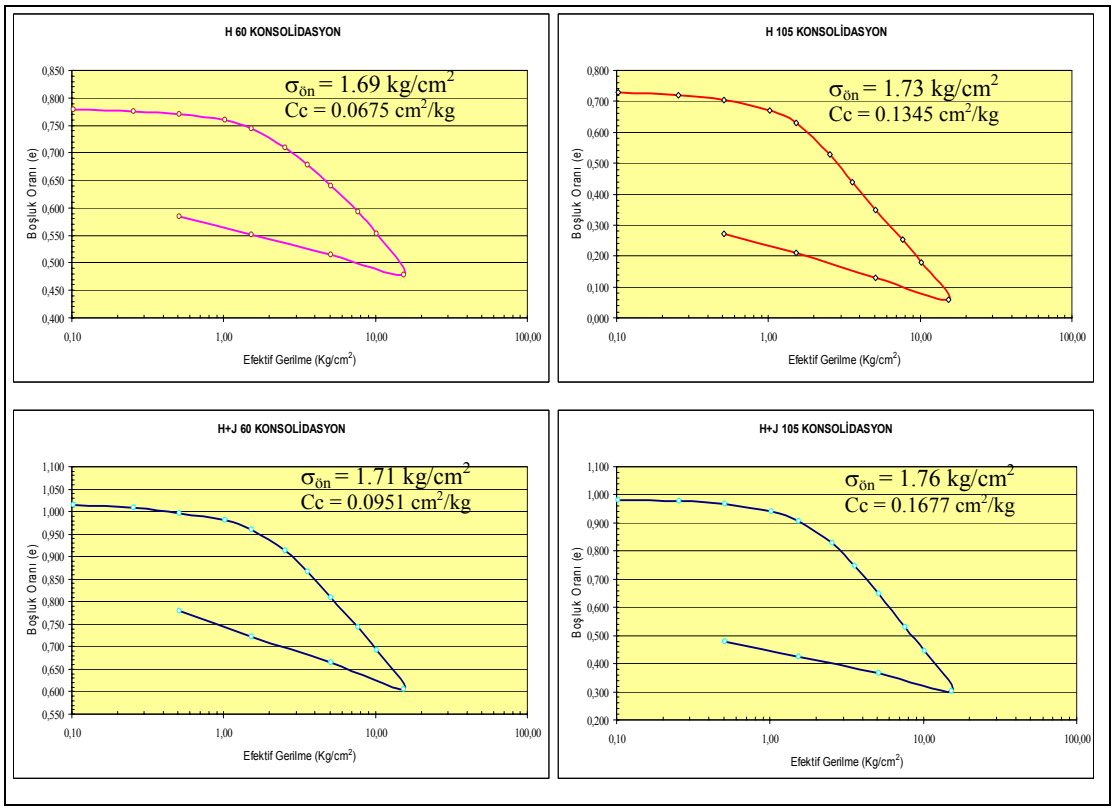


Şekil 4.35. H+J 60 numunesinin boşluk oranı-efektif gerilme grafiği.



Şekil 4.36. H+J 105 numunesinin boşluk oranı-efektif gerilme grafiği.

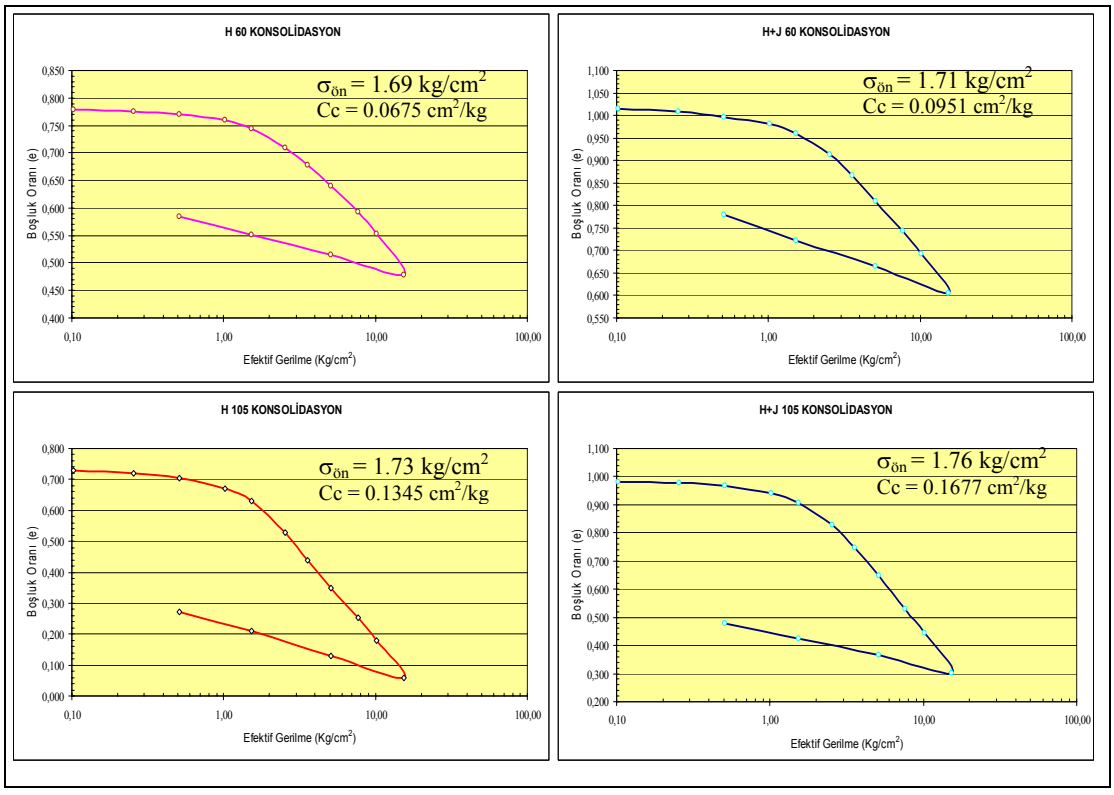
H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numuneleri üzerinde yapılan konsolidasyon deneyleri ile fırın sıcaklık farkından dolayı numunelerin su içeriği, sıkışma indisi, boşluk oranı, ön konsolidasyon basınçları ve porozite oranlarında farklılıklar gözlenmektedir. Her iki karşılaştırmada da deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında şıkışma indisleri ve ön konsolidasyon basınçları artmakta ve boşluk oranları azalmaktadır (Şekil 4.37). Sıkışma indislerinde, ön konsolidasyon basınçlarında ve boşluk oranlarında meydana gelen bu fark, deney öncesi fırın sıcaklığının artmasıyla kil partiküllerinin etrafını saran higroskopik suyun kaybolmasından kaynaklanmaktadır. Normalde numunelerin deney öncesi kurutmalarda fırın sıcaklığı arttığında boşluk oranlarının da artması gerekmektedir. Fakat numunelerin boşluk oranlarının azalması farklı deney başı su içeriklerine sahip olmasından veya numunelerde deney öncesi ön yükleme basıncı ile farklı oturmalar sonucu ilk boylarının farklı olmasından kaynaklanabilir.



Şekil 4.37. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak konsolidasyon deneyi ile $\sigma_{ön}$, C_c ve e'nin karşılaştırılması.

H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numuneleri üzerinde yapılan konsolidasyon deneyleri ile ön konsolidasyon basıncı($\sigma_{ön}$), sıkışma indisi(C_c) ve boşluk oranı (e) nında jips etkisinden kaynaklanan farklı sonuçlar bulunmuştur. Karşılaştırmalarda, kil+jips numunelerinin saf killere göre ön konsolidasyon basıncı($\sigma_{ön}$), sıkışma indisi(C_c) ve boşluk oranı (e) değerleri daha fazladır (Şekil 4.38).

Jipsli numunelerin saf killere göre ön konsolidasyon basıncı($\sigma_{ön}$), sıkışma indisi(C_c) ve boşluk oranı (e) değerlerinin daha yüksek olması ağırlıkça kil-silt yüzdesinin düşmesinden ve kum yüzdesinin artmasından kaynaklanmaktadır.



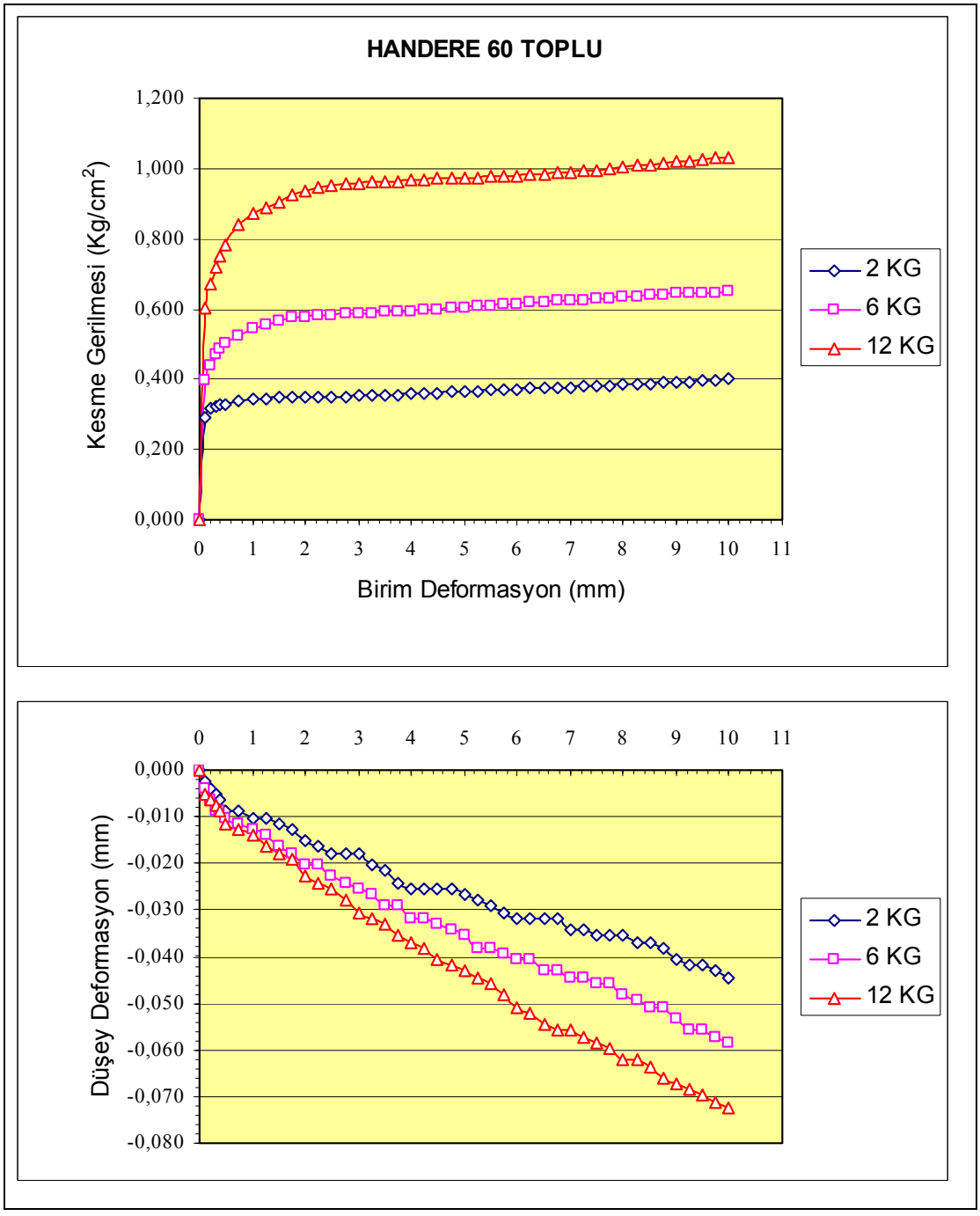
Şekil 4.38. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak konsolidasyon deneyi ile $\sigma_{ön}$, C_c ve e'nin karşılaştırılması.

4.6.2.5. Kesme Kutusu Deneyi

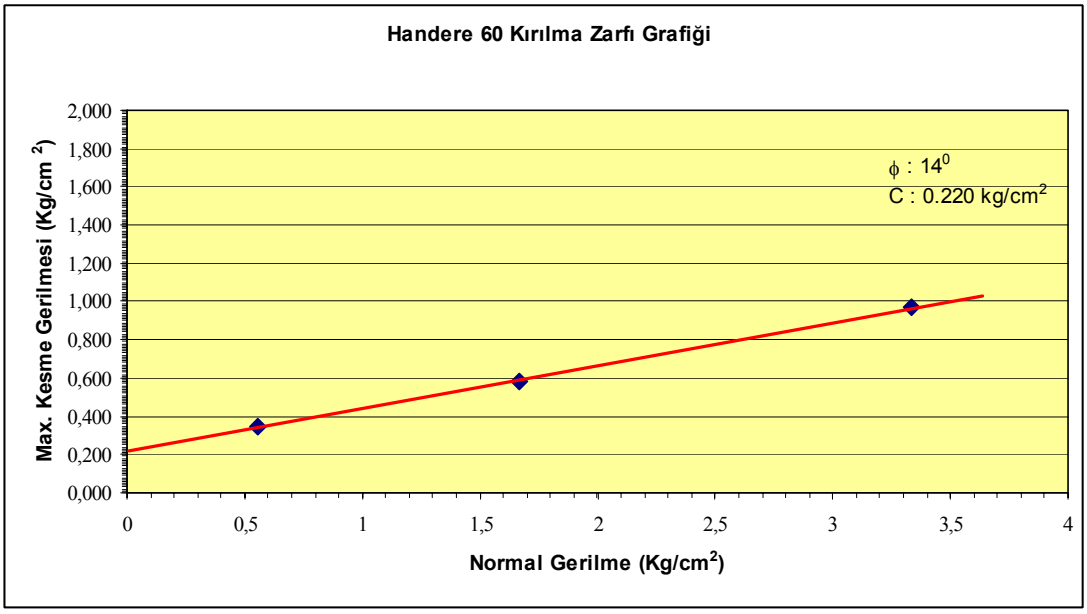
Zeminlerin kayma direnci üç ana bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler; zemin tanelerinin birbirlerine kilitlenmesi, tanelerin rölatif harekete zorlanması halindeki sürtünme ve kohezyon olarak sıralanabilir. Zeminlerin kohezyonlu ya da kohezyonsuz olması, yapılan deneyin drenaj ve konsolidasyon koşullarına bağlı olması kayma direncini etkilemektedir.

Bu çalışmada, kesme kutusu deneyleri konsolidasyonlu-drenajsız olarak yapılmıştır. Kesme kutusu deneylerinde numunelere 2 kg, 6 kg ve12 kg'lık düşey yükler uygulanmış ve 24 saat süre ile konsolidasyona bırakılmıştır. Konsolidasyonu tamamlanan numunelerin 2 kg (σ_n=0.556 kg/cm^2), 6 kg (σ_n=1.667 kg/cm^2) ve 12 kg (σ_n=3.333 kg/cm^2)'lık normal yükler altında kesme (kayma) gerilmeleri, düşey ve yatay deformasyon değerleri elde edilmiştir. Kesme kutusu deneyleri sonucunda, normal gerilme değerleri ve her bir normal gerilme değerine karşılık gelen maksimum kesme (kayma) gerilme değerleri kullanılarak kırılma zarfı grafikleri çizilmiştir. Çizilen kırılma zarfı grafiklerinden numunelerin kohezyon (c) ve içsel sürtünme açıları (ϕ) hesaplanmıştır.

H 60 numunesi üzerinde yapılan kesme kutusu deneyinde 2 kg (σ_n=0.556 kg/cm^2)'lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 0.348 kg/cm^2, 6 kg (σ_n=1.667 kg/cm^2)'lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 0.585 kg/cm^2 ve 12 kg (σ_n=3.333 kg/cm^2)'lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 0.967 kg/cm^2 olarak bulunmuştur. H 60 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık birim-düşey deformasyon ve kesme gerilmesi grafiği Şekil 4.39'da gösterilmiştir. H 60 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık detay deney sonuçları EK-26'da verilmiştir. H 60 numunesi kesme kutusu deneyinden elde edilen sonuçlara göre kırılma zarfı grafiği çizilmiş kohezyon (c): 0.220 kg/cm^2 ve içsel sürtünme açısı (ϕ): 14^0 bulunmuştur (Şekil 4.40).

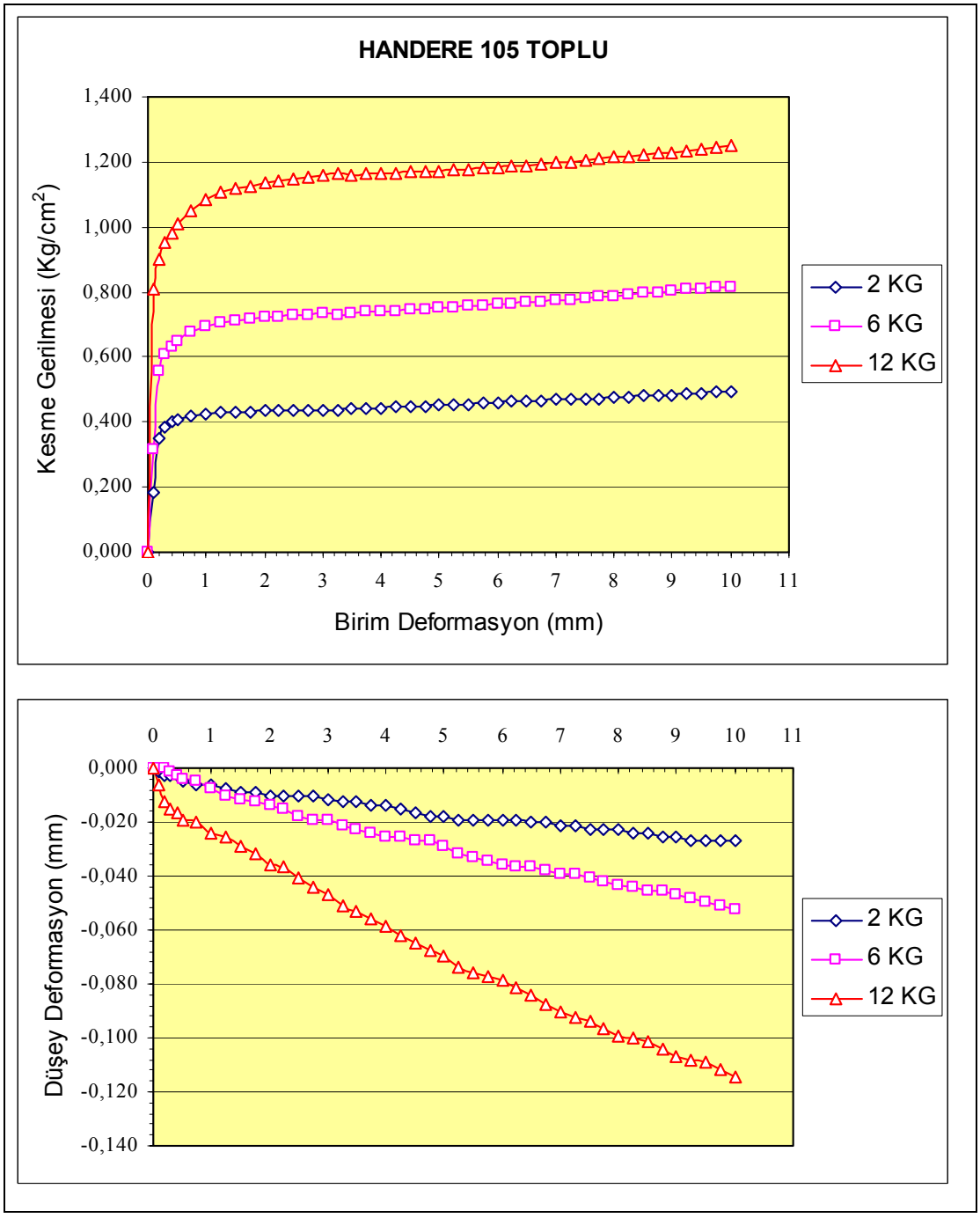


Şekil 4.39. H 60 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık birim-düşey deformasyon ve kesme gerilmesi grafiği.

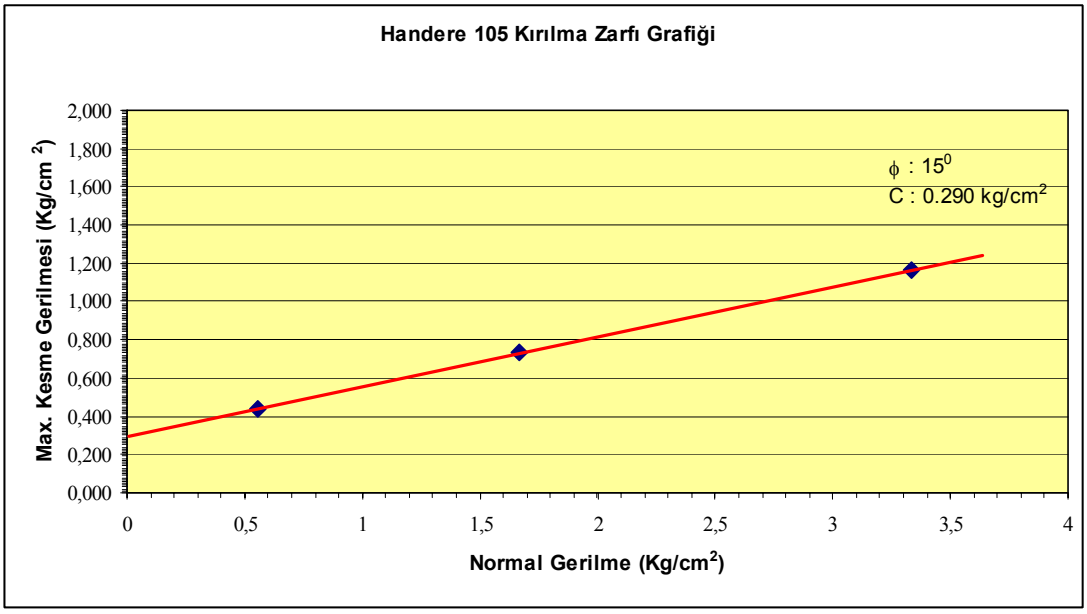


Şekil 4.40. H 60 numunesi kırılma zarfı grafiği.

H 105 numunesi üzerinde yapılan kesme kutusu deneyinde 2 kg (σ_n=0.556 kg/cm^2)'lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 0.435 kg/cm^2, 6 kg (σ_n=1.667 kg/cm^2)'lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 0.731 kg/cm^2 ve 12 kg (σ_n=3.333 kg/cm^2)'lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 1.162 kg/cm^2 olarak bulunmuştur. H 105 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık birim-düşey deformasyon ve kesme gerilmesi grafiği Şekil 4.41'de gösterilmiştir. H 105 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık detay deney sonuçları EK-27'de verilmiştir. H 105 numunesi kesme kutusu deneyinden elde edilen sonuçlara göre kırılma zarfı grafiği çizilmiş kohezyon (c): 0.290 kg/cm^2 ve içsel sürtünme açısı (ϕ): 15^0 bulunmuştur (Şekil 4.42).

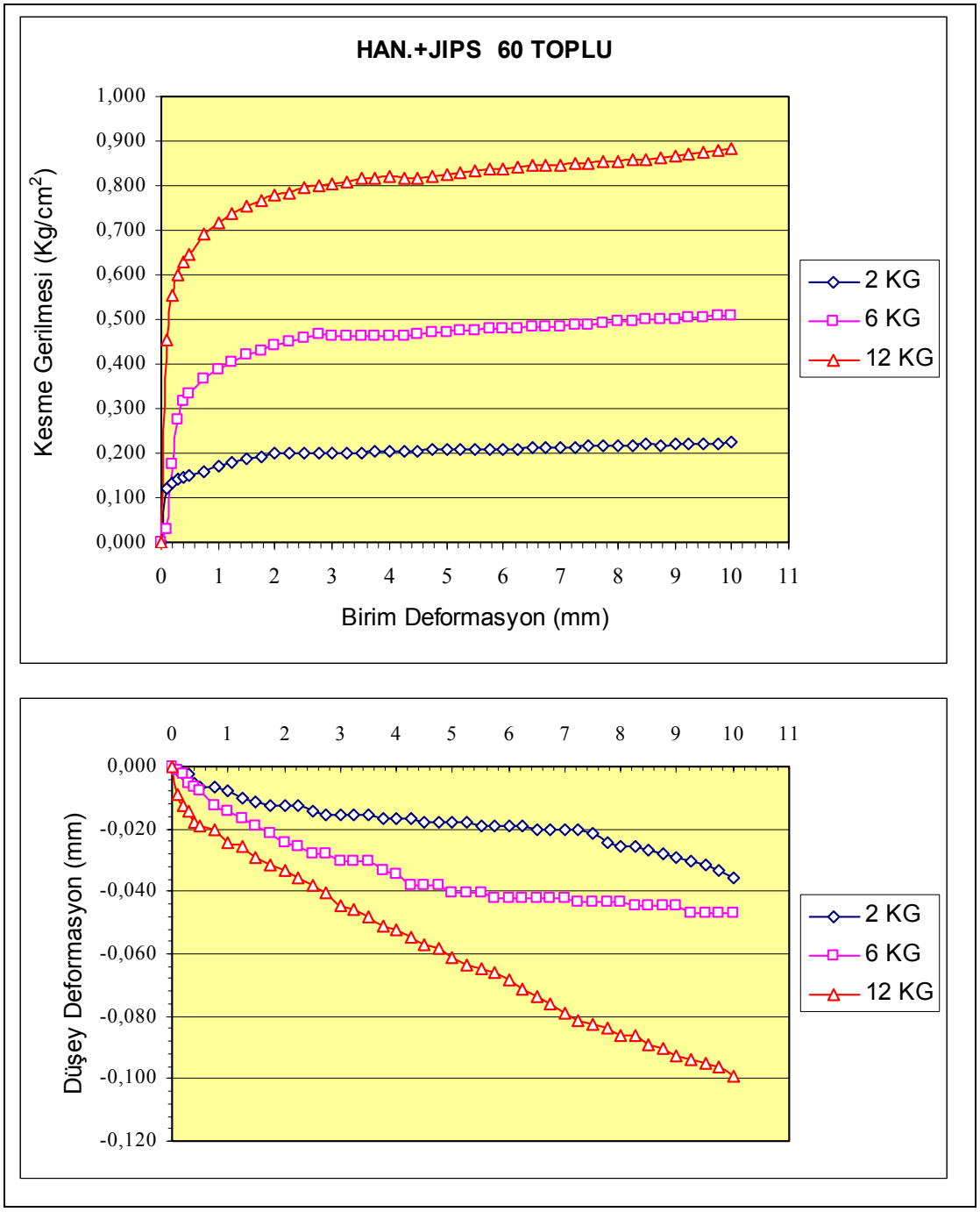


Şekil 4.41. H 105 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık birim-düşey deformasyon ve kesme gerilmesi grafiği.

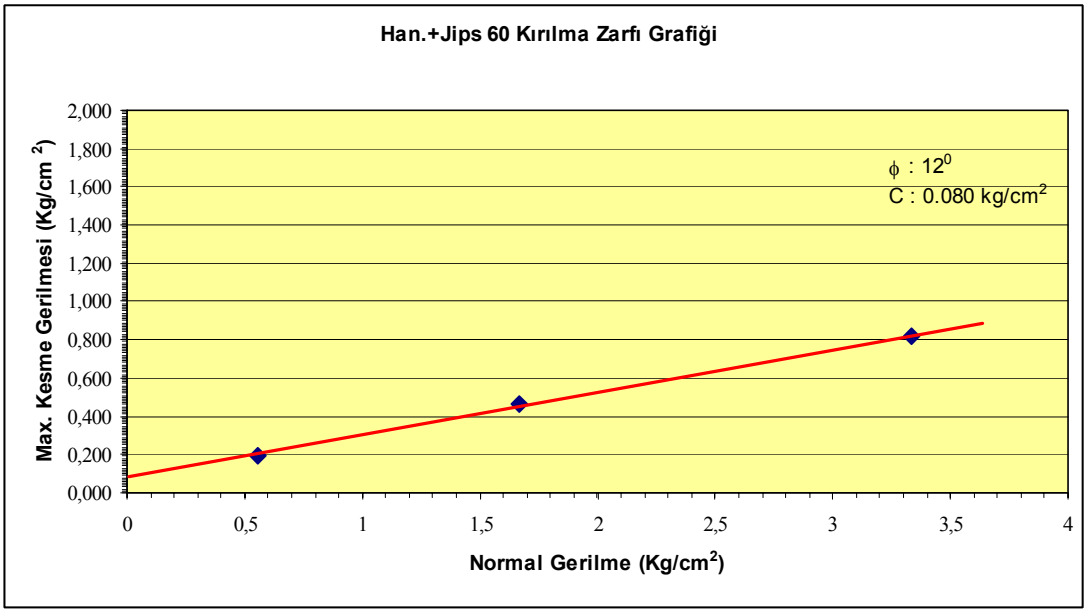


Şekil 4.42. H 105 numunesi kırılma zarfı grafiği.

H+J 60 numunesi üzerinde yapılan kesme kutusu deneyinde 2 kg (σ_n=0.556 kg/cm^2)'lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 0.198 kg/cm^2, 6 kg (σ_n=1.667 kg/cm^2)'lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 0.461 kg/cm^2 ve 12 kg (σ_n=3.333 kg/cm^2)'lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 0.816 kg/cm^2 olarak bulunmuştur. H+J 60 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık birim-düşey deformasyon ve kesme gerilmesi grafiği Şekil 4.43'de gösterilmiştir. H+J 60 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık detay deney sonuçları EK-28'de verilmiştir. H+J 60 numunesi kesme kutusu deneyinden elde edilen sonuçlara göre kırılma zarfı grafiği çizilmiş kohezyon (c): 0.080 kg/cm^2 ve içsel sürtünme açısı (ϕ): 12^0 bulunmuştur (Şekil 4.44).

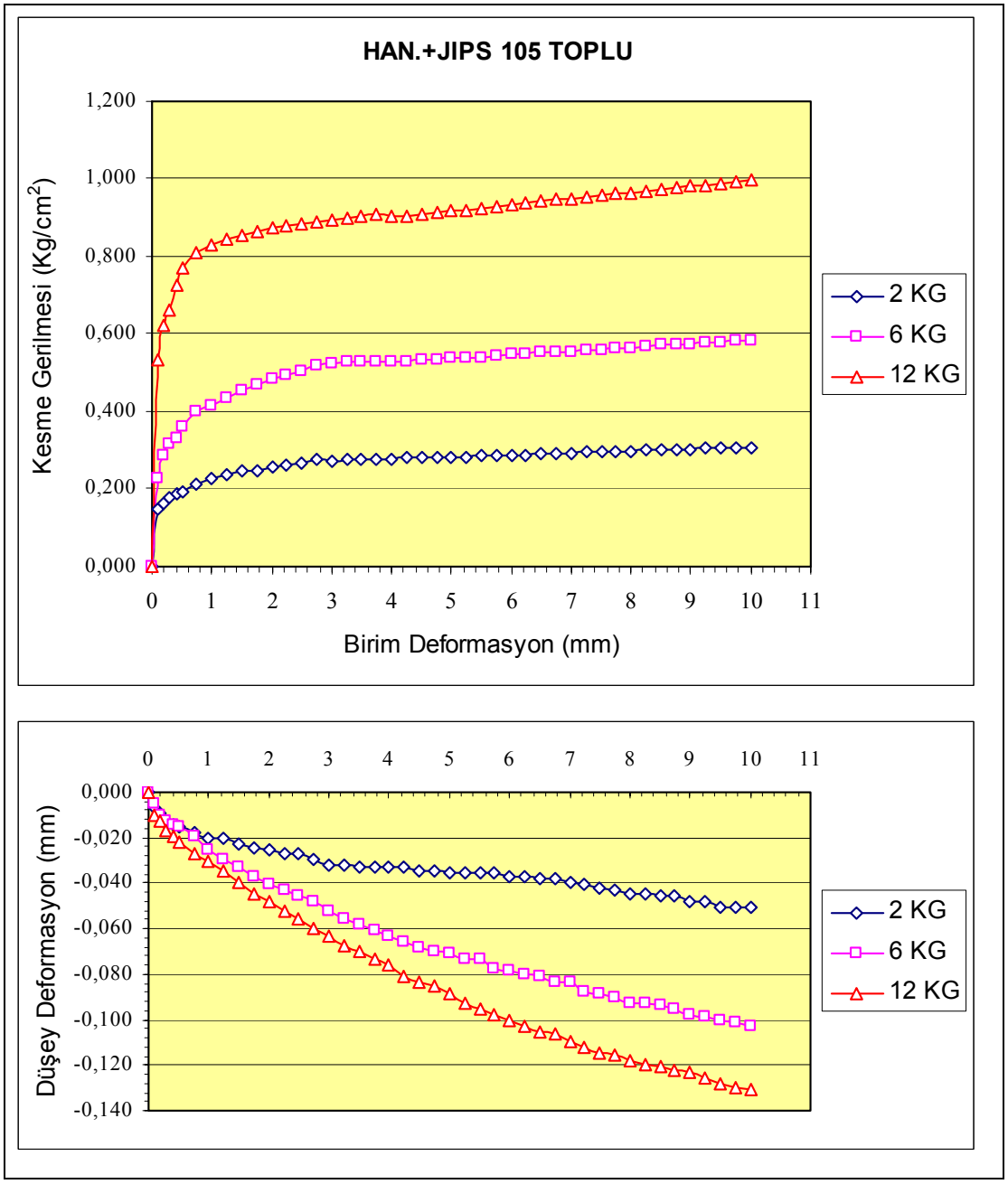


Şekil 4.43. H+J 60 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık birim-düşey deformasyon ve kesme gerilmesi grafiği.

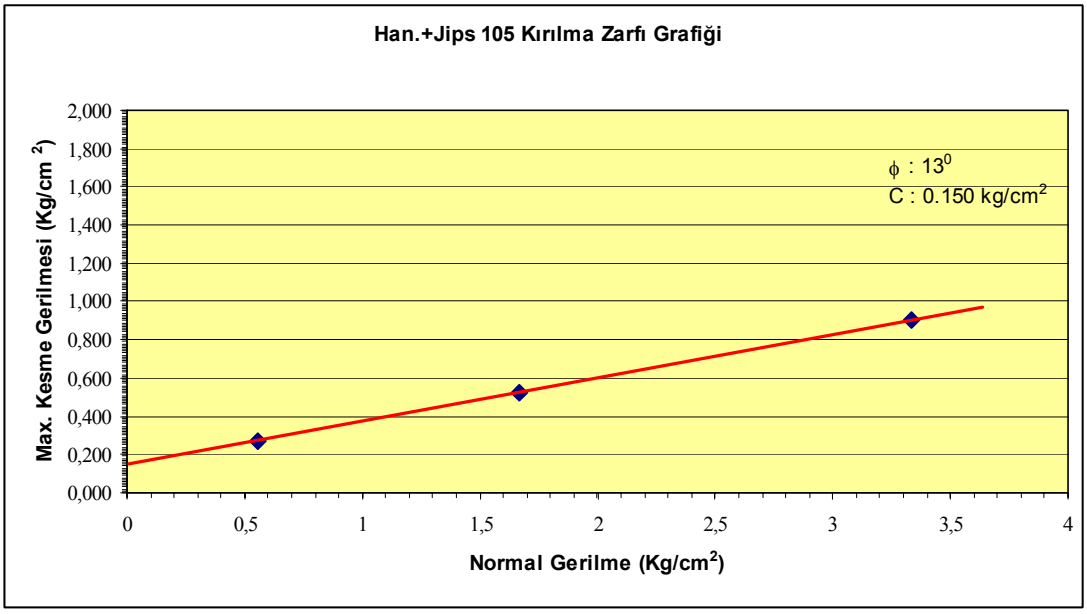


Şekil 4.44. H+J 60 numunesi kırılma zarfı grafiği.

H+J 105 numunesi üzerinde yapılan kesme kutusu deneyinde 2 kg (σ_n=0.556 kg/cm^2)'lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 0.273 kg/cm^2, 6 kg (σ_n=1.667 kg/cm^2)'lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 0.527 kg/cm^2 ve 12 kg (σ_n=3.333 kg/cm^2)'lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 0.903 kg/cm^2 olarak bulunmuştur. H+J 105 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık birim-düşey deformasyon ve kesme gerilmesi grafiği Şekil 4.45'de gösterilmiştir. H+J 105 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık detay deney sonuçları EK-29'da verilmiştir. H+J 105 numunesi kesme kutusu deneyinden elde edilen sonuçlara göre kırılma zarfı grafiği çizilmiş kohezyon (c): 0.150 kg/cm^2 ve içsel sürtünme açısı (ϕ): 13^0 bulunmuştur (Şekil 4.46).



Şekil 4.45. H+J 105 numunesinin 2, 6, 12 kg'lık birim-düşey deformasyon ve kesme gerilmesi grafiği.



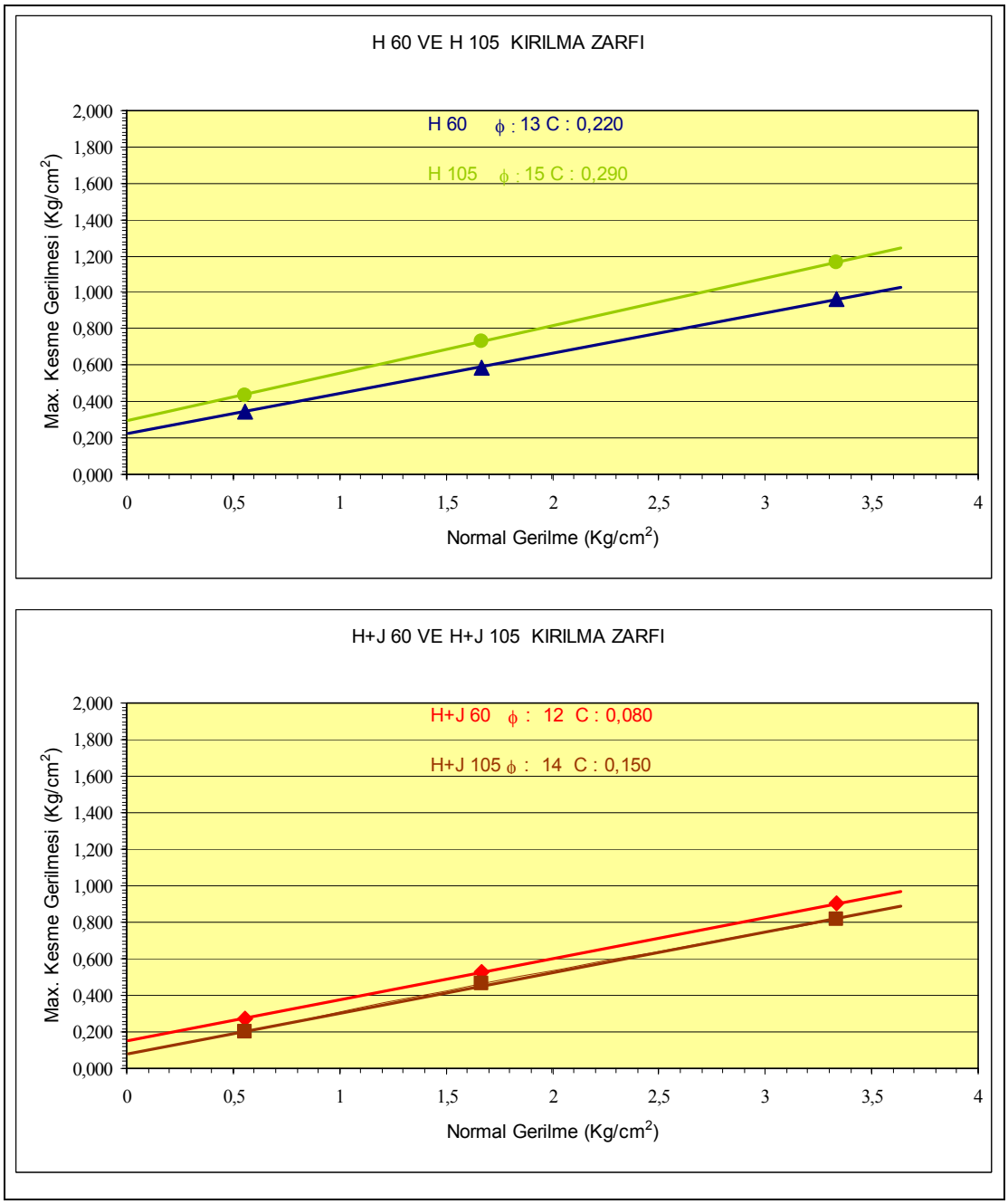
Şekil 4.46. H+J 105 numunesi kırılma zarfı grafiği.

H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numuneleri üzerinde yapılan kesme kutusu deneyleri ile fırın sıcaklık farkından dolayı numunelerin kohezyon ve içsel sürtünme açıları değerlerinde farklılıklar gözlenmektedir. Her iki karşılaştırmada da deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında kohezyon ve içsel sürtünme açısında artma meydana gelmiştir (Şekil 4.47). Kohezyon ve içsel sürtünme açısında meydana gelen bu artış deney öncesi fırın sıcaklığının artmasıyla kil partiküllerinin etrafını saran higroskopik suyun kaybolmasından kaynaklanmaktadır. Higroskopik suyun kil partiküllerinden uzaklaşması ile numunelerin dayanımını artmıştır. Normalde deney öncesi kurutmaların 60 ^{0}C'de yapılması gerekir, deney öncesi kurutmaların 105 0C'de yapılması numunenin dayanımı artıracağından numune hakkında yanlış yorumlar yapmamıza neden olacaktır.

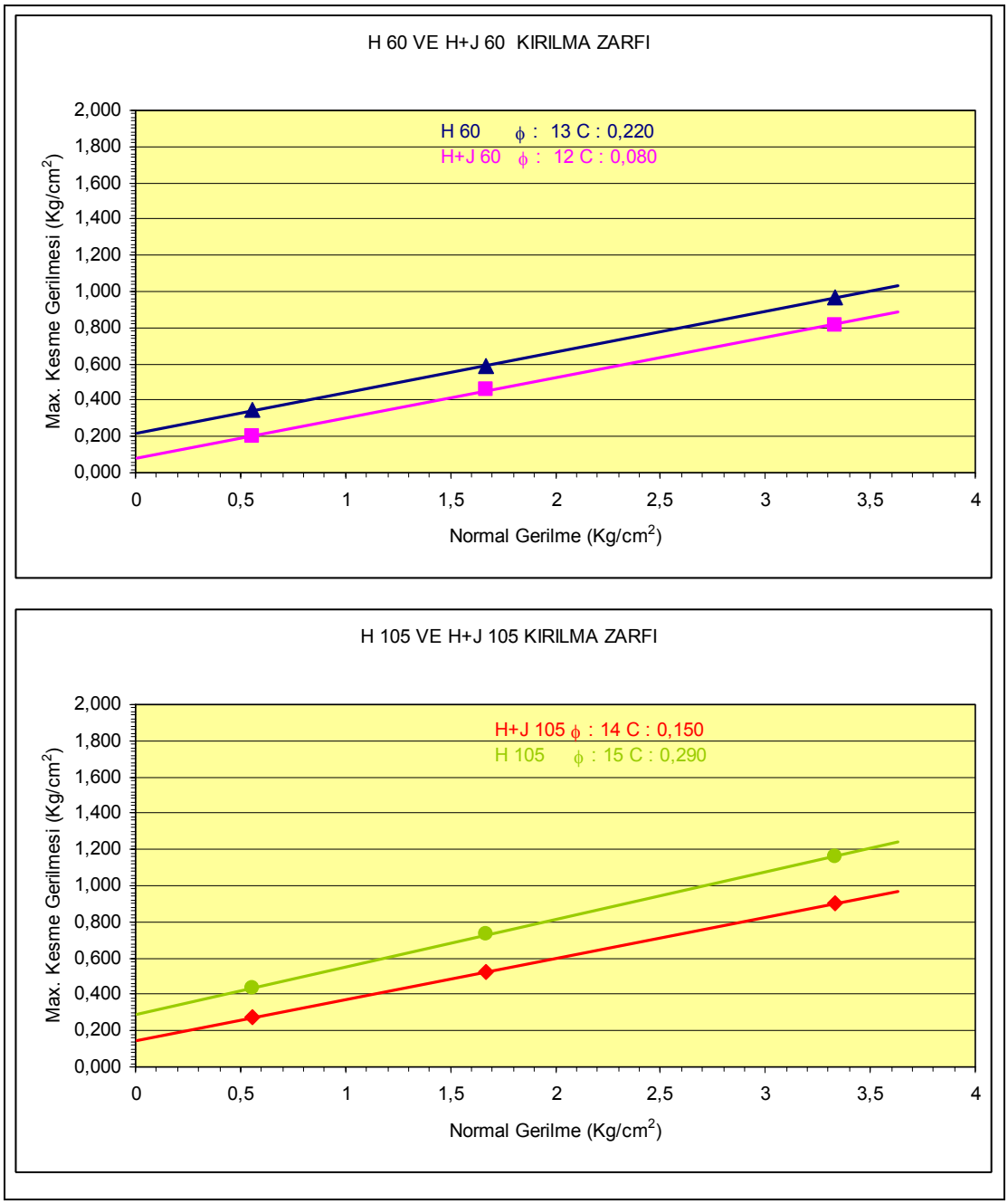
H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numuneleri üzerinde yapılan kesme kutusu deneyleri ile kohezyon değerleri ve içsel sürtünme açılarında jips etkisinden kaynaklanan farklı sonuçlar bulunmuştur. Karşılaştırmalarda, kil+jips numunelerinin saf killere göre kohezyon ve içsel sürtünme açıları daha düşüktür (Şekil 4.48).

Jipsli numunelerin saf killere göre kohezyonun ve içsel sürtünme açısının düşük çıkması muhtemelen pulcuklar (levhamsı) şeklinde olan jips tanelerinin kaymayı kolaylaştırması sonucu kohezyon ve içsel sürtünme açıları düşük çıkmıştır.

Çetin ve Söylemez (2004) benzer şekilde levhamsı muskovit taneleri içeren yapay zemin numuneleri üzerinde yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir.



Şekil 4.47. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak kohezyon ve içsel sürtünme açılarının karşılaştırılması

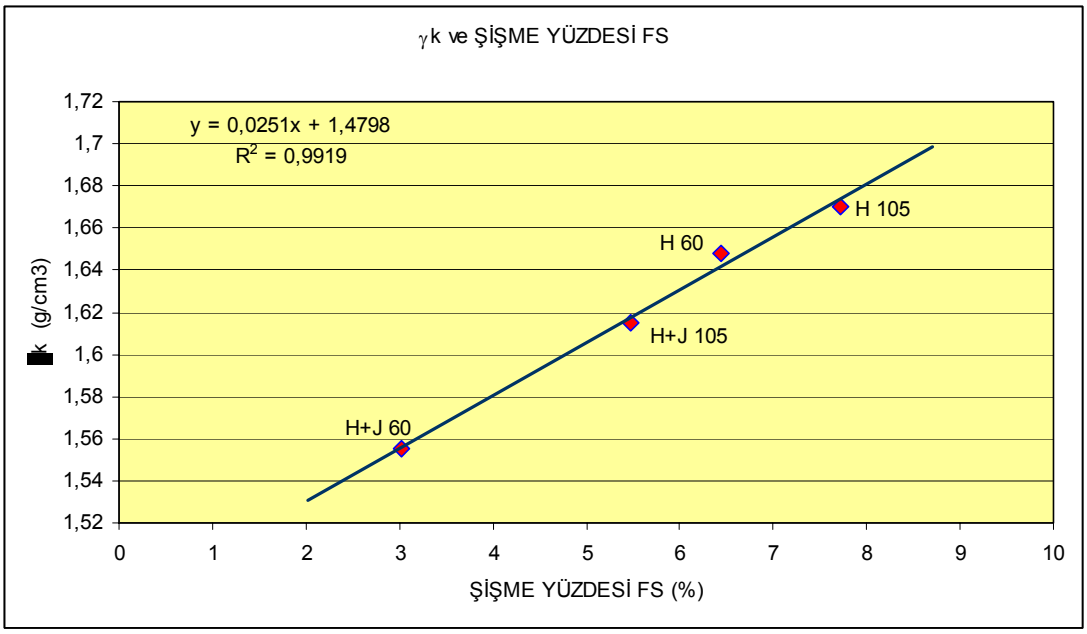


Şekil 4.48. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak kohezyon ve içsel sürtünme açılarının karşılaştırılması.

4.7. Çalışma Konusu Zemin Numunelerinin Çapraz Karşılaştırılması

Çalışma konusu zeminlerin (H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105) zemin mekaniği deneyleri yapılarak jeoteknik parametreler belirlenmiştir. Belirlenen jeolojik parametrelere göre çapraz karşılaştırmalar yapılmıştır.

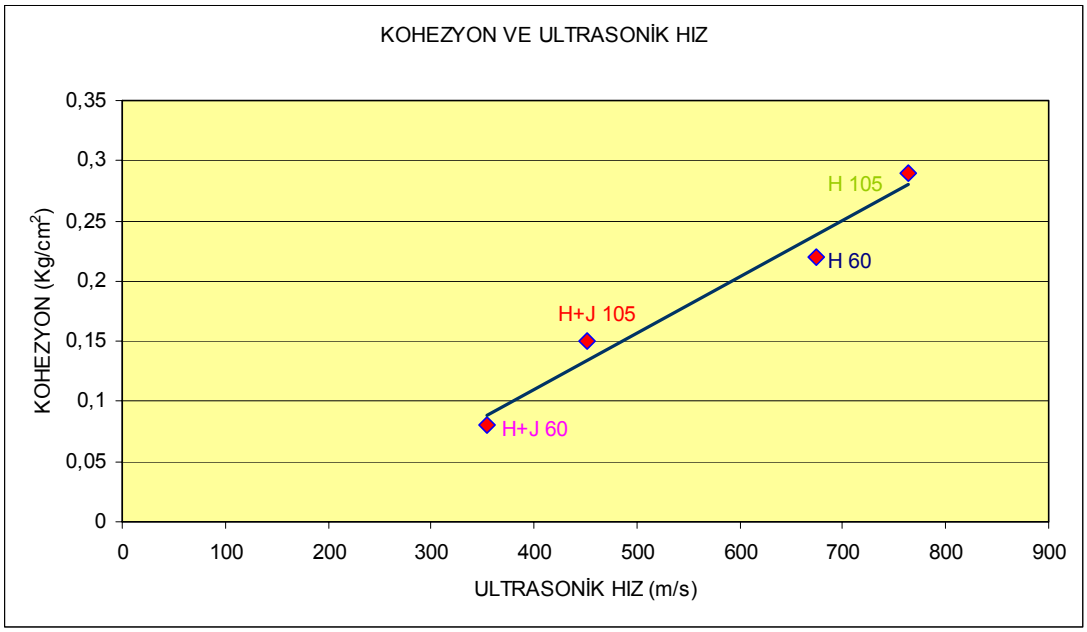
Kompaksiyon deneyi ve serbest şişme deney sonuçlarına göre maksimum kuru birim hacim ağırlık ile şişme yüzdesi arasında ilişki kurulmuş ve bu ilişkiye göre maksimum kuru birim hacim arttıkça şişme yüzdesi artmıştır (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. H 60 ve H 105 ile H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak γ_k ve yüzde şişme FS deney sonuçlarının karşılaştırılması.

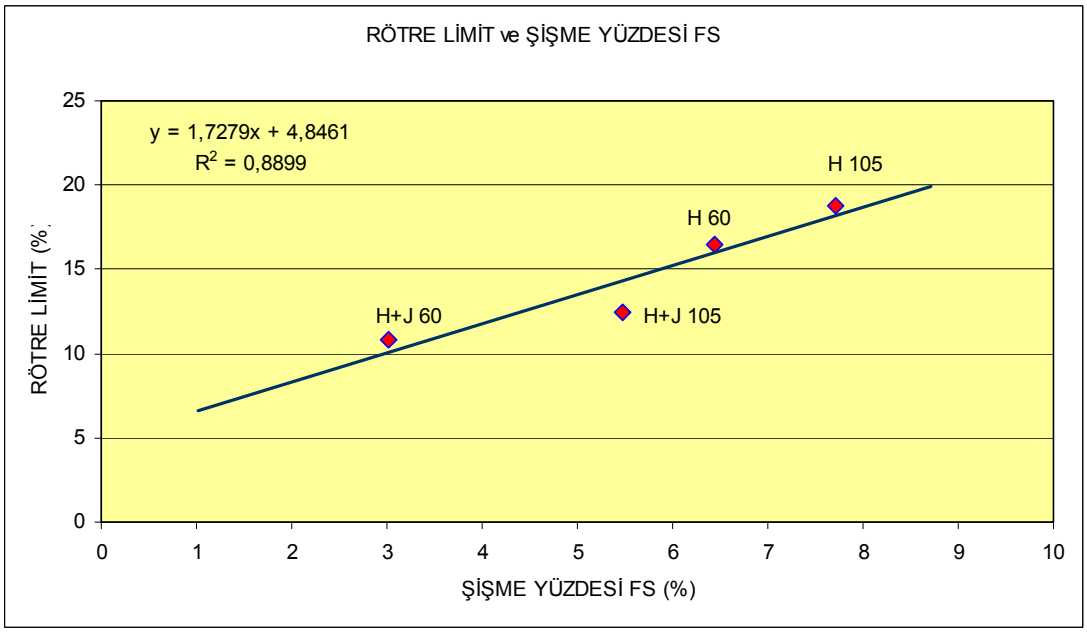
Ultrasonik hız deneyi yapılarak farklı sıcaklıklardaki aynı numunelerin dalga hızları belirlenmiştir. Numuneler üzerinde ultrasonik hız ile kohezyon arasında ilişki kurulmuştur. Buna göre kohezyon arttıkça ultrasonik hız artmaktadır (Şekil 4.50).

Rötre limit değerleri ile şişme yüzdesi değerleri arasında ilişki kurulmuş ve bu ilişkiye göre rötre limit değeri arttıkça şişme yüzdesi de artmaktadır (Şekil 4.51).

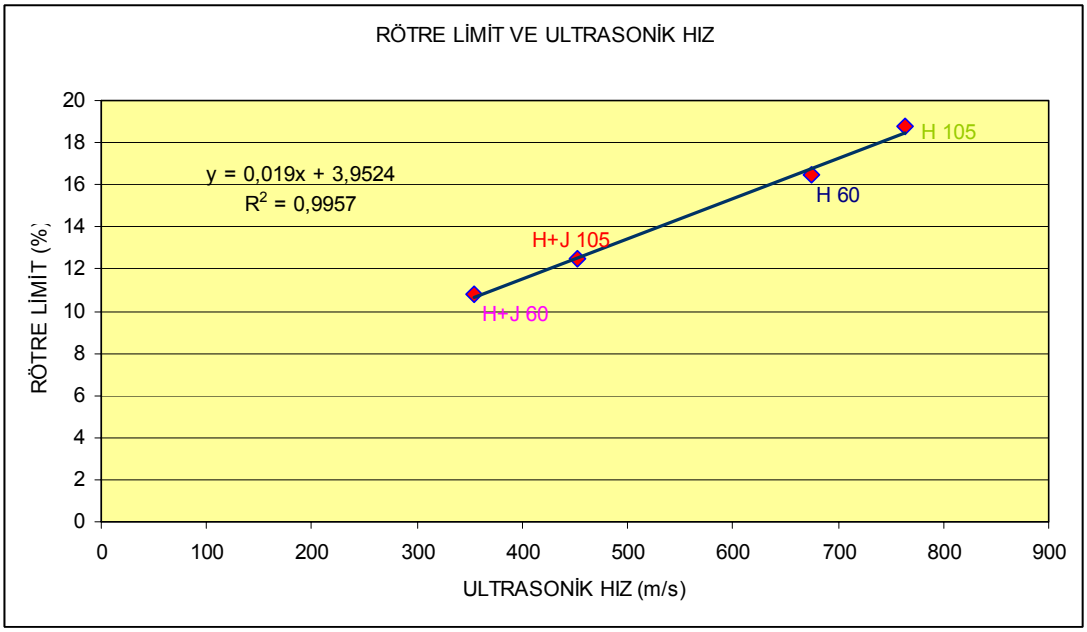


Şekil 4.50. H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numunelerinin fırın sıcaklığına bağlı olarak kohezyon ve ultrasonik hız değerlerinin karşılaştırılması.

Numuneler üzerinde ultrasonik hız deneyleri yapılmıştır. Rötre limit ve ultrasonik hız arasında bir ilişki kurulmuştur. Bu ilişkiye göre rötre limit'e bağlı olarak ultrasonik hız değeri artmaktadır (Şekil 4.52).



Şekil 4.51. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak rötre limit ve şişme yüzdesi değerlerinin karşılaştırılması.



Şekil 4.52. H 60 ve H+J 60 ile H 105 ve H+J 105 numunelerinin jips etkisine bağlı olarak rötre limit ve ultrasonik hız değerlerinin karşılaştırılması.

Jeoteknik parametrelerin belirlenmesinden sonra yapılan çapraz karşılaştırmalar parametrelerin birbiri ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Adana ilinin kuzeyinde yeni imara açılan bölgelerde Handere Formasyonu içerisinde önemli oranda jips mercekleri vardır. Jips mercekleri ile Handere Formasyonu'nun killi seviyeleri arasındaki sınır boyunca değişik jips içeriğine sahip killi zonlar bulunmaktadır. Handere Formasyonu içerisinde mostra veren Evaporitik minerallerin etkisi, hazırlanan saf kil ve kil+jips karışımından oluşan yapay numuneler (H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105) kullanılarak incelemiş ve jeoteknik parametreleri belirlenmiştir.

Handere kilin'den ve Gökkuyu Alçıtaşı üyesi içindeki jips'ten hem saf kil hemde kil+jips karışımıyla yapay numuneler oluşturulmuştur. Karışımda jips ağırlıkça % 30, kil ise ağırlıkça % 70 oranındadır. Hem saf hem de karışım halindeki numuneler deney öncesi, fırın sıcaklığı (havada kurutma) 60 ±5 ^{0}C ve fırın sıcaklığı 110 ±5 ^{0}C de kurutulmuştur.

Hazırlanan numuneler üzerinde özgül ağırlık deneyi yapılmış ve deneyler sonucunda H 60 numunesi 2.734 gr/cm^3, H 105 numunesi 2.77 gr/cm^3, H+J 60 numunesi 2.575 gr/cm^3 ve H+J 105 numunesi 2.849 gr/cm^3 değerleri bulunmuştur.

Hidrometre deneyi ile fırın sıcaklık farkından dolayı numunelerin % geçen kil-silt boyutlarında değişiklikler meydana gelmiştir. Numunelerin deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında yüzde geçen kil miktarlarında artma ve jips karışımı ile % geçen kil-silt miktarlarında azalma gözlenmiştir. Numunelerin 105 ^{0}C'de kurutulması ile elde edilen yüzde geçen miktarları aynı numunenin 60 ^{0}C'de kurutulmasıyla elde edilen değerlerden fazla çıktığını göstermiş ve zemin sınıflamalarında zemin tipini tesadüfen değiştirmemiştir.

Numuneler üzerinde yapılan kıvam limitleri deneyi ile deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında LL, PI ve RL değerlerinde artma, jipsli karışımların LL, PI ve RL değerlerinde ise azalma gözlenmiştir. Tane boyu analizi ve Atterberg (kıvam) limitleri deneyleri sonucunda elde edilen sayısal değerlere göre numuneler EK-13 A ve B'de verilen USCS birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılmış ve USCS birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre H 60, H 105, H+J 60 ve H+J 105 numuneleri (CL) tipi zemin sınıfına girmiştir. Bu tip

zeminler inorganik killer (düşük ile orta plastisitede) çakıllı killer, kumlu killer ve yağsız killer içerebilmektedir.

Çalışma konusu zeminlerin mekanik özellikleri incelenmiştir. Kompaksiyon deneyi sonucunda numunelerin deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri artmakta ve optimum su içeriği azalmaktadır. Jips karışımıyla maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri azalmış ve optimum su içeriği yüzdeleri önemli derecede artmıştır.

Numuneler üzerinde yapılan ultrasonik hız deneyine göre, deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında Ultrasonik hızın arttığı gözlenmiştir. Ultrasonik hız deneyi için deney öncesi numuneler optimum su içeriğinde hazırlandığından sıcaklık artışı ile maksimum kuru birim hacim ağırlıkla doğru orantılı olarak ultrasonik hız da artmıştır. Jips karışımlı numunelerde ise maksimum kuru birim hacim ağırlık azaldığından Ultrasonik hızda da azalma gözlenmiştir. Ayrıca jipsli numunelerde kum miktarı arttığı için Ultrasonik hızın geçiş süresi azalmıştır.

Numunelerin şişme özelliklerine bakıldığında deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında şişme yüzdeleri artmıştır. Şişme yüzdelerindeki bu artış kil partiküllerinin etrafını saran higroskopik suyun kaybolmasından kaynaklanmıştır. Jips karışımlı numunelerde ise H 60 numunesi ile H+J 60 numunesi arasındaki şişme yüzdesi farkı, H 105 numunesi ile H+J 105 numunesi arasındaki fark'tan daha fazladır. Çünkü 105 ^{0}C'de jips minerali bünyesindeki (kimyasal formülündeki) kristal suyu kaybederek anhidrit mineraline dönüşmüştür ve anhidritin şişme kapasitesi jipsin şişme kapasitesine göre çok daha fazla çıkmıştır. Numuneler şişme potansiyelleri bakımından Seed ve ark.(1962)'ye göre H 60, H 105 ve H+J 105 numuneleri yüksek şişme potansiyeline sahipken, H+J 60 numunesi orta şişme potansiyeline sahiptir.

Numunelerin konsolidasyon özelliklerine bakıldığında deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında şıkışma indisleri ve ön konsolidasyon basınçları artmakta ve boşluk oranları azalmaktadır. Kil+jips karışımlı numunelerin saf killere göre ön konsolidasyon basıncı($\sigma_{ön}$), sıkışma indisi(C_c) ve boşluk oranı (e) değerleri daha fazla bulunmuştur.

Numuneler üzerinde yapılan kesme kutusu deneyine göre, deney öncesi fırın sıcaklığı arttırıldığında kohezyon ve içsel sürtünme açısında artma meydana gelmiştir. Kil+jips karışımlı numunelerin saf killere göre kohezyon ve içsel sürtünme açıları daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeni pulcuklar (levhamsı) şeklinde olan jips tanelerinin kaymayı kolaylaştırıcı etkisidir.

Kurutma sıcaklığı özellikle su içeriği, özgül ağırlık, boşluk oranı, porozite, tane boyu dağılımı tayinlerini, maksimum kuru birim hacim ağırlığını, zeminlerin dayanımını, şişme özelliğini ve konsolidasyon özelliklerini etkilemiştir.

Zemin mekaniği deneyleri yaparken deney öncesi kurutmalarda fırın sıcaklığının önemi açıkça görülmektedir. Zeminlerin higroskopik suyunu kaybetmemeleri için deney öncesi kurutmalarda fırın sıcaklığı 60 ^{0}C'ye ayarlanmalı veya havada kurutma yöntemi uygulanmalıdır.

Yüzeyde görülen jips tabakaları ayrışma sonucu parçalanmıştır. Handere Formasyonun'daki killer ile jips parçacıkları belli bir sınır boyunca karışım halinde saf jips'ten oluşan tepelik alanların eğimleri yerleşim açısından sorun oluşturabilecek derecede yüksek olan yamaçlar boyunca devam etmektedir. Anhidritin su alması şeklinde oluşan jips hacim artışı sonucunda tabakaların yapısını bozmakta ve yamaç eğimleri zaten yüksek olan bu alanlarda yamaç hareketlerine neden olmaktadır. Şu anda İmara açılmış durumda olan bu bölgelerin imar plan durumu tekrar gözden geçirilmeli sorunlu bölgeler imara kapatılmalıdır.

KAYNAKLAR

ASTM D 422-63, 1993 b, Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils, In: Annual Book of ASTM Standards, Vol.04.08, Philadelphia, PA, pp.93-99.

ASTM D 678-91, 1993, Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standart Effort, In: Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, PA, 04.08, pp.165-172.

ASTM D 854-92, 1993, Standard Test Method for Specific Gravity of Soils, In: Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, PA, 04.08, pp.176-179.

ASTM D 2216-92, 1993, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock, In: Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, PA, 04.08, pp.294-297.

ASTM D 2435-90, 1993 a, Standard Test Method for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils, In: Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, PA, 04.08, pp.313-324

ASTM D 3080-90, 1993 c, Standard Test Method for Direct Shear of Soils Under Consolidated Drained Conditions, In: Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, PA, 04.08, pp.417-422.

ASTM D 4318-84, 1993 d, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils, In: Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, PA, 04.08, pp.628-692.

AZAM, S., ve ABDULJAUWAD., S.N., 2000, Influence of Gypsification on Engineering Behavior of Expansive Clay, J. Geotech. Geoenviron. Eng., 126(6), pp.538-542.

BLATT, H., MIDDLETON, G., ve MURRAY,R., 1980, Origin of Sedimentary Rocks, 2nd ed., Prentice-Hall Inc., New York, pp. 538-567.

CARTER, M., BENTLEY, S.P., 1991, Correlations of Soil Properties, Pentech Press, London, 128s.

CASAGRANDE, A., 1936, The Determination of the Pre-Consolidation Load and Its Practical Significance, Discussion D-34, Proceedings of the First

International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Cambridge, Vol.III, pp. 60-64.

CASAGRANDE, A., 1948, Classsification and Idendification of Soils Transactions, ASCE, Vol. 113, pp. 901-930.

CODUTO, P.D., 1994, Foundation Design Principles and Practices, Prentice-Hall, New Jersey.

ÇETİN, H., ATİŞ, C.D., LAMAN, M., 1998, Zemin Mekaniği Deneylerinde Fırın Sıcaklığının Önemi, Harran Üniversitesi, GAP 2. Mühendislik Kongresi, Bildiriler Kitabı, Şanlıurfa, 218-224s.

ÇETİN, H., SÖYLEMEZ, M., 2004, Soil-particle and pore orientations during drained and undrained shear of a cohesive sandy silt-clay soil. Canadian Geotechnical Journal, Vol. 41, No. 6, pp. 1127-1138.

DAD (Deprem Araştırma Dairesi), 2004, www.deprem.gov.tr.

DUNLAP, W.A., 1989, Class Notes for CVEN-649 Physical and Engineering Properties of Soils, Texas A&M University, College Station, TX.

GÜRBÜZ, K., 1985, Karaömerli-Akkuyu-Balcalı Bölgesi (Kuzey Adana) Tersiyer İstifinin Sedimanter Jeolojik İncelemesi: Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, Adana, 77s.

HEAD, K.H., 1992, Manual of Soil Laboratory Testing, Vol.I. John Wiley & Sons, New York, NY.

İLKER, S., 1975, Adana Baseni Kuzey Batısının Jeolojisi ve Petrol Olanakları: TPAO Arama, Arşiv, No: 973, Ankara, 63s., (yayınlanmamış).

KALAFAT, D., 1995, 1964-1994 Yılları Arasında Türkiye ve Yakın Çevresinde Etkili Olmuş Depremlerin Makrosismik Gözlemleri, Deprem Araştırma Bülteni, Yıl 22, Sayı 73.

KAPUR, S., GÖKÇEN, S., YAMAN, S., 1984, Caliche Formations in the Late Tertiary Adana Basin-Turkey in 5th European Regional Meeting of Sedimentology pp. 230-231.

KO, S., OLGAARD, D.L., ve BRIEGEL, U., 1995, The Transition from Weakening to Strengthening in Dehaydrating Gypsum: Evolution of Excess Pore Pressure, Geophysical Research Letters, Vol. 22, No. 9, pp. 1009-1012.

LAGAP, H., 1997, Adana Büyük Şehir Belediyesi Nazım İmar Planına Esas Olacak Jeolojik Rapor, İller Bankası Genel Müdürlüğü İmar Planlama Dairesi Başkanlığı, 8. Bölge Müdürlüğü, Adana.

LAMBE, T.W., 1958, The Structure of Compacted Clay, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 84, No. SM2, 1654-1 to 1654-34.

LAMBE, T.W., WHITMAN, R.V., 1969, Soil Mechanics, John Wiley & Sons, New York, NY.

LEONARDS, G.A., 1962, Foundation Engineering, McGraw-Hill Book Company, New York, 1136 s.

LİU, C. and EVETT, J.B., 1984, "Soil Properties: Testing, Measurement and Evaluation", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

MITCHELL, J.K., 1976, Fundamental of Soil Behaviour, (T.W.LAMBE, R.V.WHITMAN editör), Series In Soil Engineering, John Wiley & Sons, Inc., New York, 135-166 s.

MITCHELL, J.K., 1993, Fundamentals of Soil Behavior, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., New York.

ŞAROĞLU, F., EMRE, Ö., KUŞÇU, İ., 1992, Türkiye Diri Fay Haritası, 1:2,000,000 ölçekli, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara.

SCHMIDT, G.C., 1961, Stratigraphic Nomenclature for the Adana Region Petroleum District, VII: Petroleum Administration Bull., 6, Ankara, 47-63s.

SEED, H.B., WOODWARD, R.J., LUDGREN, R., 1962, Prediction of Swelling Potential for Compacted Clays, ASCE, Pro., Journal of the Soil Mechanics and Foundation Div., No. SM 3, Vol. 88, pp. 53-87.

SKEMPTON, A.W., 1953, The Colloidal Activity of Clays, Proceedings of the Third International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, vol. I, pp. 57-61.

UZUNER, B.A., 1998, Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği, Teknik Yayınevi, Ankara, 376s.

WILLIAMS, A.B., DONALDSON,G.W., 1956, Building on Expansive Soils in South Africa, Proc. Fourth International Conference on Expansive Soils, Vol. 2, pp. 834-844.

YALÇIN, M.N., GÖRÜR, N., 1984, Sedimentological Evolution of the Adana Basin: International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, Ankara, 165-172s.

YETİŞ, C., DEMİRKOL, C., 1986, Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Etüdü, M.T.A. Derleme Rapor No.8037, Ankara, 187s. (yayınlanmamış).

YETİŞ, C., 1988, Some Remarks on the Drying Time of the Mediterranen: Adana Basin, 2nd Geological Congress of Turkey: Ankara 43-44s.

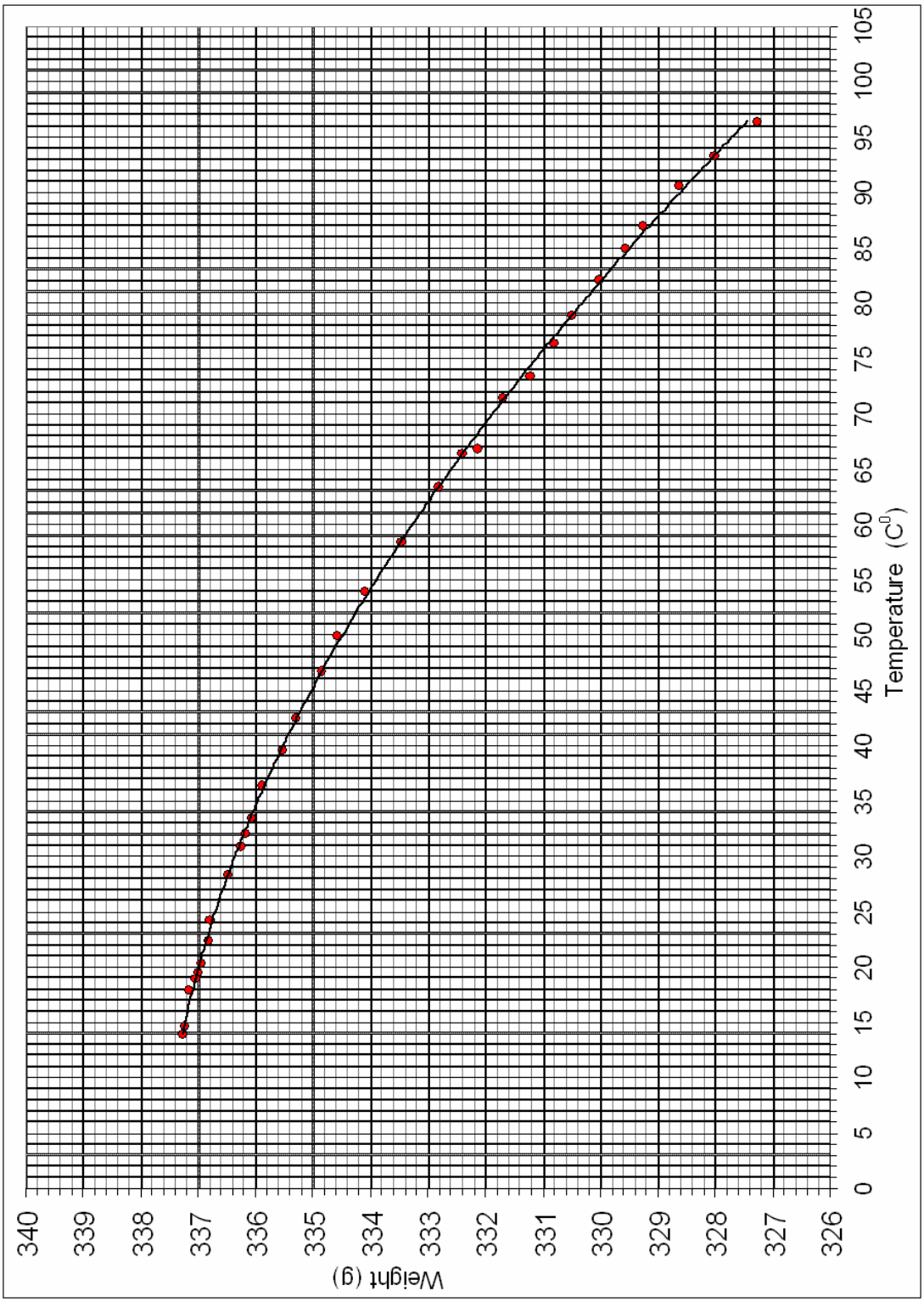
ZANBAK, C. ve ARTHUR, R.C., 1986, Geochemical and Engineering Aspects of Anhydrite/Gypsum Phase Transitions, Bulletin of the Association of Engineering Geologists, Vol.23, No. 4, pp. 419-433

ÖZGEÇMİŞ

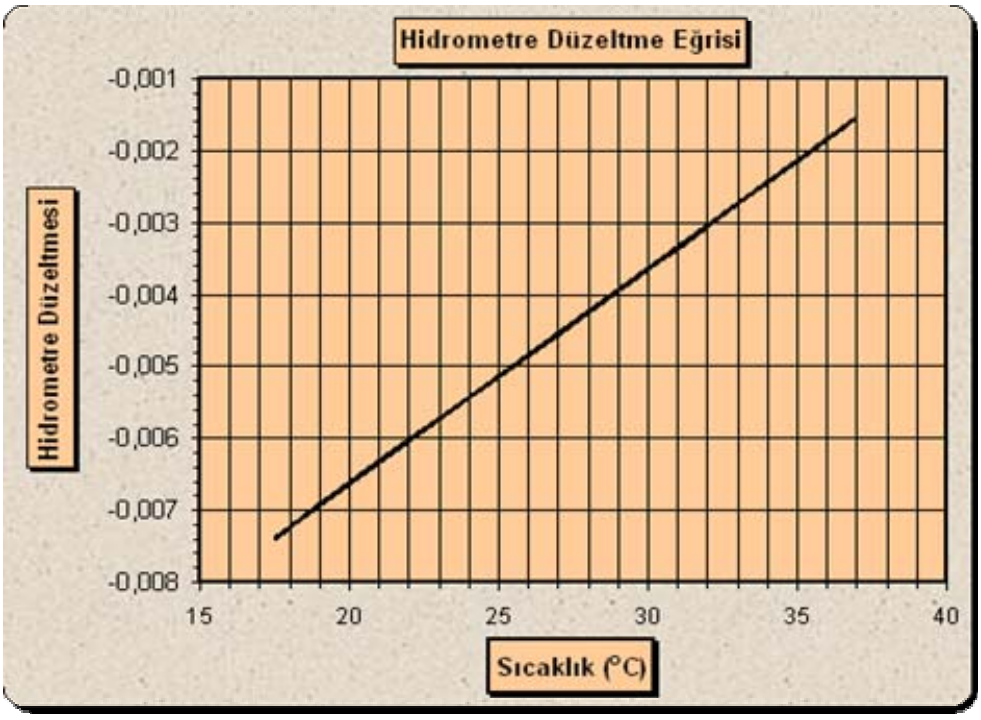
15.03.1978 yılında Osmaniye ilinde doğdum. İlköğretim ve Lise öğrenimimi 1996 yılında Düziçi Anadolu Öğretmen Lisesinde tamamladıktan sonra 1998 yılında Niğde Üniversitesi Aksaray Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandım. 1999 yılında Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümüne yatay geçiş yaparak 2002 yılında jeoloji mühendisi olarak mezun oldum. 2002 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans hakkı kazandım ve halen öğrenimime devam etmekteyim.

EKLER

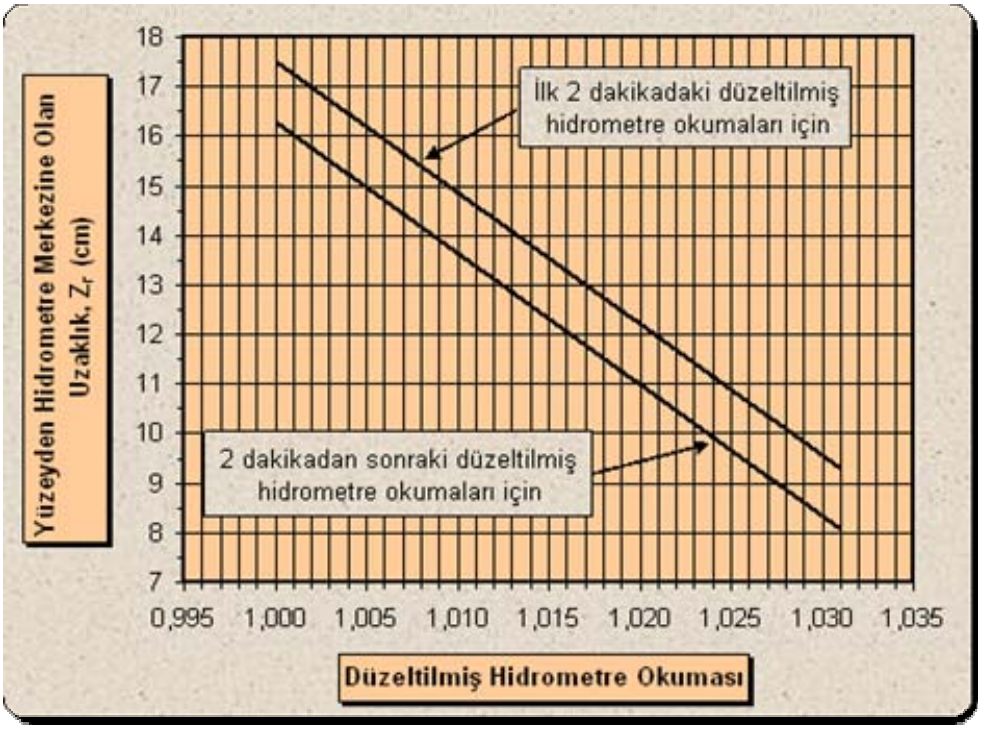
EK-1 Özgül Ağırlık Kalibrasyon Eğrisi
EK-2 Hidrometre Düzelteme Eğrisi ve Hidrometre Efektif Derinlik Eğrisi
EK-3 Deney Sıcaklığındaki Suyun Viskozitesi ve Suyun Birim Hacim Ağırlığı
EK-4 Özgül Ağırlık Deney Sonuçları
EK-5 H 60 numunesinin Hidrometre Deney Sonuçları
EK-6 H 105 numunesinin Hidrometre Deney Sonuçları
EK-7 H+J 60 numunesinin Hidrometre Deney Sonuçları
EK-8 H+J 105 numunesinin Hidrometre Deney Sonuçları
EK-9 H 60 numunesinin Kıvam Limitleri Deney Sonuçları
EK-10 H 105 numunesinin Kıvam Limitleri Deney Sonuçları
EK-11 H+J 60 numunesinin Kıvam Limitleri Deney Sonuçları
EK-12 H+J 105 numunesinin Kıvam Limitleri Deney Sonuçları
EK-13 Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi (USCS)
EK-14 H 60 numunesinin Kompaksiyon Deney Sonuçları
EK-15 H 105 numunesinin Kompaksiyon DeneySonuçları
EK-16 H+J 60 numunesinin Kompaksiyon DeneySonuçları
EK-17 H+J 105 numunesinin Kompaksiyon Deney Sonuçları
EK-18 H 60 numunesinin Serbest Şişme Deney Sonuçları
EK-19 H 105 numunesinin Serbest Şişme Deney Sonuçları
EK-20 H+J 60 numunesinin Serbest Şişme Deney Sonuçları
EK-21 H+J 105 numunesinin Serbest Şişme Deney Sonuçları
EK-22 H 60 numunesinin Konsolidasyon Deney Sonuçları
EK-23 H 105 numunesinin Konsolidasyon Deney Sonuçları
EK-24 H+J 60 numunesinin Konsolidasyon Deney Sonuçları
EK-25 H+J 105 numunesinin Konsolidasyon Deney Sonuçları
EK-26 H 60 numunesinin Kesme Kutusu Deney Sonuçları
EK-27 H 105 numunesinin Kesme Kutusu Deney Sonuçları
EK-28 H+J 60 numunesinin Kesme Kutusu Deney Sonuçları
EK-29 H+J 105 numunesinin Kesme Kutusu Deney Sonuçları



EK-1 Özgül Ağırlık Deneyi Kalibrasyon Eğrisi



A- HİDROMETRE DÜZELTME EĞRİSİ



B- HİDROMETRE DENEYİNDE EFEKTİF DERİNLİK EĞRİSİ

EK-2

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	17.94	17,32	16,74	16,19	15,68	15,19	14,73	14,29	13,87	13,48
10	13.10	12.74	12.39	12.06	11.75	11.45	11.16	10.88	10.60	10.34
20	10.09	9.84	9.61	9.38	9.16	8.95	8.75	8.55	8.36	8.18
30	8.00	7.83	7.67	7.51	7.36	7.31	7.06	6.92	6.79	6.66
40	6.54	6.42	6.30	6.18	6.08	5.97	5.87	5.77	5.68	5.58
50	5.29	5.40	5.32	5.24	5.15	5.07	4.99	4.92	4.84	4.77
60	4.70	4.63	4.56	4.50	4.43	4.37	4.31	4.24	4.19	4.13
70	4.07	4.02	3.96	3.91	3.86	3.81	3.76	3.71	3.66	3.62
80	3.57	3.53	3.48	3.44	3.40	3.36	3.32	3.28	3.24	3.20
90	3.17	3.13	3.10	3.06	3.03	2.99	2.96	2.93	2.90	2.87
100	2.84	2.82	2.79	2.76	2.73	2.70	2.67	2.64	2.62	2.59

A- SUYUN VİSKOZİTESİ (μ, milipuaz)

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.999
10	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.998	0.998	0.998
20	0.998	0.998	0.997	0.997	0.997	0.997	0.996	0.996	0.996	0.996
30	0.995	0.995	0.995	0.994	0.994	0.994	0.993	0.993	0.993	0.992
40	0.992	0.991	0.991	0.991	0.990	0.990	0.989	0.989	0.989	0.988
50	0.988	0.987	0.987	0.986	0.986	0.985	0.985	0.984	0.984	0.983
60	0.983	0.982	0.982	0.981	0.981	0.980	0.970	0.979	0.978	0.978
70	0.977	0.977	0.976	0.976	0.975	0.974	0.974	0.973	0.973	0.972
80	0.971	0.971	0.970	0.969	0.969	0.968	0.968	0.967	0.966	0.966
90	0.965	0.964	0.964	0.963	0.962	0.961	0.961	0.960	0.959	0.959

B- SUYUN BİRİM HACİM AĞIRLIĞ**I**

EK-3

	60 °C Handere		105 °C Handere		60 °C Han.+Jips		105 °C Han.+Jips	
Pik.no. Ağırlığı (gr)	88,49	88,50	88,51	88,50	88,49	88,51	88,50	88,49
Pik.+Num.Ağırlığı (gr)	118,76	119,44	119,24	119,32	118,58	119,27	118,93	118,27
Pik.+Num.+Su Ağırlığı (gr)	346,69	346,83	347,36	347,49	345,89	346,53	346,94	346,84
Pik.+ Su Ağırlığı (gr)	327,5	327,2	327,7	327,7	327,5	327,7	327,2	327,5
Sıcaklık °C	96	97	95	95	96	95	97	96
1.ve 2.Özgül Ağırlık (gr/cm^3)	2,732	2,736	2,776	2,764	2,572	2,578	2,847	2,852
Ort. Özgül Ağırlık (gr/cm^3)	2,734		2,77		2,575		2,849	

EK-4 Özgül Ağırlık Deney Sonuçları

HİDROMETRE ANALİZİ

Numune No: Han. 60

Lokasyon: Yüzüncüyıl civarı, Adana

Deney Tarihit: 05.17.2004 Deneyi Yapan: Handan GÜZEL

Kuru Numune + Kap: 59.97 g Kap Ağırlığı: 10.0 g Hidrometre No: ASTM 151H

Kuru Numune Ağırlığı: 49.97 g Özgül Ağırlık: 2.734

Tarih	Zaman	Toplam Zaman (sn)	Sıcaklık (^{0}C)	Hyd. Okuması	Hyd. Düzeltmesi	Düzeltilmiş Hyd. Okuması	Zr (cm)	D (mm)	N (%)
5.17.04	15:13;10	15	24	1,0320	-0,00527	1,02673	10,65	0,0739	95,7
	15:13:25	30	24	1,0312	-0,00527	1,02593	10,83	0,0577	93,2
	15:13:55	60	24	1,0300	-0,00527	1,02473	11,04	0,0412	89,4
	15:14:55	120	24	1,0290	-0,00527	1,02373	11,52	0,0297	86,2
	15:17:55	300	24	1,0265	-0,00527	1,02123	10,68	0,0181	78,3
	15:22:55	600	24	1,0245	-0,00527	1,01923	11,38	0,0132	72,0
	15:32:55	1200	24	1,0225	-0,00527	1,01723	11,67	0,0095	65,7
	15:52:55	2400	23,5	1,0208	-0,00542	1,01538	12,44	0,0069	59,9
	16:12;55	3600	23,5	1,0197	-0,00542	1,01428	12,53	0,0057	56,4
	17:14:55	7320	23,5	1,0179	-0,00542	1,01248	13,03	0,0040	50,7
	19:10:55	14340	22	1,0165	-0,00587	1,01063	13,41	0,0029	44,9
	23:12;55	28800	22	1,0150	-0,00587	1,00913	13,88	0,0021	40,2
5.18.04	09:36;55	66240	24	1,0130	-0,00527	1,00773	14,45	0,0014	35,7
Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ.(gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %		
10	2,00	106,36	106,36	0,00	0,00	0,00	100,00		
18	1,00	99,35	99,32	0,03	0,06	0,06	99,94		
35	0,50	93,6	93,56	0,04	0,08	0,14	99,86		
60	0,25	94,3	94,22	0,08	0,16	0,30	99,70		
120	0,125	86,84	86,63	0,21	0,42	0,72	99,28		
200	0,074	83,67	83,12	0,55	1,10	1,82	98,18		
-200	-200								

EK- 5 H 60 Numunesinin Hidrometre Deney Okumaları

HİDROMETRE ANALİZİ

Numune No: Han. 105

Lokasyon: Yüzüncüyıl civarı, Adana

Deney Tarihi : 05.13.2004 Deneyi Yapan: Handan GÜZEL

Kuru Numune + Kap: 60.56 g Kap Ağırlığı: 10.0 g Hidrometre No: ASTM 151H

Kuru Numune Ağırlığı: 50.56 g Özgül Ağırlık: 2.77

Tarih	Zaman	Toplam Zaman (sn)	Sıcaklık (^{0}C)	Hyd. Okuması	Hyd. Düzeltmesi	Düzeltilmiş Hyd. Okuması	Zr (cm)	D (mm)	N (%)
5.13.04	11:00;10	15	24	1,0330	-0,00527	1,02773	10,35	0,0729	97,0
	11:00:25	30	24	1,0322	-0,00527	1,02693	10,58	0,0564	94,5
	11:00:55	60	24	1,0310	-0,00527	1,02573	10,74	0,0402	90,8
	11:01:55	120	24	1,0300	-0,00527	1,02473	10,98	0,0287	87,7
	11:04:55	300	24	1,0280	-0,00527	1,02273	10,21	0,0175	81,5
	11:09:55	600	24	1,0265	-0,00527	1,02123	10,62	0,0126	76,9
	11:19:55	1200	24	1,0245	-0,00527	1,01923	11,23	0,0092	70,7
	11:39:55	2400	23	1,0230	-0,00557	1,01743	11,51	0,0066	65,1
	11:59;55	3600	23	1,0215	-0,00557	1,01593	12,03	0,0055	60,5
	12:59:55	7200	23	1,0193	-0,00557	1,01373	12,61	0,0040	53,6
	14:59:55	14400	22	1,0175	-0,00587	1,01163	13,38	0,0029	47,1
	18:59;55	28800	22	1,0157	-0,00587	1,00983	13,57	0,0021	41,6
5.14.04	11:12;55	65520	23	1,0137	-0,00557	1,00813	14,22	0,0014	36,3
Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ.(gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %		
10	2,00	106,36	106,36	0,00	0,00	0,00	100,00		
18	1,00	99,35	99,32	0,03	0,06	0,06	99,94		
35	0,50	93,59	93,56	0,03	0,06	0,12	99,88		
60	0,25	94,28	94,22	0,06	0,12	0,24	99,76		
120	0,125	86,85	86,63	0,22	0,44	0,67	99,33		
200	0,074	83,37	83,12	0,25	0,49	1,17	98,83		
-200	-200								

EK- 6 H 105 Numunesinin Hidrometre Deney Okumaları

HİDROMETRE ANALİZİ

Numune No: Han.+Jips 60

Lokasyon: Yüzüncüyıl civarı, Adana

Deney Tarihit: 09.22.2004 Deneyi Yapan: Handan GÜZEL

Kuru Numune + Kap: 60. g Kap Ağırlığı: 10.0 g Hidrometre No: ASTM 151H

Kuru Numune Ağırlığı: 50.0 g Özgül Ağırlık: 2.575

Tarih	Zaman	Toplam Zaman (sn)	Sıcaklık (^{0}C)	Hyd. Okuması	Hyd. Düzeltmesi	Düzeltilmiş Hyd. Okuması	Zr (cm)	D (mm)	N (%)
9.22.04	10:53;10	15	26,5	1,0265	-0,00452	1,02198	11,61	0,0736	83,6
	10:53:25	30	26,5	1,0260	-0,00452	1,02148	11,70	0,0629	82,0
	10:53:55	60	26,5	1,0255	-0,00452	1,02098	11,93	0,0449	80,4
	10:54:55	120	26,5	1,0252	-0,00452	1,02068	12,02	0,0319	79,4
	10:57:55	300	26,5	1,0240	-0,00452	1,01948	11,01	0,0193	75,5
	11:02:55	600	26,5	1,0235	-0,00452	1,01898	11,38	0,0139	73,8
	11:12:55	1200	26	1,0230	-0,00467	1,01833	11,52	0,0099	71,7
	11:32:55	2400	26	1,0217	-0,00467	1,01703	11,76	0,0070	67,5
	11:52;55	3600	26	1,0192	-0,00467	1,01453	12,53	0,0059	59,3
	13:22:55	9000	26	1,0060	-0,00467	1,00133	15,93	0,0042	16,1
	14:52:55	14400	26	1,0047	-0,00467	1,00003	16,31	0,0034	11,9
	18:25;55	30780	25	1,0042	-0,00497	0,99923	16,44	0,0023	9,3
9.23.04	13:42;55	89400	25	1,0040	-0,00497	0,99903	16,52	0,0014	8,6
Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ.(gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %		
10	2,00	106,36	106,36	0,00	0,00	0,00	100,00		
18	1,00	99,33	99,32	0,01	0,02	0,02	99,98		
35	0,50	93,58	93,56	0,02	0,04	0,06	99,94		
60	0,25	98,42	94,22	4,20	8,40	8,46	91,54		
120	0,125	89,38	86,63	2,75	5,50	13,96	86,04		
200	0,074	84,29	83,12	1,17	2,34	16,30	83,70		
-200	-200								

EK- 7 H+J 60 Numunesinin Hidrometre Deney Okumaları

HİDROMETRE ANALİZİ

Numune No: Han.+Jips 105

Lokasyon: Yüzüncüyıl civarı, Adana

Deney Tarihit: 09.20.2004 Deneyi Yapan: Handan GÜZEL

Kuru Numune + Kap: 60.1 g Kap Ağırlığı: 10.0 g Hidrometre No: ASTM 151H

Kuru Numune Ağırlığı: 50.10 g Özgül Ağırlık: 2.849

Tarih	Zaman	Toplam Zaman (sn)	Sıcaklık (^{0}C)	Hyd. Okuması	Hyd. Düzeltmesi	Düzeltilmiş Hyd. Okuması	Zr (cm)	D (mm)	N (%)
9.20.04	11:07;10	15	26	1,0320	-0,00467	1,02733	10,62	0,0732	95,1
	11:07:25	30	26	1,0310	-0,00467	1,02633	10,88	0,0560	92,1
	11:07:55	60	26	1,0300	-0,00467	1,02533	11,12	0,0400	89,0
	11:08:55	120	26	1,0290	-0,00467	1,02433	11,22	0,0284	85,9
	11:11:55	300	25,5	1,0273	-0,00482	1,02248	10,23	0,0172	80,2
	11:16:55	600	25,5	1,0260	-0,00482	1,02118	10,64	0,0124	76,2
	11:26:55	1200	25,5	1,0245	-0,00482	1,01968	11,13	0,0089	71,6
	11:46:55	2400	25,5	1,0225	-0,00482	1,01768	11,62	0,0065	65,4
	12:06;55	3600	24,5	1,0213	-0,00512	1,01618	12,13	0,0054	60,8
	13:24:55	8280	24,5	1,0185	-0,00512	1,01338	12,52	0,0036	52,2
	15:09:55	14760	24,5	1,0172	-0,00512	1,01208	13,38	0,0028	48,2
	18:27;55	30060	24	1,0150	-0,00527	1,00973	13,72	0,0020	41,0
9.21.04	13:47;55	91260	25	1,0060	-0,00497	1,00103	15,92	0,0012	14,2
Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ.(gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %		
10	2,00	106,36	106,36	0,00	0,00	0,00	100,00		
18	1,00	99,34	99,32	0,02	0,04	0,04	99,96		
35	0,50	93,77	93,56	0,21	0,42	0,46	99,54		
60	0,25	94,52	94,22	0,30	0,60	1,06	98,94		
120	0,125	86,98	86,63	0,35	0,70	1,76	98,24		
200	0,074	84,14	83,12	1,02	2,04	3,79	96,21		
-200	-200								

EK- 8 H+J 105 Numunesinin Hidrometre Deney Okumaları

ATTERBERG (KIVAM) LİMİTLERİ DENEYİ

LİKİT LİMİT

	1	2	3	4	5
Kap No	K-6	K-9	K-10	K-13	K-22
Darbe Adedi	45	37	28	16	11
Yaş Numune+Kap Ağ. (gr)	24,49	39,74	25,27	42,76	38,3
Kuru Numune+Kap Ağ. (gr)	21,75	36,63	22,07	37,93	34,38
Su Miktarı (gr)	2,74	3,11	3,2	4,83	3,92
Kap Ağ. (gr)	14,72	28,83	14,7	27,84	26,68
Kuru Numune Ağ. (gr)	7,03	7,8	7,37	10,09	7,7
Su İçeriği (%)	39,0	39,9	43,4	47,9	50,9

PLASTİK LİMİT

	1	2	3	4	
Kap No	K-1	K-3	K-16	K-21	
YaŞ Numune+Kap Ağ. (gr)	13,26	12,16	9,25	12,22	
Kuru Numune+Kap Ağ. (gr)	12,75	11,71	8,65	11,68	
Su Miktarı (gr)	0,51	0,45	0,6	0,54	
Kap Ağ. (gr)	10,45	9,46	6,02	9,08	
Kuru Numune Ağ. (gr)	2,3	2,25	2,63	2,6	
Su İçeriği (%)	22,2	20,0	22,8	20,8	

(1) Rötre Kap No :	1
(2) Rötre Kabı+Yaş Numune Ağırlığı (gr) :	62,94
(3) Rötre Kabı+Kuru Numene Ağırlığı (gr) :	53,51
(4) Rötre Kabı Ağırlığı (gr) :	33,84
(5) Numunedeki Su Ağırlığı [(2)-(3)] (gr) :	9,43
(6) Kuru Numune Ağırlığı Wk [(3)-(4)] (gr) :	19,67
(7) Su İçeriği W [(5)/(6)*100] (%) :	47,94
(8) Rötre Kabı Hacmi Vy (cm3) :	16,98
(9) Kuru Numune Hacmi Vk (cm3) :	10,8
(10) Vy-Vk :[(8)-(9)] (cm3) :	6,18
(11) Rötre Limiti [(7)-((10)/(6))*100] (%) :	16,47
(12) Rötre Oranı R [(6)/(9)] :	1,821

EK-9 H 60 Numunesi Kıvam Limitleri Deney Sonuçları

ATTERBERG (KIVAM) LİMİTLERİ DENEYİ

LİKİT LİMİT

	1	2	3	4	5	6
Kap No	K-13	K-6	K-9	K-22	K-37	K-10
Darbe Adedi	44	35	27	20	13	11
Yaş Numune+Kap Ağ. (gr)	34,82	26,76	39,97	38,3	22,97	24,79
Kuru Numune+Kap Ağ. (gr)	32,69	23,03	36,39	34,51	20,1	21,31
Su Miktarı (gr)	2,13	3,73	3,58	3,79	2,87	3,48
Kap Ağ. (gr)	27,84	14,7	28,82	26,66	14,54	14,71
Kuru Numune Ağ. (gr)	4,85	8,33	7,57	7,85	5,56	6,6
Su İçeriği (%)	43,9	44,8	47,3	48,3	51,6	52,7

PLASTİK LİMİT

	1	2	3	4		
Kap No	K-24	K-26	K-30	K-34		
YaŞ Numune+Kap Ağ. (gr)	36,13	33,61	27,48	32,88		
Kuru Numune+Kap Ağ. (gr)	35,6	33,15	27,04	32,39		
Su Miktarı (gr)	0,53	0,46	0,44	0,49		
Kap Ağ. (gr)	33,06	31,03	24,84	30,11		
Kuru Numune Ağ. (gr)	2,54	2,12	2,2	2,28		
Su İçeriği (%)	20,9	21,7	20,0	21,5		

(1) Rötre Kap No :	2
(2) Rötre Kabı+Yaş Numune Ağırlığı (gr) :	113,83
(3) Rötre Kabı+Kuru Numene Ağırlığı (gr) :	102,13
(4) Rötre Kabı Ağırlığı (gr) :	80,1
(5) Numunedeki Su Ağırlığı [(2)-(3)] (gr) :	11,7
(6) Kuru Numune Ağırlığı Wk [(3)-(4)] (gr) :	22,03
(7) Su İçeriği W [(5)/(6)*100] (%) :	53,11
(8) Rötre Kabı Hacmi Vy (cm3) :	19,56
(9) Kuru Numune Hacmi Vk (cm3) :	11,99
(10) Vy-Vk :[(8)-(9)] (cm3) :	7,57
(11) Rötre Limiti [(7)-((10)/(6))*100] (%) :	18,75
(12) Rötre Oranı R [(6)/(9)] :	1,837

EK- 10 H 105 Numunesi Kıvam Limitleri Deney Sonuçları

ATTERBERG (KIVAM) LİMİTLERİ DENEYİ

LİKİT LİMİT

	1	2	3	4	5	6
Kap No	K-13	K-37	K-22	K-12	K-6	K-10
Darbe Adedi	41	34	29	25	18	11
Yaş Numune+Kap Ağ. (gr)	40,1	28,52	39,34	37,1	24,14	25,83
Kuru Numune+Kap Ağ. (gr)	37,25	25,46	36,46	34,86	21,93	22,99
Su Miktarı (gr)	2,85	3,06	2,88	2,24	2,21	2,84
Kap Ağ. (gr)	26,93	14,53	26,66	27,4	14,81	14,7
Kuru Numune Ağ. (gr)	10,32	10,93	9,8	7,46	7,12	8,29
Su İçeriği (%)	27,6	28,0	29,4	30,0	31,0	34,3

PLASTİK LİMİT

	1	2	3	4		
Kap No	K-25	K-29	K-32	K-34		
YaŞ Numune+Kap Ağ. (gr)	27,12	25,17	28,91	33,3		
Kuru Numune+Kap Ağ. (gr)	26,6	24,61	28,48	32,84		
Su Miktarı (gr)	0,52	0,56	0,43	0,46		
Kap Ağ. (gr)	23,46	21,21	25,77	30,1		
Kuru Numune Ağ. (gr)	3,14	3,4	2,71	2,74		
Su İçeriği (%)	16,6	16,5	15,9	16,8		

(1) Rötre Kap No :	1
(2) Rötre Kabı+Yaş Numune Ağırlığı (gr) :	61,16
(3) Rötre Kabı+Kuru Numene Ağırlığı (gr) :	54,31
(4) Rötre Kabı Ağırlığı (gr) :	33,84
(5) Numunedeki Su Ağırlığı [(2)-(3)] (gr) :	6,85
(6) Kuru Numune Ağırlığı Wk [(3)-(4)] (gr) :	20,47
(7) Su İçeriği W [(5)/(6)*100] (%) :	33,46
(8) Rötre Kabı Hacmi Vy (cm3) :	16,98
(9) Kuru Numune Hacmi Vk (cm3) :	12,34
(10) Vy-Vk :[(8)-(9)] (cm3) :	4,64
(11) Rötre Limiti [(7)-((10)/(6))*100] (%) :	10,79
(12) Rötre Oranı R [(6)/(9)] :	1,659

EK- 11 H+J 60 Numunesi Kıvam Limitleri Deney Sonuçları

ATTERBERG (KIVAM) LİMİTLERİ DENEYİ

LİKİT LİMİT

	1	2	3	4	5	6
Kap No	K-1	K-3	K-15	K-16	K-21	K-18
Darbe Adedi	41	36	27	24	16	12
Yaş Numune+Kap Ağ. (gr)	23,5	22,07	22,16	18,29	20,2	22,27
Kuru Numune+Kap Ağ. (gr)	20,51	19,12	19,32	15,26	17,28	19,06
Su Miktarı (gr)	2,99	2,95	2,84	3,03	2,92	3,21
Kap Ağ. (gr)	10,46	9,46	10,4	6,02	9,08	10,43
Kuru Numune Ağ. (gr)	10,05	9,66	8,92	9,24	8,2	8,63
Su İçeriği (%)	29,8	30,5	31,8	32,8	35,6	37,2

PLASTİK LİMİT

	1	2	3	4		
Kap No	K-30	K-26	K-24	K-45		
YaŞ Numune+Kap Ağ. (gr)	29,42	35,52	36,90	27,13		
Kuru Numune+Kap Ağ. (gr)	28,79	34,90	36,37	26,68		
Su Miktarı (gr)	0,63	0,62	0,53	0,45		
Kap Ağ. (gr)	24,84	31,01	33,06	23,91		
Kuru Numune Ağ. (gr)	3,95	3,89	3,31	2,77		
Su İçeriği (%)	15,95	15,94	16,01	16,25		

(1) Rötre Kap No :	2
(2) Rötre Kabı+Yaş Numune Ağırlığı (gr) :	112,25
(3) Rötre Kabı+Kuru Numene Ağırlığı (gr) :	103,07
(4) Rötre Kabı Ağırlığı (gr) :	80,1
(5) Numunedeki Su Ağırlığı [(2)-(3)] (gr) :	9,18
(6) Kuru Numune Ağırlığı Wk [(3)-(4)] (gr) :	22,97
(7) Su İçeriği W [(5)/(6)*100] (%) :	39,97
(8) Rötre Kabı Hacmi Vy (cm3) :	19,56
(9) Kuru Numune Hacmi Vk (cm3) :	13,25
(10) Vy-Vk :[(8)-(9)] (cm3) :	6,31
(11) Rötre Limiti [(7)-((10)/(6))*100] (%) :	12,5
(12) Rötre Oranı R [(6)/(9)] :	1,734

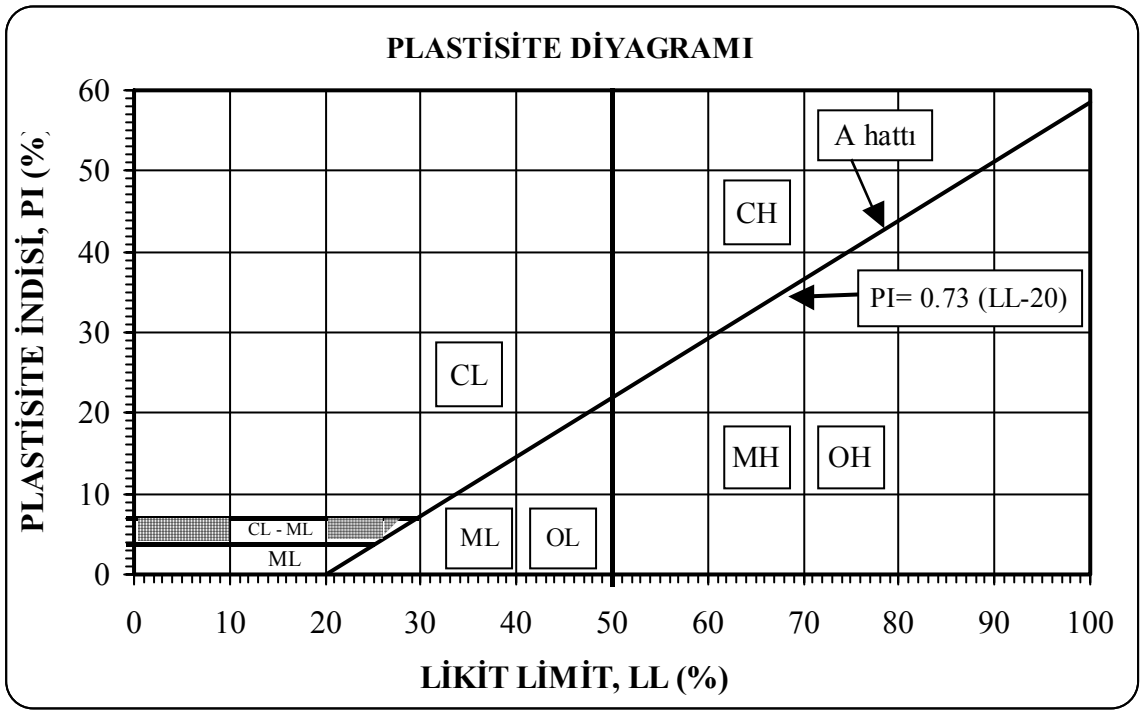
EK- 12 H+J 105 Numunesi Kıvam Limitleri Deney Sonuçları

ANA GRUPLAR (7,5 cm'den iri malzeme hariç tutulmustur)			**GRUP SEMBOLÜ**	**TİPİK İSİMLER**
İRİ TANELİ MALZEMELER (Malzemenin % 50'sinden fazlası 200 No'lu elek çapından büyüktür)	ÇAKIL İri malzemenin % 50'sinden fazlası No:4 elekten büyüktür.	Temiz çakıl (İnce az veya yok)	GW	İyi derecelenmiş çakıl, çakıl-kum karışımları (İnce taneleri az veya hiç olmayan)
			GP	Kötü derecelenmiş çakıl, çakıl-kum karışımları (İnce taneleri az veya hiç olmayan)
		Çakıl İnce malzemeli (oldukça ince var)	GM	Siltli çakıllar, fena derecelenmiş çakıl-kum silt karışımları
			GC	Killi çakıllar, kötü derecelenmiş çakıl-kum kil karışımları
	KUM İri malzemenin % 50'sinden fazlası No:4 elekten küçüktür.	Temiz kum (İnce az veya yok)	SW	İyi derecelenmiş kumlar ve çakıllı kumlar (İnce taneleri az veya hiç olmayan)
			SP	Kötü derecelenmiş kumlar ve çakıllı kumlar (İnce taneleri az veya hiç olmayan)
		Kum İnce malzemeli (oldukça ince var)	SM	Siltli kumlar, kötü derecelenmiş kum-silt karışımları
			SC	Siltli kumlar, kötü derecelenmiş kum-kil karışımları
İNCE TANELİ MALZEMELER (Malzemenin % 50'sinden fazlası 200 No'lu elek çapından küçüktür)	Siltler ve Killer Likit Limit<50		ML	İnorganik silt ve çok ince kumlar, kaya tozu çok az plastik siltli veya killi ince kumlar
			CL	İnorganik killer (düşük ile orta plastisitede) çakıllı killer, kumlu killer, siltli killer, yağsız killer
			OL	Organik siltler ve düşük plastisiteli organik silt-kil karışımları
	Siltler ve Killer Likit Limit>50		MH	İnorganik siltler, diyatomeli veya mikalı ince kumlu veya siltli zeminler, elastik siltler
			CH	Yüksek plastisiteli inorganik killer, yağlı killer
			OH	Ortadan yükseğe plastisiteli organik killer
Fazla organik zeminler			Pt	Turba ve diğer fazla organik zeminler

EK- 13 A Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi

LABORATUVAR SINIFLANDIRMA KRİTERLERİ

<table>
<tr><td rowspan="8">Granülometri eğrisinden çakıl ve kum yüzdeleri bulunur. 200 No'lu elekten geçen ince malzeme nispetine göre iri taneli zeminler şöylece sınıflandırılır:
% 5'den az GW, GP, SW, SP
% 12'den fazla GM, GC, SM, SC
% 5-12 sınır halindedir. İki sembol birden kullanılacaktır.</td><td colspan="2">$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$</td><td>GW</td></tr>
<tr><td colspan="2">GW'nin granülometri şartlarını karşılamayanlar</td><td>GP</td></tr>
<tr><td>Atterberg limitleri A hattının altında veya I_p<4</td><td rowspan="2">A hattının üstünde ve I_p=4-7 ise sınırdadır. Her iki sembol beraber kullanılır.</td><td>GM</td></tr>
<tr><td>Atterberg limitleri A hattının üstünde veya I_p>7</td><td>GC</td></tr>
<tr><td colspan="2">$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$</td><td>SW</td></tr>
<tr><td colspan="2">SW'nin granülometri şartlarını karşılamayanlar</td><td>SP</td></tr>
<tr><td>Atterberg limitleri A hattının altında veya I_p<4</td><td rowspan="2">A hattının üstünde ve I_p=4-7 ise sınırdadır. Her iki sembol beraber kullanılır.</td><td>SM</td></tr>
<tr><td>Atterberg limitleri A hattının üstünde veya I_p>7</td><td>SC</td></tr>
</table>



EK- 13 B Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi

STANDART KOMPAKSİYON (PROKTOR) DENEY FORMU

Deneyi yapan :	**Handan GÜZEL**		**Numune :**	H 60	**Tarih :**	27.05.2004
Deney Öncesi Kurutma :	**60 ^{0}C**			**Mold Hacmi (V):**	956	
Özgül Ağırlık	**2,734**					
KOMPAKSİYON DENEYİ						
Deney No	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Mold Ağırlığı M_0 (gr)	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6
Mold+Numune M_F (gr)	3300,8	3463,1	3560,9	3601,5	3539,5	3495,4
Numune Ağırlığı $M = M_F - M_0$ (gr)	1569,2	1731,5	1829,3	1869,9	1807,9	1763,8
SU İÇERİĞİ DENEYİ						
Kap No	**K-40**	**K-42**	**K-46**	**K-48**	**K-50**	**K-52**
Kap Ağırlığı M_c (gr)	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Kap+Yaş Numune M_{wc} (gr)	1582,5	1768,3	1865,9	1890,2	1813	1751,8
Kap+Kuru Numune M_{dc} (gr)	1450,8	1549,6	1605,8	1585,8	1496,7	1431,2
Su Miktarı $M_w = M_{wc} - M_{dc}$ (gr)	131,7	218,7	260,1	304,4	316,3	320,6
Kuru Numune $M_s = M_{dc} - M_c$ (gr)	1448	1546,8	1603	1583	1493,9	1428,4
Su İçeriği $W= (M_w / M_s)*100$ (%)	9,095	14,139	16,226	19,229	21,173	22,445
(Sr) = % 100	2,190	1,972	1,894	1,792	1,732	1,694
HESAPLAMA DEĞERLERİ						
$\gamma_n = M / V$ (gr/cm^3)	1,641	1,811	1,913	1,956	1,891	1,845
$\gamma_k = \gamma_n / (1+W)$ (gr/cm^3)	1,505	1,587	1,646	1,641	1,561	1,507

EK- 14 H 60 Numunesi Kompaksiyon Deney Sonuçları

STANDART KOMPAKSİYON (PROKTOR) DENEY FORMU

Deneyi yapan :	**Handan GÜZEL**		**Numune :**	H 105		**Tarih :**	27.05.2004
Deney Öncesi Kurutma :	**105 ^{0}C**					**Mold Hacmi (V):**	956
Özgül Ağırlık	**2,77**						
KOMPAKSİYON DENEYİ							
Deney No	**1**	**2**	**3**	**3**	**4**	**5**	
Mold Ağırlığı M_0 (gr)	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6	
Mold+Numune M_F (gr)	3293	3376,5	3490,3	3560,6	3524,1	3495	
Numune Ağırlığı $M = M_F - M_0$ (gr)	1561,4	1644,9	1758,7	1829	1792,5	1763,4	
SU İÇERİĞİ DENEYİ							
Kap No	**K-40**	**K-42**	**K-46**	**K-46**	**K-50**	**K-52**	
Kap Ağırlığı M_c (gr)	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
Kap+Yaş Numune M_{wc} (gr)	1551,6	1621,1	1692	1763	1708,1	1685,6	
Kap+Kuru Numune M_{dc} (gr)	1420,1	1465,9	1506,9	1548	1477,7	1445,8	
Su Miktarı $M_w = M_{wc} - M_{dc}$ (gr)	131,5	155,2	185,1	215	230,4	239,8	
Kuru Numune $M_s = M_{dc} - M_c$ (gr)	1417,3	1463,1	1504,1	1545,2	1474,9	1443	
Su İçeriği $W= (M_w / M_s)*100$ (%)	9,278	10,608	12,306	13,914	15,621	16,618	
(Sr) = % 100	2,204	2,141	2,066	1,999	1,933	1,897	
HESAPLAMA DEĞERLERİ							
$\gamma_n = M / V$ (gr/cm^3)	1,633	1,721	1,840	1,913	1,875	1,845	
$\gamma_k = \gamma_n / (1+W)$ (gr/cm^3)	1,495	1,556	1,638	1,679	1,622	1,582	

EK- 15 H 105 Numunesi Kompaksiyon Deney Sonuçları

STANDART KOMPAKSİYON (PROKTOR) DENEY FORMU

Deneyi yapan :	**Handan GÜZEL**		**Numune :**	**H+J 60**	Handere	**Tarih :**	23.05.2004
Deney Öncesi Kurutma :	**60 ^{0}C**				**Mold Hacmi (V):**	956	
Özgül Ağırlık	**2,575**						
KOMPAKSİYON DENEYİ							
Deney No	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Mold Ağırlığı M_0 (gr)	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6
Mold+Numune M_F (gr)	3269,3	3387,4	3457,6	3518,6	3572,3	3549,2	3540,9
Numune Ağırlığı $M = M_F - M_0$ (gr)	1537,7	1655,8	1726	1787	1840,7	1817,6	1809,3
SU İÇERİĞİ DENEYİ							
Kap No	**K-40**	**K-42**	**K-46**	**K-46**	**K-48**	**K-50**	**K-52**
Kap Ağırlığı M_c (gr)	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Kap+Yaş Numune M_{wc} (gr)	1528,1	1656,2	1710,1	1789,1	1851,2	1838,6	1708,4
Kap+Kuru Numune M_{dc} (gr)	1391,9	1444,7	1455,7	1493,5	1507,3	1468,8	1323,7
Su Miktarı $M_w = M_{wc} - M_{dc}$ (gr)	136,2	211,5	254,4	295,6	343,9	369,8	384,7
Kuru Numune $M_s = M_{dc} - M_c$ (gr)	1389,1	1441,9	1452,9	1490,7	1504,5	1466	1320,9
Su İçeriği $W= (M_w / M_s)*100$ (%)	9,805	14,668	17,510	19,830	22,858	25,225	29,124
(Sr) = % 100	2,056	1,869	1,775	1,705	1,621	1,561	1,471
HESAPLAMA DEĞERLERİ							
$\gamma_n = M / V$ (gr/cm^3)	1,608	1,732	1,805	1,869	1,925	1,901	1,893
$\gamma_k = \gamma_n / (1+W)$ (gr/cm^3)	1,465	1,510	1,536	1,560	1,567	1,518	1,466

EK- 16 H+J 60 Numunesi Kompaksiyon Deney Sonuçları

STANDART KOMPAKSİYON (PROKTOR) DENEY FORMU

Deneyi yapan :	**Handan GÜZEL**		**Numune :**	H+J 105	**Tarih :**	27.05.2004
Deney Öncesi Kurutma :	**105 ^{0}C**			**Mold Hacmi (V):**		956
Özgül Ağırlık	**2,849**					
KOMPAKSİYON DENEYİ						
Deney No	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Mold Ağırlığı M_0 (gr)	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6	1731,6
Mold+Numune M_F (gr)	3215,2	3322,8	3467	3574,2	3566	3525,9
Numune Ağırlığı $M = M_F - M_0$ (gr)	1483,6	1591,2	1735,4	1842,6	1834,4	1794,3
SU İÇERİĞİ DENEYİ						
Kap No	**K-40**	**K-42**	**K-46**	**K-48**	**K-50**	**K-52**
Kap Ağırlığı M_c (gr)	41,69	41,95	45,77	45,05	40,18	67,42
Kap+Yaş Numune M_{wc} (gr)	210,01	213	267,73	278,64	264,34	337,66
Kap+Kuru Numune M_{dc} (gr)	202,15	198,15	239,66	241,34	220,54	280,67
Su Miktarı $M_w = M_{wc} - M_{dc}$ (gr)	7,86	14,85	28,07	37,3	43,8	56,99
Kuru Numune $M_s = M_{dc} - M_c$ (gr)	160,46	156,2	193,89	196,29	180,36	213,25
Su İçeriği $W= (M_w / M_s)*100$ (%)	4,898	9,507	14,477	19,002	24,285	26,725
(Sr) = % 100	2,500	2,242	2,017	1,848	1,684	1,617
HESAPLAMA DEĞERLERİ						
$\gamma_n = M / V$ (gr/cm^3)	1,552	1,664	1,815	1,927	1,919	1,877
$\gamma_k = \gamma_n / (1+W)$ (gr/cm^3)	1,479	1,520	1,586	1,620	1,544	1,481

EK- 17 H+J 105 Numunesi Kompaksiyon Deney Sonuçları

SERBEST ŞİŞME DENEYİ

Numune No: H 60
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden Konsolidometre No: 1 Ring No: 1
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 01.06.2004

[A] Numune Datası

Deney Başı
(1) Numune Tipi [X] Yapay Numune Örselenmemiş [ ] Örselenmiş
(2) Numune Çapı, D : 5 cm
(3) Numune Alanı, A : 19.63 cm-kare
(4) Deney Başı Numune Yüksekliği, Ho : 1.834 cm
(5) Deney Başı Numune Hacmi : 36 cm-küp
(6) Islak Numune Ağırlığı : 72.19 gr
(7) Kuru Numune Ağırlığı : 59.10 gr
(8) Islak Birim Hacim Ağırlık : 2.005 g/cm-küp
(9) Kuru Birim Hacim Ağırlık : 1.642 g/cm-küp
(10) Su İçeriği : 22.14 %
(11) Özgül Ağırlık : 2.734
(12) Rötre Limit : 18.75 %
(13) Sürşarj Yükü (Düşey Basınç) : 4.9 kPa
(14) Doygunluk Derecesi : 91.03 %
Deney Sonu
(15) Deney Sonu Su İçeriği : 27.62 %
(16) Deney Sonu Numune Yüksekliği, Ho : 2.140 cm
[B] Zaman Deformasyon Datası
(1) 1 birim okuma = 0.01 mm
(2) Yük kolu etkisi: 10

Geçen Zaman (dakika)	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deform. (mm)	Deney Başı Numune Yüksekliği H	Deney Sırasında Numune Yüksekliği H1	Numune Yüksekliği Artımı ΔH	Şişme Yüzdesi FS
0	0	0	0	1,849	1,849	0	0,000
0,5	1	0,01	-0,01	1,849	1,859	0,01	0,541
1	1,75	0,0175	-0,0175	1,849	1,8665	0,0175	0,946
5	2,25	0,0225	-0,0225	1,849	1,8715	0,0225	1,217
10	3,6	0,036	-0,036	1,849	1,885	0,036	1,947
20	5,75	0,0575	-0,0575	1,849	1,9065	0,0575	3,110
30	7,25	0,0725	-0,0725	1,849	1,9215	0,0725	3,921
62	9,15	0,0915	-0,0915	1,849	1,9405	0,0915	4,949
115	10,5	0,105	-0,105	1,849	1,954	0,105	5,679
240	11,2	0,112	-0,112	1,849	1,961	0,112	6,057
1449	11,5	0,115	-0,115	1,849	1,964	0,115	6,220
1823	11,7	0,117	-0,117	1,849	1,966	0,117	6,328
2120	11,8	0,118	-0,118	1,849	1,967	0,118	6,382
3105	11,9	0,119	-0,119	1,849	1,968	0,119	6,436

EK-18 H 60 Numunesinin Serbest Şişme Deney Okumaları

SERBEST ŞİŞME DENEYİ

Numune No: H 105
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden Konsolidometre No: 2 Ring No: 2
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 08.06.2004

[A] Numune Datası

Deney Başı
(1) Numune Tipi [X] Yapay Numune Örselenmemiş [ ] Örselenmiş
(2) Numune Çapı, D : 5 cm
(3) Numune Alanı, A : 19.63 cm-kare
(4) Deney Başı Numune Yüksekliği, Ho : 1.876 cm
(5) Deney Başı Numune Hacmi : 36.83 cm-küp
(6) Islak Numune Ağırlığı : 76.18 gr
(7) Kuru Numune Ağırlığı : 60.91 gr
(8) Islak Birim Hacim Ağırlık : 2.068 g/cm-küp
(9) Kuru Birim Hacim Ağırlık : 1.654 g/cm-küp
(10) Su İçeriği : 25.07 %
(11) Özgül Ağırlık : 2.77
(12) Rötre Limit : 16.52 %
(13) Sürşarj Yükü (Düşey Basınç) : 4.9 kPa
(14) Doygunluk Derecesi : 87,60 %
Deney Sonu
(15) Deney Sonu Su İçeriği : 36.11 %
(16) Deney Sonu Numune Yüksekliği, Ho : 2.247 cm
[B] Zaman Deformasyon Datası
(1) 1 birim okuma = 0.01 mm
(2) Yük kolu etkisi: 10

Geçen Zaman (dakika)	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deform. (mm)	Deney Başı Numune Yüksekliği H	Deney Sırasında Numune Yüksekliği H1	Numune Yüksekliği Artımı ΔH	Şişme Yüzdesi FS
0	0	0	0	1,876	1,876	0	0,000
0,5	2,35	0,0235	0,0235	1,876	1,8995	0,0235	1,253
1	2,95	0,0295	0,0295	1,876	1,9055	0,0295	1,572
5	3,36	0,0336	0,0336	1,876	1,9096	0,0336	1,791
10	5,22	0,0522	0,0522	1,876	1,9282	0,0522	2,783
20	7,68	0,0768	0,0768	1,876	1,9528	0,0768	4,094
30	9,23	0,0923	0,0923	1,876	1,9683	0,0923	4,920
63	11,13	0,1113	0,1113	1,876	1,9873	0,1113	5,933
128	12,98	0,1298	0,1298	1,876	2,0058	0,1298	6,919
255	13,75	0,1375	0,1375	1,876	2,0135	0,1375	7,329
1389	14,08	0,1408	0,1408	1,876	2,0168	0,1408	7,505
1855	14,22	0,1422	0,1422	1,876	2,0182	0,1422	7,580
2178	14,45	0,1445	0,1445	1,876	2,0205	0,1445	7,703
3205	14,47	0,1447	0,1447	1,876	2,0207	0,1447	7,713

EK-19 H 105 Numunesinin Serbest Şişme Deney Okumaları

SERBEST ŞİŞME DENEYİ

Numune No: H+J 60
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden Konsolidometre No: 1 Ring No: 1
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 11.06.2004

[A] Numune Datası

Deney Başı
(1) Numune Tipi [X] Yapay Numune Örselenmemiş [ ] Örselenmiş
(2) Numune Çapı, D : 5 cm
(3) Numune Alanı, A : 19.63 cm-kare
(4) Deney Başı Numune Yüksekliği, Ho : 1.812 cm
(5) Deney Başı Numune Hacmi : 35.57 cm-küp
(6) Islak Numune Ağırlığı : 68.44 gr
(7) Kuru Numune Ağırlığı : 56.21 gr
(8) Islak Birim Hacim Ağırlık : 1.924 g/cm-küp
(9) Kuru Birim Hacim Ağırlık : 1.580 g/cm-küp
(10) Su İçeriği : 21.76%
(11) Özgül Ağırlık : 2.575
(12) Rötre Limit : 12,50
(13) Sürşarj Yükü (Düşey Basınç) : 4.9 kPa
(14) Doygunluk Derecesi : 89.01 %
Deney Sonu
(15) Deney Sonu Su İçeriği : 29.12 %
(16) Deney Sonu Numune Yüksekliği, Ho : 2.087 cm
[B] Zaman Deformasyon Datası
(1) 1 birim okuma = 0.01 mm
(2) Yük kolu etkisi: 10

Geçen Zaman (dakika)	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deform. (mm)	Deney Başı Numune Yüksekliği H	Deney Sırasında Numune Yüksekliği H1	Numune Yüksekliği Artımı ΔH	Şişme Yüzdesi FS
0	0	0	0	1,867	1,867	0	0,000
0,5	0,6	0,006	0,006	1,867	1,873	0,006	0,321
1	0,9	0,009	0,009	1,867	1,876	0,009	0,482
3	1,1	0,011	0,011	1,867	1,878	0,011	0,589
5	1,4	0,014	0,014	1,867	1,881	0,014	0,750
10	2,15	0,0215	0,0215	1,867	1,8885	0,0215	1,152
20	3,34	0,0334	0,0334	1,867	1,9004	0,0334	1,789
32	3,97	0,0397	0,0397	1,867	1,9067	0,0397	2,126
65	4,78	0,0478	0,0478	1,867	1,9148	0,0478	2,560
124	4,99	0,0499	0,0499	1,867	1,9169	0,0499	2,673
244	5,31	0,0531	0,0531	1,867	1,9201	0,0531	2,844
1389	5,54	0,0554	0,0554	1,867	1,9224	0,0554	2,967
1786	5,59	0,0559	0,0559	1,867	1,9229	0,0559	2,994
2240	5,62	0,0562	0,0562	1,867	1,9232	0,0562	3,010
3236	5,64	0,0564	0,0564	1,867	1,9234	0,0564	3,021

EK-20 H+J 60 Numunesinin Serbest Şişme Deney Okumaları

SERBEST ŞİŞME DENEYİ

Numune No: H+J 105
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden Konsolidometre No: 2 Ring No: 2
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 21.06.2004

[A] Numune Datası
Deney Başı
(1) Numune Tipi [X] Yapay Numune Örselenmemiş [ ] Örselenmiş
(2) Numune Çapı, D : 5 cm
(3) Numune Alanı, A : 19.63 cm-kare
(4) Deney Başı Numune Yüksekliği, Ho : 1.867 cm
(5) Deney Başı Numune Hacmi : 36.65 cm-küp
(6) Islak Numune Ağırlığı : 72.01
(7) Kuru Numune Ağırlığı : 59.35
(8) Islak Birim Hacim Ağırlık : 1.992 g/cm-küp
(9) Kuru Birim Hacim Ağırlık : 1.619 g/cm-küp
(10) Su İçeriği : 21.34 %
(11) Özgül Ağırlık : 2.849
(12) Rötre Limit : 10.8 %
(13) Sürşarj Yükü (Düşey Basınç) : 4.9 kPa
(14) Doygunluk Derecesi : 80 %
Deney Sonu
(15) Deney Sonu Su İçeriği : 28.29 %
(16) Deney Sonu Numune Yüksekliği, Ho : 2,137 cm
[B] Zaman Deformasyon Datası
(1) 1 birim okuma = 0.01 mm
(2) Yük kolu etkisi: 10

Geçen Zaman (dakika)	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deform. (mm)	Deney Başı Numune Yüksekliği H	Deney Sırasında Numune Yüksekliği H1	Numune Yüksekliği Artımı ΔH	Şişme Yüzdesi FS
0	0	0	0	1,867	1,867	0	0,000
0,5	0,8	0,008	-0,008	1,867	1,875	0,008	0,428
1	1,3	0,013	-0,013	1,867	1,88	0,013	0,696
3	1,7	0,017	-0,017	1,867	1,884	0,017	0,911
5	2,05	0,0205	-0,0205	1,867	1,8875	0,0205	1,098
10	3,15	0,0315	-0,0315	1,867	1,8985	0,0315	1,687
20	4,97	0,0497	-0,0497	1,867	1,9167	0,0497	2,662
31	6,76	0,0676	-0,0676	1,867	1,9346	0,0676	3,621
63	8,51	0,0851	-0,0851	1,867	1,9521	0,0851	4,558
126	9,45	0,0945	-0,0945	1,867	1,9615	0,0945	5,062
257	9,74	0,0974	-0,0974	1,867	1,9644	0,0974	5,217
1503	9,96	0,0996	-0,0996	1,867	1,9666	0,0996	5,335
1882	10,19	0,1019	-0,1019	1,867	1,9689	0,1019	5,458
2297	10,21	0,1021	-0,1021	1,867	1,9691	0,1021	5,469
3145	10,22	0,1022	-0,1022	1,867	1,9692	0,1022	5,474

EK- 21 H+J 105 Numunesinin Serbest Şişme Deney Okumaları

KONSOLİDASYON DENEYİ

Numune No: H 60
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden Konsolidometre No: 2 Ring No: 2
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 01.06.2004

[A] Numune Datası

Deney Başı
(1) Numune Tipi [X] Yapay Numune Örselenmemiş [ ] Örselenmiş
(2) Numune Çapı, D: 5 cm
(3) Numune Alanı, A: 19.63 cm-kare
(4) Deney Başı Numune Yüksekliği, Ho: 1.83 cm
(5) Deney Başı Numune Hacmi: [i.e., (3)*(4)]: 35.92 cm-küp
(6) Ring Ağırlığı + Islak Numune: 138.08 g
(7) Ring Ağırlığı: 69.60 g
(8) Deney Başı Islak Numune Ağırlığı: [i.e., (6)-(7)]: 68.48 g
(9) Islak Birim Hacim Ağırlık: [i.e., ((8)/(5))]: 1.906 g/cm-küp
(10) Su İçeriği: 23.33 %
(a) Kap no: 35 (b) Islak Numune + Kap: 83.54 g
(c) Kuru Numune + Kap: 73.34g (d) Kap Ağırlığı: 29.62g
(e) Su Ağırlığı: [i.e., (b)-(c)]: 10.2 g
(f) Kuru Numune Ağırlığı: [i.e., (c)-(d)]: 43.72 g
(g) Deney Başı Su İçeriği: [i.e., ((e)/(f))*100]: 23.33 %
(11) Deney Başı Kuru Numune Ağ. (Hesapla):[i.e.,((8)/(10)+100)*100]: 55.53 g
(12) Özgül Ağırlık: 2.734
(13) Numune İçi Katı (Tane) Hacimi: [i.e., (11)/(12)]: 20.31 cm-küp
(14) Numune İçi Boşluk Hacmi: [i.e., (5)-(13)]: 15.61 cm-küp
(15) Numune İçi Su Hacmi: [i.e., (8)-(11)]: 12.95 cm-küp
(Not: Suyun Birim Hacim Ağ. =1 g/ cm-küp)
(16) Deney Başı Doygunluk Derecesi: [i.e., ((15)/(14))*100]: 82.96 %

Deney Sonu
(17) Kap no: 28
(18) Kap + Islak Konsolidasyon Numunesi: 99.89 g
(19) Kap + Kurutulmuş Konsolidasyon Numunesi: 84.66 g
(20) Kap Ağ. : 29.52 g
(21) Deney Sonu Numune Su Ağ. : [i.e., (18)-(19)]: 15.23 g
(22) Deney Sonu Kuru Numune Ağırlığı: [i.e., (19)-(20)]: 55.14 g
(23) Deney Sonu Su İçeriği: [i.e., ((21)/(22))*100]: 27.62 %
(24) Deney Sonu Doygunluk Derecesi: 100 %

Boşluk Oranı
(25) Deney Sonu Numune İçi Katı (Tane) Hacimi: [i.e., (22)/(12)]: 20.17 cm-küp
(26) Deney Başı Numune Hacmi: i.e., (5)]: 35.92 cm-küp
(27) Deney Başı Numune Boşluk Hacmi: [i.e., (26)-(25)]: 15.75 cm-küp
(28) Deney Başı Boşluk Oranı, eo: [i.e., (27)/(25)]: 0.781

[B] Zaman Deformasyon ve Boşluk Oranı Datası
(1) Katı(Tane) Kısmın Yüksekliği, Hs: [i.e., ((25)/(3))]: 1.0275 cm
(2) 1 birim okuma = 0.01 mm
(3) Yük kolu etkisi: 10

Tarih	Zaman Sa:dak	Geçen Zaman (saat)	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deform. (mm)	Yük (kg)	Gerilme (kg/cm2)	Boşluk Oranı
03.Haz	11:25	24,00	1,5	0,015000	-0,01500	0,200	0,102	0,7795
04.Haz	12:20	24,55	5,0	0,050000	-0,05000	0,500	0,255	0,7761
05.Haz	12:15	24,50	11,0	0,110000	-0,11000	1,000	0,509	0,7703
06.Haz	11:30	24,05	22,0	0,220000	-0,22000	2,000	1,019	0,7596
07.Haz	13:30	26,05	38,5	0,385000	-0,38500	3,000	1,528	0,7435
08.Haz	12:22	24,57	73,5	0,735000	-0,73500	5,000	2,547	0,7095
09.Haz	12:20	24,54	106,5	1,065000	-1,06500	7,000	3,566	0,6774
10.Haz	13:20	25,55	145,0	1,450000	-1,45000	10,000	5,094	0,6399
11.Haz	12:25	25,00	194,0	1,940000	-1,94000	15,000	7,641	0,5922
12.Haz	12:30	25,05	234,0	2,340000	-2,34000	20,000	10,188	0,5533
13.Haz	12:40	25,16	311,0	3,110000	-3,11000	30,000	15,283	0,4783
14.Haz	12:30	25,05	274,5	2,745000	-2,74500	10,000	5,094	0,5138
15.Haz	12:15	24,50	237,0	2,370000	-2,37000	3,000	1,528	0,5503
16.Haz	12:15	24,50	201,5	2,015000	-2,01500	1,000	0,509	0,5849

EK-22 H 60 Numunesinin Konsolidasyon Deney Okumaları

KONSOLİDASYON DENEYİ

Numune No: H 105
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden Konsolidometre No: 1 Ring No: 1
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 14.06.2004

[A] Numune Datası

Deney Başı
(1) Numune Tipi [X] Yapay Numune Örselenmemiş [ ] Örselenmiş
(2) Numune Çapı, D: 5 cm
(3) Numune Alanı, A: 19.63 cm-kare
(4) Deney Başı Numune Yüksekliği, Ho: 1.893 cm
(5) Deney Başı Numune Hacmi: [i.e., (3)*(4)]: 37.16 cm-küp
(6) Ring Ağırlığı + Islak Numune: 134.12 g
(7) Ring Ağırlığı: 60.93 g
(8) Deney Başı Islak Numune Ağırlığı: [i.e., (6)-(7)]: 73.19 g
(9) Islak Birim Hacim Ağırlık: [i.e., ((8)/(5))]: 1.969 g/cm-küp
(10) Su İçeriği: 22.46 %
(a) Kap no: 25 (b) Islak Numune + Kap: 75.58 g
(c) Kuru Numune + Kap: 66.02 g (d) Kap Ağırlığı: 23.46 g
(e) Su Ağırlığı: [i.e., (b)-(c)]: 9.56 g
(f) Kuru Numune Ağırlığı: [i.e., (c)-(d)]: 42.56 g
(g) Deney Başı Su İçeriği: [i.e., ((e)/(f))*100]: 22.46 %
(11) Deney Başı Kuru Numune Ağ. (Hesapla):[i.e.,((8)/(10)+100)*100]: 59.76 g
(12) Özgül Ağırlık: 2.77
(13) Numune İçi Katı (Tane) Hacimi: [i.e., (11)/(12)]: 21.57 cm-küp
(14) Numune İçi Boşluk Hacmi: [i.e., (5)-(13)]: 15.59 cm-küp
(15) Numune İçi Su Hacmi: [i.e., (8)-(11)]: 13.43 cm-küp
(Not: Suyun Birim Hacim Ağ. =1 g/ cm-küp)
(16) Deney Başı Doygunluk Derecesi: [i.e., ((15)/(14))*100]: 86.14 %

Deney Sonu
(17) Kap no: 24
(18) Kap + Islak Konsolidasyon Numunesi: 108.04 g
(19) Kap + Kurutulmuş Konsolidasyon Numunesi: 92.56 g
(20) Kap Ağ. : 33.05 g
(21) Deney Sonu Numune Su Ağ. : [i.e., (18)-(19)]: 15.48 g
(22) Deney Sonu Kuru Numune Ağırlığı: [i.e., (19)-(20)]: 59.51 g
(23) Deney Sonu Su İçeriği: [i.e., ((21)/(22))*100]: 26.01 %
(24) Deney Sonu Doygunluk Derecesi: 100 %

Boşluk Oranı
(25) Deney Sonu Numune İçi Katı (Tane) Hacimi: [i.e., (22)/(12)]: 21.48 cm-küp
(26) Deney Başı Numune Hacmi: i.e., (5)]: 37.16 cm-küp
(27) Deney Başı Numune Boşluk Hacmi: [i.e., (26)-(25)]: 15.68 cm-küp
(28) Deney Başı Boşluk Oranı, eo: [i.e., (27)/(25)]: 0.730

[B] Zaman Deformasyon ve Boşluk Oranı Datası
(1) Katı(Tane) Kısmın Yüksekliği, Hs: [i.e., ((25)/(3))]: 1.0942 cm
(2) 1 birim okuma = 0.02 mm
(3) Yük kolu etkisi: 10

Tarih	Zaman Sa:dak	Geçen Zaman (saat)	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deform. (mm)	Yük (kg)	Gerilme (kg/cm2)	Boşluk Oranı
16.Haz	16:00	24,00	5,5	0,027500	-0,02750	0,200	0,102	0,7275
17.Haz	17:00	25,00	23,0	0,115000	-0,11500	0,500	0,255	0,7195
18.Haz	16:00	24,00	58,0	0,290000	-0,29000	1,000	0,509	0,7035
19.Haz	15:00	23,00	132,5	0,662500	-0,66250	2,000	1,019	0,6695
20.Haz	17:00	25,00	215,5	1,077500	-1,07750	3,000	1,528	0,6315
21.Haz	17:30	25,30	444,5	2,222500	-2,22250	5,000	2,547	0,5269
22.Haz	16:00	24,00	638,0	3,190000	-3,19000	7,000	3,566	0,4385
23.Haz	15:00	23,00	834,5	4,172500	-4,17250	10,000	5,094	0,3487
24.Haz	15:30	23,30	1042,5	5,212500	-5,21250	15,000	7,641	0,2536
25.Haz	17:30	25,30	1205,0	6,025000	-6,02500	20,000	10,188	0,1794
26.Haz	16:30	24,30	1470,0	7,350000	-7,35000	30,000	15,283	0,0583
27.Haz	16:30	24,30	1311,5	6,557500	-6,55750	10,000	5,094	0,1307
28.Haz	16:00	24,00	1140,5	5,702500	-5,70250	3,000	1,528	0,2088
29.Haz	17:30	25,30	1005,0	5,025000	-5,02500	1,000	0,509	0,2708

EK-23 H 105 Numunesinin Konsolidasyon Deney Okumaları

KONSOLİDASYON DENEYİ

Numune No: H+J 60
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden Konsolidometre No: 2 Ring No: 2
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 01.06.2004

[A] Numune Datası

Deney Başı
(1) Numune Tipi [X] Yapay Numune Örselenmemiş [ ] Örselenmiş
(2) Numune Çapı, D: 5 cm
(3) Numune Alanı, A: 19.63 cm-kare
(4) Deney Başı Numune Yüksekliği, Ho: 1.785 cm
(5) Deney Başı Numune Hacmi: [i.e., (3)*(4)]: 35.04 cm-küp
(6) Ring Ağırlığı + Islak Numune: 124.88 g
(7) Ring Ağırlığı: 69.60 g
(8) Deney Başı Islak Numune Ağırlığı: [i.e., (6)-(7)]: 55.28 g
(9) Islak Birim Hacim Ağırlık: [i.e., ((8)/(5))]: 1.578 g/cm-küp
(10) Su İçeriği: 23.03 %
(a) Kap no: 38 (b) Islak Numune + Kap: 86.27 g
(c) Kuru Numune + Kap: 74.82 g (d) Kap Ağırlığı: 25.11g
(e) Su Ağırlığı: [i.e., (b)-(c)]: 11.45 g
(f) Kuru Numune Ağırlığı: [i.e., (c)-(d)]: 49.71 g
(g) Deney Başı Su İçeriği: [i.e., ((e)/(f))*100]: 23.03 %
(11) Deney Başı Kuru Numune Ağ. (Hesapla):[i.e.,((8)/(10)+100)*100]: 44.93 g
(12) Özgül Ağırlık: 2.575
(13) Numune İçi Katı (Tane) Hacimi: [i.e., (11)/(12)]: 17.45 cm-küp
(14) Numune İçi Boşluk Hacmi: [i.e., (5)-(13)]: 17.59 cm-küp
(15) Numune İçi Su Hacmi: [i.e., (8)-(11)]: 10.35 cm-küp
(Not: Suyun Birim Hacim Ağ. =1 g/ cm-küp)
(16) Deney Başı Doygunluk Derecesi: [i.e., ((15)/(14))*100]: 58.84 %

Deney Sonu
(17) Kap no: 29
(18) Kap + Islak Konsolidasyon Numunesi: 78.23 g
(19) Kap + Kurutulmuş Konsolidasyon Numunesi: 65.69 g
(20) Kap Ağ. : 21.20 g
(21) Deney Sonu Numune Su Ağ. : [i.e., (18)-(19)]: 12.27 g
(22) Deney Sonu Kuru Numune Ağırlığı: [i.e., (19)-(20)]: 44.76 g
(23) Deney Sonu Su İçeriği: [i.e., ((21)/(22))*100]: 27.41 %
(24) Deney Sonu Doygunluk Derecesi: 100 %

Boşluk Oranı
(25) Deney Sonu Numune İçi Katı (Tane) Hacimi: [i.e., (22)/(12)]: 17.38 cm-küp
(26) Deney Başı Numune Hacmi: i.e., (5)]: 35.04 cm-küp
(27) Deney Başı Numune Boşluk Hacmi: [i.e., (26)-(25)]: 17.66 cm-küp
(28) Deney Başı Boşluk Oranı, eo: [i.e., (27)/(25)]: 1.017

[B] Zaman Deformasyon ve Boşluk Oranı Datası
(1) Katı(Tane) Kısmın Yüksekliği, Hs: [i.e., ((25)/(3))]: 0.885 cm
(2) 1 birim okuma = 0.01 mm
(3) Yük kolu etkisi: 10

Tarih	Zaman Sa:dak	Geçen Zaman (saat)	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deform. (mm)	Yük (kg)	Gerilme (kg/cm2)	Boşluk Oranı
03.Haz	11:25	24,00	2,0	0,020000	-0,02000	0,200	0,102	1,0147
04.Haz	12:20	24,55	8,0	0,080000	-0,08000	0,500	0,255	1,0080
05.Haz	12:15	24,50	18,0	0,180000	-0,18000	1,000	0,509	0,9967
06.Haz	11:30	24,05	32,5	0,325000	-0,32500	2,000	1,019	0,9803
07.Haz	13:30	26,05	51,0	0,510000	-0,51000	3,000	1,528	0,9594
08.Haz	12:22	24,57	91,5	0,915000	-0,91500	5,000	2,547	0,9136
09.Haz	12:20	24,54	132,5	1,325000	-1,32500	7,000	3,566	0,8673
10.Haz	13:20	25,55	183,5	1,835000	-1,83500	10,000	5,094	0,8097
11.Haz	12:25	25,00	243,0	2,430000	-2,43000	15,000	7,641	0,7424
12.Haz	12:30	25,05	286,5	2,865000	-2,86500	20,000	10,188	0,6933
13.Haz	12:40	25,16	364,5	3,645000	-3,64500	30,000	15,283	0,6051
14.Haz	12:30	25,05	312,0	3,120000	-3,12000	10,000	5,094	0,6645
15.Haz	12:15	24,50	261,5	2,615000	-2,61500	3,000	1,528	0,7215
16.Haz	12:15	24,50	211,0	2,110000	-2,11000	1,000	0,509	0,7786

EK-24 H+J 60 Numunesinin Konsolidasyon Deney Okumaları

KONSOLİDASYON DENEYİ

Numune No: H+J 105
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden Konsolidometre No: 1 Ring No: 1
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 01.06.2004

[A] Numune Datası

Deney Başı
(1) Numune Tipi [X] Yapay Numune Örselenmemiş [ ] Örselenmiş
(2) Numune Çapı, D: 5 cm
(3) Numune Alanı, A: 19.63 cm-kare
(4) Deney Başı Numune Yüksekliği, Ho: 1.81 cm
(5) Deney Başı Numune Hacmi: [i.e., (3)*(4)]: 35.53 cm-küp
(6) Ring Ağırlığı + Islak Numune: 124.62 g
(7) Ring Ağırlığı: 60.93 g
(8) Deney Başı Islak Numune Ağırlığı: [i.e., (6)-(7)]: 63.69 g
(9) Islak Birim Hacim Ağırlık: [i.e., ((8)/(5))]: 1.793 g/cm-küp
(10) Su İçeriği: 23.73 %
(a) Kap no: 24 (b) Islak Numune + Kap: 70.58 g
(c) Kuru Numune + Kap: 63.38g (d) Kap Ağırlığı: 33.04 g
(e) Su Ağırlığı: [i.e., (b)-(c)]: 7.2 g
(f) Kuru Numune Ağırlığı: [i.e., (c)-(d)]: 30.34 g
(g) Deney Başı Su İçeriği: [i.e., ((e)/(f))*100]: 23.73 %
(11) Deney Başı Kuru Numune Ağ. (Hesapla):[i.e.,((8)/(10)+100)*100]: 51.47 g
(12) Özgül Ağırlık: 2.849
(13) Numune İçi Katı (Tane) Hacimi: [i.e., (11)/(12)]: 18.07 cm-küp
(14) Numune İçi Boşluk Hacmi: [i.e., (5)-(13)]: 17.46 cm-küp
(15) Numune İçi Su Hacmi: [i.e., (8)-(11)]: 12.22 cm-küp
(Not: Suyun Birim Hacim Ağ. =1 g/ cm-küp)
(16) Deney Başı Doygunluk Derecesi: [i.e., ((15)/(14))*100]: 69.99 %

Deney Sonu
(17) Kap no: 32
(18) Kap + Islak Konsolidasyon Numunesi: 90.65 g
(19) Kap + Kurutulmuş Konsolidasyon Numunesi: 76.70 g
(20) Kap Ağ. : 25.76 g
(21) Deney Sonu Numune Su Ağ. : [i.e., (18)-(19)]: 13.95 g
(22) Deney Sonu Kuru Numune Ağırlığı: [i.e., (19)-(20)]: 50.94 g
(23) Deney Sonu Su İçeriği: [i.e., ((21)/(22))*100]: 27.38 %
(24) Deney Sonu Doygunluk Derecesi: 100 %

Boşluk Oranı
(25) Deney Sonu Numune İçi Katı (Tane) Hacimi: [i.e., (22)/(12)]: 17.88 cm-küp
(26) Deney Başı Numune Hacmi: i.e., (5)]: 35.53 cm-küp
(27) Deney Başı Numune Boşluk Hacmi: [i.e., (26)-(25)]: 17.65 cm-küp
(28) Deney Başı Boşluk Oranı, eo: [i.e., (27)/(25)]: 0.987

[B] Zaman Deformasyon ve Boşluk Oranı Datası
(1) Katı(Tane) Kısmın Yüksekliği, Hs: [i.e., ((25)/(3))]: 0.911 cm
(2) 1 birim okuma = 0.02 mm
(3) Yük kolu etkisi: 10

Tarih	Zaman Sa:dak	Geçen Zaman (saat)	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deform. (mm)	Yük (kg)	Gerilme (kg/cm2)	Boşluk Oranı
03.Haz	17:00	24,00	11,0	0,055000	-0,05500	0,200	0,102	0,9810
04.Haz	17:40	24,40	16,0	0,080000	-0,08000	0,500	0,255	0,9782
05.Haz	17:20	24,20	37,0	0,185000	-0,18500	1,000	0,509	0,9667
06.Haz	17:00	24,00	85,0	0,425000	-0,42500	2,000	1,019	0,9403
07.Haz	17:15	24,15	144,0	0,720000	-0,72000	3,000	1,528	0,9080
08.Haz	18:10	25,10	287,0	1,435000	-1,43500	5,000	2,547	0,8295
09.Haz	18:00	25,00	438,0	2,190000	-2,19000	7,000	3,566	0,7466
10.Haz	17:05	24,05	617,5	3,087500	-3,08750	10,000	5,094	0,6481
11.Haz	17:00	24,00	833,5	4,167500	-4,16750	15,000	7,641	0,5295
12.Haz	18:00	25,00	990,5	4,952500	-4,95250	20,000	10,188	0,4434
13.Haz	17:20	24,20	1248,5	6,242500	-6,24250	30,000	15,283	0,3018
14.Haz	17:30	24,30	1132,0	5,660000	-5,66000	10,000	5,094	0,3657
15.Haz	17:00	24,00	1027,5	5,137500	-5,13750	3,000	1,528	0,4231
16.Haz	17:00	24,00	926,0	4,630000	-4,63000	1,000	0,509	0,4788

EK-25 H+J 105 Numunesinin Konsolidasyon Deney Okumaları

EK - 26

H 60 Numunesinin 2 Kg, 6 Kg, 12 Kg Normal Yükler Altındaki

Kesme Kutusu Deney Okumaları

KESME KUTUSU DENEYİ

Numune No: H 60
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 10.05.2004

[A] Numune Datası

(1) Deney Türü : CU Konsolidasyonlu-Drenajsız
(2) Numune Tipi : [ ] Örselenmemiş [X] Örselenmiş
(3) Numune Yüzey Alanı, A: [6x6] : 36 cm2

[A] Deney Datası

(1) Normal Yük : 20 Kg
(2) Deney Öncesi Numune Yüzey Alanı : 36 cm2
(3) Normal Stress : N/A : 0,556 Kg/cm2
(4) Kesme Hızı : 1.0000 mm / min
(5) Yay Faktörü : 0.210 kg/div.
(6) Düşey Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm
(7) Yatay Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm

HANDERE 60 ^{0}C (YUK=2kg) (k=0.21)

T (Dk)	Dus. Dep. (Inc)	Dus. Dep. (mm)	Yatay Deplasman Okumasi (Dial)	Yatay Deplasman Okumasi (mm)	Kuvvet Halkasi Okumasi	Kesme Kuvveti (kg)	Duzeltilmis Alan (cm^2)	Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)
0,00	0,00	0,00000	0	0,00	0,00	0,00	36,000	0,000
0,10	-0,20	-0,00254	10	0,10	50,00	10,50	35,940	0,292
0,20	-0,30	-0,00381	20	0,20	54,00	11,34	35,880	0,316
0,30	-0,40	-0,00508	30	0,30	55,00	11,55	35,820	0,322
0,40	-0,50	-0,00635	40	0,40	56,00	11,76	35,760	0,329
0,50	-0,70	-0,00889	50	0,50	56,00	11,76	35,700	0,329
0,75	-0,70	-0,00889	75	0,75	57,00	11,97	35,550	0,337
1,00	-0,80	-0,01016	100	1,00	57,50	12,08	35,400	0,341
1,25	-0,80	-0,01016	125	1,25	57,80	12,14	35,250	0,344
1,50	-0,90	-0,01143	150	1,50	57,90	12,16	35,100	0,346
1,75	-1,00	-0,01270	175	1,75	57,90	12,16	34,950	0,348
2,00	-1,20	-0,01524	200	2,00	57,90	12,16	34,800	0,349
2,25	-1,30	-0,01651	225	2,25	57,50	12,08	34,650	0,348
2,50	-1,40	-0,01778	250	2,50	57,40	12,05	34,500	0,349
2,75	-1,40	-0,01778	275	2,75	57,40	12,05	34,350	0,351
3,00	-1,40	-0,01778	300	3,00	57,40	12,05	34,200	0,352
3,25	-1,60	-0,02032	325	3,25	57,40	12,05	34,050	0,354
3,50	-1,70	-0,02159	350	3,50	57,30	12,03	33,900	0,355
3,75	-1,90	-0,02413	375	3,75	57,30	12,03	33,750	0,357
4,00	-2,00	-0,02540	400	4,00	57,30	12,03	33,600	0,358
4,25	-2,00	-0,02540	425	4,25	57,30	12,03	33,450	0,360
4,50	-2,00	-0,02540	450	4,50	57,30	12,03	33,300	0,361
4,75	-2,00	-0,02540	475	4,75	57,30	12,03	33,150	0,363
5,00	-2,10	-0,02667	500	5,00	57,30	12,03	33,000	0,365
5,25	-2,20	-0,02794	525	5,25	57,30	12,03	32,850	0,366
5,50	-2,30	-0,02921	550	5,50	57,30	12,03	32,700	0,368
5,75	-2,40	-0,03048	575	5,75	57,30	12,03	32,550	0,370
6,00	-2,50	-0,03175	600	6,00	57,30	12,03	32,400	0,371

6,25	-2,50	-0,03175	625	6,25	57,30	12,03	32,250	0,373
6,50	-2,50	-0,03175	650	6,50	57,30	12,03	32,100	0,375
6,75	-2,50	-0,03175	675	6,75	57,10	11,99	31,950	0,375
7,00	-2,70	-0,03429	700	7,00	57,10	11,99	31,800	0,377
7,25	-2,70	-0,03429	725	7,25	57,10	11,99	31,650	0,379
7,50	-2,80	-0,03556	750	7,50	57,10	11,99	31,500	0,381
7,75	-2,80	-0,03556	775	7,75	57,10	11,99	31,350	0,382
8,00	-2,80	-0,03556	800	8,00	57,10	11,99	31,200	0,384
8,25	-2,90	-0,03683	825	8,25	57,10	11,99	31,050	0,386
8,50	-2,90	-0,03683	850	8,50	57,10	11,99	30,900	0,388
8,75	-3,00	-0,03810	875	8,75	57,10	11,99	30,750	0,390
9,00	-3,20	-0,04064	900	9,00	57,10	11,99	30,600	0,392
9,25	-3,30	-0,04191	925	9,25	57,10	11,99	30,450	0,394
9,50	-3,30	-0,04191	950	9,50	57,10	11,99	30,300	0,396
9,75	-3,40	-0,04318	975	9,75	57,10	11,99	30,150	0,398
10,00	-3,50	-0,04445	1000	10,00	57,10	11,99	30,000	0,400

KESME KUTUSU DENEYİ

Numune No: H 60
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 15.05.2004

[A] Numune Datası

(1) Deney Türü : CU Konsolidasyonlu-Drenajsız
(2) Numune Tipi : [ ] Örselenmemiş [X] Örselenmiş
(3) Numune Yüzey Alanı, A: [6x6] : 36 cm2

[A] Deney Datası

(1) Normal Yük : 60 Kg
(2) Deney Öncesi Numune Yüzey Alanı : 36 cm2
(3) Normal Stress : N/A : 1,667 Kg/cm2
(4) Kesme Hızı : 1.0000 mm / min
(5) Yay Faktörü : 0.210 kg/div.
(6) Düşey Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm
(7) Yatay Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm

HANDERE 60 ^{0}C (YUK=6kg) (k=0.21)

T (Dk)	Dus. Dep. (Inc)	Dus. Dep. (mm)	Yatay Deplasman Okumasi (Dial)	Yatay Deplasman Okumasi (mm)	Kuvvet Halkasi Okumasi	Kesme Kuvveti (kg)	Duzeltilmis Alan (cm^2)	Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)
0,00	0,00	0,00000	0	0,00	0	0,00	36,000	0,000
0,10	-0,30	-0,00381	10	0,10	68,00	14,28	35,940	0,397
0,20	-0,50	-0,00635	20	0,20	75,00	15,75	35,880	0,439
0,30	-0,70	-0,00889	30	0,30	80,00	16,80	35,820	0,469
0,40	-0,70	-0,00889	40	0,40	83,00	17,43	35,760	0,487
0,50	-0,80	-0,01016	50	0,50	85,00	17,85	35,700	0,500
0,75	-0,90	-0,01143	75	0,75	89,00	18,69	35,550	0,526
1,00	-1,00	-0,01270	100	1,00	91,50	19,22	35,400	0,543
1,25	-1,10	-0,01397	125	1,25	93,10	19,55	35,250	0,555
1,50	-1,30	-0,01651	150	1,50	94,50	19,85	35,100	0,565
1,75	-1,40	-0,01778	175	1,75	95,50	20,06	34,950	0,574
2,00	-1,60	-0,02032	200	2,00	95,90	20,14	34,800	0,579
2,25	-1,60	-0,02032	225	2,25	95,90	20,14	34,650	0,581
2,50	-1,80	-0,02286	250	2,50	95,90	20,14	34,500	0,584
2,75	-1,90	-0,02413	275	2,75	95,90	20,14	34,350	0,586
3,00	-2,00	-0,02540	300	3,00	95,30	20,01	34,200	0,585
3,25	-2,10	-0,02667	325	3,25	95,30	20,01	34,050	0,588
3,50	-2,30	-0,02921	350	3,50	95,20	19,99	33,900	0,590
3,75	-2,30	-0,02921	375	3,75	95,20	19,99	33,750	0,592
4,00	-2,50	-0,03175	400	4,00	95,10	19,97	33,600	0,594
4,25	-2,50	-0,03175	425	4,25	95,10	19,97	33,450	0,597
4,50	-2,60	-0,03302	450	4,50	95,10	19,97	33,300	0,600
4,75	-2,70	-0,03429	475	4,75	95,10	19,97	33,150	0,602
5,00	-2,80	-0,03556	500	5,00	95,00	19,95	33,000	0,605
5,25	-3,00	-0,03810	525	5,25	95,00	19,95	32,850	0,607

5,50	-3,00	-0,03810	550	5,50	94,90	19,93	32,700	0,609
5,75	-3,10	-0,03937	575	5,75	94,90	19,93	32,550	0,612
6,00	-3,20	-0,04064	600	6,00	94,90	19,93	32,400	0,615
6,25	-3,20	-0,04064	625	6,25	94,90	19,93	32,250	0,618
6,50	-3,40	-0,04318	650	6,50	94,90	19,93	32,100	0,621
6,75	-3,40	-0,04318	675	6,75	94,90	19,93	31,950	0,624
7,00	-3,50	-0,04445	700	7,00	94,50	19,85	31,800	0,624
7,25	-3,50	-0,04445	725	7,25	94,10	19,76	31,650	0,624
7,50	-3,60	-0,04572	750	7,50	94,10	19,76	31,500	0,627
7,75	-3,60	-0,04572	775	7,75	94,00	19,74	31,350	0,630
8,00	-3,80	-0,04826	800	8,00	94,00	19,74	31,200	0,633
8,25	-3,90	-0,04953	825	8,25	94,00	19,74	31,050	0,636
8,50	-4,00	-0,05080	850	8,50	93,90	19,72	30,900	0,638
8,75	-4,00	-0,05080	875	8,75	93,90	19,72	30,750	0,641
9,00	-4,20	-0,05334	900	9,00	93,70	19,68	30,600	0,643
9,25	-4,40	-0,05588	925	9,25	93,30	19,59	30,450	0,643
9,50	-4,40	-0,05588	950	9,50	93,00	19,53	30,300	0,645
9,75	-4,50	-0,05715	975	9,75	92,90	19,51	30,150	0,647
10,00	-4,60	-0,05842	1000	10,00	92,90	19,51	30,000	0,650

KESME KUTUSU DENEYİ

Numune No: H 60
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 18.05.2004

[A] Numune Datası

(1) Deney Türü : CU Konsolidasyonlu-Drenajsız
(2) Numune Tipi : [ ] Örselenmemiş [X] Örselenmiş
(3) Numune Yüzey Alanı, A: [6x6] : 36 cm2

[A] Deney Datası

(1) Normal Yük : 120 Kg
(2) Deney Öncesi Numune Yüzey Alanı : 36 cm2
(3) Normal Stress : N/A : 3.333 Kg/cm2
(4) Kesme Hızı : 1.0000 mm / min
(5) Yay Faktörü : 0.210 kg/div.
(6) Düşey Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm
(7) Yatay Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm

HANDERE 60 ^{0}C (YUK=12kg) (k=0.21)

T (Dk)	Dus. Dep. (Inc)	Dus. Dep. (mm)	Yatay Deplasman Okumasi (Dial)	Yatay Deplasman Okumasi (mm)	Kuvvet Halkasi Okumasi	Kesme Kuvveti (kg)	Duzeltilmis Alan (cm^2)	Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)
0,00	0,00	0,00000	0	0,00	0,00	0,00	36,000	0,000
0,10	-0,40	-0,00508	10	0,10	103,00	21,63	35,940	0,602
0,20	-0,50	-0,00635	20	0,20	115,00	24,15	35,880	0,673
0,30	-0,60	-0,00762	30	0,30	123,00	25,83	35,820	0,721
0,40	-0,70	-0,00889	40	0,40	128,00	26,88	35,760	0,752
0,50	-0,90	-0,01143	50	0,50	133,00	27,93	35,700	0,782
0,75	-1,00	-0,01270	75	0,75	142,00	29,82	35,550	0,839
1,00	-1,10	-0,01397	100	1,00	147,00	30,87	35,400	0,872
1,25	-1,30	-0,01651	125	1,25	149,00	31,29	35,250	0,888
1,50	-1,40	-0,01778	150	1,50	151,50	31,82	35,100	0,906
1,75	-1,50	-0,01905	175	1,75	154,00	32,34	34,950	0,925
2,00	-1,80	-0,02286	200	2,00	155,20	32,59	34,800	0,937
2,25	-1,90	-0,02413	225	2,25	156,00	32,76	34,650	0,945
2,50	-2,00	-0,02540	250	2,50	156,10	32,78	34,500	0,950
2,75	-2,20	-0,02794	275	2,75	156,10	32,78	34,350	0,954
3,00	-2,40	-0,03048	300	3,00	156,10	32,78	34,200	0,959
3,25	-2,50	-0,03175	325	3,25	155,90	32,74	34,050	0,961
3,50	-2,60	-0,03302	350	3,50	155,50	32,66	33,900	0,963
3,75	-2,80	-0,03556	375	3,75	155,00	32,55	33,750	0,964
4,00	-2,90	-0,03683	400	4,00	154,80	32,51	33,600	0,968
4,25	-3,00	-0,03810	425	4,25	154,10	32,36	33,450	0,967
4,50	-3,20	-0,04064	450	4,50	154,00	32,34	33,300	0,971
4,75	-3,30	-0,04191	475	4,75	153,50	32,24	33,150	0,972
5,00	-3,40	-0,04318	500	5,00	153,00	32,13	33,000	0,974
5,25	-3,50	-0,04445	525	5,25	152,50	32,03	32,850	0,975
5,50	-3,60	-0,04572	550	5,50	152,05	31,93	32,700	0,976
5,75	-3,80	-0,04826	575	5,75	151,50	31,82	32,550	0,977

6,00	-4,00	-0,05080	600	6,00	151,00	31,71	32,400	0,979
6,25	-4,10	-0,05207	625	6,25	150,60	31,63	32,250	0,981
6,50	-4,30	-0,05461	650	6,50	150,20	31,54	32,100	0,983
6,75	-4,40	-0,05588	675	6,75	150,00	31,50	31,950	0,986
7,00	-4,40	-0,05588	700	7,00	149,70	31,44	31,800	0,989
7,25	-4,50	-0,05715	725	7,25	149,70	31,44	31,650	0,993
7,50	-4,60	-0,05842	750	7,50	149,05	31,30	31,500	0,994
7,75	-4,70	-0,05969	775	7,75	149,05	31,30	31,350	0,998
8,00	-4,90	-0,06223	800	8,00	149,05	31,30	31,200	1,003
8,25	-4,90	-0,06223	825	8,25	149,00	31,29	31,050	1,008
8,50	-5,00	-0,06350	850	8,50	148,60	31,21	30,900	1,010
8,75	-5,20	-0,06604	875	8,75	148,30	31,14	30,750	1,013
9,00	-5,30	-0,06731	900	9,00	148,30	31,14	30,600	1,018
9,25	-5,40	-0,06858	925	9,25	148,10	31,10	30,450	1,021
9,50	-5,50	-0,06985	950	9,50	148,00	31,08	30,300	1,026
9,75	-5,60	-0,07112	975	9,75	147,80	31,04	30,150	1,029
10,00	-5,70	-0,07239	1000	10,00	147,50	30,98	30,000	1,033

EK - 27

H 105 Numunesinin 2 Kg, 6 Kg, 12 Kg Normal Yük Altındaki

Kesme Kutusu Deney Okumaları

KESME KUTUSU DENEYİ

Numune No: H 105
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 02.06.2004

[A] Numune Datası

(1) Deney Türü : CU Konsolidasyonlu-Drenajsız
(2) Numune Tipi : [ ] Örselenmemiş [X] Örselenmiş
(3) Numune Yüzey Alanı, A: [6x6] : 36 cm2

[A] Deney Datası

(1) Normal Yük : 20 Kg
(2) Deney Öncesi Numune Yüzey Alanı : 36 cm2
(3) Normal Stress : N/A : 0,556 Kg/cm2
(4) Kesme Hızı : 1.0000 mm / min
(5) Yay Faktörü : 0.210 kg/div.
(6) Düşey Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm
(7) Yatay Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm

HANDERE 105 ^{0}C (YUK=2kg) (k=0.21)

T (Dk)	Dus. Dep. (Inc)	Dus. Dep. (mm)	Yatay Deplasman Okumasi (Dial)	Yatay Deplasman Okumasi (mm)	Kuvvet Halkasi Okumasi	Kesme Kuvveti (kg)	Duzeltilmis Alan (cm^2)	Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)
0,00	0,00	0,00000	0	0,00	0,00	0,00	36,000	0,000
0,10	-0,10	-0,00127	10	0,10	31,00	6,51	35,940	0,181
0,20	-0,20	-0,00254	20	0,20	60,00	12,60	35,880	0,351
0,30	-0,20	-0,00254	30	0,30	66,00	13,86	35,820	0,387
0,40	-0,20	-0,00254	40	0,40	68,00	14,28	35,760	0,399
0,50	-0,40	-0,00508	50	0,50	69,00	14,49	35,700	0,406
0,75	-0,50	-0,00635	75	0,75	71,00	14,91	35,550	0,419
1,00	-0,50	-0,00635	100	1,00	71,50	15,02	35,400	0,424
1,25	-0,60	-0,00762	125	1,25	72,00	15,12	35,250	0,429
1,50	-0,70	-0,00889	150	1,50	72,00	15,12	35,100	0,431
1,75	-0,70	-0,00889	175	1,75	72,00	15,12	34,950	0,433
2,00	-0,80	-0,01016	200	2,00	72,00	15,12	34,800	0,434
2,25	-0,80	-0,01016	225	2,25	72,00	15,12	34,650	0,436
2,50	-0,80	-0,01016	250	2,50	71,50	15,02	34,500	0,435
2,75	-0,80	-0,01016	275	2,75	71,50	15,02	34,350	0,437
3,00	-0,90	-0,01143	300	3,00	71,20	14,95	34,200	0,437
3,25	-1,00	-0,01270	325	3,25	71,00	14,91	34,050	0,438
3,50	-1,00	-0,01270	350	3,50	71,00	14,91	33,900	0,440
3,75	-1,10	-0,01397	375	3,75	71,00	14,91	33,750	0,442
4,00	-1,10	-0,01397	400	4,00	71,00	14,91	33,600	0,444
4,25	-1,20	-0,01524	425	4,25	71,00	14,91	33,450	0,446
4,50	-1,30	-0,01651	450	4,50	71,00	14,91	33,300	0,448
4,75	-1,40	-0,01778	475	4,75	71,00	14,91	33,150	0,450
5,00	-1,40	-0,01778	500	5,00	71,00	14,91	33,000	0,452
5,25	-1,50	-0,01905	525	5,25	71,00	14,91	32,850	0,454
5,50	-1,50	-0,01905	550	5,50	71,00	14,91	32,700	0,456
5,75	-1,50	-0,01905	575	5,75	71,00	14,91	32,550	0,458
6,00	-1,50	-0,01905	600	6,00	71,00	14,91	32,400	0,460

6,25	-1,50	-0,01905	625	6,25	71,00	14,91	32,250	0,462
6,50	-1,60	-0,02032	650	6,50	71,00	14,91	32,100	0,464
6,75	-1,60	-0,02032	675	6,75	71,00	14,91	31,950	0,467
7,00	-1,70	-0,02159	700	7,00	71,00	14,91	31,800	0,469
7,25	-1,70	-0,02159	725	7,25	70,80	14,87	31,650	0,470
7,50	-1,80	-0,02286	750	7,50	70,70	14,85	31,500	0,471
7,75	-1,80	-0,02286	775	7,75	70,50	14,81	31,350	0,472
8,00	-1,80	-0,02286	800	8,00	70,50	14,81	31,200	0,475
8,25	-1,90	-0,02413	825	8,25	70,50	14,81	31,050	0,477
8,50	-1,90	-0,02413	850	8,50	70,50	14,81	30,900	0,479
8,75	-2,00	-0,02540	875	8,75	70,50	14,81	30,750	0,481
9,00	-2,00	-0,02540	900	9,00	70,50	14,81	30,600	0,484
9,25	-2,10	-0,02667	925	9,25	70,50	14,81	30,450	0,486
9,50	-2,10	-0,02667	950	9,50	70,50	14,81	30,300	0,489
9,75	-2,10	-0,02667	975	9,75	70,50	14,81	30,150	0,491
10,00	-2,10	-0,02667	1000	10,00	70,50	14,81	30,000	0,494

KESME KUTUSU DENEYİ

Numune No: H 105
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 05.06.2004

[A] Numune Datası

(1) Deney Türü : CU Konsolidasyonlu-Drenajsız
(2) Numune Tipi : [ ] Örselenmemiş [X] Örselenmiş
(3) Numune Yüzey Alanı, A: [6x6] : 36 cm2

[A] Deney Datası

(1) Normal Yük : 60 Kg
(2) Deney Öncesi Numune Yüzey Alanı : 36 cm2
(3) Normal Stress : N/A : 1,667 kg/cm2
(4) Kesme Hızı : 1.0000 mm / min
(5) Yay Faktörü : 0.210 kg/div.
(6) Düşey Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm
(7) Yatay Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm

HANDERE 105 ^{0}C (YUK=6kg) (k=0.21)

T (Dk)	Dus. Dep. (Inc)	Dus. Dep. (mm)	Yatay Deplasman Okumasi (Dial)	Yatay Deplasman Okumasi (mm)	Kuvvet Halkasi Okumasi	Kesme Kuvveti (kg)	Duzeltilmis Alan (cm^2)	Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)
0,00	0,00	0,00000	0	0,00	0,00	0,00	36,000	0,000
0,10	0,00	0,00000	10	0,10	54,00	11,34	35,940	0,316
0,20	0,00	0,00000	20	0,20	95,00	19,95	35,880	0,556
0,30	-0,10	-0,00127	30	0,30	104,00	21,84	35,820	0,610
0,40	-0,20	-0,00254	40	0,40	107,50	22,58	35,760	0,631
0,50	-0,30	-0,00381	50	0,50	110,00	23,10	35,700	0,647
0,75	-0,40	-0,00508	75	0,75	115,00	24,15	35,550	0,679
1,00	-0,60	-0,00762	100	1,00	117,00	24,57	35,400	0,694
1,25	-0,80	-0,01016	125	1,25	118,50	24,89	35,250	0,706
1,50	-0,90	-0,01143	150	1,50	119,00	24,99	35,100	0,712
1,75	-1,00	-0,01270	175	1,75	119,30	25,05	34,950	0,717
2,00	-1,10	-0,01397	200	2,00	119,50	25,10	34,800	0,721
2,25	-1,20	-0,01524	225	2,25	119,50	25,10	34,650	0,724
2,50	-1,40	-0,01778	250	2,50	119,50	25,10	34,500	0,727
2,75	-1,50	-0,01905	275	2,75	119,50	25,10	34,350	0,731
3,00	-1,50	-0,01905	300	3,00	119,50	25,10	34,200	0,734
3,25	-1,70	-0,02159	325	3,25	118,50	24,89	34,050	0,731
3,50	-1,80	-0,02286	350	3,50	118,50	24,89	33,900	0,734
3,75	-1,90	-0,02413	375	3,75	118,50	24,89	33,750	0,737
4,00	-2,00	-0,02540	400	4,00	118,20	24,82	33,600	0,739
4,25	-2,00	-0,02540	425	4,25	118,00	24,78	33,450	0,741
4,50	-2,10	-0,02667	450	4,50	118,00	24,78	33,300	0,744
4,75	-2,10	-0,02667	475	4,75	118,00	24,78	33,150	0,748
5,00	-2,30	-0,02921	500	5,00	117,90	24,76	33,000	0,750
5,25	-2,50	-0,03175	525	5,25	117,90	24,76	32,850	0,754
5,50	-2,60	-0,03302	550	5,50	117,60	24,70	32,700	0,755
5,75	-2,70	-0,03429	575	5,75	117,50	24,68	32,550	0,758
6,00	-2,80	-0,03556	600	6,00	117,30	24,63	32,400	0,760

6,25	-2,90	-0,03683	625	6,25	117,30	24,63	32,250	0,764
6,50	-2,90	-0,03683	650	6,50	117,10	24,59	32,100	0,766
6,75	-3,00	-0,03810	675	6,75	117,10	24,59	31,950	0,770
7,00	-3,10	-0,03937	700	7,00	117,00	24,57	31,800	0,773
7,25	-3,10	-0,03937	725	7,25	117,00	24,57	31,650	0,776
7,50	-3,20	-0,04064	750	7,50	117,00	24,57	31,500	0,780
7,75	-3,30	-0,04191	775	7,75	117,00	24,57	31,350	0,784
8,00	-3,40	-0,04318	800	8,00	117,00	24,57	31,200	0,788
8,25	-3,50	-0,04445	825	8,25	117,00	24,57	31,050	0,791
8,50	-3,60	-0,04572	850	8,50	117,00	24,57	30,900	0,795
8,75	-3,6	-0,04572	875	8,75	117,00	24,57	30,750	0,799
9,00	-3,70	-0,04699	900	9,00	117,00	24,57	30,600	0,803
9,25	-3,80	-0,04826	925	9,25	117,00	24,57	30,450	0,807
9,50	-3,90	-0,04953	950	9,50	117,00	24,57	30,300	0,811
9,75	-4,00	-0,05080	975	9,75	116,70	24,51	30,150	0,813
10,00	-4,10	-0,05207	1000	10,00	116,50	24,47	30,000	0,816

KESME KUTUSU DENEYİ

Numune No: H 105
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 08.06.2004

[A] Numune Datası
(1) Deney Türü : CU Konsolidasyonlu-Drenajsız
(2) Numune Tipi : [ ] Örselenmemiş [X] Örselenmiş
(3) Numune Yüzey Alanı, A: [6x6] : 36 cm2

[A] Deney Datası

(1) Normal Yük : 120 Kg
(2) Deney Öncesi Numune Yüzey Alanı : 36 cm2
(3) Normal Stress : N/A : 3.333 Kg/cm2
(4) Kesme Hızı : 1.0000 mm / min
(5) Yay Faktörü : 0.210 kg/div.
(6) Düşey Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm
(7) Yatay Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm

HANDERE 105 ^{0}C (YUK=12kg) (k=0.21)

T (Dk)	Dus. Dep. (Inc)	Dus. Dep. (mm)	Yatay Deplasman Okumasi (Dial)	Yatay Deplasman Okumasi (mm)	Kuvvet Halkasi Okumasi	Kesme Kuvveti (kg)	Duzeltilmis Alan (cm^2)	Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)
0,00	0,00	0,00000	0	0,00	0,00	0,00	36,000	0,000
0,10	-0,50	-0,00635	10	0,10	138,00	28,98	35,940	0,806
0,20	-1,00	-0,01270	20	0,20	154,00	32,34	35,880	0,901
0,30	-1,20	-0,01524	30	0,30	162,00	34,02	35,820	0,950
0,40	-1,30	-0,01651	40	0,40	167,00	35,07	35,760	0,981
0,50	-1,50	-0,01905	50	0,50	172,00	36,12	35,700	1,012
0,75	-1,60	-0,02032	75	0,75	178,00	37,38	35,550	1,051
1,00	-1,90	-0,02413	100	1,00	183,00	38,43	35,400	1,086
1,25	-2,00	-0,02540	125	1,25	185,50	38,96	35,250	1,105
1,50	-2,30	-0,02921	150	1,50	187,00	39,27	35,100	1,119
1,75	-2,50	-0,03175	175	1,75	187,50	39,38	34,950	1,127
2,00	-2,80	-0,03556	200	2,00	188,00	39,48	34,800	1,134
2,25	-2,90	-0,03683	225	2,25	188,50	39,59	34,650	1,142
2,50	-3,20	-0,04064	250	2,50	188,50	39,59	34,500	1,147
2,75	-3,50	-0,04445	275	2,75	188,50	39,59	34,350	1,152
3,00	-3,70	-0,04699	300	3,00	188,50	39,59	34,200	1,157
3,25	-4,00	-0,05080	325	3,25	188,50	39,59	34,050	1,163
3,50	-4,20	-0,05334	350	3,50	187,50	39,38	33,900	1,162
3,75	-4,40	-0,05588	375	3,75	187,00	39,27	33,750	1,164
4,00	-4,60	-0,05842	400	4,00	186,40	39,14	33,600	1,165
4,25	-4,90	-0,06223	425	4,25	185,80	39,02	33,450	1,166
4,50	-5,10	-0,06477	450	4,50	185,20	38,89	33,300	1,168
4,75	-5,30	-0,06731	475	4,75	184,80	38,81	33,150	1,171
5,00	-5,50	-0,06985	500	5,00	184,30	38,70	33,000	1,173
5,25	-5,80	-0,07366	525	5,25	183,80	38,60	32,850	1,175
5,50	-6,00	-0,07620	550	5,50	183,20	38,47	32,700	1,177
5,75	-6,10	-0,07747	575	5,75	182,90	38,41	32,550	1,180
6,00	-6,20	-0,07874	600	6,00	182,50	38,33	32,400	1,183
6,25	-6,40	-0,08128	625	6,25	182,20	38,26	32,250	1,186
6,50	-6,60	-0,08382	650	6,50	181,90	38,20	32,100	1,190

6,75	-6,90	-0,08763	675	6,75	181,50	38,12	31,950	1,193
7,00	-7,10	-0,09017	700	7,00	181,30	38,07	31,800	1,197
7,25	-7,30	-0,09271	725	7,25	181,00	38,01	31,650	1,201
7,50	-7,40	-0,09398	750	7,50	180,80	37,97	31,500	1,205
7,75	-7,60	-0,09652	775	7,75	180,60	37,93	31,350	1,210
8,00	-7,80	-0,09906	800	8,00	180,30	37,86	31,200	1,214
8,25	-7,90	-0,10033	825	8,25	180,10	37,82	31,050	1,218
8,50	-8,00	-0,10160	850	8,50	179,80	37,76	30,900	1,222
8,75	-8,2	-0,10414	875	8,75	179,40	37,67	30,750	1,225
9,00	-8,40	-0,10668	900	9,00	179,00	37,59	30,600	1,228
9,25	-8,50	-0,10795	925	9,25	178,90	37,57	30,450	1,234
9,50	-8,60	-0,10922	950	9,50	178,70	37,53	30,300	1,239
9,75	-8,80	-0,11176	975	9,75	178,50	37,49	30,150	1,243
10,00	-9,00	-0,11430	1000	10,00	178,50	37,49	30,000	1,250

EK - 28

H+J 60 Numunesinin 2 Kg, 6 Kg, 12 Kg, lık Normal Yük Altındaki

Kesme Kutusu Deney Okumaları

KESME KUTUSU DENEYİ

Numune No: H+J 60
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 15.06.2004

[A] Numune Datası

(1) Deney Türü : CU Konsolidasyonlu-drenajsız
(2) Numune Tipi : [ ] Örselenmemiş [X] Örselenmiş
(3) Numune Yüzey Alanı, A: [6x6] : 36 cm2

[A] Deney Datası

(1) Normal Yük : 20 kg
(2) Deney Öncesi Numune Yüzey Alanı : 36 cm2
(3) Normal Stress : N/A : 0,556 Kg/cm2
(4) Kesme Hızı : 1.0000 mm / min
(5) Yay Faktörü : 0.210 kg/div.
(6) Düşey Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm
(7) Yatay Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm

HANDERE+JIPS 60 ^{0}C (YUK=2kg) (k=0.21)

T (Dk)	Dus. Dep. (Inc)	Dus. Dep. (mm)	Yatay Deplasman Okumasi (Dial)	Yatay Deplasman Okumasi (mm)	Kuvvet Halkasi Okumasi	Kesme Kuvveti (kg)	Duzeltilmis Alan (cm^2)	Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)
0,00	0,00	0,00000	0	0,00	0,00	0,00	36,000	0,000
0,10	-0,10	-0,00127	10	0,10	21,00	4,41	35,940	0,123
0,20	-0,20	-0,00254	20	0,20	23,00	4,83	35,880	0,135
0,30	-0,20	-0,00254	30	0,30	24,00	5,04	35,820	0,141
0,40	-0,40	-0,00508	40	0,40	25,00	5,25	35,760	0,147
0,50	-0,50	-0,00635	50	0,50	25,50	5,36	35,700	0,150
0,75	-0,50	-0,00635	75	0,75	27,00	5,67	35,550	0,159
1,00	-0,60	-0,00762	100	1,00	28,50	5,99	35,400	0,169
1,25	-0,80	-0,01016	125	1,25	30,20	6,34	35,250	0,180
1,50	-0,90	-0,01143	150	1,50	31,20	6,55	35,100	0,187
1,75	-1,00	-0,01270	175	1,75	32,10	6,74	34,950	0,193
2,00	-1,00	-0,01270	200	2,00	33,00	6,93	34,800	0,199
2,25	-1,00	-0,01270	225	2,25	32,70	6,87	34,650	0,198
2,50	-1,10	-0,01397	250	2,50	32,70	6,87	34,500	0,199
2,75	-1,20	-0,01524	275	2,75	32,70	6,87	34,350	0,200
3,00	-1,20	-0,01524	300	3,00	32,60	6,85	34,200	0,200
3,25	-1,20	-0,01524	325	3,25	32,60	6,85	34,050	0,201
3,50	-1,20	-0,01524	350	3,50	32,60	6,85	33,900	0,202
3,75	-1,30	-0,01651	375	3,75	32,60	6,85	33,750	0,203
4,00	-1,30	-0,01651	400	4,00	32,60	6,85	33,600	0,204
4,25	-1,30	-0,01651	425	4,25	32,60	6,85	33,450	0,205
4,50	-1,40	-0,01778	450	4,50	32,60	6,85	33,300	0,206
4,75	-1,40	-0,01778	475	4,75	32,60	6,85	33,150	0,207
5,00	-1,40	-0,01778	500	5,00	32,60	6,85	33,000	0,207
5,25	-1,40	-0,01778	525	5,25	32,40	6,80	32,850	0,207
5,50	-1,50	-0,01905	550	5,50	32,40	6,80	32,700	0,208
5,75	-1,50	-0,01905	575	5,75	32,40	6,80	32,550	0,209

6,00	-1,50	-0,01905	600	6,00	32,40	6,80	32,400	0,210
6,25	-1,50	-0,01905	625	6,25	32,20	6,76	32,250	0,210
6,50	-1,60	-0,02032	650	6,50	32,20	6,76	32,100	0,211
6,75	-1,60	-0,02032	675	6,75	32,20	6,76	31,950	0,212
7,00	-1,60	-0,02032	700	7,00	32,20	6,76	31,800	0,213
7,25	-1,60	-0,02032	725	7,25	32,20	6,76	31,650	0,214
7,50	-1,70	-0,02159	750	7,50	32,20	6,76	31,500	0,215
7,75	-1,90	-0,02413	775	7,75	32,20	6,76	31,350	0,216
8,00	-2,00	-0,02540	800	8,00	32,20	6,76	31,200	0,217
8,25	-2,00	-0,02540	825	8,25	32,20	6,76	31,050	0,218
8,50	-2,10	-0,02667	850	8,50	32,20	6,76	30,900	0,219
8,75	-2,20	-0,02794	875	8,75	32,00	6,72	30,750	0,219
9,00	-2,30	-0,02921	900	9,00	32,00	6,72	30,600	0,220
9,25	-2,40	-0,03048	925	9,25	32,00	6,72	30,450	0,221
9,50	-2,50	-0,03175	950	9,50	32,00	6,72	30,300	0,222
9,75	-2,60	-0,03302	975	9,75	32,00	6,72	30,150	0,223
10,00	-2,80	-0,03556	1000	10,00	32,00	6,72	30,000	0,224

KESME KUTUSU DENEYİ

Numune No: H+J 60
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 18.06.2004

[A] Numune Datası

(1) Deney Türü : CU Konsolidasyonulu-Drenajsız
(2) Numune Tipi : [ ] Örselenmemiş [X] Örselenmiş
(3) Numune Yüzey Alanı, A: [6x6] : 36 cm2

[A] Deney Datası

(1) Normal Yük : 60 Kg
(2) Deney Öncesi Numune Yüzey Alanı : 36 cm2
(3) Normal Stress : N/A : 1,667 Kg/cm2
(4) Kesme Hızı : 1.0000 mm / min
(5) Yay Faktörü : 0.210 kg/div.
(6) Düşey Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm
(7) Yatay Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm

HANDERE+JIPS 60 ^{0}C (YUK=6kg) (k=0.21)

T (Dk)	Dus. Dep. (Inc)	Dus. Dep. (mm)	Yatay Deplasman Okumasi (Dial)	Yatay Deplasman Okumasi (mm)	Kuvvet Halkasi Okumasi	Kesme Kuvveti (kg)	Duzeltilmis Alan (cm^2)	Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)
0,00	0,00	0,00000	0	0,00	0,00	0,00	36,000	0,000
0,10	-0,10	-0,00127	10	0,10	5,00	1,05	35,940	0,029
0,20	-0,20	-0,00254	20	0,20	30,00	6,30	35,880	0,176
0,30	-0,40	-0,00508	30	0,30	47,00	9,87	35,820	0,276
0,40	-0,50	-0,00635	40	0,40	54,00	11,34	35,760	0,317
0,50	-0,60	-0,00762	50	0,50	57,00	11,97	35,700	0,335
0,75	-1,00	-0,01270	75	0,75	62,00	13,02	35,550	0,366
1,00	-1,10	-0,01397	100	1,00	65,00	13,65	35,400	0,386
1,25	-1,30	-0,01651	125	1,25	68,00	14,28	35,250	0,405
1,50	-1,50	-0,01905	150	1,50	70,50	14,81	35,100	0,422
1,75	-1,70	-0,02159	175	1,75	71,50	15,02	34,950	0,430
2,00	-1,90	-0,02413	200	2,00	73,00	15,33	34,800	0,441
2,25	-2,00	-0,02540	225	2,25	74,50	15,65	34,650	0,452
2,50	-2,20	-0,02794	250	2,50	75,00	15,75	34,500	0,457
2,75	-2,20	-0,02794	275	2,75	76,00	15,96	34,350	0,465
3,00	-2,40	-0,03048	300	3,00	75,00	15,75	34,200	0,461
3,25	-2,40	-0,03048	325	3,25	74,90	15,73	34,050	0,462
3,50	-2,40	-0,03048	350	3,50	74,50	15,65	33,900	0,462
3,75	-2,60	-0,03302	375	3,75	74,30	15,60	33,750	0,462
4,00	-2,70	-0,03429	400	4,00	74,10	15,56	33,600	0,463
4,25	-3,00	-0,03810	425	4,25	74,00	15,54	33,450	0,465
4,50	-3,00	-0,03810	450	4,50	74,00	15,54	33,300	0,467
4,75	-3,00	-0,03810	475	4,75	74,00	15,54	33,150	0,469
5,00	-3,20	-0,04064	500	5,00	74,00	15,54	33,000	0,471
5,25	-3,20	-0,04064	525	5,25	74,00	15,54	32,850	0,473
5,50	-3,20	-0,04064	550	5,50	74,00	15,54	32,700	0,475
5,75	-3,30	-0,04191	575	5,75	74,00	15,54	32,550	0,477
6,00	-3,30	-0,04191	600	6,00	74,00	15,54	32,400	0,480

6,25	-3,30	-0,04191	625	6,25	73,70	15,48	32,250	0,480
6,50	-3,30	-0,04191	650	6,50	73,60	15,46	32,100	0,481
6,75	-3,30	-0,04191	675	6,75	73,40	15,41	31,950	0,482
7,00	-3,30	-0,04191	700	7,00	73,40	15,41	31,800	0,485
7,25	-3,40	-0,04318	725	7,25	73,40	15,41	31,650	0,487
7,50	-3,40	-0,04318	750	7,50	73,40	15,41	31,500	0,489
7,75	-3,40	-0,04318	775	7,75	73,40	15,41	31,350	0,492
8,00	-3,40	-0,04318	800	8,00	73,40	15,41	31,200	0,494
8,25	-3,50	-0,04445	825	8,25	73,40	15,41	31,050	0,496
8,50	-3,50	-0,04445	850	8,50	73,40	15,41	30,900	0,499
8,75	-3,50	-0,04445	875	8,75	73,10	15,35	30,750	0,499
9,00	-3,50	-0,04445	900	9,00	73,10	15,35	30,600	0,502
9,25	-3,70	-0,04699	925	9,25	73,00	15,33	30,450	0,503
9,50	-3,70	-0,04699	950	9,50	73,00	15,33	30,300	0,506
9,75	-3,70	-0,04699	975	9,75	72,70	15,27	30,150	0,506
10,00	-3,70	-0,04699	1000	10,00	72,50	15,23	30,000	0,508

KESME KUTUSU DENEYİ

Numune No: H+J 60
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 22.06.2004

[A] Numune Datası

(1) Deney Türü : CU Konsolidasyonlu-Drenajsız
(2) Numune Tipi : [ ] Örselenmemiş [X] Örselenmiş
(3) Numune Yüzey Alanı, A: [6x6] : 36 cm2

[A] Deney Datası

(1) Normal Yük : 120 Kg
(2) Deney Öncesi Numune Yüzey Alanı : 36 cm2
(3) Normal Stress : N/A : 3,333 kg/cm2
(4) Kesme Hızı : 1.0000 mm / min
(5) Yay Faktörü : 0.210 kg/div.
(6) Düşey Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm
(7) Yatay Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm

HANDERE+JIPS 60 ^{0}C (YUK=12kg) (k=0.21)

T (Dk)	Dus. Dep. (Inc)	Dus. Dep. (mm)	Yatay Deplasman Okumasi (Dial)	Yatay Deplasman Okumasi (mm)	Kuvvet Halkasi Okumasi	Kesme Kuvveti (kg)	Duzeltilmis Alan (cm^2)	Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)
0,00	0,00	0,00000	0	0,00	0,00	0,00	36,000	0,000
0,10	-0,70	-0,00889	10	0,10	78,00	16,38	35,940	0,456
0,20	-1,00	-0,01270	20	0,20	95,00	19,95	35,880	0,556
0,30	-1,10	-0,01397	30	0,30	102,00	21,42	35,820	0,598
0,40	-1,40	-0,01778	40	0,40	107,00	22,47	35,760	0,628
0,50	-1,50	-0,01905	50	0,50	110,00	23,10	35,700	0,647
0,75	-1,60	-0,02032	75	0,75	117,00	24,57	35,550	0,691
1,00	-1,90	-0,02413	100	1,00	121,00	25,41	35,400	0,718
1,25	-2,00	-0,02540	125	1,25	123,50	25,94	35,250	0,736
1,50	-2,30	-0,02921	150	1,50	125,80	26,42	35,100	0,753
1,75	-2,50	-0,03175	175	1,75	127,50	26,78	34,950	0,766
2,00	-2,60	-0,03302	200	2,00	129,00	27,09	34,800	0,778
2,25	-2,80	-0,03556	225	2,25	129,50	27,20	34,650	0,785
2,50	-3,00	-0,03810	250	2,50	130,50	27,41	34,500	0,794
2,75	-3,20	-0,04064	275	2,75	131,00	27,51	34,350	0,801
3,00	-3,50	-0,04445	300	3,00	131,25	27,56	34,200	0,806
3,25	-3,60	-0,04572	325	3,25	131,40	27,59	34,050	0,810
3,50	-3,80	-0,04826	350	3,50	131,50	27,62	33,900	0,815
3,75	-4,00	-0,05080	375	3,75	131,50	27,62	33,750	0,818
4,00	-4,10	-0,05207	400	4,00	131,50	27,62	33,600	0,822
4,25	-4,30	-0,05461	425	4,25	130,00	27,30	33,450	0,816
4,50	-4,50	-0,05715	450	4,50	129,50	27,20	33,300	0,817
4,75	-4,60	-0,05842	475	4,75	129,50	27,20	33,150	0,820
5,00	-4,80	-0,06096	500	5,00	129,50	27,20	33,000	0,824
5,25	-5,00	-0,06350	525	5,25	129,50	27,20	32,850	0,828
5,50	-5,10	-0,06477	550	5,50	129,50	27,20	32,700	0,832
5,75	-5,20	-0,06604	575	5,75	129,50	27,20	32,550	0,835
6,00	-5,40	-0,06858	600	6,00	129,50	27,20	32,400	0,839

6,25	-5,60	-0,07112	625	6,25	129,00	27,09	32,250	0,840
6,50	-5,80	-0,07366	650	6,50	129,00	27,09	32,100	0,844
6,75	-6,00	-0,07620	675	6,75	128,80	27,05	31,950	0,847
7,00	-6,20	-0,07874	700	7,00	128,30	26,94	31,800	0,847
7,25	-6,40	-0,08128	725	7,25	128,00	26,88	31,650	0,849
7,50	-6,50	-0,08255	750	7,50	127,80	26,84	31,500	0,852
7,75	-6,60	-0,08382	775	7,75	127,50	26,78	31,350	0,854
8,00	-6,80	-0,08636	800	8,00	127,20	26,71	31,200	0,856
8,25	-6,80	-0,08636	825	8,25	127,20	26,71	31,050	0,860
8,50	-7,00	-0,08890	850	8,50	126,50	26,57	30,900	0,860
8,75	-7,10	-0,09017	875	8,75	126,50	26,57	30,750	0,864
9,00	-7,30	-0,09271	900	9,00	126,50	26,57	30,600	0,868
9,25	-7,40	-0,09398	925	9,25	126,50	26,57	30,450	0,872
9,50	-7,50	-0,09525	950	9,50	126,50	26,57	30,300	0,877
9,75	-7,60	-0,09652	975	9,75	126,00	26,46	30,150	0,878
10,00	-7,80	-0,09906	1000	10,00	126,00	26,46	30,000	0,882

EK – 29

H+J 105 Numunesinin 2 Kg, 6 Kg, 12 Kg, lık Normal Yük Altındaki

Kesme Kutusu Deney Okumaları

KESME KUTUSU DENEYİ

Numune No: H+J 105
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 12.07.2004

[A] Numune Datası

(1) Deney Türü : CU Konsolidasyonlu-Drenajsız
(2) Numune Tipi : [ ] Örselenmemiş [X] Örselenmiş
(3) Numune Yüzey Alanı, A: [6x6] : 36 cm2

[A] Deney Datası

(1) Normal Yük : 20 Kg
(2) Deney Öncesi Numune Yüzey Alanı : 36 cm2
(3) Normal Stress : N/A : 0,556 Kg/cm2
(4) Kesme Hızı : 1.0000 mm / min
(5) Yay Faktörü : 0.210 kg/div.
(6) Düşey Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm
(7) Yatay Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm

HANDERE+JIPS 105 ^{0}C (YUK=2kg) (k=0.21)

T (Dk)	Dus. Dep. (Inc)	Dus. Dep. (mm)	Yatay Deplasman Okumasi (Dial)	Yatay Deplasman Okumasi (mm)	Kuvvet Halkasi Okumasi	Kesme Kuvveti (kg)	Duzeltilmis Alan (cm^2)	Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)
0,00	0,00	0,00000	0	0,00	0,00	0,00	36,000	0,000
0,10	-0,50	-0,00635	10	0,10	25,00	5,25	35,940	0,146
0,20	-0,70	-0,00889	20	0,20	28,00	5,88	35,880	0,164
0,30	-1,00	-0,01270	30	0,30	30,00	6,30	35,820	0,176
0,40	-1,10	-0,01397	40	0,40	32,00	6,72	35,760	0,188
0,50	-1,20	-0,01524	50	0,50	33,00	6,93	35,700	0,194
0,75	-1,40	-0,01778	75	0,75	36,00	7,56	35,550	0,213
1,00	-1,60	-0,02032	100	1,00	38,00	7,98	35,400	0,225
1,25	-1,60	-0,02032	125	1,25	39,50	8,30	35,250	0,235
1,50	-1,80	-0,02286	150	1,50	41,00	8,61	35,100	0,245
1,75	-1,90	-0,02413	175	1,75	41,50	8,72	34,950	0,249
2,00	-2,00	-0,02540	200	2,00	42,20	8,86	34,800	0,255
2,25	-2,10	-0,02667	225	2,25	43,50	9,14	34,650	0,264
2,50	-2,10	-0,02667	250	2,50	44,00	9,24	34,500	0,268
2,75	-2,30	-0,02921	275	2,75	44,90	9,43	34,350	0,274
3,00	-2,50	-0,03175	300	3,00	44,50	9,35	34,200	0,273
3,25	-2,50	-0,03175	325	3,25	44,50	9,35	34,050	0,274
3,50	-2,60	-0,03302	350	3,50	44,50	9,35	33,900	0,276
3,75	-2,60	-0,03302	375	3,75	44,50	9,35	33,750	0,277
4,00	-2,60	-0,03302	400	4,00	44,50	9,35	33,600	0,278
4,25	-2,60	-0,03302	425	4,25	44,50	9,35	33,450	0,279
4,50	-2,70	-0,03429	450	4,50	44,50	9,35	33,300	0,281
4,75	-2,70	-0,03429	475	4,75	44,50	9,35	33,150	0,282
5,00	-2,80	-0,03556	500	5,00	44,40	9,32	33,000	0,283
5,25	-2,80	-0,03556	525	5,25	44,40	9,32	32,850	0,284
5,50	-2,80	-0,03556	550	5,50	44,40	9,32	32,700	0,285

5,75	-2,80	-0,03556	575	5,75	44,40	9,32	32,550	0,286
6,00	-2,90	-0,03683	600	6,00	44,30	9,30	32,400	0,287
6,25	-2,90	-0,03683	625	6,25	44,30	9,30	32,250	0,288
6,50	-3,00	-0,03810	650	6,50	44,30	9,30	32,100	0,290
6,75	-3,00	-0,03810	675	6,75	44,30	9,30	31,950	0,291
7,00	-3,10	-0,03937	700	7,00	44,30	9,30	31,800	0,293
7,25	-3,20	-0,04064	725	7,25	44,30	9,30	31,650	0,294
7,50	-3,30	-0,04191	750	7,50	44,30	9,30	31,500	0,295
7,75	-3,40	-0,04318	775	7,75	44,30	9,30	31,350	0,297
8,00	-3,50	-0,04445	800	8,00	44,30	9,30	31,200	0,298
8,25	-3,50	-0,04445	825	8,25	44,20	9,28	31,050	0,299
8,50	-3,60	-0,04572	850	8,50	44,20	9,28	30,900	0,300
8,75	-3,60	-0,04572	875	8,75	44,20	9,28	30,750	0,302
9,00	-3,80	-0,04826	900	9,00	44,20	9,28	30,600	0,303
9,25	-3,80	-0,04826	925	9,25	44,20	9,28	30,450	0,305
9,50	-4,00	-0,05080	950	9,50	44,00	9,24	30,300	0,305
9,75	-4,00	-0,05080	975	9,75	44,00	9,24	30,150	0,306
10,00	-4,00	-0,05080	1000	10,00	44,00	9,24	30,000	0,308

KESME KUTUSU DENEYİ

Numune No: H+J 105
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 15.07.2004

[A] Numune Datası

(1) Deney Türü : CU Konsolidasyonlu-Drenajsız
(2) Numune Tipi : [ ] Örselenmemiş [X] Örselenmiş
(3) Numune Yüzey Alanı, A: [6x6] : 36 cm2

[A] Deney Datası

(1) Normal Yük : 60 Kg
(2) Deney Öncesi Numune Yüzey Alanı : 36 cm2
(3) Normal Stress : N/A : 1,667 Kg/cm2
(4) Kesme Hızı : 1.0000 mm / min
(5) Yay Faktörü : 0.210 kg/div.
(6) Düşey Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm
(7) Yatay Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm

HANDERE+JIPS 105 ^{0}C (YUK=6kg) (k=0.21)

T (Dk)	Dus. Dep. (Inc)	Dus. Dep. (mm)	Yatay Deplasman Okumasi (Dial)	Yatay Deplasman Okumasi (mm)	Kuvvet Halkasi Okumasi	Kesme Kuvveti (kg)	Duzeltilmis Alan (cm^2)	Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)
0,00	0,00	0,00000	0	0,00	0,00	0,00	36,000	0,000
0,10	-0,40	-0,00508	10	0,10	39,00	8,19	35,940	0,228
0,20	-0,80	-0,01016	20	0,20	49,00	10,29	35,880	0,287
0,30	-1,00	-0,01270	30	0,30	54,00	11,34	35,820	0,317
0,40	-1,10	-0,01397	40	0,40	56,00	11,76	35,760	0,329
0,50	-1,20	-0,01524	50	0,50	61,00	12,81	35,700	0,359
0,75	-1,50	-0,01905	75	0,75	68,00	14,28	35,550	0,402
1,00	-2,00	-0,02540	100	1,00	70,00	14,70	35,400	0,415
1,25	-2,30	-0,02921	125	1,25	73,00	15,33	35,250	0,435
1,50	-2,60	-0,03302	150	1,50	76,00	15,96	35,100	0,455
1,75	-2,90	-0,03683	175	1,75	78,20	16,42	34,950	0,470
2,00	-3,20	-0,04064	200	2,00	80,00	16,80	34,800	0,483
2,25	-3,40	-0,04318	225	2,25	81,20	17,05	34,650	0,492
2,50	-3,60	-0,04572	250	2,50	83,00	17,43	34,500	0,505
2,75	-3,80	-0,04826	275	2,75	84,50	17,75	34,350	0,517
3,00	-4,10	-0,05207	300	3,00	85,50	17,96	34,200	0,525
3,25	-4,40	-0,05588	325	3,25	86,00	18,06	34,050	0,530
3,50	-4,60	-0,05842	350	3,50	85,00	17,85	33,900	0,527
3,75	-4,80	-0,06096	375	3,75	84,80	17,81	33,750	0,528
4,00	-5,00	-0,06350	400	4,00	84,80	17,81	33,600	0,530
4,25	-5,20	-0,06604	425	4,25	84,50	17,75	33,450	0,530
4,50	-5,40	-0,06858	450	4,50	84,50	17,75	33,300	0,533
4,75	-5,50	-0,06985	475	4,75	84,50	17,75	33,150	0,535
5,00	-5,60	-0,07112	500	5,00	84,20	17,68	33,000	0,536
5,25	-5,80	-0,07366	525	5,25	84,20	17,68	32,850	0,538
5,50	-5,80	-0,07366	550	5,50	84,20	17,68	32,700	0,541

5,75	-6,10	-0,07747	575	5,75	84,20	17,68	32,550	0,543
6,00	-6,20	-0,07874	600	6,00	84,20	17,68	32,400	0,546
6,25	-6,30	-0,08001	625	6,25	84,20	17,68	32,250	0,548
6,50	-6,40	-0,08128	650	6,50	84,20	17,68	32,100	0,551
6,75	-6,60	-0,08382	675	6,75	84,00	17,64	31,950	0,552
7,00	-6,60	-0,08382	700	7,00	84,00	17,64	31,800	0,555
7,25	-6,90	-0,08763	725	7,25	84,00	17,64	31,650	0,557
7,50	-7,00	-0,08890	750	7,50	84,00	17,64	31,500	0,560
7,75	-7,10	-0,09017	775	7,75	84,00	17,64	31,350	0,563
8,00	-7,30	-0,09271	800	8,00	84,00	17,64	31,200	0,565
8,25	-7,30	-0,09271	825	8,25	84,00	17,64	31,050	0,568
8,50	-7,40	-0,09398	850	8,50	84,00	17,64	30,900	0,571
8,75	-7,50	-0,09525	875	8,75	84,00	17,64	30,750	0,574
9,00	-7,70	-0,09779	900	9,00	83,80	17,60	30,600	0,575
9,25	-7,80	-0,09906	925	9,25	83,50	17,54	30,450	0,576
9,50	-7,90	-0,10033	950	9,50	83,50	17,54	30,300	0,579
9,75	-8,00	-0,10160	975	9,75	83,50	17,54	30,150	0,582
10,00	-8,10	-0,10287	1000	10,00	83,50	17,54	30,000	0,585

KESME KUTUSU DENEYİ

Numune No: H+J 105
Lokasyon: Yüzüncüyıl Civarı, Adana
Numune Derinliği: Yüzeyden
Deneyi Yapan: Handan GÜZEL Başlama Tarihi: 18.07.2004

[A] Numune Datası

(1) Deney Türü : CU Konsolidasyonlu-Drenajsız
(2) Numune Tipi : [ ] Örselenmemiş [X] Örselenmiş
(3) Numune Yüzey Alanı, A: [6x6] : 36 cm2

[A] Deney Datası

(1) Normal Yük : 120 Kg
(2) Deney Öncesi Numune Yüzey Alanı : 36 cm2
(3) Normal Stress : N/A : 3,333 Kg/cm2
(4) Kesme Hızı : 1.0000 mm / min
(5) Yay Faktörü : 0.210 kg/div.
(6) Düşey Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm
(7) Yatay Deplasman Okuması : 1 birim = 0.01 mm

HANDERE+JIPS 105 ^{0}C (YUK=12kg) (k=0.21)

T (Dk)	Dus. Dep. (Inc)	Dus. Dep. (mm)	Yatay Deplasman Okumasi (Dial)	Yatay Deplasman Okumasi (mm)	Kuvvet Halkasi Okumasi	Kesme Kuvveti (kg)	Duzeltilmis Alan (cm^2)	Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)
0,00	0,00	0,00000	0	0,00	0,00	0,00	36,000	0,000
0,10	-0,80	-0,01016	10	0,10	91,00	19,11	35,940	0,532
0,20	-1,00	-0,01270	20	0,20	106,00	22,26	35,880	0,620
0,30	-1,30	-0,01651	30	0,30	113,00	23,73	35,820	0,662
0,40	-1,50	-0,01905	40	0,40	124,00	26,04	35,760	0,728
0,50	-1,70	-0,02159	50	0,50	131,00	27,51	35,700	0,771
0,75	-2,10	-0,02667	75	0,75	137,00	28,77	35,550	0,809
1,00	-2,40	-0,03048	100	1,00	140,00	29,40	35,400	0,831
1,25	-2,70	-0,03429	125	1,25	142,00	29,82	35,250	0,846
1,50	-3,10	-0,03937	150	1,50	143,00	30,03	35,100	0,856
1,75	-3,50	-0,04445	175	1,75	144,00	30,24	34,950	0,865
2,00	-3,80	-0,04826	200	2,00	144,50	30,35	34,800	0,872
2,25	-4,10	-0,05207	225	2,25	145,00	30,45	34,650	0,879
2,50	-4,40	-0,05588	250	2,50	145,20	30,49	34,500	0,884
2,75	-4,70	-0,05969	275	2,75	145,50	30,56	34,350	0,890
3,00	-5,00	-0,06350	300	3,00	145,70	30,60	34,200	0,895
3,25	-5,30	-0,06731	325	3,25	145,80	30,62	34,050	0,899
3,50	-5,50	-0,06985	350	3,50	146,00	30,66	33,900	0,904
3,75	-5,80	-0,07366	375	3,75	146,00	30,66	33,750	0,908
4,00	-6,00	-0,07620	400	4,00	144,50	30,35	33,600	0,903
4,25	-6,40	-0,08128	425	4,25	144,30	30,30	33,450	0,906
4,50	-6,60	-0,08382	450	4,50	144,10	30,26	33,300	0,909
4,75	-6,70	-0,08509	475	4,75	144,10	30,26	33,150	0,913
5,00	-7,00	-0,08890	500	5,00	144,00	30,24	33,000	0,916
5,25	-7,30	-0,09271	525	5,25	144,00	30,24	32,850	0,921

5,50	-7,50	-0,09525	550	5,50	144,00	30,24	32,700	0,925
5,75	-7,70	-0,09779	575	5,75	144,00	30,24	32,550	0,929
6,00	-7,90	-0,10033	600	6,00	144,00	30,24	32,400	0,933
6,25	-8,10	-0,10287	625	6,25	144,00	30,24	32,250	0,938
6,50	-8,30	-0,10541	650	6,50	144,00	30,24	32,100	0,942
6,75	-8,40	-0,10668	675	6,75	144,00	30,24	31,950	0,946
7,00	-8,60	-0,10922	700	7,00	143,50	30,14	31,800	0,948
7,25	-8,80	-0,11176	725	7,25	143,50	30,14	31,650	0,952
7,50	-9,00	-0,11430	750	7,50	143,40	30,11	31,500	0,956
7,75	-9,10	-0,11557	775	7,75	143,40	30,11	31,350	0,961
8,00	-9,30	-0,11811	800	8,00	143,40	30,11	31,200	0,965
8,25	-9,40	-0,11938	825	8,25	143,20	30,07	31,050	0,969
8,50	-9,50	-0,12065	850	8,50	143,20	30,07	30,900	0,973
8,75	-9,60	-0,12192	875	8,75	143,20	30,07	30,750	0,978
9,00	-9,70	-0,12319	900	9,00	143,20	30,07	30,600	0,983
9,25	-9,90	-0,12573	925	9,25	142,80	29,99	30,450	0,985
9,50	-10,10	-0,12827	950	9,50	142,80	29,99	30,300	0,990
9,75	-10,20	-0,12954	975	9,75	142,50	29,93	30,150	0,993
10,00	-10,30	-0,13081	1000	10,00	142,50	29,93	30,000	0,998