

**ZEMİNLERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN TEMEL TİPİ SEÇİMİNE OLAN
ETKİLERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

Müge Elif ORAKOĞLU

**Yüksek Lisans Tezi
Yapı Eğitimi Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Cevdet Emin EKİNCİ
OCAK-2013**

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ZEMİNLERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN TEMEL TİPİ SEÇİMİNE OLAN
ETKİLERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müge Elif ORAKOĞLU

(092125103)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10.01.2013

Tezin Savunulduğu Tarih : 24.01.2013

Tez Danışmanı : Y.Doç.Dr. Cevdet Emin EKİNCİ (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri : Y.Doç.Dr. H.Süha AKSOY (F.Ü)

Doç.Dr. Ömer KELEŞOĞLU (F.Ü)

OCAK-2013

ÖNSÖZ

Tez konumun seçilmesi ve planlanması aşamalarında büyük bir sabır ve anlayış göstererek, yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Y.Doç.Dr. Cevdet Emin EKİNCİ' ye teşekkür ederim.

Tez verilerimin yorumlanmasında ve kontrolünde görüşlerinden faydalandığım değerli hocam Y.Doç.Dr. Süha AKSOY'a, tezime alakalı deney verilerinin elde edilmesinde yorum ve görüşleriyle katkıda bulunan İzmir Bornova Belediyesi Deprem Etüt Merkezinden Jeofizik Mühendisi Sinancan ÖZİÇER'e ve Elazığ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Ayrıca her ne kadar uzakta da olsalar destekleri ile tezime katkıda bulunan canım aileme; çok sevdiğim dostlarıma teşekkürlerimi borç bilirim.

Müge Elif ORAKOĞLU
ELAZIĞ - 2013

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
TABLOLAR LİSTESİ	IX
SEMBOLLER LİSTESİ.....	X
KISALTMALAR.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Zemin Mekaniğinin Tarihsel Gelişimi.....	3
2.2. Zeminlerin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine İstatistiksel Yaklaşım Çalışmaları..	3
2.3. Temel Tipi Çalışmaları	6
2.4. Elazığ İli Jeoloji Çalışmaları.....	7
3. MATERYAL VE METOT.....	11
3.1. Zeminlerin Fiziksel (İndeks) Özellikleri.....	11
3.1.1. Zeminlerde Faz İlişkileri (Hacim-Ağırlık (V-W) Bağıntıları).....	11
3.1.1.1. Boşluk Oranı (e).....	13
3.1.1.2. Porozite (n).....	13
3.1.1.3. Doygunluk Derecesi (S_r).....	14
3.1.1.4. Su Muhtevası (w).....	14
3.1.1.5. Birim Hacim Ağırlık (γ).....	14
3.1.1.6. Zeminlerde Kıvam	16

3.2.	Zeminlerin Mekanik Özellikleri	17
3.2.1.	Zeminde Kompaksiyon (w_{opt} , γ_{kmaks})	17
3.2.2.	Zeminlerde Konsolidasyon	19
3.3.	Saha Çalışması ve Numunelerin Alınması.....	21
3.4.	Laboratuvar Çalışmaları.....	24
3.4.1.	Zeminlerin İndeks Özelliklerinin Belirlenmesi.....	24
3.4.1.1.	Doğal Birim Hacim Ağırlığının Belirlenmesi (γ_n).....	24
3.4.1.2.	Özgül Ağırlığının Belirlenmesi (G_s)	24
3.4.1.3.	Dane Boyu Analizleri: Elek Analizi	25
3.4.1.4.	Hidrometre Deneyi.....	27
3.4.1.5.	Kıvam Limitlerinin Belirlenmesi	28
3.4.1.6.	Su Muhtevasının (w) Belirlenmesi	30
3.4.1.7.	Rölatif Sıkılık (D_r)	30
3.4.1.8.	Standart Proktor Deneyi.....	31
3.4.2.	Zeminlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi	32
3.4.2.1.	Konsolidasyon (Ödometre) Deneyi	32
3.4.2.2.	Serbest (Tek Eksenli) Basınç Deneyi	34
3.5.	İstatistiki Çalışmalar	36
3.6.	Zemin İncelemesi ve Temel Sistemleri.....	36
4.	BULGULAR	41
4.1.	Laboratuvar Bulguları	41
4.1.1.	Elazığ Bölgesinin Genel Jeolojisi	41
4.1.2.	Baskil ve Çevresinin Genel Jeolojisi	43
4.1.3.	Abdullahpaşa-Sürsürü ve Çevresinin Genel Jeolojisi.....	43
4.1.4.	Doğukent-Ulukent ve Çevresinin Genel Jeolojisi.....	44
4.1.5.	Kovancılar ve Çevresinin Genel Jeolojisi.....	45
4.1.6.	Karakoçan ve Çevresinin Genel Jeolojisi	45

4. 2.	Numunelerin Fiziksel Özellikleri.....	47
4.2.1.	Elek Analizi Sonuçları	47
4.2.2.	Atterberg Limitleri Deney Sonuçları	49
4.2.3.	Hidrometre Deney Sonuçları	51
4.2.4.	Zeminlerin Çeşitli Fiziksel Parametrelerinin Belirlenmesi (Birim Hacim Ağırlık, Porozite, Boşluk Oranı, Sıkılık, Su Muhtevası, Doygunluk).....	61
4.2.5.	Proktor ve Özgül Ağırlık Deney Sonuçları.....	62
4.2.6.	Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deney Sonuçları.....	64
4.2.7.	Konsolidasyon Deney Sonuçları.....	65
4.3.	İstatistiki Bulgular.....	67
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	71
	KAYNAKLAR	77
	EKLER	84
	ÖZGEÇMİŞ	150

ÖZET

Bu araştırmada, Elazığ'ın belirli bölgelerinde açılmış farklı temel çukurlarından örselenmiş zeminlerin fiziksel ve mekanik parametrelerini belirleyebilmek amacıyla örnekler alınmıştır. Uygulanan temel tiplerine göre elde edilen parametrelerin SPSS istatistik programıyla kullanım yüzdeleri ve ortalama değerleri belirlenmiştir. Ayrıca Elazığ ilinde hangi temel tipinin hangi zemin sınıfına uygun olacağı araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elazığ, Zeminlerin Fiziksel Özellikleri, Temel, Yüzeysel Temel Sistemleri, Zemin Laboratuvar Deneyleri

SUMMARY

In this study, soil samples were taken different foundation pits was opened in certain areas of Elazig to determine the physical and mechanical parameters of disturbed soils. Acquired parameters which according to applied foundation type, minimum and maximum values and mean values were determined via SPSS, statistical program. Also, it was investigated to appropriate which is to the type of the soil class of which the foundation type in Elazig with statistical program.

Key Words: Elazig, Physical Properties of Soils, Foundation, System of Shallow Foundation, Laboratory Tests of Soils

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 3.1.	Zeminlerin hacim-ağırlık bağıntıları (faz diyagramı)..... 12
Şekil 3.2.	Kohezyonlu zeminlerde v-w ilişkisi ve kıvam limitleri 16
Şekil 3.3.	Su muhtevası- kuru birim hacim ağırlık etkisi 18
Şekil 3.4.	Kompaksiyon enerjisine göre γ_k -w değerleri..... 18
Şekil 3.5.	Elazığ ili coğrafi dağılımı 23
Şekil 3.6.	ASTM, AASHTO ve USCS sınıflama sistemlerinin karşılaştırılması 26
Şekil 3.7.	Likit limitin belirlenmesi 29
Şekil 3.8.	Değişik kırılma biçimleri 35
Şekil 3.9.	Serbest basınç deneyinde deformasyon-gerilme ilişkileri 35
Şekil 3.10.	Mütemadi temel uygulaması 40
Şekil 3.11.	Radye temel uygulaması 40
Şekil 3.12.	Kısmi radye temel uygulaması..... 40
Şekil 4.1.	Zemin örneklerinin coğrafi dağılımı..... 42
Şekil 4.2.	Baskıl ve çevresinin genel görünümü..... 43
Şekil 4.3.	Abdullahpaşa-Sürsürü ve çevresinin genel görünümü 44
Şekil 4.4.	Doğukent-Ulukent ve çevresinin genel görünümü 44
Şekil 4.5.	Kovancılar ve çevresinin genel görünümü 45
Şekil 4.6.	Karakoçan ve çevresinin genel görünümü..... 46
Şekil 4.7.	Kullanılan elek seti 47
Şekil 4.8.	Hidrometre deney düzeneği..... 47
Şekil 4.9.	Radye temel örneklerinin plasitisite kartında yerleri..... 49
Şekil 4.10.	Mütemadi temel örneklerinin plasitisite kartında yerleri..... 49
Şekil 4.11.	Kısmi radye temel örneklerinin plasitisite kartında yerleri 49
Şekil 4.12.	Proktor deney numuneleri 64
Şekil 4.13.	Tek eksenli basınç deneyi numunelerinin genel görünümü 65
Şekil 4.14.	Konsolidasyon deney aletinin genel görünümü 67
Şekil 4.15.	Kısmi radye temellerde kullanılan zemin sınıflarının yüzde diyagramı 69
Şekil 4.16.	Mütemadi temellerde kullanılan zemin sınıflarının yüzde diyagramı 69
Şekil 4.17.	Radye temellerde kullanılan zemin sınıflarının yüzde diyagramı 69

TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan örneklerin yerleri	22
Tablo 3.2. Su içeriğinin belirlemesi için alınması tavsiye edilen en az yaş örnek miktarı	30
Tablo 4.1. Numunelerin elek analizi sonuçları	48
Tablo 4.2. Örneklerin birleşik zemin sınıflamasına (USCS) göre belirlenen zemin sınıfları	50
Tablo 4.3. Radye temel çukurlarına ait zemin numunelerinin elek analizi ve hidrometre deneyi sonuçları.....	51
Tablo 4.4. Mütemadi temel çukurlarına ait zemin numuneleri elek analizi ve hidrometre deneyi sonuçları.....	55
Tablo 4.5. Kısmi radye temel çukurlarına ait zemin numunelerin elek analizi ve hidrometre deneyi sonuçları.....	58
Tablo 4.6. Temel zeminlerinin fiziksel özellikleri.....	61
Tablo 4.7. Temel zeminlerinin proktor ve özgül ağırlık deney sonuçları.....	63
Tablo 4.8. Serbest basınç dayanımı sonuçları.....	64
Tablo 4.9. Konsolidasyon deneyi parametreleri	66
Tablo 4.10. Radye temellere ait zemin örneklerinin tanımlayıcı istatistik değerleri	68
Tablo 4.11. Mütemadi temellere ait zemin örneklerinin tanımlayıcı istatistik değerleri.....	68
Tablo 4.12. Kısmi radye temellere ait zemin örneklerinin tanımlayıcı istatistik değerleri.....	68
Tablo 4.13. Zemin sınıflarının temellerde kullanım yüzdeleri	70
Tablo 4.14. Zemin numunelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin uygulanan temellere göre aralık ve ortalama değerleri	72

SEMBOLLER LİSTESİ

V	: Hacim
W	: Ağırlık
γ	: Birim Hacim Ağırlık
e	: Boşluk Oranı
n	: Porozite
S_r	: Doygunluk Derecesi
w	: Su Muhtevası
γ_n	: Doğal Birim Hacim Ağırlık
γ_s	: Dane Birim Hacim Ağırlık
γ_d	: Doygun Birim Hacim Ağırlık
γ'	: Batık Birim Hacim Ağırlık
w_L veya LL	: Likit Limit
w_p veya PL	: Plastik Limit
w_s veya SL	: Rötire Limit
w_{opt}	: Optimum Su Muhtevası
γ_{kmaks}	: Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık
v	: Poisson Oranı
m_v	: Hacimsel Sıkışma Katsayısı
ΔH	: Konsolidasyon Oturması
$\Delta \sigma$	: Gerilme Artışı
C_c	: Sıkışma İndisi
a_v	: Sıkışma Katsayısı
U	: Konsolidasyon Yüzdesi
H_d	: Drenaj Boyu
T_v	: Zaman Faktörü
S_c	: Birincil Konsolidasyon Oturması
S_s	: İkincil (Sekonder) Konsolidasyon Oturması
G_s	: Özgül Ağırlık
D_r	: Rölatif Sıkılık
e_{mak}	: Zeminin Maksimum Boşluk Değeri
e_{min}	: Zeminin Minimum Boşluk Değeri

KISALTMALAR

TS:	Türk Standartları
EÇŞİM:	Elazığ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü
NP:	Plastik Olmayan Zemin
LL:	Likit Limit
PL:	Plastik Limit
PI:	Plastisite İndisi

1. GİRİŞ

Yerkabuğu, granitik ve bazaltik kayalardan oluşmuş olup, yaklaşık 10-40 km kalınlığındadır. Kısmen katı kaya formunda olan ve bu ince ve değişken kalınlıklardaki kısım tutturulmamış (gevşek) gereç olarak tanımlanır. Bu malzemeler, boyut itibarıyla mikroskobik boydaki mineral parçacıklardan dev bloklara kadar değişim gösterir. Yerkabuğu yüzeyine yakın kesimlerdeki kayalar üzerinde etkin olan bozuşma ve diğer jeolojik süreçler bu tutturulmamış gereçlerin ve zeminlerin oluşmasını sağlar. Atmosferik etkiler ile oluşan bozuşma kimyasal ve fiziksel olarak kayaların yapı ve bileşimini değiştirmektedir. Fiziksel bozuşmaya neden olan etmenler donma-çözülme, ısı değişimi, erozyon, bitkiler ve hayvanların faaliyetleridir. Kimyasal bozuşma oksitlenme, indirgenme, karbonatlaşma ve diğer kimyasal süreçlerle kayadaki minerallerin bileşimlerinin değişmesi demektir. Zemin oluşumunda genel olarak kimyasal bozuşma fiziksel bozuşmadan çok daha etkindir. Kısaca özetlemek gerekirse zeminler kayaların kimyasal bozuşma ürünüdürler [1,2].

Bütün mühendislik yapıları (binalar, köprüler, karayolları, barajlar, vb.) zemin veya kaya tabakaları üzerine oturtulmaktadır. Yapıların kendi ağırlıklarından ve hareketli yüklerden kaynaklanan gerilmelerin tabii zemin veya kaya tabakalarına aktarılmasını sağlayan sistemlere genel olarak temel denilmektedir. Yapı temellerinin zemin tabakaları üstüne veya içine oturtulması durumunda, yapıdan aktarılabilecek yükler altında zeminin mukavemetinin aşılması durumunda göçme meydana gelmesi ve/veya üst yapının güvenliğinin toptan tehlikeye girmesi söz konusu olmaktadır. Zeminler aynı zamanda yük altında büyük şekil değiştirmeler gösterebilen malzemelerdir. Temel altındaki zemin tabakalarının mukavemeti aşılmaya bile, sıkışmalardan dolayı ortaya çıkan oturmalar yapı üzerinde çok zararlı etkiler yapabilmektedir. Tabii zeminler heterojen bir yapıya sahip olduğu için, özellikle yapının değişik noktaları altında farklı oturmalar meydana gelmesi, üst yapı üzerinde istenmeyen zorlamalar yaratmaktadır. Problemin tasarım aşamasında göz önüne alınmasını zorlaştıran bir başka husus zemin özelliklerinin yeterince tanınmadan temel yapımına geçilmesidir. Yapıların güvenliği ve maliyeti en uygun ekonomik temel sisteminin seçilmesi ve tasarımı ile doğrudan ilgilidir. Birçok inşaat projesinde uygulanacak temel sistemi ve temel altı zemin tabakalarının beklenebilecek davranış biçimi projenin yapılabilişliğini etkileyecek boyutlara ulaşabilmektedir. Bu nedenlerden

dolayı, proje sahası ile ilgili zemin araştırmaları, önemli yapıların yer seçiminde ve tasarımında ilk önemli adımı oluşturmaktadır [2, 3].

Zemin araştırmaları arazi deneyleri ve laboratuvar deneyleri olmak üzere iki şekilde yapılır. Yeni işlerde zemin araştırmalarında temel amaç sahanın jeolojisinin anlaşılmasıdır. Zemin ve kaya profilinin ortaya çıkarılması, yer altı suyu koşullarının saptanması incelemede temel amaçlardandır. Zemin araştırılmasına başlamadan önce zemin koşulları hakkında bir ön bilgi edinilmeli, olası mühendislik sorunları önceden kestirilmeye çalışılmalıdır. Bu bilgiler zemin araştırmasının türü ve sayısını planlamada yardımcı olacaktır. Planlama, elde edilen bilgiler ışığında gerekli görölüyorsa değişiklik yapılabilecek kadar esnek olmalıdır. Zemin araştırması, için son tasarımı yapılmadan önce bitirilmelidir. Zemin yapısı ve özelliği, seçilecek temelin yanı sıra yapılacak sondaj ve sondalamada, alınacak örnekler, arazide ve sondaj sırasında yapılacak deneylerde en uygun yöntemin belirlenmesinde önemli bir etkindir.

Bu çalışmada farklı bir yaklaşımla zeminlerin basitçe belirlenebilen indeks özelliklerinin temel tipi seçimindeki etkileri ve kontrol eden parametreler belirlenmeye çalışılmıştır. TS1900 ve TS1500/2000'e göre mevcut prensipler ve yöntemler esas alınarak laboratuvara getirilen zemin numunelerinin fiziksel özellikleri (dane boyu analizleri, kıvam limit deneyleri, doğal birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, su muhtevası) tayin edilmiştir.

Mevcut literatüre göre, temel tipi seçiminde, taşıma gücü parametrelerinin ve mukavemet özelliklerinin etkili olduğu belirtilmektedir. Bu tez çalışması ile hangi zemine hangi temel tipinin uygun olacağının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma için öncelikle sahada örnekleme işleri planlanmış ve yürütölmüştür. Örnekler imkanlar dahilinde Elazığ'ın yeni imara açılmış bölgelerinden alınmaya çalışılmış ve bu şekilde bölgesel koşullara bağlı bir çalışma yapılabilmesi amaçlanmıştır.

Örnekleme işlerini takiben eşzamanlı olarak literatür taraması ve laboratuvar çalışmaları bir arada yürütölmüştür. Geniş bir literatür taraması yapılarak kaynak araştırması bölümünde genel bir özet halinde verilmiştir. Zeminlerin oluşumu açıklanarak ve numuneler üzerinde yapılan tüm laboratuvar deneylerinin yapılış yöntemleri materyal ve metot kısmında detaylı olarak verilmiştir. Laboratuvar deneylerinde elde edilen bulgular ve bunların literatür çalışmaları ışığında değerlendirmesi ise bulgular kısmında ele alınmıştır. Elde edilen sonuçların detaylı incelenmesi ise ekler kısmında verilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Zemin Mekanikinin Tarihsel Gelişimi

İlk yıllardan beri zeminler, incelenen yapılarda; ya temel olarak ya da yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Eski Mısırlılar, Babilliler, Çinliler ve Hintliler nehir taşkını olan topraktan seddeler ve bentler inşa etmişlerdir. Eski mabet ve anıtlar incelendiğinde zemin ya da kayanın inşa malzemesi olarak kullanıldığı bilinmektedir. Azteciler, Meksika vadisinin zayıf zeminleri üzerine mabetler ve şehirler kurmuşlardır. Orta çağdaki Avrupalı mimarlar ve yapı ustaları yapılardan kaynaklanan zemin oturmalarını gözlemlemişlerdir. Yumuşak zeminlerde de killerde evlerin altına destek olarak ahşap kazıklar kullanmışlardır [1].

18. yy'da zemin ve kaya üzerindeki temel tasarımları başparmak kuralına göre yapılmıştır. Coulomb tarafından geliştirilen istinat yapılarındaki toprak basıncı problemine karşı çözümler günümüzde de kullanılmaktadır. Ayrıca Coulomb tarafından zeminlerin kayma dayanımı için geliştirilen en yaygın teoride bu zamanlardan gelmiştir.

Bir sonraki asırda, kil şevlerindeki yenilmeler ve killerin kayma dayanımlarıyla ilgilenen Collin, kumlarda su akışını yasalaştıran Darcy ve istinat yapılarına karşı toprak basıncının hesaplanmasına yönelik bir hesap geliştiren Rankine zamanın önemli Fransız mühendisleridir.

Yirminci yüzyılın başına doğru Atterberg tarafından halen geçerli olan kıvam limitlerini geliştirmiştir.

Zemin mekaniğinin bu yıllardan sonra gelişmesine katkı sağlayan iki önemli isim Karl Terzaghi ve Arthur Casagrande'dir [1].

2.2. Zeminlerin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine İstatistiksel Yaklaşım Çalışmaları

İlk yıllardan beri zeminlerin davranışları hakkında çok çeşitli fikirler geliştirilmiştir. Literatürde, bunlardan bazıları aşağıda verildiği gibidir.

Vinci, 1452-1519 yılları arasında yaptığı çalışmalarında, zeminlerin davranışlarıyla ilgilenmiştir. Kum yığınlarında eksen uzunluğunun taban uzunluğunun iki katı kadar olacağını ve kumların yığılma açısının yaklaşık olarak 45° olacağını belirtmiştir. Aynı

zamanda, zeminlerin homojen olmadığını ve zemin davranışlarının zamana bağımlı olduğunu belirtmiştir.

Gautier, 1660-1737 yıllarında yaptığı çalışmalarında zeminlerin doğal eğimiyle deneysel olarak araştırmalar yapmış ve istinat duvarları için bir teori geliştirmiştir. Özellikle istinat duvarları üzerindeki kuvvetlerin; duvarın ve zeminin doğal eğimi tarafından çevrelenmiş zemin kamasını desteklemek için gerekli olduğu sonucuna varmıştır [4].

Vauban, 1633-1707 yıllarında istinat duvarları üzerindeki toprak basıncının analizini yapan ilk araştırmacılardandır. Daha sonra aktif basınç katsayısını 0.5 ve etkin itme denklemini $\frac{1}{2}\gamma H^2$ olarak vermiştir.

Poncelet, 1788-1867 yıllarında yaptığı çalışmalarında istinat yapılarının dizaynı, temelleri ve Coulomb kama teorisi üzerinde klasik bir tez sunmuştur. Duvar sürtünmesi, eğimli dolgu ve eğimli duvarlar üzerindeki aktif ve pasif basınçlar için çözüm önerileri sunmuştur.

Resal, 1854-1919 yıllarında Rankine'nin çalışmalarını kohezyonlu zeminlerin hem kohezyon hem de sürtünme parametrelerine göre incelemiş ve genişletmiştir [4].

Elazığ iline ait literatürde benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Zemin davranışlarına yönelik geliştirilen yöntemlerin yanında, yapılan çalışmalar zemin özelliklerini tanımlayan parametrelerin birbirleriyle olan ilişkisinin incelenmesi yönünde olmuştur. Literatürde bu durum aşağıda belirtildiği gibidir.

Yılmaz, H.R., 1987'de yapmış olduğu çalışmasında mühendislik uygulamaları ve projelendirme açısından, zemin geoteknik parametrelerinin gerçeğe en yakın temsili değerlerinin seçilebilmesi için istatistik bir yaklaşıma gerek duyulduğundan bahsetmiştir [5]. Çalışmada, istatistiksel yaklaşımların genellikle çok az sayıdaki deneye ve veriye dayanılarak elde edilen geoteknik parametrelere ne kadar güvenilebileceğinin matematiksel bir kesinlikle ifade edebilme olanağı vereceğinden bahsedilmektedir. 36 adet zemin numunesi üzerinde yapılan zemin deneylerinin sonuçları kullanılmış, zemin parametrelerine ilişkin frekans histogramları ve Pearson Sistemine göre matematiksel model oluşturulmuştur.

Beyazıt, 1992'de yaptığı çalışmasında, geoteknik mühendisliğindeki belirsizliklerden dolayı zemin parametrelerindeki değişkenliğin sonucu olarak deterministik yöntemlerin yetersiz kaldığından ve olasılık yöntemlerinin gerçekçiliğinden bahsetmiştir. Bu bağlamda, çalışmada laboratuvar ortamında yapılmış tüm konsolidasyon

parametrelerinden yararlanılmıştır. Her bir değişkenin istatistiksel parametreleri oluşturan tüm alt grupları için dağılım şekillerine uygunlukları Kolmogorov-Smirnov testi ile belirlenmiş olup istatistiksel anlamlılıkları incelenmiştir [6].

Sezen, 1992’de yapmış olduğu çalışmasında zemin parametrelerini belirlemek amacıyla yapılan deney sonuçlarından bir veri bankası oluşturmuş, bu verileri kendi aralarında zeminlerin fiziksel ve mekanik özelliklerine göre ayırmış ve deney verilerinin istatistiksel analizi yapmıştır. Dağılım modellerinin uygunluğunu araştırılması için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanarak birçok parametredeki değişkenliğin normal ya da lognormal dağılımla açıklanabileceğine dikkat çekilmiştir. Zeminlerin endeks özellikleri ve mukavemet özelliklerinde korelasyon türü ilişkileri incelenmiş ve korelasyon matrisleri belirlenmiştir [7].

Koca ve Yılmaz, 1999’da yaptıkları çalışmalarında İzmir Gümrük-Üçkuyular arasındaki sahil yolunun temel tabanından aldıkları zemin parametrelerinin istatistiksel olarak değerlendirmişlerdir [8].

Lav ve Ansal, 1999’da zeminlerin konsolidasyon özellikleri ve çeşitli indeks özellikleri arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak incelemişler ve buldukları yüksek korelasyonlu ilişkiler doğrultusunda çeşitli bağıntılar önermişlerdir [9].

Göktepe ve diğ., 2000’de killerin sınıflandırılmasına istatistiksel açıdan yaklaşmışlardır [10].

Kara ve diğ., 2004’de yapmış oldukları çalışmalarında, 1900’den beri ülkemiz sınırlarında ölçülen deprem manyitütlerini istatistiksel açıdan yorum getirmiştir [11].

Okuyucu, 2004’de yapmış olduğu çalışmasında, Elazığ ilindeki yapıların beton kalitesi, zemin taşıma gücü gibi konulara değinmiş, inceleme bölgesinin zemin yapısına ait bilgileri Elazığ Jeoloji Mühendisleri Odasından alarak, beton kalitesini, zemin taşıma gücü ve deprem yönetmeliği açısından irdelemiştir [12].

Rajkai ve diğ., 2004’de yapmış oldukları çalışmalarında, 305 tane zemin tabakasının oluşturduğu zemin parametrelerine dayalı bir veri tabanı kullanarak, zeminlerin su tutma eğrilerini oluşturmaya çalışmışlardır [13].

Zorluer ve Tosun, 2004’de kil zeminlerin dispersibilite özelliğini SPSS paket programı ile istatistiksel olarak incelemişlerdir. Yapılan çalışmada diskriminant analizi uygulanmış ve uygulanan analizden elde edilen sonuçlar ile puanlama sonucunda benzer sonuçlar elde edilmiştir [14].

Sivrikaya ve Ölmez, 2007’de çalışmalarında, zeminlerin kompaksiyon parametreleri ile indeks özellikleri arasındaki ilişkiyi çoklu lineer regresyon analiziyle araştırmışlar, istatistiksel açıdan ampirik modeller geliştirmişlerdir [15].

Dipova ve Cangir, 2010’daki çalışmalarında zemin parametrelerinden olan sıkışabilirlik özelliklerini istatistiksel yaklaşımlarla belirlemeye çalışmışlardır. Zemin sıkışabilirlik parametrelerini laboratuvar ortamında belirlemişlerdir. SPSS ve Datafit paket programları kullanarak zemin indeks parametreleri ile sıkışabilirlik arasında çoklu regresyon analizleri oluşturmuşlardır [16].

Mutlu ve diğ., 2011’de yaptıkları çalışmalarında zemin parametrelerinin belirlenmesinde sismik yöntemleri kullanmışlardır. Bu parametreler doğrultusunda, bir veritabanı hazırlanmış ve zeminlerin mühendislik özelliklerinin çözümlemeleri etkili bir şekilde yapılmaya çalışılmıştır [17].

2.3. Temel Tipi Çalışmaları

Literatürde karşılaşılan bir diğer durum ise, temel tiplerinin seçiminde etkili olan zemin parametreleridir. Çalışmada numunelerin alındığı her bir temel tipine uygun ayrı ayrı literatür değerlendirilmesi yapılmıştır.

Dizdaroğlu, 1988’de, elastik zemine oturan sürekli temellerin hesabını yaptığı çalışmada zeminlerin sıkışabilirlik özelliğine de değinerek sürekli temellerin hesap yöntemlerinden bahsetmiştir [18].

Güler, 2003’de yapmış olduğu çalışmasında, radye temellerin tasarımına zemin parametrelerindeki değişimin etkisini incelemiştir. Radye temel tasarımındaki geleneksel hesap ve yöntemleri tanıtarak, temel altındaki zemin tabakasının çeşitli çevre şartları altındaki etkilerinin temel tasarımında oynadığı rolü belirlemiştir. Ayrıca çalışma sonunda radye temel tasarımına; ıslanma, kuruma, kapilarite, yer altı suyundaki değişimin etkidiği ve bu parametrelerin zeminlerde oluşturduğu değişime bağlı olarak üzerlerine yapılan yapılardaki etkilerini de incelemiştir [19].

Aykanat, 2005’de yaptığı çalışmasında zemin yatak katsayısının radye temel dizaynındaki etkisini incelemiştir. Elastik temellerin doğru sonuç vermesinin yüklenmeye maruz kalmış alanın enine, şekline, derinliğine, radye temelin pozisyonuna ve zamana bağlı olduğu açıklamıştır. Ayrıca zemin yatak katsayısı ile yük, temel tabakası kalınlığı ve kolon açıklığı arasındaki ilişkilerde irdelenmiştir [20].

Duman, 2008’de yapmış olduğu çalışmada, elastik zeminlere oturan radye temellerin hesabına değinmiştir. Öncelikle bina sistemi radye temelsiz olarak, kolon ve perdelerde mesnet koşulları tanımlanmış, çözümü sonucunda bulunan mesnet reaksiyonları ayrı modellenen plak temel üzerine etkimiş ve plak temelin statik ve dinamik çözümü yapılarak sonuçlar irdelenmiştir. Ayrıca iki parametrelili zemine oturan kiriş ve plak modelleri ile tek parametrelili zemine oturan kiriş ve plak modellerinin karşılaştırılması yapılmıştır [21].

Kökten, 2008 yılında yapmış olduğu çalışmasında yüzeysel temellerin TS 500’e göre hesap ve tasarım yöntemleri hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca temel hesabında önemli bir değeri olan yatak sayısı değeri için gerilmelerin ve oturmaların belirlenmesi gerektiğinden bahsedilmiştir [22].

2.4. Elazığ İli Jeoloji Çalışmaları

Tez numunelerinin alındığı inceleme bölgelerinin genel jeolojisi ile ilgili daha önceki senelere ait değışik araştırmacılar tarafından hazırlanmış birçok çalışma bulunmaktadır.

Elazığ ilinin Güneybatısında Baskil ilçesi bulunmaktadır. Bu bölgenin jeolojik özellikleri incelendiğinde; Yazgan,1981’de Malatya-Elazığ arasında kuzeyden güneye doğru biri üst kretase’de diğeri orta eosen’de iki ayrı birim içinde volkanik ve derinlik kayalarının yer aldığını belirtmiştir [23].

Perinçek ve Özkaya, 1981’de Bölge tektonik evriminin, ancak küçük levhalarla ayrılmış dar okyanusal havzaların gelişimi ve kapanımı ile açıklanabileceğini fakat gözlenen ilişkilerin tek bir okyanusal havzanın gelişim ve kapanımıyla açıklanamayacağını savunmuşlardır. Bu tektonik evrimde; güneyde Arabistan, kuzeyde Anadolu levhaları arasında yer alan Keban levhacığı olduğunu ifade etmişlerdir [24].

Yazgan,1984’deki bir çalışmasında bölgenin petrolojik ve tektonik özelliklerine göre levha tektoniğı kavramı içerisinde yedi farklı tektonik birlik ayırt etmiştir [25].

Perinçek ve Kozlu, 1984’de Pütürge metamorfikleri ile yüzeylenen birimlerin alt-orta eosen yaşlı sedimanter eşlenikleri maden kompleksiyle üstlendiklerini belirtmişlerdir [26].

Akgül, 1987'deki çalışmalarında granitik ve diyoritik toplulukların, farklı konsantrasyonlarda rastlanmamalarından dolayı granitoidlerin farklı cins kayaların kısmi ergimesi ile oluştuğu sonucuna varmıştır [27].

Yılmaz ve Ark, 1993'de güneydoğu orojenini doğu batı uzanımlı ve güneyden kuzeye doğru Arap platformu, yığılma prizması zonu ve nap zonu olmak üzere üç zona ayırmışlardır [28].

Akgül ve Ark, 2003'de Baskil granitoidini Elazığ magmatik kompleksi adı altında inceleyen çalışmacılar bölgede yer alan volkanik, subvolkanik ve piroklastik kayalarında bu gruptan olduğunu belirtmişleridir [29].

Dumanlılar ve ark, 2005'deki çalışmalarında, inceleme bölgesini magmatik kayaları Baskil magmatitleri ve Bilaser tepe magmatitleri olmak üzere ikiye ayırmışlardır [30].

Elazığ ilinin kuzeydoğusunda Karakoçan ilçesi ve Bulgurcuk bölgesi bulunmaktadır. Bölgenin jeolojisi literatürde; Arni, 1936'da yaptığı çalışmasında bölgedeki tektonik yüzeyleri 5'e ayırarak incelemiş ve Toridler ve İranidler arasında olduğunu belirtmiştir [31].

Saraçoğlu, 1953'de bölgenin coğrafi genel özelliklerini belirterek, tek tek coğrafi açıdan incelemiştir [32].

Kipman, 1976'da yaptığı çalışmalarda Keban metamorfitlerini yaşlıdan gence doğru mermer, alt şist ve üst şist olarak birimlere ayırmıştır [33].

Aşan, 1987'de yüzey araştırmaları yaparak bölgenin Orta Çağ tarihine ışık tutmuştur [34].

Turan, 1984'de yaptığı çalışmasında Keban metamorfitlerinin mermer ve rekristalize kireçtaşıyla temsil edilen düşük derecede metamorfize olmuş platform tipi karbonatlardan oluştuğunu belirtmiştir [35].

Kaya, 2001'de yaptığı çalışmasında yaşlı Keban metamorfitlerini formasyon mertebesinde dört birime ayırarak incelemiştir [36].

Elazığ ilinin doğusunda Kovancılar ve Palu ilçeleri bulunmaktadır. Bu bölgelerin jeolojisi literatürde şu şekilde ifade edilmiştir;

Ketin, 1946'da Elazığ-Palu ve Pertek bölgesinin jeolojik etüdünü konu alan çalışmalar yapmış ve ölçekli jeolojik haritasını çıkarmıştır [37].

Arpat ve Şaroğlu, 1971-1975'de Doğu Anadolu fayı üzerinde incelemeler yapmışlar ve ölü deniz fayı ile doğrudan bağlantılı olduğunu ve fay zonu boyunca Maraş

doğusunda genellikle sol yanal atımın, Maraş ile Antakya arasında ise eğimin olduğunu belirtmişlerdir [38, 39].

Sirel ve diğ., 1975’de Kırkgeçit formasyonu adıyla incelenen birimi Gevla Çayı formasyonu adı altında incelemişlerdir. Fosil içeriğine dayanarak Orta-Geç oligosen yaşını vermişlerdir [40].

Hall, 1979’da bölgenin güneyinde yüzeylenen ofiyolitleri de içine alarak Türkiye’deki ofiyolit yerleşmesinin aşamalarını belirtmiştir [41].

Naz, 1979’da Kırkgeçit formasyonundan farklı bölümler almış, tayin edilen fosillere göre birimin yaşını belirlemiştir. Elazığ-Palu dolaylarında Karabakır formasyonuna ait beyaz, pembe kahverengi tuf, yamaç molozu ve bunlarla ara seviyeli bazaltların hakim olduğu litolojiden bahsetmiştir [42].

Yazgan, 1981’de bölgenin evrimini levha tektoniği kuramına göre açıklamaya çalışmıştır [43].

Şaroğlu ve Güner, 1981’de bu bölgenin Orta Miyosen’de başlayan Neotektonik dönemde sıkışmanın etkisinde kaldığını Doğu ve Batı kıvrımlı doğrultuların Kuzey ve Güneye eğimli bindirmeler yaptığını belirtmişlerdir [44].

Avşar, 1983’de Kırkgeçit formasyonu üzerinde yaptığı ayrıntılı çalışmalarda, birimin Orta Eosen’de çökmeye başladığını ifade etmiştir [45].

Sungurlu ve diğ., 1985’de bölgedeki formasyonları ortamsal, litolojik ve tektonik açılarından incelemiştir. 1985’de Elazığ-Hazar-Palu alanının jeolojisini konu ettikleri çalışmasında tektonik hareketlerin üç dönemde gerçekleşmiş fazlar halinde olduğunu belirtmişlerdir [46].

Özkul, 1988’de, Kırkgeçit formasyonunu dört üyeye ayırarak bu birimleri ölçekli jeolojik haritaya aktarmıştır [47].

Türkmen, 1991’de bölgenin sedimentolojik özelliklerini inceleyerek Yüksekova karmaşığı üzerine uyumsuz olarak gelen Kırkgeçit Formasyonu’nun karakterize edildiğini belirtmiştir [48].

Aktaş ve Robertson, 1990’da Elazığ-Palu naplarının okyanusal basenin kuzey kıtasal sınırında oluşan geç kreatese-eosen volkanik yay kompleksleri ve örtü birimlerinden oluştuğunu belirtmişlerdir [49].

Aksoy ve diğ., 1996’da Elazığ havzasının Tersiyer’deki evrimini çökme modelleriyle açıklamışlardır [50].

Elazığ ilinin batısında Uzuntarla Köyü, MustafaPaşa (M.Paşa) Mahalleleri bulunmaktadır. Bu bölgelerin jeolojisi literatürde şu şekilde ifade edilmiştir;

Tonbul, 1985'deki çalışmasında bölgenin kuzeyindeki Kuzova-Hasandağı morfolojik ünitelerinin, jeolojik, jeomorfolojik özelliklerinden bahsedilmiştir [51].

Erol ve diğ., 1987'deki çalışmalarında, jeolojik birimleri oluştukları döneme göre vermişlerdir. Üst miyosen döneminde fayların da etkisiyle daha derinleştiği ve dağların biraz daha yükseldiği belirtilmiştir [52].

Asutay, 1996'da çalışmasında, bölgedeki jeolojik formasyonların özellikleri ve yayılış alanları ile Magmatik kayaçların petrografilerini araştırmıştır [53].

Siler, 2009'da yapmış olduğu çalışmasında, Elazığ'ın batısında bulunan Büyük Çay Havzasının jeomorfolojisi, jeolojik gelişimi, arazi kullanım özelliklerinden bahsedilmiştir. Ayrıca bölgede paleozoyik'ten günümüze farklı dönemlerde oluşmuş magmatik, metamorfik, volkanik ve tortul kayaçların bulunduğundan bahsedilmektedir [54].

3. MATERYAL VE METOT

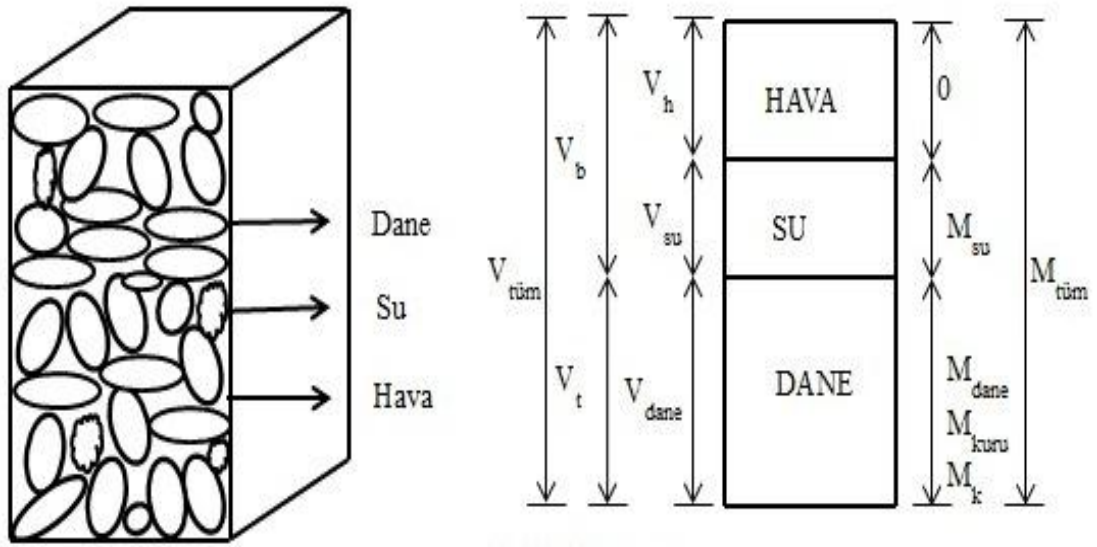
3.1. Zeminlerin Fiziksel (İndeks) Özellikleri

Zeminlerin fiziksel özellikleri denilince, yalnızca zemin sınıfları değil aynı zamanda içerdikleri su miktarı, danelerin dizilişi, birim hacmindeki danelerin ağırlığı gibi özellikleri de akla gelmelidir.

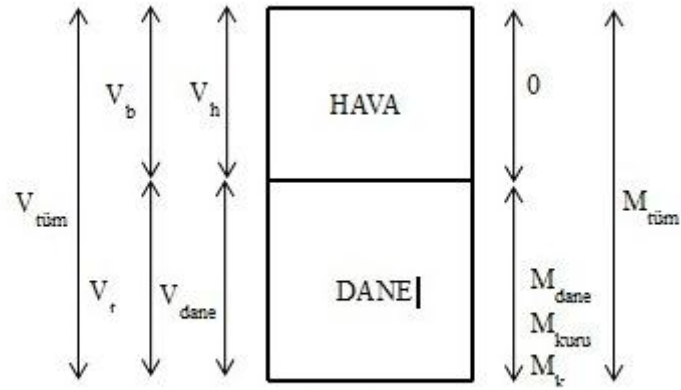
Genellikle bir zemin kütlesi katı partiküller ile bunlar arasındaki boşluklardan meydana gelmektedir. Bu boşlukların ya tamamı ya da bir kısmı su ve havayla doludur. Zeminlerin bu durumlarına göre gevşek zeminlerin (kum ve çakıllar), kohezyonlu zeminlerden (killi ve siltli) farklı davranması doğaldır. Gevşek haldeki bir kumla, sıkı haldeki bir kum aynı şekilde davranış göstermez. Aynı şekilde doymuş haldeki bir kil, kuru haldekinden daha farklı davranış gösterecektir. Konsolide olmuş bir gevşek zemin boşlukları azaldığı için geçirimsiz hale gelebilir. Yani tüm bunlardan dolayı zeminler için tanımlanmış hacim ve ağırlık bağıntıları büyük ölçüde önem taşımaktadır.

3.1.1. Zeminlerde Faz İlişkileri (Hacim-Ağırlık (V-W) Bağıntıları)

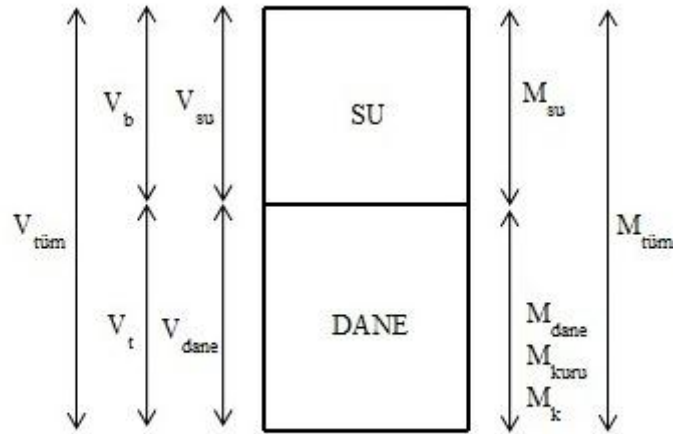
Zeminler, en genel durumda, üç temel bileşen olarak nitelendirilen yüksek sıkışabilir özellikte inorganik ya da organik katı daneler, daneler arasındaki boşluklardaki çeşitli çözülmüş elektrolitler içeren su (sıvı) ve yine danelerin arasında bulunan boşluklardaki hava ve havanın oluşturduğu su buharından (gaz) oluşmaktadırlar. Ayrıca doymuş haldeki bir zemin katı ve su, tamamen kurduğunda ise katı ve hava olmak üzere iki fazlı da olabilmektedir. Zemin özelliklerinin tanımlanması ve aralarında bağıntılar kurulabilmesi bu üç fazın birbirleriyle olan ilişkilerine dayanmaktadır [55,56]. Bir zemin kütlesinin hacim-ağırlık bağıntıları ya da faz diyagramı denilen üç boyutlu diyagramlarla gösterilir (Şekil 3.1).



a) Faz diyagramı



b) Kuru zemin



c) Doygun zemin

Şekil 3.1. Zeminlerin hacim-ağırlık bağıntıları (faz diyagramı) [55]

Hacim-Ağırlık bağıntılarında dane hacmi $V_d=1$ ya da tüm hacim $V_t=1$ birim olarak kabul edilir. Şekil 3.1 a'da toplam hacim aşağıdaki bağıntıyla yazılabilir.

$$V=V_d+V_{su}+V_h=V_t+V_b \quad (3.1)$$

Burada V_d katı hacmi, V_h hava hacmi, V_{su} su hacmi ve V_b boşluk hacmidir.

3.1.1.1. Boşluk Oranı (e)

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (3.2)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. V_v boşlukların hacmi, V_s ise katı partiküllerin hacmidir. Boşluk oranı, “e” genelde ondalık olarak ifade edilmektedir. Teorik olarak sıfır ile sonsuz arasında bir değer göstermesine karşı, kum ve çakıllı zeminler için 0,4 ile 1,0 arasında; killerde ise 0,3 ile 1,5 aralığındadır. Bu değer organik zeminlerde daha da yüksek değerler alabilir [55].

3.1.1.2. Porozite (n)

$$n = \frac{V_v}{V_T} \times 100(\%) \quad (3.3)$$

şeklinde tanımlanır. V_v , boşlukların hacmi, V_t ’de toplam hacimdir. Genellikle yüzde olarak ifade edilmektedir. Alabileceği değerler yüz ile sıfır aralığındadır [55].

Porozitenin (n), boşluk oranı (e) cinsinden değeri,

$$n = \frac{e}{1 + e} \quad (3.4)$$

olarak bulunabilir. Boşluk oranının porozite cinsinden değeri ise aşağıdaki şekildedir:

$$n = \frac{n}{1 - n} \quad (3.5)$$

3.1.1.3. Doygunluk Derecesi (S_r)

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100(\%) \quad (3.6)$$

olarak tanımlanır. Doygunluk derecesi boşlukların hacminin yüzde kaçının suyla dolu olduğunu ifade eder. Zeminlerin kuru olması halinde $S_r=0$; doymuş zeminlerde ise $S_r=100$ 'dür [55].

3.1.1.4. Su Muhtevası (w)

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (3.7)$$

olarak tanımlanır. W_w , su ağırlığı, W_s , katı (dane) ağırlığıdır. Bir zeminin bünyesinde bulunan su miktarının zemin danelerinin miktarına oranını belirlemede zeminin toplam kütlesi değil kuru kütlesi esas alınır. Yüzde olarak ifade edilen su içeriği sıfır ile sonsuz arasında değişmektedir Bazı denizel killerde veya organik zeminlerde %500 veya daha yüksek değerlere çıkmasına rağmen genellikle doğal su içeriği %100'ün çok altındadır [55, 56].

3.1.1.5. Birim Hacim Ağırlık (γ)

Birim hacim ağırlık kavramı faz diyagramında hacim tarafını kütle tarafına bağlayan bir orandır. Bir cismin birim hacminin (1 m^3 vb.) ağırlığına, o cismin birim (hacim) ağırlığı denilir. Birim ağırlık, γ simgesi ile gösterilir. Doğal zeminlerde birim hacim ağırlık değeri boşluklardaki suyun miktarına ve mineral danelerinin kendi yoğunluklarına göre değişmektedir [3, 55].

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (3.8)$$

- **Doğal Birim Hacim Ağırlık (γ_n):**

Zeminin yaş ağırlığının tüm hacmine oranı olarak tanımlanır. Bu terim, doğal zeminler için doğal (tabii) birim ağırlık, γ_n adını alır. Doğal olmayan zeminlerde yaş ağırlık olarak adlandırılır. Bu terim zeminler için tipik 15-20 kN/m³ mertebesinde değerlere sahiptir [3,55].

$$\gamma_n = \frac{W_{TÜM}}{V_{TÜM}} = \frac{\gamma_s + w\gamma_s}{1 + e} \quad (3.9)$$

- **Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_s):**

Zeminin kuru ağırlığının (dane ağırlığının) tüm hacme oranıdır [3, 55].

$$\gamma_k = \frac{W_{kuru}}{V_{TÜM}} = \frac{W_{dane}}{V_{TÜM}} = \frac{\gamma_s}{1 + e} \quad (3.10)$$

- **Doygun Birim Hacim Ağırlık (γ_d):**

Suya tam doymuş zeminlerde; tüm ağırlığın, tüm hacme oranı olarak tanımlanır. Su altındaki zeminler vb. doymuş birim ağırlığa sahiptir [3,55].

$$\gamma_d = \frac{W_{doygun}}{V_{tüm}} = \frac{\gamma_s + e\gamma_{su}}{1 + e} \quad (3.11)$$

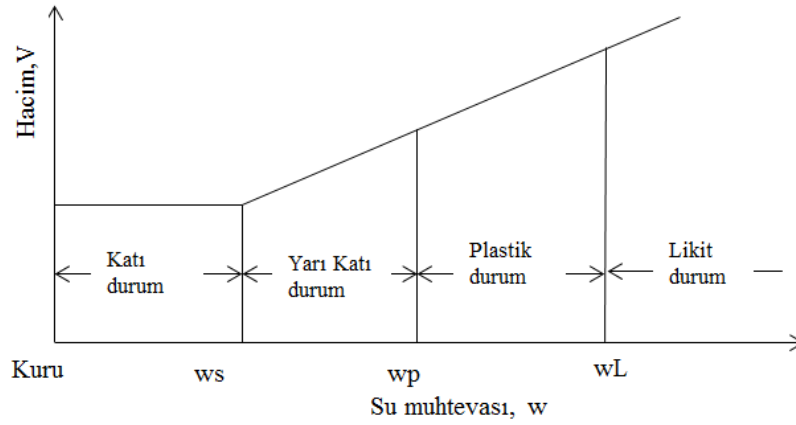
- **Batık Birim Hacim Ağırlık (γ'):**

Serbest yeraltı suyu altındaki zeminler için söz konusu olup, doymuş birim hacim ağırlık ile suyun birim ağırlığı arasındaki fark olarak tanımlanır. Suyun birim ağırlığı yaklaşık olarak 10 kN/m³ olarak alınabilir [3, 55].

$$\gamma' = \gamma_d - \gamma_{su} = \gamma_d - 10 \quad (3.12)$$

3.1.1.6. Zeminlerde Kıvam

Zemin daneleri arasındaki boşluklarda suyun varlığı özellikle ince daneli zeminleri büyük ölçüde etkilemektedir. Zeminin su içeriğine bağlı olan bu durumlar; kabaca yumuşak, orta sert, sert gibi adlar alırlar. İnce daneli (kohezyonlu) zeminler, su katılıp yoğrulduklarında, plastiklik özelliği gösterirler (plastik zeminler). Plastiklik veya plastisite, ince daneli zeminlerin bir özelliği olup; kırılmadan şekil verilebilmeyi ifade eder. Bu özellik, kum, çakıl gibi iri daneli ve daneleri arasında yapışma-çekme kuvvetleri olmayan zeminlerde görülmez (Plastik olmayan zeminler, NP).



Şekil 3.2. Kohezyonlu zeminlerde V-w ilişkisi ve kıvam limitleri [55]

Likit limit (w_L veya LL): Sıvı halde bulunan zemin karışımının plastik ve likit durumları birbirinden ayıran sınır su içeriğidir. Başka bir deyişle, zeminin kendi ağırlığı altında akabildiği en düşük su içeriğidir.

Plastik limit (w_p veya PL): Plastik ve yarı katı durumları birbirinden ayıran sınır su içeriğidir. Diğer bir deyişle, zeminin, yoğrularak, 3 mm çapına indiği sırada yüzeyinde çatlakların meydana geldiği durumdaki su muhtevası değeridir.

Rötre (büzülme) limiti (w_s veya SL): Zeminin sıvı ve plastik durumdayken su muhtevasındaki azalma, hacminde bir azalmaya neden olur. Zemin yarı katı durumdayken su muhtevasındaki bu azalma artık hacminde bir değişikliğe neden olmaz. Hacim sabit kalır. Bu durumun başladığı su muhtevasına büzülme limiti denir [55-57].

3.2. Zeminlerin Mekanik Özellikleri

3.2.1. Zeminde Kompaksiyon (w_{opt} , γ_{kmaks})

Mekanik enerji uygulayarak zeminin yoğunluğunun arttırılması işlemine kompaksiyon denilir. Kompaksiyon işlemi ile zeminlerin taşıma gücünün arttırılması, don etkisi, şişme ve büzülme gibi etkilerden kaynaklanabilecek hacim değişimlerinin kontrolü, zeminlerin geçirimsizliğinin azaltılması ve zeminlerin yükler altında yapacağı oturmanın azaltılması amaçlanmaktadır.

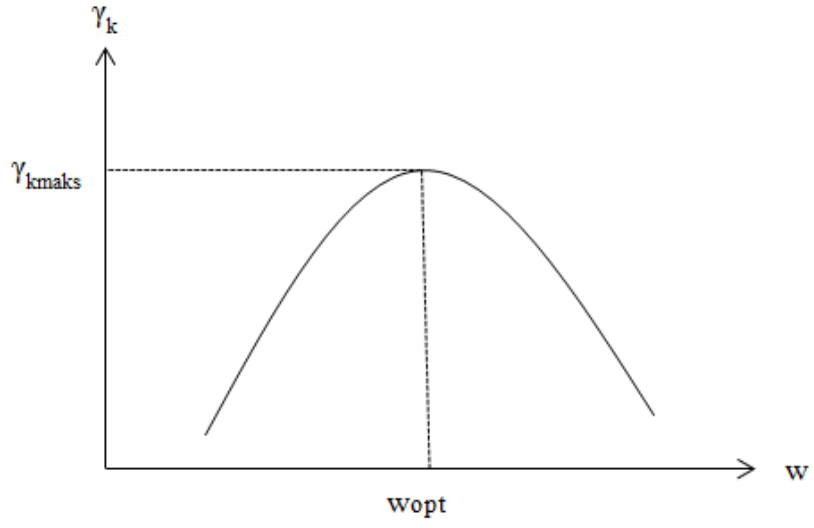
Bir zemin, sabit bir kompaksiyon enerjisi ile değişik su içeriklerinde sıkıştırıldığında artan su içeriği ile kuru yoğunluğu önce artmakta, maksimum bir değere ulaşmakta, sonra da azalmaktadır. Zemin içinde yeterli su bulunmadığında daneler arası sürtünme kuvveti ve kapiler gerilme arttığından, elektriksel kuvvetler çekim kuvvetlerine dönüşmektedir. Su, daneler arası bir tür yağlama etkisi yapmaktadır. Zeminin su muhtevasının fazla olması halinde su pratikte sıkışmaz olduğundan zeminin boşluk hacmi fazla azaltılamamaktadır. Bu durumda boşluk suyu basınç artışları meydana gelecek ve bu hidrostatik basınç danelerin birbirine yaklaşmasına karşı koyacaktır. Optimum su muhtevastaki bir zemin, iyi bir kompaksiyonun elde edilmesi için önemlidir. Sıkıştırma enerjisi arttıkça zeminlerdeki partikül dizilimi giderek daha iyi yönelme eğilimindedir. Aynı zemin için daha büyük kompaksiyon enerjisi, daha yüksek kuru birim hacim ağırlık, daha düşük optimum su muhtevası verir (Şekil 3.4).

Sıkıştırılmış (kompaksiyona tabi tutulmuş) bir yaş zeminde, kompaksiyonun ölçüsü, o zemine ait kuru yoğunluğudur. Bir yaş zemine ait kuru yoğunluk ne kadar büyükse, o yaş zemin o kadar iyi sıkıştırılmış demektir. Sıkıştırılmış bir zemin için yaş ve kuru yoğunluklar yazılıp birbirine bölünürse, kompaksiyonun temel bağıntısı elde edilir. Kompaksiyon uygulamalarında optimum su muhtevası (w_{opt}) ve kuru birim hacim ağırlık (γ_k) olmak üzere iki parametre vardır [57-59].

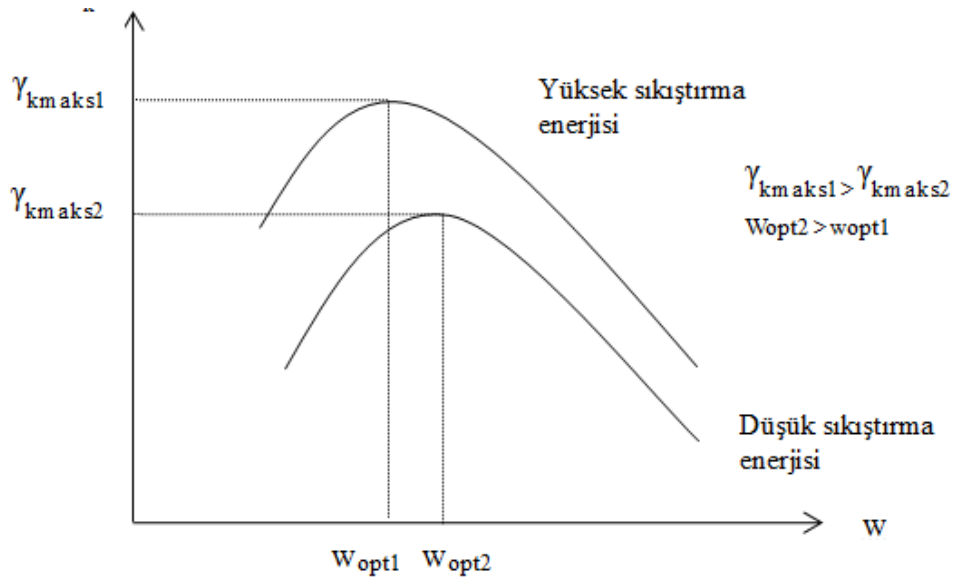
$$\gamma_n = \frac{\gamma_s(1+w)}{1+e} \quad (3.13)$$

$$\gamma_k = \frac{\gamma_s}{1+e}, \frac{\gamma_n}{\gamma_k} = 1+w \quad (3.14)$$

$$\gamma_k = \frac{\gamma_n}{1+w} \quad (3.15)$$



Şekil 3.3. Su muhtevası- kuru birim hacim ağırlık etkisi [1]



Şekil 3.4. Kompaksiyon enerjisine göre γ_k - w değerleri [1]

3.2.2. Zeminlerde Konsolidasyon

Dış kuvvetlerden gelen yükler altında, zemin tabakalarında meydana gelen düşey şekil değiştirmeler, zeminlerin oturması olarak adlandırılmaktadır. Oturma veya oturma farkları, belli (izin verilebilir, müsaade edilebilir) oturma değerlerini aşmamalıdır. İzin verilebilir oturmalar aşıldığında, yapılarda çatlaklar, ağır hasarlar, hatta yıkılmalar meydana gelebilir. Mevcut yapılardaki hasar veya göçme nedenlerinin başında, oturmalar, özellikle farklı oturmalar gelmektedir. Bu bakımdan, temel zemini yeterli düzeyde incelenmeli ve temellerin muhtemel oturmaları dikkate alınmalı, hesaplanmalı, izin verilebilir değerlerle karşılaştırılmalıdır.

Kohezyonsuz zeminlerde oturma kısa süreliyen, kohezyonlu zeminlerde daha uzun süreli görülmektedir. Kohezyonsuz zeminlerde yüksek geçirimlilikten dolayı boşluklardaki suyun bir kısmı dışarı akarak, boşluk hacminin azalması kısa sürede görülmektedir.

Yapıların temel tasarımında en önemli nokta, oturma miktarının ne olacağının ve ne kadar hızlı gelişeceğinin kestirilmesidir. Aşırı oturmalar özellikle oturmanın hızlı olduğu durumlarda yapısal hasarlara neden olabilir. Yüklemeye maruz kalan bir zemindeki oturmanın üç bileşeni vardır: Ani (distorsiyon) oturma, konsolidasyon oturması (birincil) ve ikincil konsolidasyon (sekonder) oturmasıdır. Zeminlerdeki toplam oturma bu üç oturmanın toplamına eşit olmalıdır [1, 57, 59].

Ani (distorsiyon) oturma (S_i): Zemin tabakasında, yapıdan gelen yükler altında hemen ani bir şekilde, düşük geçirimliliğinden dolayı, hacim değişikliği olmaksızın ($\Delta V=0$ Poisson oranı, $\nu=0.5$) meydana gelen oturmadır. Ani oturma, inşaat yapım sürecinde gerçekleşir. Bu oturma aslında elastik olmasa da genellikle elastik teoriden hesaplanmaktadır. Ani oturmalar sıkı temellerin tasarımında göz önüne alınmalıdır.

Birincil (Primer) Konsolidasyon oturması (S_c): Suyu doymuş kil tabakasına aktarılan ek düşey gerilmelerden dolayı, artan boşluksuyu basıncının, zeminin düşük geçirimliliğinden dolayı, uzun sürede (birkaç aydan, birkaç yıla kadar) tabaka dışına çıkmasıyla, sabit bir gerilme altında, uzun sürede meydana gelen oturmaya, birincil (primer) konsolidasyon veya konsolidasyon oturması denir. Oturmanın derecesini boşluk suyu basıncının drenaj hızı belirler [1].

Konsolidasyon oturmasını belirlemek için laboratuvarında bir boyutlu konsolidasyon (ödometre) deneyi yapılarak konsolidasyon parametreleri belirlenir.

- **Hacimsel Sıkışma katsayısı (m_v) ve sıkışma indisi:**

Suya doymuş ince daneli bir zeminin konsolidasyon oturması (ΔH) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\Delta H = H \times \Delta \sigma \times m_v \quad (3.16)$$

$$\Delta H = \frac{H}{1 + e_0} C_c \log \frac{\sigma_1 + \Delta \sigma}{\sigma_1} \quad (3.17)$$

Burada; “ e_0 ” boşluk oranı, H yapının üzerinde oturduğu suya doymuş ince daneli zemin tabakasının kalınlığı, “ $\Delta \sigma$ ” dış yüklerden dolayı oluşan gerilme artışı, “ σ_1 ” ince daneli zemin tabakasının ortasındaki yapı yapılmadan önceki efektif gerilme, C_c sıkışma indisi, “ m_v ” hacimsel sıkışma katsayısıdır.

Bu eşitliklerde konsolidasyon parametreleri olan sıkışma indisi (C_c) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) ödometre deney sonuçlarına göre hesaplanır.

$$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{\sigma_1 + \Delta \sigma}{\sigma_1}} = \frac{\Delta e}{\Delta \log \frac{\sigma_2}{\sigma_1}} \quad (3.18)$$

$$m_v = \frac{a_v}{1 + e_0} = \frac{\frac{\Delta e}{\Delta \sigma}}{1 + e} \quad (3.19)$$

Burada; “ a_v ” sıkışma katsayısı, “ $\Delta \sigma$ ” gerilme farkı, “ Δe ” toplam boşluk oranı farkı ve “ e_0 ” ise ilk gerilmenin uygulandığı andaki zeminin boşluk oranıdır.

- **Konsolidasyon Katsayısı (c_v):**

Konsolidasyonun herhangi bir anında (t zamanda) meydana gelen oturma, aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır:

$$\Delta H_t = U \times \Delta H \quad (3.20)$$

Burada; “ U ” konsolidasyon yüzdesi, “ ΔH ” toplam konsolidasyon oturmasıdır. “ U ” ise zamanın fonksiyonu olup aşağıdaki gibi bulunur:

$$U = f(T_v) \quad (3.21)$$

$$T_v = \frac{c_v t}{(H_d)^2} \quad (3.22)$$

Burada; “ c_v ” konsolidasyon katsayısı, “ H_d ” drenaj boyu ve “ T_v ” zaman faktörüdür.

İkincil (sekonder) konsolidasyon oturması (S_s): Ek boşluksuyu basıncının sönmesinden sonra, oturmanın sona ermesi gerekir. Ancak, araştırmalar, oturmanın bazı durumlarda çok az da olsa zamanla devam ettiğini göstermiştir. Buna ikincil (sekonder) konsolidasyon oturması denilir. Bu tür oturmalar yüksek plastisiteli killerde, organik zemin ve turbalarda önemli derecede etkindir [60-61].

3.3. Saha Çalışması ve Numunelerin Alınması

Çalışmada kullanılan zemin örnekleri, Türkiye’nin Yukarı Fırat Bölümü’nde yer alan Elazığ ilinin doğusundan batısına farklı bölgelerinden örselenmiş olarak alınmıştır. Bu şekilde rastgele yapılan seçimle örneklerin değişik kökenlerden türemiş olmasına ve farklı temel uygulamalarının yapılmış olmasına özen gösterilmiştir. Çalışma alanına ait şekiller ve genel görünümü “Google Earth” programından temin edilmiştir [81]. Tez çalışması kapsamında alınan örneklerin coğrafik dağılım yer bilgileri Tablo 3.1’de görülmektedir.

Elazığ ilinin coğrafik dağılımını gösteren grafik Şekil 3.5’de gösterilmiştir. Kullanılacak örnekler temel çukuru açılmış inşaat sahasından örselenmiş olarak alınmıştır. Seçilen her lokasyondan planlanan deneylerin yapılmasına yetecek miktarda örnek alınarak, bunlar koordinat bilgilerini de içerecek şekilde etiketlenmiş ve laboratuvara nakledilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan örneklerin yerleri

Örnek No	Bölge	Temel Çeşidi	Örnek No	Bölge	Temel Çeşidi
NUM1	Doğukent	Radye	NUM16	Ataşehir	Radye
NUM2	Doğukent	Radye	NUM17	Ataşehir	Radye
NUM3	Doğukent	Radye	NUM18	Ataşehir	Radye
NUM4	Doğukent	Radye	NUM19	Ataşehir	Radye
NUM5	Doğukent	Radye	NUM20	Ataşehir	Radye
NUM6	Doğukent	Radye	NUM21	Ataşehir	Radye
NUM7	Doğukent	Radye	NUM22	Sürsürü	Radye
NUM8	Doğukent	Radye	NUM23	Sürsürü	Radye
NUM9	Doğukent	Radye	NUM24	Sürsürü	Radye
NUM10	Ulukent	Radye	NUM25	Sürsürü	Radye
NUM11	Ulukent	Radye	NUM26	Sürsürü	Radye
NUM12	Ulukent	Radye	NUM27	Sürsürü	Radye
NUM13	Ulukent	Radye	NUM28	Sürsürü	Radye
NUM14	Ulukent	Radye	NUM29	Sürsürü	Radye
NUM15	Ulukent	Radye	NUM30	Sürsürü	Radye
Örnek No	Bölge	Temel Çeşidi	Örnek No	Bölge	Temel Çeşidi
NUM31	Sürsürü	Mütemadi	NUM46	Kovancılar	Mütemadi
NUM32	Sürsürü	Mütemadi	NUM47	Palu	Mütemadi
NUM33	Sürsürü	Mütemadi	NUM48	Palu	Mütemadi
NUM34	Sürsürü	Mütemadi	NUM49	Palu	Mütemadi
NUM35	Sürsürü	Mütemadi	NUM50	Palu	Mütemadi
NUM36	Kovancılar	Mütemadi	NUM51	Palu	Mütemadi
NUM37	Kovancılar	Mütemadi	NUM52	Palu	Mütemadi
NUM38	Kovancılar	Mütemadi	NUM53	Arıcak	Mütemadi
NUM39	Kovancılar	Mütemadi	NUM54	Arıcak	Mütemadi
NUM40	Kovancılar	Mütemadi	NUM55	Arıcak	Mütemadi
NUM41	Kovancılar	Mütemadi	NUM56	Arıcak	Mütemadi
NUM42	Kovancılar	Mütemadi	NUM57	Arıcak	Mütemadi
NUM43	Kovancılar	Mütemadi	NUM58	Alacakaya	Mütemadi
NUM44	Kovancılar	Mütemadi	NUM59	Alacakaya	Mütemadi
NUM45	Kovancılar	Mütemadi	NUM60	Alacakaya	Mütemadi
Örnek No	Bölge	Temel Çeşidi	Örnek No	Bölge	Temel Çeşidi
NUM61	Sarıkamış	Kısmi Radye	NUM76	Palu	Kısmi Radye
NUM62	Sarıkamış	Kısmi Radye	NUM77	Palu	Kısmi Radye
NUM63	Uzuntarla	Kısmi Radye	NUM78	Palu	Kısmi Radye
NUM64	Uzuntarla	Kısmi Radye	NUM79	Palu	Kısmi Radye
NUM65	Arıcak	Kısmi Radye	NUM80	Palu	Kısmi Radye
NUM66	Arıcak	Kısmi Radye	NUM81	Palu	Kısmi Radye
NUM67	Arıcak	Kısmi Radye	NUM82	Karakoçan	Kısmi Radye
NUM68	M.Paşa	Kısmi Radye	NUM83	Karakoçan	Kısmi Radye
NUM69	M.Paşa	Kısmi Radye	NUM84	Karakoçan	Kısmi Radye
NUM70	M.Paşa	Kısmi Radye	NUM85	Karakoçan	Kısmi Radye
NUM71	Baskil	Kısmi Radye	NUM86	Bulgurcuk	Kısmi Radye
NUM72	Baskil	Kısmi Radye	NUM87	Bulgurcuk	Kısmi Radye
NUM73	Baskil	Kısmi Radye	NUM88	Bulgurcuk	Kısmi Radye
NUM74	Baskil	Kısmi Radye	NUM89	Bulgurcuk	Kısmi Radye
NUM75	Baskil	Kısmi Radye	NUM90	Bulgurcuk	Kısmi Radye



Şekil 3.5. Elazığ ili coğrafi dağılımı [81]

3.4. Laboratuvar Çalışmaları

3.4.1. Zeminlerin İndeks Özelliklerinin Belirlenmesi

3.4.1.1. Doğal Birim Hacim Ağırlığının Belirlenmesi (γ_n)

Zeminlerde doğal birim hacim ağırlık zeminin yaşı ağırlığının, tüm hacmine oranı olarak tanımlanabilir. Bu terim, doğal zeminler için doğal (tabii) birim ağırlık, " γ_n " adını alır. Zeminler için tipik olarak 15-20 kN/m³ aralığında değişir.

Su taşıma yöntemi kullanılarak zeminlerin doğal birim hacim ağırlık, " γ_n " değeri aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

$$\gamma_n = \frac{M_n}{V - \left(\frac{M_1 - M_n}{\gamma_p} \right)} \quad (3.23)$$

Burada; M_n topağın doğal kütlesi, M_1 parafinle kaplanmış topağın kütlesi, V su düzeyleri arasındaki fark (parafinli numunenin hacmi) ve γ_n ise parafinin yoğunluğu 'dur [62-65].

3.4.1.2. Özgül Ağırlığının Belirlenmesi (G_s)

Özgül ağırlık, zeminin dane birim hacim ağırlığının (γ_s) 20°C sıcaklığındaki suyun birim hacim ağırlığına (γ_w) oranı olarak ifade edilir ve G_s sembolü ile gösterilir.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (3.24)$$

Dane birim hacim ağırlığı ise, danelerin kuru ağırlığının danelerin boşluksuz durumdaki hacmine oranı olarak ifade edilir. Bir zeminin dane birim hacim ağırlığı ile özgül ağırlığının belirlenmesi aynı işlemlerden oluşmaktadır. Örneğin özgül ağırlık değerinin laboratuvar ortamında deney yapılarak belirlenmesinden sonra, yukarıdaki bağıntıya göre ($\gamma_s = G_s \times \gamma_w$) eşitliği ile zeminin dane birim hacim ağırlığını elde etmek mümkündür. Özgül ağırlık değeri konsolidasyon deneyinde boşluk oranlarının hesaplanmasında, hidrometre deneyinde dane çaplarının ve toplam geçen yüzdelerin hesaplanmasında, doygunluk derecesi gibi diğer ağırlık-hacim ilişkilerinin hesaplanmasında kullanılan bir parametredir.

Özgöl ağırlığın laboratuvarda deney yapılarak belirlenmesi için ASTM, BS ve TS’de belirtilen yöntemlerde veya kullanılan bazı araç-gereçlerde farklılıklar bulunmaktadır. ASTM D 854 (2000)’de çapı 4.75 mm’den (No.4 elek) küçük olan danelerin belirlenmesi için, en az 250 ml hacmindeki veya daha yaygın kullanılan 500 ml hacmindeki yoğunluk şişesinin kullanılması önerilirken, 4.75 mm’den daha büyük boyutlu olan daneler için ASTM C127 (2001)’de Arşimet terazisi önerilmektedir. BS 1377: Part 2: 1990:8.3’de çapı 2.00 mm’den küçük olan danelerin özgül ağırlığının belirlenmesi için, 50 ml veya 100 ml hacmindeki yoğunluk şişesinin kullanılması önerilmekte, 2.00 mm’den daha büyük boyutlu daneler için ise ‘Gaz Kavanozu’ olarak adlandırılan bir yöntem önerilmektedir. TS 1900 (1997) ise büyük ölçüde BS 1377 ile uyumluluk göstermektedir [62].

İnce daneli zeminlerin yoğunluk şişesi kullanılarak özgül ağırlığının belirlenmesinde, ASTM ve BS büyük ölçüde birbiriyle benzerlik gösterirken, bazı noktalarda farklılık görülmektedir. Bunların başında, deneyde kullanılacak olan zemin örneğinin dane boyutu ve dolayısıyla yoğunluk şişesinin hacmi veya büyüklüğü gelirken, en önemli fark, ASTM’de sıcaklık farklarını gidermek için yoğunluk şişesinin kalibrasyonu gerekmekte iken, BS’de sıcaklık farklarının oluşmaması için ‘sabit sıcaklık su tankının’ kullanılması önerilmektedir. İri daneli zeminlerin özgül ağırlığının belirlenmesi içinse ASTM C127 (2001)’de belirtilen Arşimet terazisi ile BS 1377:Part 2:1990:8.2’de belirtilen gaz kavanozu yöntemleri, birbirinden tamamen farklı ilkelere dayanmakta ve farklı araç-gereç gerektirmektedir [62-65].

Zemin danelerinin özgül ağırlığı (G_s) aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

$$G_s = \frac{W_1}{W_1 - W_3 + W_2} \quad (3.25)$$

Burada; W_1 kuru zemin ağırlığı (gr), W_2 su+piknometre ağırlığı (gr), W_3 su+piknometre+zemin ağırlığı (gr), G_s özgül ağırlık (gr/cm³).

3.4.1.3. Dane Boyu Analizleri: Elek Analizi

Elek analizi deneyi; zeminlerde kaba danelilerin yüzde olarak oranların tespitinde yapılan bir deneydir. Elek analizi deneyi ile ince daneliler de tespit edilebilmekte (silt+kil) fakat bunların birbirlerine olan oranları tespit edilememektedir.

Granüle zeminlerde zemin partikülünün boyutu, zeminin mühendislik davranışlarını etkilemektedir. O nedenle, sınıflama amaçlı çalışmalarda çoğu zaman bir zemin içindeki partikül veya dane boyu ile bunların dağılımını bilmek istenir [1].

Dane çapı zeminlerin birçok mühendislik özelliğini etkilemektedir:

- Zeminin su geçirgenliği: Temiz iri daneli zeminler, ince daneli zeminlerden çok daha yüksek su geçirgenliğine sahiptir.
- Zeminin mukavemeti: İyi derecelenmiş zeminler daha yüksek mukavemete ve taşıma gücüne sahip olmaktadır.
- Zeminin sıkışabilirliği: İyi derecelenmiş zeminle, uygulanan yükler altında, kötü derecelenmiş veya üniform zeminlerden daha az sıkışma göstermektedir.
- Zemin içindeki kapiler su yükselmesi, dane çapı dağılımından doğrudan etkilenmektedir.
- Zeminlerin dondan etkilenme oranı dane çapına bağlı olmaktadır.
- Zeminlerin su geçirgenliğine bağlı olarak yük altında sıkışma hızı, yükleme sırasında içindeki suyun dışarı çıkabilme kolaylığı (buna bağlı olarak da basınç değişimleri) dane çapı dağılımından etkilenmektedir.
- Yukarıda sıralanan zeminlerin mühendislik özellikleri dane çapından etkilendiği için değişik amaçlarla malzeme seçiminde dane çapını belirleyici rol oynamaktadır.
- Zeminlerin standart sistemlerine göre sınıflandırılması, ancak granülometri eğrilerinin saptanması ile mümkün olmaktadır [56].

Dane boylarının sınıflanmasında çok değişik standartla belirlenmiştir. Bunlardan bazıları; ASTM, AASHTO ve USCS sınıflandırmalardır.

İri kaya bloğu	Blok	Çakıl	Kum			Silt	Kil	Kolloid
			İri	Orta	İnce			
300	75	4,75	2,0	0,425	0,075	0,005	0,001	

İri kaya bloğu	Çakıl	Kum		Silt	Kil	Kolloid
		İri	İnce			
75	20	0,425	0,075	0,005	0,001	

İri kaya bloğu	Blok	Çakıl		Kum			İnce (Kil, silt)
		İri	İnce	İri	Orta	İnce	
300	75	19	4,75	2,0	0,425	0,075	

Şekil 3.6. ASTM, AASHTO ve USCS sınıflama sistemlerinin karşılaştırılması [1]

Örneklerin zemin sınıflarının belirlenebilmesinde ASTM (American Standards for Testing Methods) standartları ve sınıflamalarına uyulmuştur. Bunun için ilk olarak ASTM D422-63 standardı referans alınarak zeminlerin dane boyu dağılımı belirlenmiştir [1-3, 62-65].

- Toplam Kalan Ağırlıkların Hesaplanması: Bir eleğin kendisi ve üzerinde bulunan eleklerin üstünde kalan zemin danelerinin toplam ağırlığıdır.
- Toplam Geçen Ağırlıkların Hesaplanması: Bir elekten geçen zemin danelerinin tamamının ağırlığıdır.
- Toplam Geçen Yüzdelelerin Hesaplanması: Bir elekten geçen zemin danelerinin, toplam zemin içindeki miktarının yüzde olarak ifade edilmesidir.

$$\text{Toplam Geçen Yüzde (\%)} = \frac{\text{Elekten geçen danelerin toplam ağırlığı (Toplam geçen ağırlık)}}{\text{Elek analizi deneyinde kullanılan örneğin toplam ağırlığı}} \times 100 \quad (3.26)$$

3.4.1.4. Hidrometre Deneyi

0.075 mm'den daha küçük boyutlu olan zeminlerin dane boyutunun belirlenmesi için uygulanan ve bir çöktürme analizi olan hidrometre deneyinin genel prensipleri Stokes yasasına dayanmaktadır. Stokes yasası, küre şeklinde olan daneler için geçerli olduğundan, Stokes eşitliğine göre zeminlerin dane boyutunun belirlenmesinde, zemin danelerinin şeklinin de küre olduğu kabul edilmektedir. Buna göre özgül ağırlığı, zemin danelerinin özgül ağırlığı ile aynı olan ve su içerisinde zemin daneleri ile aynı hızda çöken kürenin çapı, zemin danelerinin çapı olarak belirlenmektedir. Buna "eşdeğer küre teorisi" de denilmektedir.

Çöktürme analizinde zemin daneleri, içi su ile dolu olan bir silindirin içerisinde kendi ağırlığı ve yerçekiminin etkisi ile çökmeye bırakılmakta ve belirli zamanlarda hidrometre adı verilen camdan yapılmış bir gereçle danelerin çökme mesafeleri ve zemin – su karışımının yoğunluğu ölçülmektedir. Analizi yapılan zemin danelerinin hepsinin aynı özgül ağırlığa sahip olduğu kabul edilmek koşuluyla, büyük boyutlu danelerin daha hızlı, küçük boyutlu danelerin ise daha yavaş çökecekleri bilinmektedir.

ASTM E 100 (2001)'de 151 H ve 152 H olmak üzere iki farklı tipte zemin hidrometresi tanımlanmıştır. 151 H tipi hidrometreler, zemin - su karışımının gr/cm³ veya gr/ml cinsinde yoğunluğunu ölçecek şekilde tasarlanmışken, 152 H tipi hidrometreler ise gram cinsinden karışımdaki zemin miktarını ölçmektedir. Her iki tip hidrometre de ağırlığı

hacmine eşit olacak ve ağırlık merkezi gövde kısmının tam ortasında yer alacak şekilde imal edilir. 151 H tipi hidrometreler 20°C sıcaklığındaki saf suyun yoğunluğunu 1 gr/cm³ veya gr/ml olarak ölçecek şekilde kalibre edilirler.

Hidrometre deneyinde, zemin danelerinin çapı, danelerin belirli bir zamanda aldıkları yol (çökme mesafeleri) ölçülerek; bu danelerin, analizde kullanılan danelerin toplam ağırlığına oranı (toplam geçen yüzdesi) ise karışımın yoğunluğu ölçülerek belirlenir. 151 H tipi zemin hidrometreleri hem danelerin çökme mesafelerinin hem de karışımın yoğunluğunu ölçecek şekilde tasarlanmıştır [62-65].

Düzeltilmeler;

$$F_m=1$$

$$F_T=0,4$$

$$F_z=7 \text{ şeklindedir.}$$

$$21^\circ\text{C için } F_T=0,4$$

$$15^\circ\text{C ve } 28^\circ\text{C arası için; } F_T=-4,85+0,25T=0,4 \text{ bulunur.}$$

$$R_{cp}=R+F_T-F_z \text{ (Düzeltilme uygulanmış hidrometre okuması)} \quad (3.27)$$

$$R_{cl}=R+F_m \text{ (Menisküs düzeltilmesi uygulanmış hidrometre okuması)} \quad (3.28)$$

$$D = A \times \sqrt{\frac{L(\text{cm})}{t(\text{min})}} \text{ (Dane çapı)} \quad (3.29)$$

$$\%P = D \times P_{200} \quad (3.30)$$

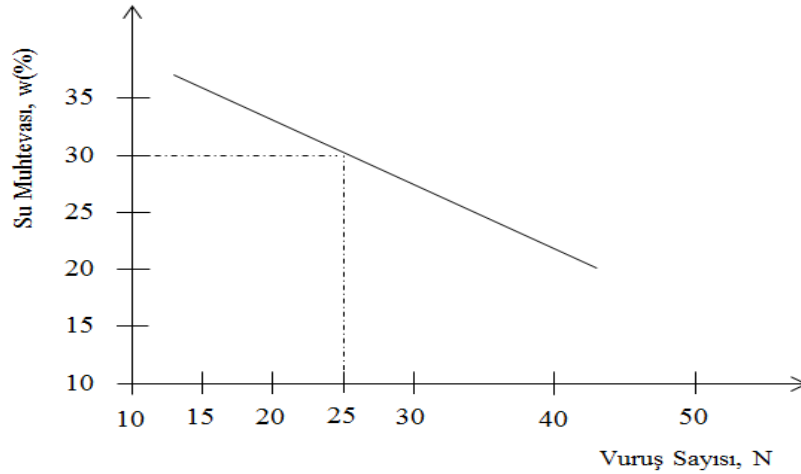
3.4.1.5. Kıvam Limitlerinin Belirlenmesi

- **Likit Limitin Belirlenmesi (Casagrande Yöntemi):**

Bu deney Casagrande cihazı kullanılarak zeminlerin likit limitinin belirlenmesi amacıyla yapılır. No.40 (0.425 mm) elekten elenmiş olan zemin örneği, Casagrande cihazının kabına yerleştirilerek oluk açma bıçağı ile iki parçaya bölündükten sonra, çevirme kolu saniyede iki düşüş yaptırılacak şekilde çevrilir. Açılan oluğun tabandan itibaren 10 mm boyunca kapandığı andaki düşüş sayıları ile buna karşılık gelen su

içerikleri kullanılarak çizilen grafik üzerinden 25 düşüşe karşılık gelen su içeriği likit limit olarak belirlenir.

Zeminlerin likit limiti, bu deneyde 25 düşüşe karşılık gelen özel bir su içeriğidir. Bu yöntemle 25 düşüşe karşılık gelen su içeriğini tek bir denemede bulabilmek mümkün olmadığı için en az dört tane düşüş sayısı ve su muhtevası değerleri alınmalıdır. Yatay ekseninde N (düşüş sayısı) ve düşeyde w (su muhtevası) olarak şekilde işaretlenerek, elde edilen noktalardan en uygun doğru geçirilir [62].



Şekil 3.7. Likit limitin belirlenmesi [62]

- **Plastik Limitin Belirlenmesi:**

Bu deney, zeminin plastik kıvamda olduğu durumdaki en düşük su içeriğini belirlemek için yapılır. Cam veya plastikten yapılmış düz bir yüzey üzerinde el ayasıyla veya parmaklarla muntazam bir şekilde yuvarlanan zemin örneği, 3 mm çapında ve yaklaşık 10 mm uzunluğundaki bir silindir şeklini kazandığında, su içeriğinden dolayı kırılıp çatlamaların meydana geldiği andaki su içeriği, zeminin plastik limiti olarak değerlendirilir. Plastik limit deneyi, likit limit deneyi ile bağlantılı olarak yürütülür. Plastik limit deneyi; zeminin plastik kıvamda olduğu durumdaki en düşük su içeriğini belirlemek amacı ile yapılmaktadır.

Numuneye ait plastik limit (w_p) değeri;

$$w_p = \frac{w_{tw} - w_{td}}{w_{td} - w_t} \quad (3.31)$$

Burada; w_t , kap ağırlığı, w_{tw} , zemin ve kap ağırlığı, w_{td} ise kurutulan zemin ve kap ağırlığıdır.

3.4.1.6. Su Muhtevasının (w) Belirlenmesi

Su muhtevası, zemin örneğinin içerdği su ağırlığının (W_w) aynı örneğin kuru ağırlığına oranı (W_s) olarak ifade edilmektedir [4]. Herhangi bir deney yöntemi için belli bir miktar tavsiye edilmemiş ise, su içeriğinin doğru belirlenebilmesi için alınması gereken en az örnek miktarı aşağıdaki tablodaki gibidir [62, 63].

Tablo 3.2. Su içeriğinin belirlenmesi için alınması tavsiye edilen en az yaş örnek miktarı (ASTM D-2216, 1998)

Örneğin İçerdiği En Büyük Tane Çapı (Mm)	Elek No	Su İçeriği Sonucu %0.1 Yakınlıkla Verilecekse, Alınması Gereken En Az Örnek Miktarı (Gr)	Su İçeriği Sonucu % 1 Yakınlıkla Verilecekse, Alınması Gereken En Az Örnek Miktarı (Gr)
0,425	40	20	20
2.0	10	50	20
4.75	4	100	20
9.5	3/8 in	500	50
19.0	3/4 in	2500	250

Zeminlerin su muhtevaları (w) aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

$$w = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100 \quad (3.32)$$

3.4.1.7. Rölatif Sıkılık (D_r)

Zeminin sıkılık durumunu yansıtır. Zeminin en gevşek (en çok boşluklu) durumundaki boşluk oranı (maksimum boşluk oranı, e_{max}) değeri ile zeminin, rölatif sıkılığının belirlenmek istendiği durumuna ait boşluk oranı (e) farkının, maksimum boşluk oranı, e_{max} ve zeminin en sıkı (en az boşluklu) durumundaki boşluk oranı (minimum boşluk oranı, e_{min}) farkına olan oranıdır. En sıkı durumda 1 (%100) ve en gevşek durumda 0 (%) sınır değerlerini alır.

Zeminin rölatif sıkılığı D_r , aşağıdaki bağıntıyla belirlenir.

$$D_r(\%) = \left(\frac{e_{maks} - e}{e_{maks} - e_{min}} \right) \quad (3.33)$$

Burada; e_{mak} zeminin maksimum boşluk değeri, e_{min} zeminin minimum boşluk değeri, e ise zeminin normal haldeki boşluk oranıdır [55].

3.4.1.8. Standart Proktor Deneyi

Bu deney, belirli bir metotla sıkıştırılmış zeminde, maksimum kuru birim hacim ağırlığı veren su muhtevası civarındaki su muhtevalarında birim hacme sığacak en çok zemin ağırlığının bulunması ile ilgilidir. Deneyde 30,5 cm'den serbestçe düşen 2,5 kg'lık tokmağın sağladığı mekanik iş kullanılmaktadır. Zeminin kompaksiyon yani sıkışma durumunun ölçüsü olarak kuru birim hacim ağırlık esas alınır. Sıkıştırılmış bir zeminde, kompaksiyonun ölçüsü, o zemine ait kuru birim hacim ağırlığıdır. Kuru birim hacim ağırlık ne kadar büyükse, o zemin o kadar iyi sıkıştırılmış demektir [55, 62].

Sıkıştırılmış zeminin yaş birim ağırlığı (γ_n), her bir numune için aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

$$\gamma_n = \frac{W_2 - W_1}{V} \quad (3.34)$$

Burada; W_2 kalıp + tabanı ve sıkıştırılmış zemin ağırlığı, W_1 kalıp ve taban ağırlığı, V ise kalıbın iç hacmidir.

Zeminin Kuru birim hacim ağırlığı ise aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

$$\gamma_k = \frac{\gamma_n}{1 + w} \quad (3.35)$$

Burada: w , su muhtevasıdır.

Bir seri deney sonucunda elde edilen kuru birim hacim ağırlık (γ_k) ve bunlara karşılık su muhtevası (w) değerleri, eksen takımı üzerine işaretlenir. Elde edilen noktalardan parabolik bir eğri geçirilerek maksimum değer belirlenir.

3.4.2. Zeminlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

3.4.2.1. Konsolidasyon (Ödometre) Deneyi

Killi ve siltli zeminlerin oturma parametreleri, bir boyutlu konsolidasyon deneyi ile belirlenmektedir. Bu deney, yanal deformasyonu önlenmiş olan, suya doymuş disk biçiminde örselenmemiş bir zemin numunesinin, alt ve üst yüzeyinden drenaj sağlanarak, düşey ve eksenel bir basınç altında konsolidasyon miktarı ve hızının ölçümü ile ilgilidir [1,55].

Zemin numunesine uygulanan yükleme ile doğan nihai çökmeler (mm) yazılır. Konsolidasyon deneyinde basınç arttırma oranı birdir [65,66].

Yani; (Yük-Önceki Yük) / (Önceki Yük) =1 şeklinde ifade edilebilir.

Numune Kalınlığının Belirlenmesi: Zemin numunesinin her yük altındaki kalınlığının yarısı olarak alınır. Çift taraflı drenajda numune kalınlığı $d=2H$ olmaktadır.

Katı Danelerin Eşdeğer Yüksekliği:

$$2H_0 = \frac{W_s}{G_s \times \gamma_w \times A} \quad (3.36)$$

W_s = Numunenin etüv kuru ağırlığı,

G_s = Özgül ağırlık (Özgül ağırlık deneyinde bulunan değer kullanılacaktır.)

A = Numunenin alanı,

H_s = Numunenin eşdeğer kalınlığı

Boşluk Yüzdelerinin Belirlenmesi:

$$\%e = \frac{2H - 2H_0}{2H_0} \quad (3.37)$$

$2H$ = Zemin numunesinin kalınlığı (cm)

$2H_0$ = Zemin danelerinin eşdeğer yüksekliği (cm)

Konsolidasyon Katsayısının Belirlenmesi:

Logaritmik Metot için

$$C_v = \frac{0,05 \times 10^{-6} \times (H)^2}{t_{50}} \text{ (m}^2/\text{s)} \quad (3.38)$$

Karekök Metodu için:

Sıkışma miktarını veren komparatör saati okumaları ile etkiye süresinin karekökü arasındaki bağıntıyı gösteren grafiğin bir doğru üzerine düşen ilk kesimi, sıfır etkiye süresini gösteren düşey eksenini kesecek biçimde uzatılır ve bu kesişme noktası düzeltilmiş sıfır noktası olarak alınır (O). Bu düzeltilmiş sıfır noktasından geçen ve her noktasının yatay eksenini, ilgili sıkışma miktarına, daha önce çizilmiş bulunan doğru üzerine karşılık olan noktanınkinin 1,15 katı olan bir ikinci doğru çizilir (OB). Bu ikinci doğrunun deney sonuçlarından elde edilmiş bulunan eğriyi kestiği nokta, birincil sıkışmanın % 90'ını gösteren nokta olarak kabul edilir. Bu noktanın yatay eksenini t_{90} , grafikten okunur ve konsolidasyon katsayısı, C_v aşağıdaki eşitlikten hesaplanır [60,66]:

$$C_v = \frac{0,212 \times 10^{-6} (H_{ort})^2}{t_{90}} \quad (3.39)$$

ve

$$H_{ort} = \frac{H_I + H_{I+1}}{2} \quad (3.40)$$

Burada;

H : Her basınç artışı için deneyde elde edilen oturma değerleri, (mm)

H_{ort} : İlgili basınç artışları için hesaplanan ortalama numune yüksekliği, (mm)

t_{90} : Birincil sıkışmanın %90'ı için gereken süre (s) dir.

Sıkışma Katsayısı (d_v):

$$d_v = \frac{e_1 - e_2}{P_1 - P_2} = \frac{\Delta e}{\Delta P} \text{ (cm}^2/\text{kg)} \quad (3.41)$$

Hacimsel Sıkışma Modülü (M_v): Bu modül, basıncın birim artmasına tekabül eden birim hacmindeki azalmadır [76,77].

$$M_v = \frac{d_v}{1 + c_v} \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{kg}} \right) \quad (3.42)$$

Hacimsel Sıkışma Katsayısı: m_v cm^2/kg olarak, numunenin alındığı noktada etkimekte olan efektif düşey basınca ek olarak $1\text{kg}/\text{cm}^2$ lik bir basınç artımı ile hesaplanır. Bu değer yarı logaritmik grafikten şu şekilde bulunur;

$$m_v = \frac{\Delta H}{\Delta P} \times \frac{1}{H} = \frac{\Delta H}{H} (\text{kg}/\text{cm}^2) \quad (3.43)$$

Burada;

$$\Delta P = 1 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

$\Delta H = 1 \text{ kg}/\text{cm}^2$ lik bir basınç artımında numunede oluşan sıkışma miktarı

$H =$ Numunenin alındığı noktadaki efektif düşey basınca tekabül eden numune kalınlığıdır.

Ordinat olarak boşluk oranı gösterilmişse m_v aşağıdaki bağıntı kullanılarak bulunur [61]:

$$m_v = \frac{\Delta e}{\Delta P} \times \frac{1}{1 + e_0} = \frac{\Delta e}{1 + e_0} (\text{kg}/\text{cm}^2) \quad (3.44)$$

$$\Delta P = 1 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

$\Delta e = 1 \text{ kg}/\text{cm}^2$ lik basınç artımının boşluk oranında meydana getireceği azalma miktarı

$e_0 =$ Numunenin alındığı noktadaki efektif düşey basınca tekabül eden boşluk oranıdır.

Sıkıştırma katsayısı, gerektirdiği takdirde benzer bir şekilde herhangi bir basınç artırımını için hesaplanabilir. Hacimsel sıkışma modülü, birim kalınlıktaki bir kil tabakasının birim yük farkı altında nihai oturma olarak ifade edilir.

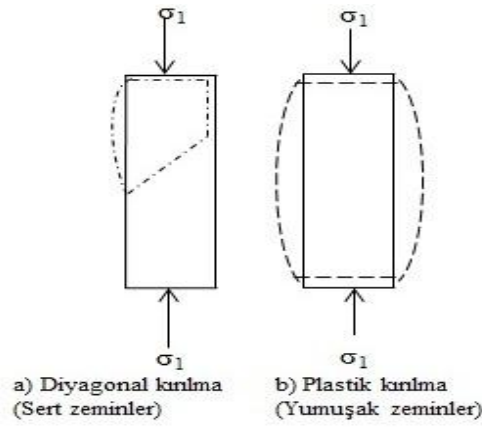
3.4.2.2. Serbest (Tek Eksenli) Basınç Deneyi

Zemin numunesine ve çevre basıncı tatbik edilmeksizin, düşey basınca maruz bırakılarak kırılması ile elde edilen dayanıma tek eksenli drenajsız basınç dayanımı denir. Bu değer zeminin en yüksek dayanımı olup, q_u olarak ifade edilmektedir. Hem örselenmiş hem de örselenmemiş numuneler üzerinde uygulanabilmektedir. Silindirik zemin örneği ($D=38 \text{ mm}$, $H=76 \text{ mm}$) yanal basınç olmaksızın düşey basınç gerilmesine tabi tutulmaktadır. Serbest basınç deney aleti, biri sabit diğeri düşey yönde hareket edebilen iki yuvarlak plakadan oluşur. Zemin örneği iki plaka arasına yerleştirilir. Düşey yük, yük halkası vb. bir ölçme düzeni ile düşey deformasyon biçiminde uygulanır. Yük halkası elastik, lineer davranan yuvarlak bir çelik halkadır. Halkanın yükün uygulandığı

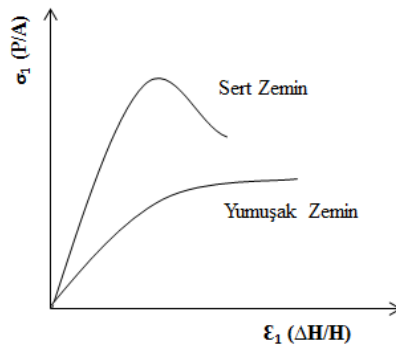
doğrultudaki çapında meydana gelen kısalma miktarı içindeki bir deformasyon saati ile gözlenir. Daha önce bilinen yükler altında yük halkası kalibre edilerek içindeki deformasyon saatinin bir taksimatının ne kadarlık bir yüke karşılık geldiği belirlenir [1,63].

Yük halkası okumaları kalibrasyon katsayısı ile çarpılarak deformasyona ait kuvvetler bulunur. Deney sırasında uygulanan yük sonucu kesit alanında meydana gelen genişleme dikkate alınarak yeni kesit alanı hesaplanır. Her deformasyona ait kuvvetler numune alanına bölünerek gerilmeler bulunur [62,63].

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (3.45)$$



Şekil 3.8. Değişik kırılma biçimleri [55]



Şekil 3.9. Serbest basınç deneyinde deformasyon-gerilme ilişkileri [55]

3.5. İstatistiki Çalışmalar

Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde SPSS (Statistical Package for Social Sciences) bilgisayar programı kullanılmıştır. Bu program yardımı ile tanımlayıcı istatistik bilgileri (asgari ve azami değerler, ortalama, standart sapma vb.) elde edilebildiği gibi sonuçlar arasında bir bağıntının ya da ilişkinin olup olmadığı da belirlenebilmektedir.

İstatistiki çalışmalara başlamadan önce bir araştırmacının yapması gereken ilk çalışma verilerin düzenlenmesidir. Frekans dağılım tabloları ve çeşitli grafikler eğer çok sayıda veri ile çalışılıyorsa verilerin şeklini ve yığılma noktalarını görmek açısından işe yarayacaktır.

Yapılan bir çalışmada, verilere bakarak bunların yorumlanması ve anlamlı bir sonuç çıkarılması mümkün değildir. Bu verilerin bir takım özelliklerinin de sunulması gerekmektedir. Tanımlayıcı istatistikler kategorisi içinde; ortalama, medyan ve mod gibi merkezi eğilim ölçütleri, standart sapma ve varyans gibi ortalamalardan sapma ölçütleri ile çarpıklık ve basıklık gibi normalden sapma ölçütleri vardır [67].

İstatistikte birçok terimden oluşan bir sayıyı temsil ve ifadeye yeterli olan tek bir rakama ortalama denir. Ortalama aynı zamanda serinin özelliklerini de belirler. Ortalama, bir veri setindeki değerlerin, hangi değer etrafında toplanmış olduklarını gösterir, bu nedenle aynı zamanda “merkezi eğilim ölçütleri” olarak da adlandırılır. Merkezi eğilim ölçütleri; aritmetik ortalama, medyan ve moddan ibarettir.

Bu çalışmada, Elazığ ilindeki hangi zemin sınıfına hangi temel çeşidi uygulanmıştır? sorusunun cevabı SPSS programıyla analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda zeminler üzerinde yapılan elek analizi ve kıvam limitleri deney sonuçlarına göre alınan veriler programa girilmiş ve minimum, maksimum ve ortalama değerlerinin yanı sıra yüzde değerleri incelenerek hangi zemin sınıfında hangi temel çeşidi kullanımının daha yaygın olduğu araştırılmıştır.

3.6. Zemin İncelemesi ve Temel Sistemleri

Yapının yükünü emniyetli bir şekilde taşıyabilecek temel sistemi tasarlayabilmek için, temel zemininin tabakaları ve kalınlıkları, türleri, eğim yönleri, yer altı suyu seviyesinin derinliği, zeminlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Temel inşaat projelerinde gerekli bu bilgilerin yanında bazı ilaveten zemin parametrelerinin (kayma dalga hızı, kayma modülü, vb.) bilinmesine de ihtiyaç duyulabilir. Zemine ait özelliklerin yanlış bilinmesi yanlış temel sistemi seçimine sebep olacaktır.

Bir bina temeli tasarlanmadan önce, koşulların uygunluğuna göre yüzeysel temeller ve derin temeller iki başlık altında toplanırlar. Bu çalışmada yüzeysel temellerin (radye temel, kısmi radye temel, mütemadi temel) seçiminde zemin özelliklerinin etkisi araştırılmıştır.

Bir yüzeysel temelin derinliği; don derinliği, su içerisinde olacak değişikliklerin hacimsel değişikliklere yol açtığı aktif zon derinliği, bitkisel ve organik zon derinliği, örselenmiş ve ayrılmış üst tabaka derinliği, çöp veya kontrolsüz dolgu derinliği, oyulma derinliği, deprem yükleri altında sıvılaşma veya kayma mukavemetinin yitirilmesi olasılığı olan tabaka derinliği göz önünde tutularak hesaplanır. Bu etkenlerin yanı sıra yapım güçlükleri ve maliyet ile taşınacak yükün doğrultusu, büyüklüğü ve sağlam zemin tabakası derinliği temel derinliğinin belirlenmesinde etkilidir [68].

Temel sisteminin seçilmesinden önce zemin parametrelerinin doğru belirlenebilmesi için zeminlerden örnek alma işleminin doğru bir şekilde yapılması önem arz etmektedir. Bu çalışmada, temel çukurlarından örselenmiş olarak örnekler alınmış, laboratuvar ortamında arazi şartları sağlanmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda; zeminlerin tiplerine uygun olarak örnek alınabilmesi için aşağıdaki bilgilerin göz önüne alınması faydalı olacaktır:

- Çakıl ve Blok İçeren Kohezyonsuz Zeminler: En iyi araştırma yöntemi kuruda kazı yapmaktır. Yer altı suyu altında araştırma gerekiyorsa su seviyesini indirmek gerekebilir. Kazılardan sınıflandırma amacı ile örnek alınabildiği gibi arazi yoğunluğu, dayanım ve deformasyon parametreleri için arazi deneyleri yapılabilmesine de olanak sağlamaktadır. Sondaj yapılacaksa sondaj deliğinde ilerleme zor ve yeterli nitelikte örnek almak güç olabilir. Olası en büyük çaplı delgi aygıtını kullanmak doğru olur. Taşlı zeminde 300-450 mm, çakıllı zeminde 200-250 mm çap uygundur. Sondaj sırasında alınabilen örnekler 5.sınıftır ve ince danelerin yıkanma, kaba danelerin kırılmış olması olasılığı fazladır. Sondaj deliğinde yapılacak geçirimsizlik deneyleri, ince danelerin oranı hakkında bilgi verebilir. Koni deneyi çakıllar nedeni ile zordur ve bu nedenle statik- dinamik deney daha uygun olabilir. Presiyometre deneyi kaba çakıllı formasyonlarda oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır [69].
- Kumlar; Kuru zeminde su eklenmesi gerekir, bu da doğal su kapsamını değiştirir. Yer altı su seviyesi altında delgi sırasında kaynamayı önlemek için delik su ile dolu tutulmalıdır. Alınan örneklerin ince danelerden yıkanma olasılığı vardır. Ve

sınıflandırma, delgi sırasında yapılacak SPT (Standart Penetrasyon Deneyi) deneyinden elde edilen örneklerde yapılmalıdır. Daha büyük örnek 100 metre karot yakalayıcı uç takılmış açık tüp örnek alıcı ile elde edilir. Bu tür örneklerde hacim değişikliği olabileceğinden birim hacim ağırlığı belirlenmesi doğru yapılmayabilir ve piston örnek alıcının kullanılması gerekli olabilir. Çok gevşek veya çok çok sıkı formasyonlarda örselenme olabilir. Temiz kumlarda normal örnek alma yöntemi başarısız olup hava basınçlı kum örnek alıcı kullanmak gerekebilir. Yer altı suyu üzerinde sığ derinliklerde el burgusu veya kazı yeterlidir. Yer altı suyu altında SPT sonuçları zeminin gevşeme olasılığı nedeniyle gerçekçi olmayabilir. Tasarımın koni ve levha dilatometresi deneyine dayandırılması bu durumlarda daha doğru olabilir. Her iki deney sonucundan dayanım ve sıkışma ile ilgili parametreler tahmin edilebilir. Benzer şekilde presiyometre de yaygın olarak kullanılmaktadır. Geçirgenlik için sondaj deliğinde permeabilite deneyleri veya pompalama deneyleri yapılabilir.

- Siltli zeminler, genelde örnek almanın ve deney yapmanın güç olduğu ortamlar olup davranışı kuma benzeyen kaba siltler ile kohezyonlu ince daneli siltleri birbirinden ayırmak, uygulanacak yöntemin belirlenmesi açısından gerekli olabilir. Uniform kohezyonlu siltlerde 100 mm'lik açık tüp örnek alıcılarla karot tutucu kullanmaksızın örnek alınabilir. Düşük permeabilite nedeniyle sondaj deliğine su eklense bile su kapsamı bu örneklerde gerçekçi biçimde saptanabilir. İnce kenarlı pistonlu örnek alıcılarla düşük–orta sıklıktaki siltlerden örnek alınabilir. İlk araştırmalarda SPT ile değişimli 100 mm açık tüp uygulaması yardımı ile göreceli sıklık hakkında bilgi edinilir. Tabanda kaynama ve örselenme nedeni ile SPT sonuçlarının gerçekten düşük görülebileceği unutulmamalıdır. Daha doğru sonuçlar CPT (koni penetrasyon deneyi) ve dilatometre ile elde edilebilir. Veyn, killi siltlerin drenajsız kayma dayanımı ölçümleri için oldukça kullanışlıdır.
- Normal konsolide killerde, sondajlar kil kesici kullanılarak açılır. Açık tüple alınan örnekler derinliğe, kilin hassaslığına ve örselenmeye bağlıdır. Örnekler ince kenarlı piston örnek alıcılarla elde edilir. Geçirgen bir tabakanın var olması halinde sondaj deliğinde kumlardaki gibi belirli bir su seviyesi sağlanması gerekir. Veyn deneyi, drenajsız kayma dayanımı için yararlı bir yöntemdir. Standart konsolidasyon deneylerinin oturma hızı ile ilgili parametreler için yanıltıcı olabildiğinden 150 mm veya 250 mm çaplı büyük pistonlu örnek alıcılar kullanılabilir. Diğer bir seçenek

arazide sabit hidrolik yüklü geçirgenlik deneyi yapıp sonuçlarını konsolidasyon katsayısı tahmininde kullanmaktır [69].

- Aşırı konsolide killerde, sondajlar darbeli yöntem veya sürekli kanatlı burgu (dolu veya boş) yardımıyla açılır. İkinci durumda granüler malzeme varsa delgiyi zorlaştırır. Bir diğer seçenek olarak dönmeli sondaj ile sondaj açılabilirse de delgi sıvısının yaratacağı örselenme ve su kapsamı değişiklikleri göz önüne alınmalıdır. Orta katı-katı kıvamlarda 100 mm açık tüp örnek alıcı ile elde edilenler genelde 1. sınıf, çok katı-sert kıvamlılarda özellikle taşlı iseler örselenme nedeniyle 2. veya 3. sınıf örnek olarak nitelendirilebilirler. Tabakalı formasyonlarda sondaj deliğinde hidrolik yük yoksa önemli örselenmeler olabilir. Daha geçirgen tabakalardan kohezyonlu tabakalara doğru boşluk suyu akımı örneklerin yumuşamasına yol açabilir. Kıvam elveriyor ise büyük çaplı pistonlu örnek alıcılar da kullanılabilir.
- Çakıl, taş ve bloklu killeri, en iyi araştırma yöntemi kuru kazılardır. Bu tür arazide yoğunluk, dayanım ve drenajsız deformasyon parametreleri için arazi deneyleri yapılabilir. Darbeli sondaj yönteminde balta ve shell sırasıyla kullanılır. Kuvvetlendirilmiş kesici çarık takarak 100 mm açık tüple killi kesimlerden örnek alınabilir, ancak kaba parçalar yeterli uzunluğu engellerken örselenmeye de neden olurlar. Sondajlar karotlu dönmeli yöntemle de yapılabilir. Elde edilecek karotlar zemin yapısını belirleyecek, ancak sondaj sıvısı su kapsamını değiştirecektir. SPT deneyleri böyle ortamlarda dayanımın kaba bir ölçüsüdür. Presiyometre deneyleri de başarılı şekilde uygulanabilir [69].

Temel sistemlerinden; mütemadi temel sistemi, yapı alanındaki toprağın zemin emniyet gerilmesinin, tekil temellerin mantıklı boyutlar içinde sağlayabilecekleri toplam alandan küçük olmasından dolayı paralel akslar boyunca tek yönde olacak şekilde yapılır. Yani, tekil temeller ne kadar büyük yapılsa yapılsın, zemin emniyet gerilmesi küçük olduğundan bina toplam yükü zemine aktarılamıyordur. İkinci uygulanma nedeni ise; işlevsel tasarım sırasında, taşıyıcı aksların birbirine çok yakın planlanması sonucu tekil temellerin yüzeyleri birbirinin içine girecek şekildedir. Böyle bir durumda iki tekil temel yerine bir sürekli temel uygulanır. Zemin emniyet gerilmesinin çok düşük olduğu yerlerde iki yönlü de uygulanabilir (Şekil 3.10).

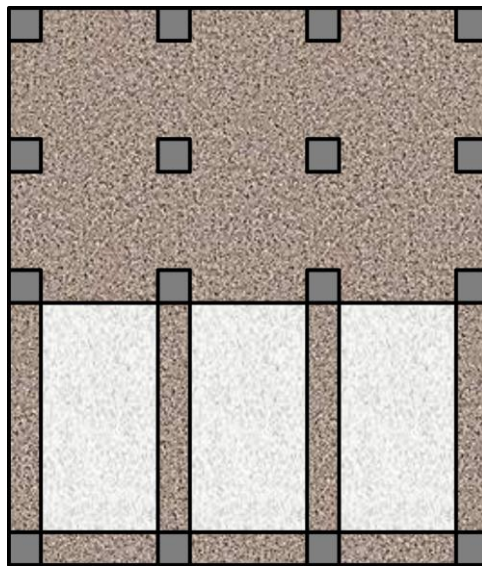
Dolma zeminlerde, emniyet gerilmesinin çok düşük olduğu ve temel zemininin fazlaca sıkışabilme özelliği gösterdiği veya temel duvarı ve kolonların birbirine çok yakın olması durumunda radye temel uygulamasına gidilir. Bina, zemini tamamen örten ve tersine çalışan bir döşeme üzerine oturtulur [80]. Radye temel uygulaması, toprak katmanları arasında bulunan, zemin suyu adı verilen suyun içinde kalması durumunda yapıyı, bu suyun basıncından ve etkilerinden korumak amacıyla ve yapının çok ağır olması ve zemin emniyet gerilmesinin düşük olması gibi nedenlerle iki yönlü sürekli temellerin taban alanının yetersiz kaldığı durumlarda yapılır (Şekil 3.11). Kısmi radyeler hakkında literatürde detaylı bilgiye rastlamak zordur. Kısmi radyeler; zemin durumuna göre tekil/mütemadi temellerin bir kısmının radye temel olarak uygulanmasıyla elde edilir. [70,78].



Şekil 3.10. Mütemadi temel uygulaması [82]



Şekil 3.11. Radye temel uygulaması [83]



Şekil 3.12. Kısmi radye temel uygulaması

4. BULGULAR

Bu çalışma, 90 farklı zemin numunesi üzerinde yürütülmüştür. Bu numunelerin 22 tanesine ilişkin fiziksel özelliklerine ait veriler Elazığ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nden (EÇŞİM) temin edilmiştir. Diğer 68 numunenin zemin dane boyu dağılımı, kıvam limitleri ve mekanik özellikleri ise Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Zemin Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. 22 farklı temel çukurlarına ilişkin veriler 1998-2000 yıllarına aittir. Tezin yürütüldüğü dönemde yalnız 68 binanın temel çukurundan sonuç alınabilmektedir. Alınan sonuçların SPSS programıyla yorumlanması ve evreni temsil etmesini sağlamak amacıyla ilgili kurumun yapmış olduğu etütlerden veriler temin edilmiştir. Böylece, 90 numuneyle “hangi zemin türünde hangi temel tipinin daha iyi olacağı” sorusuna yönelik daha rasyonel verilere ve sağlıklı sonuçlara ulaşılmıştır.

Elazığ Belediyesi Yapı İşleri Müdürlüğü ve Elazığ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nden alınan sonuçlar ilgili tablolarda gösterilmiştir. Bu veriler, ilgili resmi birim tarafından hidrometre deneyi yapılmadan verildiği için dane boyu dağılım analiz sürecinde dikkate alınmamıştır.

4.1. Laboratuvar Bulguları

4.1.1. Elazığ Bölgesinin Genel Jeolojisi

Elazığ, Doğu Anadolu Bölgesi'nin güneybatısında, Yukarı Fırat Havzasında yer alan ve hızla gelişen bir ildir. Yüzölçümü 8.455 km²'si kara, 826 km²'si baraj ve doğal göl alanları olmak üzere toplam 9.281 km²'dir. Denizden yüksekliği 1.067 metre olan Elazığ'ın, yeryüzü şekilleri açısından topraklarını dağlık alanlar, platolar ve ovalar oluşturmaktadır. Türkiye topraklarının %0,12'sini meydana getiren il sahası, 40°21' ile 38°30' doğu boylamları, 38°17' ile 39°11' kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. Şekil olarak kabaca bir dikdörtgene benzeyen Elazığ topraklarının doğu-batı doğrultusundaki uzunluğu yaklaşık 150 km, kuzey-güney yönündeki genişliği ise yaklaşık 65 km civarındadır.

İli, doğudan Bingöl, kuzeyden Keban Baraj Gölü aracılığıyla Tunceli, batı ve güneybatıdan Karakaya Baraj Gölü vasıtasıyla Malatya, güneyden ise Diyarbakır illerinin

arazileri çevrelemektedir. Yerleşim durumu itibariyle nüfus yoğunluğunun şehir ve kasabalarda yaşadığı Elazığ'ın nüfusu 2011 yılı TÜİK adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonucuna göre 558.556'dır [71]. İl/ilçe nüfusu ise 410.625 olarak sayılmıştır. Elazığ ili, M.Ö. 3000'li yıllarda kurulduğu sanılan, tarihi Harput kentinin devamıdır. Elazığ ili, Doğu Anadolu Bölgesi'nin kara, hava ve demiryolu ulaşımı geçiş merkezi konumundadır.

İnceleme alanındaki yerleşim yerlerine ait temel zeminlerine ait veriler; Abdullahpaşa, Sürsürü, Ataşehir, Doğukent, Palu, Arıcak, Kovancılar, Alacakaya, Sarıkamış, Uzuntarla, Baskil, M.Paşa, Karakoçan ve Bulgurcuk bölgelerine aittir. İnceleme bölgesinin genel haritası Şekil 4.1'de gösterilmektedir.

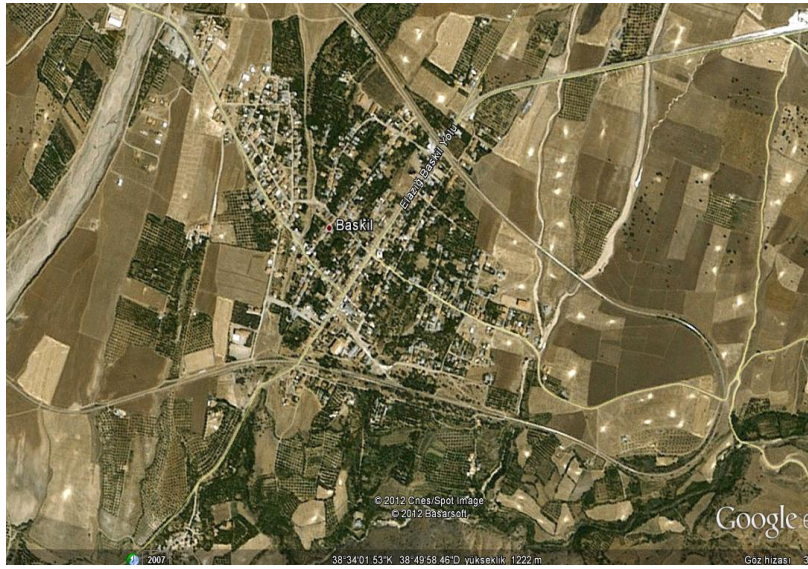


Şekil 4.1. Zemin örneklerinin coğrafik dağılımı [81]

Elazığ ve çevresinde Paleozoyik'ten Senozoyik'e kadar değişik yaşta birimler yüzeylenir. İnceleme alanında yüzeylenen birimler yaşlıdan gence doğru; Keban Metamorfikleri (Permo-Triyas), Elazığ Magmatikleri (Senoniyen), Harami Formasyonu (Üst Maestrihtiyen), Kırkeçit Formasyonu (Orta Eosen-Üst Oligosen), Karabakır Formasyonu (Üst Miyosen-Alt Pliyosen), Alüvyonlar (Pleyistosen) olarak adlandırılmaktadır.

4.1.2. Baskil ve Çevresinin Genel Jeolojisi

Keban metamorfikleri bölgede yüzeyleyen tektonomagmatik birimlerin üst seviyelerinde allokton kütleler halinde izlenmekte olup inceleme alanında gözlenen kesimlerinden derlenen örneklerin yapılan petrografik determinasyonlarına göre kalk-şist ve mermerlerden oluşmaktadır. Ancak bölgesel nitelikli çalışmalarda birimin düşük derecede metamorfizma geçirmiş mermer, şist, sleyt, siyah fillit ve çok ender olarak meta-konglomeraları içerdiği belirtilmiştir [27].

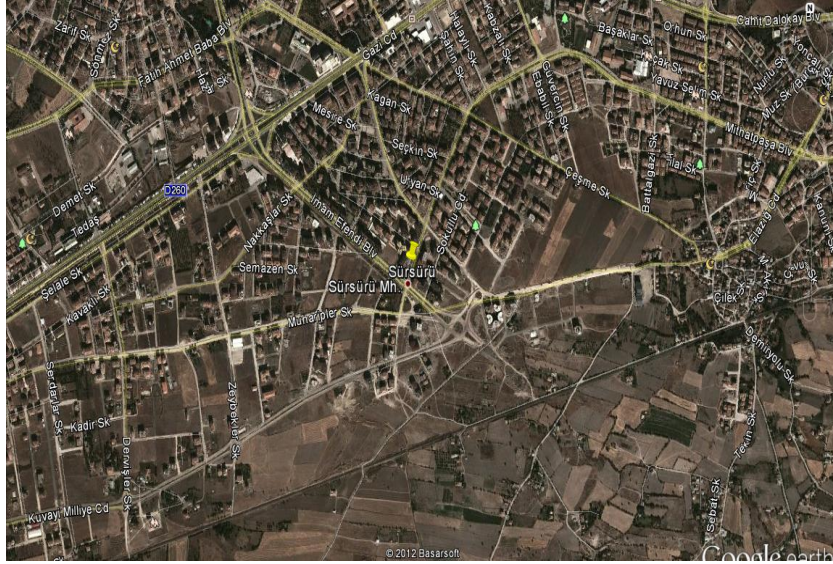


Şekil 4.2. Baskil ve çevresinin genel görünümü [81]

4.1.3. Abdullahpaşa-Sürsürü ve Çevresinin Genel Jeolojisi

Bu bölgede karabakır formasyonu görülür. Bu birim üst miyosen-pliyosen yaşlı olup kireçtaşı ve killi kireçtaşından oluşur. Bölgede alttaki birimlerde uyumsuzlukla gelen kuvaterner çökelleridir. Bu çökeller iki kısma ayrılarak incelenirse; kum kil ağırlıklı ve kum çakıl ağırlıklı Elazığ ovası çökelleri olarak ayrılabilir. Bu birim tüm Elazığ ili merkez yerleşim bölgesinde görülmektedir. Bu birimler, arazide genellikle derinliğe bağlı olarak bir arada görülmektedir. Aralarında tedrici geçiş görülür. İncelenen parselde ise kuvaterner çökellerin silt-kil karışımı seviyeleri gözlenmektedir. Bu birimlerde yer altı suyu seviyesi 10.00 metreden derindir. Ancak suyun süreksizlikler boyunca hareket etmesi nedeniyle bazı bölgelerde 4.00-5.00 metre gibi daha sığ kotlarda yer altı suyuna rastlanabilir. Güzergah boyunca aralıklı izlenebilen ve yer yer erime boşlukları içeren kireçtaşları

geçirimli özelliklere sahiptir. Yer altı suyu taşıma potansiyeline sahip kireçtaşları ile şist biriminin dokanaklarında yer altı suyu boşalımları beklenebilir [72,73].



Şekil 4.3. Abdullahpaşa-Sürsürü ve çevresinin genel görünümü [81]

4.1.4. Doğukent-Ulukent ve Çevresinin Genel Jeolojisi

Karabakır formasyonunun kireçtaşı üyesi (Tkb₂) görülen bu bölgede, killi kireçtaşı–kıltaşı adalanması ve yer yer marnlı seviyeler görülmektedir. Permo-triyas yaşlı Keban metamorfitlelerini, senoniyen yaşlı Elazığ Magmatitlerini ve orta eosen- üst oligosen yaşlı kırkgeçit formasyonunu uyumsuzlukla örtmektedir [73].



Şekil 4.4. Doğukent-Ulukent ve çevresinin genel görünümü [81]

4.1.5. Kovancılar ve Çevresinin Genel Jeolojisi

İnceleme alanında en yaşlı birim geç kretase yaşlı Elazığ magmatitleridir. Birim derinlik ve yüzey kayaçları ile temsil edilmektedir. Konglomera, kumtaşı, kumlu-killi kireçtaşı ve kireçtaşı litolojileri ile temsil edilen Elazığ magmatitleri; orta eosen-oligosen yaşlı kırkgeçit formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla yüzeylenir. Erken miyosen yaşlı Alibonca formasyonu algi kireçtaşından oluşur ve kırkgeçit formasyonu üzerinde açısız uyumsuzlukla bulunur. Literatürde geç miyosen yaşlı karabakır formasyonu; 3 adet üyeye ayrılarak incelenmiştir. Bunlar volkanik tuf üyesi, bazalt üyesi ve kireçtaşı üyesi ile temsil edilir ve kırkgeçit formasyonu üzerine açılı uyumsuzlukla gelir. İnceleme alanındaki en genç birim ise kuvaterner yaşlı alüvyonlardır ve kendinden yaşlı birimler üzerine açısız uyumsuzlukla gelir [74].

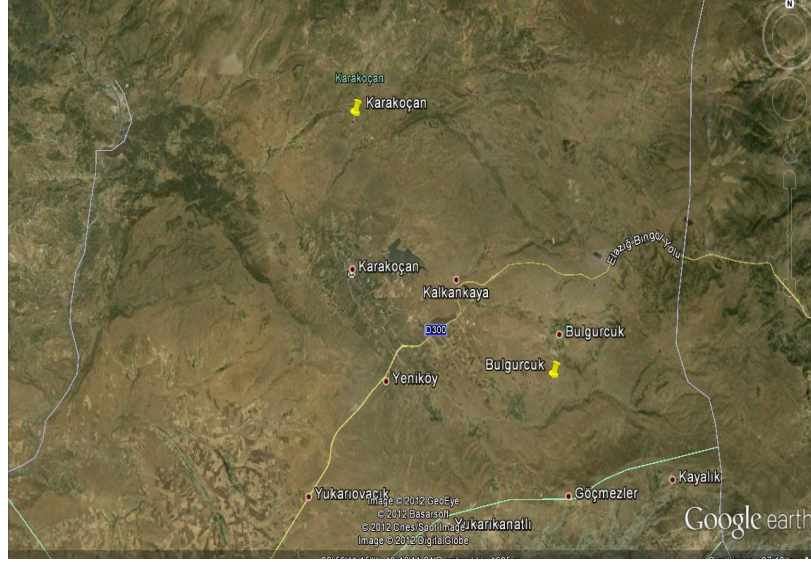


Şekil 4.5. Kovancılar ve çevresinin genel görünümü [81]

4.1.6. Karakoçan ve Çevresinin Genel Jeolojisi

Karakoçan Ovası'nda hâkim litolojiyi bazalt, andezit ve tüfler oluşturmaktadır. Üst kısımlarında tabakalı gibi görülen bazaltlarda iri kristaller hâkimdir. Bazaltlar akıntı bazaltlar şeklinde çok kırıklı ve çatlaklıdır. Yüzeyde alüvyon malzeme içerisinde akıntı ve püskürmeyle bazalt blok ve çakılları görülmekte olup, bu kayaçlarda makro örneklerde görülen hâkim doku, veziküler doku ve daha az oranda amigdaler dokudur. Karakoçan Ovası'ndan muhtelif kesimlerde açılan çukurların 15-100 cm kalınlığında örtü tabakasından sonra volkanik seriye ait kayaçlara ulaştığı görülmüştür. Karakoçan

Ovası'nın güney kesiminde geniş bir alan kaplayan alüvyonlar bol miktarda yeraltı suyunu ihtiva etmektedir. Buradaki yeraltı su seviyesi oldukça yüksektir. Yeraltı suyunun ilkbahar aylarında yüzeye çıktığı da görülmektedir. Ovanın güneyinde 1–2 metre olan yeraltı su seviyesi kuzeye doğru 6–7 metreye düşmektedir [75].



Şekil 4.6. Karakoçan ve çevresinin genel görünümü [81]

4. 2. Numunelerin Fiziksel Özellikleri

Elazığ ilinin farklı bölgelerinden alınan zemin numunelerinin dane boyu dağılımları incelendiğinde kullanılan örneklerinin büyük bir yüzdesinin ince malzemeli zeminlerden oluştuğu görülmektedir. Zeminlerin elek analizi sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir. Elek Analizi ve Hidrometre Analizine ilişkin laboratuvar çalışmaları, Şekil 4.7 ve 4.8’de verilmiştir.

4.2.1. Elek Analizi Sonuçları

Elek analizi sonuçları, Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Zemin laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.7 Kullanılan elek seti



Şekil 4.8 Hidrometre deney düzeneği

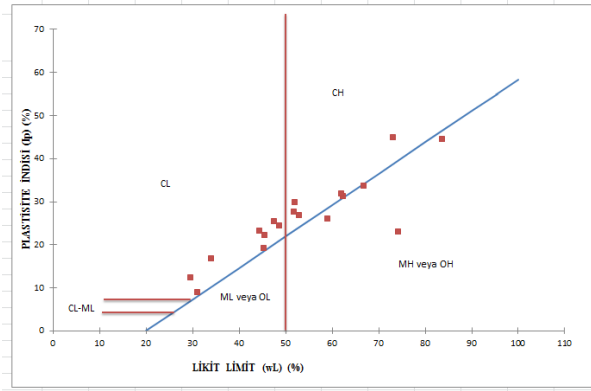
Tablo 4.1. Numunelerin elek analizi sonuçları

Örnek No	Çakıl (%)	Kum (%)	İnce Malzeme (%)	Örnek No	Çakıl (%)	Kum (%)	İnce Malzeme (%)
NUM1	11	17	72	NUM46	68	17	15
NUM2	38	18	44	NUM47	12	17	71
NUM3	54	9	37	NUM48	5	36	59
NUM4	36	9	55	NUM49	3	10	87
NUM5	27	11	62	NUM50	39	42	19
NUM6	15	12	73	NUM51	31	6	63
NUM7	1	18	81	NUM52	9	89	2
NUM8	2	18	80	NUM53	57	23	20
NUM9	2	18	80	NUM54	46	15	39
NUM10	80	8	12	NUM55	50	33	17
NUM11	43	41	16	NUM56	25	22	53
NUM12	11	28	61	NUM57	47	43	10
NUM13	29	33	38	NUM58	63	18	19
NUM14	44	31	25	NUM59	62	18	20
NUM15	59	16	25	NUM60	76	13	11
NUM16	32	31	37	NUM61	57	21	22
NUM17	55	25	20	NUM62	53	4	43
NUM18	3	14	83	NUM63	1	18	81
NUM19	28	17	55	NUM64	2	18	80
NUM20	2	12	86	NUM65	3	10	87
NUM21	40	25	35	NUM66	36	38	26
NUM22	41	7	52	NUM67	59	32	9
NUM23	27	32	41	NUM68	2	17	81
NUM24	18	18	64	NUM69	40	25	35
NUM25	46	31	23	NUM70	32	54	14
NUM26	55	11	34	NUM71	24	62	14
NUM27	31	6	63	NUM72	41	7	52
NUM28	53	4	43	NUM73	57	15	28
NUM29	25	22	53	NUM74	15	15	70
NUM30	21	10	69	NUM75	45	35	20
NUM31	3	24	73	NUM76	36	38	26
NUM32	25	38	37	NUM77	25	22	53
NUM33	50	33	17	NUM78	22	21	57
NUM34	25	22	53	NUM79	28	17	55
NUM35	3	10	87	NUM80	2	12	86
NUM36	46	16	38	NUM81	2	18	80
NUM37	15	55	30	NUM82	3	18	79
NUM38	16	37	47	NUM83	36	38	26
NUM39	48	35	17	NUM84	38	42	20
NUM40	9	23	68	NUM85	49	39	12
NUM41	10	41	49	NUM86	48	37	15
NUM42	27	29	44	NUM87	14	11	75
NUM43	6	11	87	NUM88	1	21	78
NUM44	16	21	63	NUM89	39	42	19
NUM45	5	10	85	NUM90	31	6	63

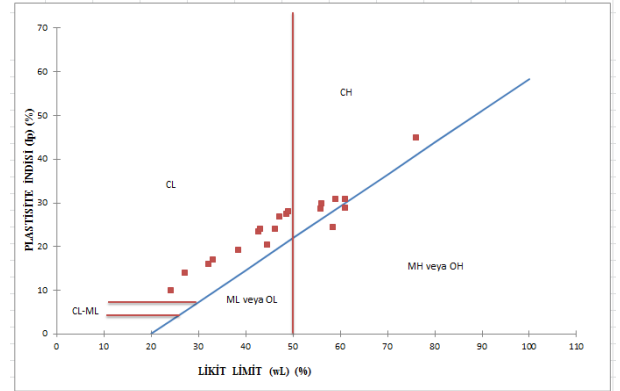
4.2.2. Atterberg Limitleri Deney Sonuçları

Atterberg (kıvam limitleri) deneyleri, Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Zemin laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Kıvam limitleri ayrıntılı olarak EK 2’de, likit limit deneyine ait ilgili sonuçlar ve grafikler EK 3’de verilmiştir.

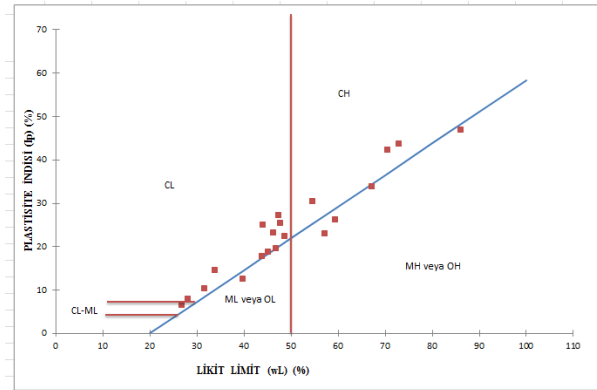
Atterberg limit deneyleri sonucunda elde edilen veriler (LL ve PI) Casagrande plastisite kartı üzerine işaretlenerek zemin türleri bulunmuştur (Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11). Veriler doğrultusunda, zeminlerin büyük bir çoğunluğunun orta ve yüksek plastisiteli inorganik killerden (CH-CL) oluştuğu görülmektedir.



Şekil 4.9. Radye temel örneklerinin plastisite kartında yerleri



Şekil 4.10. Müttemadi temel örneklerinin plastisite kartında yerleri



Şekil 4.11. Kısmi radye temel örneklerinin plastisite kartında yerleri

Tablo 4.2. Örneklerin Birleşik Zemin sınıflamasına (USCS) göre belirlenen zemin sınıfları

Örnek No	Bölge	Zemin Sınıfı	Örnek No	Bölge	Zemin Sınıfı
NUM1	Doğukent	CL	NUM16	Ataşehir	GC
NUM2	Doğukent	GM	NUM17	Ataşehir	GC
NUM3	Doğukent	GC	NUM18	Ataşehir	MH
NUM4	Doğukent	CL	NUM19	Ataşehir	MH
NUM5	Doğukent	CL	NUM20	Ataşehir	CL
NUM6	Doğukent	CH	NUM21	Ataşehir	GC
NUM7	Doğukent	MH	NUM22	Sürsürü	CL
NUM8	Doğukent	MH	NUM23	Sürsürü	SC
NUM9	Doğukent	CH	NUM24	Sürsürü	CH
NUM10	Ulukent	GP-GM	NUM25	Sürsürü	GC
NUM11	Ulukent	GC	NUM26	Sürsürü	GM
NUM12	Ulukent	CH	NUM27	Sürsürü	CH
NUM13	Ulukent	SC	NUM28	Sürsürü	GM
NUM14	Ulukent	GM	NUM29	Sürsürü	CL
NUM15	Ulukent	GC	NUM30	Sürsürü	CH
Örnek No	Bölge	Zemin Sınıfı	Örnek No	Bölge	Zemin Sınıfı
NUM31	Sürsürü	CH	NUM46	Kovancılar	GC
NUM32	Sürsürü	SC	NUM47	Palu	MH
NUM33	Sürsürü	GC	NUM48	Palu	CL
NUM34	Sürsürü	CL	NUM49	Palu	CL
NUM35	Sürsürü	CL	NUM50	Palu	SC-SM
NUM36	Kovancılar	GC	NUM51	Palu	CH
NUM37	Kovancılar	SC	NUM52	Palu	SP
NUM38	Kovancılar	GM	NUM53	Arıcak	GC
NUM39	Kovancılar	GC	NUM54	Arıcak	GC
NUM40	Kovancılar	MH	NUM55	Arıcak	GC
NUM41	Kovancılar	SC	NUM56	Arıcak	CL
NUM42	Kovancılar	SC	NUM57	Arıcak	GW-GM
NUM43	Kovancılar	CH	NUM58	Alacakaya	GC
NUM44	Kovancılar	CH	NUM59	Alacakaya	GC
NUM45	Kovancılar	CH	NUM60	Alacakaya	GP-GC
Örnek No	Bölge	Zemin Sınıfı	Örnek No	Bölge	Zemin Sınıfı
NUM61	Sarıkamış	GM	NUM76	Palu	SC
NUM62	Sarıkamış	GM	NUM77	Palu	CL
NUM63	Uzuntarla	MH	NUM78	Palu	CH
NUM64	Uzuntarla	MH	NUM79	Palu	MH
NUM65	Arıcak	CL	NUM80	Palu	CL
NUM66	Arıcak	SC	NUM81	Palu	CH
NUM67	Arıcak	GW-GC	NUM82	Karakoçan	CH
NUM68	M.Paşa	MH	NUM83	Karakoçan	SC
NUM69	M.Paşa	GC	NUM84	Karakoçan	SC
NUM70	M.Paşa	SM	NUM85	Karakoçan	GW-GM
NUM71	Baskil	SM	NUM86	Bulgurcuk	GC
NUM72	Baskil	CL	NUM87	Bulgurcuk	CL
NUM73	Baskil	GC	NUM88	Bulgurcuk	CL
NUM74	Baskil	CL	NUM89	Bulgurcuk	CL
NUM75	Baskil	GC	NUM90	Bulgurcuk	SM

4.2.3. Hidrometre Deney Sonuçları

Hidrometre deneyleri, Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Zemin laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Numuneler üzerinde elek analizi (EK 1) ve hidrometre deneyleri (EK 1) yapılarak dane dağılım sonuçları belirlenmiştir. Elek analizi ve hidrometre sonuçlarına göre dane çapları ve geçen yüzde oranları Tablo 4.3, Tablo 4.4, Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.3. Radye temel çukurlarına ait zemin numunelerinin elek analizi ve hidrometre deneyi sonuçları

NO	Elek Analizi		Hidrometre Deneyi		NO	Elek Analizi		Hidrometre Deneyi	
	Dane Çapı (mm)	Geçen Yüzde (%)	Dane Çapı (mm)	Geçen Yüzde (%)		Dane Çapı (mm)	Geçen Yüzde (%)	Dane Çapı (mm)	Geçen Yüzde (%)
NUM1	75,0	100	0,0423	67,07	NUM2	75	100	0,0457	42,54
	50,0	97	0,0302	65,06		50	89	0,0326	40,55
	37,5	96	0,0216	63,05		37,5	84	0,0231	38,56
	25,0	95	0,0153	61,04		25	77	0,0165	36,57
	19,0	94	0,0113	59,04		19	71	0,0121	34,59
	9,50	93	0,0081	57,03		9,5	68	0,0087	30,61
	4,8	89	0,0057	55,02		4,75	62	0,0062	28,62
	2,0	88	0,0041	53,01		2	59	0,0044	26,63
	0,4250	85	0,0029	51,00		0,425	52	0,0031	22,66
	0,0750	72	0,0021	46,99		0,075	44	0,0022	20,67
			0,0012	42,97				0,0013	18,68
			0,0009	36,95				0,0009	14,71
NUM3	75	100	0,0473	34,73	NUM4	75	100	0,0437	51,10
	50	97	0,0336	32,73		50	96	0,0310	49,09
	37,5	95	0,0241	28,74		37,5	93	0,0221	47,08
	25	86	0,0171	26,74		25	91	0,0158	43,05
	19	79	0,0126	24,75		19	89	0,0116	41,04
	9,5	64	0,0090	20,75		9,5	81	0,0083	37,02
	4,75	46	0,0064	18,76		4,75	74	0,0059	35,00
	2	45	0,0045	16,76		2	64	0,0042	32,99
	0,425	43	0,0032	12,77		0,425	62	0,0030	30,98
	0,075	37	0,0023	10,77		0,075	55	0,0021	28,97
			0,0013	8,78				0,0012	26,96
			0,0009	6,78				0,0008	22,93
NUM5	50	100	0,0443	57,14	NUM6	37,5	100	0,0419	66,66
	37,5	98	0,0315	55,12		25	99	0,0302	62,67
	25	98	0,0224	53,11		19	98	0,0214	60,67
	19	96	0,0160	51,10		9,5	94	0,0153	58,68
	9,5	91	0,0117	49,09		4,75	85	0,0113	56,68
	4,75	85	0,0083	47,08		2	82	0,0080	54,69
	2	72	0,0059	45,06		0,425	78	0,0057	52,69
	0,425	66	0,0042	43,05		0,075	73	0,0040	50,69
	0,075	62	0,0030	41,04				0,0029	48,70
			0,0021	37,02				0,0020	46,70
			0,0012	35,00				0,0012	42,71
			0,0008	32,99				0,0008	38,72

Tablo 4.3'ün devamı

NUM7	9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 99 92 84 76	0,0413 0,0297 0,0212 0,0151 0,0111 0,0079 0,0057 0,0040 0,0029 0,0020 0,0012 0,0008	70,80 66,80 64,80 62,80 60,80 58,80 54,80 52,80 50,80 48,80 46,80 44,80	NUM8	19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 99 98 95 89 80	0,0401 0,0287 0,0206 0,0148 0,0110 0,0078 0,0056 0,0040 0,0028 0,0020 0,0011 0,0008	76,64 74,65 70,65 66,66 62,67 60,67 58,68 54,69 52,69 50,69 48,70 46,70
NUM9	19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 99 98 95 90 80	0,0399 0,0283 0,0203 0,0144 0,0106 0,0076 0,0054 0,0039 0,0027 0,0020 0,0011 0,0008	74,65 72,65 70,65 68,66 66,66 64,67 62,67 60,67 58,68 56,68 50,69 46,70	NUM10	75,0 50,0 37,5 25,0 19,0 9,5 4,8 2,0 0,4250 0,0750	100 90 79 65 53 34 20 18 15 12	0,0505 0,0359 0,0254 0,0176 0,0132 0,0093 0,0064 0,0046 0,0032 0,0023 0,0013 0,0009	10,73 9,74 8,74 8,25 7,75 6,75 6,26 5,76 5,26 4,77 4,27 2,78
NUM11	75,0 50,0 37,5 25,0 19,0 9,5 4,8 2,0 0,4250 0,0750	100 98 95 89 85 72 62 51 33 19	0,0500 0,0356 0,0253 0,0179 0,0132 0,0093 0,0066 0,0047 0,0033 0,0023 0,0013 0,0009	16,76 14,77 12,77 10,77 8,78 8,78 6,78 4,79 4,79 2,79 2,79 2,79	NUM12	50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 98 95 93 92 89 85 75 61	0,0438 0,0311 0,0222 0,0158 0,0116 0,0082 0,0059 0,0042 0,0030 0,0021 0,0012 0,0008	56,68 54,69 52,69 50,69 48,70 46,70 42,71 38,72 36,72 34,73 32,73 30,73
NUM13	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 96 94 90 89 83 78 68 56 38	0,0476 0,0339 0,0243 0,0172 0,0126 0,0090 0,0064 0,0045 0,0032 0,0023 0,0013 0,0009	30,61 28,62 24,65 22,66 20,67 18,68 16,69 14,71 12,72 10,73 8,74 4,77	NUM14	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 94 84 80 77 66 56 51 34 25	0,0486 0,0344 0,0243 0,0173 0,0127 0,0090 0,0063 0,0045 0,0032 0,0023 0,0013 0,0009	24,65 23,65 22,66 20,67 19,68 18,68 18,68 16,69 14,71 12,72 10,73 8,7472
NUM15	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 91 88 78 72 56 41 37 30 25	0,0489 0,0346 0,0245 0,0174 0,0128 0,0090 0,0064 0,0045 0,0032 0,0023 0,0013 0,0009	22,75 22,75 22,75 21,75 20,75 18,76 18,76 16,76 14,77 13,77 10,77 6,78	NUM16	75,0 50,0 37,5 25,0 19,0 9,5 4,8 2,0 0,4250 0,0750	100 92 87 80 77 69 68 63 51 37	0,0481 0,0342 0,0243 0,0173 0,0127 0,0090 0,0064 0,0046 0,0032 0,0023 0,00135 0,0009	30,80 28,80 26,80 24,80 22,80 20,80 18,80 14,80 12,80 10,80 7,80 6,80

Tablo 4.3'ün devamı

NUM17	75,0 50,0 37,5 25,0 19,0 9,5 4,8 2,0 0,4250 0,0750	100 91 82 72 65 53 45 39 26 20	0,0501 0,0357 0,0254 0,01801 0,0131 0,0093 0,0066 0,0047 0,0033 0,0023 0,0013 0,0009	16,80 14,80 12,80 11,80 10,80 8,80 7,80 6,80 5,80 4,80 4,30 2,80	NUM18	9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 97 96 91 83	0,0401 0,0288 0,0206 0,0147 0,0108 0,0077 0,0055 0,0039 0,0028 0,0020 0,0011 0,0008	76,64 72,65 70,65 68,66 66,66 64,67 62,67 60,67 58,68 56,68 50,69 46,70
NUM19	50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 94 90 89 85 72 70 65 55	0,0448 0,0321 0,0228 0,0162 0,0119 0,0085 0,0060 0,0043 0,0030 0,0021 0,0012 0,0009	50,69 46,70 44,71 42,71 40,71 38,72 36,72 34,73 32,73 30,73 28,74 24,75	NUM20	19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 99 98 97 95 86	0,0396 0,0282 0,0202 0,0145 0,0107 0,0076 0,0054 0,0039 0,0027 0,0019 0,0011 0,0008	78,32 76,33 72,36 70,37 68,38 64,41 62,42 60,43 58,44 56,45 54,47 48,50
NUM21	75,0 50,0 37,5 25,0 19,0 9,5 4,8 2,0 0,4250 0,0750	100 94 87 84 80 70 60 57 48 35	0,0476 0,0339 0,0241 0,0172 0,0126 0,0090 0,0064 0,0045 0,0032 0,0023 0,0013 0,0009	30,61 28,62 26,63 22,66 20,67 18,68 16,69 14,71 10,73 8,74 6,75 4,77	NUM22	75,0 50,0 37,5 25,0 19,0 9,5 4,8 2,0 0,4250 0,0750	100 95 90 85 79 73 59 58 57 52	0,0451 0,0320 0,0230 0,0163 0,0121 0,0087 0,0062 0,0044 0,0031 0,0022 0,0012 0,0009	46,51 44,53 40,55 38,56 34,59 30,61 28,62 26,63 24,65 22,66 20,67 18,68
NUM23	50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 96 92 89 85 73 71 57 41	0,0469 0,0333 0,0237 0,0169 0,0124 0,0088 0,0062 0,0044 0,0031 0,0022 0,00130 0,0009	34,52 32,53 30,55 28,56 26,58 24,60 22,61 20,63 19,64 18,64 16,66 14,68	NUM24	50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 98 96 91 85 82 80 73 64	0,0429 0,0306 0,0220 0,0157 0,0115 0,0082 0,0058 0,0041 0,0029 0,0021 0,0012 0,0008	60,67 58,68 54,69 52,69 50,69 48,70 46,70 44,71 40,71 38,72 36,72 30,73
NUM25	75,0 50,0 37,5 25,0 19,0 9,5 4,8 2,0 0,4250 0,0750	100 97 94 92 89 84 54 47 31 23	0,0498 0,0353 0,0251 0,0178 0,0130 0,0092 0,0066 0,0046 0,0033 0,0023 0,00136 0,0009	18,76 16,76 14,77 13,77 12,77 10,77 8,78 7,78 6,78 5,78 4,79 0,79	NUM26	75,0 50,0 37,5 25,0 19,0 9,5 4,8 2,0 0,4250 0,0750	100 96 90 84 77 60 45 43 39 34	0,0473 0,0337 0,0240 0,0170 0,0125 0,0089 0,0063 0,0045 0,0032 0,0023 0,0013 0,0009	32,60 30,61 28,62 26,63 24,65 22,66 20,67 16,69 14,71 10,73 8,74 6,75

Tablo 4.3'ün devamı

NUM27	50	100	0,0429	60,67	NUM28	75,0	100	0,0461	40,55
	37,5	95	0,0306	58,68		50,0	93	0,0327	38,56
	25	93	0,0219	56,68		37,5	90	0,0235	34,59
	19	90	0,0155	54,69		25,0	81	0,0168	30,61
	9,5	76	0,0114	52,69		19,0	76	0,0124	26,63
	4,75	69	0,0081	50,69		9,5	61	0,0088	24,65
	2	68	0,0058	48,70		4,8	47	0,0062	22,66
	0,425	67	0,0041	46,70		2,0	46	0,0044	20,67
	0,075	63	0,0029	42,71		0,4250	45	0,0031	18,68
			0,0021	40,71		0,0750	43	0,0022	16,69
			0,0012	38,72				0,0013	14,71
			0,0008	34,73				0,0009	8,74
NUM29	50	100	0,0456	51,30	NUM30	50	100	0,04277	62,67
	37,5	93	0,0327	47,26		37,5	95	0,0306	58,68
	25	88	0,0234	43,22		25	93	0,0220	54,69
	19	84	0,0167	39,18		19	88	0,0157	52,69
	9,5	78	0,0124	35,14		9,5	84	0,0115	50,69
	4,75	75	0,0089	31,10		4,75	79	0,0082	48,70
	2	72	0,0063	27,06		2	78	0,0058	46,70
	0,425	63	0,0045	25,04		0,425	76	0,0042	42,71
	0,075	53	0,0032	23,02		0,075	69	0,0029	40,71
			0,0022	21,00				0,0021	38,72
			0,0013	18,98				0,0012	36,72
			0,0009	16,96				0,0008	34,73

Tablo 4.4. Mütemadi temel çukurlarına ait zemin numuneleri elek analizi ve hidrometre deneyi sonuçları

NO	Elek Analizi		Hidrometre Deneyi		NO	Elek Analizi		Hidrometre Deneyi	
	Dane Çapı (mm)	Geçen Yüzde (%)	Dane Çapı (mm)	Geçen Yüzde (%)		Dane Çapı (mm)	Geçen Yüzde (%)	Dane Çapı (mm)	Geçen Yüzde (%)
NUM31	9,5	100	0,0414	70,80	NUM32	50	100	0,0473	35,80
	4,75	97	0,0296	68,80		37,5	98	0,0338	32,80
	2	94	0,0210	66,80		25	97	0,0241	30,80
	0,425	82	0,0152	62,80		19	96	0,0171	28,80
	0,075	73	0,0111	60,80		9,5	89	0,0127	24,80
			0,0079	58,80		4,75	75	0,0090	22,80
			0,0057	56,80		2	64	0,0064	20,80
			0,0040	54,80		0,425	46	0,0046	18,80
			0,0029	52,80		0,075	37	0,0033	14,80
			0,0021	50,80				0,0023	12,80
			0,0012	46,80				0,0013	10,80
			0,0009	44,80				0,0010	8,80
NUM33	75	100	0,0504	14,77	NUM34	75	100	0,0454	49,00
	50	90	0,0359	12,77		50	91	0,0324	46,99
	37,5	81	0,0254	10,78		37,5	87	0,0232	42,97
	25	72	0,0181	8,78		25	84	0,0166	40,96
	19	64	0,0133	7,78		19	82	0,0122	36,95
	9,5	58	0,0094	6,79		9,5	80	0,0087	34,94
	4,75	50	0,0067	5,79		4,75	75	0,0062	32,93
	2	46	0,0047	4,79		2	72	0,0044	30,92
	0,425	33	0,0033	4,29		0,425	63	0,0031	28,92
	0,075	17	0,0024	3,79		0,075	53	0,0022	26,91
			0,0014	2,79				0,0013	22,89
			0,0010	0,80				0,0009	20,88
NUM35	9,5	100	0,0402	81,61	NUM36	75	100	0,0478	31,74
	4,75	97	0,0289	77,57		50	92	0,0342	28,74
	2	95	0,0207	75,55		37,5	87	0,0243	26,75
	0,425	92	0,0147	73,53		25	80	0,0173	24,75
	0,075	87	0,0108	71,51		19	77	0,0127	22,75
			0,0077	69,49		9,5	69	0,0090	20,76
			0,0055	67,47		4,75	68	0,0065	16,77
			0,0040	63,43		2	63	0,0046	14,77
			0,0028	61,41		0,425	51	0,0033	12,77
			0,0020	59,39		0,075	37	0,0023	10,78
			0,0012	57,37				0,0014	8,78
			0,0009	51,31				0,0010	6,79
NUM37	37,5	100	0,0486	24,65	NUM38	75	100	0,0497	18,72
	25	99	0,0345	22,66		50	97	0,0352	17,73
	19	98	0,0246	20,68		37,5	91	0,0249	16,73
	9,5	94	0,0174	19,68		25	87	0,0178	14,74
	4,75	84	0,0128	18,69		19	82	0,0131	12,75
	2	75	0,0091	17,69		9,5	69	0,0092	11,75
	0,425	53	0,0064	16,70		4,75	56	0,0065	10,76
	0,075	29	0,0046	14,71		2	52	0,0046	9,76
			0,0033	12,72		0,425	39	0,0033	8,76
			0,0023	10,74		0,075	21	0,0023	6,77
			0,0013	8,75				0,0014	4,78
			0,0010	6,76				0,0010	2,79

Tablo 4.4'ün devamı

NUM39	75	100	0,0496	17,69	NUM40	50	100	0,0424	64,67
	50	95	0,0351	16,70		37,5	98	0,0302	62,67
	37,5	88	0,0249	15,71		25	97	0,0215	60,68
	25	79	0,0177	14,71		19	96	0,0153	58,68
	19	74	0,0130	12,72		9,5	92	0,0114	54,69
	9,5	64	0,0092	11,73		4,75	91	0,0078	51,70
	4,75	43	0,0065	10,74		2	88	0,0058	50,70
	2	37	0,0047	8,75		0,425	82	0,0041	48,70
	0,425	24	0,0033	7,75		0,075	68	0,0029	46,71
	0,075	20	0,0023	6,76				0,0021	44,71
			0,0014	5,77				0,0012	40,72
			0,0010	4,77				0,0009	36,73
NUM41	25	100	0,0454	44,53	NUM42	25	100	0,0454	44,53
	19	96	0,0326	40,56		19	96	0,0326	40,56
	9,5	95	0,0234	36,58		9,5	95	0,0234	36,58
	4,75	90	0,0167	34,59		4,75	90	0,0167	34,59
	2	87	0,0123	30,62		2	87	0,0123	30,62
	0,425	69	0,0088	28,63		0,425	69	0,0088	28,63
	0,075	49	0,0062	26,64		0,075	49	0,0062	26,64
			0,0045	22,66				0,0045	22,66
			0,0032	20,68				0,0032	20,68
			0,0023	18,69				0,0023	18,69
			0,0013	16,70				0,0013	16,70
			0,0009	12,72				0,0009	12,72
NUM43	9,5	100	0,0399	78,64	NUM44	19	100	0,0434	58,68
	4,75	94	0,0287	74,65		9,5	99	0,0310	56,69
	2	93	0,0206	70,66		4,75	84	0,0222	52,69
	0,425	92	0,0148	66,67		2	83	0,0159	50,70
	0,075	83	0,0110	62,67		0,425	79	0,0116	48,70
			0,0078	60,68		0,075	63	0,0083	46,71
			0,0056	58,68				0,0059	44,71
			0,0040	56,69				0,0042	40,72
			0,0028	54,69				0,0030	36,73
			0,0020	53,69				0,0022	32,73
			0,0012	48,70				0,0013	28,74
			0,0009	42,71				0,0009	26,75
NUM45	9,5	100	0,0395	80,64	NUM46	75	100	0,0505	13,77
	4,75	95	0,0282	78,64		50	95	0,0359	12,77
	2	94	0,0203	74,65		37,5	89	0,0254	10,78
	0,425	92	0,0144	72,65		25	78	0,0181	9,78
	0,075	85	0,0107	70,66		19	72	0,0132	8,78
			0,0076	68,66		9,5	60	0,0094	6,79
			0,0054	66,67		4,75	32	0,0067	5,79
			0,0039	62,67		2	28	0,0046	4,79
			0,0028	60,68		0,425	20	0,0034	3,79
			0,0020	56,69		0,075	15	0,0024	2,79
			0,0012	50,70				0,0014	1,80
			0,0008	46,71				0,0010	0,80
NUM47	9,5	100	0,0405	78,96	NUM48	19	100	0,0448	55,35
	4,75	98	0,0288	76,95		9,5	98	0,0323	51,31
	2	94	0,0207	72,95		4,75	95	0,0231	47,27
	0,425	87	0,0148	70,94		2	93	0,0167	41,21
	0,075	81	0,0110	66,93		0,425	77	0,0125	35,15
			0,0079	62,93		0,075	59	0,0089	31,11
			0,0068	61,92				0,0064	27,07
			0,0047	56,91				0,0045	25,05
			0,0034	54,91				0,0032	23,03
			0,0024	52,91				0,0023	21,01
			0,0014	48,90				0,0013	18,99
			0,0010	46,89				0,0009	16,97

Tablo 4.4'ün devamı

NUM49	9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 97 95 92 87	EÇŞİM*	EÇŞİM*	NUM50	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 97 95 87 84 74 61 53 33 19	EÇŞİM*	EÇŞİM*
NUM51	50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 95 93 90 76 69 68 67 63	EÇŞİM*	EÇŞİM*	NUM52	25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 99 96 91 84 64 2	EÇŞİM*	EÇŞİM*
NUM53	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 95 88 79 74 64 43 37 24 20	EÇŞİM*	EÇŞİM*	NUM54	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 98 90 77 72 59 54 50 43 39	EÇŞİM*	EÇŞİM*
NUM55	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 90 81 72 67 58 50 46 33 17	EÇŞİM*	EÇŞİM*	NUM56	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 91 87 84 82 80 75 72 63 53	EÇŞİM*	EÇŞİM*
NUM57	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 92 87 82 78 67 53 43 22 10	EÇŞİM*	EÇŞİM*	NUM58	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 91 88 79 69 49 37 34 26 19	EÇŞİM*	EÇŞİM*
NUM59	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 91 88 79 70 51 38 35 27 20	EÇŞİM*	EÇŞİM*	NUM60	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 94 88 76 69 54 24 21 15 11	EÇŞİM*	EÇŞİM*
Not	*Elazığ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nden temin edilen verilerin Hidrometre Analizi sonuçlarına ulaşamamıştır.								

Tablo 4.5. Kısmi radye temel çukurlarına ait zemin numunelerin elek analizi ve hidrometre deneyi sonuçları

NO	Elek Analizi		Hidrometre Deneyi		NO	Elek Analizi		Hidrometre Deneyi	
	Dane Çapı (mm)	Geçen Yüzde (%)	Dane Çapı (mm)	Geçen Yüzde (%)		Dane Çapı (mm)	Geçen Yüzde (%)	Dane Çapı (mm)	Geçen Yüzde (%)
NUM61	75	100	EÇŞİM*	EÇŞİM*	NUM62	75	100	EÇŞİM*	EÇŞİM*
	50	89				50	93		
	37,5	78				37,5	90		
	25	67				25	81		
	19	63				19	76		
	9,5	52				9,5	61		
	4,75	43				4,75	47		
	2	37				2	46		
	0,425	26				0,425	45		
	0,075	21				0,075	43		
NUM63	9,5	100	EÇŞİM*	EÇŞİM*	NUM64	19	100	EÇŞİM*	EÇŞİM*
	4,75	99				9,5	99		
	2	92				4,75	98		
	0,425	84				2	95		
	0,075	81				0,425	89		
						0,075	80		
NUM65	9,5	100	EÇŞİM*	EÇŞİM*	NUM66	75	100	EÇŞİM*	EÇŞİM*
	4,75	97				50	95		
	2	95				37,5	89		
	0,425	92				25	83		
	0,075	87				19	79		
						9,5	67		
NUM67	75	100	EÇŞİM*	EÇŞİM*	NUM68	9,5	100	EÇŞİM*	EÇŞİM*
	50	92				4,75	98		
	37,5	86				2	94		
	25	78				0,425	87		
	19	72				0,075	81		
	9,5	55							
	4,75	41							
	2	33							
	0,425	18							
	0,075	9							
NUM69	75	100	EÇŞİM*	EÇŞİM*	NUM70	50	100	EÇŞİM*	EÇŞİM*
	50	94				37,5	98		
	37,5	87				25	94		
	25	84				19	90		
	19	80				9,5	77		
	9,5	70				4,75	68		
	4,75	60				2	62		
	2	57				0,425	40		
	0,425	48				0,075	14		
	0,075	35							

Tablo 4.5'ün devamı

NUM71	75	100	0,0453	46,61	NUM72	75	100	0,0454	49,00
	50	95	0,0322	44,62		50	95	0,0324	46,99
	37,5	90	0,0231	40,64		37,5	90	0,0232	42,97
	25	85	0,0166	36,65		25	85	0,0166	38,96
	19	79	0,0122	34,66		19	79	0,0122	36,95
	9,5	73	0,0087	32,67		9,5	73	0,0087	34,94
	4,75	59	0,0062	30,68		4,75	59	0,0062	32,93
	2	58	0,0044	28,68		2	58	0,0044	30,92
	0,425	57	0,0031	26,69		0,425	57	0,0032	26,91
	0,075	52	0,0022	24,70		0,075	52	0,0023	24,90
			0,0013	20,72				0,0013	22,89
			0,0009	16,73				0,0009	20,88
NUM73	75	100	0,0485	26,75	NUM74	37,5	100	0,0423	67,07
	50	99	0,0359	24,75		25	96	0,0302	65,06
	37,5	79	0,0245	22,75		19	95	0,0216	63,05
	25	69	0,0175	20,76		9,5	89	0,0153	61,04
	19	62	0,0129	16,77		4,75	85	0,0113	59,04
	9,5	52	0,0092	14,77		2	84	0,0081	57,03
	4,75	43	0,0065	12,77		0,425	79	0,0057	55,02
	2	40	0,0046	10,78		0,075	70	0,0041	53,01
	0,425	35	0,0033	8,78				0,0029	51,00
	0,075	28	0,0023	7,78				0,0021	49,00
			0,0014	6,79				0,0012	46,99
			0,0010	4,79				0,0009	40,96
NUM75	75	100	0,0498	18,76	NUM76	75	100	0,0488	22,66
	50	96	0,0354	16,77		50	95	0,0348	20,68
	37,5	92	0,0252	14,77		37,5	89	0,0248	18,69
	25	88	0,0179	13,77		25	83	0,0176	16,70
	19	83	0,0131	12,77		19	79	0,0129	14,71
	9,5	71	0,0093	11,78		9,5	67	0,0092	11,73
	4,75	55	0,0066	10,78		4,75	64	0,0065	10,74
	2	51	0,0047	8,78		2	58	0,0046	9,74
	0,425	37	0,0033	7,78		0,425	41	0,0033	8,75
	0,075	20	0,0024	6,79		0,075	26	0,0023	6,76
			0,0014	5,79				0,0014	5,77
			0,0010	4,79				0,0010	4,77
NUM77	50	100	0,0452	51,00	NUM78	75	100	0,0444	52,69
	37,5	93	0,0321	49,00		50	95	0,0317	50,70
	25	88	0,0229	46,99		37,5	93	0,0227	46,71
	19	84	0,0164	42,97		25	88	0,0163	42,71
	9,5	78	0,0121	40,96		19	84	0,0120	40,72
	4,75	75	0,0086	38,96		9,5	79	0,0085	38,72
	2	72	0,0061	36,95		4,75	78	0,0061	34,73
	0,425	63	0,0044	32,93		2	76	0,0044	30,74
	0,075	53	0,0031	30,92		0,425	69	0,0031	28,74
			0,0022	28,92		0,075	57	0,0022	26,75
			0,0013	26,91				0,0013	20,76
			0,0009	24,90				0,0009	18,76
NUM79	50	100	0,0452	51,00	NUM80	19	100	0,0390	82,63
	37,5	94	0,0321	49,00		9,5	99	0,0279	80,64
	25	90	0,0230	44,98		4,75	98	0,0201	76,65
	19	89	0,0166	40,96		2	97	0,0144	74,65
	9,5	85	0,0122	36,95		0,425	95	0,0107	70,66
	4,75	72	0,0088	32,93		0,075	86	0,0077	66,67
	2	70	0,0063	28,92				0,0055	62,67
	0,425	65	0,0045	24,90				0,0039	60,68
	0,075	55	0,0032	20,88				0,0028	58,68
			0,0023	16,87				0,0020	54,69
			0,0013	14,86				0,0012	52,69
			0,0010	12,85				0,0008	48,70

Tablo 4.5'ün devamı

NUM81	19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 99 98 95 90 80	0,0402 0,0289 0,0209 0,0148 0,0109 0,0078 0,0055 0,0040 0,0029 0,0020 0,0012 0,0009	76,65 72,65 68,66 66,67 64,67 62,67 60,68 56,69 52,69 50,70 44,71 36,73	NUM82	19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 98 97 92 88 79	0,0413 0,0295 0,0210 0,0151 0,0111 0,0080 0,0057 0,0041 0,0029 0,0021 0,0012 0,0009	70,66 68,66 66,67 62,67 60,68 56,69 52,69 50,70 48,70 46,71 44,71 42,71
NUM83	50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 95 92 89 77 64 57 41 26	0,0488 0,0350 0,0249 0,0177 0,0130 0,0092 0,0065 0,0047 0,0033 0,0023 0,0014 0,0010	22,66 18,69 16,70 14,71 12,72 11,73 10,74 8,75 7,75 6,76 4,77 2,78	NUM84	50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 99 98 94 79 62 52 35 20	0,0497 0,0354 0,0251 0,0178 0,0131 0,0093 0,0066 0,0047 0,0033 0,0023 0,0014 0,0010	16,70 14,71 13,72 12,72 10,74 9,74 8,75 7,75 6,76 5,77 4,77 2,78
NUM85	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 97 91 85 79 63 51 44 25 12	0,0505 0,0358 0,0254 0,0180 0,0132 0,0093 0,0066 0,0047 0,0033 0,0023 0,0014 0,0010	11,73 10,74 10,24 9,74 8,75 7,75 6,76 5,77 5,27 4,77 3,78 2,78	NUM86	75 50 37,5 25 19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 96 92 82 76 64 52 47 30 15	0,0504 0,0357 0,0254 0,0180 0,0131 0,0093 0,0066 0,0047 0,0033 0,0024 0,0014 0,0010	14,77 13,77 12,77 11,78 10,78 9,78 8,78 6,79 5,79 4,79 3,79 2,79
NUM87	19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 99 86 85 84 75	0,0417 0,0296 0,0214 0,0152 0,0112 0,0080 0,0057 0,0040 0,0029 0,0021 0,0012 0,0009	66,57 64,45 60,21 58,09 55,97 53,85 51,73 49,61 45,37 41,13 36,89 30,53	NUM88	9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 99 98 94 78	0,0427 0,0308 0,0219 0,0158 0,0116 0,0083 0,0059 0,0042 0,0030 0,0021 0,0012 0,0009	67,47 63,43 61,41 57,37 55,35 53,33 51,31 49,29 47,27 45,25 43,23 39,19
NUM89	19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 99 98 97 94 85	0,0391 0,0281 0,0203 0,0144 0,0108 0,0077 0,0055 0,0039 0,0028 0,0020 0,0012 0,0008	77,26 73,24 69,21 67,20 63,18 61,16 59,15 57,14 55,13 53,12 51,10 47,08	NUM90	19 9,5 4,75 2 0,425 0,075	100 98 91 86 72 46	0,0463 0,0330 0,0236 0,0167 0,0123 0,0088 0,0062 0,0044 0,0031 0,0022 0,0013 0,0009	38,57 36,58 34,59 32,60 30,62 28,63 26,64 24,65 22,66 20,68 16,70 14,71
Not	*Elazığ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nden temin edilen verilerin Hidrometre Analizi sonuçlarına ulaşamamıştır.								

4.2.4. Zeminlerin Çeşitli Fiziksel Parametrelerinin Belirlenmesi (Birim Hacim Ağırlık, Porozite, Boşluk Oranı, Sıklık, Su Muhtevası, Doygunluk)

Birim hacim ağırlık, porozite, boşluk oranı, sıklık, su muhtevası ve doygunluk yüzdesi deneyleri, Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Zemin laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Çeşitli temel zeminlerine ait alınan numuneler üzerinde yapılan deneyler sonucunda elde edilen doğal birim hacim ağırlık, batık birim hacim ağırlık, porozite, boşluk oranı, rölatif sıklık, su muhtevası, doygunluk yüzdesi değerleri Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6. Temel zeminlerinin fiziksel özellikleri

	γ_n	γ'	n	e	D_r	w	S_r
NUM1	1,95	0,65	34,47	0,53	40,24	12,24	52,66
NUM2	2,24	1,24	26,74	0,37	41,17	10,29	40,67
NUM3	2,06	1,06	42,16	0,73	24,18	11,20	59,81
NUM4	1,94	0,74	32,27	0,48	44,29	9,24	76,33
NUM5	2,06	0,76	30,19	0,43	43,34	12,21	33,79
NUM6	1,82	0,82	34,78	0,53	41,29	11,24	52,66
NUM7	1,67	0,67	28,14	0,39	37,42	12,94	59,78
NUM8	1,69	0,69	29,44	0,41	35,17	11,98	89,25
NUM9	1,94	0,74	35,12	0,54	38,19	10,24	54,34
NUM10	2,28	1,28	44,17	0,79	14,27	10,27	32,21
NUM11	2,09	1,09	29,36	0,42	32,16	9,27	27,16
NUM12	1,74	0,74	20,27	0,25	42,10	10,40	35,12
NUM13	2,24	1,24	29,36	0,42	40,70	9,89	27,14
NUM14	2,25	1,25	26,14	0,35	12,24	10,67	26,38
NUM15	1,76	0,76	32,17	0,47	32,17	9,29	29,21
NUM16	1,72	0,72	34,18	0,51	30,16	11,16	16,24
NUM17	1,74	0,74	35,19	0,54	31,24	10,42	82,14
NUM18	1,68	0,68	29,40	0,42	42,17	12,24	24,16
NUM19	1,56	0,56	28,12	0,39	40,16	11,46	32,17
NUM20	1,82	0,82	34,17	0,51	34,17	10,84	37,15
NUM21	2,08	1,08	28,27	0,39	30,15	11,44	27,34
NUM22	1,84	0,84	29,34	0,41	39,24	10,68	22,15
NUM23	2,26	1,26	29,30	0,41	42,16	8,67	34,67
NUM24	1,75	0,75	34,12	0,52	40,15	12,44	26,15
NUM25	2,04	1,04	44,16	0,79	20,17	10,84	29,84
NUM26	2,27	1,27	44,17	0,79	21,14	14,16	55,27
NUM27	1,74	0,74	24,12	0,32	32,44	9,27	59,24
NUM28	2,26	1,26	32,24	0,48	25,16	11,14	12,21
NUM29	1,94	0,94	32,19	0,48	39,46	9,67	55,56
NUM30	1,96	0,96	34,27	0,52	17,25	10,42	27,48
NUM31	1,87	0,87	32,19	0,48	72,16	9,27	54,15
NUM32	2,29	1,29	29,34	0,42	44,15	9,69	55,00
NUM33	1,74	0,74	34,19	0,52	45,17	12,14	27,34
NUM34	1,83	0,83	32,24	0,48	74,97	8,27	42,15
NUM35	1,83	0,83	33,46	0,50	82,16	10,24	20,19

Tablo 4.6'nın devamı

NUM36	2,16	1,16	24,16	0,32	14,27	10,17	38,27
NUM37	2,25	1,25	25,14	0,34	84,19	8,24	29,35
NUM38	2,22	1,22	26,12	0,35	32,17	10,24	42,16
NUM39	2,24	1,24	33,14	0,50	24,44	14,57	36,19
NUM40	1,97	0,67	28,16	0,39	25,16	10,69	29,27
NUM41	2,14	1,14	26,16	0,35	29,24	9,27	48,16
NUM42	2,22	1,22	27,34	0,38	82,24	9,26	25,20
NUM43	1,94	0,94	35,44	0,55	83,16	12,24	34,23
NUM44	1,72	0,72	36,27	0,57	70,24	12,44	36,48
NUM45	1,56	0,56	28,12	0,39	69,34	11,27	39,54
NUM46	1,71	0,71	34,19	0,52	25,17	7,24	45,16
NUM47	1,94	0,94	29,16	0,42	29,16	10,21	48,27
NUM48	1,92	0,92	32,19	0,41	57,39	9,21	54,16
NUM71	1,62	0,62	32,17	0,47	74,16	11,24	27,38
NUM72	1,74	0,74	30,19	0,43	72,27	9,26	80,16
NUM73	2,23	1,27	34,24	0,52	57,16	8,24	76,19
NUM74	1,84	0,64	28,17	0,39	33,79	9,39	53,14
NUM75	2,24	1,24	32,16	0,47	36,49	8,29	52,21
NUM76	2,16	1,16	27,36	0,38	19,27	8,34	54,36
NUM77	1,76	0,76	33,24	0,49	54,16	10,27	55,27
NUM78	1,64	0,64	28,14	0,39	52,16	10,29	29,38
NUM79	1,62	0,62	26,27	0,36	43,27	11,27	30,14
NUM80	1,72	0,72	24,16	0,32	50,14	12,16	31,14
NUM81	1,74	0,74	32,16	0,47	45,27	10,37	38,49
NUM82	1,92	0,92	37,24	0,59	46,19	14,32	54,64
NUM83	2,22	1,22	25,27	0,34	47,10	8,34	47,39
NUM84	2,16	1,16	27,34	0,38	47,16	7,27	48,27
NUM85	2,09	1,09	49,24	0,97	14,73	4,39	39,16
NUM86	2,17	1,17	29,36	0,41	42,20	8,24	29,38
NUM87	1,64	0,64	32,17	0,48	43,18	10,24	24,17
NUM88	1,74	0,74	39,42	0,65	42,39	7,36	29,18
NUM89	1,77	0,77	38,34	0,62	40,27	10,19	34,17
NUM90	2,22	1,22	29,36	0,42	41,20	8,34	38,27

4.2.5. Proktor ve Özgöl Ağırlık Deney Sonuçları

Proktor ve özgöl ağırlık deneyleri, Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Zemin laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Proktor (EK 7) ve Özgöl Ağırlık (EK 4) deney sonuçlarına ilişkin değerler Tablo 4.7'de verilmiştir. Proktor deney numunelerine ait genel görünüm Şekil 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Temel zeminlerinin proktor ve özgül ağırlık deney sonuçları

ÖRNEK NO	w_{opt}	γ_{kmax}	G_s	ÖRNEK NO	w_{opt}	γ_{kmax}	G_s
NUM1	15,5	1,73	2,63	NUM46	15,5	1,95	2,66
NUM2	15,5	1,78	2,68	NUM47	16,0	1,48	2,64
NUM3	13,5	1,80	2,66	NUM48	18,5	1,61	2,61
NUM4	15,3	1,64	2,62	NUM49	16,0	1,63	2,63
NUM5	17,2	1,71	2,63	NUM50	11,0	2,02	2,69
NUM6	16,8	1,58	2,66	NUM51	18,0	1,47	2,66
NUM7	15,5	1,40	2,65	NUM52	12,0	1,90	2,62
NUM8	13,6	1,51	2,66	NUM53	13,0	1,82	2,67
NUM9	22,1	1,60	2,66	NUM54	17,0	1,65	2,66
NUM10	15,6	1,57	2,68	NUM55	14,0	1,79	2,66
NUM11	13,0	1,96	2,66	NUM56	13,0	1,74	2,63
NUM12	21,2	1,50	2,66	NUM57	10,0	2,08	2,68
NUM13	16,2	1,64	2,68	NUM58	13,0	1,81	2,66
NUM14	14,8	1,53	2,68	NUM59	13,0	1,80	2,66
NUM15	12,6	1,69	2,66	NUM60	12,0	1,75	2,66
NUM16	12,8	1,70	2,65	NUM61	16,0	1,55	2,68
NUM17	13,3	1,78	2,65	NUM62	18,0	1,56	2,69
NUM18	22,0	1,22	2,66	NUM63	16,0	1,40	2,66
NUM19	22,0	1,40	2,66	NUM64	14,0	1,50	2,66
NUM20	22,6	1,50	2,68	NUM65	16,0	1,63	2,63
NUM21	18,0	1,72	2,66	NUM66	9,0	2,04	2,68
NUM22	20,0	1,83	2,66	NUM67	9,0	2,14	2,67
NUM23	15,5	2,05	2,69	NUM68	14,0	1,46	2,64
NUM24	15,1	1,62	2,66	NUM69	15,0	1,72	2,66
NUM25	15,9	1,82	2,66	NUM70	12,0	1,30	2,67
NUM26	20,0	1,40	2,68	NUM71	14,0	1,70	2,67
NUM27	17,5	1,47	2,66	NUM72	14,5	1,54	2,63
NUM28	21,5	1,58	2,68	NUM73	13,0	1,745	2,66
NUM29	14,5	1,80	2,60	NUM74	15,0	1,58	2,63
NUM30	12,5	1,64	2,66	NUM75	17,0	2,04	2,66
NUM31	15,0	1,56	2,65	NUM76	14,0	1,92	2,68
NUM32	13,5	1,64	2,68	NUM77	15,0	1,75	2,63
NUM33	14,5	1,80	2,66	NUM78	13,0	1,65	2,66
NUM34	18,0	1,76	2,63	NUM79	14,0	1,49	2,63
NUM35	17,1	1,66	2,60	NUM80	13,6	1,52	2,63
NUM36	16,0	1,68	2,66	NUM81	17,0	1,53	2,66
NUM37	15,0	1,99	2,68	NUM82	16,5	1,42	2,66
NUM38	17,1	1,80	2,67	NUM83	9,0	2,10	2,68
NUM39	15,0	1,82	2,68	NUM84	9,0	2,08	2,68
NUM40	13,0	1,53	2,66	NUM85	8,6	2,5	2,68
NUM41	13,0	1,63	2,68	NUM86	9,0	2,05	2,66
NUM42	15,5	1,63	2,68	NUM87	16,5	1,05	2,62
NUM43	19,0	1,48	2,66	NUM88	16,0	1,56	2,60
NUM44	14,5	1,68	2,66	NUM89	16,2	1,60	2,62
NUM45	16,0	1,38	2,66	NUM90	14,9	1,58	2,68



Şekil 4.12. Proktor deney numuneleri

4.2.6. Tek eksenli Basınç Dayanımı Deney Sonuçları

Tek eksenli basınç dayanımı deneyleri, Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Zemin laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Farklı temel çeşitlerinden alınan numuneler üzerinde yapılan proktor deney sonucundan elde edilen optimum su muhtevasına (w_{opt}) sahip numuneler kullanılarak, serbest basınç ve konsolidasyon deneyleri gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.8’de her bir numuneye ait tek eksenli basınç dayanımı gerilmeleri verilmiştir. Şekil 4.13’de serbest basınç deneyi numunelerinin genel görünümü verilmiştir. Serbest basınç deneyine ait eksenel basınç–eksenel deformasyon grafikleri ve sonuç detayları EK 6’da verilmiştir [76-77].

Tablo 4.8. Serbest basınç dayanımı sonuçları

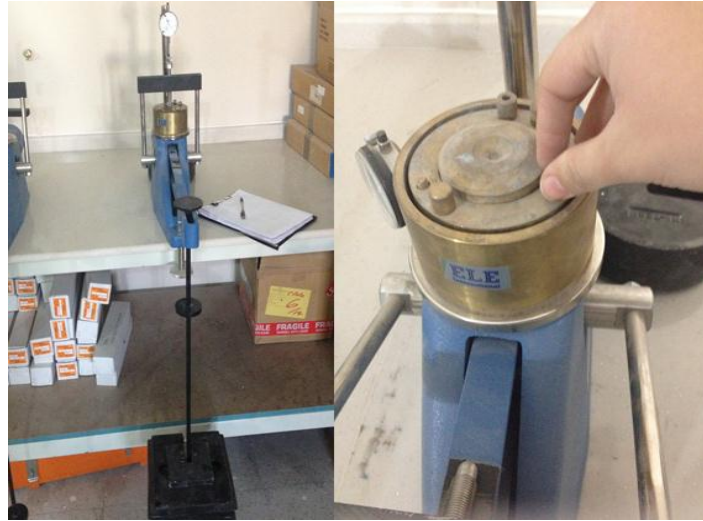
Numune	q_u (kg/cm ²)
R1	2,35
R2	2,39
R3	1,90
R4	2,15
R5	2,48
K1	2,35
K2	1,95
K3	2,10
K4	2,65
K5	2,61
M1	2,30
M2	2,45
M3	2,60
M4	2,25
M5	2,29



Şekil 4.13. Tek eksenli basınç deneyi numunelerinin genel görünümü

4.2.7. Konsolidasyon deney sonuçları

Konsolidasyon deneyleri, Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Zemin laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.9’da numuneler üzerinde yapılan konsolidasyon deneyine ait parametreler verilmiştir. Şekil 4.14’de Konsolidasyon deney aletinin genel görünümü verilmiştir. Konsolidasyon sonuçlarına ait düşey gerilme-boşluk oranı grafikleri EK 5’de verilmiştir [76-77].



Şekil 4.14. Konsolidasyon deney aletinin genel görünümü

Tablo 4.9. Konsolidasyon deneyi parametreleri

Numune No: R1					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0078	0,0023	0,0102	0,0421
c _v (cm ² /s)	0,32655	0,19185	0,16124	0,14547	
Numune No: R2					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0073	0,0024	0,0124	0,0417
c _v (cm ² /s)	0,27510	0,19276	0,21444	0,17044	
Numune No: R3					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,059	0,0026	0,0117	0,0451
c _v (cm ² /s)	0,28638	0,14943	0,11013	0,12871	
Numune No: R4					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0071	0,0020	0,0098	0,0350
c _v (cm ² /s)	0,28638	0,16853	0,12688	0,08575	
Numune No: R5					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0076	0,0019	0,0098	0,0437
c _v (cm ² /s)	0,25091	0,11648	0,14262	0,10503	
Numune No: M1					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0077	0,0023	0,0107	0,0439
c _v (cm ² /s)	0,36549	0,18668	0,18510	0,13086	
Numune No: M2					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0070	0,0025	0,0118	0,0416
c _v (cm ² /s)	0,27552	0,16835	0,16167	0,17139	
Numune No: M3					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0056	0,0024	0,0099	0,0475
c _v (cm ² /s)	0,27734	0,19041	0,14467	0,12380	
Numune No: M4					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0038	0,0021	0,0137	0,0429
c _v (cm ² /s)	0,27063	0,20548	0,13596	0,13428	
Numune No: M5					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0073	0,0020	0,0124	0,0440
c _v (cm ² /s)	0,26614	0,13732	0,18549	0,14855	
Numune No: K1					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0078	0,0023	0,0102	0,0421
c _v (cm ² /s)	0,18447	0,11911	0,09322	0,10685	
Numune No: K2					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0073	0,0024	0,0124	0,0417
c _v (cm ² /s)	0,20790	0,19690	0,19020	0,13345	
Numune No: K3					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0059	0,0026	0,0117	0,0451
c _v (cm ² /s)	0,15687	0,13443	0,09342	0,10674	
Numune No: K4					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0071	0,0020	0,0098	0,0350
c _v (cm ² /s)	0,27889	0,14581	0,17627	0,18202	
Numune No: K5					
P (kg/cm ²)	0	0,20	0,41	0,82	1,63
m _v (cm ² /kg)	0,000	0,0076	0,0019	0,0098	0,0437
c _v (cm ² /s)	0,27580	0,16818	0,16167	0,12786	

4.3. İstatistiki Bulgular

Radye temel, mütemadi temel ve kısmi radye temel çukurlarından alınan zemin örneklerine ait tanımlayıcı istatistiki bilgiler Tablo 4.10, 4.11 ve 4.12’de görülmektedir. Ayrıca her temeldeki zemin sınıflarını gösteren diyagramlarda Şekil 4.15, 4.16 ve 4.17’de gösterilmiştir. Bu tablolardaki “n” değeri o parametreye ait olan numune sayısını göstermektedir [64]. Minimum değer, programa girilen parametrelerin en küçük değeri, Maksimum değeri programa girilen parametrelerin en büyük değerini göstermektedir.

İncelenen özellikler doğrultusunda radye uygulamasının görüldüğü temellerdeki çakıl yüzdelerinin %1-80 arasında, kum yüzdelerinin %4-41 arasında, ince malzeme yüzdelerininse %12-86 arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Zemin sınıflarına ait diyagram (Şekil 4.17) incelendiğinde, yüksek plastisiteli killi (CH) ve killi çakıllı zeminlerde (GC) tercih edildiği görülmektedir. Mütemadi temellerde; çakıl yüzdelerinin %3-76 arasında, kum yüzdelerinin %6-89 arasında, ince malzeme yüzdelerininse %2-87 arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Zemin sınıflarına ait diyagram (Şekil 4.16) incelendiğinde, düşük-orta plastisiteli killi (CL) ve killi çakıllı zeminlerde (GC) tercih edildiği görülmektedir. Kısmi radye uygulamaları ise; çakıl yüzdelerinin %1-59 arasında, kum yüzdelerinin %4-62 arasında, ince malzeme yüzdelerininse %9-87 arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Zemin sınıflarına ait diyagram (Şekil 4.15) incelendiğinde, yüksek plastisiteli killi (CH) ve çok az plastisiteli killi siltli zeminlerde (GC) tercih edildiği görülmektedir.

Çeşitli temellere ait sınıflandırılan zemin örneklerinden hangi zemin sınıfında yüzdesel olarak hangi temel çeşidinin uygulandığı da belirlenmiştir. Bu değerler Tablo4.13’de, zemin numunelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin uygulanan temellere göre aralık ve ortalama değerleri ise Tablo 4.14’de verilmiştir.

Tablo 4.10. Radye temellere ait zemin örneklerinin tanımlayıcı istatistik değerleri

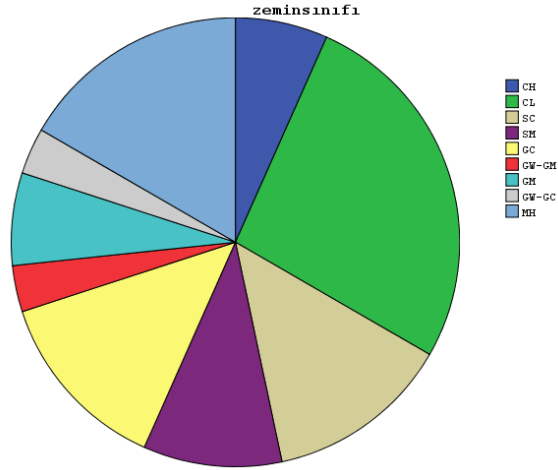
Özellik	n	Minimum	Maksimum	Ortalama
RADYE TEMEL UYGULAMASI				
Çakıl	30	1,00	80,00	30,97
Kum	30	4,00	41,00	18,40
İnce Malzeme	30	12,00	86,00	50,63
Likit Limit (LL)	30	29,00	93,00	52,18
Plastisite İndisi (PI)	30	9,00	70,00	26,03
Özgül Ağırlık	30	2,60	2,69	2,66
Optimum Su Muhtevası	30	10,90	25,10	16,56
Kuru Birim Hacim Ağırlık	30	1,22	2,05	1,63

Tablo 4.11. Mütemadi temellere ait zemin örneklerinin tanımlayıcı istatistik değerleri

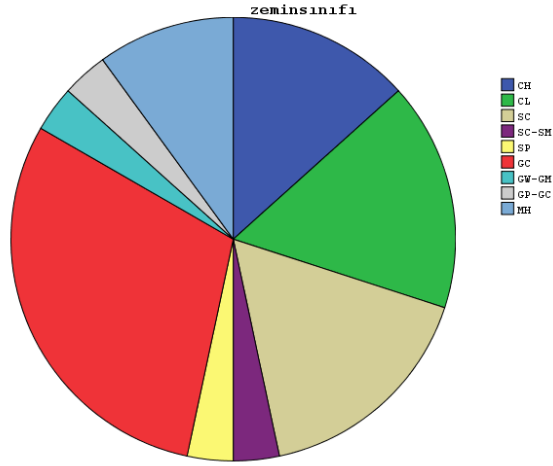
Özellik	n	Minimum	Maksimum	Ortalama
MÜTEMADİ TEMEL UYGULAMASI				
Çakıl	30	3,00	76,00	29,43
Kum	30	6,00	89,00	27,40
İnce Malzeme	30	2,00	87,00	43,30
Likit Limit (LL)	30	NP	77,00	43,43
Plastisite İndisi (PI)	30	NP	46,00	21,90
Özgül Ağırlık	30	2,60	2,69	2,65
Optimum Su Muhtevası	30	8,70	22,60	14,01
Kuru Birim Hacim Ağırlık	30	1,37	2,08	1,71

Tablo 4.12. Kısmi radye temellere ait zemin örneklerinin tanımlayıcı istatistik değerleri

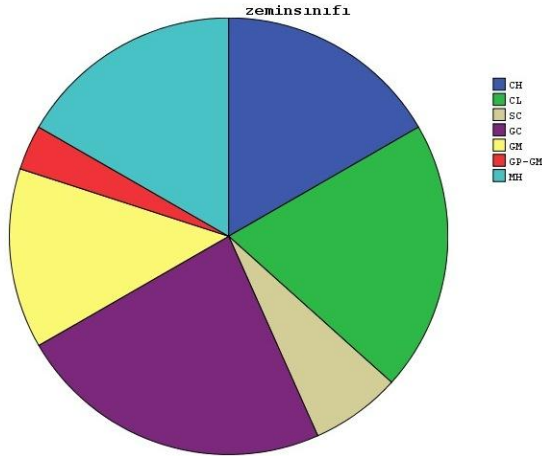
Özellik	n	Minimum	Maksimum	Ortalama
RADYE TEMEL UYGULAMASI				
Çakıl	30	1,00	59,00	26,06
Kum	30	4,00	62,00	25,43
İnce Malzeme	30	9,00	87,00	48,50
Likit Limit (LL)	30	NP	86,00	43,00
Plastisite İndisi (PI)	30	NP	47,00	20,50
Özgül Ağırlık	30	2,60	2,69	2,65
Optimum Su Muhtevası	30	7,00	23,00	14,50
Kuru Birim Hacim Ağırlık	30	1,30	2,14	1,68



Şekil 4.15. Kısmi radye temelerde kullanılan zemin sınıflarının yüzde diyagramı



Şekil 4.16. Mütemadi temelerde kullanılan zemin sınıflarının yüzde diyagramı



Şekil 4.17. Radye temelerde kullanılan zemin sınıflarının yüzde diyagramı

Tablo 4.13. Zemin sınıflarının temellerde kullanım yüzdeleri

ZEMİN SINIFI: CH		ZEMİN SINIFI: CL	
Uygulanan Temel Çeşidi	Kullanılma Yüzdesi (%)	Uygulanan Temel Çeşidi	Kullanılma Yüzdesi (%)
Kısmi Radye Temel	36,4	Kısmi Radye Temel	26,3
Mütemadi Temel	18,2	Mütemadi Temel	42,1
Radye Temel	45,5	Radye Temel	31,6
ZEMİN SINIFI: SC		ZEMİN SINIFI: SC-SM	
Kısmi Radye Temel	50,0	Kısmi Radye Temel	50,0
Mütemadi Temel	30,0	Mütemadi Temel	50,0
Radye Temel	20,0	Radye Temel	0,0
ZEMİN SINIFI: SP		ZEMİN SINIFI: SM	
Kısmi Radye Temel	0,0	Kısmi Radye Temel	0,0
Mütemadi Temel	100,0	Mütemadi Temel	100,0
Radye Temel	0,0	Radye Temel	0,0
ZEMİN SINIFI: GC		ZEMİN SINIFI: GW-GM	
Kısmi Radye Temel	45,0	Kısmi Radye Temel	50,0
Mütemadi Temel	20,0	Mütemadi Temel	50,0
Radye Temel	35,0	Radye Temel	0,0
ZEMİN SINIFI: GP-GC		ZEMİN SINIFI: GM	
Kısmi Radye Temel	100,0	Kısmi Radye Temel	0,00
Mütemadi Temel	0,0	Mütemadi Temel	33,3
Radye Temel	0,0	Radye Temel	66,7
ZEMİN SINIFI: GP-GM		ZEMİN SINIFI: GW-GC	
Kısmi Radye Temel	0,0	Kısmi Radye Temel	100,0
Mütemadi Temel	0,0	Mütemadi Temel	0,0
Radye Temel	100,0	Radye Temel	0,0
ZEMİN SINIFI: MH			
Kısmi Radye Temel	23,1		
Mütemadi Temel	38,5		
Radye Temel	38,5		

Tablo 4.14. Zemin numunelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin uygulanan temellere göre aralık ve ortalama değerleri

	RADYE TEMEL		MÜTEMADİ TEMEL		KİSMİ RADYE TEMEL	
	Aralık	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık	Ortalama
Çakıl, (%)	1- 80	30,97	3-76	29,43	1- 59	26,06
Kum, (%)	4- 41	18,40	6- 89	27,40	4- 62	25,43
İnce Mlz., (%)	12- 86	50,63	2- 87	43,3	9- 87	48,5
Likit Limit (%)	29 -93	51	24- 76	43	26- 73	43
Plastisite	9- 70	26	8- 46	22	8- 47	21
W _{opt} (%)	10,90-25,10	16,56	8,70- 22,60	14,01	7- 23	14,5
γ _{kmax} (gr/cm ³)	1,22-2,05	1,64	1,38-2,08	1,72	1,05-2,50	1,69
G _s (gr/cm ³)	2,60- 2,69	2,66	2,60- 2,69	2,65	2,60-2,69	2,65
γ _n (gr/cm ³)	1,56-2,28	1,94	1,56-2,29	1,97	1,62-2,24	1,91
n, (%)	20,27-44,17	32,26	24,16-36,27	30,39	24,16-49,24	31,80
e	0,25-0,79	0,48	0,32-0,57	0,43	0,32-0,97	0,48
Sıklık, (%)	12,24-44,29	33,48	14,27-84,19	52,49	14,73-74,16	45,13
q _u (kg/cm ²)	1,90-2,48	2,25	2,25-2,60	2,38	1,95-2,65	2,33

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında Elazığ ilinin muhtelif yerlerinden alınmış zeminlerin, fiziksel parametrelerinin temel tipine olan etkileri incelenmiş olup, konunun daha iyi açıklanabilmesi içinde bazı mekanik özellikleri de deneysel olarak incelenmiştir. Ayrıca zemin sınıflarıyla temel tipleri arasında istatistiksel grafikler oluşturulmuştur.

Emniyetli temel tasarımı sürecinde; temeli taşıyan zeminlerin göçmeye karşı yeterli bir güvenlik sağlaması ve zemin oturmalarının izin verilebilir sınırlar içerisinde olması hususlarına dikkat edilir. Bu koşulların yanında, bina yüklerinden dolayı temel malzemesinde oluşacak gerilmelerin malzemenin taşıma gücünü aşmaması ve inşa alanının jeolojik özellikleri ile zemin parametrelerinin etkisi de önem taşımaktadır [78-80]. Literatürdeki araştırmaların çoğu temellerin taşıma gücüne ya da projelendirilmesine farklı programlarla yaklaşım yönündedir.

Zeminlere ait fiziksel parametrelerin belirlenebilmesi amacıyla; Elazığ bölgesinde açılmış olan temel çukurlarından örselenmiş olarak alınan numuneler, Elazığ Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Zemin Laboratuvarları'na getirilmiştir. Laboratuvar ortamına getirilen zemin numunelerinin 30 tanesi radye temel çukurlarından alınmıştır. Elazığ'da radye temel zemin örnekleri Doğukent, Ulukent, Ataşehir ve Sürsürü bölgelerinden temin edilmiştir. Zemin numunelerinin 18 tanesi mütemadi temel çukurlarından alınmıştır. 12 adet zemin numunesinin fiziksel parametrelerine ilişkin sonuçlar Elazığ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Elazığ'da mütemadi temel zemin örnekleri Sürsürü, Kovancılar, Palu, Arıcak ve Alacakaya bölgelerine aittir. 10 adet zemin numunesinin fiziksel parametrelerine ilişkin sonuçlar Elazığ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Elazığ'da kısmi radye temel zemin örnekleri Sarıkamış, Uzuntarla, Arıcak, Palu, Baskil, M.Paşa, Karakoçan ve Bulgurcuk bölgelerine aittir.

Zeminlere ait kıvam limitleri, dane boyu dağılım analizi, dane birim hacim ağırlık deneyi, standart proktor deneyi, birim hacim ağırlık deneyleri yapılmıştır. Zeminlerin temel fiziksel parametrelerinden olan porozite, boşluk oranı, rölatif sıkılık, su muhtevası ve doygunluk yüzdesi değerlerine ilişkin hesaplamalar yapılmıştır. Ayrıca zeminlerin mekanik özellikleri hakkında bilgi sahibi olabilmek için her bir temele ait beş farklı zemin numunesinin konsolidasyon deneyi, serbest basınç deneyleri yapılmıştır. SPSS paket

programıyla da zeminlerin tanımlayıcı istatistik değerleri belirlenmiştir. Çalışmada bölgelere ait elde edilen sonuçlar maddeler halinde özetlenmiştir.

- Çalışmada kullanılan zemin numuneleri, birleştirilmiş zemin sistemine göre sınıflandırılmıştır. Radye temel zemin numunelerine ait zeminlerin %16,67'sini yüksek plastisiteli inorganik kil (CH), %20'sini düşük-orta plastisiteli inorganik killi zemin (CL), %6,67'sini killi kumlu zemin (SC), %23,33'ünü killi çakıllı zemin (GC), %13,33'ünü siltli çakıllı zemin (GM), %3,33'ünü kötü derecelenmiş siltli çakıllı zemin (GP-GM), %16,67'sini ise inorganik siltli veya kumlu zemin (MH) oluşturmaktadır. Mütemadi temel zemin numunelerinin %13,34'ünü yüksek plastisiteli inorganik killi zemin (CH), %16,67'sini düşük-orta plastisiteli inorganik killi zemin (CL), %16,66'sini killi kumlu zemin (SC), %3,34'ünü killi ve siltli kumlu zemin (SC-SM), %3,33'ünü kötü derecelenmiş çakıllı kumlu zemin (SP), %30'unu killi çakıllı zemin (GC), %3,33'ünü iyi derecelenmiş siltli çakıl karışımı (GW-GM), %3,33'ünü kötü derecelenmiş killi çakıllı zemin (GP-GC), %10'unu inorganik siltli zemin (MH) oluşturmaktadır. Kısmi radye temel zemin numunelerinin; %6,7'sini yüksek plastisiteli inorganik kil (CH), %26,7'sini düşük-orta plastisiteli inorganik kil (CL), %13,33'ünü killi kumlu zemin (SC), %10'unu siltli kumlu zemin (SM), %13,33'ünü killi çakıllı zemin (GC), %3,33'ünü iyi derecelenmiş siltli çakıllı zemin (GW-GM), %6,7'sini siltli çakıllı zemin (GM), %3,33'ünü iyi derecelenmiş killi çakıllı zemin (GW-GC) ve %16,7'sini de inorganik siltli zemin (MH) oluşturur.
- Radye temel çukurlarına ait zeminlerin çakıl yüzdeleri %1-80, ince malzeme yüzdeleri %12-86, kum yüzdeleri ise %4-41 arasındadır. Likit limit değerleri %29-93 arasında, plastisite indisleri ise %9-%70 arasındadır. Optimum su muhtevaları %10,90-25,10 arasındadır. Maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri 1,22-2,05 gr/cm³ arasında, özgül ağırlık değerleri ise 2,60-2,69 gr/cm³ arasında değişim göstermektedir. Çalışmada incelenen radye temel uygulamasına ait zeminlerin fiziksel parametreleri bakımından ortalama yüzdeleri incelendiğinde ise çakıl yüzdesi %31, kum yüzdesi %18, ince malzeme yüzdesininse %51 oranlarında olduğu ayrıca, zeminlerin likit limit değerlerinin %51, plastisite indisi değerlerininse %26 oranında olduğu, optimum su muhtevası değerlerinin %16,56 ortalama özgül ağırlık değerlerininse 2,66 gr/cm³ civarında olduğu söylenebilir. Mütemadi temel çukurlarına ait zeminlerin çakıl yüzdeleri %3-76, kum yüzdeleri

%6-89, ince malzeme yüzdeleri ise %2-87 arasındadır. Likit limit değerleri %24-76 arasında, plastisite indisleri ise %8-46 arasında değişim gösterir. Optimum su muhtevaları %8,70-22,60 arasındadır. Maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri $1,37-2,08 \text{ gr/cm}^3$ arasında, özgül ağırlık değerleri ise $2,60-2,69 \text{ gr/cm}^3$ arasındadır. Mütemadi temel uygulamasına ait zeminlerin fiziksel parametrelerin bakımından ortalama yüzdeleri incelendiğinde çakıl yüzdesi %29, kum yüzdesi %27, ince malzeme yüzdesininse %43 oranlarında olduğu ayrıca, zeminlerin likit limit değerlerinin %43, plastisite indisi değerlerininse %22 oranında olduğu, optimum su muhtevası değerlerinin %14,01 ortalama özgül ağırlık değerlerininse $2,65 \text{ gr/cm}^3$ civarında olduğu söylenebilir. Kısmi radye çukurlarına ait zeminlerin çakıl yüzdeleri %1-59, kum yüzdeleri %4-62, ince malzeme yüzdeleri ise %9-87 arasındadır. Likit limit değerleri %26-73 arasında, plastisite indisleri ise %8-47 arasındadır. Optimum su muhtevaları %7-23 arasındadır. Maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri $1,30-2,14 \text{ gr/cm}^3$ arasındadır. Özgül ağırlık değerleri ise $2,60-2,69 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişim gösterir. Kısmi radye temel uygulamasına ait zeminlerin fiziksel parametrelerin bakımından ortalama yüzdeleri incelendiğinde çakıl yüzdesi %26, kum yüzdesi %25, ince malzeme yüzdesininse %48 oranlarında olduğu ayrıca, zeminlerin likit limit değerlerinin %43, Plastisite indisi değerlerininse %20 oranında olduğu, optimum su muhtevası değerlerinin %14,5 ortalama özgül ağırlık değerlerininse $2,65 \text{ gr/cm}^3$ civarında olduğu söylenebilir.

Temel çukurlarına ait incelenen zeminlerin, mekanik özelliklerini belirlemek için örselenmiş olarak laboratuvara getirilip, proktor deneyi ile optimum su muhtevasına getirilen numunelerin konsolidasyon parametreleri ile tek eksenli basınç deneyi parametreleri belirlenmiştir.

Farklı temel tiplerinden alınan numunelerin düşey gerilme-boşluk oranı arasındaki ilişkiler Ek 5'de verilmiştir. Radye temel zemin numunelerinin $1,63 \text{ kg/cm}^2$ basınç altındaki sıkışma katsayıları CL zemin sınıfında $0,042 \text{ cm}^2/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir. CL zemin sınıfındaki ikinci numune için $0,0417 \text{ cm}^2/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir. CL zemin sınıfındaki üçüncü numune için $0,0451 \text{ cm}^2/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir. CH zemin sınıfındaki dördüncü numune için $0,0350 \text{ cm}^2/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir. CH zemin sınıfındaki beşinci numune için $0,035 \text{ cm}^2/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir. Mütemadi temel zemin numunelerinin $1,63 \text{ kg/cm}^2$ basınç altındaki sıkışma katsayıları CH zemin sınıfında $0,0439 \text{ cm}^2/\text{kg}$ olarak

belirlenmiştir. CL zemin sınıfındaki ikinci numune için 0,0416 cm²/kg olarak belirlenmiştir. CL zemin sınıfındaki üçüncü numune için 0,0475 cm²/kg olarak belirlenmiştir. CH zemin sınıfındaki dördüncü numune için 0,0440 cm²/kg olarak belirlenmiştir. CH zemin sınıfındaki beşinci numune için 0,0440 cm²/kg olarak belirlenmiştir. Kısmi radye temel zemin numunelerinin 1,63 kg/cm² basınç altındaki sıkışma katsayıları CL zemin sınıfında 0,0423 cm²/kg olarak belirlenmiştir. CL zemin sınıfındaki ikinci numune için 0,0432 cm²/kg olarak belirlenmiştir. CL zemin sınıfındaki üçüncü numune için 0,0406 cm²/kg olarak belirlenmiştir. CH zemin sınıfındaki dördüncü numune için 0,0434 cm²/kg olarak belirlenmiştir. CH zemin sınıfındaki beşinci numune için 0,0434 cm²/kg olarak belirlenmiştir. Burada en fazla sıkışmanın mütemadi temel zemin numunesinde olacağı söylenebilir.

Zeminlerin tek eksenli basınç deneyi sonucunda elde edilen bulgular (EK 6) ışığında şu hususlar ileri sürülebilir. Bu veriler için konsolidasyon deneyinde kullanılan her bir temel çukuruna ait aynı zemin örnekleri kullanılmıştır.

- Radye temel zemin numunelerinden; CL zemin sınıfına ait ilk örneğin tek eksenli dayanım sonucu 2,35 kg/cm² olarak belirlenmiştir. CL zemin sınıfına ait ikinci tek eksenli dayanım sonucu 2,39 kg/cm² olarak belirlenmiştir. CL zemin sınıfına ait üçüncü tek eksenli dayanım sonucu 1,90 kg/cm² olarak belirlenmiştir. CH zemin sınıfına ait dördüncü tek eksenli dayanım sonucu 2,15 kg/cm² olarak belirlenmiştir. CH zemin sınıfına ait beşinci tek eksenli dayanım sonucu 2,48kg/cm² olarak belirlenmiştir.
- Mütemadi temel zemin numunelerinden; CH zemin sınıfına ait ilk örneğin tek eksenli dayanım sonucu 2,30 kg/cm² olarak belirlenmiştir. CL zemin sınıfına ait ikinci tek eksenli dayanım sonucu 2,45 kg/cm² olarak belirlenmiştir. CL zemin sınıfına ait üçüncü tek eksenli dayanım sonucu 2,60 kg/cm² olarak belirlenmiştir. MH zemin sınıfına ait dördüncü tek eksenli dayanım sonucu 2,25 kg/cm² olarak belirlenmiştir. CH zemin sınıfına ait beşinci tek eksenli dayanım sonucu 2,29kg/cm² olarak belirlenmiştir.
- Kısmi radye temel zemin numunelerinden; CL zemin sınıfına ait ilk örneğin tek eksenli dayanım sonucu 2,35 kg/cm² olarak belirlenmiştir. CL zemin sınıfına ait ikinci tek eksenli dayanım sonucu 1,95 kg/cm² olarak belirlenmiştir. CL zemin sınıfına ait üçüncü tek eksenli dayanım sonucu 2,10 kg/cm² olarak belirlenmiştir. CH zemin sınıfına ait dördüncü tek eksenli dayanım sonucu 2,65 kg/cm² olarak

belirlenmiştir. CH zemin sınıfına ait beşinci tek eksenli dayanım sonucu $2,61\text{kg/cm}^2$ olarak belirlenmiştir.

Diğer taraftan, zeminlerin fiziksel parametrelerin temel tipi seçiminde etkilerinin incelenmesine yönelik yapılan bu çalışmada kullanılan SPSS İstatistik Paket Programı uygulamasıyla ulaşılan sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde aşağıdaki hususlar ileri sürülebilir.

- Birleştirilmiş zemin sınıfına göre sınıflandırılmış zeminlerden yüksek plastisiteli inorganik killi zemin (CH) radye temelde %45,5 ile en fazla kullanılan zemin sınıfıdır.
- Düşük-orta plastisiteli inorganik kil (CL) kısmi radye temelde %42,1 ile en fazla kullanılan zemin sınıfıdır.
- Killi kumlu zemin (SC) kısmi radye temelde %50 ile en fazla kullanılan zemin sınıfıdır.
- Killi ve siltli kumlu zemin (SC-SM) %50'lik oranla hem mütemadi temelde hem de kısmi radye temelde en fazla kullanılan zemin sınıfıdır.
- Kötü derecelenmiş çakıllı kumlu zemin (SP) ve siltli kumlu (SM) zemin sınıfları yalnızca kısmi radye temelde tercih edilmiştir.
- Killi çakıllı zeminin (GC) en fazla kullanıldığı temel tipi mütemadi temeldir.
- İyi derecelenmiş siltli çakıl karışımı (GW-GM) zemin hem mütemadi temelde hem de kısmi radye temelde tercih edilmiştir.
- Kötü derecelenmiş killi çakıllı zeminlerde (GP-GC) mütemadi temel uygulaması tercih edilmiştir.
- Siltli çakıllı zeminlerde (GM) radye temel uygulaması tercih edilmiştir. Kötü derecelenmiş siltli çakıllı zeminlerde (GP-GM) radye temel uygulaması tercih edilmiştir.
- İyi derecelenmiş killi çakıllı zeminlerde (GW-GC) mütemadi temel uygulaması tercih edilmiştir. İnorganik siltli zeminlerde ise (MH) %38,5 ile hem radye uygulaması hem de kısmi radye uygulaması tercih edilmiştir.

İnce daneli zeminlerde hem kohezyon hem de plastisite parametreleri önem arz etmektedir. Kumlu bir zeminde ne plastiklik ne de kohezyon söz konusudur. İri daneli zeminlerde ise zeminlerin dokusu ve mühendislik özellikleri arasında bir ilişki olduğu

söylenebilir. Silt ve kil yüzdelерinin fazla olduğu bir zemine uygulanacak temel sisteminin doğru olarak seçilmesi gerekir. Yapılan çalışmada, killi ve çakıllı zeminlerde radye temel sisteminin yüksek oranda tercih edildiği gözlenmiştir.

Geniş bir su muhtevası aralığında plastik davranış gösteren ve yüksek plastik limite sahip zeminler daha yüksek şişme ve büzölme potansiyeline sahip olduğundan genellikle radye temel sistemi tercih edilmelidir. İncelenen zemin numunelerinde bu durum söz konusu olup, mütemadi temel sistemi yapılan/yapılacak zeminlerde yeraltı su seviyesi de göz önüne alınarak gerekli drenaj işlemleri yoluna gidilmelidir.

Yapılan çalışma zeminlerin fiziksel parametrelerinin temel tipi seçimindeki etkilerinin belirlenmesine yönelik olduğu için mekanik parametreler, taşıma gücü faktörü, zemin emniyet katsayısı vb. faktörler yoruma katılmamıştır.

Zeminlerin taşıma gücü faktörünün, temel seçiminde en etkili faktörlerden olduğu bir gerçektir. Bu sebeple temel tasarımı öncesi, yapılan çalışmada elde edilen sonuçların yanında mekanik parametrelerin, taşıma gücü faktörünün vb. değerlerinde belirlenmesi ve yorumlanması önerilmektedir.

Ayrıca bundan sonraki çalışmalarda, mekanik parametrelerin ve fiziksel parametrelerin temel tasarımına olan etkilerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] **Holtz, R.D. and Kovacs, W.D.**, 1981. An Introduction to Geotechnical Engineering, Prentice-Hall, Londra.
- [2] **Önalp, A.**, 2007. Geoteknik Bilgisi 1.Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [3] **Ekinci, C.E.**, 2008. Bordo Kitap: Yapı ve Tasarımcının İnşaat El Kitabı. Data Yayınları, Ankara.
- [4] **Cernica, J.N.**, 1995. Geotechnical Engineering Soil Mechanics. Library of Congress Cataloging-In-Publication Data, John Wiley- Sons Inc. New York.
- [5] **Yılmaz, H.R.**, 1987. Zemin geoteknik parametrelerinin değişkenliği istatistiksel özellikleri ve izmir iç körfezi kuzey kıyıları zeminleri üzerine uygulamalar. *Doktora Tezi*, D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [6] **Bayazıt, B.**, 1992. Farklı zemin parametrelerinin istatistiksel özellikleri ve regresyon analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] **Sezen, A.**, 1992. Zeminlerin endeks ve mukavemet özelliklerinin istatistiksel analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] **Koca, M.Y. ve Yılmaz, H.R.**, 1999. Gümrük-Üçkuyular (İzmir) arası sahil yolu temel taban zemin parametrelerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi ve deniz tabanında mevcut zemin profili. *D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1 (3), 29-46.
- [9] **Lav, M.A. ve Ansal, A.M.**, 2001. Regression analysis of soil compressibility, *Turk J Engin Environ Tubitak*. 25 (2), 101-109.
- [10] **Göktepe, F., Arman, H., Doğan, E. ve Sandalcı, M.**, 2009. Yapay sinir ağları ile Adapazarı killerinin sınıflandırılmasında istatistiksel analiz, *5.Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*, 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye.
- [11] **Kara, H.B., Elcuman, H., Haktanır, T. ve Özel, Ö.**, 2005. Antalya ve çevresinin depremselliğinin istatistiksel olarak incelenmesi. *Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi*. İMO, Antalya.
- [12] **Okuyucu, C.**, 2004. Elazığ ilindeki yapıların beton kalitesi, zemin taşıma gücü ve deprem yönetmeliği açısından incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

- [13] **Rajkai, K., Kabos, S., and Genuchten, M.T.**, 2004. Estimating the water retention curve from soil properties: comparison of linear, nonlinear and concomitant variable methods. *Soil & Tillage Research*, **79**, 145-152.
- [14] **Zorluer, I. ve Tosun, H.**, 2004. Kıl zeminlerin dispersibilite özelliğinin istatistiksel yöntemle incelenmesi. *Türkiye İnşaat Mühendisliği Xvii. Teknik Kongre ve Sergisi*, Bildiriler Kitabı.
- [15] **Sivrikaya, O. ve Ölmez, A.**, 2007. Zeminlerin kompaksiyon parametreleri ile indeks özellikleri arasındaki ilişkiler. 2. *Geoteknik Sempozyumu*, Bildiriler Kitabı. 50-64.
- [16] **Dipova, N. ve Cangir, B.**, 2010. Lagün kökenli kil-silt zeminde sıkışabilirlik özelliklerinin regresyon ve yapay sinir ağları yöntemleri ile belirlenmesi. *IMO Teknik Dergi*, 5069-5086, Yazı 332.
- [17] **Mutlu, S., Akdeniz, E., Avdan, U, Pekkan, E., Tün, M., Güney, Y. ve Ecevitoğlu, B.**, 2011. Zeminin sismik özelliklerinin coğrafi veritabanı tasarımı 1. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*. ODTÜ, Ankara.
- [18] **Dizdaroğlu, H.**, 1988. Elastik zemine oturan sürekli yüzeysel temellerin oturma kalıbı yoluyla hesabı. *Yüksek Lisans Tezi*, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- [19] **Güler, M.**, 2003. Radye temellerin tasarımına zemin parametrelerindeki değişimin etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [20] **Aykanat, T.**, 2005. An investigation of effect of modulus of subgrade reaction on mat foundation design. *Master Dissertation*, G.U. Institute of Science and Technology, Gaziantep.
- [21] **Duman, T.**, 2008. Elastik zemine oturan radye temellerin hesabı. . *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [22] **Kökten, Ö.**, 2008. Yüzeysel temellerin TS 500'e göre hesap ve tasarım yöntemleri. *Yüksek Lisans Tezi*, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [23] **Yazgan, E.**, 1981. Doğu Toros'larda etkin bir paleo kıta kenarı etüdü (üst kretase-orta eosen), Malatya-Elazığ, *Doğu Anadolu Yerbilimleri Dergisi*, **7**, 83-104.
- [24] **Perinçek, D. ve Özkaya, I.**, 1981. Arabistan levhası kuzey kenarının tektonik evrimi, *Yerbilimleri*. **8**, 91-101.

- [25] **Yazgan, E.**, 1984. Geodynamic evolution of the eastern taurus region (Malatya-Elazığ Area, Turkey), *Proceedings of International Symposium, Geology Of Taurus Belt, MTA, Ankara*, 199-208.
- [26] **Perinçek, D. and Kozlu, H.**, 1984. Stratigraphy and structural relations of the units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir region (Eastern Taurus), *Proceedings of International Symposium, Geology Of Taurus Belt, MTA, Ankara-Turkey*, 181-198.
- [27] **Akgül, M.**, 1987. Baskil (Elazığ) granitoidinin petrografik ve petrolojik incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [28] **Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., and Genç, Ş.C.**, 1993. Ophiolitic and metamorphic assemblages of southeast anatolia and their significance in the geological evolution of the orogenic belt. *Tectonics*, **12** (5), 1280-1297.
- [29] **Akgül, M., Bölücek, C., and Sağiroğlu, A.**, 2003. Geological setting, mineralogy and geochemistry of plutonic rocks and related auriferous quartz veins in the Baskil region Elazığ, Eastern Turkey. *Journal Geological Society Of India*, **62**, 343-355.
- [30] **Dumanlılar, Ö., Aydal, D. ve Dumanlılar, H.**, 2005. Baskil (Elazığ) güneyindeki cevherleşmelerin jeolojik ve mineralojik özellikleri. *Jeoloji Mühendisliği*, **29** (1), 1-20.
- [31] **Arni, P.**, 1936., Şarki Anadolu ve mücavir mıntıkların tektonik ana hatları. *MTA. Yay. Seri:B. No: 4, Ankara*.
- [32] **Saraçoğlu, H.**, 1989. Doğu Anadolu Bölgesi, Meb Yayınları, No: 176, İstanbul.
- [33] **Kipman, E.**, 1976. Keban'ın jeolojisi ve volkanitlerin petrolojisi. *Doçentlik Tezi*, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [34] **Aşan, M.B.**, 1987., Elazığ-Bingöl ve Tunceli illeri ortaçağ yüzey araştırması, *V1. Araştırma Sonuçları Toplantısı, Ankara*, 529-554.
- [35] **Turan, M.**, 1984. Baskil-Aydınlar (Elazığ) arası bölgenin tektono-stratigrafik özellikleri. *Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu*, 211-227.
- [36] **Kaya, A.**, 2001. Keban (Elazığ) civarındaki metamorfitleerin yapısal analizi ve tektonik evrimi. *Doktora Tezi*, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [37] **Ketin, I.**, 1946. Elazığ-Palu ve Pertek yörelerinin jeolojik etüdüne ait jeolojik rapor. *MTA, Rapor No: 1708, Ankara*.

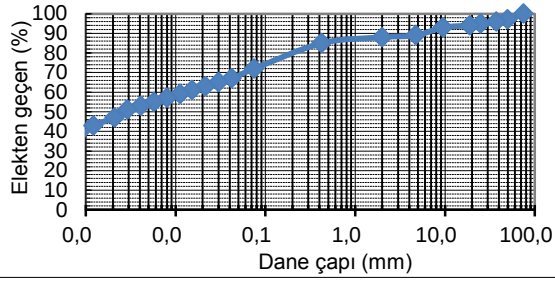
- [38] **Arpat, E. ve Şaroğlu, F.**, 1971. Doğu Anadolu Fayı ile ilgili gözlemler ve düşünceler. *MTA Enst. Dergisi*, **78**, 44-50.
- [39] **Arpat, E. ve Saroglu, F.**, 1975. Türkiye’deki bazı önemli genç tektonik olaylar. *TJK Bülteni*, **18** (1), 91-101.
- [40] **Sirel, E., Metin, S. ve Sözeri, B.**, 1975. Palu denizel oligosen’inin stratigrafisi ve mikropaleontolojisi. *Türkiye Jeoloji Kur. Bült.*, **18** (2), 175-180,
- [41] **Hall, R.**, 1979. Güneydoğu Türkiye’de ofiyolit yerleşmesi ve toros suture zonu’nun evrimi. *Yeryuvarı ve İnsan*, 18-28.
- [42] **Naz, H.**, 1979. Elazığ-Palu dolayının jeolojisi. *Tpao Rapor No: 1360*, (Yayınlanmamış).
- [43] **Yazgan, E.**, 1981. Doğu Toroslarda etkin bir paleokıta kenarı etüdü (üst kretase- orta eosen) Malatya-Elazığ, *Doğu Anadolu. H.Ü. Yerbilimleri Dergisi*, **7**, 83-104.
- [44] **Şaroğlu, F. ve Güner, Y.**, 1981. Doğu Anadolu’nun jeomorfolojik gelişimine etki eden ögeler: jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri. *TJK Bülteni*, **24**, 39-50.
- [45] **Avşar, N.**, 1983. Elazığ yakın kuzeybatısında stratigrafik ve paleontolojik araştırmalar. *Doktora Tezi*, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [46] **Sungurlu, O., Perinçek, D., Kut, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdem R.E. ve Naz, H.**, 1985. Elazığ-Hazar-Palu alanının jeolojisi. *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi*, **29**, 83-191.
- [47] **Özkul, M.**, 1988. Elazığ batısında kırkgeçit formasyonu üzerinde sedimantolojik incelemeler. *Doktora Tezi*, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [48] **Türkmen, I.**, 1991. Elazığ doğusunda Çaybağı formasyonu (üst miyosen- pliyosen) stratigrafisi ve sedimantolojisi. *TJK Bülteni*, **34** (1), 45-53.
- [49] **Aktas, G. and Robertson, A.H.F.**, 1984. The maden complex, se turkey: evolution of a neotethyon active magrin.dixon,j.e and robertson, a.h.f., eds.. *The Geological Evolution of the Eastem Mediterranean*, 375-402, London.
- [50] **Aksoy, E., Turan, M., Türkmen, I. ve Özkul, M.**, 1996. Elazığ Havzasının tersiyer’deki evrimi. *K.T.Ü. Jeoloji Müh. Böl., 30. Yıl Sempozyumu Bildiriler*, 293-310, Trabzon.
- [51] **Tonbul, S.**, 1985, Kuzova-Hasandağı ve çevresinin (Elazığ batısının) fiziki coğrafyası. *Doktora Tezi*, F.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.

- [52] **Erol, O., Akkan, E., Elibuyuk, M. ve Doğu, A.F.**, 1987, Aşağı Fırat Bölgesinde bugünkü ve kuvarterlerdeki doğal çevre koşulları. *Aşağı Fırat Projesi; 1978-1979 ODTÜ Aşağı Fırat Projesi çalışmaları, Seri -I No:3*, Ankara.
- [53] **Asutay, H.J.**, 1987, Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojisi ve Baskil magmatitlerinin petrolojisi, *MTA Dergisi*, **106**, 55-61, Ankara.
- [54] **Siler, M.**, 2009. Büyük Çay Havzası'nın (Elazığ Batısı) genel ve uygulamalı jeomorfolojisi. *Yüksek Lisans Tezi*, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [55] **Uzuner, B.A.**, 2005. Temel Zemin Mekaniği. Teknik Yayınevi, Ankara.
- [56] **Özaydın, K.**, 1989. Zemin Mekaniği. Meya Matbaacılık ve Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul.
- [57] **Das, B.M.**, 2007. Advanced Soil Mechanics, Engineering Press, Third Edition, London, New York.
- [58] **Bowles, J.E.**, 1979. Physical and Geotechnical Properties of Soils. McGraw-Hill Book Company.
- [59] **Terzaghi, K. and Peck, R.B.**, 1967. Soil mechanics in engineering practise. Second edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- [60] **Zhang, X.**, 2004. Consolidation theories for saturated-unsaturated soils and numerical simulation of residential buildings on expansive soils. *PhD Thesis*, A&M University, Texas.
- [61] **Özmen, F.**, 1990. Bazı Trabzon killilerinin konsolidasyon özellikleri ve sıg temel sistemlerinin konsolidasyon oturumları. *Yüksek Lisans Tezi*, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [62] **Orhan, M., Özer, M. ve Işık, N.**, 2004. Zemin Mekaniği Laboratuvar Deneyleri, Cilt 1, Ankara.
- [63] **Das, B.M.**, 1992. Soil Mechanics Laboratory Manual, Engineering Press, Edition, Texas.
- [64] **Demirci, Ö.**, 2010. İnce taneli zeminlerin bazı fiziksel ve kimyasal mineralojik özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [65] **TS-1900-1**, 2006. İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri - Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [66] **TS-1900-2**, 2006. İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri - Bölüm 2: Mekanik Özelliklerin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

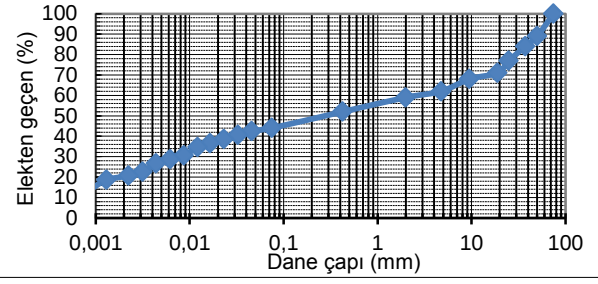
- [67] **Albayrak, A.S., Eroğlu, A., Kalaycı, Ş., Küçüksille, E., Ak, B., Karaathı, M., Keskin, H.Ü., Çiçek, E., Kayış, A., Öztürk, E., Antalyalı, Ö., Uçar, N., Demirgil, H., İşler, D. ve Sungur, O., 2005.** SPSS uygulamalı ve çok değişkenli istatistik teknikleri. 1. Baskı, Asil Yayıncılık Dağıtım. Ltd. Şti., Ankara.
- [68] **Kanıt, R., 2003.** Temel inşaatı, Gazi Kitabevi Tic. Ltd. Şti., Ankara.
- [69] **Yıldırım, S., 2009.** Zemin İncelemesi ve Temel Tasarımı, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- [70] <http://docs.exdat.com/docs/index-146146.html?page=3> Kısmi Radye Temel. (Erişim Tarihi: 31 Aralık 2012).
- [71] <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul> Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (Adnks) Sonuçları. (Erişim Tarihi: 29 Ağustos 2012).
- [72] **Elazığ Belediyesi, 2010.** Elazığ Sürsürü-Ataşehir mahali ön jeolojik rapor.
- [73] **Palutoğlu, M., 2005.** Elazığ il merkezi yerleşim alanının depremselliği, *Yüksek lisans Tezi*, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [74] **Yüksek, S., 2006.** Okçular (Kovancılar/Elazığ) alanının stratigrafisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [75] **Mor, A., 2008.** Karakoçan ilçesinin coğrafi etüdü. *Doktora Tezi*, F.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- [76] **Kılıç, M., 2011.** Nergizlik Barajı (Adana) kil çekirdek malzemesinin jeoteknik incelemesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [77] **Çamlılar, S., 2010.** Antalya Boğaçay alüvyonlarının mühendislik özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi*, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [78] **Bağrıaçık, B. ve Laman, M., 2010.** Yüzeysel temel geometrisinin zeminlerde oluşan gerilmelere etkisinin araştırılması. *Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, **25** (1-2).
- [79] **Orakoğlu, M.E. ve Ekinci, C.E., 2010.** Elazığ kent merkezindeki kohezyonlu zeminlerin kütle özelliklerinin incelenmesi. *International Science and Technology Conference (ISTEC)*. Bildiriler Kitabı. 263-269. Kuzey Kıbrıs.
- [80] **Onur, M.İ., Tunaboyu, O., Tuncan, A. ve Tuncan, M., 2011.** Radye temeller için bilgisayar destekli eksantrisite hesabı. *E-Journal of New World Sciences Academy*. **6** (4), 1620-1629.
- [81] <http://www.google.com/intl/tr/earth/connect/> Google Earth programı. (Erişim Tarihi: 29.08.2012).

- [82] <http://forum.yapisal.net/temeller/889-temel-goruntuleri.html> Mütemadi temel uygulaması. (Erişim Tarihi: 28.01.2012).
- [83] http://www.cesurinsaat.com/radye_temelresimleri.htm Radye temel uygulamaları. (Erişim Tarihi: 28.01.2012).

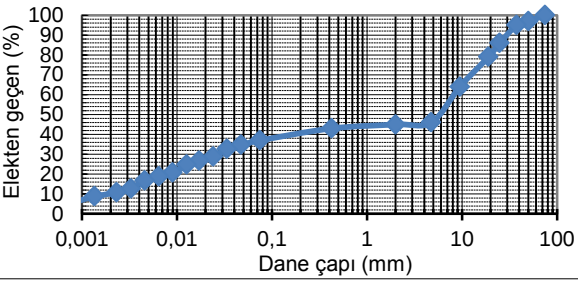
EK 1 DANE BOYU DAĞILIM ANALİZLERİ



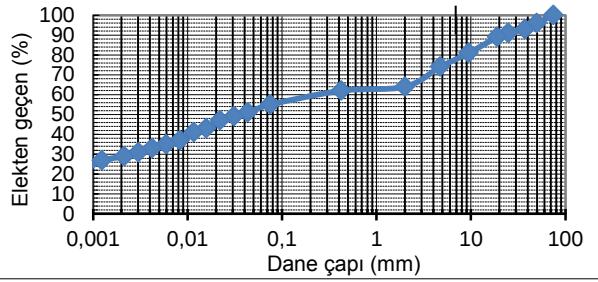
1 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



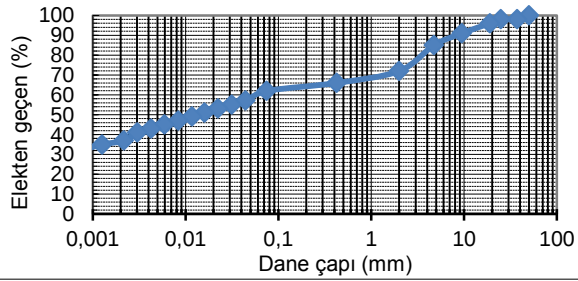
2 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



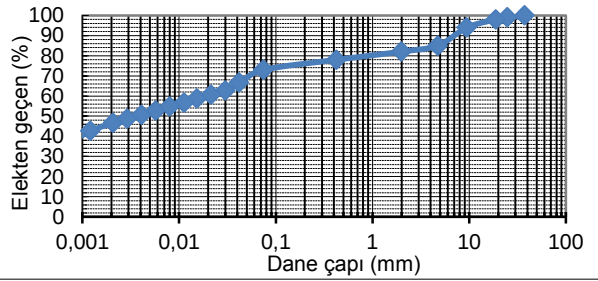
3 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



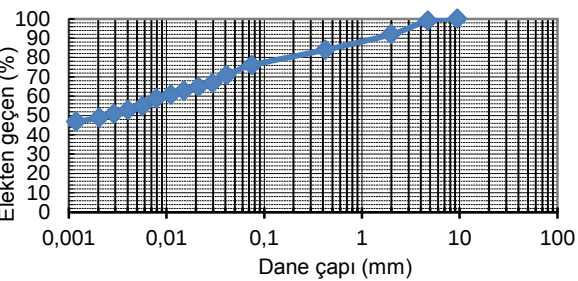
4 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



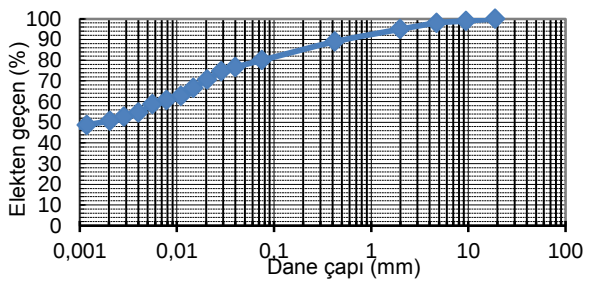
5 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



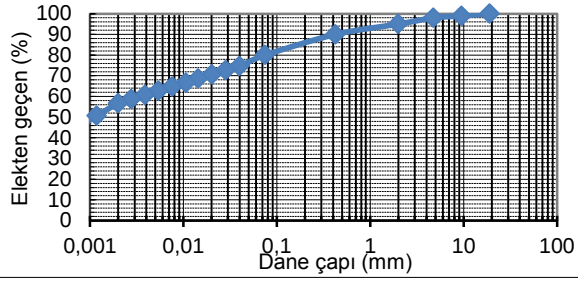
6 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



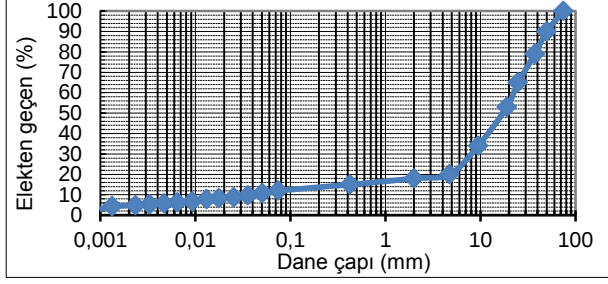
7 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



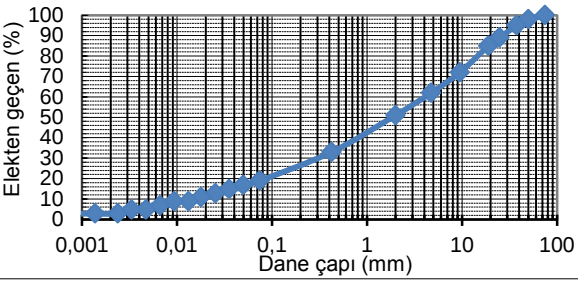
8 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



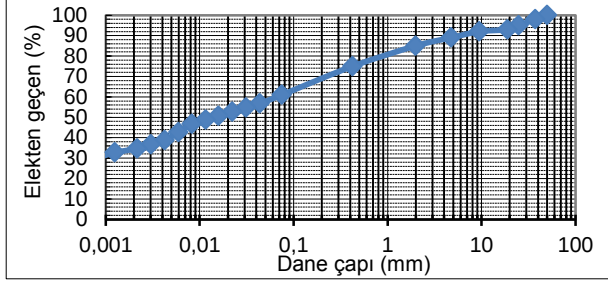
9 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



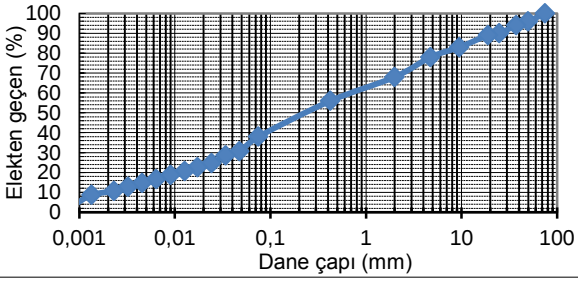
10 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



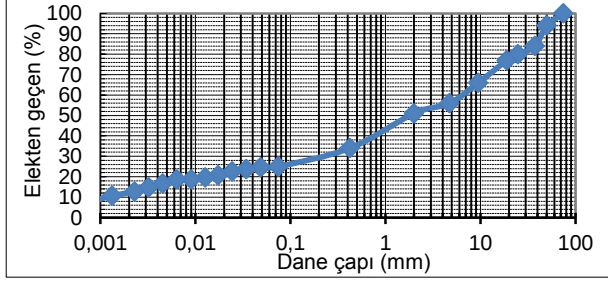
11 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



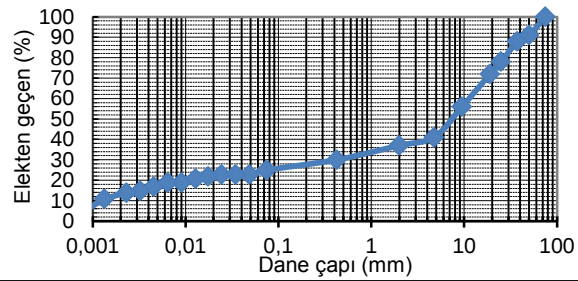
12 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



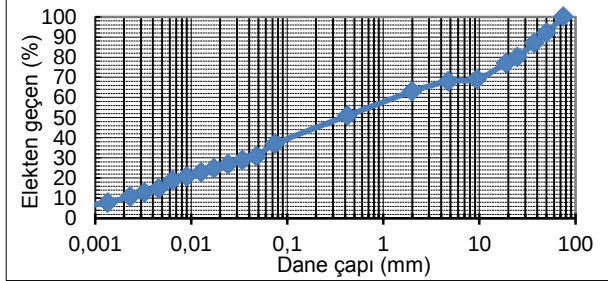
13 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



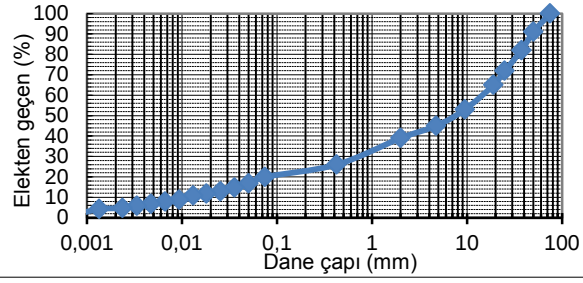
14 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



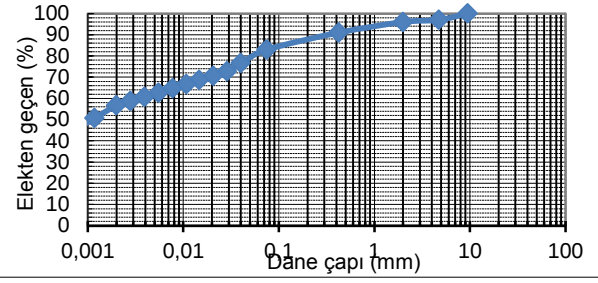
15 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



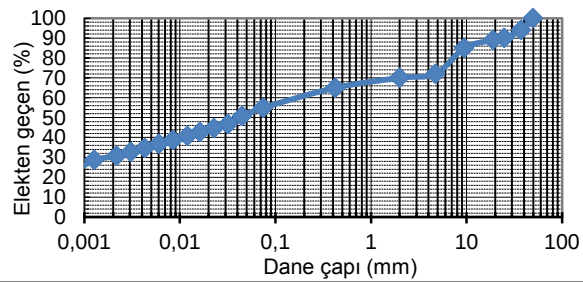
16 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



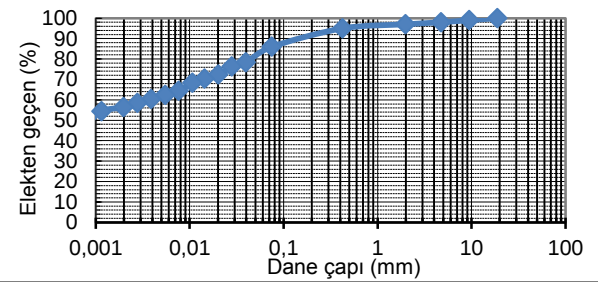
17 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



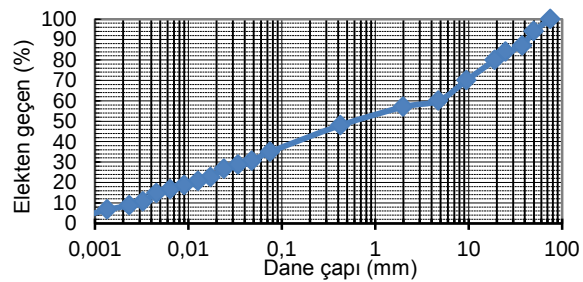
18 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



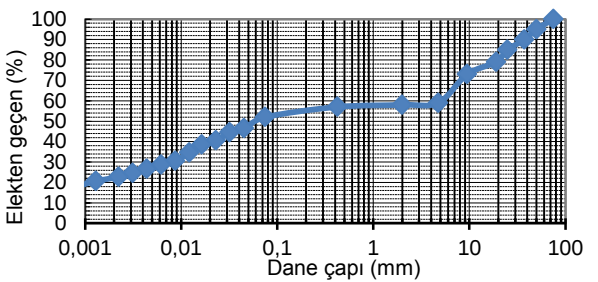
19 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



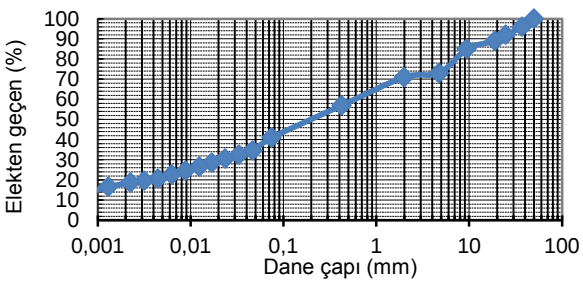
20 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



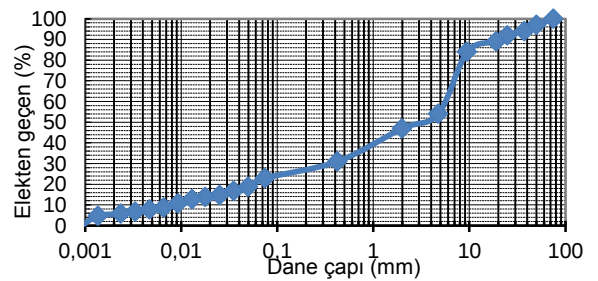
21 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



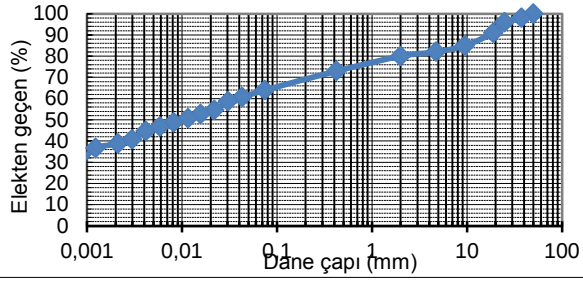
22 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



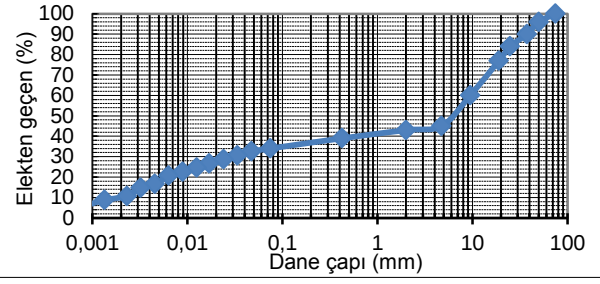
23 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



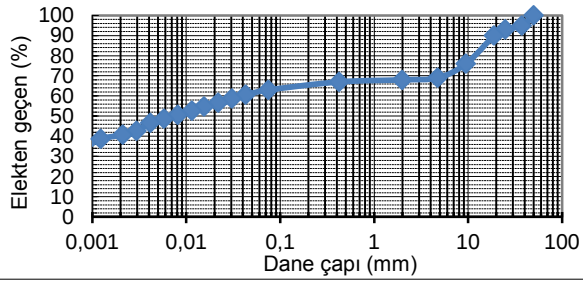
24 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



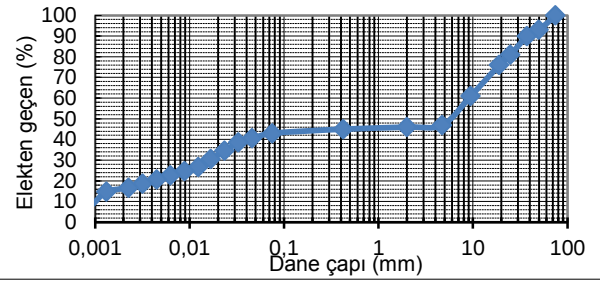
25 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



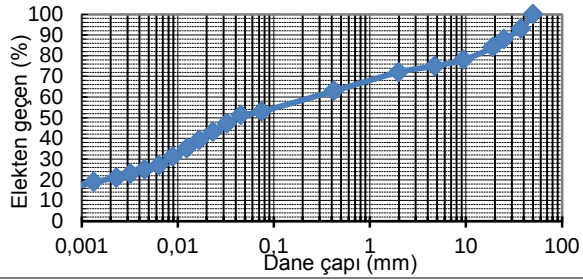
26 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



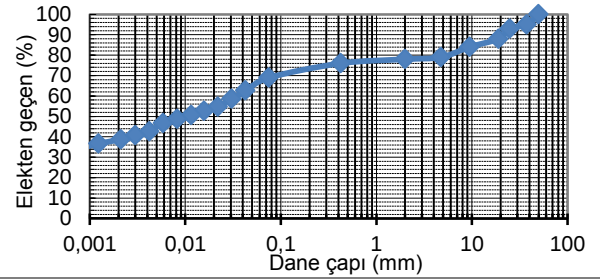
27 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



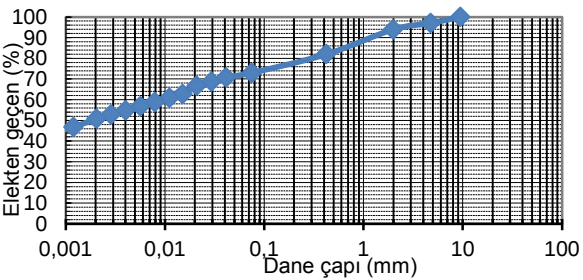
28 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



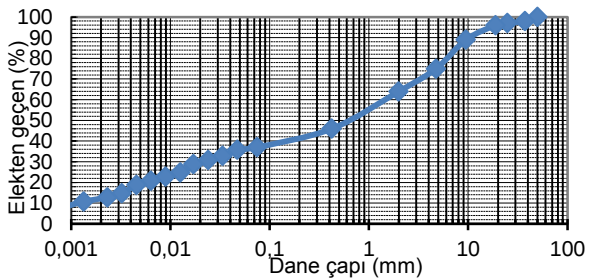
29 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



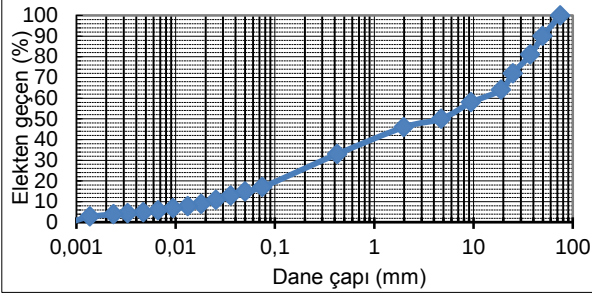
30 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



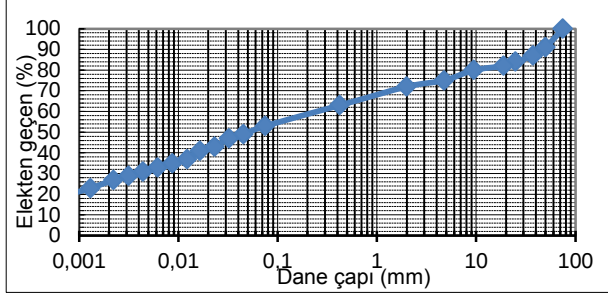
31 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



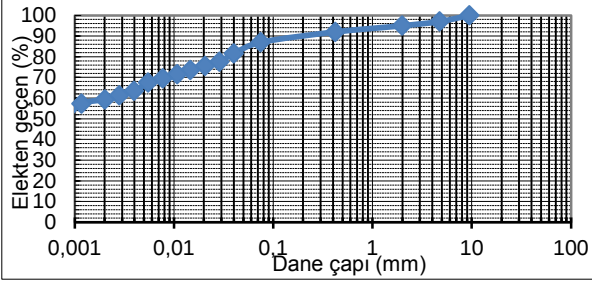
32 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



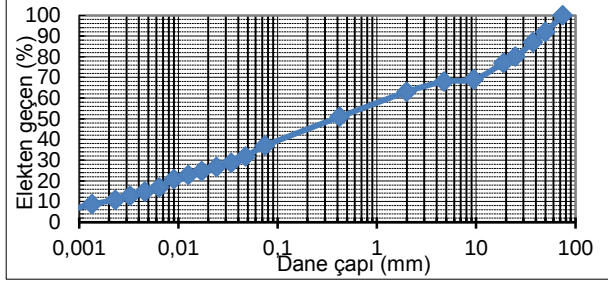
33 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



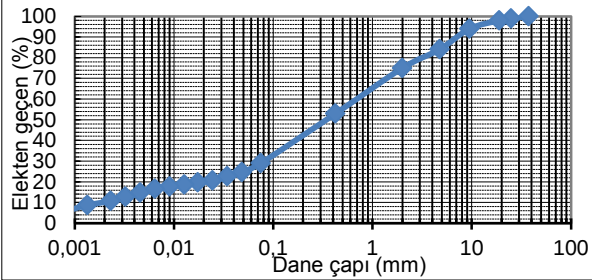
34 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



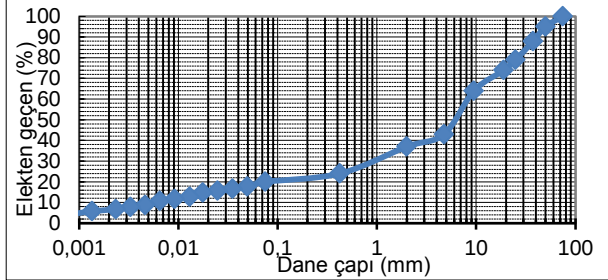
35 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



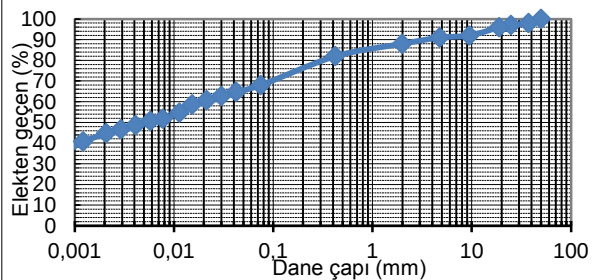
36 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



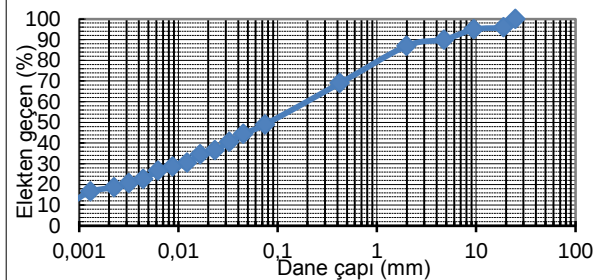
37 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



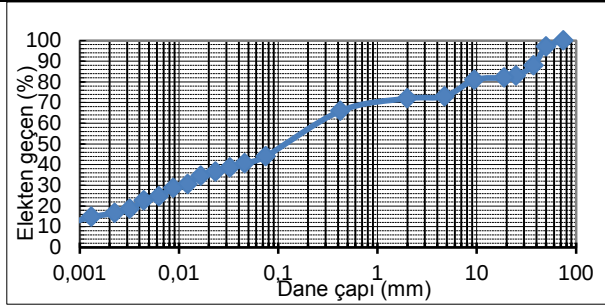
38 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



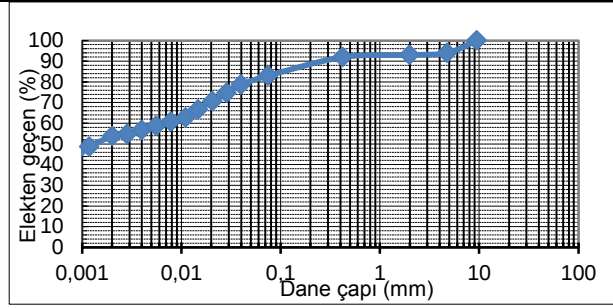
39 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



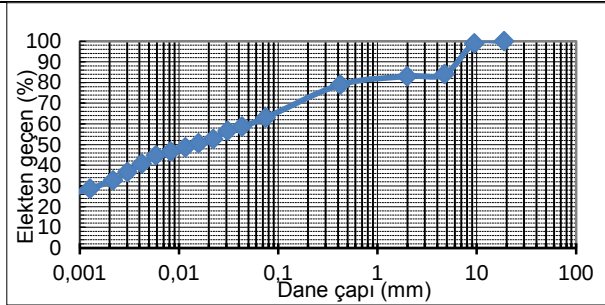
40 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



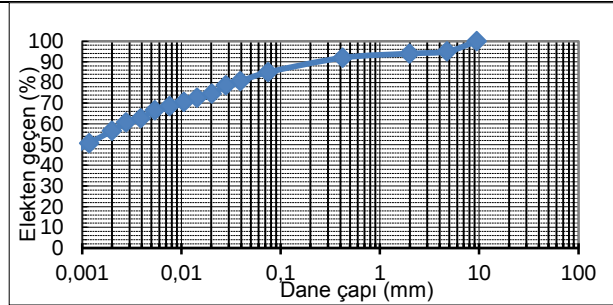
41 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



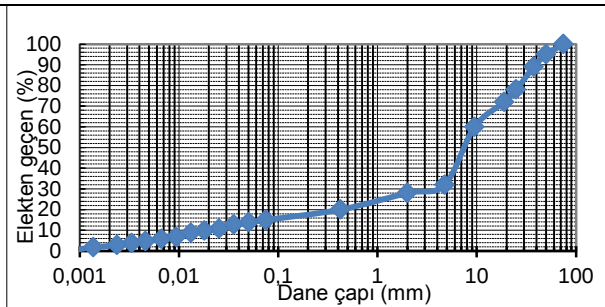
42 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



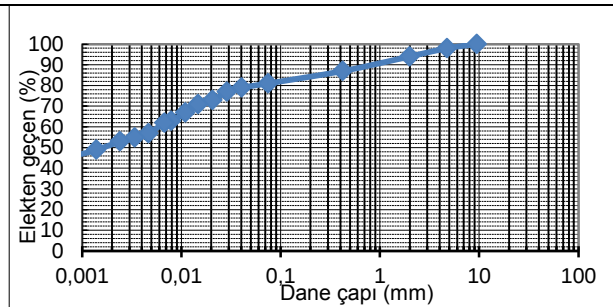
43 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



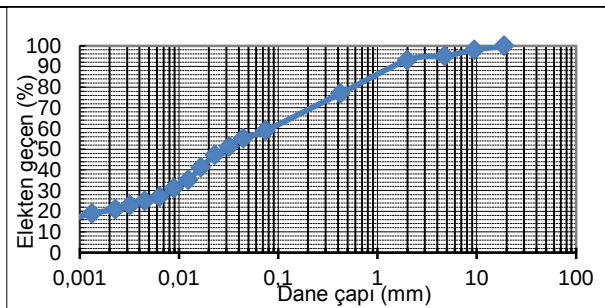
44 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



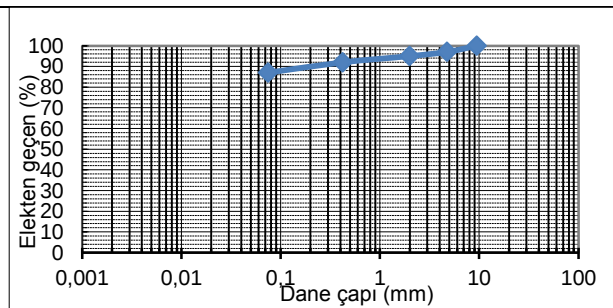
45 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



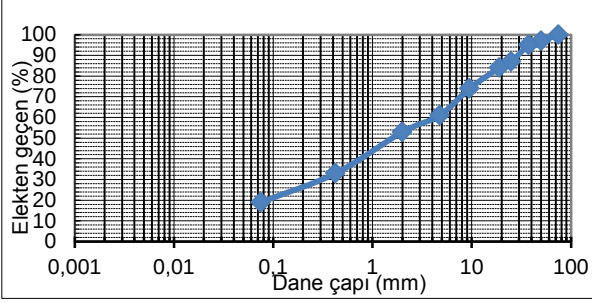
46 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



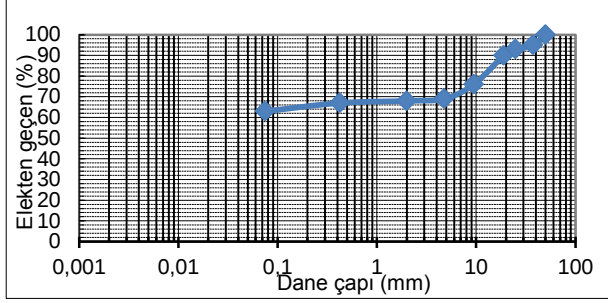
47 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



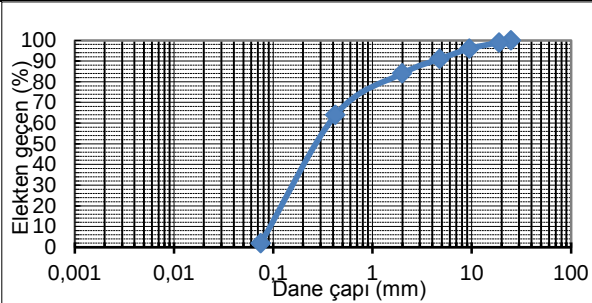
48 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



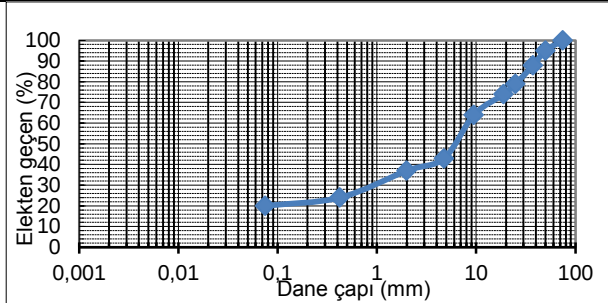
49 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



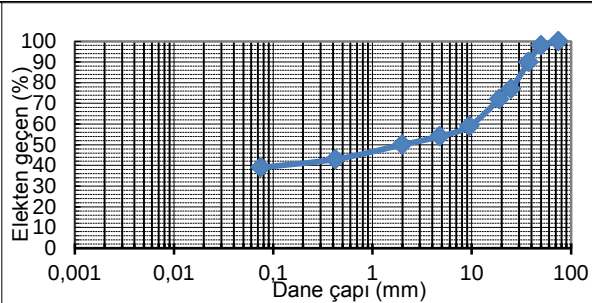
50 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



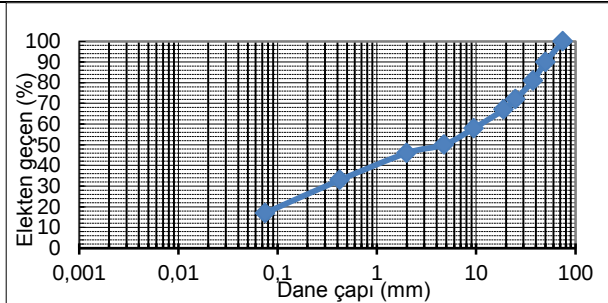
51 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



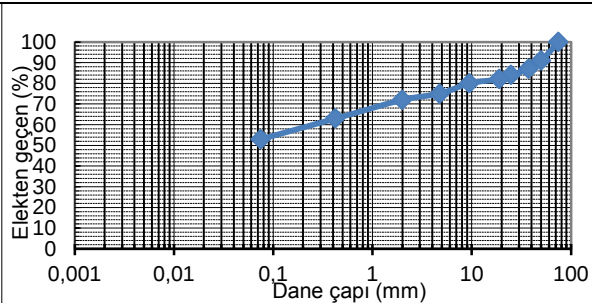
52 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



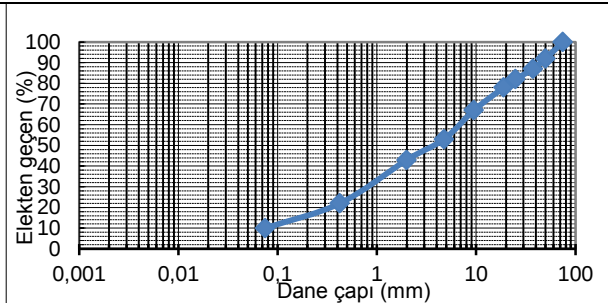
53 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



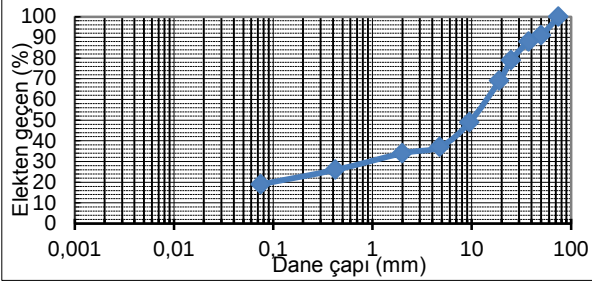
54 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



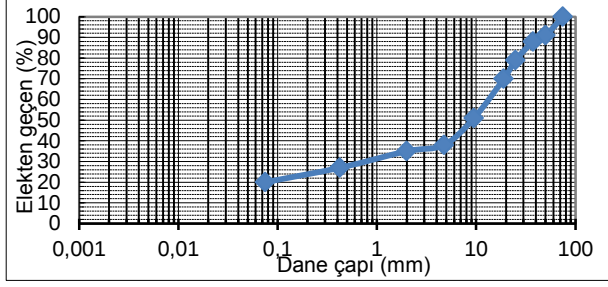
55 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



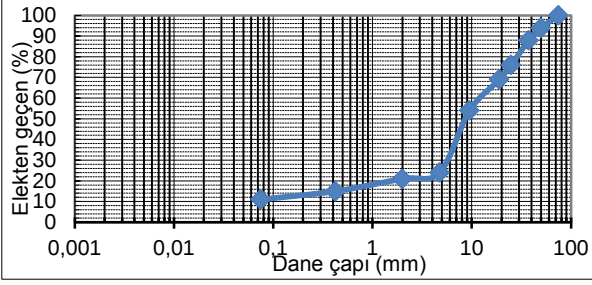
56 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



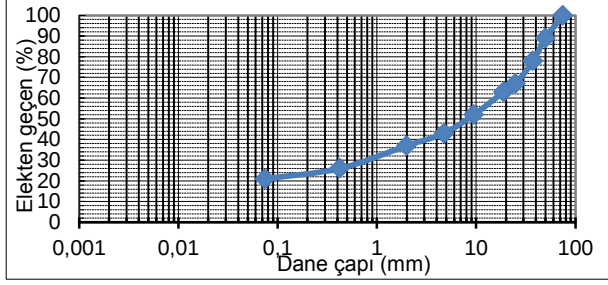
57 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



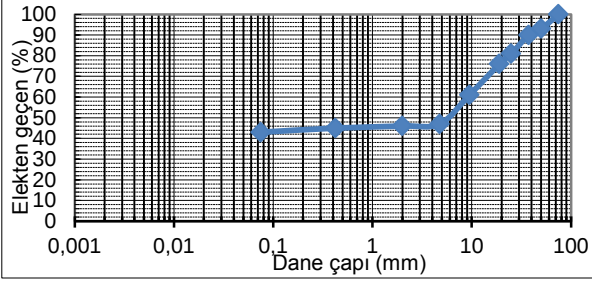
58 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



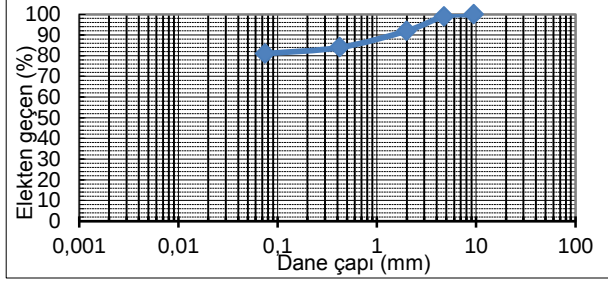
59 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



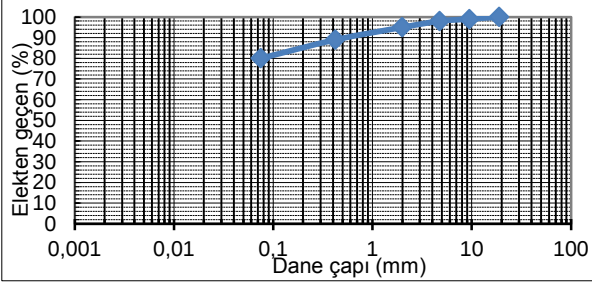
60 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



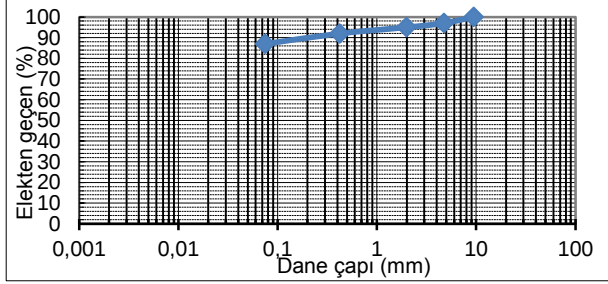
61 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



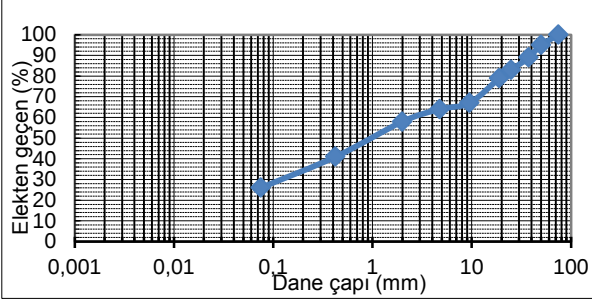
62 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



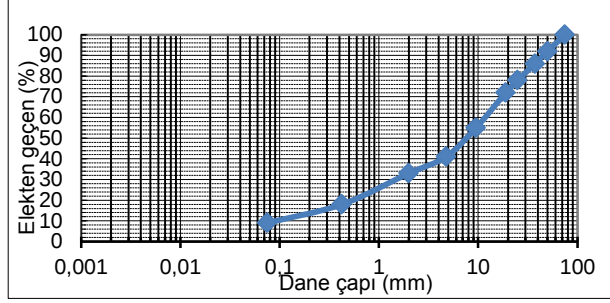
63 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



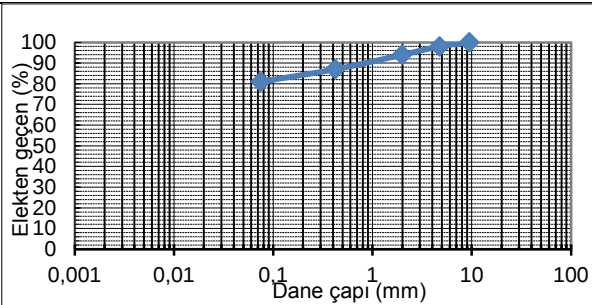
64 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



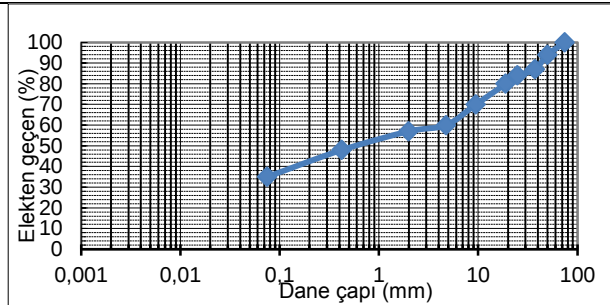
65 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



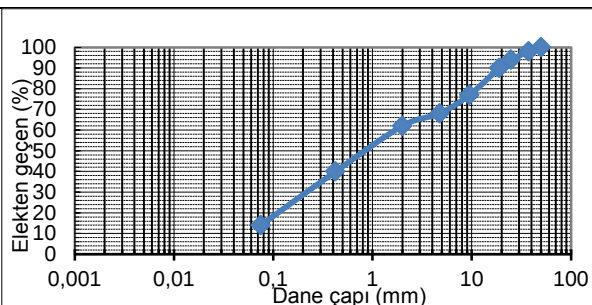
66 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



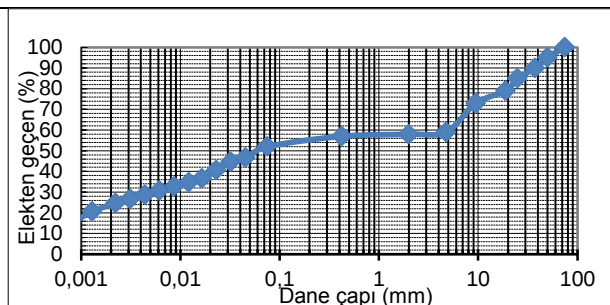
67 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



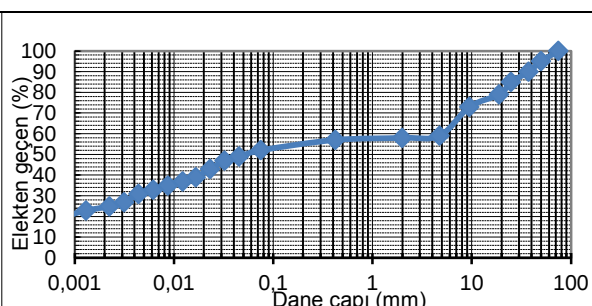
68 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



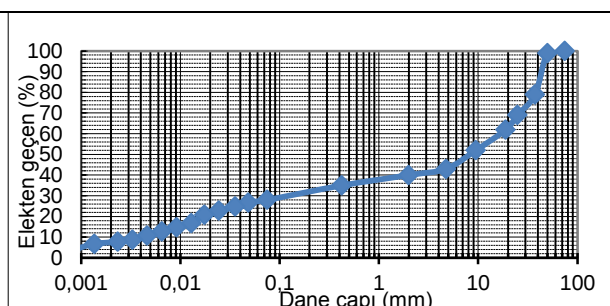
69 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



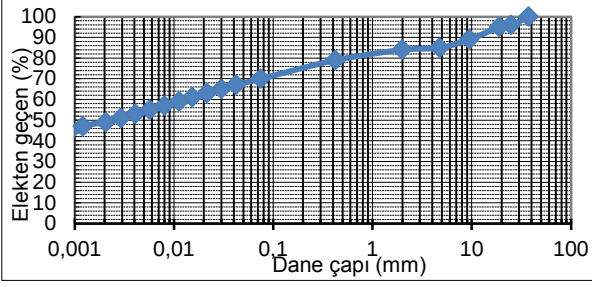
70 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



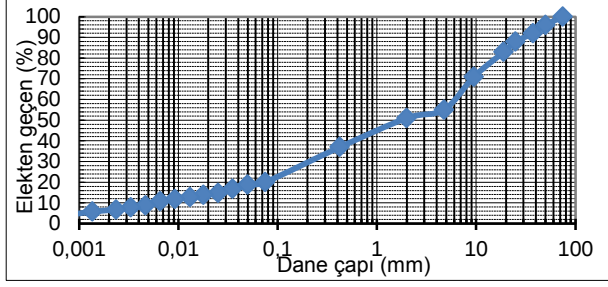
71 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



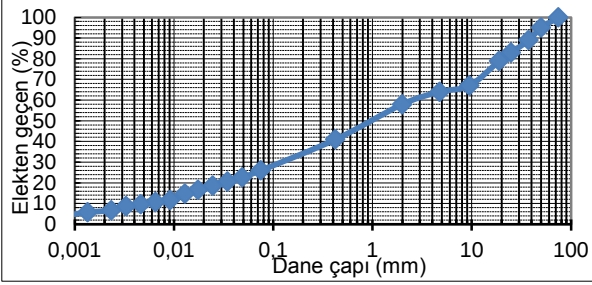
72 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



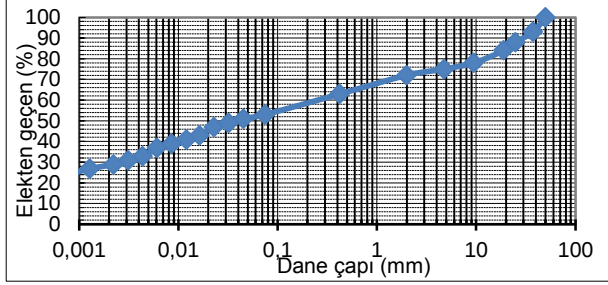
73 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



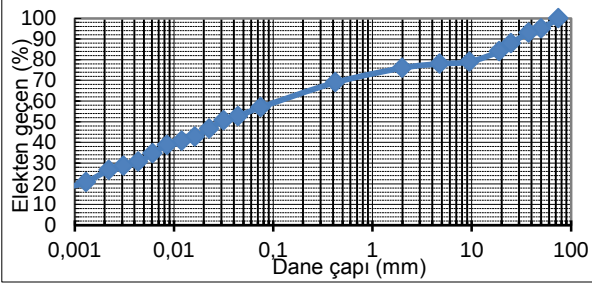
74 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



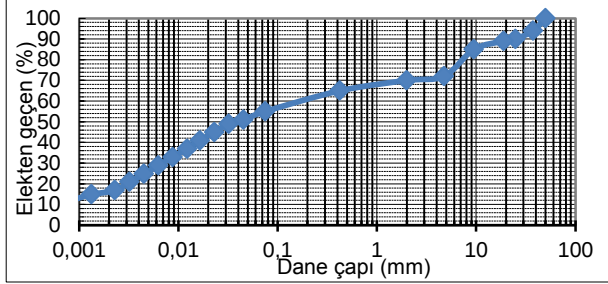
75 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



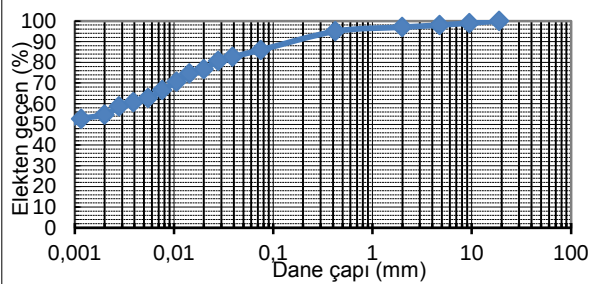
76 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



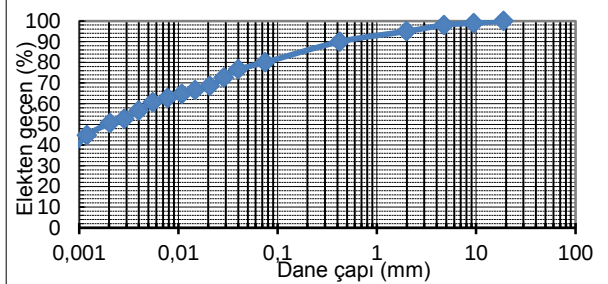
77 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



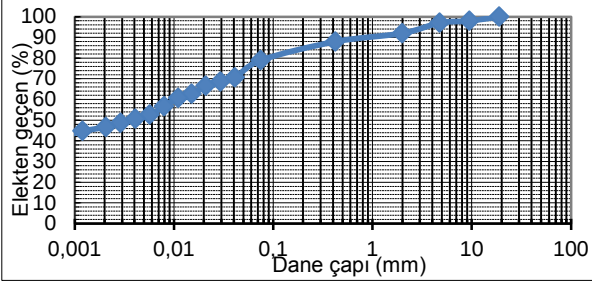
78 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



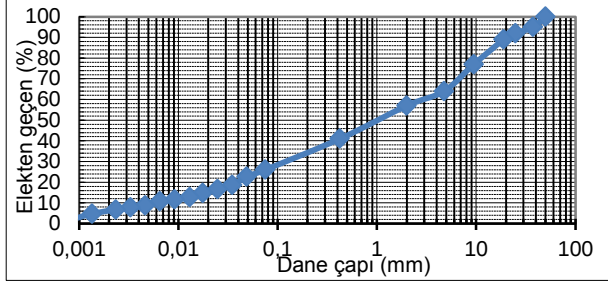
79 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



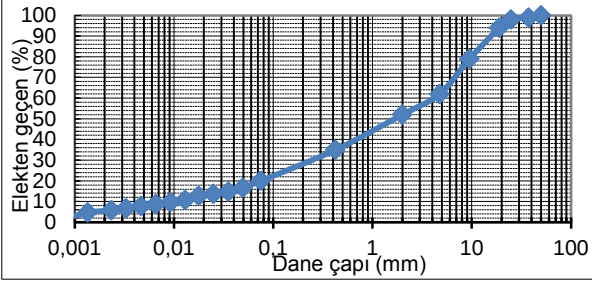
80 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



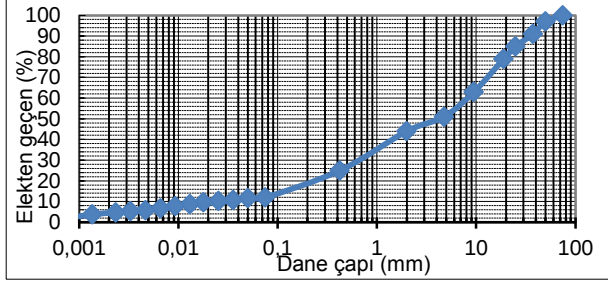
81 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



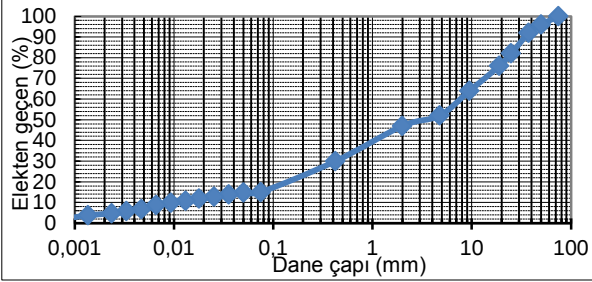
82 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



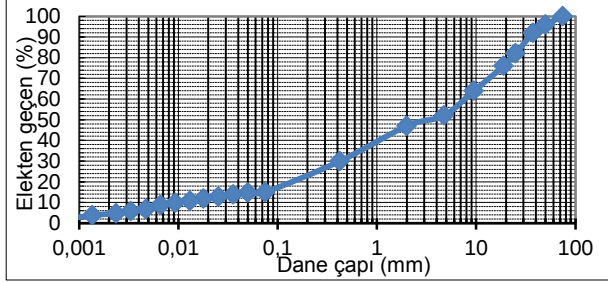
83 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



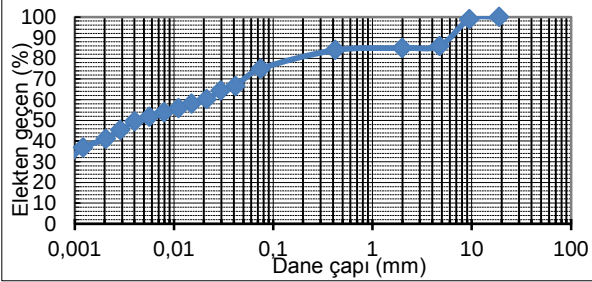
84 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



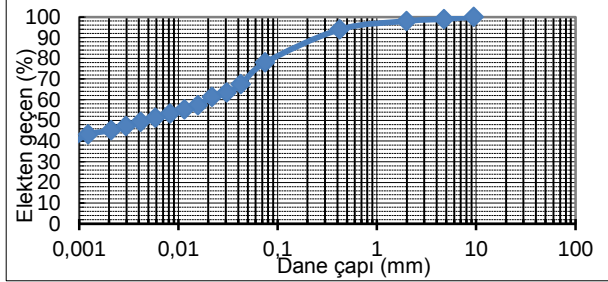
85 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



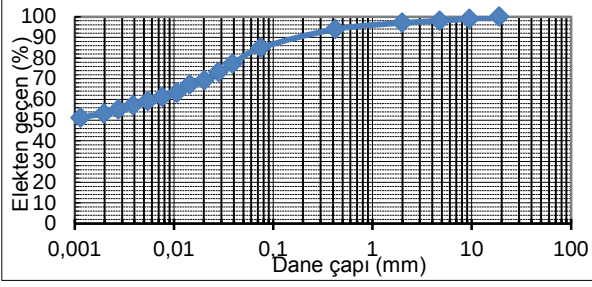
86 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



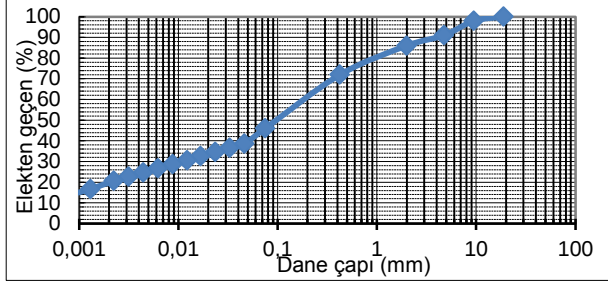
87 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



88 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



89 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği



90 nolu numuneye ait dane boyu dağılım grafiği

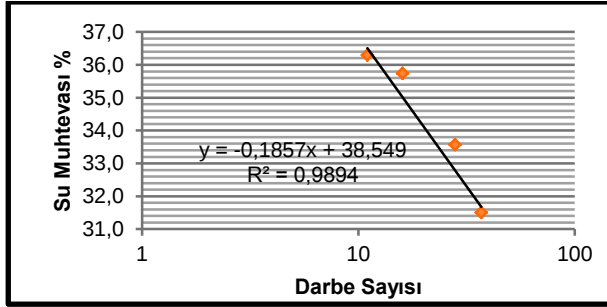
EK 2 KIVAM LİMİTLERİ SONUÇLARI
(LİKİT LİMİT, PLASTİK LİMİT, PLASTİSİTE İNDİSİ DENEY
SONUÇLARI)

EK 2	DENEY ADI: KIVAM LİMİTLERİ			
	RADYE TEMEL ZEMİN NUMUNELERİ			
NUMUNE NO	LİKİT LİMİT	PLASTİK LİMİT	PLASTİSİTE İNDİSİ	ZEMİN SINIFI
1	34	17	17	CL
2	42	26	16	GM
3	37	18	19	GC
4	44	21	23	CL
5	31	22	9	CL
6	52	22	30	CH
7	84	39	45	MH
8	67	33	34	MH
9	73	28	45	CH
10	60	32	28	GP-GM
11	33	19	14	GC
12	53	26	27	CH
13	48	24	24	SC
14	47	28	19	GM
15	47	26	21	GC
16	46	24	22	GC
17	40	24	16	GC
18	74	51	23	MH
19	59	33	26	MH
20	45	26	19	CL
21	44	22	22	GC
22	47	22	25	CL
23	29	17	12	SC
24	62	31	31	CH
25	42	23	19	GC
26	93	35	58	GM
27	62	30	32	CH
28	72	32	40	GM
29	45	23	22	CL
30	52	24	28	MH

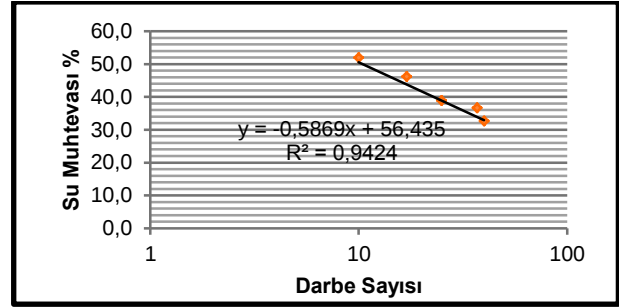
EK 2	DENEY ADI: KIVAM LİMİTLERİ			
	MÜTEMADİ TEMEL ZEMİN NUMUNELERİ			
NUMUNE NO	LİKİT LİMİT	PLASTİK LİMİT	PLASTİSİTE İNDİSİ	ZEMİN SINIFI
31	59	28	31	CH
32	46	22	24	SC
33	48	23	25	GC
34	49	21	28	CL
35	43	19	24	CL
36	46	24	22	GC
37	27	13	14	SC
38	33	26	7	GM
39	50	24	26	GC
40	61	32	29	MH
41	44	24	20	SC
42	47	20	27	SC
43	56	26	30	CH
44	56	27	29	CH
45	76	31	45	MH
46	31	19	12	GC
47	58	34	24	MH
48	38	19	19	CL
49	43	19	24	CL
50	24	14	10	SC-SM
51	61	30	31	CH
52	NP	NP	NP	SP
53	50	24	26	GC
54	46	25	21	GC
55	49	23	26	GC
56	49	21	28	CL
57	NP	NP	NP	GW-GM
58	33	16	17	GC
59	32	16	16	GC
60	46	26	20	GP-GC

EK 2	DENEY ADI: KIVAM LİMİTLERİ			
	KİSMİ RADYE TEMEL ZEMİN NUMUNELERİ			
NUMUNE NO	LİKİT LİMİT	PLASTİK LİMİT	PLASTİSİTE İNDİSİ	ZEMİN SINIFI
61	64	32	32	GM
62	72	32	40	GM
63	86	39	47	MH
64	67	33	34	MH
65	44	19	25	CL
66	28	20	8	SC
67	26	18	8	GW-GC
68	57	34	23	MH
69	44	22	22	GC
70	NP	NP	NP	SM
71	NP	NP	NP	SM
72	48	22	26	CL
73	36	22	14	GC
74	47	20	27	CL
75	26	16	10	GC
76	34	19	15	SC
77	46	23	23	CL
78	55	24	31	MH
79	59	33	26	MH
80	49	26	23	CL
81	70	28	42	CH
82	73	29	44	CH
83	27	20	7	SC
84	31	21	10	SC
85	NP	NP	NP	GW-GM
86	28	17	11	GC
87	45	26	19	CL
88	44	26	18	CL
89	47	27	20	CL
90	40	27	13	SM

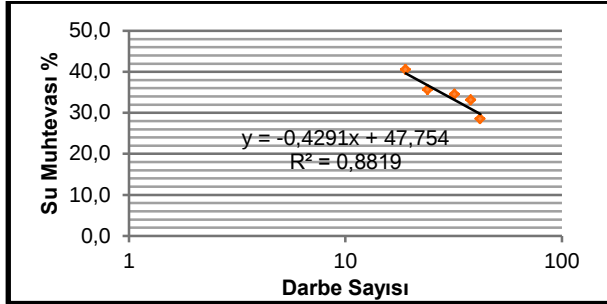
EK 3 LİKİT LİMİT DENEY GRAFİKLERİ



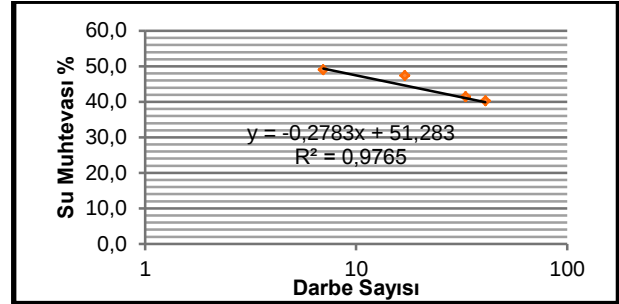
1 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



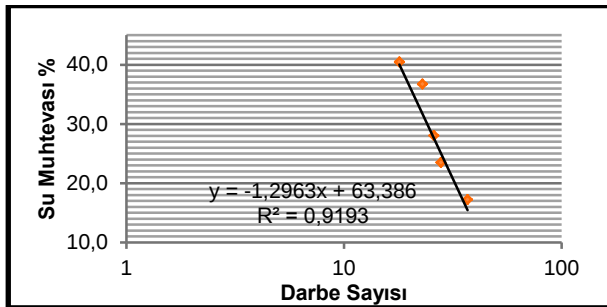
2 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



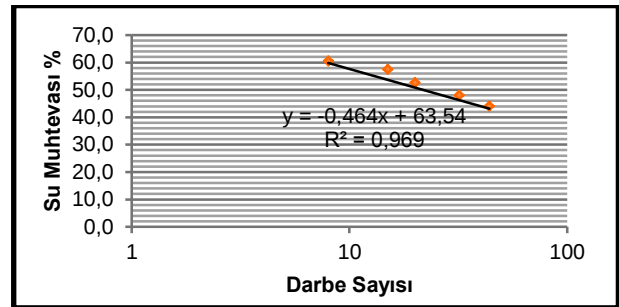
3 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



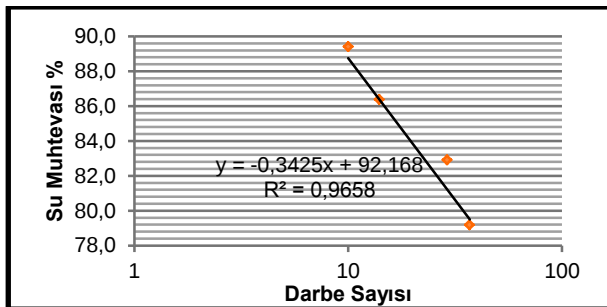
4 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



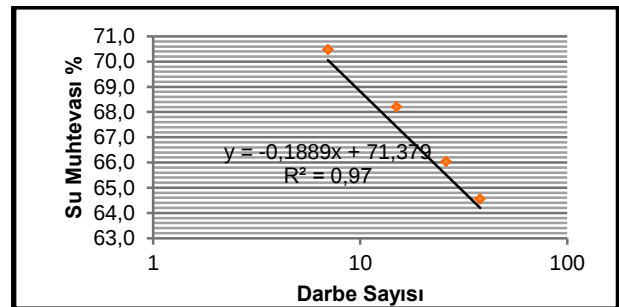
5 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



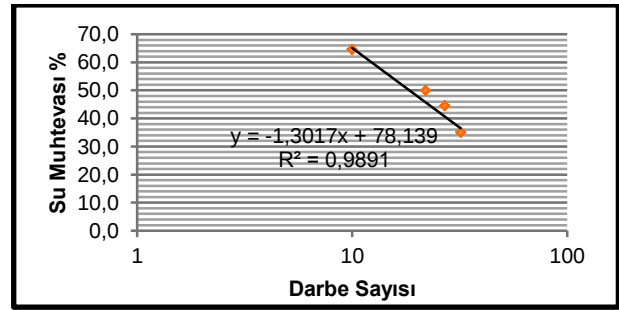
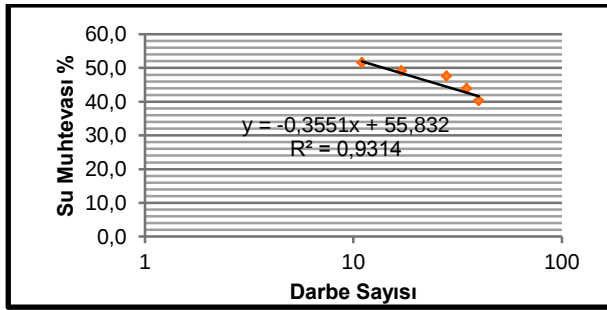
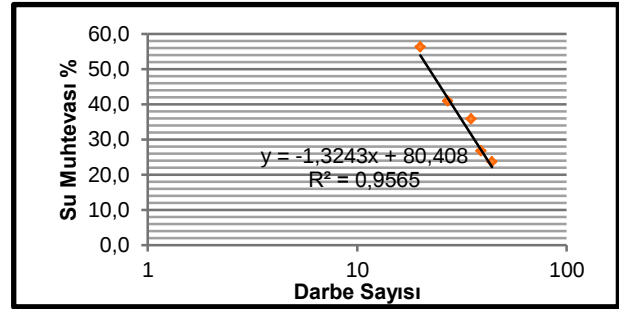
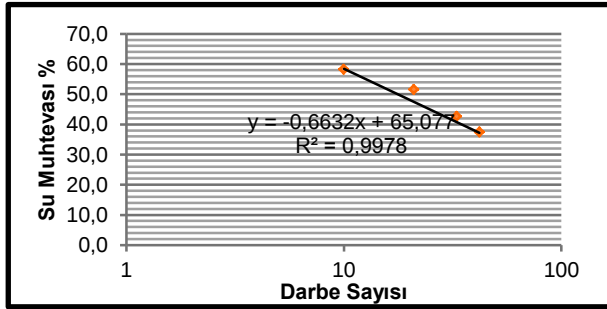
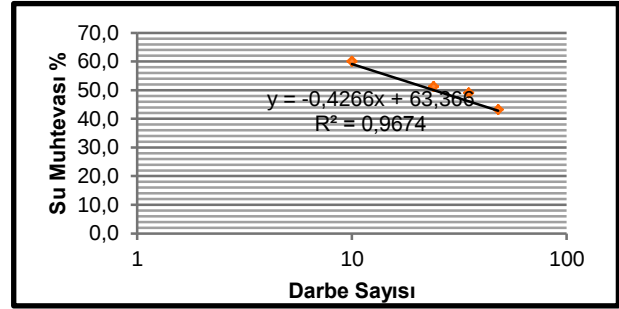
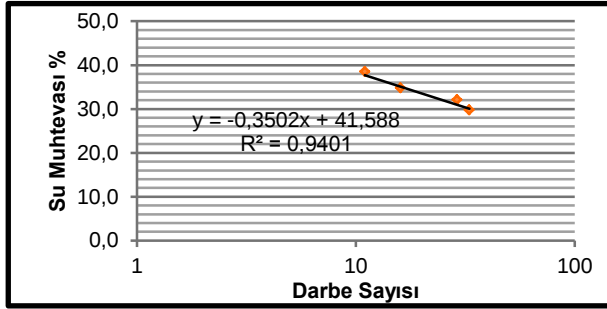
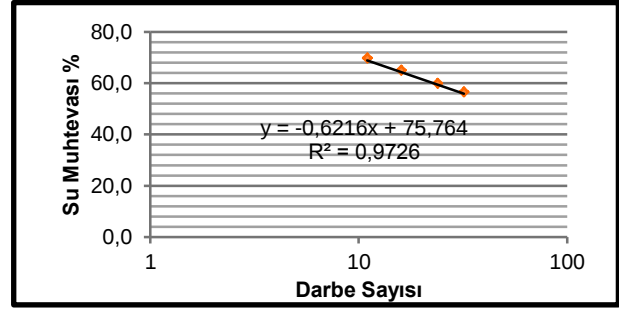
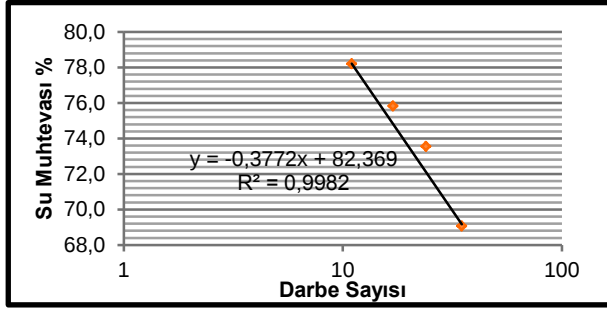
6 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği

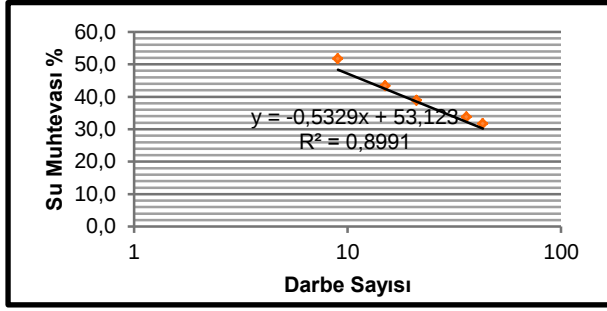


7 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği

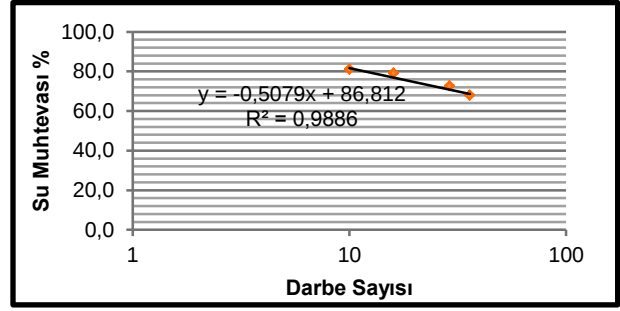


8 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği

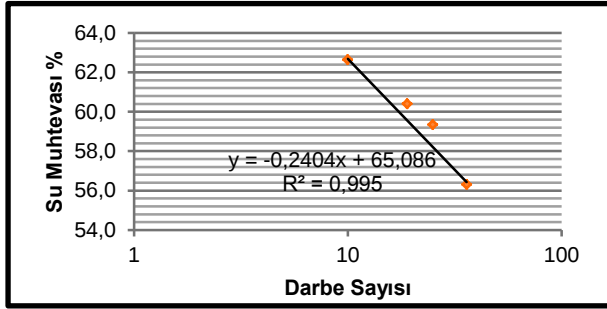




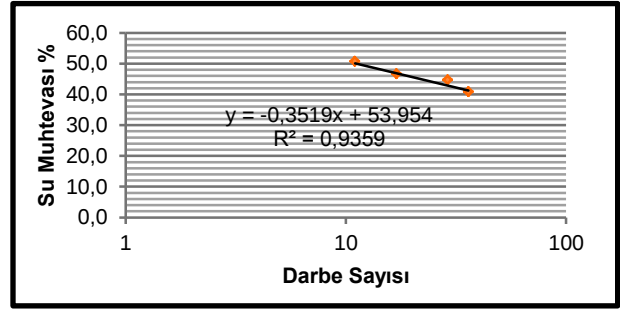
17 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



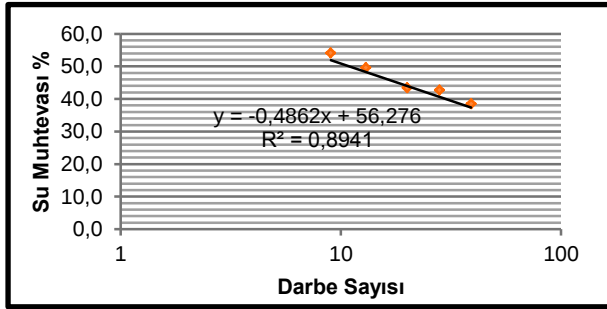
18 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



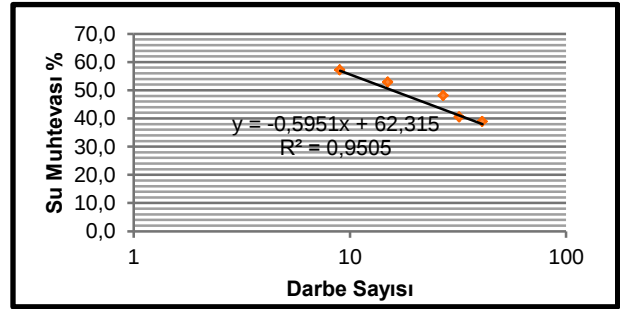
19 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



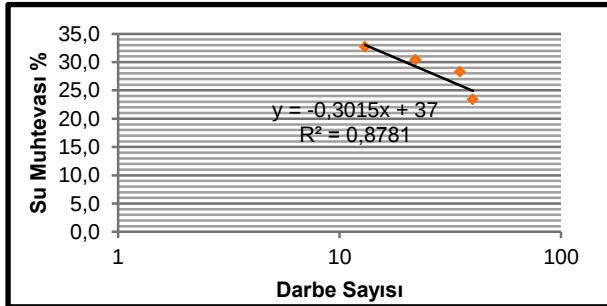
20 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



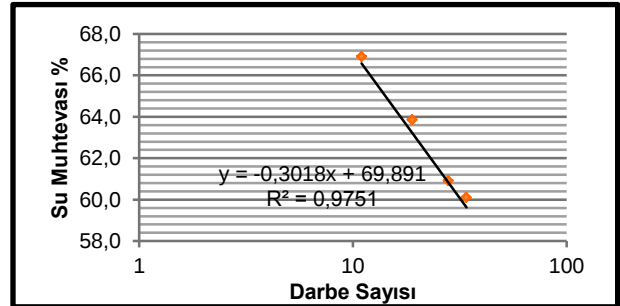
21 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



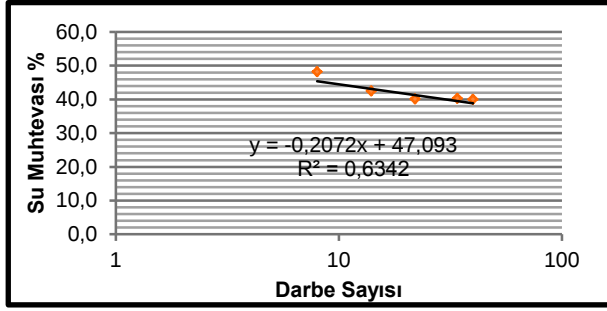
22 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



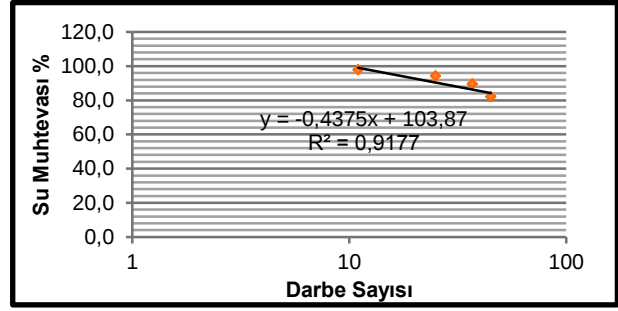
23 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



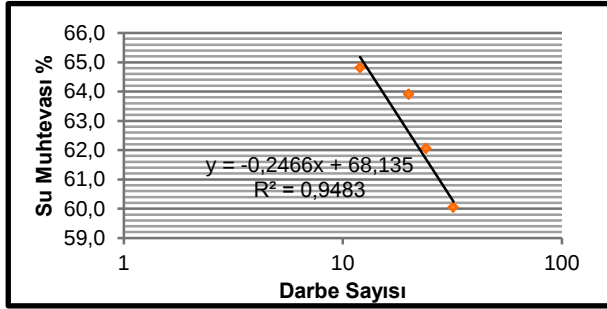
24 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



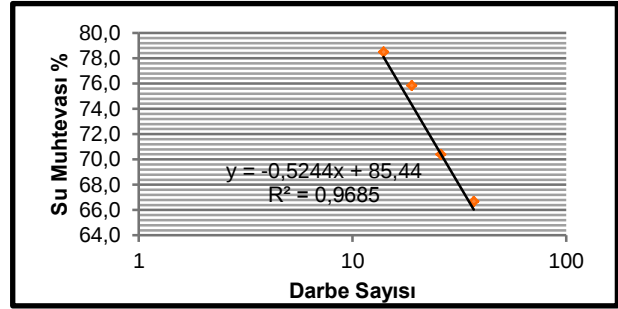
25 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



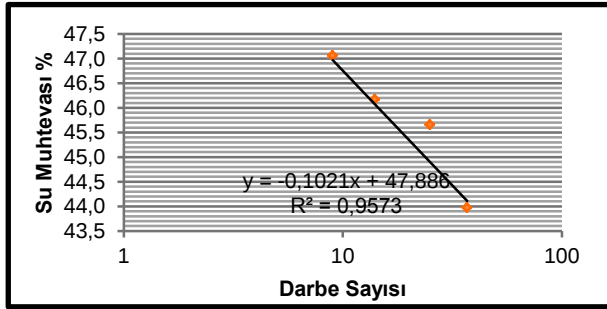
26 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



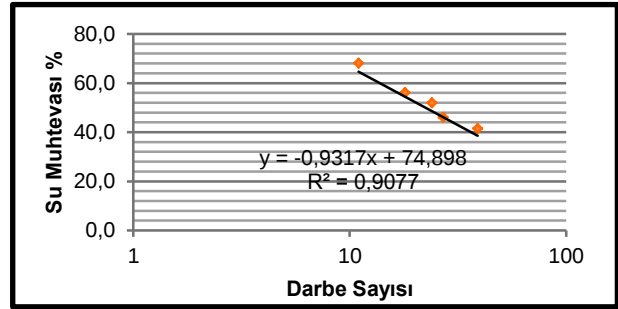
27 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



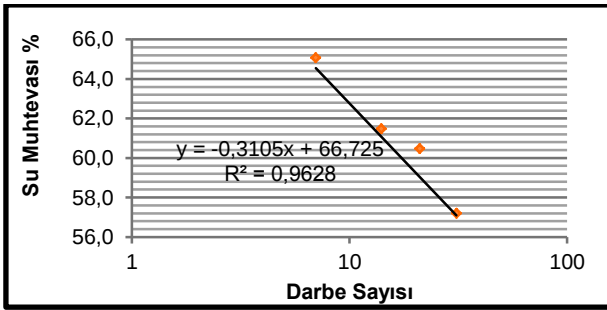
28 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



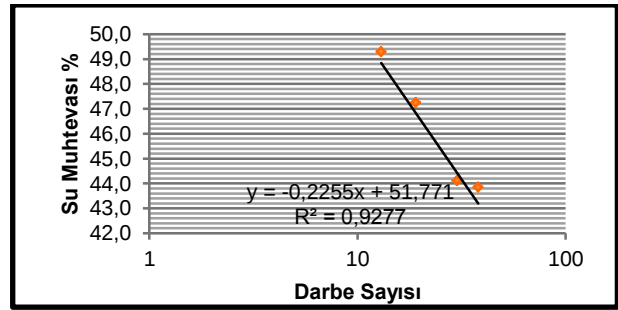
29 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



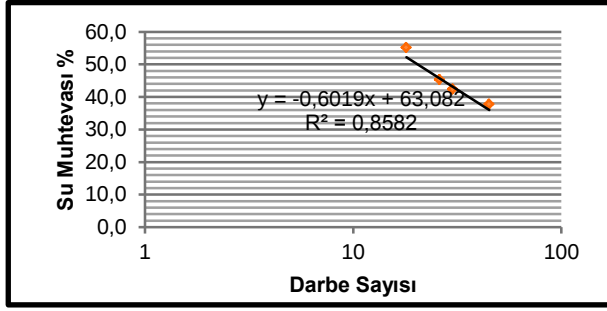
30 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



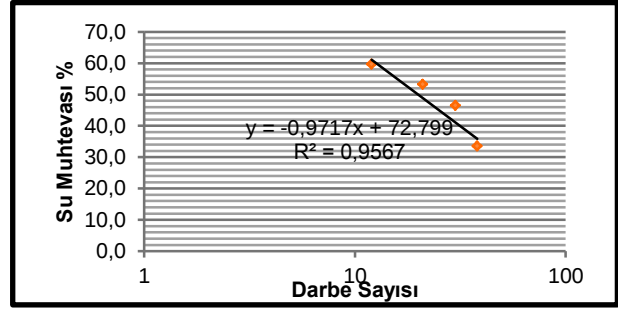
31 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



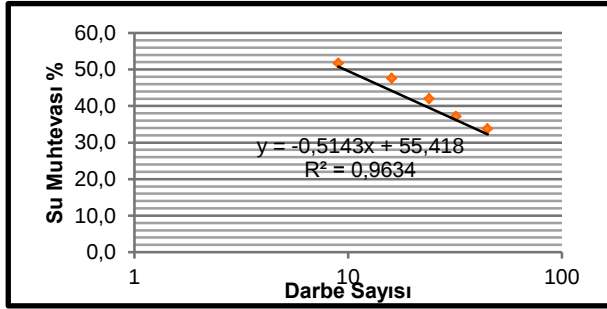
32 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



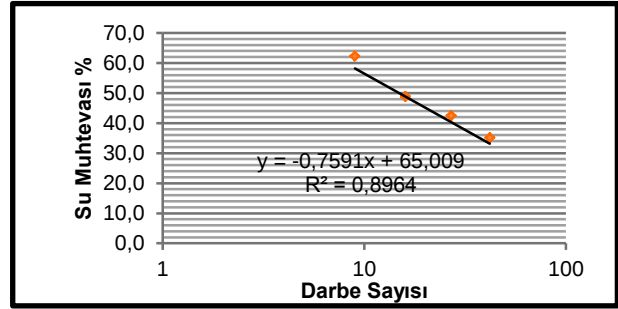
33 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



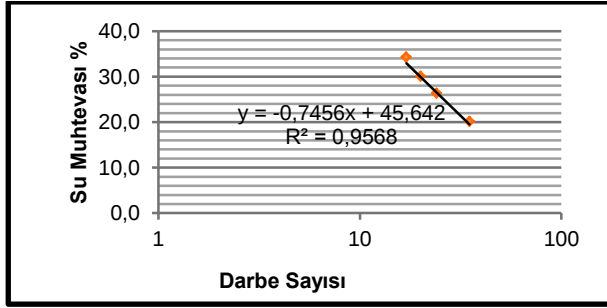
34 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



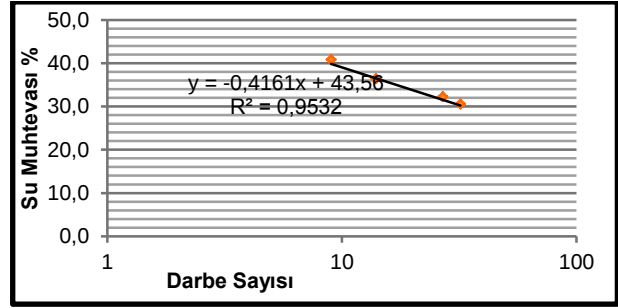
35 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



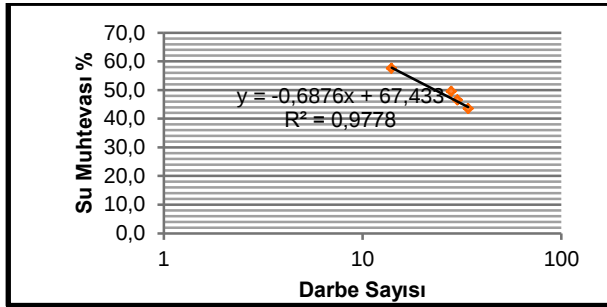
36 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



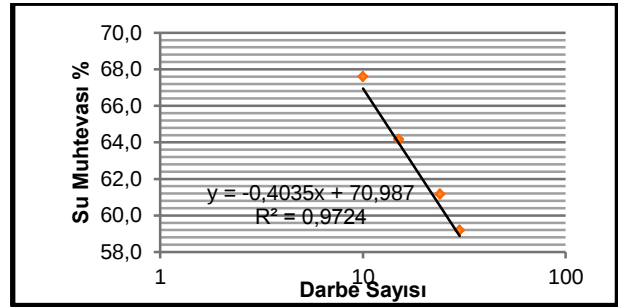
37 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



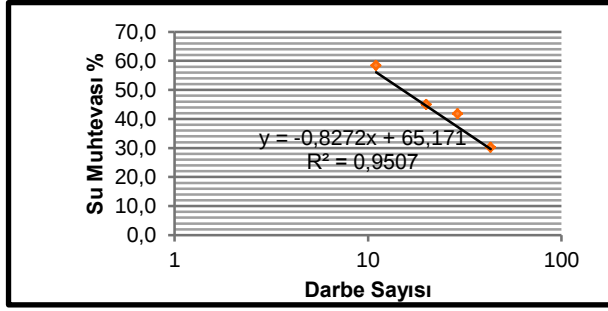
38 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



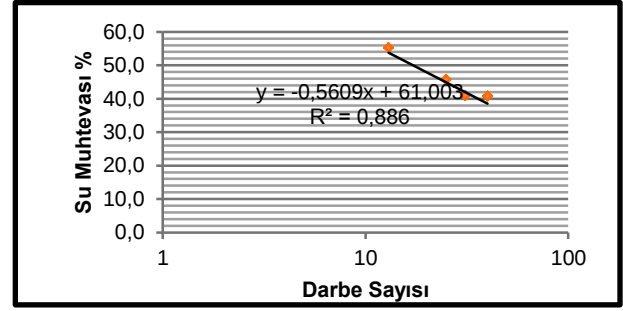
39 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



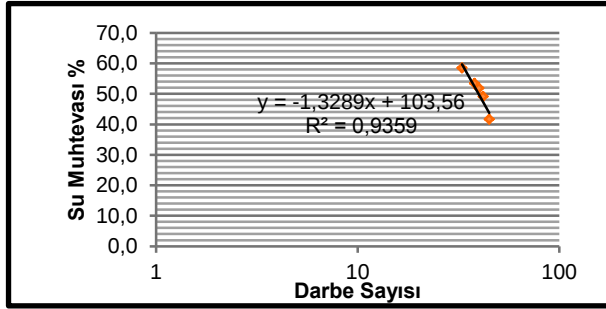
40 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



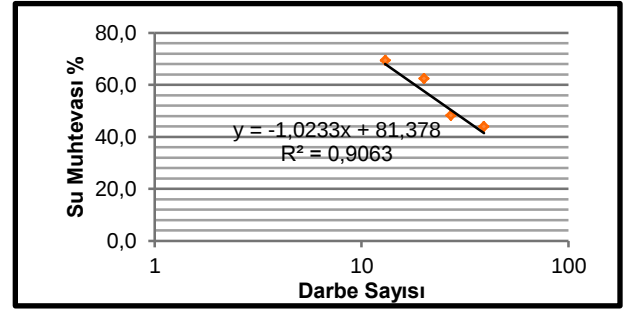
41 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



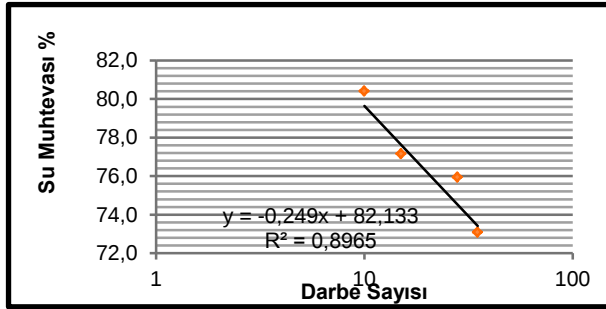
42 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



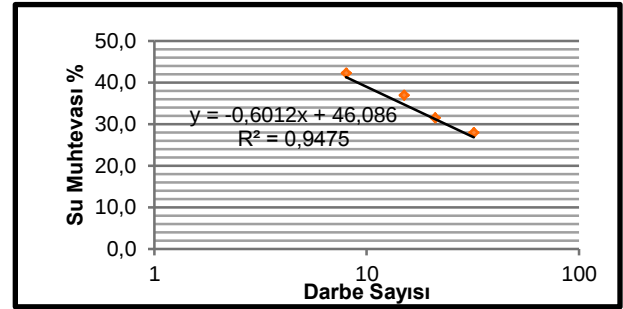
43 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



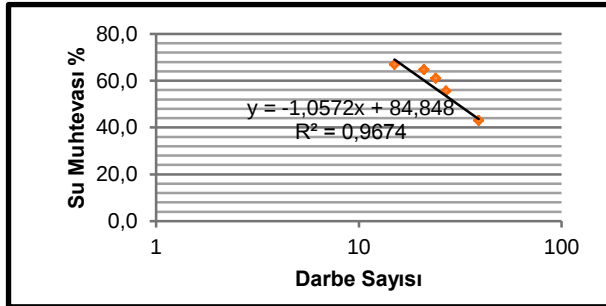
44 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



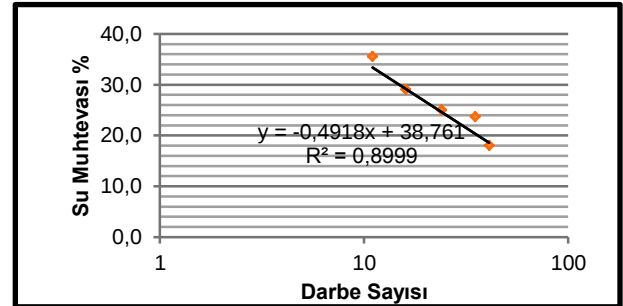
45 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



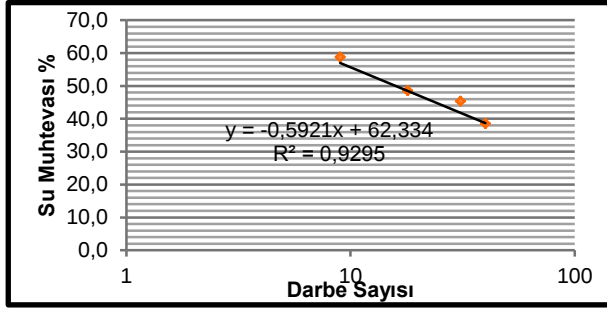
46 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



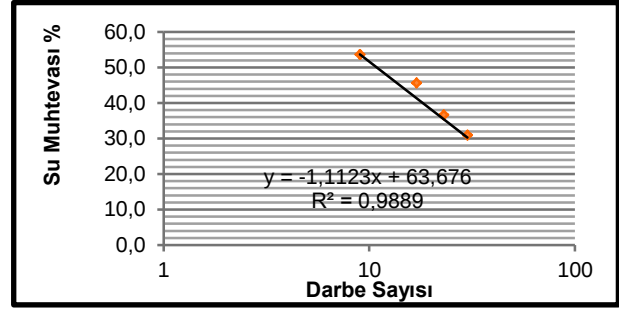
47 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



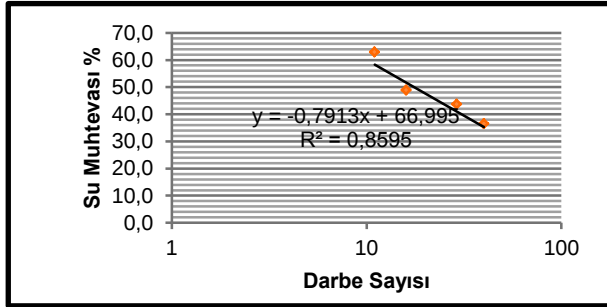
48 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



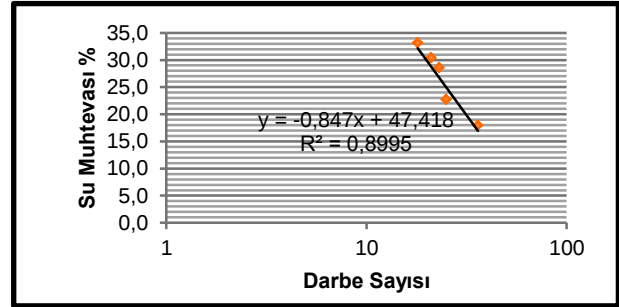
72 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



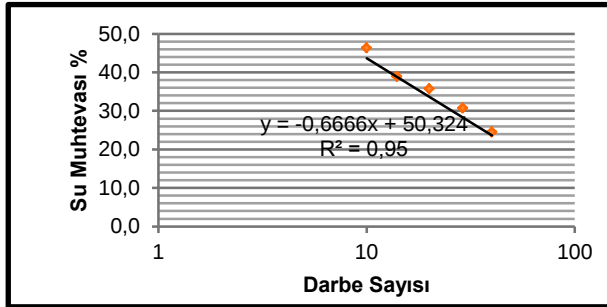
73 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



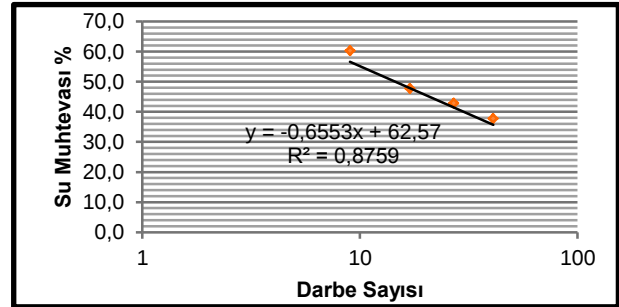
74 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



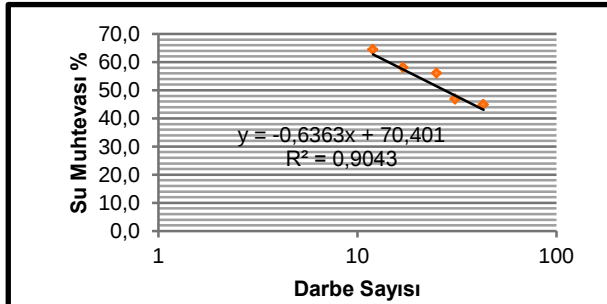
75 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



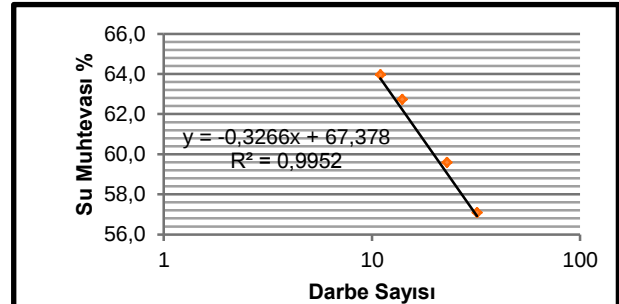
76 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



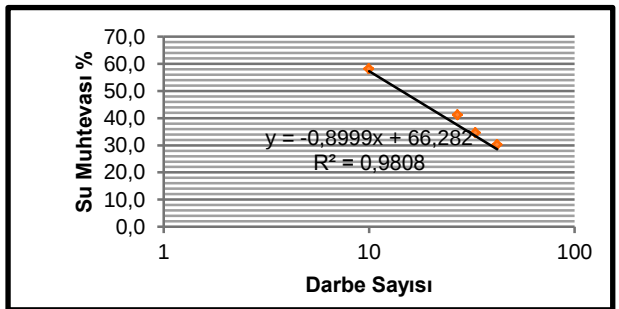
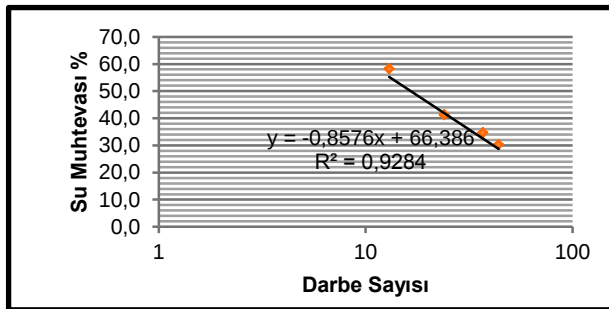
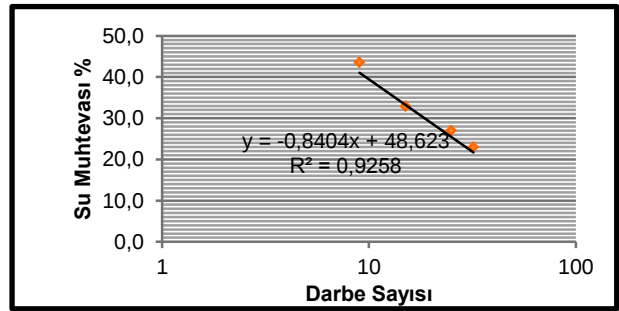
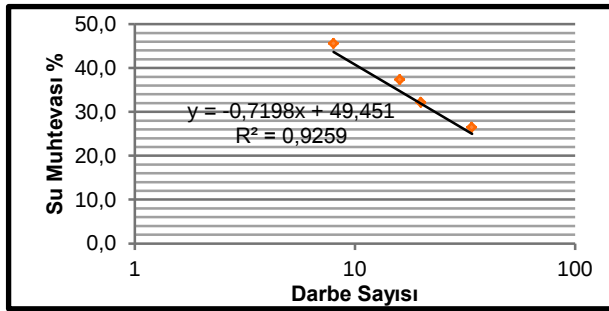
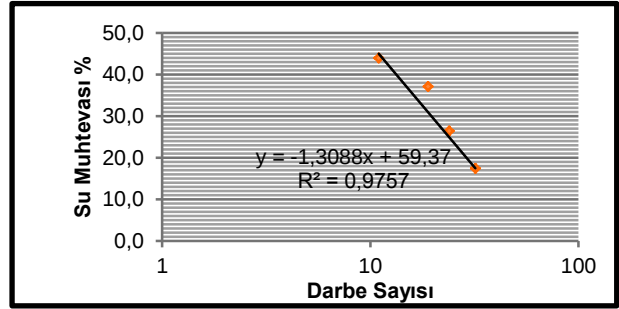
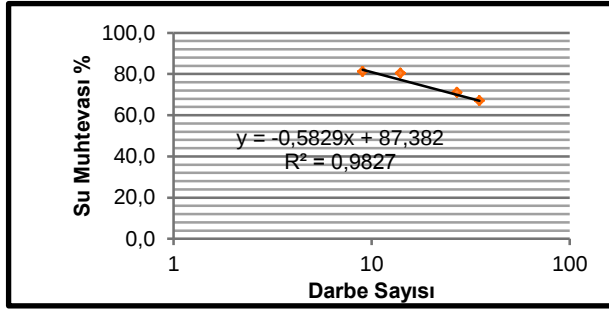
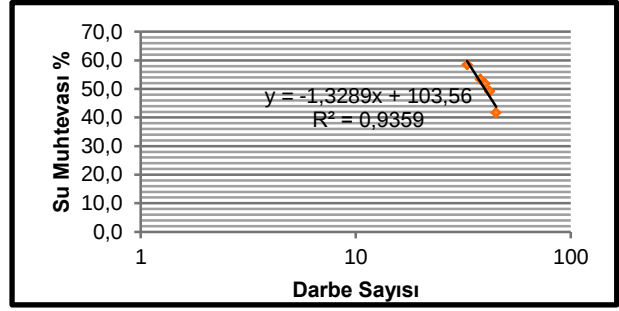
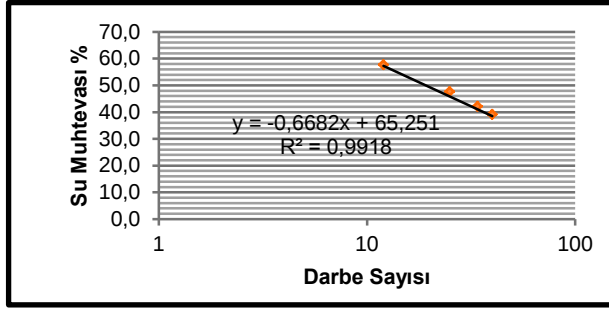
77 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği

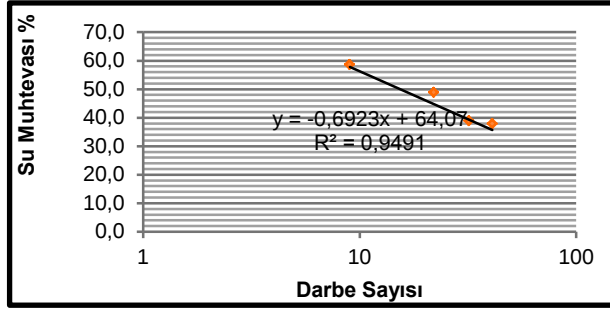


78 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği

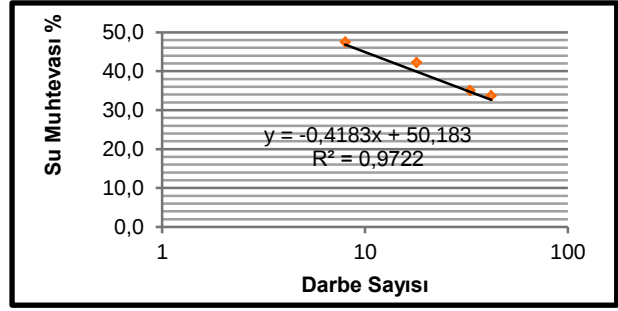


79 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği





89 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği



90 nolu numuneye ait likit limit deney grafiği

EK 4 ÖZGÜL AĞIRLIK DENEY SONUÇLARI

EK 4	DENEY ADI: ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ				
	STANDART: ASTM D 854 – 02 (2003)				
NUMUNE NO	PİKNOMETRE AĞIRLIĞI	PİKNOMETRE+ NUMUNE AĞIRLIĞI	PİKNOMETRE+ NUMUNE+SAF SU AĞIRLIĞI	SICAKLIK	ÖZGÜL AĞIRLIK
1	43	143,93	176,31	20 °C	2,63
2	48,61	146,65	169,50	20 °C	2,68
3	47,88	145,06	172,93	20 °C	2,66
4	46,79	145,75	174,73	20 °C	2,62
5	48,85	150,09	178,12	20 °C	2,63
6	54,39	158,69	187,74	20 °C	2,66
7	44,04	146,54	175,73	20 °C	2,65
8	44,85	144,44	171,20	20 °C	2,66
9	43	143,93	174,85	20 °C	2,66
10	48,61	146,65	168,74	20 °C	2,68
11	47,88	145,06	167,83	20 °C	2,66
12	46,79	145,75	170,36	20 °C	2,66
13	48,85	150,09	169,39	20 °C	2,68
14	54,39	158,69	181,50	20 °C	2,68
15	44,04	146,54	166,42	20 °C	2,66
16	44,85	144,44	166,41	20 °C	2,65
17	43	143,93	160,67	20 °C	2,65
18	48,61	146,65	169,55	20 °C	2,66
19	47,88	145,06	173,62	20 °C	2,66
20	46,79	145,75	172,22	20 °C	2,68
21	48,85	150,09	172,54	20 °C	2,66
22	54,39	158,69	185,00	20 °C	2,66
23	44,04	146,54	174,89	20 °C	2,69
24	44,85	144,44	170,65	20 °C	2,66
25	43	143,93	169,64	20 °C	2,66
26	48,61	146,65	168,96	20 °C	2,68
27	47,88	145,06	178,97	20 °C	2,66
28	46,79	145,75	167,97	20 °C	2,68
29	48,85	150,09	172,51	20 °C	2,6
30	54,39	158,69	183,81	20 °C	2,66

EK 4	DENEY ADI: ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ				
	STANDART: ASTM D 854 – 02 (2003)				
NUMUNE NO	PİKNOMETRE AĞIRLIĞI	PİKNOMETRE+ NUMUNE AĞIRLIĞI	PİKNOMETRE+ NUMUNE+SAF SU AĞIRLIĞI	SICAKLIK	ÖZGÜL AĞIRLIK
31	44,04	146,54	172,84	20 °C	2,65
32	44,85	144,44	171,67	20 °C	2,68
33	43	143,93	172,29	20 °C	2,66
34	48,61	146,65	175,45	20 °C	2,63
35	47,88	145,06	171,86	20 °C	2,6
36	46,79	145,75	167,37	20 °C	2,66
37	48,85	150,09	172,31	20 °C	2,68
38	54,39	158,69	183,36	20 °C	2,67
39	44,04	146,54	171,53	20 °C	2,68
40	44,85	144,44	178,30	20 °C	2,66
41	43	143,93	166,15	20 °C	2,68
42	48,61	146,65	167,62	20 °C	2,68
43	47,88	145,06	174,32	20 °C	2,66
44	46,79	145,75	177,71	20 °C	2,66
45	48,85	150,09	181,37	20 °C	2,66
46	54,39	158,69	181,44	20 °C	2,66
47	44,04	146,54	169,92	20 °C	2,64
48	44,85	144,44	171,58	20 °C	2,61
71	43	143,93	173,10	20 °C	2,67
72	48,61	146,65	169,30	20 °C	2,63
73	47,88	145,06	159,50	20 °C	2,66
74	46,79	145,75	167,83	20 °C	2,63
75	48,85	150,09	164,31	20 °C	2,66
76	54,39	158,69	181,03	20 °C	2,68
77	44,04	146,54	169,15	20 °C	2,63
78	44,85	144,44	166,90	20 °C	2,66
79	43	143,93	170,40	20 °C	2,63
80	48,61	146,65	179,03	20 °C	2,63
81	47,88	145,06	167,80	20 °C	2,66
82	46,79	145,75	178,27	20 °C	2,66

[illegible]

EK 5 KONSOLİDASYON DENEYİ SONUÇLARI
(BOŞLUK ORANI- DÜŞEY GERİLME GRAFİKLERİ)

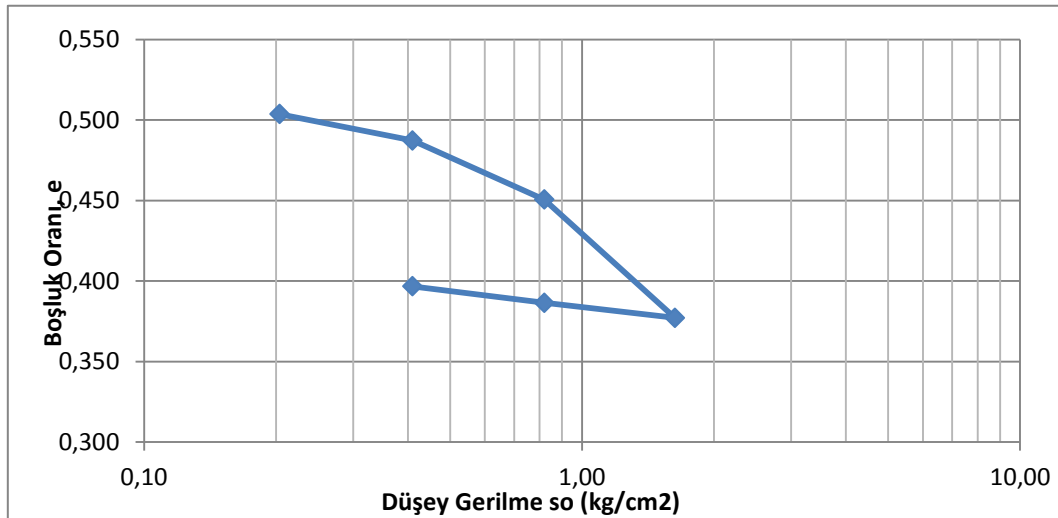
EK 5

DENEY ADI: KONSOLİDASYON DENEYİ (R1)

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,6011		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,069		
Numune Kalınlığı (son)	18,62	e_{ilk}	0,5623		
Su muhtevası ilk	0,1583			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,2285	Ring+yaş numune	236,78	243,99	
Numune Ağırlığı (ilk)	118,94	Ring Ağırlığı	117,84	117,84	
Numune ağırlığı (son)	126,15	Yaş numune	118,94	126,15	
G_s	2,63	Kuru numune	102,68	102,68	

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,000
0,20	0,75	19,25	0,20	0,75	19,63	0,038	0,007
0,41	0,96	19,04	0,21	0,210	19,15	0,011	0,002
0,82	1,43	18,57	0,41	0,470	18,81	0,025	0,010
1,63	2,37	17,63	0,81	0,940	18,10	0,051	0,042
0,82	2,25	17,75	0,81	-0,120	17,69	-0,006	-0,005
0,41	2,12	17,88	0,41	-0,130	17,82	-0,007	-0,003
0,00	1,38	18,62	0,41	-0,740	18,25	-0,040	-0,016

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0781 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,562	0,000
0,20	0,059	0,504	0,287
0,41	0,016	0,487	0,080
0,82	0,037	0,451	0,090
1,63	0,073	0,377	0,091
0,82	-0,009	0,387	-0,012
0,41	-0,010	0,397	
0,00	-0,058	0,454	

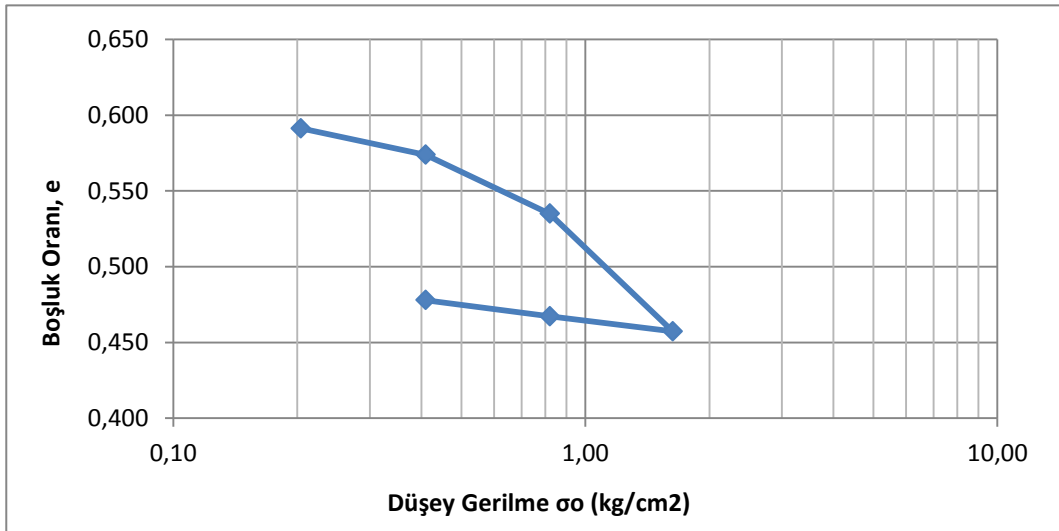


EK 5**DENEY ADI: KONSOLİDASYON DENEYİ (R2)**

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,7565		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,072		
Numune Kalınlığı (son)	18,56	e_{ilk}	0,6531		
Su muhtevası ilk	0,2240			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,2887	Ring+yaş numune	234,96		241,15
Numune Ağırlığı (ilk)	117,12	Ring Ağırlığı	117,84		117,84
Numune ağırlığı (son)	123,31	Yaş numune	117,12		123,31
G_s	2,62	Kuru numune	95,68		95,68

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,70	19,30	0,20	0,70	19,65	0,035	0,0073
0,41	0,92	19,08	0,21	0,220	19,19	0,011	0,0024
0,82	1,49	18,51	0,41	0,570	18,80	0,030	0,0124
1,63	2,42	17,58	0,81	0,930	18,05	0,051	0,0417
0,82	2,31	17,69	0,81	-0,110	17,64	-0,006	-0,0051
0,41	2,18	17,82	0,41	-0,130	17,76	-0,007	-0,0030
0,00	1,44	18,56	0,41	-0,740	18,19	-0,040	-0,0167

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0826 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,653	0,000
0,20	0,062	0,591	0,304
0,41	0,017	0,574	0,084
0,82	0,039	0,535	0,095
1,63	0,078	0,457	0,096
0,82	-0,010	0,467	-0,012
0,41	-0,011	0,478	
0,00	-0,061	0,539	



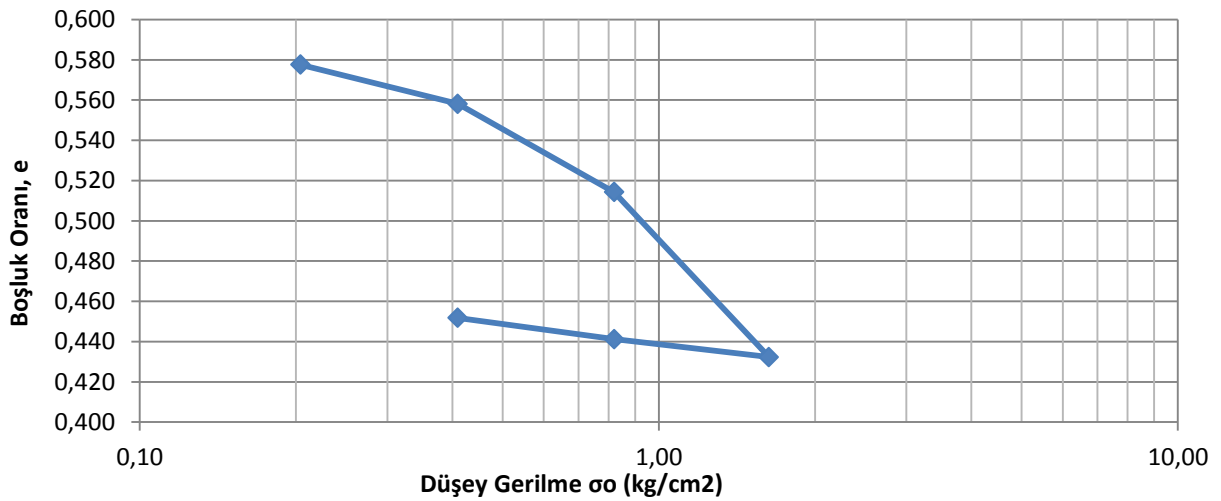
EK 5

DENEY ADI: KONSOLİDASYON DENEYİ (R3)

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,8918		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,069		
Numune Kalınlığı (son)	18,62	e_{ilk}	0,6239		
Su muhtevası ilk	0,2719			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,3390	Ring+yaş numune	245,9		252,66
Numune Ağırlığı (ilk)	128,06	Ring Ağırlığı	117,84		117,84
Numune ağırlığı (son)	134,82	Yaş numune	128,06		134,82
G_s	2,63	Kuru numune	100,68		100,68

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,57	19,43	0,20	0,57	19,72	0,028	0,0059
0,41	0,81	19,19	0,21	0,240	19,31	0,012	0,0026
0,82	1,35	18,65	0,41	0,540	18,92	0,028	0,0117
1,63	2,36	17,64	0,81	1,010	18,15	0,055	0,0451
0,82	2,25	17,75	0,81	-0,110	17,70	-0,006	-0,0050
0,41	2,12	17,88	0,41	-0,130	17,82	-0,007	-0,0030
0,00	1,38	18,62	0,41	-0,740	18,25	-0,040	-0,0166

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0813 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,624	0,000
0,20	0,046	0,578	0,227
0,41	0,019	0,558	0,095
0,82	0,044	0,514	0,107
1,63	0,082	0,432	0,101
0,82	-0,009	0,441	-0,011
0,41	-0,011	0,452	
0,00	-0,060	0,512	



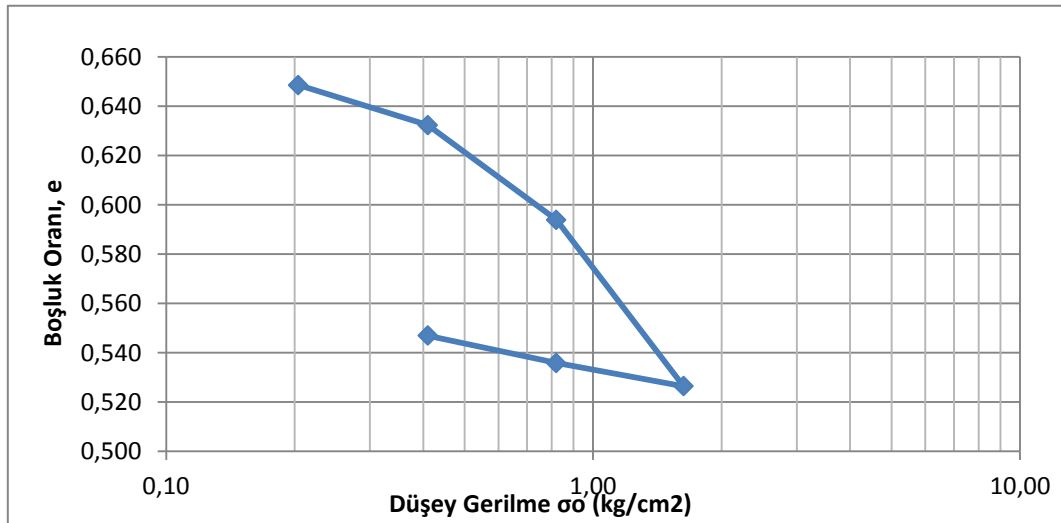
EK 5

DENEY ADI: KONSOLİDASYON DENEYİ (R4)

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,7137		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,0585		
Numune Kalınlığı (son)	18,83	e_{ilk}	0,7065		
Su muhtevası ilk	0,2317			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,2683	Ring+yaş numune	270,16	274,68	
Numune Ağırlığı (ilk)	152,32	Ring Ağırlığı	117,84	117,84	
Numune ağırlığı (son)	156,84	Yaş numune	152,32	156,84	
G_s	2,66	Kuru numune	123,66	123,66	

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,68	19,32	0,20	0,68	19,66	0,034	0,0071
0,41	0,87	19,13	0,21	0,190	19,23	0,009	0,0020
0,82	1,32	18,68	0,41	0,450	18,91	0,023	0,0098
1,63	2,11	17,89	0,81	0,790	18,29	0,043	0,0350
0,82	2,00	18,00	0,81	-0,110	17,95	-0,006	-0,0050
0,41	1,87	18,13	0,41	-0,130	18,07	-0,007	-0,0030
0,00	1,17	18,83	0,41	-0,700	18,48	-0,037	-0,0155

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0854 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,707	0,000
0,20	0,058	0,648	0,284
0,41	0,016	0,632	0,079
0,82	0,038	0,594	0,094
1,63	0,067	0,526	0,083
0,82	-0,009	0,536	-0,012
0,41	-0,011	0,547	
0,00	-0,060	0,607	



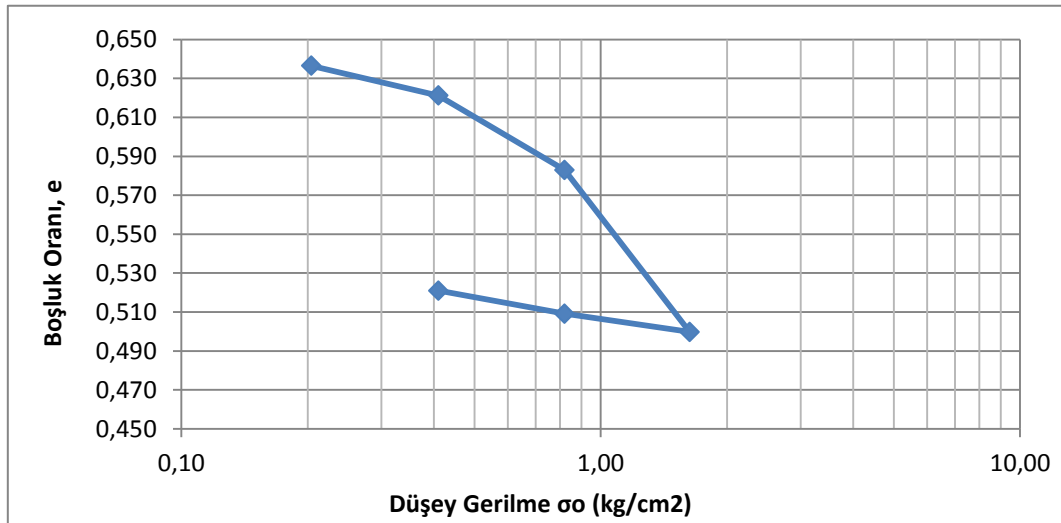
EK 5

DENEY ADI: KONSOLİDASYON DENEYİ (R5)

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,8185		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,0675		
Numune Kalınlığı (son)	18,65	e_{ilk}	0,6985		
Su muhtevası ilk	0,2387			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,3077	Ring+yaş numune	260,99		268,96
Numune Ağırlığı (ilk)	143,15	Ring Ağırlığı	117,84		117,84
Numune ağırlığı (son)	151,12	Yaş numune	143,15		151,12
G_s	2,66	Kuru numune	115,56		115,56

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,68	19,32	0,20	0,68	19,66	0,034	0,0071
0,41	0,87	19,13	0,21	0,190	19,23	0,009	0,0020
0,82	1,32	18,68	0,41	0,450	18,91	0,023	0,0098
1,63	2,11	17,89	0,81	0,790	18,29	0,043	0,0350
0,82	2,00	18,00	0,81	-0,110	17,95	-0,006	-0,0050
0,41	1,87	18,13	0,41	-0,130	18,07	-0,007	-0,0030
0,00	1,17	18,83	0,41	-0,700	18,48	-0,037	-0,0155

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0849 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,707	0,000
0,20	0,058	0,648	0,284
0,41	0,016	0,632	0,079
0,82	0,038	0,594	0,094
1,63	0,067	0,526	0,083
0,82	-0,009	0,536	-0,012
0,41	-0,011	0,547	
0,00	-0,060	0,607	



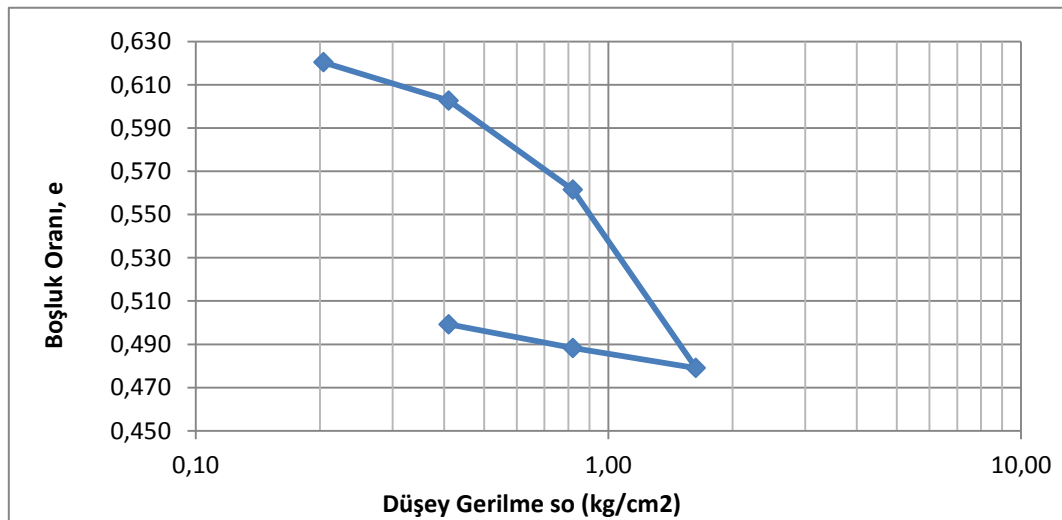
EK 5

DENEY ADI: KONSOLIDASYON DENEYİ (M1)

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,6030		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,0725		
Numune Kalınlığı (son)	18,55	e_{ilk}	0,7362		
Su muhtevası ilk	0,1873			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,1896	Ring+yaş numune	271,70		272,00
Numune Ağırlığı (ilk)	153,86	Ring Ağırlığı	117,84		117,84
Numune ağırlığı (son)	154,16	Yaş numune	153,86		154,16
G_s	2,65	Kuru numune	129,58		129,58

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,74	19,26	0,20	0,74	19,63	0,037	0,0077
0,41	0,95	19,05	0,21	0,210	19,16	0,011	0,0023
0,82	1,44	18,56	0,41	0,490	18,81	0,026	0,0107
1,63	2,42	17,58	0,81	0,980	18,07	0,054	0,0439
0,82	2,28	17,72	0,81	-0,140	17,65	-0,007	-0,0064
0,41	2,18	17,82	0,41	-0,100	17,77	-0,005	-0,0023
0,00	1,45	18,55	0,41	-0,730	18,19	-0,040	-0,0165

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0841 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,683	0,000
0,20	0,062	0,620	0,305
0,41	0,018	0,603	0,086
0,82	0,041	0,561	0,101
1,63	0,082	0,479	0,102
0,82	-0,009	0,488	-0,011
0,41	-0,011	0,499	
0,00	-0,061	0,561	



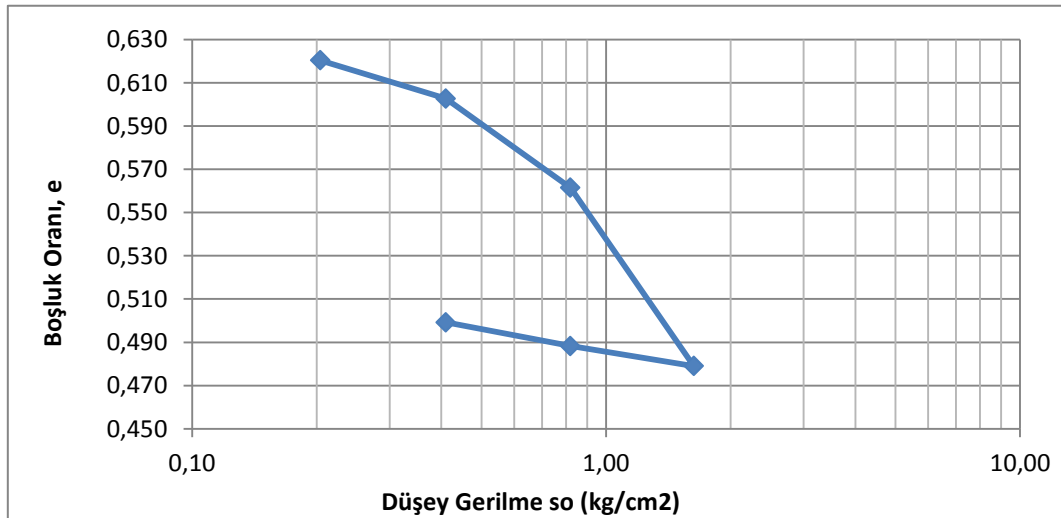
EK 5

DENEY ADI: KONSOLİDASYON DENEYİ (M2)

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,8412306		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,0685		
Numune Kalınlığı (son)	18,63	e_{ilk}	0,7724		
Su muhtevası ilk	0,2475			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,3235	Ring+yaş numune	258,96		267,56
Numune Ağırlığı (ilk)	141,12	Ring Ağırlığı	117,84		117,84
Numune ağırlığı (son)	149,72	Yaş numune	141,12		149,72
G_s	2,6	Kuru numune	113,12		113,12

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,67	19,33	0,20	0,67	19,67	0,034	0,0070
0,41	0,90	19,10	0,21	0,230	19,22	0,012	0,0025
0,82	1,44	18,56	0,41	0,540	18,83	0,028	0,0118
1,63	2,37	17,63	0,81	0,930	18,10	0,051	0,0416
0,82	2,26	17,74	0,81	-0,110	17,69	-0,006	-0,0050
0,41	2,11	17,89	0,41	-0,150	17,82	-0,008	-0,0035
0,00	1,37	18,63	0,41	-0,740	18,26	-0,040	-0,0166

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0886 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,772	0,000
0,20	0,059	0,713	0,291
0,41	0,020	0,693	0,099
0,82	0,048	0,645	0,117
1,63	0,082	0,562	0,102
0,82	-0,010	0,572	-0,012
0,41	-0,013	0,585	
0,00	-0,066	0,651	



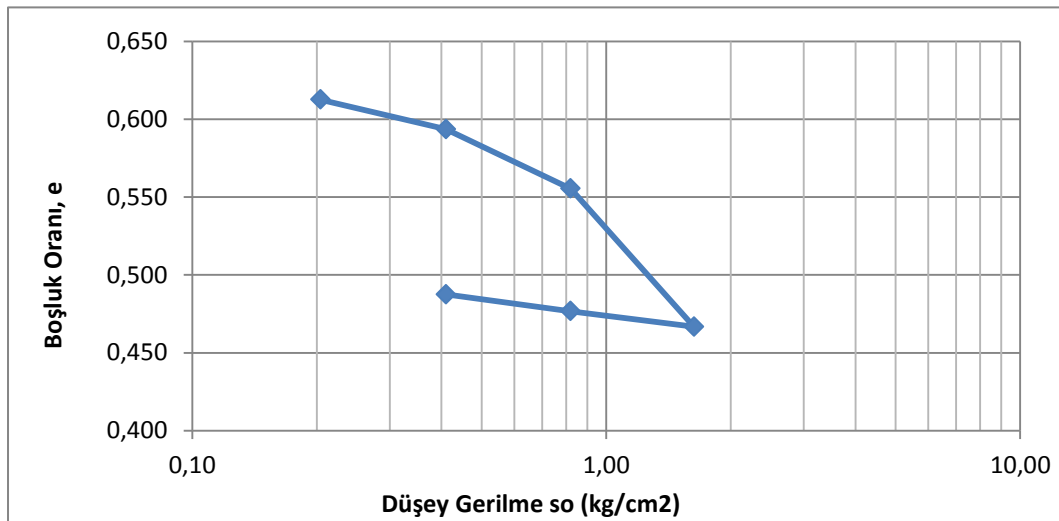
EK 5

DENEY ADI: KONSOLİDASYON DENEYİ (M3)

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,8797		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,09		
Numune Kalınlığı (son)	18,2	e_{ilk}	0,8179		
Su muhtevası ilk	0,1665			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,2201	Ring+yaş numune	249,89		255,96
Numune Ağırlığı (ilk)	132,05	Ring Ağırlığı	117,84		117,84
Numune ağırlığı (son)	138,12	Yaş numune	132,05		138,12
G_s	2,6	Kuru numune	113,2		113,2

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H = H_1 - H_2$ 1/100mm	$H = (H_1 + H_2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,54	19,46	0,20	0,54	19,73	0,027	0,0056
0,41	0,77	19,23	0,21	0,230	19,35	0,011	0,0024
0,82	1,23	18,77	0,41	0,460	19,00	0,024	0,0099
1,63	2,30	17,70	0,81	1,070	18,24	0,058	0,0475
0,82	2,18	17,82	0,81	-0,120	17,76	-0,006	-0,0055
0,41	2,05	17,95	0,41	-0,130	17,89	-0,007	-0,0030
0,00	1,80	18,20	0,41	-0,250	18,08	-0,013	-0,0057

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e = 0,0828 \times \Delta H$	$e = e(i) - \Delta e$	$av = \Delta e / \Delta P$
0,00	0,000	0,657	0,000
0,20	0,045	0,613	0,219
0,41	0,019	0,594	0,093
0,82	0,038	0,555	0,093
1,63	0,089	0,467	0,109
0,82	-0,010	0,477	-0,012
0,41	-0,011	0,487	
0,00	-0,021	0,508	



Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,7842		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,06		
Numune Kalınlığı (son)	18,8	e_{ilk}	0,6734		
Su muhtevası ilk	0,1492			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,1954	Ring+yaş numune	266,98	273,66	
Numune Ağırlığı (ilk)	149,14	Ring Ağırlığı	117,84	117,84	
Numune ağırlığı (son)	155,82	Yaş numune	149,14	155,82	
G_s	2,66	Kuru numune	130,34	130,34	

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,70	19,30	0,20	0,70	19,65	0,035	0,0073
0,41	0,89	19,11	0,21	0,190	19,21	0,009	0,0020
0,82	1,46	18,54	0,41	0,570	18,83	0,030	0,0124
1,63	2,44	17,56	0,81	0,980	18,05	0,054	0,0440
0,82	2,33	17,67	0,81	-0,110	17,62	-0,006	-0,0051
0,41	2,20	17,80	0,41	-0,130	17,74	-0,007	-0,0030
0,00	1,33	18,67	0,41	-0,870	18,24	-0,047	-0,0196

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0772 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,673	0,000
0,20	0,059	0,615	0,287
0,41	0,016	0,599	0,077
0,82	0,048	0,551	0,116
1,63	0,082	0,469	0,101
0,82	-0,009	0,478	-0,011
0,41	-0,011	0,489	
0,00	-0,073	0,562	



EK 5

DENEY ADI: KONSOLİDASYON DENEYİ (M5)

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,7842		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,0665		
Numune Kalınlığı (son)	18,67	e_{ilk}	0,6734		
Su muhtevası ilk	0,2393			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,2948	Ring+yaş numune	266,98	273,66	
Numune Ağırlığı (ilk)	149,14	Ring Ağırlığı	117,84	117,84	
Numune ağırlığı (son)	155,82	Yaş numune	149,14	155,82	
G_s	2,66	Kuru numune	120,34	120,34	

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,70	19,30	0,20	0,70	19,65	0,035	0,0073
0,41	0,89	19,11	0,21	0,190	19,21	0,009	0,0020
0,82	1,46	18,54	0,41	0,570	18,83	0,030	0,0124
1,63	2,44	17,56	0,81	0,980	18,05	0,054	0,0440
0,82	2,33	17,67	0,81	-0,110	17,62	-0,006	-0,0051
0,41	2,20	17,80	0,41	-0,130	17,74	-0,007	-0,0030
0,00	1,33	18,67	0,41	-0,870	18,24	-0,077	-0,0196

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0836 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,673	0,000
0,20	0,059	0,615	0,287
0,41	0,016	0,599	0,077
0,82	0,048	0,551	0,116
1,63	0,082	0,469	0,101
0,82	-0,009	0,478	-0,011
0,41	-0,011	0,489	
0,00	-0,073	0,562	



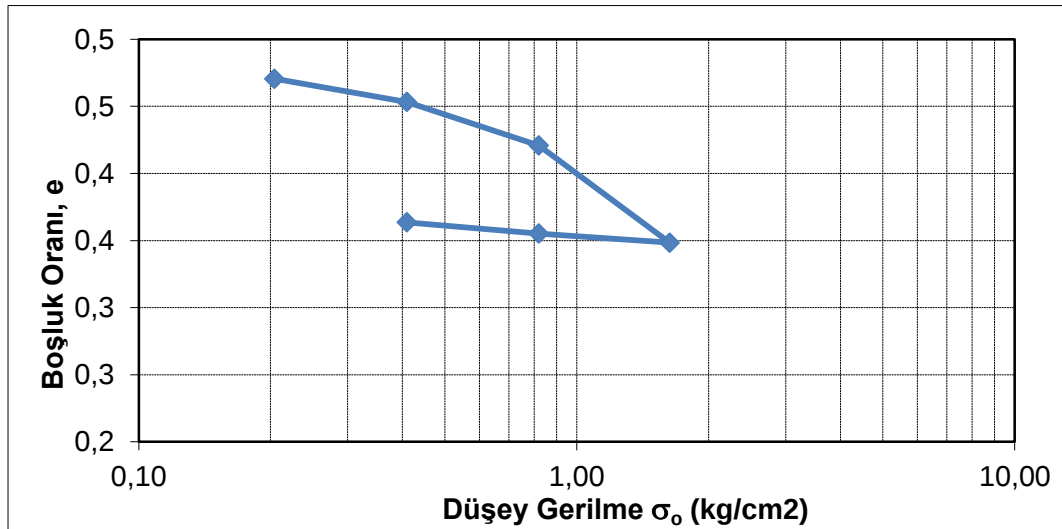
EK 5

DENEY ADI: KONSOLİDASYON DENEYİ (K1)

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,8917		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,0520		
Numune Kalınlığı (son)	18,96	e_{ilk}	0,5075		
Su muhtevası ilk	0,2601			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,3327	Ring+yaş numune	257,65	265,72	
Numune Ağırlığı (ilk)	139,81	Ring Ağırlığı	117,84	117,84	
Numune ağırlığı (son)	147,88	Yaş numune	139,81	147,88	
G_s	2,68	Kuru numune	110,96	110,96	

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,49	19,51	0,20	0,490	19,76	0,024	0,0051
0,41	0,72	19,28	0,21	0,230	19,40	0,011	0,0024
0,82	1,15	18,85	0,41	0,430	19,07	0,022	0,0092
1,63	2,11	17,89	0,81	0,960	18,37	0,052	0,0423
0,82	2,02	17,98	0,81	-0,090	17,94	-0,005	-0,0041
0,41	1,91	18,09	0,41	-0,110	18,04	-0,006	-0,0025
0,00	1,04	18,96	0,41	-0,870	18,53	-0,047	-0,0193

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0753 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,508	0,000
0,20	0,037	0,471	0,181
0,41	0,017	0,453	0,084
0,82	0,032	0,421	0,079
1,63	0,072	0,348	0,089
0,82	-0,007	0,355	-0,008
0,41	-0,008	0,364	
0,00	-0,066	0,429	



EK 5

DENEY ADI: KONSOLIDASYON DENEYİ (K2)

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,788605697	
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,075	
Numune Kalınlığı (son)	18,5	e_{ilk}	0,4685	
Su muhtevası ilk	0,2283		Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,2998	Ring+yaş numune	240,74	247,89
Numune Ağırlığı (ilk)	122,9	Ring Ağırlığı	117,84	117,84
Numune ağırlığı (son)	130,05	Yaş numune	122,9	130,05
G_s	2,63	Kuru numune	100,05	100,05

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,71	19,29	0,20	0,710	19,65	0,036	0,0074
0,41	0,92	19,08	0,21	0,210	19,19	0,010	0,0023
0,82	1,50	18,50	0,41	0,580	18,79	0,030	0,0127
1,63	2,46	17,54	0,81	0,960	18,02	0,053	0,0432
0,82	2,37	17,63	0,81	-0,090	17,59	-0,005	-0,0041
0,41	2,24	17,76	0,41	-0,130	17,70	-0,007	-0,0030
0,00	1,50	18,50	0,41	-0,740	18,13	-0,040	-0,0167

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0734 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,468	0,000
0,20	0,052	0,416	0,256
0,41	0,015	0,401	0,075
0,82	0,043	0,358	0,104
1,63	0,070	0,288	0,087
0,82	-0,007	0,294	-0,008
0,41	-0,010	0,304	
0,00	-0,054	0,358	



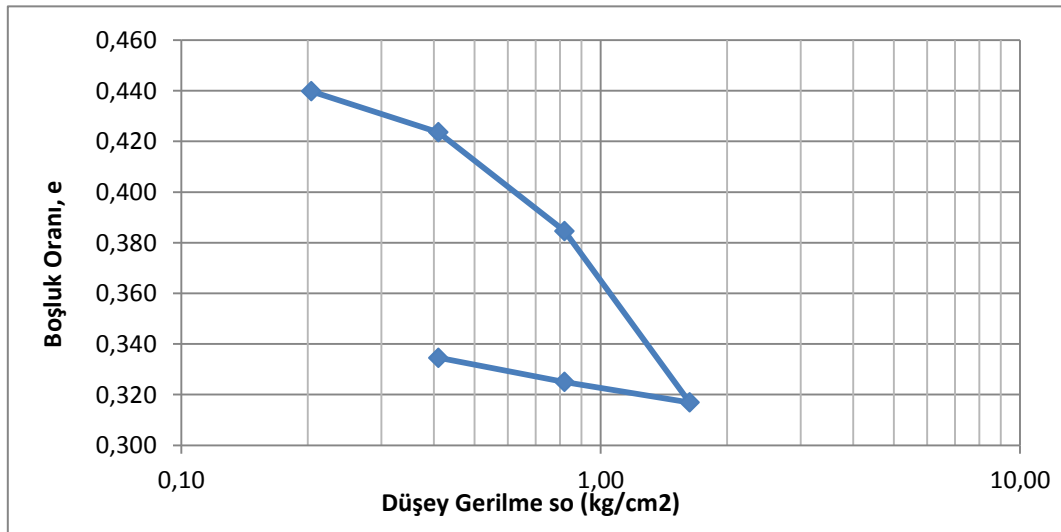
EK 5

DENEY ADI: KONSOLIDASYON DENEYİ (K3)

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,7929		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,056		
Numune Kalınlığı (son)	18,88	e_{ilk}	0,4714		
Su muhtevası ilk	0,2420			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,3015	Ring+yaş numune	265,89		272,98
Numune Ağırlığı (ilk)	148,05	Ring Ağırlığı	117,84		117,84
Numune ağırlığı (son)	155,14	Yaş numune	148,05		155,14
G_s	2,63	Kuru numune	119,2		119,2

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,43	19,57	0,20	0,430	19,79	0,021	0,0044
0,41	0,65	19,35	0,21	0,220	19,46	0,011	0,0023
0,82	1,18	18,82	0,41	0,530	19,09	0,027	0,0114
1,63	2,10	17,90	0,81	0,920	18,36	0,050	0,0406
0,82	1,99	18,01	0,81	-0,110	17,96	-0,006	-0,0050
0,41	1,86	18,14	0,41	-0,130	18,08	-0,007	-0,0029
0,00	1,12	18,88	0,41	-0,740	18,51	-0,040	-0,0164

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0735 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,471	0,000
0,20	0,032	0,440	0,155
0,41	0,016	0,424	0,079
0,82	0,039	0,385	0,095
1,63	0,068	0,317	0,084
0,82	-0,008	0,325	-0,010
0,41	-0,010	0,335	
0,00	-0,054	0,389	



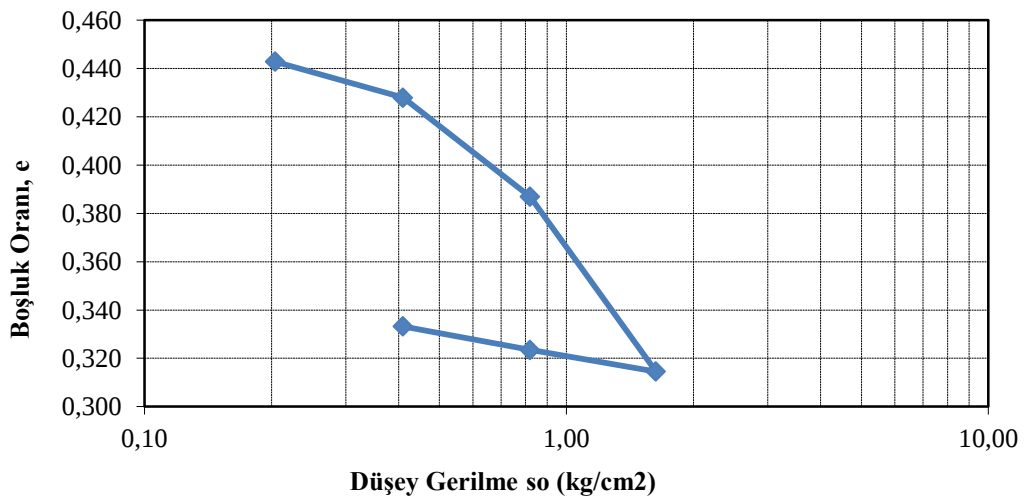
EK 5

DENEY ADI: KONSOLIDASYON DENEYİ (K4)

Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,894		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,069		
Numune Kalınlığı (son)	18,62	e_{ilk}	0,4913		
Su muhtevası ilk	0,2644			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,3399	Ring+yaş numune	255,78		264,02
Numune Ağırlığı (ilk)	137,94	Ring Ağırlığı	117,84		117,84
Numune ağırlığı (son)	146,18	Yaş numune	137,94		146,18
G_s	2,63	Kuru numune	109,09		109,09

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,65	19,35	0,20	0,650	19,68	0,033	0,0067
0,41	0,85	19,15	0,21	0,200	19,25	0,010	0,0021
0,82	1,40	18,60	0,41	0,550	18,88	0,029	0,0119
1,63	2,37	17,63	0,81	0,970	18,12	0,053	0,0434
0,82	2,25	17,75	0,81	-0,120	17,69	-0,006	-0,0055
0,41	2,12	17,88	0,41	-0,130	17,82	-0,007	-0,0030
0,00	1,38	18,62	0,41	-0,740	18,25	-0,040	-0,0166

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0794 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,491	0,000
0,20	0,048	0,443	0,238
0,41	0,015	0,428	0,072
0,82	0,041	0,387	0,100
1,63	0,072	0,315	0,089
0,82	-0,009	0,324	-0,011
0,41	-0,010	0,333	
0,00	-0,055	0,388	



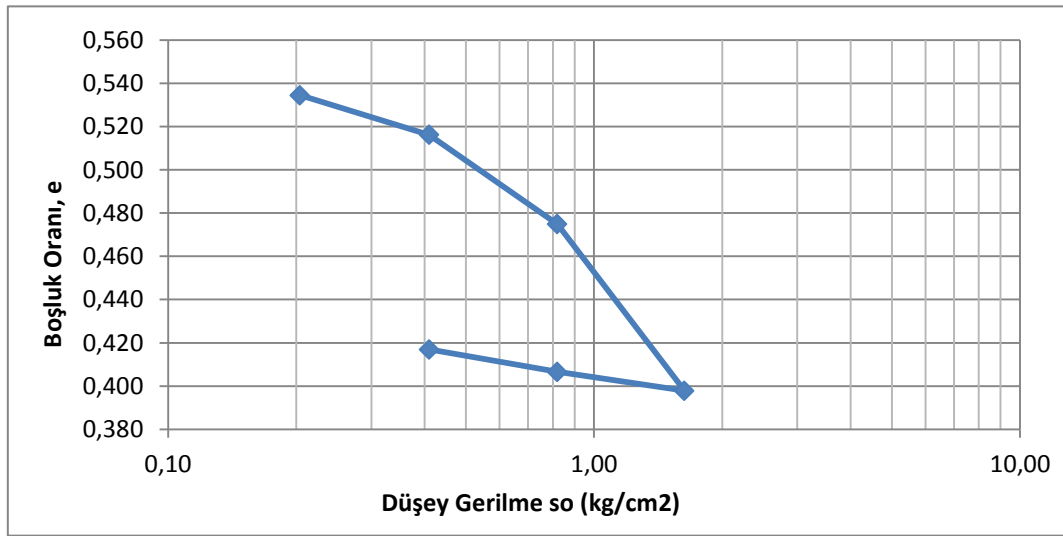
EK 5

DENEY ADI: KONSOLIDASYON DENEYİ (K5)

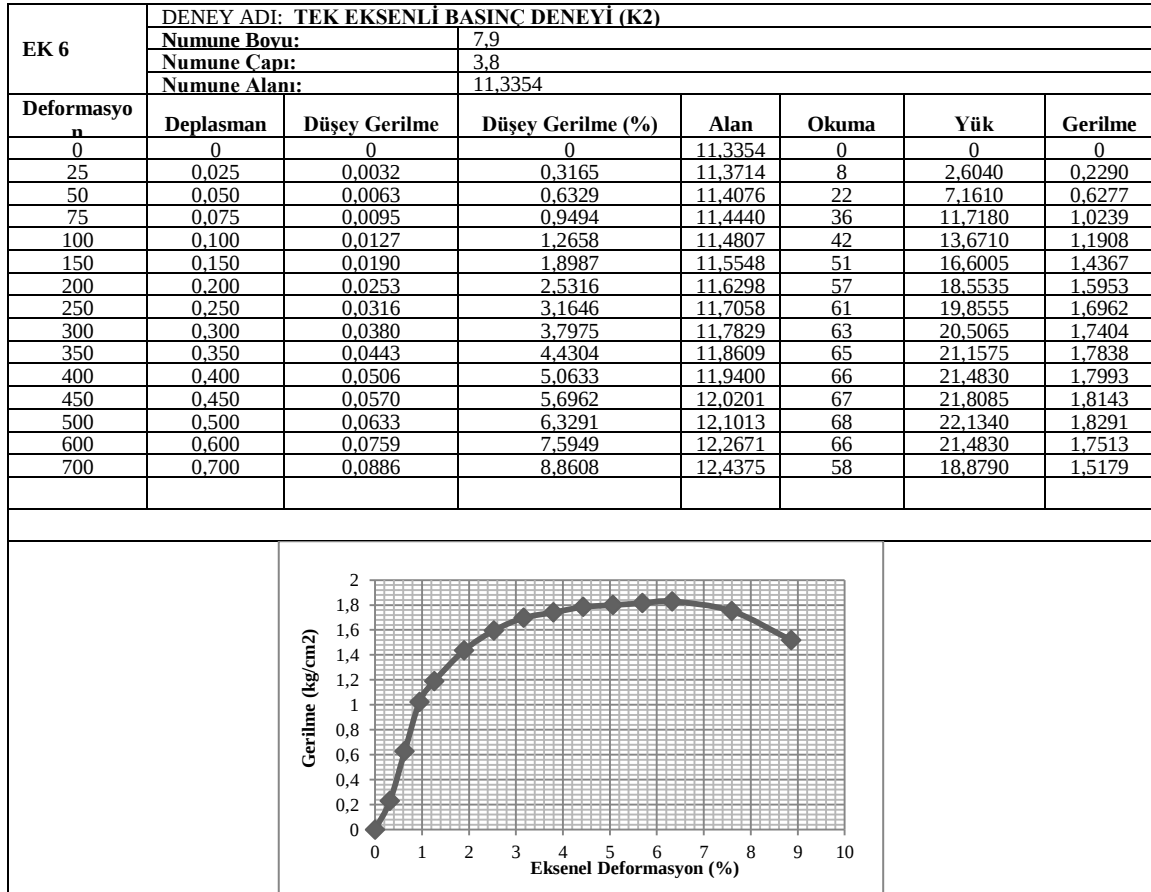
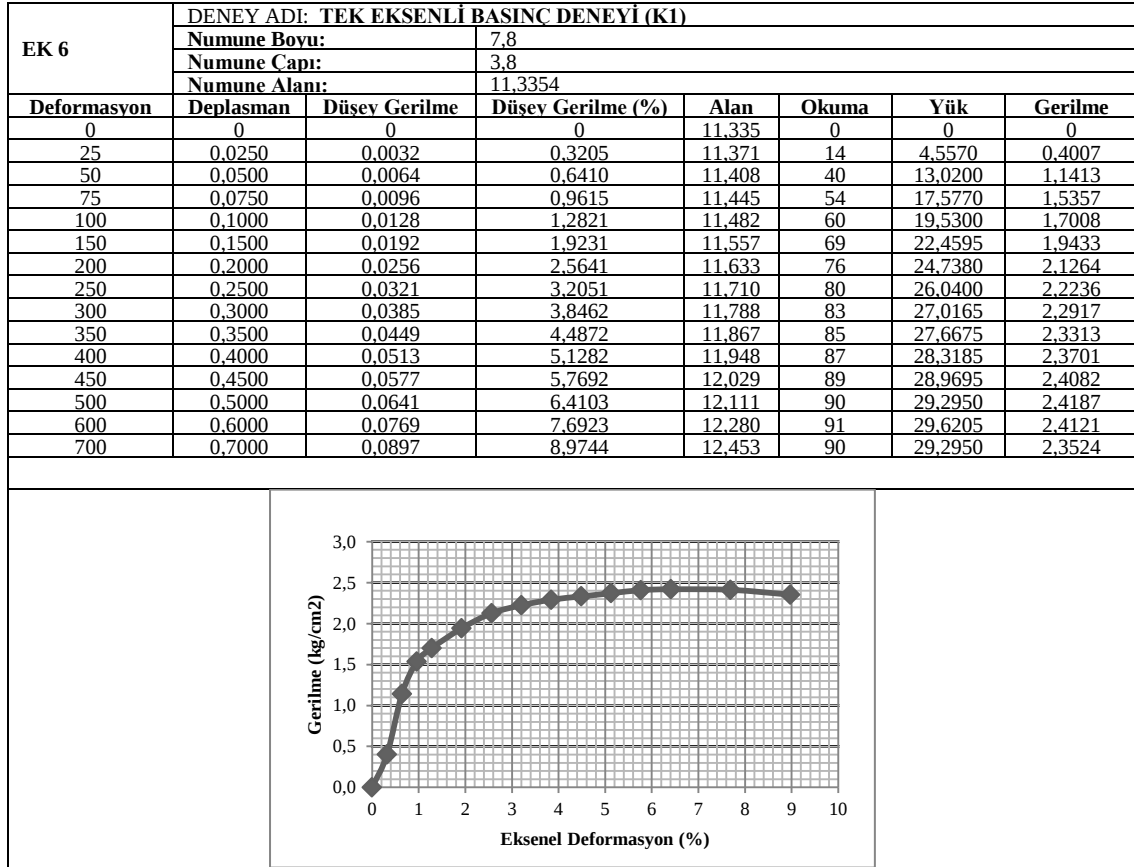
Numune Çapı	7,5	e_{son}	0,8303		
Numune kalınlığı (ilk)	20	DH/H	0,071		
Numune Kalınlığı (son)	18,58	e_{ilk}	0,6870		
Su muhtevası ilk	0,2557			Deney Başında	Deney Sonunda
Su muhtevası son	0,3121	Ring+yaş numune	259,49	265,85	
Numune Ağırlığı (ilk)	141,65	Ring Ağırlığı	117,84	117,84	
Numune ağırlığı (son)	148,01	Yaş numune	141,65	148,01	
G_s	2,66	Kuru numune	119,80	119,80	

Uygulanan Basınç, kg/cm^2	Sıkışma, ΔH mm	Numune Yüksekliği, mm	ΔP kg/cm^2	$\Delta H=H1-H2$ 1/100mm	$H=(H1+H2)/2$ (mm)	$\Delta H/H$	m_v cm^2/kg
0,00	0,00	20,00	0,00	0,000	20,00	0,000	0,0000
0,20	0,68	19,32	0,20	0,68	19,66	0,034	0,0071
0,41	0,91	19,09	0,21	0,230	19,21	0,012	0,0025
0,82	1,43	18,57	0,41	0,520	18,83	0,027	0,0113
1,63	2,40	17,60	0,81	0,970	18,09	0,053	0,0434
0,82	2,29	17,71	0,81	-0,110	17,66	-0,006	-0,0050
0,41	2,16	17,84	0,41	-0,130	17,78	-0,007	-0,0030
0,00	1,42	18,58	0,41	-0,740	18,21	-0,040	-0,0167

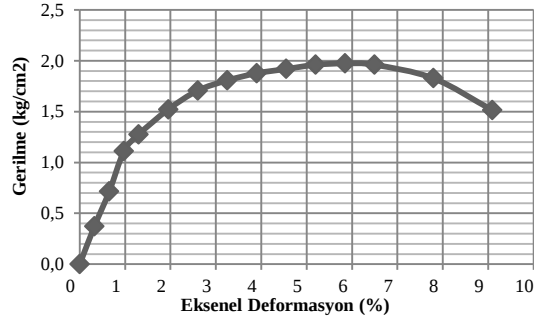
Uygulanan Basınç, kg/cm^2	$\Delta e=0,0837 \times \Delta H$	$e=e(i)-\Delta e$	$av=\Delta e/\Delta P$
0,00	0,000	0,588	0,000
0,20	0,054	0,534	0,265
0,41	0,018	0,516	0,089
0,82	0,041	0,475	0,101
1,63	0,077	0,398	0,095
0,82	-0,009	0,407	-0,011
0,41	-0,010	0,417	
0,00	-0,059	0,476	



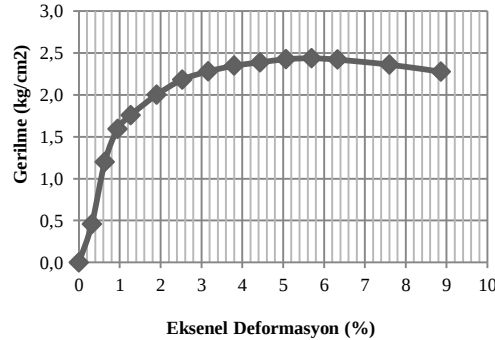
EK 6 TEK EKSENLİ BASINÇ DENEYİ SONUÇLARI VE GRAFİKLERİ

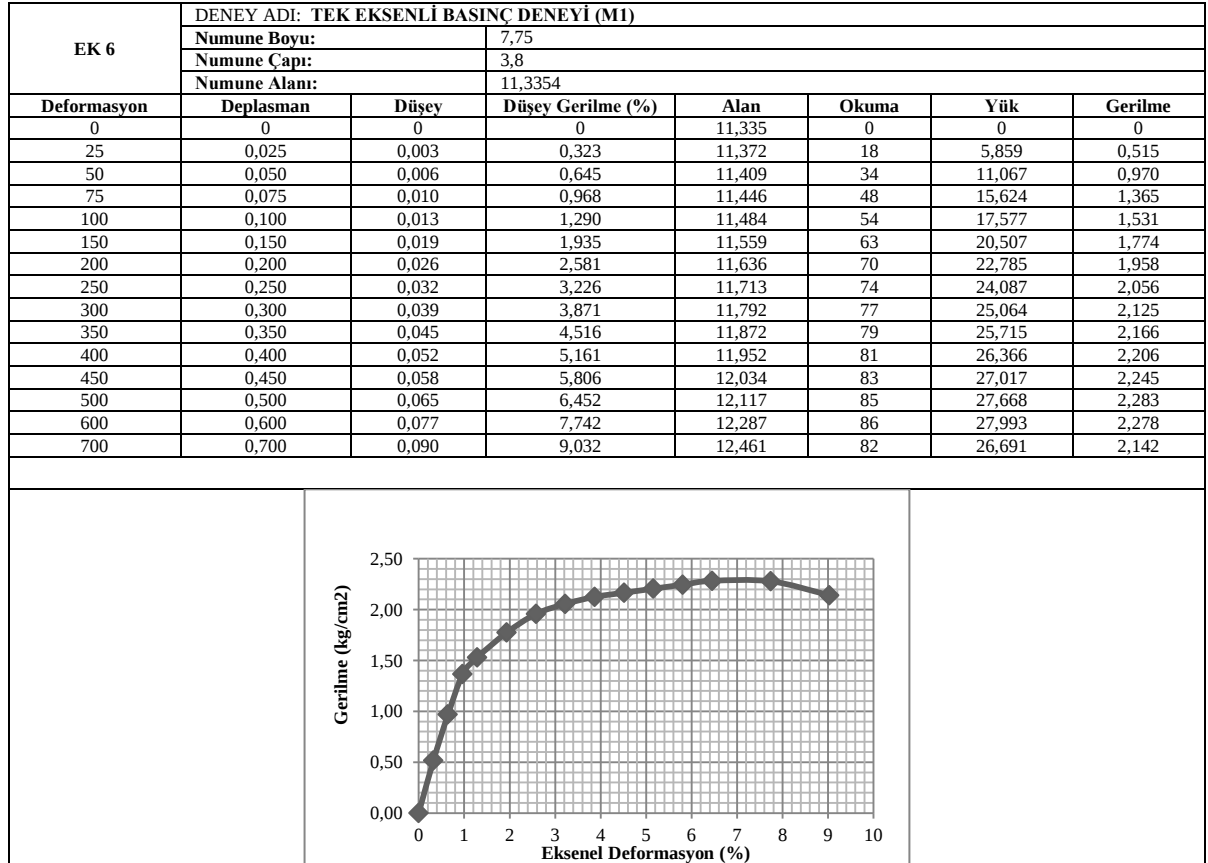
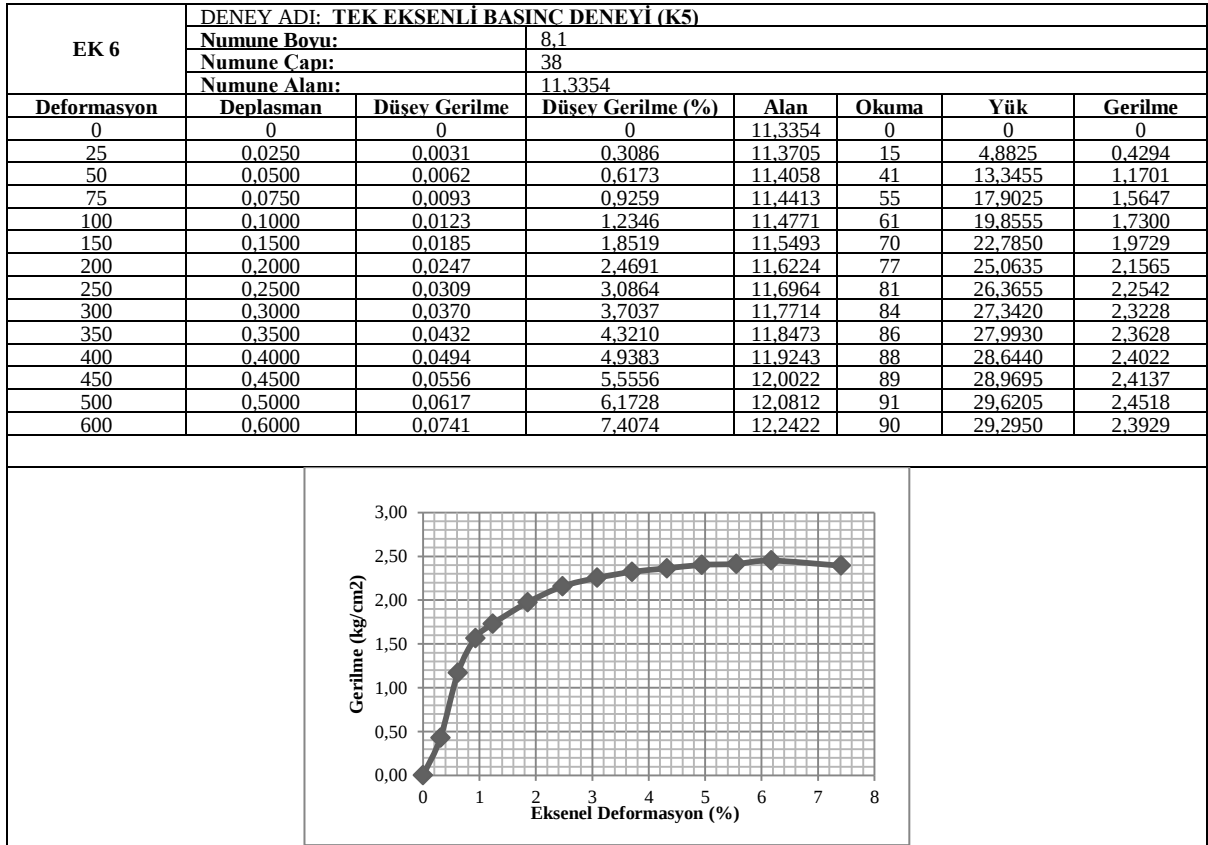


EK 6	DENEY ADI: TEK EKSENLİ BASINÇ DENEYİ (K3)						
	Numune Boyu:		7,7				
	Numune Çapı:		3,8				
	Numune Alanı:		11,3354				
Deformasyon	Deplasman	Düşey	Düşey Gerilme (%)	Alan	Okuma	Yük	Gerilme
0	0	0	0	11,335	0	0	0
25	0,025	0,003	0,325	11,372	13	4,232	0,372
50	0,050	0,006	0,649	11,409	25	8,138	0,713
75	0,075	0,010	0,974	11,447	39	12,695	1,109
100	0,100	0,013	1,299	11,485	45	14,648	1,275
150	0,150	0,019	1,948	11,561	54	17,577	1,520
200	0,200	0,026	2,597	11,638	61	19,856	1,706
250	0,250	0,032	3,247	11,716	65	21,158	1,806
300	0,300	0,039	3,896	11,795	68	22,134	1,877
350	0,350	0,045	4,545	11,875	70	22,785	1,919
400	0,400	0,052	5,195	11,957	72	23,436	1,960
450	0,450	0,058	5,844	12,039	73	23,762	1,974
500	0,500	0,065	6,494	12,123	73	23,762	1,960
600	0,600	0,078	7,792	12,293	69	22,460	1,827
700	0,700	0,091	9,091	12,469	58	18,879	1,514

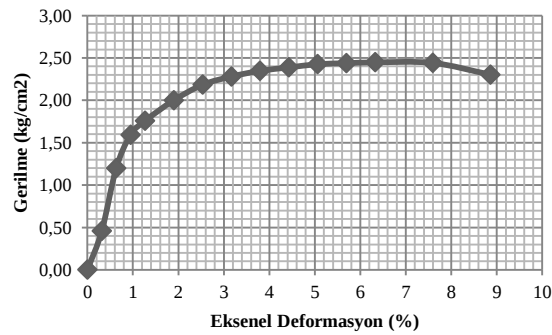


EK 6	DENEY ADI: TEK EKSENLİ BASINÇ DENEYİ (K4)						
	Numune Boyu:		7,9				
	Numune Çapı:		3,8				
	Numune Alanı:		11,3354				
Deformasyon	Deplasman	Düşey	Düşey Gerilme (%)	Alan	Okuma	Yük	Gerilme
0	0	0	0	11,3354	0	0	0
25	0,0250	0,0032	0,3165	11,3714	16	5,2080	0,4580
50	0,0500	0,0063	0,6329	11,4076	42	13,6710	1,1984
75	0,0750	0,0095	0,9494	11,4440	56	18,2280	1,5928
100	0,1000	0,0127	1,2658	11,4807	62	20,1810	1,7578
150	0,1500	0,0190	1,8987	11,5548	71	23,1105	2,0001
200	0,2000	0,0253	2,5316	11,6298	78	25,3890	2,1831
250	0,2500	0,0316	3,1646	11,7058	82	26,6910	2,2801
300	0,3000	0,0380	3,7975	11,7829	85	27,6675	2,3481
350	0,3500	0,0443	4,4304	11,8609	87	28,3185	2,3876
400	0,4000	0,0506	5,0633	11,9400	89	28,9695	2,4263
450	0,4500	0,0570	5,6962	12,0201	90	29,2950	2,4372
500	0,5000	0,0633	6,3291	12,1013	90	29,2950	2,4208
600	0,6000	0,0759	7,5949	12,2671	89	28,9695	2,3616
700	0,7000	0,0886	8,8608	12,4375	87	28,3185	2,2769

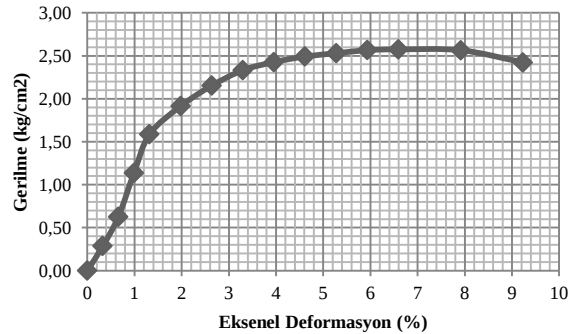


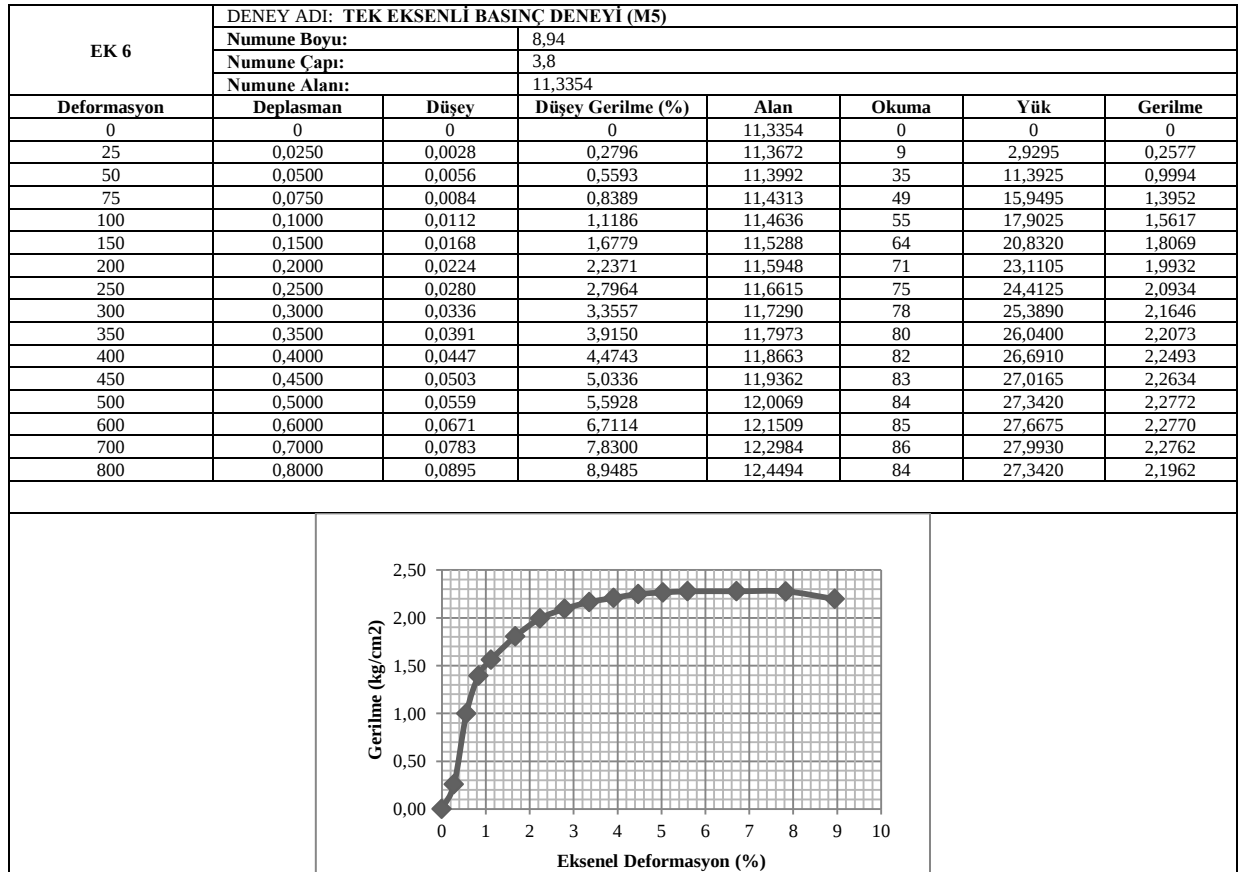
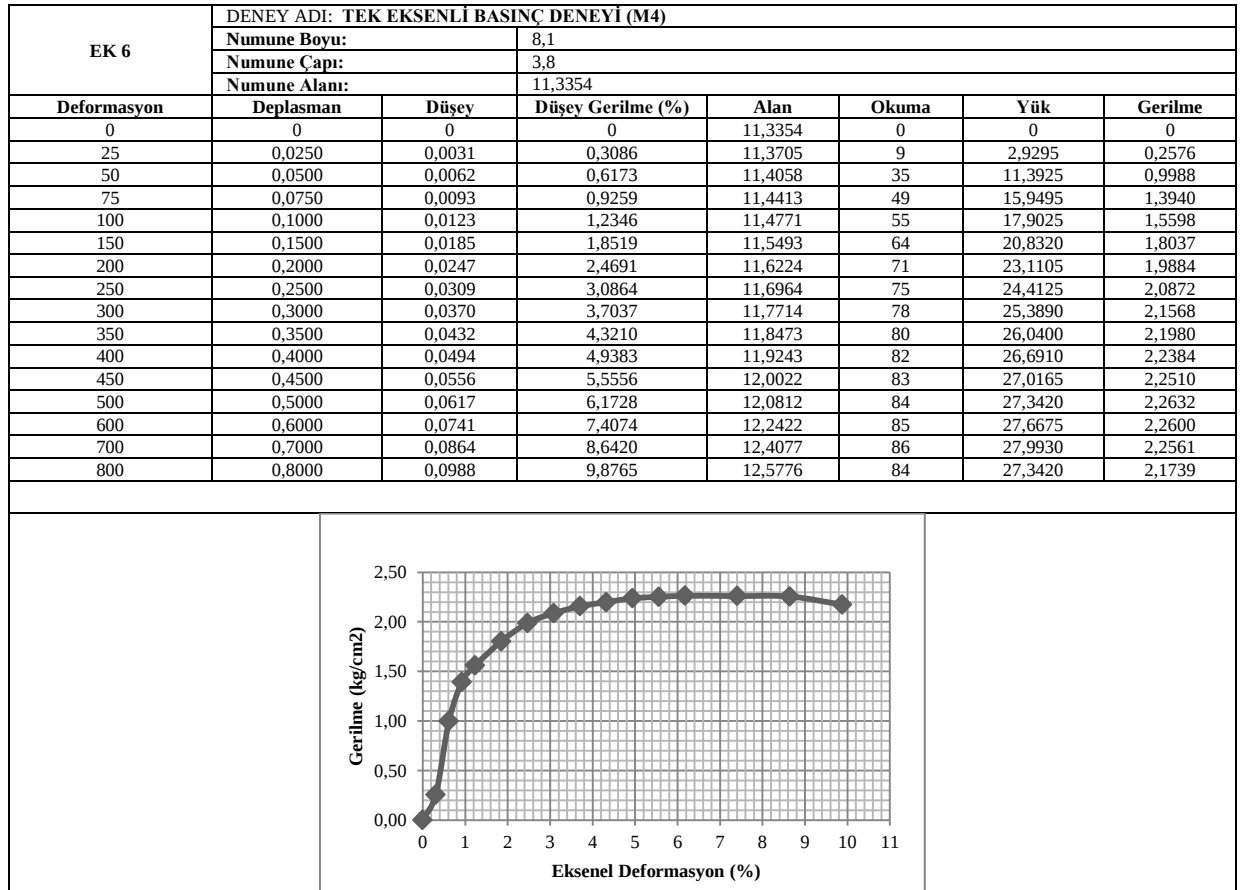


EK 6	DENEY ADI: TEK EKSENLİ BASINÇ DENEYİ (M2)						
	Numune Boyu:		7,75				
	Numune Çapı:		3,8				
	Numune Alanı:		11,335				
Deformasyon	Deplasman	Düşey	Düşey Gerilme (%)	Alan	Okuma	Yük	Gerilme
0	0	0	0	10,1736	0	0	0
25	0,025	0,00320	0,3205	10,2063	14	4,557	0,4464
50	0,05	0,00641	0,6410	10,2392	30	9,765	0,9536
75	0,075	0,00961	0,9615	10,2723	44	14,322	1,3942
100	0,1	0,01282	1,2820	10,3057	50	16,275	1,5792
150	0,15	0,01923	1,9230	10,3730	59	19,204	1,8513
200	0,2	0,02564	2,5641	10,4413	65	21,157	2,026
250	0,25	0,03205	3,2051	10,5104	69	22,459	2,1368
300	0,3	0,03846	3,8461	10,5805	72	23,436	2,2150
350	0,35	0,04487	4,4871	10,6515	74	24,087	2,2613
400	0,4	0,05128	5,1282	10,7235	76	24,738	2,3068
450	0,45	0,05769	5,7692	10,7964	77	25,063	2,3214
500	0,5	0,06410	6,4102	10,8704	73	23,761	2,1858
600	0,600	0,076	7,595	12,267	92	29,946	2,441
700	0,700	0,089	8,861	12,437	88	28,644	2,303

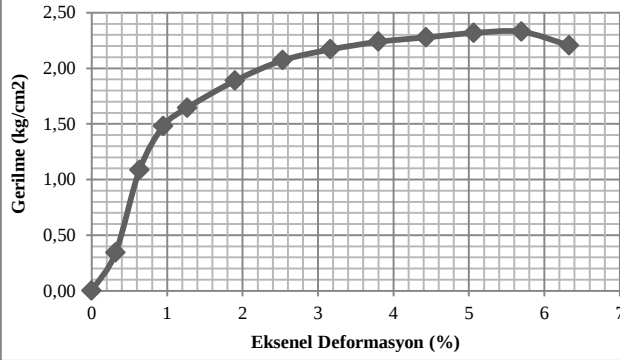


EK 6	DENEY ADI: TEK EKSENLİ BASINÇ DENEYİ (M3)						
	Numune Boyu:		7,58				
	Numune Çapı:		3,8				
	Numune Alanı:		11,3354				
Deformasyon	Deplasman	Düşey	Düşey Gerilme (%)	Alan	Okuma	Yük	Gerilme
0	0	0	0	11,335	0	0	0
25	0,025	0,003	0,330	11,373	10	3,255	0,286
50	0,050	0,007	0,660	11,411	22	7,161	0,628
75	0,075	0,010	0,989	11,449	40	13,020	1,137
100	0,100	0,013	1,319	11,487	56	18,228	1,587
150	0,150	0,020	1,979	11,564	68	22,134	1,914
200	0,200	0,026	2,639	11,643	77	25,064	2,153
250	0,250	0,033	3,298	11,722	84	27,342	2,333
300	0,300	0,040	3,958	11,803	88	28,644	2,427
350	0,350	0,046	4,617	11,884	91	29,621	2,492
400	0,400	0,053	5,277	11,967	93	30,272	2,530
450	0,450	0,059	5,937	12,051	95	30,923	2,566
500	0,500	0,066	6,596	12,136	96	31,248	2,575
600	0,600	0,079	7,916	12,310	97	31,574	2,565
700	0,700	0,092	9,235	12,489	93	30,272	2,424

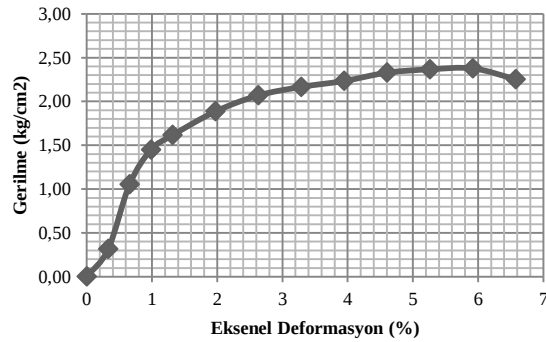


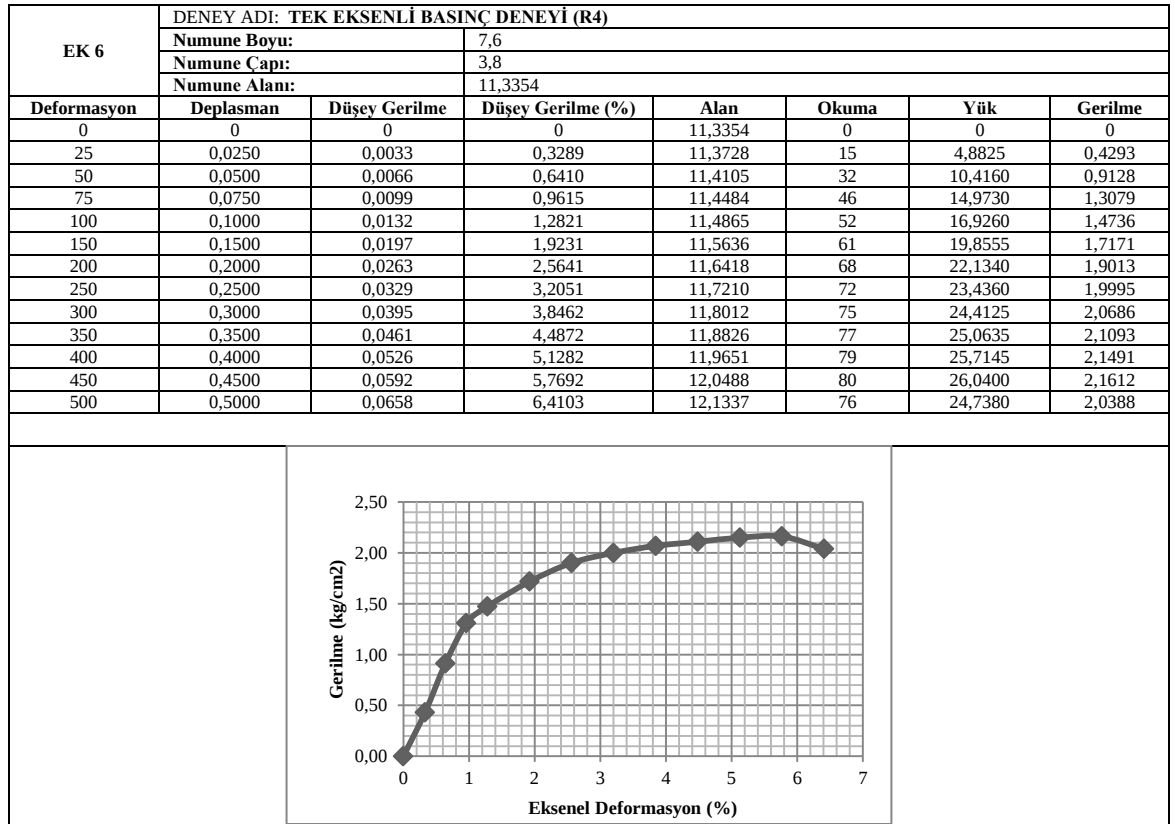
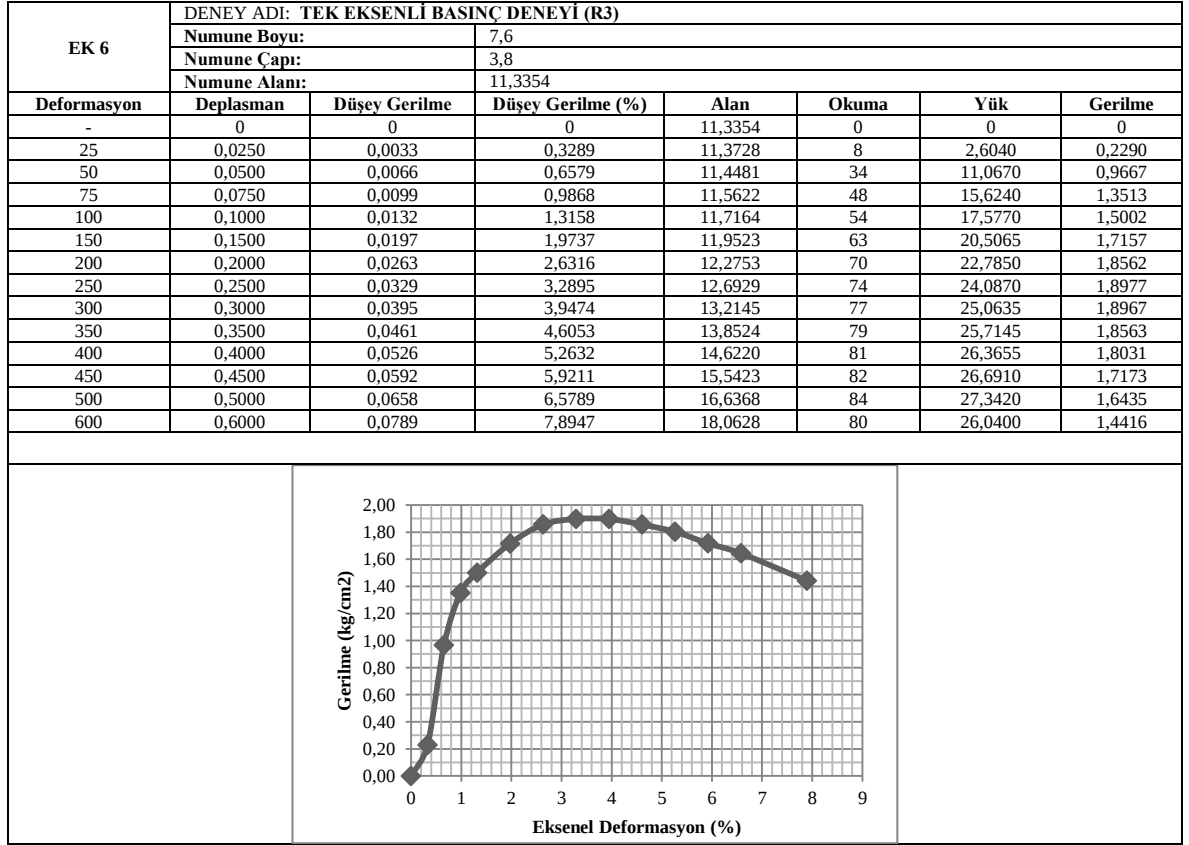


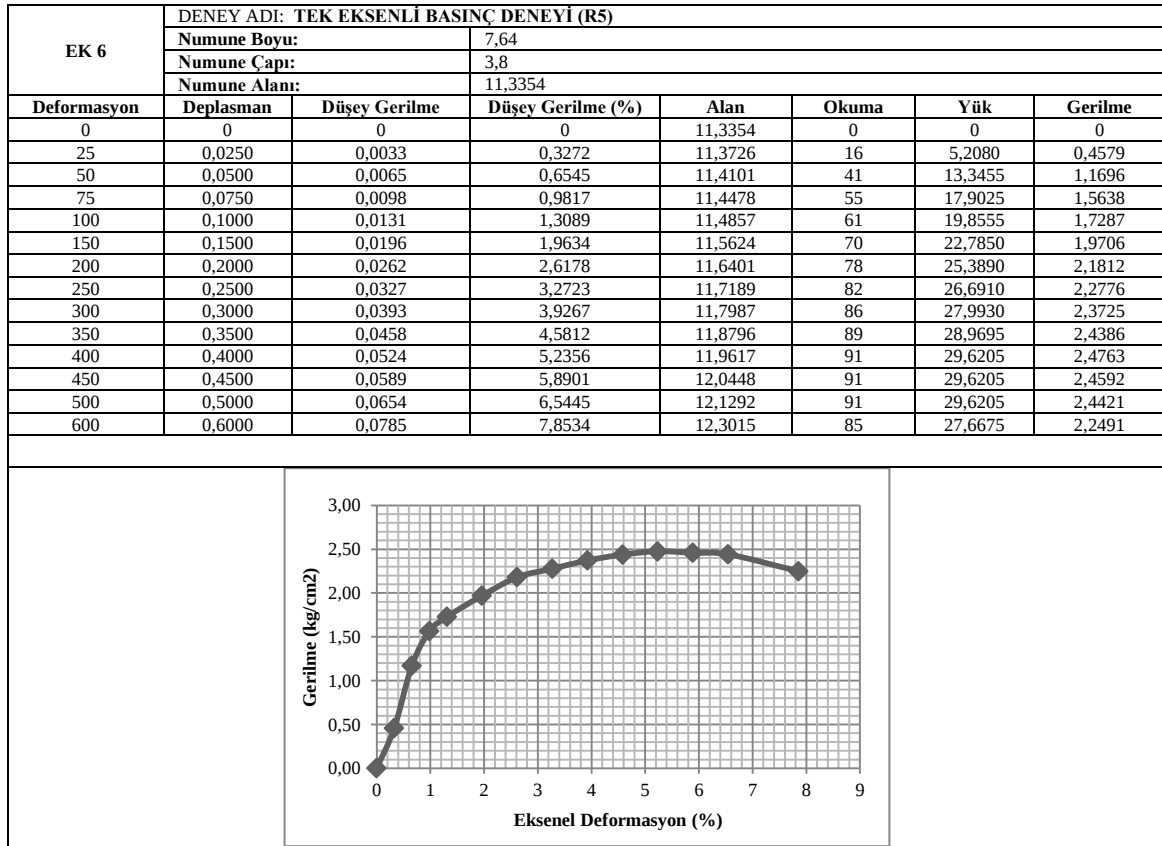
EK 6	DENEY ADI: TEK EKSENLİ BASINÇ DENEYİ (R1)						
	Numune Boyu:	7,9					
	Numune Çapı:	3,8					
	Numune Alanı:	11,3354					
Deformasyon	Deplasman	Düşey Gerilme	Düşey Gerilme (%)	Alan	Okuma	Yük	Gerilme
0	0	0	0	11,3354	0	0	0
25	0,0250	0,0032	0,3165	11,3714	12	3,9060	0,3435
50	0,0500	0,0063	0,6329	11,4076	38	12,3690	1,0843
75	0,0750	0,0095	0,9494	11,4440	52	16,9260	1,4790
100	0,1000	0,0127	1,2658	11,4807	58	18,8790	1,6444
150	0,1500	0,0190	1,8987	11,5548	67	21,8085	1,8874
200	0,2000	0,0253	2,5316	11,6298	74	24,0870	2,0711
250	0,2500	0,0316	3,1646	11,7058	78	25,3890	2,1689
300	0,3000	0,0380	3,7975	11,7829	81	26,3655	2,2376
350	0,3500	0,0443	4,4304	11,8609	83	27,0165	2,2778
400	0,4000	0,0506	5,0633	11,9400	85	27,6675	2,3172
450	0,4500	0,0570	5,6962	12,0201	86	27,9930	2,3289
500	0,5000	0,0633	6,3291	12,1013	82	26,6910	2,2056



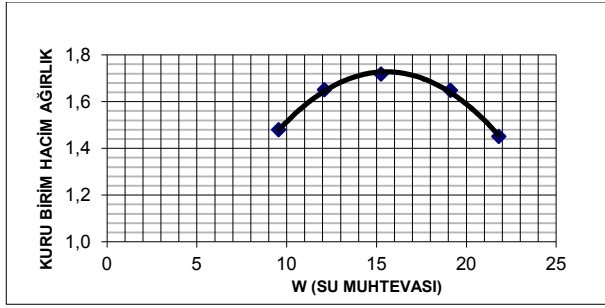
EK 6	DENEY ADI: TEK EKSENLİ BASINÇ DENEYİ (R2)						
	Numune Boyu:	7,6					
	Numune Çapı:	3,8					
	Numune Alanı:	11,3354					
Deformasyon	Deplasman	Düşey Gerilme	Düşey Gerilme (%)	Alan	Okuma	Yük	Gerilme
0	0	0	0	11,3354	0	0	0
25	0,0250	0,0033	0,3289	11,3728	11	3,5805	0,3148
50	0,0500	0,0066	0,6579	11,4105	37	12,0435	1,0555
75	0,0750	0,0099	0,9868	11,4484	51	16,6005	1,4500
100	0,1000	0,0132	1,3158	11,4865	57	18,5535	1,6152
150	0,1500	0,0197	1,9737	11,5636	67	21,8085	1,8860
200	0,2000	0,0263	2,6316	11,6418	74	24,0870	2,0690
250	0,2500	0,0329	3,2895	11,7210	78	25,3890	2,1661
300	0,3000	0,0395	3,9474	11,8012	81	26,3655	2,2341
350	0,3500	0,0461	4,6053	11,8826	85	27,6675	2,3284
400	0,4000	0,0526	5,2632	11,9651	87	28,3185	2,3667
450	0,4500	0,0592	5,9211	12,0488	88	28,6440	2,3773
500	0,5000	0,0658	6,5789	12,1337	84	27,3420	2,2534





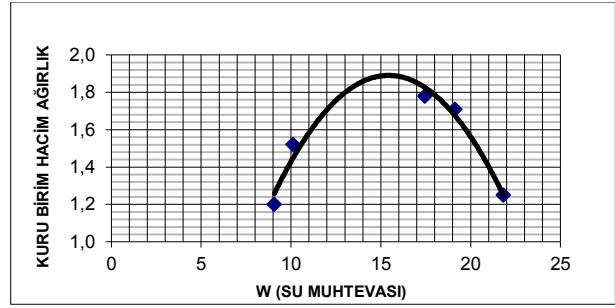


EK 7 PROKTOR DENEYİ GRAFİKLERİ



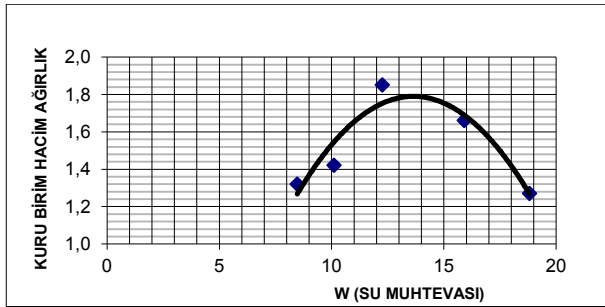
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15,3
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,73

1 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



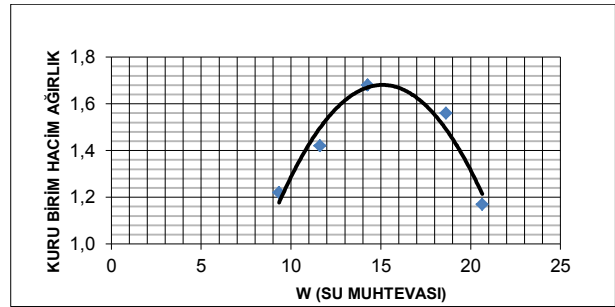
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15,5
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,90

2 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



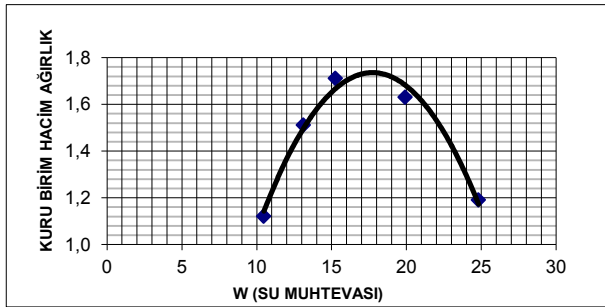
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 13,5
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,80

3 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



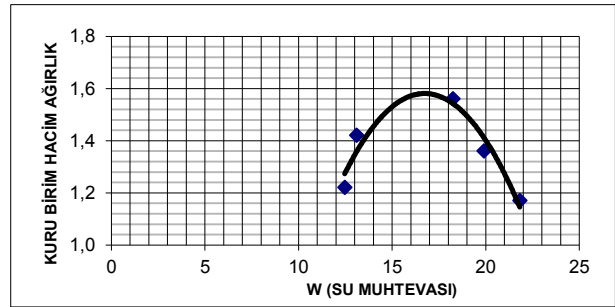
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15,3
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,64

4 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



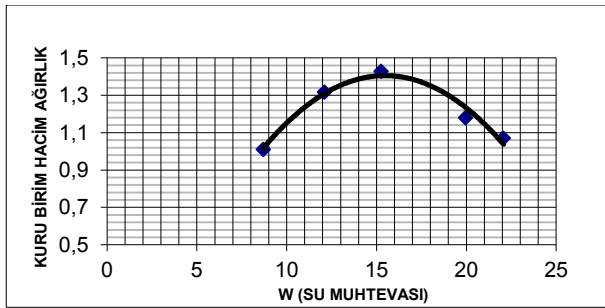
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 17,2
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,71

5 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



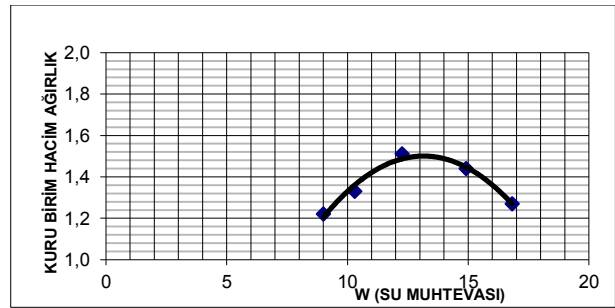
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 16,8
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,58

6 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



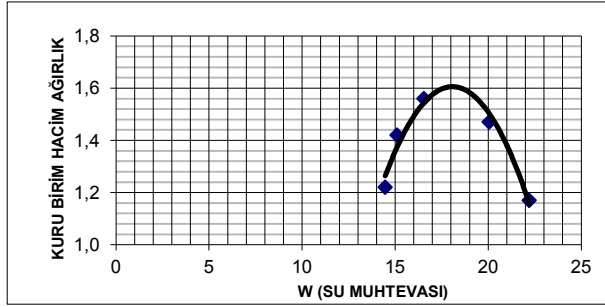
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15,5
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,40

7 nolu numuneye ait proctor deney grafiği

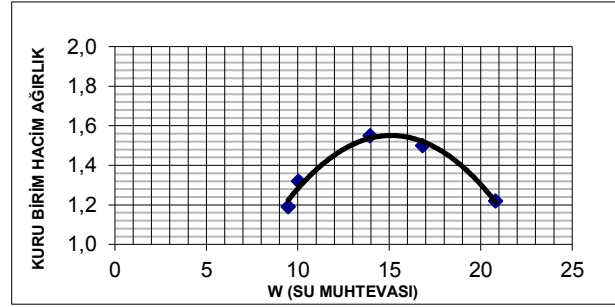


Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 13,6
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,51

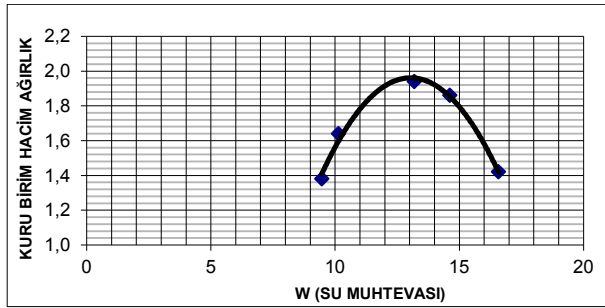
8 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



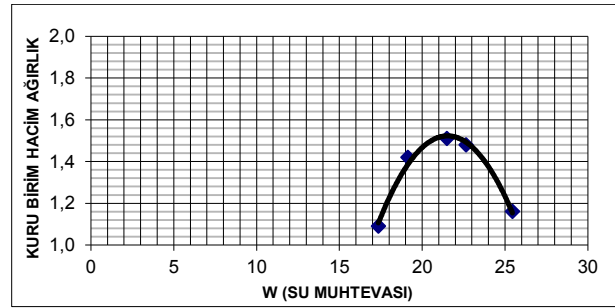
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 18
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,60
9 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



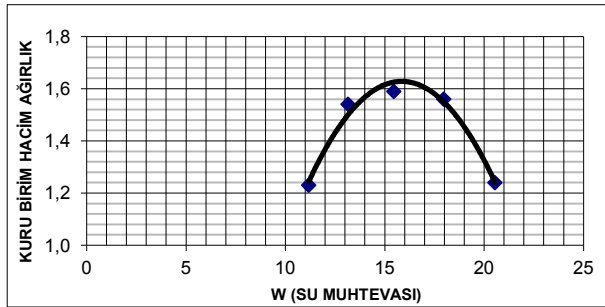
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15,6
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,57
10 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



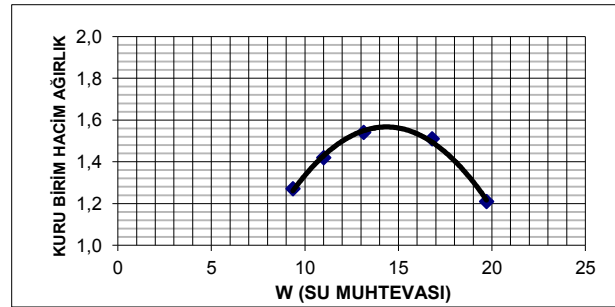
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 13,0
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,96
11 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



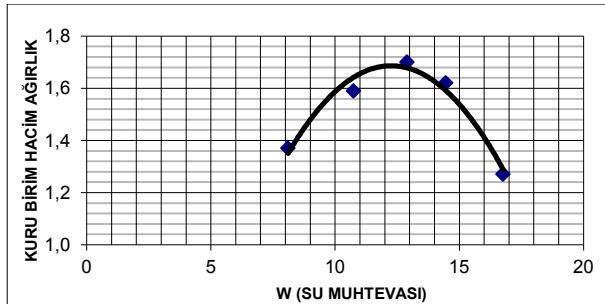
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 21,2
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,50
12 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



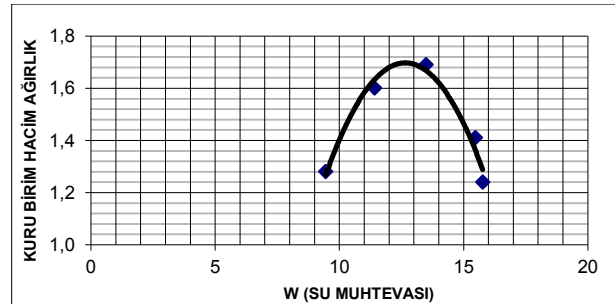
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 16,2
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,64
13 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



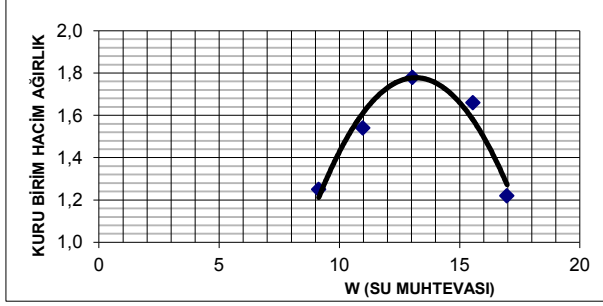
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 14,8
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,53
14 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



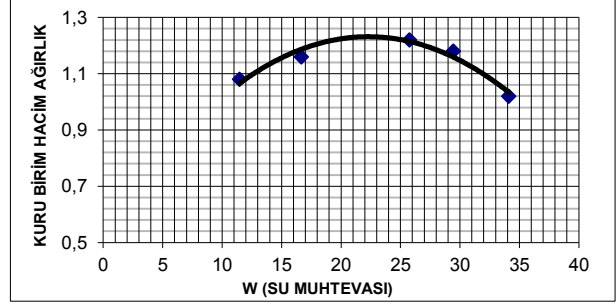
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 12,6
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,69
15 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



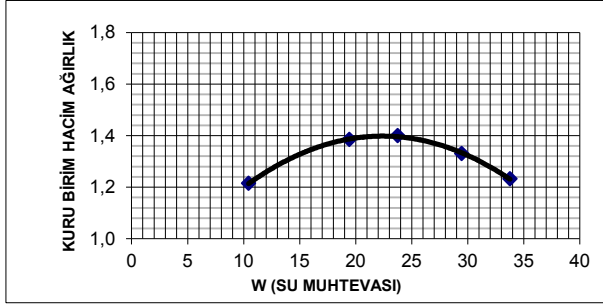
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 12,8
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,70
16 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



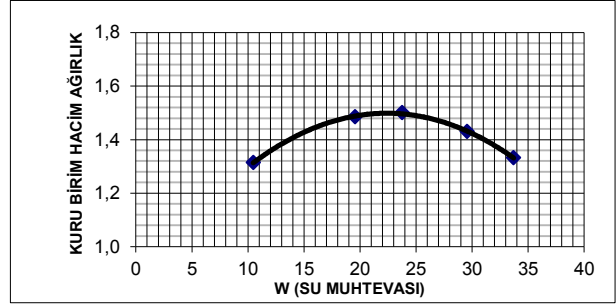
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 13,3
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,78
17 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



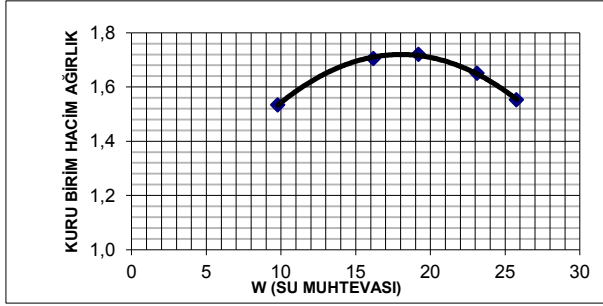
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 22
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,22
18 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



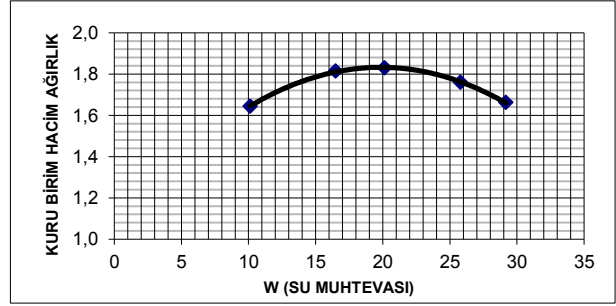
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 22
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,40
19 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



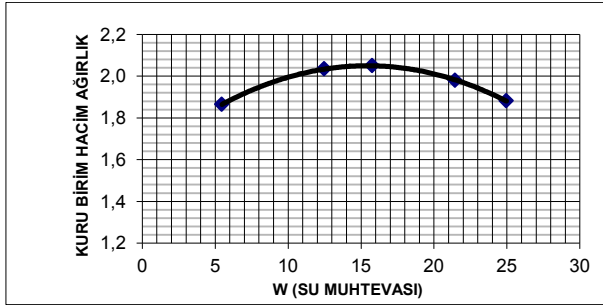
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 22,6
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,50
20 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



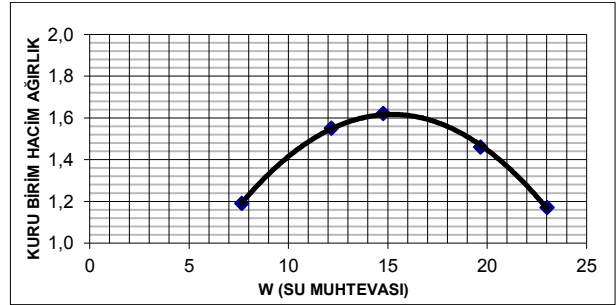
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 18
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,72
21 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



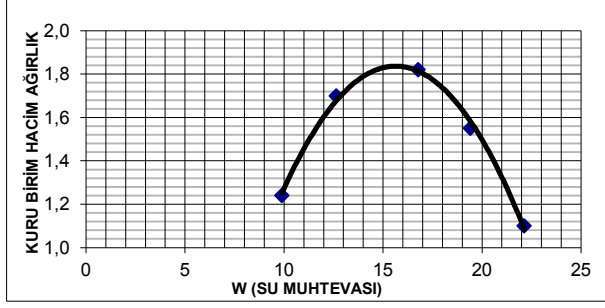
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 20,0
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,83
22 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



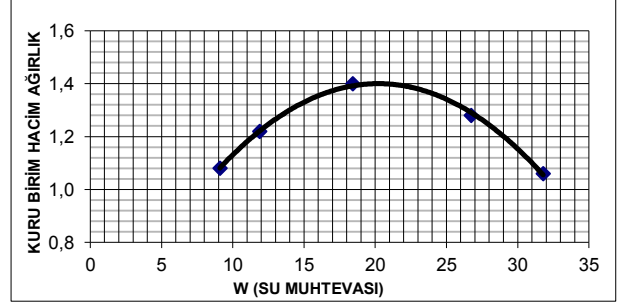
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15,5
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 2,05
23 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



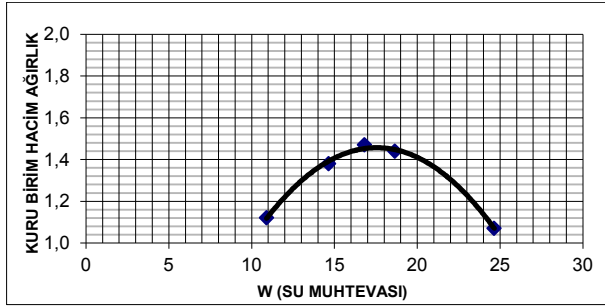
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15,1
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,62
24 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



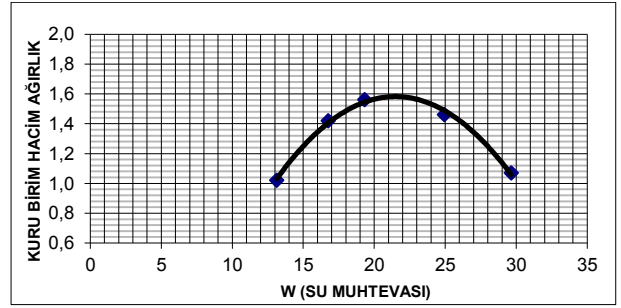
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15,9
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,82
25 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



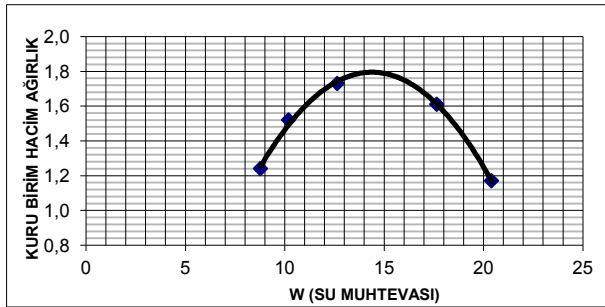
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 20
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,40
26 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



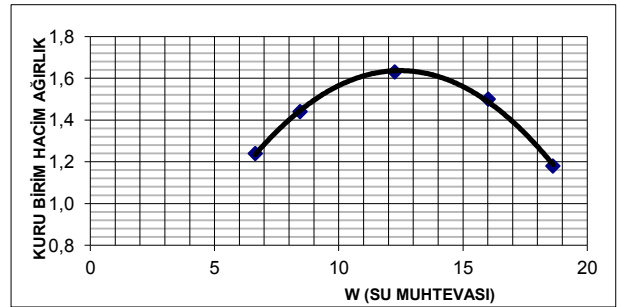
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 17,5
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,47
27 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



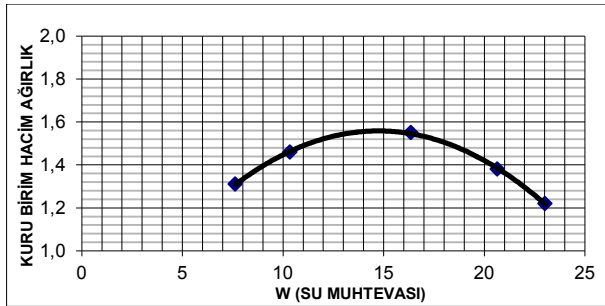
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 21,5
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,58
28 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



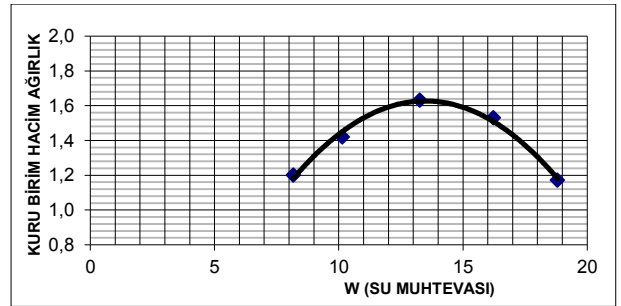
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 14,50
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,80
29 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



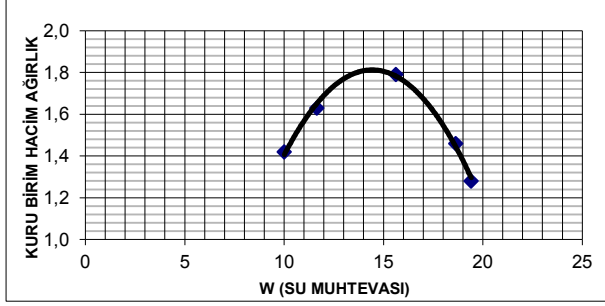
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 12,5
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,64
30 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



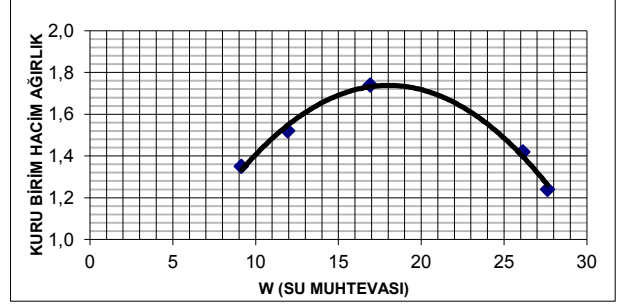
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,56
31 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



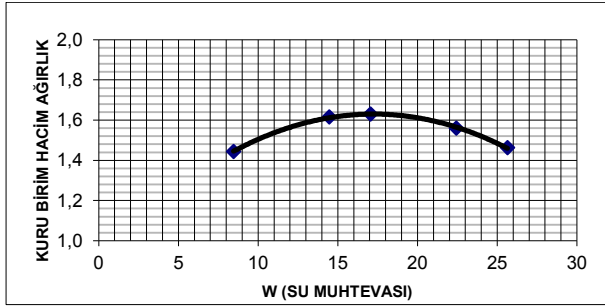
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 13,5
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,64
32 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



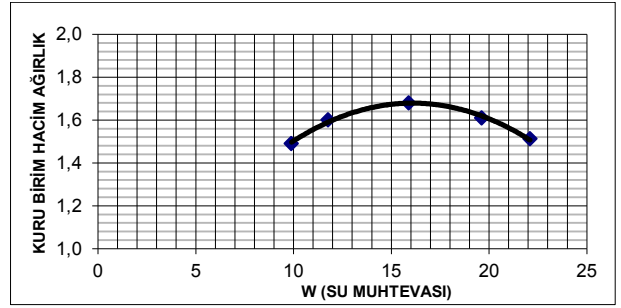
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 14,5
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,80
33 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



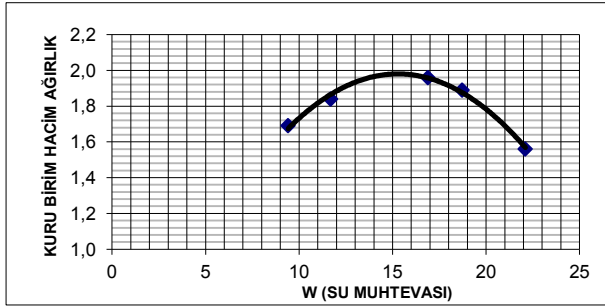
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 18
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,76
34 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



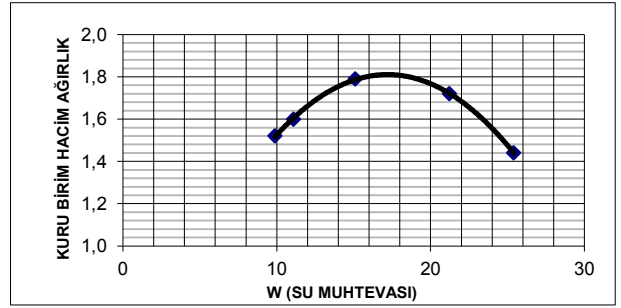
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 17,1
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,66
35 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



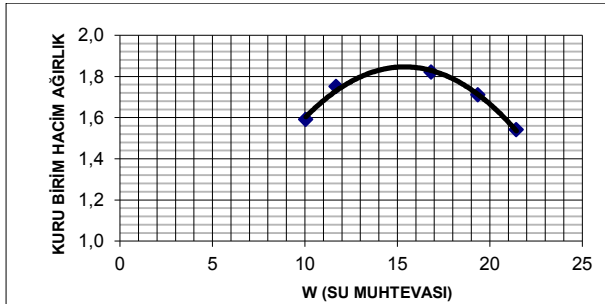
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 16
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,68
36 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



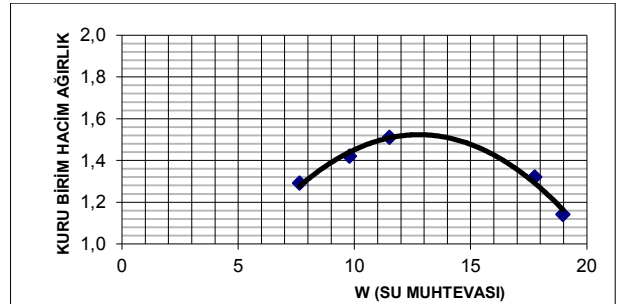
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,99
37 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



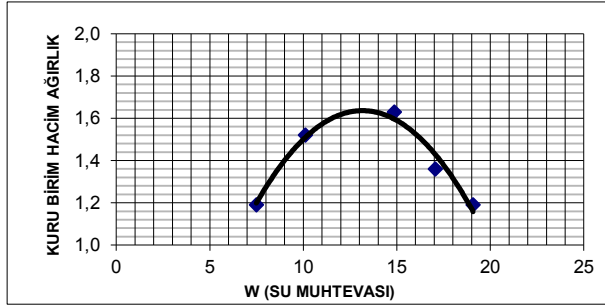
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 17,1
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,80
38 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



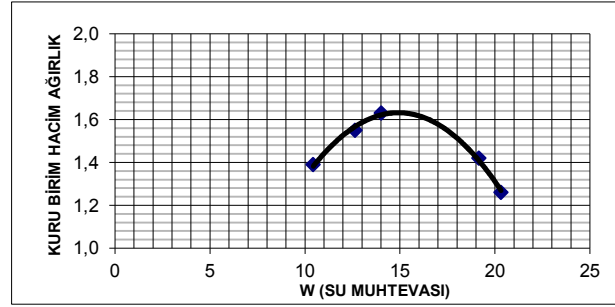
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,82
39 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



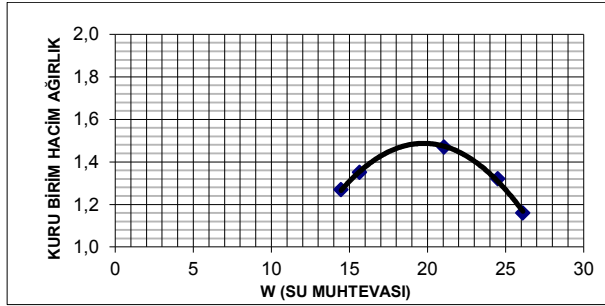
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 13
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,51
40 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



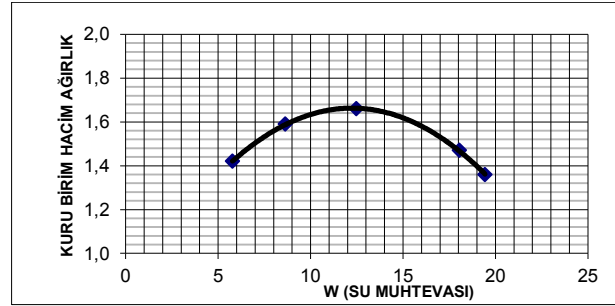
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 13
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,63
 41 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



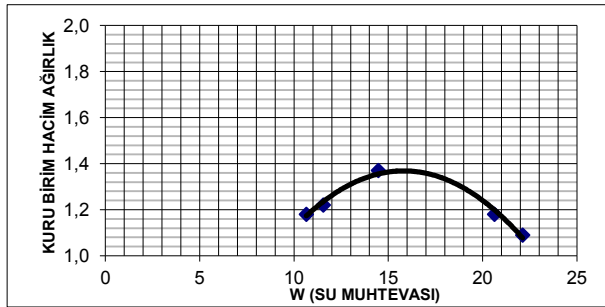
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15,5
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,63
 42 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



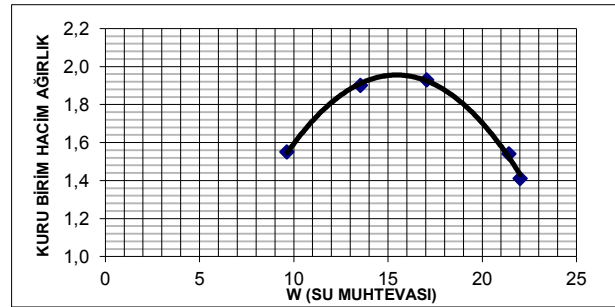
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 19
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,47
 43 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



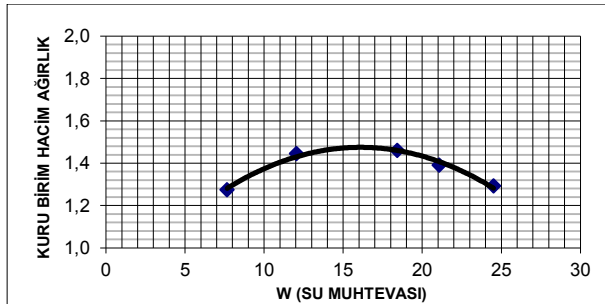
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 14,5
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,68
 44 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



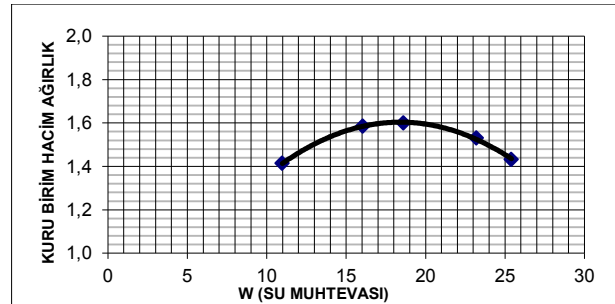
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 16
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,38
 45 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



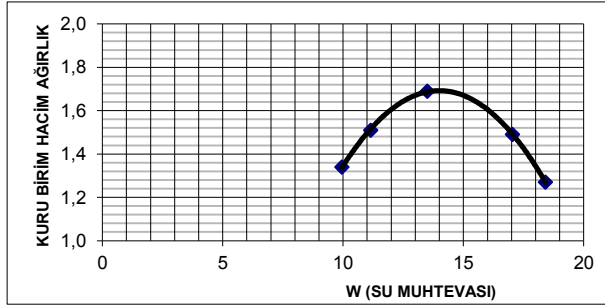
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15,5
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,95
 46 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



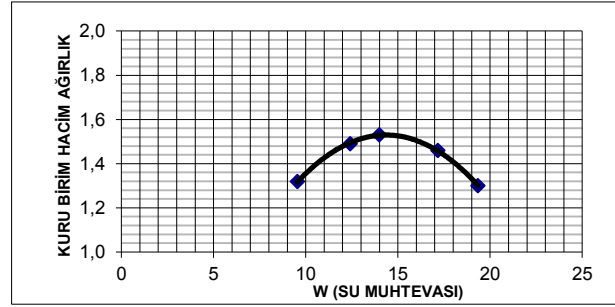
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 16
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,48
 47 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



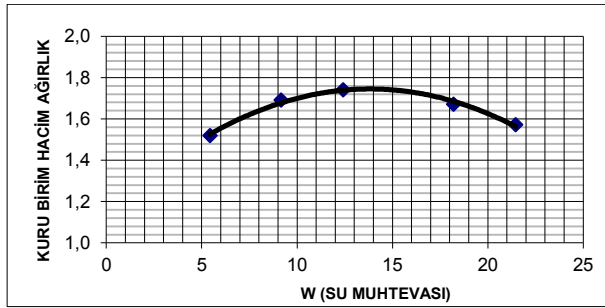
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 18,5
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,61
 48 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



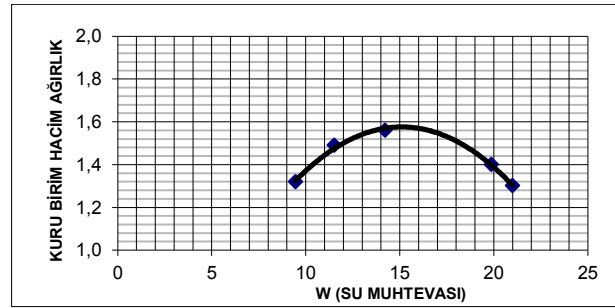
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 14
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,70
71 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



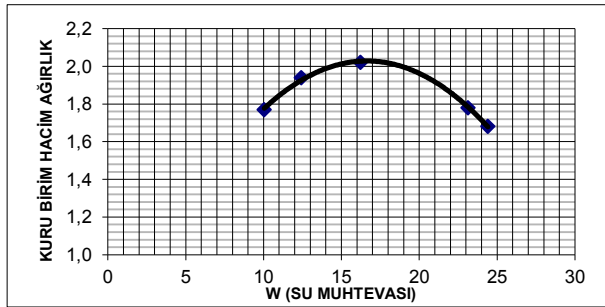
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 14,5
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,54
72 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



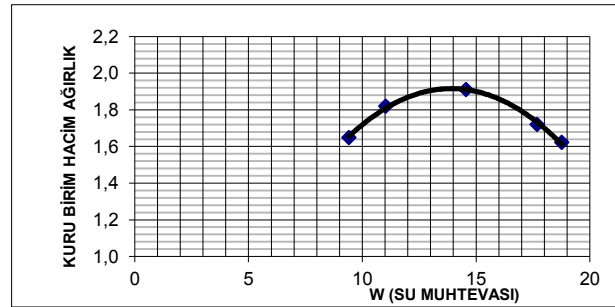
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 13,5
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,74
73 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



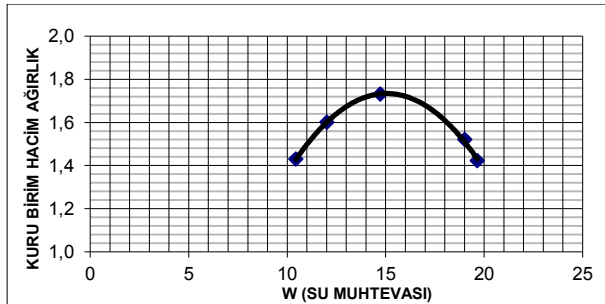
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,58
74 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



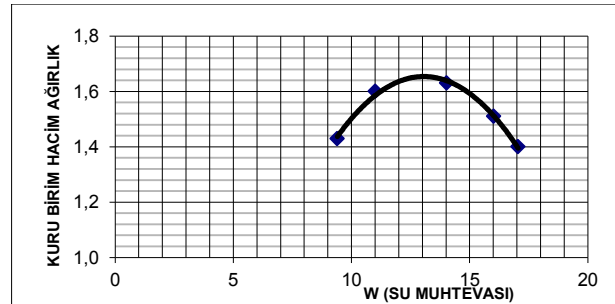
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 17
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 2,04
75 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



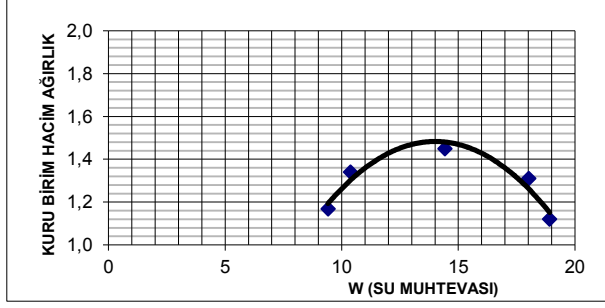
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 14
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,92
76 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



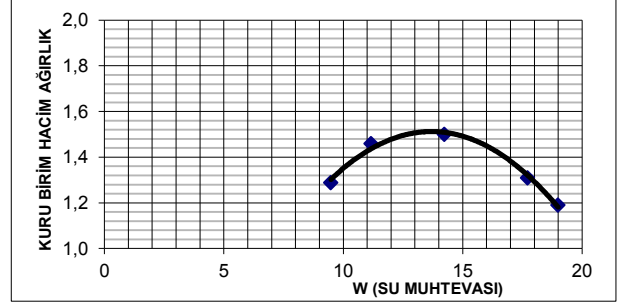
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 15
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,75
77 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



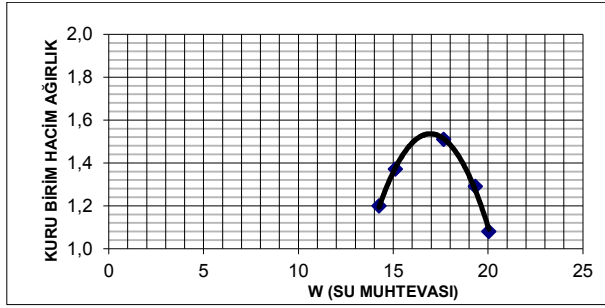
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 13
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,655
78 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



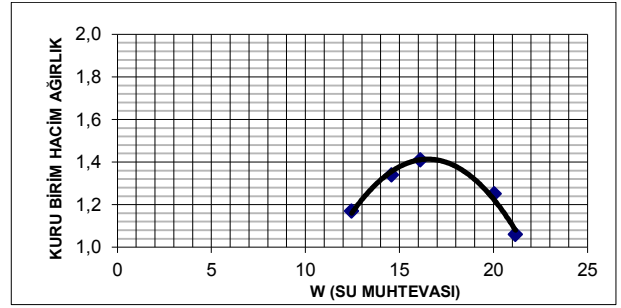
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 14
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,49
 79 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



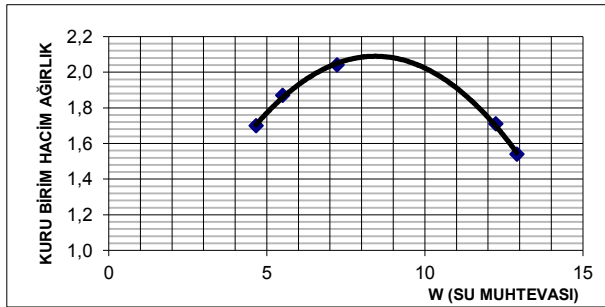
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 13,6
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,52
 80 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



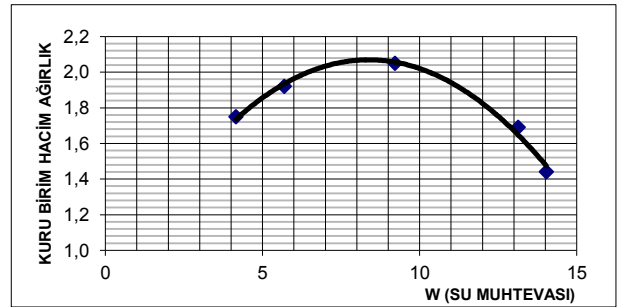
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 17
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,53
 81 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



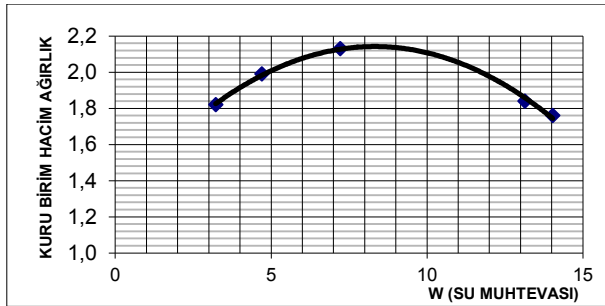
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 16,5
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,42
 82 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



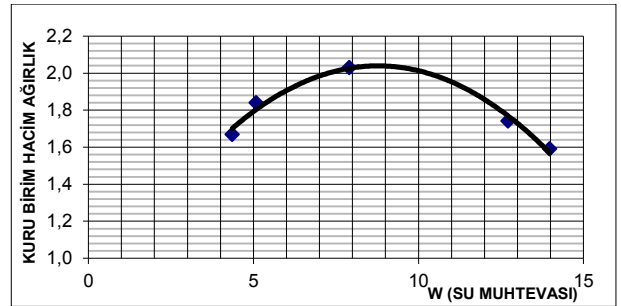
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 9
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 2,10
 83 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



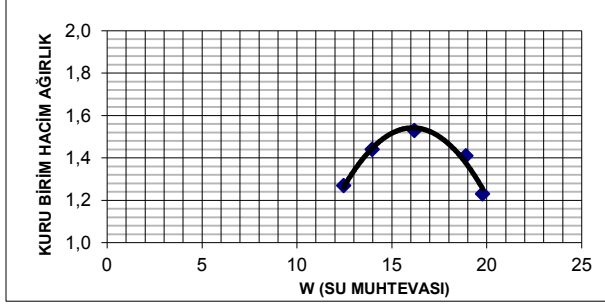
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 9
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 2,08
 84 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



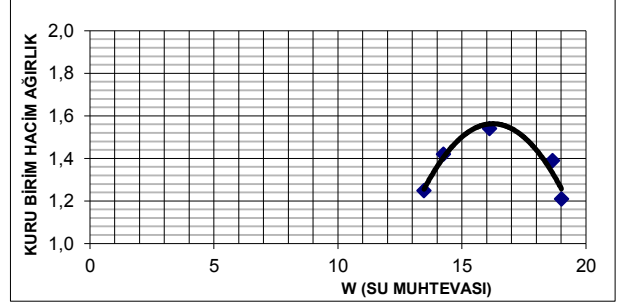
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 8,6
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 2,5
 85 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



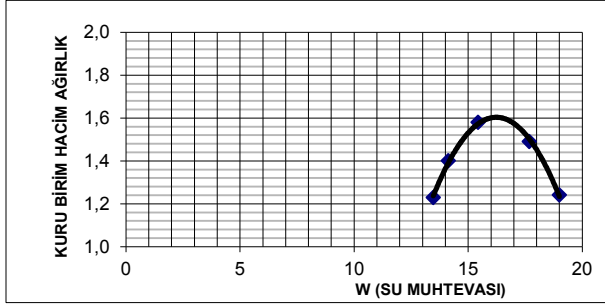
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 9
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 2,05
 86 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



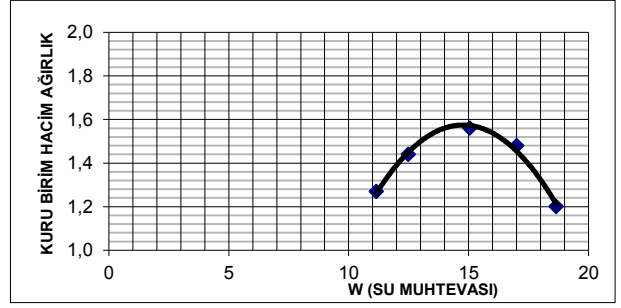
Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 16,5
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,05
 87 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 16
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,56
 88 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 16,2
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,60
 89 nolu numuneye ait proctor deney grafiği



Optimum Su Muhtevası, w_{opt} (%) 14,9
 Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık, γ_{kmaks} (gr/cm³) 1,58
 90 nolu numuneye ait proctor deney grafiği

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: MÜGE ELİF ORAKOĞLU
Doğum Yeri: MERSİN
Doğum Yılı: 04.09.1987
Yabancı Dil: İNGİLİZCE
Eğitim Durumu:
Lise: 2001-2005: Bursa Kız Lisesi
Lisans: 2005-2009: Abant İzzet Baysal Üniversitesi,
Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü
Çalıştığı Kurum ve Yıl: 2010- Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı
A.B.D. Araştırma Görevlisi