

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SIKIŞTIRILMIŞ ZEMİNLERİN KALİFORNİYA TAŞIMA ORANININ (CBR)
BASİT İNDEKS ÖZELLİKLER KULLANARAK TAHMİN EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Vedat ŞEKER
DANIŞMAN: Doç. Dr. Levent SELÇUK

VAN-2018

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SIKIŞTIRILMIŞ ZEMİNLERİN KALİFORNİYA TAŞIMA ORANININ (CBR)
BASİT İNDEKS ÖZELLİKLER KULLANARAK TAHMİN EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Vedat ŞEKER

VAN-2018

KABUL VE ONAY SAYFASI

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doç.Dr. Levent SELÇUK danışmanlığında, Vedat ŞEKER tarafından sunulan "Sıkıştırılmış Zeminlerin Kaliforniya Taşıma Oranının (CBR) Basit İndeks Özellikler Kullanarak Tahmin Edilmesi" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 27/07/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Turgay BEYAZ

İmza:



Üye: Doç. Dr. Levent SELÇUK

İmza:




Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül Feray MEYDAN

İmza:



Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 09.08/2018 tarih ve 2018/30-1 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza: 
Enstitü Müdürü
Doç. Dr. Harun AYDIN
Enst. Müdür Yrd.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yaptığımı bildiririm.

İmza

Vedat ŞEKER

ÖZET

SIKIŞTIRILMIŞ ZEMİNLERİN KALİFORNİYA TAŞIMA ORANININ (CBR) BASİT İNDEKS ÖZELLİKLER KULLANARAK TAHMİN EDİLMESİ

ŞEKER, Vedat
Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Levent SELÇUK
Ağustos 2018, 103 sayfa

Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR), karayolu, barajlar, istinat yapıları, kaldırım ve havaalanı kaplamaları gibi pek çok mühendislik alanında taban, alt taban malzemenin elastisite modülü ve mukavemetini değerlendirmek için sıklıkla kullanılmaktadır. CBR deneyi tipik olarak sıkıştırılmış zemin numuneleri üzerinde laboratuvarında yapılırken, sahada zemin yüzeyinde veya deney çukuru içerisinde gerçekleştirilmektedir.

Bu araştırmanın kapsamı, zemin özellikleri ile CBR arasında deneysel ilişkileri araştırmak ve CBR değerlerinin dolaylı olarak belirlenmesinde pratik eşitlikler geliştirmektir. Burada, zeminlerin V_p değeri diğer zemin parametrelerine göre daha iyi bir göstergedir çünkü zeminlerin V_p değeri yoğunluk (γ_k) ve elastik modülün bir fonksiyonudur ve aynı zamanda malzemelerin dayanımını tahmin etmek için yaygın olarak kullanılır. CBR ve V_p arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için basit ve çoklu regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir. V_p ile CBR arasındaki deneysel ilişkilerde düşük hata değerleri (RMSE %) elde edilmiştir. CBR değerlerinin dolaylı olarak değerlendirmede güvenilirliği ve doğruluğu, diğer zemin özelliklerini içeren geleneksel ilişkilerden daha yüksek görünmektedir.

P-dalga hızları (V_p) CBR değerlerini etkileyen diğer tüm zemin parametreleri ile de ilişkilendirilmiştir. V_p değerleri, diğer zemin özellikleri gruplarındaki her bir parametre ile iyi veya güçlü bir korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir. V_p ve CBR arasında elde edilen deneysel ilişkiler, pratik uygulamalarda CBR değerlerinin güvenilir tahmini için önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR), Maksimum Kuru Yoğunluk (γ_k), Optimum Su İçeriği (W_{opt}) ve Korelasyon. Ultrasonik Ses Hızı (V_p).

ABSTRACT

ESTIMATION OF THE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF COMPACTED SOILS USING SIMPLE SOIL INDICES

ŞEKER, Vedat

M.Sc. Thesis, Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Levent SELÇUK

Agust 2018, 103 pages

The California Bearing Ratio (CBR) test is widely used to assess the stiffness modulus and strength of the base and subbase materials of earth structures such as roads dams, retaining structures, pavement and airport covers. The CBR is typically performed on compacted soil samples in the laboratory, while in the field its performed at ground surface, or on a level surface excavated in a test pit or a trench.

The scope of this investigation is to develop an empirical equation relating the soil properties to CBR. Herein, V_p is a much better indicator than other soil properties in estimating the CBR values, because V_p is a function of the density and elastic modulus and is also widely used to estimate the strength of materials. Simple and multi regression analyses were carried out using experimental data to evaluate the relationship between CBR and V_p for soils. The standard error associated with the empirical relationships is very small, and the reliability and accuracy of the relationship in assessing the CBR indirectly seems to be higher than those of traditional relationships between the CBR and soil properties groups such as gradation, plasticity and compaction.

The V_p values were also correlated with each soil parameter in these soil properties groups. It was found that V_p has good or strong correlations with all soil parameters affecting the CBR. These simple and multi regression models between V_p and CBR are proposed for reliable indirect estimation of the CBR in practical applications.

Key words: California Bearing Ratio (CBR), Maximum Dry Unit Weight (γ_k), Optimum Water Content (W_{opt}) and Correlation Ultrasonic Pulsation Rate (V_p).



ÖN SÖZ

Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) değerini tahmin etmek için çok sayıda deneysel ilişkiler önerilmiştir. Bu ilişkiler genellikle zeminlerin Kompaksiyon özellikleri, Kıvım limitleri ve tane boyu karakteristikleri gibi farklı zemin özellik gruplarını temel alır. Bu çalışmada çok daha pratik olan Ultrasonik Ses Hızı değerlerinin, CBR ile olan ilişkileri araştırılmıştır. Vp ile CBR arasında güçlü bir ilişki söz konusudur. Ayrıca, Vp'nin CBR değerlerini etkileyen tüm zemin parametreleriyle de iyi ve güçlü korelasyona sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada Vp ve CBR arasında önerilen ilişkilerin pratik uygulamalarda kullanılması değerlendirilmektedir.

Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren, yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Levent SELÇUK'a sonsuz şükran, teşekkür ve en derin saygılarımı sunarım. Karayolları 11. Bölge Müdür Yardımcısı Esat Mahmut PARTAL'a ve Araştırma ve Geliştirme Başmühendisi Gültekin KÜÇÜK ve laboratuarda yardımlarını esirgemeyen teknisyen arkadaşlarıma teşekkürlerim sonsuzdur. Bu çalışmada ayrıca desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim. Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında bana göstermiş oldukları anlayış, destek ve sabırdan dolayı değerli aileme teşekkür ederim.

2018
Vedat ŞEKER

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal.....	11
3.2. Yöntem	11
3.2.1. Tane boyu dağılımı (Elek analizi).....	11
3.2.2. Kıvam limitleri (Likit limit ve plastik limit deneyleri)	14
3.2.3. Kompaksiyon parametreleri (Standart proktor deneyi).....	17
3.2.4. Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) deneyi	19
3.2.5. Ultrasonik P-dalga Hızı (Ultrasonik yöntem)	24
4. BULGULAR.....	27
4.1. Zemin Örneklerinin Tanımlanması.....	27
4.2. Kompaksiyon parametreleri ve P-dalga hızı değerlerinin belirlenmesi	28
4.3. Deneysel Sonuçlar	32
4.3.1. Basit regresyon modelleri.....	32
4.3.2. Tane boyu karakteristiklerinin CBR ve Vp üzerindeki etkisi	33
4.3.3. Atterberg limitlerinin CBR ve P-dalga hızı üzerindeki etkisi	35
4.3.4. Kompaksiyon parametrelerinin CBR ve P-dalga hızı üzerindeki etkisi	36
4.3.5. CBR değerlerinin belirlenmesinde P-dalga hızının kullanılabilirliği.....	38
4.3.6. Çoklu regresyon modelleri	40
5. TARTIŞMA	43
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	45

KAYNAKLAR.....	49
EK-1. Elek Analizi Ve Kıvam Limitleri Deney Sonuçları.....	53
EK-2. Standart Proktor Deney Sonuçları	78
ÖZ GEÇMİŞ.....	103



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Zemin özellikleri ile Kaliforniya taşıma oranı (CBR) arasındaki deneysel ilişkilerin ayrıntılı bir listesi	4
Çizelge 3.1. Plastisite indeksi (PI) ile plastisite derecesi arasındaki sınıflama	17
Çizelge 3.2. Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) deneyinde kullanılan ağırlık disk sayıları (Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı Toprak Stabilizasyon Laboratvar el Kitabı	22
Çizelge 4.1. Deneysel sonuçlar.....	31
Çizelge 5.1. Çoklu regresyon analizinde elde edilen istatistiksel modeller	41

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Bazı zemin sınıflama sistemlerindeki tane boyu aralıkları (Holtz ve Kovacs, 2002)	12
Şekil 3.2. Elek analizi deney seti ve standart elek çapları ve karşılık gelen açıklık boyutları	13
Şekil 3.3. Değişik su içeriklerinde zemin davranışı ve gerilme-birim deformasyon tepkileri (Holdz ve Kovacs 2002)	14
Şekil 3.4. Casagrande likit limit cihazı ile oluk açma bıçağının şematik görünümü (boyutlar mm cinsindedir)	15
Şekil 3.5. Casagrande likit limit cihazı ve oluk açma bıçağı.....	16
Şekil 3.6. Likit limit deney seti ve likit limit değerinin belirlenmesi	16
Şekil 3.7. Proktor deney yöntemi ve deney seti	18
Şekil 3.8. Standart ve modifiye proctor eğrileri (Holdz ve Kovacs 2002)	19
Şekil 3.9. Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR)'nın arazide ve laboratuvarında belirlenmesi.....	21
Şekil 3.10. Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR)'ın laboratuvarında belirlenmesi a) kullanılan Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) deney düzeneği ve b) zemin numunesine uygulanışı.....	23
Şekil 3.11. Yaş Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) Hesaplaması Basınç – Penetrasyon Eğrisi	23
Şekil 3.12. Tipik ultrasonik ses hızı ölçüm cihazı ve uygulanışı	25
Şekil 4.1. Laboratuvar ortamına getirilen zemin örneklerinin hazırlanması	27
Şekil 4.2. Araştırmada kullanılan zemin örneklerine ait tane boyu dağılım eğrileri	28
Şekil 4.3. Zemin örnekleri üzerinde yapılan standart proktor testleri	28
Şekil 4.4. Araştırmada kullanılan zemin örneklerine ait kompaksiyon eğrileri	29
Şekil 4.5. Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) Deneyi	30

Şekil	Sayfa
Şekil 4.6. Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) deneyleri öncesi örneklerin ıslatma süreci	30
Şekil 4.7. Hazırlanan numuneler üzerinde UPV ölçümleri	30
Şekil 5.1. Tane boyu yüzde içeriklerinin Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) ve P-dalga hızı üzerindeki etkileri	34
Şekil 5.2. Kıyım limitlerinin Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) ve P-dalga hızı üzerindeki etkileri	36
Şekil 5.3. Kompaksiyon parametrelerinin Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) ve P-dalga hızı üzerindeki etkileri	37
Şekil 5.4. P-dalga hızı ile Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) arasındaki eğrisel ve doğrusal ilişkiler	39
Şekil 5.5. Ölçülen ve deneysel ilişkiden hesaplanan Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) değerlerinin karşılaştırılması	39

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler ve Kısaltmalar	Açıklama
W	Ağırlık
V	Hacim
kN	Kilo Newton
V_p	Sıkışma dalga hızı
V_s	Kayma dalga hızı
n	Porozite
σ	Gerilme
cm	Santimetre
g	Gram
s	Saniye
γ_k	Kuru birim hacim ağırlık
γ_d	Doygun birim hacim ağırlık
r	Korelasyon Katsayısı
R²	Regresyon Katsayısı
L/D	Boy Çap Oran Değeri
RMSE	Ortalama Karekök Hata Değeri
CBR	Kaliforniya Taşıma Oranı
LL	Likit Limit
PL	Plastisite Limit
PI	Plastisite İndeksi
W_{opt}	Optimum Su İçeriği



1. GİRİŞ

Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) karayolu, barajlar, kaldırım ve havaalanı kaplamaları gibi pek çok mühendislik alanında taban ve taban altı malzemesinin elastisite modülü ve mukavemetini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir zemin parametresidir. CBR deneyi hem laboratuvar da hem de arazide yapılır. CBR deneyi tipik olarak sıkıştırılmış zemin numuneleri üzerinde laboratuvarda yapılırken, arazide zemin yüzeyinde veya kazılmış çukur içerisinde düz bir yüzeyde gerçekleştirilir. (Yıldırım ve Günaydın, 2011).

CBR test yöntemi, ince taneli zeminler için güvenilir sonuçlar sağlamaktadır. Ancak, kohezyonsuz zeminlerde, özellikle büyük tane boyu içeren malzemelerde deneylerin tekrarlanabilirliği zayıftır (Rollings ve Rollings, 1996). Deney numuneleri, standart laboratuvar yönteminde 19 mm'den küçük tane boyutundaki zeminlerle hazırlanır. Tane boyutlarının 19 mm'den büyük olduğu zeminlerde büyük parçacıklar, 19 mm elek üzerinde tutulan malzeme ile 19 mm elekten geçen ve 4.75 mm elek üzerinde kalan eşit miktarda malzeme ile yapılır. Arazide, deney sonuçlarını olumsuz yönde etkileyebilecek büyük tanelerin uzaklaştırılması mümkün değildir ve bu nedenle bu tür zeminlerde güvenilir sonuçlar elde edilmesi mümkün olmamaktadır (Nguyen ve Mohajerani, 2015). Buna ek olarak, CBR belirlemek için laboratuvar ve saha uygulamaları zahmetli, pahalı ve zaman alıcıdır. Bu sebeplerden dolayı, zemin mekaniği/jeoteknik mühendisliği literatüründe, sıkıştırılmış toprağın zemin indeksi parametreleriyle CBR'yi belirlemek için çok sayıda çalışma yapılmıştır. Nguyen ve Mohajerani (2015), birleştirilmiş zemin sınıflandırmasına dayalı olarak kapsamlı CBR değerlerinin bir listesini sağlamıştır.

Zemin sınıflandırma sisteminde, çeşitli zemin türleri, araştırma enstitüleri veya farklı araştırmacılar tarafından belirli bir CBR değerleri aralığı ile ilişkilendirilmişlerdir. Buna ek olarak, CBR değerleri ile zemin özellikleri arasındaki ilişkiler farklı araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. De Graft-Johnson ve Bhatia (1969) CBR zemin indeksi özellikleriyle ilişkilendiren ilk araştırmacılarıdır. Sıkıştırılmış toprağın 20 mm elek boyutu, LL, PI gibi zemin indeksi özelliklerini içeren uygunluk indeksi ile CBR arasında bir ilişki geliştirdiler. De Graft-Johnson ve ark. (1972), çakıllı zeminlerin CBR değerlerinin maksimum kuru yoğunluğun ve ince tane içeriğinin bir fonksiyonu

olduğunu belirtmişlerdir. Agarwal ve Ghanekar (1970) zeminlerin LL, PL ve PI değerleri ile CBR deneyi arasında ampirik bir denklem geliştirmeye çalışmıştır. Analiz sonuçları, bu parametreler arasında anlamlı bir korelasyon olmadığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, zeminlerin hem W_{opt} hem de LL değerleri CBR ile güçlü bir korelasyona sahip olduklarını bildirmişlerdir. Daha ayrıntılı olarak, Doshi ve diğerleri (1983), 300'den fazla laboratuvar testi sonucunu kullanarak CBR değerleri üzerine zemin parametrelerinin etkisini ortaya koymuştur. Derecelenme sabitinin (a) CBR üzerindeki tane boyutu dağılımının etkisini tanımlamak için en iyi parametre olduğunu ve CBR'nin γ_k bağımlı olduğunu ve W_{opt} ile en az ilişki olduğunu bildirdiler. Bu bulgu, Taskiran (2010) tarafından elde edilen bulgularla aynı sonuca varmaktadır. Araştırmacıya göre, γ_k 'nın CBR deneyi üzerinde en etkili parametre olduğu ve ardından PI, W_{opt} , yüzde kum miktarı (S), No. 200 elek geçen malzeme yüzdesi (C + S), LL, çakıl yüzdesi (G) geldiğini belirtmiştir. Stephens'e (1990) göre, CBR ile farklı zemin grupları arasındaki (hem basit hem de çok değişkenli modeller) mevcut tahmini modeller yetersiz kalmaktadır. Çünkü hiçbiri, toplanan veriyle olumlu şekilde karşılaştırıldığında öngörülen CBR değerlerini vermemektedir. Benzer şekilde, Taskiran (2010), önerilen korelasyon denkleminin birçoğunun güvenilir CBR değerlerini vermediğine dikkat çekmektedir. Çünkü istatistiksel modellerde CBR zemin parametrelerin kıvam, gradasyon ve kompaksiyon özellikleri içerisinde yalnızca bir veya iki zemin parametresi ile ifade edilmektedir. Burada zemin özelliği gruplarında PL kıvam limitleri içerisinde, W_{opt} ise kompaksiyon grubu içerisinde. Bu nedenle, güvenilir sonuçları etkileyen başlıca faktörler, zemin özellikleri gruplarının yetersiz temsil edilmesidir.

Son on yılda CBR daha güvenilir bir şekilde tahmin etmek için yapay sinir veya yapay genetik ağlar veya çoklu regresyon analizi gibi farklı istatistiksel yaklaşımlar kullanılmıştır (örn. Satyanarayana Reddy ve Pavani, 2006; Taskiran, 2010; Yıldırım ve Günaydın, 2011; Ramasubbarao ve Sankar, 2013; Leliso, 2013; Nguyen ve Mohajerani, 2015; Rakaraddi ve Gomarsi, 2015; Araujo ve Ruiz, 2016; Rehman ve diğerleri, 2017). Her ne kadar bu istatistiksel yöntemler yüksek tahmin performansından dolayı CBR tahmininde güvenilir sonuçlar sağlasa da, bu tür istatistiksel ilişkileri kullanmak için genellikle iki den fazla zemin girdi parametresi gereklidir. Bilindiği gibi, her bir zemin parametresinin belirlenmesi dikkatli bir şekilde hazırlanmış bir numune ve detaylı

laboratuvar çalışmaları gerektirir. Dolayısıyla, bu gibi ilişkilerin kullanılabilirliği, yerinde değerlendirmeler için pratik değildir. İstatistiksel modellerin kullanılabilirliğine ilişkin ek zorluklar da mevcuttur. Önerilen indeks parametreleri ile CBR arasındaki ilişkiler basit, kolaylıkla kullanılabilir ve geniş bir deneysel veriye göre uygulanabilir olmalıdır. Bu tür ilişkilerin güncel kapsamlı bir listesi Çizelge 1.1’de verilmiştir. Bu listeyi uzatmak mümkündür, burada çoğunlukla son 15 yılda geliştirilen ilişkiler dikkate alınmıştır. Çizelge 1.1 de görüldüğü gibi, bu ilişkiler ince taneli, iri taneli veya ince ve iri taneli zeminler için geliştirilmiştir. Dolayısıyla, bu ilişkilerin çoğu, yukarıda açıklanan durumlar açısından önemli bir avantaj sağlamamaktadır.

Ultrasonik ses hızı yöntem bu zorlukların üstesinden gelmek için değerli bir alternatiftir. Çünkü UPV, numune hazırlama yönteme ihtiyaç duymaz ve saha ve laboratuvardaki kullanılabilirliğe bağlı olarak taşınabilirlik, sağlamlık, hızlılık ve düşük maliyet gibi önemli avantajlara sahiptir. Bu bağlamda, Yeşiller ve ark. (2000) killi zeminlerde Kompaksiyon özelliklerini belirlemek için Ultrasonik yöntemden yararlanmıştır. V_p artan zemin kompaksiyon derecesi ile birlikte artmaktadır. Ayrıca plastisite ve kil içeriği azaldıkça CBR değerinde artış söz konusudur. Araştırmacılar V_p 'nin W_{opt} ile değişiminin, W_{opt} ile kuru yoğunluğun değişimine benzediğini bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar bazı çalışmalarda da elde edilmiştir (örn., Yeşiller ve diğerleri 2001; Weidinger ve diğerleri 2009; Slavova ve ark. 2010; Abdullah ve ark. 2011; Su ve diğerleri 2013; Kolay ve Baser 2014).

Kolay ve Baser (2014) zeminlerin maksimum kuru yoğunluk ve Ultrasonik V_p optimum su içeriğine ulaşana kadar arttığını, optimum su içeriğinden sonra ise her iki değer azaldığını göstermiştir.

Sıkıştırılmış zeminler için bu mevcut ilişkilere rağmen, ultrasonik ses hızı V_p ölçümlerinden CBR belirleme girişiminde bulunulmamıştır. Bu araştırmanın kapsamı, CBR ile farklı zemin özellikleri arasında CBR dolaylı olarak belirlemek için ön ilişkiler geliştirmektir. Bunu başarmak için, Türkiye Cumhuriyeti Karayolları 11. Bölge Müdürlüğü'nün yol ağında bulunan il ve ilçe yollarının mevcut taban ve dolgu malzemelerinden çeşitli zemin numuneleri alınmıştır. Elek analizi, Atterberg limit testleri, Standart Proctor Testi, CBR testi ve V_p ölçümler laboratuvar koşulları altında gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1.1. Zemin özellikleri ile CBR arasındaki deneysel ilişkilerin ayrıntılı bir listesi

Araştırmacılar	Deneysel ilişkiler	Zemin grubu
De Graft-Johnson ve Bhatia (1969)	$CBR = 35xSI - 8$ $SI = PP_8 / \log PI x LL$	Lateritik
Agarwal ve Ghanekar (1970)	$CBR = 2 - 16 \log(w_{opt}) + 0.07LL$	İnce taneli zemin
De Graft-Johnson ve ark. (1972)	$CBR = 29.2 \ln\left(\frac{\gamma_{dmax}}{PI}\right) - 84.2$	Lateritik
NCHRP (2001)	$CBR = 28.09(D_{60})^{0.358}$ $CBR = \frac{75}{1 + 0.728(PP_{200}PI)}$	İri taneli zemin İnce taneli zemin
Kin (2006)	$CBR = w_{opt} \left(\frac{\gamma_{dmax}}{19.2}\right)^{20}$	İnce taneli zemin
Satyanarayana Reddy ve Pavani (2006)	$CBR = -0.388F - 0.064LL + 20.38\gamma_{dmax}$	İnce taneli zemin
Patel ve Desai (2010)	$CBR = 43.907 - 0.093PI - 18.78\gamma_{dmax} - 0.3081w_{opt}$ and $CBR_u = 17.009 - 0.0696PI - 0.296\gamma_{dmax} + 0.0648w_{opt}$	İnce taneli zemin
Taskiran (2010)	$CBR = ((\gamma_{dmax}/PI)/((S+F)-(LL-31.99))-((LL+11.99)+31.99))+\sqrt{(((LL-w_{opt})+G)-PI)(PI-24.55)+\gamma_{dmax}})+((\gamma_{dmax}-(\gamma_{dmax}(w_{opt}-\gamma_{dmax}))/((F-PI)-11.30))\gamma_{dmax}+(((44.14-G)-F)-(G+PI))-(G/(18.91-PI)))/18.91)+\sqrt{((F+1.04)-(S+PI))(-22.56+S))+S}$	İnce taneli zemin
Yıldırım ve Gunaydın (2011)	$CBR = 0.22G + 0.045S + 4.739\gamma_{dmax} + 0.122w_{opt}$	İnce taneli zemin
Leliso (2013)	$CBR = 16.270 - 0.179 * LL$ and $CBR = -21.734 - 0.003LL - 0.137PI + 20.244\gamma_{dmax}$	İnce taneli zemin
Ramasubbarao ve Sankar (2013)	$CBR = 1.737\gamma_{dmax}$ and $CBR = 0.064F + 0.082S + 0.033G - 0.069LL + 0.157PL - 1.810\gamma_{dmax} - 0.061w_{opt}$	İnce taneli zemin
Nguyen ve Mohajerani (2015)	$\log(CBR) = 4.767 + 0.843(w_{opt}) + 0.020(PI) - 1.522(\gamma_{dmax})$	İnce taneli zemin
Rakaraddi ve Gomarsi (2015)	$CBR = 0.275LL + 0.118PL + 0.033F + 5.106G$ $CBR = 0.681G - 2.917w_{opt} + 0.032F$	İnce taneli zemin
Araujo ve Ruiz (2016)	$- 17.991\gamma_{dmax} + 0.510LL - 0.820PI + PL + 0.205S + 64.890$	İri ve ince taneli zemin
Rehman ve ark. (2017)	$CBR = 0.10LL + 0.425PI + 15.73$ $CBR = 0.7c_u + 8.5$ and $CBR = 0.7c_u + 0.045\gamma_{dmax} + 3.4$	İri ve ince taneli zemin

Not: Kaliforniya Taşıma Oranı, CBR (Islak); CBR_u, kaliforniya taşıma oranı (kuru); PP₈, 2.4 mm elek açıklıklığından geçen yüzde miktar; PP₂₀₀ or F, 200 numaralı elekten geçen tane yüzdesi; SI, uygunluk indeksi; PI, plastisite indeksi; LL, likit limit; w_{opt}, optimum su içeriği; γ_{dmax} , maksimum kuru yoğunluk; D₆₀, %60 geçene karşılık gelen tane boyu çap değeri; S, kum yüzdesi; G, çakıl yüzdesi; c_u, uniformluk katsayısı.

Zeminlerin V_p değeri ve diğer zemin parametreleri ile CBR arasındaki en iyi deneysel korelasyonların belirlenmesi için basit ve çoklu regresyon analizi kullanılarak

veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bu araştırmanın en dikkat çekici yönü, V_p değerlerinin laboratuvar değerlendirmelerinde, mühendislik yapılarının taban ve alt taban zemin malzemesinin özelliklerinin mukavemetini tahmin etmek için bir alternatif olarak kullanılabilmesidir.



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) Amerika Birleşik Devletlerin (ABD) Kaliforniya eyaletinde Karayolları araştırma dairesi tarafından, karayolları altyapılarında zeminlerin mukavemetinin uygunluğunu belirlemek amacıyla 1929 yılında geliştirilen bir deneştir. Günümüze kadar çok sayıda araştırmacı Kaliforniya taşıma oranı ile ilişkili araştırmalar yürütmüştür. Bu çalışmalara ait geniş bir özet aşağıda verilmiştir.

De Graft-Johnson ve Bhatia (1969), CBR'yi zemin indeksi özellikleriyle ilişkilendirmişlerdir. Sıkıştırılmış zeminin 2.0 mm elek boyutu, LL, PI gibi zemin indeksi özelliklerini içeren uygunluk indeksi ile CBR arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu belirlemişlerdir.

De Graft-Johnson ve ark. (1972), çakıllı zeminlerin CBR değerlerinin γ_k ve ince tane içeriğinin bir fonksiyonu olduğunu belirtmişlerdir.

Agarwal ve Ghanekar (1970), zeminlerin LL, PL ve PI değerleri ile CBR arasında ampirik bir denklem geliştirmeye çalışmıştır. Analiz sonuçları, bu parametreler arasında anlamlı bir korelasyon olmadığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, zeminlerin hem w_{opt} hem de LL değerleri CBR ile güçlü bir korelasyona sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Doshi ve ark. (1983), 300'den fazla laboratuvar testi sonucunu kullanarak CBR değerleri üzerine zemin parametrelerinin etkisini ortaya koymuştur. Derecelenme sabitinin (a) CBR üzerindeki tane boyutu dağılımının etkisini tanımlamak için en iyi parametre olduğunu ve CBR, γ_k bağımlı olduğunu ve W_{opt} ile en az ilişki olduğunu bildirdiler.

Stephens (1990), CBR ile sınıflandırma ve Atterberg sınırları (hem basit hem de çok değişkenli formlar gibi) ile ilgili çeşitli sınıflandırma parametreleri arasındaki mevcut tahmini modellerin yetersiz kaldığını belirtmiştir. Araştırmacıya göre bu ilişkiler kullanılarak elde edilen tahmini değerlerin hiçbiri, gerçek ölçülen CBR değerlerini vermemektedir.

Talukdar (2008), Hindistan'daki Nogaon Bölgesinin farklı yerlerinde toplanan bazı zemin örneğinin ıslatılmış CBR değerini γ_k , w_{opt} , LL, PL ve PI ile ilişkilendirmek

için bir girişimde bulunmuştur. İnce taneli zeminin CBR değeri PI , γ_k ve w_{opt} ile anlamlı korelasyon göstermiştir. Sonuçlar CBR değerinin, toprağın PI ve w_{opt} , arttıkça azaldığını, ancak maksimum kuru yoğunluğun artmasıyla arttığını göstermiştir.

Yıldırım (2009), CBR değeri, zemin indeks deneyleri Elek analizi ve Atterberg limitleri ve kompaksiyon parametreleri, W_{opt} , ve en büyük γ_k farklı uygulamalar (regresyon analizleri ve yapay sinir ağları) kullanılarak elde edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada Türkiye'nin değişik Karayolları Bölge Müdürlüklerinden alınan farklı zemin tiplerine ait (CH, CI, CL, GC, GM, GP-GC, MH, MI, ML, SC) zemin deney raporlarından toplanan 124 deney verileri kullanılmıştır. CBR'ın tahmininde tüm uygulamalarında oldukça yüksek belirleme katsayıları (R^2) elde edilmiştir.

Taşkıran (2010), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden ince taneli zeminlerde CBR tahmini için yapay sinir ağı (ANN) ve gen ekspresyon programlaması (GEP) uygulanmıştır. Sonuçlar hem ANN hem de GEP'in CBR ve temel zemin özellikleri arasındaki ilişkiyi yansıttığını göstermiştir. Ayrıca, hassasiyet analizi içerisinde γ_k 'nin CBR üzerindeki en etkili parametre olduğu ve PI , W_{opt} , kum içeriği (S), kil + silt içeriği (C + S), sıvı limiti ve çakıl içeriği (G) nin diğer parametreler arasında olduğunu belirlemiştir.

Yıldırım ve Günaydın (2011), CBR tahmini için farklı yöntemleri (basit çoklu analiz ve yapay sinir ağları) kullanmıştır. Bu yöntemler içerisinde zemin girdi parametresi olarak elek analizi sonuçlarını, Atterberg limitlerini, maksimum kuru birim ağırlığı ve optimum nem içeri değerlerini kullanmıştır. Regresyon analizi ve yapay sinir ağı yöntemleri ile elek analizi, Atterberg limitleri, maksimum kuru birim ağırlığı (MDD) ve optimum nem içeriği (OMC) arasında güçlü korelasyonlar elde etmiştir.

Zumrawi (2012), yol alt katmanı olarak kohezyonlu zeminlerde CBR değerleri ile zemin indeksi özellikleri arasında ampirik ilişkiler geliştirmiştir. Zemindeki CBR değerlerinin, zeminin su içeriği ve kuru yoğunluğundan ve test koşullarından büyük ölçüde etkilendiğini rapor etmiştir.

Ramasubbarao ve Siva Sankar (2013), CBR değerinin basit doğrusal regresyon analizi içerisinde özellikle Maksimum Kuru Yoğunluk (MDD) ile daha iyi performans gösterdiğini belirlemiştir. Diğer modeller içerisinde ise CBR değerinin PL , % ince tane (F), % Kum (S), LL ve Optimum Nem İçeriği (OMC) ile iyi performansla sahip olduğunu belirtmiştir.

Varghese ve ark. (2013), benzer olarak basit regresyon analizlerinin sonuçlarının ince taneli zeminlerde optimum nem içeriğinin (OMC) ve maksimum kuru yoğunluğun (MDD) ince taneli zeminlerde ıslatılmış CBR ile plastik limit ve sıvı sınırdan daha iyi korelasyona sahip olduğunu göstermiştir. Basit regresyon analizleri, plastik limitin ince taneli zeminlerde likit limitine göre sıkıştırma özellikleriyle daha güçlü korelasyona sahip olduğunu göstermektedir. Basit regresyon analizleri kullanılarak elde edilen bu korelasyon temelinde, sinir ağı tahmin modelleri ve çoklu Değişen sayıda girdi parametresi ile regresyon tahmin modelleri geliştirilmiştir.

Nguyen ve Mohajerani (2015), CBR ile zeminlerin indeks özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Araştırmacılara göre nem içeriğinin CBR değeri üzerindeki etkisi önemlidir. Ayrıca, PI'nin CBR üzerindeki etkisinin açık olmadığını bununla birlikte, maksimum kuru yoğunluğun etkisinin olduğu ifade edilmiştir.

Cabalar ve Mustafa (2015), Kum-kili karışımlarının davranışı üzerindeki kum tanelerinin içeriği, bir seri yoğun laboratuvar deneyiyle araştırılmıştır. CBR, dayanım ve sıkıştırma testleri, çeşitli kum ve kil karışımları içerikleri üzerinde yürütülmüştür. Kum-kil karışımı ağırlık olarak 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 kum içeriği ile hazırlanmıştır. Bu karışımlar üzerindeki laboratuvar deneyleri, davranışlarının kum ve kil numunelerinin nispi konsantrasyonuna bağlı olacağını gösterdi. Testlerin sonuçları UCS ve kum miktarı arttıkça CBR değerlerinde bir artış. Sıkıştırma deneylerinde kuru birim ağırlığındaki bir artış ve kum miktarında bir artış ile ilgili nem içeriğinde bir azalma gözlemlendi.

Rakaraddi ve Gomarsi (2015), Bagalkot ilçesinin farklı bölgelerinden toplanan zeminler için LL, PL, PI, w_{opt} , maksimum kuru yoğunluk gibi zemin özellikleri belirlenmiş ve CBR değerleri arasında korelasyonlar geliştirmiştir. Likit limit, CBR değerini tahmin etmek daha yüksek önceliğe sahip olduğunu ardından ise optimum su içeriği ve maksimum kuru yoğunluğun ve ardından plastisite indeksinin olduğunu belirtmiştir.

Araujo ve Ruiz (2016), CBR kolay değerlendirilen zeminin indeks özellikleriyle ilişkilendirmiştir. Zemin parametreleri olarak çakıl yüzdesi (G), kum yüzdesi (S), ince yüzdesi (F), LL, PL, PI, optimum nem içeriği (OMC) ve maksimum kuru yoğunluk (MDD) değerlerini kullanmıştır. 75 örnek içerisinde basit ve çoklu

regresyon modelleri ile analizler gerçekleştirmiştir. CBR'nin en etkili parametreler sırasıyla % G, OMC, MDD ve % F olduğunu belirtmiştir.

Rehman ve ark. (2017), zeminin indeks özelliklerinden CBR değerini belirlemek için geçerli modeller geliştirmeye yönelik çalışma yürütmüştür. Araştırmacılar hem ince taneli hem de kaba taneli zeminlerden oluşan 59 numune kullanılarak tahmini modeller geliştirdiler. Bu modeller, ince taneli zeminler için LL ve PL, iri taneli zemin için uniformluk katsayısı (cu) ve maksimum kuru yoğunluk (temelinde geliştirilmiştir.

Fatimah (2017), alışmada Yapay Nötr Ağı (ANN) hesaplama tekniğini ve CBR tahmin etmek için oklu Regresyon Modelleri (MLR) kullanılmıştır. Farklı projelerden toplanan 86 zemin numunesi üzerinde deneyler yapılarak, regresyon modelleri oluşturulmuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan ince ve kaba taneli zeminler Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde, Karayolları 11. Bölge Müdürlüğü yolağı (Muş, Bitlis, Van ve Ağrı illeri) içerisinde yapılan çalışmalar kapsamında temin edilmiştir.

Zemin örnekleri birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre yüksek plastisiteli killer (CH), düşük plastisiteli killer (CL), düşük plastisiteli killi silt (ML), killi kumlar (SC) ve siltli kumları (SM) içermektedir. Zemini temsil eden örselenmiş örneklerden yeterli miktarlarda alınarak laboratuvar ortamında aşağıda belirtilen standart deney yöntemleri gerçekleştirilmiştir.

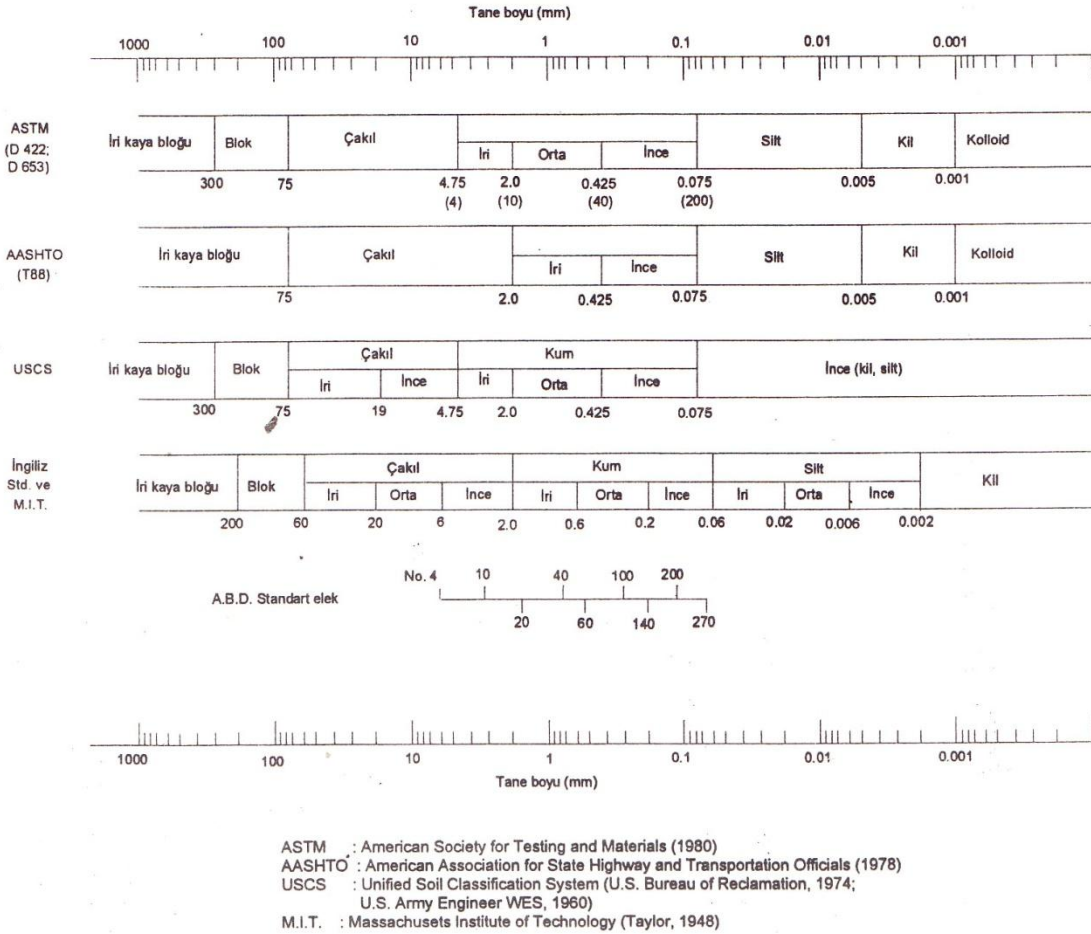
3.2. Yöntem

Zemin numuneleri üzerinde tane boyu karakteristiklerini belirlemek üzere tane boyutu dağılımı (Elek analizi), örneklerin kıvam özelliklerini belirlemek için LL, PL ve PI deneyleri yapılmıştır. Ayrıca zeminlerin kompaksiyon özellikleri olan γ_k ve W_{opt} değerleri standart proktor deneyi ile belirlenmiştir. Maksimum kuru yoğunlukta ve optimum su içeriğinde olan örnekler üzerinde CBR'yi belirlemek için ıslak CBR deneyleri laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Örneklerin P-dalgası hız değerleri ise Ultrasonik yöntem kullanılarak elde edilmiştir. Her bir deney yöntemi ile ilgili ayrıntılar aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1. Tane boyu dağılımı (Elek analizi)

Tane boyutu zeminin mekanik davranışını değerlendirmede önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, sınıflama amaçlı araştırmalarda tane boyutu ve dağılımının tanımlanması gerekir. Zemini meydana getiren taneler boyut açısından geniş bir aralık içerisinde yer almaktadır. Çapı desimetre mertebesindeki bloklardan, çok ince taneli koloidal malzemeye kadar geniş boyuttaki tanelerden oluşabilir. Şekil 3.1 de bazı sınıflama sistemlerine içerisinde tane boylarının bölümleri görülmektedir.

Tane boyu dağılımını belirlemek için elek analizi (mekanik analiz) yapılır. Zemin değişik büyüklükte açıklıkları olan bir seri standart elek takımından geçirilmekte ve her elekte kalan tanelerin ağırlık yüzdesi saptanmaktadır. Bu deney için ayrıntılı prosedürler ASTM C136 ve D422 de tanımlanmıştır. Yaygın olarak kullanılan standart elekler Şekil 3.2’te gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Bazı zemin sınıflama sistemlerindeki tane boyu aralıkları (Holtz ve Kovacs, 2002).

Toplam numunenin yüzdesel dağılımını bir histogram şeklinde veya kümülatif sıklık diyagramında belirtilir. Yatay ekseninde logaritmik ölçek içerisinde eşdeğer tane çapı değerleri gösterilirken, dikey ekseninde toplam numunenin ağırlıkça yüzdesi ya geçen veya kalan şeklinde aritmetik olarak gösterilir.

Tane boyu dağılım eğrisi üzerinde herhangi bir nokta zemin içindeki tanelerin ne kadarının belirli bir çaptan daha küçük olduğunu göstermektedir. Söz gelimi, D_{10} ,

numunenin ağırlıkça geçen %10'una karşılık gelen tane çapını temsil eder. Başka bir deyişle, tanelerin %10' nu D_{10} çapından küçüktür.



ABD Standart Elek No.	Elek Açıklığı (mm)
4	4.75
10	2.00
20	0.85
40	0.425
60	0.25
100	0.15
140	0.106
200	0.075

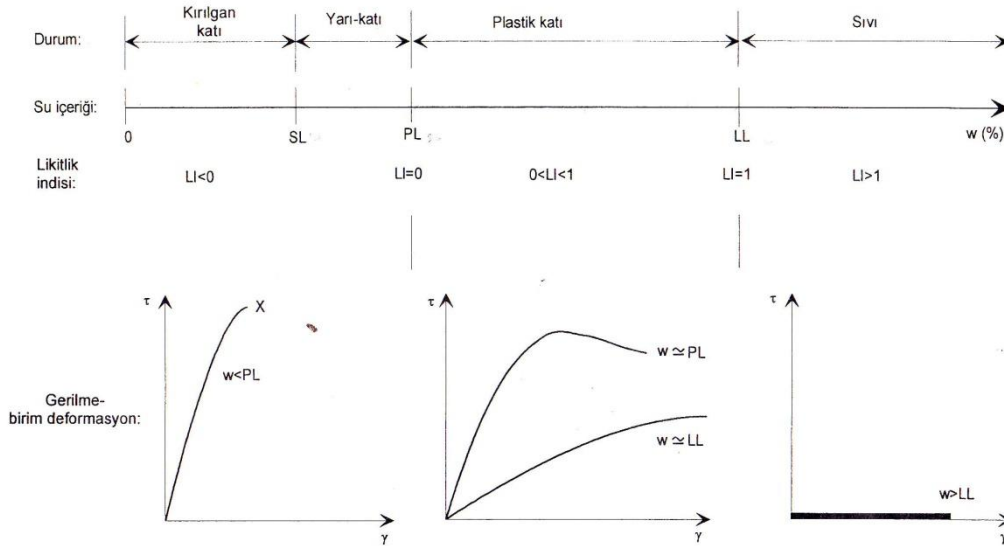
Şekil 3.2. Elek analizi deney seti ve standart elek çapları ve karşılık gelen açıklık boyutları.

Elek analizi yaparken bazı hususların göz önüne alınması gerekir. 4.75 mm üzerinde kalan iri taneler durumuna göre kuru veya yaş olarak deneye alınabilir. Bu kısım iri sağlam tanelerden oluşuyorsa ve temizse kuru olarak deneye alınabilir. Aksi takdirde yaş elek analizi uygulanmalıdır. 4.75 mm elekten geçen ince kısım ise mutlaka yıkanarak elenir.

Zemin mekaniğinde kullanılan en ince elek 200 No'lu elektir. Bu eleğin açıklığı 0.075 mm dir. Bu elekten geçen taneler silt ve kil sınıfına girerler. Bu eleğin üzerinde kalan taneler ise çakıl ve kum gibi iri taneli zeminleri tanımlar. 200 no'lu elek ince ve iri taneli zeminleri birbirinden ayırırken, 4 No'lu (elek açıklığı 4.75mm) elek ise kum ve çakıl boyutu zeminleri birbirinden ayırmaktadır. Yaklaşık olarak 0.05 mm'den 0.075 mm ye kadar (ABD standartlarında 200 nolu elek) olan elek açıklıklarında elek analizi ile zeminleri birbirinden ayırmak mümkün gibi görünse de pratikte zordur. Bu nedenle ince taneli zeminler olan silt ve killer için elek analizi yerine yaygın olarak hidrometre analizi kullanılır.

3.2.2. Kıvam limitleri (Likit limit ve plastik limit deneyleri)

Kıvam limitleri zemin davranışında belirli limitlerdeki veya kritik aşamalardaki su içeriğini ifade etmektedir. Şekil 3.3 de gösterildiği gibi, su içeriğine bağlı olarak bu limitleri göstermek mümkündür.

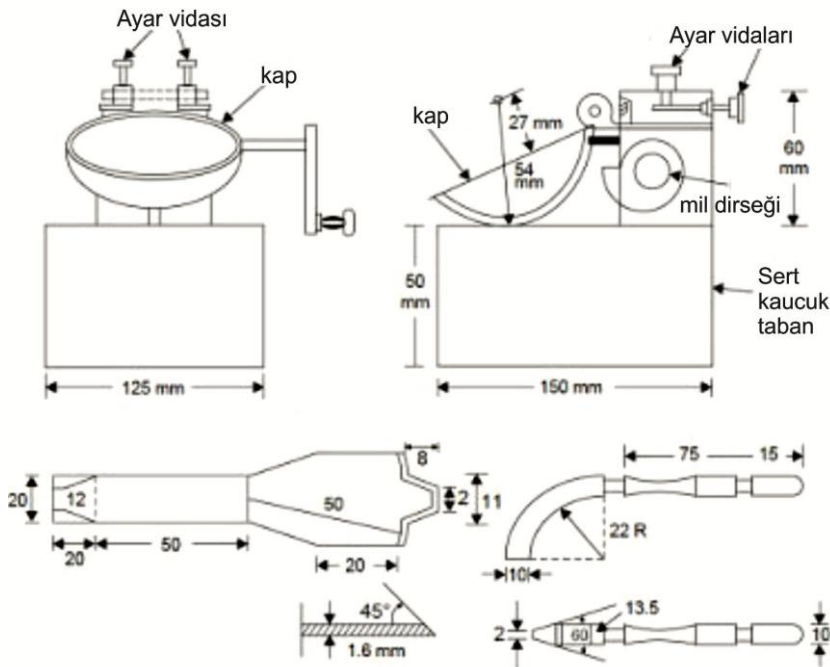


Şekil 3.3. Değişik su içeriklerinde zemin davranışı ve gerilme-birim deformasyon tepkileri (Holdz ve Kovacs 2002).

Likit limit viskoz akışın alt sınırını tanımlarken, plastik limit plastik durumun alt sınırını tanımlar. Su içeriği artarken zeminin davranışı katıdan yarı katı, plastik ve akıcı sıvıya dönüşmektedir. Kıvam limitleri Atterberg (1911) tarafından önerilmiştir ve

geoteknik uygulamalarında genellikle LL ve PL bazende büzülme limit (SL) değerlerini kullanmaktayız. Atterberg ayrıca zeminin plastik davranışı içerisindeki su içeriği aralığını da plastisite indisi tanımı içerisinde yapmıştır. LL, PL ve PI değerlerinin elde edilmesine yönelik laboratuvar deneyleri aşağıda verilmiştir.

Likit limit (Casagrande yöntemi): Bu deney Casagrande aleti denilen çanak şeklinde metalden yapılmış ve 1 cm yükseklikten düşme sağlayabilen bir düzeneğe sahip bir aletle yapılır. Deney 0,425mm (40 no'lu elek) elekten geçen numune ile yapılır. 40 no.'lu elek altı malzemedan yaklaşık 150-200 g kadar alınarak numune karıştırma kabı içerisinde pipet yardımıyla su verilerek homojen bir karışım haline gelinceye kadar spatula ile karıştırılır. Desikatörde 24 saat bekletilir. Bekletme sonrasında zemin numunesi tekrar karıştırılır. Elde edilen homojen zemin karışımından bir miktar alınarak casagrande cihazının tabanına spatula yardımıyla konulur. Zeminin yüzeyi tabana paralel olacak şekilde spatula ile düzlenir ve oluk açma bıçağı ile numune iki eşit parçaya ayrılır. Kabin cihaz tabanına çarpmasını sağlayan krank kolu, saniyede 2 vuruş olacak şekilde çevrilir. Burada amaç iki eşit parçaya bölünmüş zeminin 13 mm buyunca birbirine değmesini sağlamaktır. Oluşturulan oluk içerisinde bu kapanma sonrasında bu kapanmayı sağlayan vuruş veya düşüş sayısı kaydedilir (şekil 3.4 ve 3.5).



şekil 3.4. Casagrande likit limit cihazı ile oluk açma bıçağının şematik görünümü (boyutlar mm cinsindedir) (Holdz ve Kovacs 2002).

PL deneyi: Zeminin el altında cam bir yüzeyde ip şeklinde yuvarlatılması sırasında çapın yaklaşık 3 mm düşmesi sırasındaki çatlama ve kopmaların başladığı durumdaki su içeriğinin belirlenmesini gerektirir. Yuvarlatılan zemin 3 mm ye erişmeden kopuyorsa su içeriği plastik limit değerinden daha küçük, 3 mm'den daha düşük çapa herhangi bir çatlama veya kopma gözükmezse su içeriği PL değerinden daha büyük demektir. Bu deney kolay gibi görünse de istikrarlı ve tekrarlanılabilir sonuçların elde edilmesi tecrübe gerektirir (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Casagrande likit limit cihazı ve oluk açma bıçağı.



Şekil 3.6. Likit limit deney seti ve likit limit değerinin belirlenmesi.

PI ise LL ile PL arasındaki sayısal farktır ve zemin örneğinin plastiklik aralığının bir göstergesidir. İnce taneli zeminlerin mühendislik sınıflamasında plastisite indeksi (PI) oldukça faydalı olup, pek çok mühendislik özelliğın PI ile ampirik olarak karşılaştırılabilir olduğu bilinmektedir. Zeminler plastisite indekslerine bağılı olarak aşağıda belirtildiğı gibi plastiklik derecesine bağılı olarak gruplandırılabilir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Plastisite indeksi ile plastisite derecesi arasındaki sınıflama

PI	Plastiklik Derecesi
0-5	Plastik değıl
5-15	Orta dereceli plastik
15-40	Plastik
>40	Çok plastik

3.2.3. Kompaksiyon parametreleri (Standart proktor deneyi)

Kompaksiyon, mekanik enerji uygulayarak zemin yoğunluğunun artırılması işlemidir. Kompaksiyon zeminin gradasyonun veya su içeriğinin değıştirilmesi işlemlerini de içerebilir. Kohezyonsuz zeminlerin etkin şekilde sıkıştırılması titreşim ile mümkün olmaktadır. Arazide gerek elle çalışan titreşimli plakalar ve gerekse değışik motorize silindirler kum ve çakıl zeminleri sıkıştırmada oldukça etkilidir. İnce taneli ve kohezyonlu zeminler laboratuarda ağırlık ve tokmak düşürmek suretiyle özel yoğurucu sıkıştırıcı makinalar ile statik olarak sıkıştırılmaktadır. Kompaksiyonun amacı zemin kütlesinin mühendislik özelliklerini iyileştirmektir.

Kohezyonlu zeminlerin sıkıştırılması ile ilgili temel prensipler 1930'lu yıllara dayanmaktadır. R.R. Proctor baraj inşaatları sırasında sıkıştırmanın prensiplerini geliştirmiştir. Proctor'un geliştirdiğı standart laboratuvar sıkıştırma deneyi Proctor deneyi olarak bilinir.

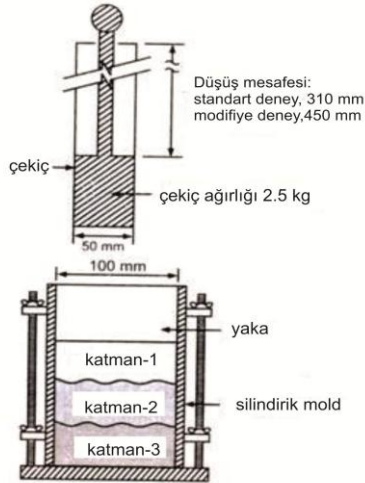
Zeminin sıkışması dört faktöre bağılıdır: a) Kuru Yoğunluk, b) Su İçeriğı, c) Sıkıştırma Enerjisi ve 4) Zemin Türü (tane boyu dağılımı, kil minerali varlığı vb.) sıkıştırma enerjisi zemin kütlesine uygulanan mekanik enerjinin bir ölçüsüdür. Birimi J/m³ dür. Laboratuarda sıkıştırma tekniğı genellikle çarpma ve statik kompaksiyon

şeklindedir. En yaygın olarak kullanılan yöntem olan çarpma kompaksiyonu sırasında bir mold içerisindeki zemin üzerine tokmak belirli sayıda düşürülmektedir. Tokmağın kütlesi düşüş yüksekliği düşüş sayısı zemindeki tabaka sayısı ve moldun hacmi not edilir. Standart Proctor deneyinde tokmağın kütlesi yaklaşık 2.495 kg ve düşüş yüksekliği 30.488 cm dir (Şekil 3.7). Zemin yaklaşık 1000cm³ mold içerisinde üç tabaka halinde yerleştirilir ve her bir tabaka üzerine tokmakla 25 düşüş yapılır.

Aynı zemine ait fakat değişik su içeriğindeki zemin örnekleri Proktor deneyi ilkeleri ile sıkıştırılır. Sıkıştırılmış her bir örneğin toplam yoğunluğu ile su içeriği belirlenir. Yoğunluğun belirlenmesinde toplam kütle (Mt) moldun hacmine (Vt) bölünür (Eş. 3.1). Daha sonra faz ilişkileri ile her bir örneğin kuru yoğunluğu (ρ_d) hesaplanır (Eş. 3.2).

$$\rho = Mt/Vt \quad (3.1)$$

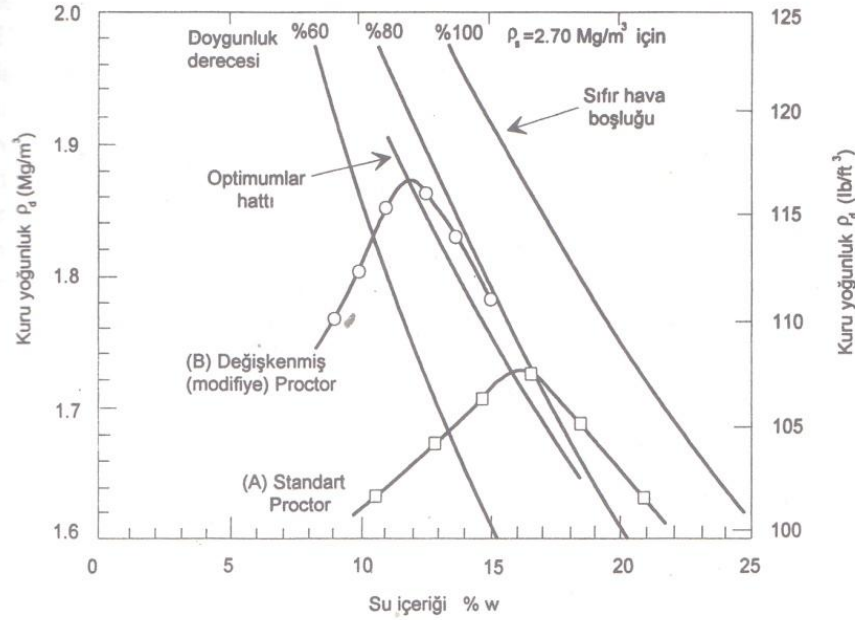
$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w} \quad (3.2)$$



Şekil 3.7. Proktor deney yöntemi ve deney seti.

Standart proktor deneyinden her bir örneğe ait kuru yoğunluklar hesaplanıp su içeriğine karşı diyagramı çizildiğinde elde edilen eğriye “Kompaksiyon Eğrisi” ismi verilir (Şekil 3.8). Eğri üzerindeki her bir nokta bir kompaksiyon deneyini ifade eder.

Sağlıklı bir kompaksiyon eğrisini elde edebilmek için 4 veya 5 veri noktası gereklidir. Eğrinin maksimum pik yaptığı nokta maksimum kuru yoğunluk ve karşılık gelen su içeriği optimum su içeriği olarak tanımlanır.



Şekil 3.8. Standart ve modifiye proctor eğrileri (Holdz ve Kovacs 2002).

Kompaksiyon eğrileri üzerinde ayrıca farklı doyumluk derecelerindeki zeminler için eğriler tanımlanır. Şekil 3.7 de verilen zeminin optimum su içeriğinde doyumluk derecesinin yaklaşık %75 olduğu görülmektedir. Şekilde ayrıca modifiye (değişkenmiş) Proktor sıkıştırma deneyi ile elde edilen kompaksiyon eğriside verilmiştir. Bu deneyde daha ağır bir tokmakla daha yüksek bir mesafeden düşüş yapılmaktadır. Yine standart deneyde olduğu gibi her katmana 25 vuruş yapılır ancak katman sayısı 5 dir.

3.2.4. Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) deneyi

CBR deneyi, karayolu ve havaalanı kaplamalarının projelendirilmesinde yoğun olarak kullanılan bir penetrasyon deneyidir. CBR deneyi hem laboratuvar da hem de arazide yapılır. CBR deneyi tipik olarak sıkıştırılmış zemin numuneleri üzerinde laboratuvar da yapılırken, arazide zemin yüzeyinde veya kazılmış çukur içerisinde düz bir yüzeyde gerçekleştirilir (Şekil 3.9). Laboratuvar da Standart Proktor ve Modifiye Proktor deneyleri sonucunda bulunan optimum su içeriği ile 6 kg'lık zemin numunesi 6

inç (152 cm) çapındaki kalıpta sıkıştırılır. Zemin numunesi arazide statik gerilmeye maruz kalacağı yük altında 96 saat (4 gün) su banyosunda (Kür havuzda) bekletilir. Bu süre sonunda sudan çıkarılan numuneye 49.63 mm (1,954 in) çapa sahip olan bir pistonun özel olarak sıkıştırılan 1,27 mm/dk (0,05 in/dk) hızla numune içerisine ilerleyerek 2,54 mm ve 5,08 mm penetrasyon derinliğine kadar batması için gerekli basınca karşı gösterdiği dayanımdır. Aynı piston ile düzgün gradasyona sahip kırma taştan hazırlanan bir numunede aynı penetrasyon derinliğine karşılık gelen basınca oranı olarak tanımlanır. CBR deneyi, kilden ince çakıla kadar, her tür zeminlere uygulanabilen bir penetrasyon deneyidir. Deney sonunda bir taşıma gücü oranı CBR'yi elde edilir. Elde edilen bu değer her malzeme için aynı olmayıp, zeminin su içeriği ve yoğunluğa bağlı olarak değişebilir.

CBR değerini etkileyen en önemli faktörler, zeminin cinsi (gradasyon), su içeriği ve kuru birim ağırlıktır. Optimum su içeriğinden az su içeriklerinde sıkıştırıldığında suda bekletme sırasında malzeme bünyesine daha fazla su emerek şişmeye maruz kalacağından düşük taşıma gücü elde edilir. Malzemenin optimum su içeriğinde sıkıştırıldığında suda bekletme sırasında şişmesi aşağı yukarı aynı kalmaktadır. Optimum su içeriğinden daha fazla su içeriği ile sıkıştırıldığında suya karşı dayanımlı fakat üzerine gelebilecek yüke karşı dayanımlı değildir. Bu nedenle optimum su içeriğinde sıkıştırılan malzeme hem suya hem de yüke karşı dayanımlıdır. Laboratuvarda CBR deneyi şu şekilde yapılır. 4 nolu elekten elenmiş 6 kg'lık numune hazırlanır. Kompaksiyon deneyi sonucunda belirlenmiş olan optimum su içeriğinde tek seferde zemin numunesi homojen olarak karıştırılır. Karıştırılan zeminden belirli bir miktar alınarak su içeriği belirlenmek için 24 saat etüve konulur. Optimum su içeriğinde çapı 152cm (6 inç) kalıpta 3 tabaka serilerek her tabakaya 25 darbe yapılarak standart sıkıştırma deney prosedürü uygulanır. Sıkıştırma işlemi sırasında ilave yaka takılır. Sıkıştırılacak zemin numunesi yapışmaması için kalıp çapında kesilmiş olan filtre kâğıdı yerleştirilir. Sıkıştırma işlemi bittikten sonra ilave yaka çıkarılır. Kalıbın üst yüzeyi çelik cetvel ile yüzeyi tesviye edilir. Sıkıştırılan numune yüzeyinde oluşan boşluklar ince malzeme ile düzeltilir. Taban plakası ve aralık diski çıkarılır kalıp ile sıkıştırılmış zemin numunesi birlikte tartılarak ağırlığı kaydedilir. Sıkıştırılan zemin numunesine üstünden ve altından su alabilecek ve arazide statik gerilmeye maruz kalacağı yükü altında 96 saat (4 gün) su havuzuna bırakılır.



Şekil 3.9. Kaliforniya taşıma oranının arazide ve laboratuvarında belirlenmesi.

Numune aldığımız zemin üzerine gelecek tahmini yük değerine göre ağırlık konur (Çizelge 3.2). Yükleme ve penetrasyon (deformasyon) saatleri sıfırlanır ya da o durumdaki ilk okumaları kaydedilir. Numunede meydana gelebilecek olan şişme potansiyelini belirlemek için üst yüzeye deformasyon saati yerleştirilir. Şişme okumalarında 24 saat ile 48 saat okuması arasındaki değer farklarına göre deney sonlandırılır veya devam ettirilir. En fazla 96 saat sonunda numune sudan çıkarılır. Numune tartılır. 96 saat suda bekletilmiş numuneden üsten, ortadan ve alttan bir miktar numune alınarak su içeriği belirlenerek ve ortalama değerler elde edilir. Kaliforniya taşıma oranının belirlenmesinde 19.35 cm^2 dairesel kesitli pistonun numuneye sabit hızla, (1,25 mm/dak) penetre edilmesi sağlanır (Şekil 3.10). Penetrasyon yük eğrisi

ilişkilerinden, 2.54 mm (0.1 inç)'lik ve 5.08 mm (0.2 inç)'lik penetrasyona karşı gelen basınç değerleri kaydedilir (Eş. 3.3).

Çizelge 3.2. CBR deneyinde kullanılan ağırlık diski sayıları (Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı Toprak Stabilizasyon Laboratuvar El Kitabı, Ağustos 2003)

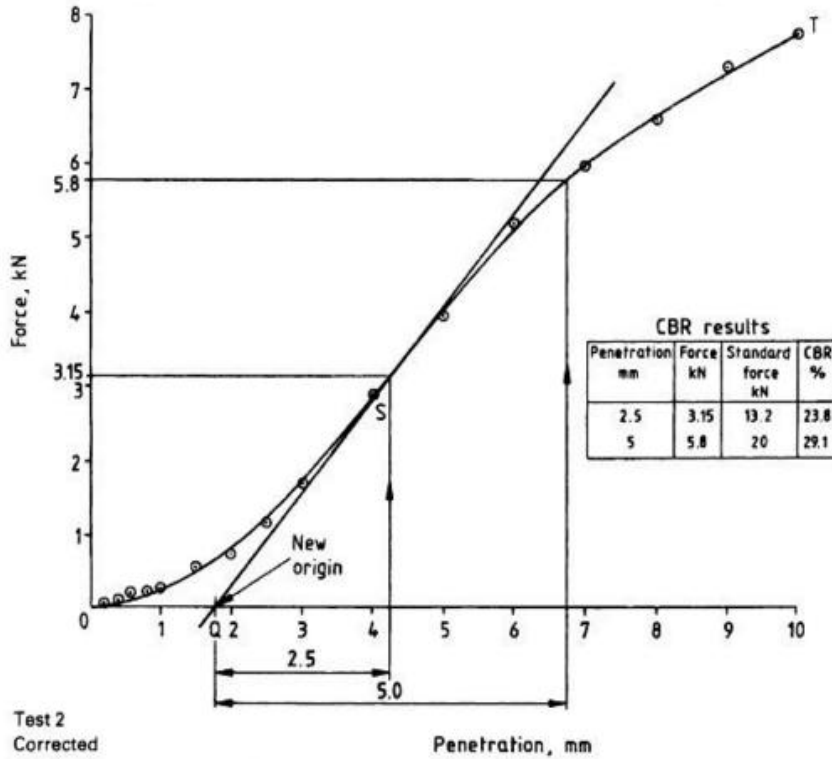
Üzerindeki Malzeme Kalınlığı (cm)	2124 cm ³ Hacimdeki Kalıp İçindeki Ağırlık (kg)	2.27 kg'lık Ağırlık Adedi
10	3.43	2
15	5.15	2
20	6.86	3
25	8.6	4
30	10.3	5
35	12.01	5
40	13.73	6
45	15.45	7
50	17.16	8
55	18.88	8
60	20.59	9

Genellikle 2.54 mm (0.1 inç)'lik batmaya karşılık gelen CBR değeri taşıma oranı olarak alınır. 5.08 mm (0.2 inç)'lik penetrasyona karşı gelen basınç değeri, 2.54 mm (0.1 inç)'lik batmaya karşılık gelen değerden büyük olursa deney tekrarlanmalıdır. (Eş. 3.4). Tekrarlanan deneyde aynı sonuç elde ediliyorsa 5.08 mm (0.2 inç)'lik penetrasyona karşı gelen CBR değeri taşıma oranı olarak alınır (Eş. 3.5).

Numunenin yüzey pürüzlülüğü veya gevşeklik durumlarına göre bilgisayar programı yardımıyla düzeltme yapılır. Eğri lineer değil ise çizginin lineer kısmı uzatılır (Şekil 3.11). Bu değerler, standart olarak kabul edilen iyi derecelenmiş kırmataş malzemesi için aynı penetrasyonda bulunan basınç değerlerine (Ls) oranlanarak, o malzemenin CBR değeri bulunur.



Şekil 3.10. Kaliforniya taşıma oranının laboratuvarında belirlenmesi a) kullanılan CBR deney düzeneği ve b) zemin numunesine uygulanişı.



Şekil 3.11. Yaş CBR deri hesaplaması basınç – penetrasyon eğrisi.

$$\text{CBR} = \frac{\text{Düzeltilmiş Basınç}}{\text{Standart Basınç}} \times 100 \quad (3.3)$$

$$2.50 \text{ mm penetrasyondaki CBR} = \frac{L_{2,5}}{L_S(70,31)} \times 100 \quad (3.4)$$

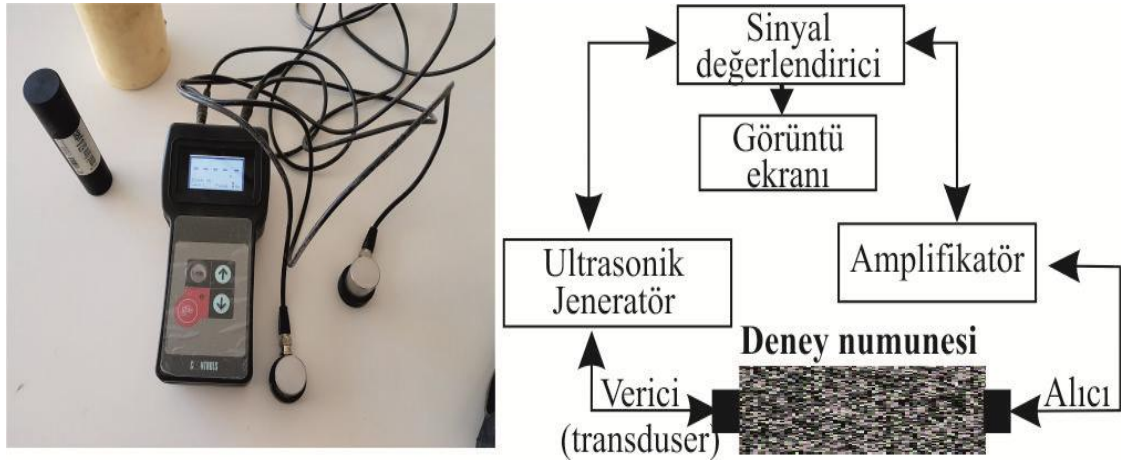
$$5.00 \text{ mm penetrasyondaki CBR} = \frac{L_{5,0}}{L_S(105,46)} \times 100 \quad (3.5)$$

3.2.5. Ultrasonik P-dalga Hızı (Ultrasonik yöntem)

Zemin veya kaya ortamından geçen ultrasonik elastik dalgalarla ilişkili azalım, bu malzemelerin yoğunluk, gözeneklilik, geçirgenlik, mikro yapısal farklılıklar gibi fiziksel özelliklerine bağlı varyasyonlara tabidir. Ultrasonik yöntemler ile kayaçların / betonların farklı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak zemin özelliklerinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmalara örnek olarak, Yesiller ve arkadaşları (2000) zemin tipi ve sıkıştırma koşullarının V_p üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Testler, düşük, orta ve yüksek plastisiteli üç zemin örneği üzerinde gerçekleştirilmiştir. Plastisite ve kil içeriği azaldıkça V_p arttığı gözlenmiştir. Fener ve diğ. (2005), zeminlerin kıvam limitlerinin V_p ölçümlerinden tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir. Atterberg limitleri LL, PL ve PI) ile V_p arasında iyi korelasyonlar elde etmişlerdir. Regresyon katsayılarına (R^2) dayanarak, Atterberg limitleri ve V_p arasında kuvvetli ilişkiler söz konusudur. V_p değerleri arttıkça LL ve PI'si değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde, V_p ve sıkıştırma parametreleri arasında da güçlü ilişkiler vardır. Daha önce de belirtildiği gibi, belirli bir su içeriğine sahip zeminlerde V_p 'nin değişimi, kompaksiyon eğrisindeki su içeriğiyle kuru yoğunluğun değişmesine benzerdir (Yesiller ve arkadaşları 2000). Kolay ve Baser (2014), topraktaki su içeriğinin ve kuru birim ağırlıklarının standart Proctor testleri sırasında ölçülen V_p değerlerini etkilediğini göstermiştir. V_p ile optimum su içeriği arasındaki ve V_p ile Maksimum kuru yoğunluk arasındaki korelasyonlar benzer sonuçlar sağlamıştır. Su içeriği arttıkça V_p değerleri azalırken, kuru yoğunluk arttıkça V_p değerleri artmaktadır.

Şekil 3.12'de Ultrasonik yöntemine ait şematik diyagram sunulmuştur. Burada elektronik ses jeneratörünün görevi, her bir sinyal süresinin başlangıcındaki

zamanlayıcının aktif hale gelmesini sağlamaktadır. Amplifikatör ise sinyal kalitesinin artmasını sağlar. Ultrasonik transdüserler mekanik sinyalleri elektrik sinyallerine dönüştüren ve mekanik sinyalleri de tekrar elektrik sinyallerine dönüştüren verici ve alıcı çiftinden oluşur. Bu çalışmada kullanılan cihaz ile 0.1'den 1999.9 µs kadar 0.1µs çözünürlükle ölçümler gerçekleştirilmektedir. Frekans değeri 54 kHz olan silindirik şekilli alıcı ve verici çiftleri, optimum su içeriğinde sıkıştırılmış zemin örnekleri üzerinde uygulanmıştır. Ayrıca, V_p değerleri, ıslak CBR deneyi öncesi 96 saat su havuzunda bekletildikten sonra da uygulanmıştır.



Şekil 3.12. Tipik ultrasonik ses hızı ölçüm cihazı ve uygulaması.

Zemin örneklerinden iletilen dalgalara ait zaman değerleri elde edilerek, aşağıdaki basit eşitlik yardımı ile zeminlerin V_p değerleri elde edilmiştir (Eş. 3.6).

$$V_p = \frac{X}{t} \quad (3.6)$$

Burada V_p : P-dalga hızı (m/sn)

X: numune boyu (mm) ve

t: dalganın numuneyi kat etme süresi (µsn) dir.



4. BULGULAR

4.1. Zemin Örneklerinin Tanımlanması

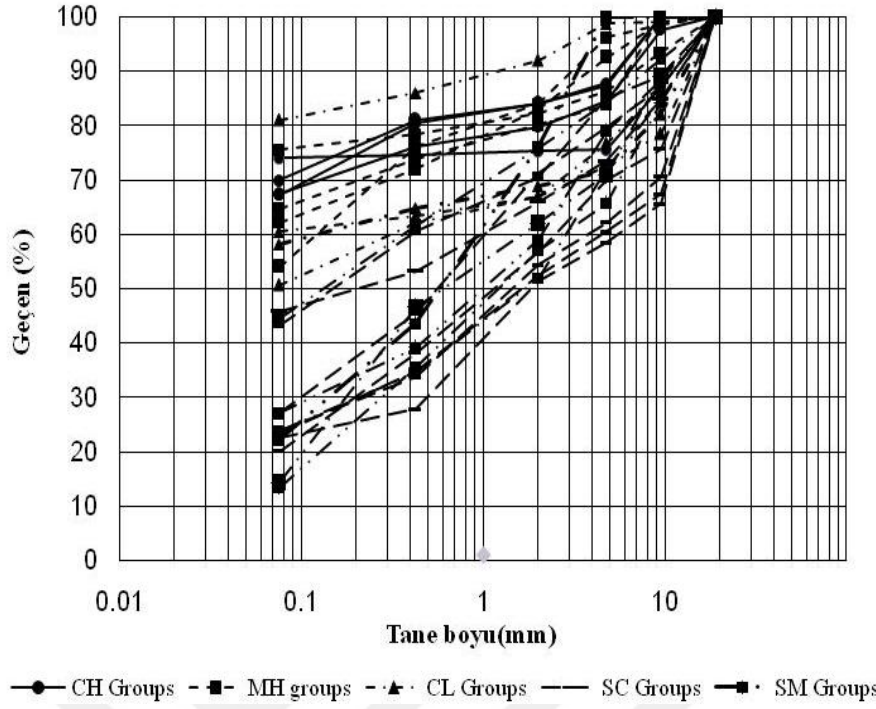
Bu çalışma kapsamında, kullanılan zemin örnekleri üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinin sonuçları değerlendirilmiş ve CBR'yi dolaylı olarak belirlenmesinde basit ve çoklu istatistiksel yaklaşımlar kullanılarak zemin indeks özellikleri ile olan deneysel ilişkileri incelenmiştir. Zemin indeks özellikleri, örnekler üzerinde uygulanan standart zemin mekaniği deneyleri ile belirlenmiştir (Şekil 4.1). Örneklerin tane boyu dağılım özellikleri elek analizi yapılarak elde edilmiştir. Daha sonra, numunelerin kıvam özelliklerini belirlemek için LL ve PL deneyleri yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan zemin örnekleri Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemine göre; tane boyu ve kıvam limitleri deneylerinden elde edilen sonuçlara bağlı olarak belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan 12 zemin örneği ince taneli olup, Birleştirilmiş zemin sınıflama sisteminde CH, MH ve CL grupları içerisinde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.1. Laboratuvar ortamına getirilen zemin örneklerinin hazırlanması.

Diğer 13 zemin numunesi ise iri taneli olup, sınıflama sistemi içerisinde SC ve SM grupları içerisinde yer almaktadır. Örnekler için tane boyu dağılım eğrileri Şekil 4.2'de verilmiştir (Deneysel sonuçlar Ek-1 de ayrıca verilmiştir).



Şekil 4.2. Araştırmada kullanılan zemin örneklerine ait tane boyu dağılım eğrileri.

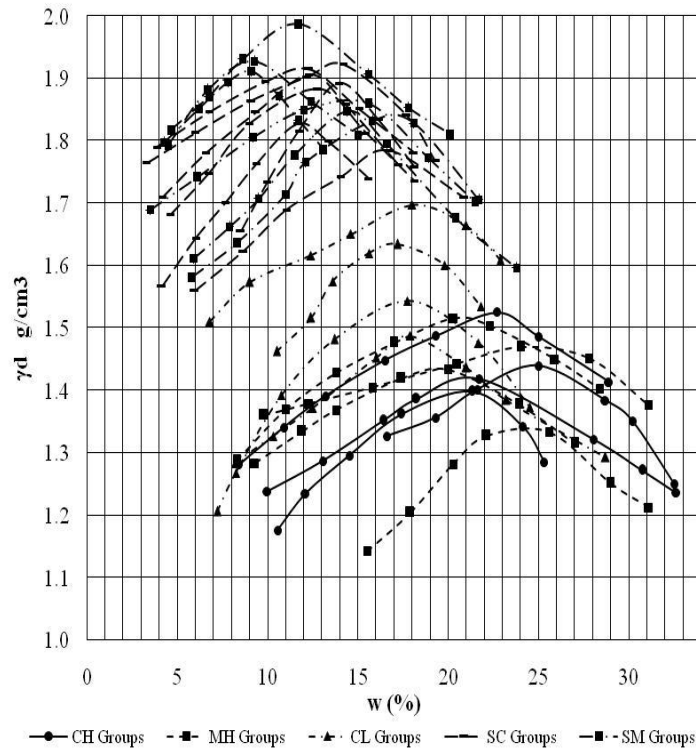
4.2. Kompaksiyon parametreleri ve P-dalga hızı değerlerinin belirlenmesi

Örneklerin kompaksiyon parametrelerinin belirlenmesi amacıyla standart proktor deneyleri yapılmıştır (Şekil 4.3). Her örnek için artan su muhtevaları içerisinde en az 6 deney yapılarak örnekler sıkıştırılmış ve kompaksiyon eğrileri elde edilmiştir (Deneysel sonuçlar Ek-2 de ayrıca sunulmuştur).



Şekil 4.3. Zemin örnekleri üzerinde yapılan standart proktor testleri.

Kompaksiyon eğrileri kullanılarak örneklere ait maksimum kuru yoğunluk ve optimum su içerikleri belirlenmiştir. Şekil 4.4’de görüldüğü gibi, optimum su muhtevasına ulaşına kadar örneklerin yoğunluk değerleri artmakta, optimum su içeriğinden sonra söz konusu yoğunluk değerleri azalmaktadır. İnce taneli örneklerin optimum su içerikleri yaklaşık %18 ile %25 arasında değişirken, maksimum kuru yoğunluk değerleri 1.35g/cm^3 ile 1.70g/cm^3 arasında değişmektedir. İri taneli zemin örneklerinde ise optimum su içerikleri %9.0 - %16.5 ile maksimum kuru yoğunluk değerleri 1.78g/cm^3 - 1.99g/cm^3 arasında değişmektedir.



Şekil 4.4. Araştırmada kullanılan zemin örneklerine ait kompaksiyon eğrileri.

CBR deneyleri, optimum su içeriğinde sıkıştırılmış örnekler üzerinde yapılmıştır (Şekil 4.5). CBR deney standartları içerisinde tanımlanmış ıslatma süresi sonrasında belirlenmiştir (Şekil 4.6). P-dalga hız değerleri ise ıslatma öncesi ve sonrası zemin örnekleri için belirlenmiştir (Şekil 4.7). Islatma sonrası elde edilen V_p değerleri, optimum su içeriğindeki örneklere oranla daha yüksek elde edilmiştir. Örnekler optimum su içeriklerinde sıkıştırıldıklarında %100 suya doygun değildirler. Islatma

sürecinde kısmen doygunluğa ulaşmaları durumunda yoğunluklarının artması ve dolayısıyla hızların artması söz konusudur.



Şekil 4.5. Kaliforniya taşıma oranı deneyi.



Şekil 4.6. Kaliforniya taşıma oranı deneyleri öncesi örneklerin ıslatma süreci.



Şekil 4.7. Hazırlanan numuneler üzerinde UPV ölçümleri.

Yukarıda tanımlanan deneylerden elde edilen (Tane boyutu analizi, Atterberg'in limit testleri, standart proktor testi, CBR ve Ultrasonik Vp) deney sonuçları Çizelge 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Deneysel sonuçlar

Zemin Sınıfı	Yüzde içerik (%)			LL (%)	PL (%)	PI (%)	γ_{dmax} (g/cm ³)	w _{opt} (%)	Vp (ms ⁻¹)	Vp* (ms ⁻¹)	CBR (%) Islak
	Çakıl	Kum	Silt +kil								
CH-01	12.7	20.1	67.2	74.3	31.2	43.1	1.44	24.2	629.79	651.56	2.0
CH-02	12.2	17.9	69.9	71.0	29.9	41.1	1.42	21.7	585.84	613.66	2.0
CH-03	15.5	17.1	67.4	66.3	30.9	35.4	1.53	21.8	570.44	590.96	1.0
CH-04	24.4	1.6	74.0	71.2	33.4	37.8	1.39	22.0	666.28	695.28	2.0
MH-01	7.5	30.4	62.1	71.3	38.2	33.1	1.35	24.0	647.89	724.64	1.0
MH-02	16.2	19.1	64.7	53.5	32.8	20.7	1.49	20.1	687.39	739.07	2.0
MH-03	13.7	10.8	75.5	54.1	34.2	19.9	1.47	24.0	684.93	753.11	2.0
MH-04	3.8	41.7	54.5	55.2	33.1	22.1	1.43	19.5	604.94	659.78	1.0
CL-01	1.3	17.7	81.0	44.0	15.6	28.4	1.49	20.2	670.26	741.26	2.0
CL-02	23.3	26.0	50.7	35.4	20.6	14.8	1.48	18.0	797.50	840.64	2.0
CL-03	27.6	11.9	60.5	35.8	14.5	21.3	1.63	17.7	787.13	811.00	3.0
CL-04	28.4	13.5	58.1	40.0	20.1	19.9	1.69	18.0	760.58	780.72	2.0
SC-01	20.4	52.6	27.0	30.0	21.9	8.1	1.92	12.0	863.36	886.66	10.0
SC-02	29.9	50.0	20.1	37.6	25.9	11.7	1.83	13.0	899.14	935.72	9.0
SC-03	42.7	33.6	23.7	28.8	16.9	11.9	1.91	12.5	911.25	946.50	13.0
SC-04	41.5	36.0	22.5	30.2	19.8	10.4	1.89	13.0	912.16	971.93	22.0
SC-05	39.5	37.1	23.4	28.5	19.5	9.0	1.89	14.0	876.52	915.61	19.0
SC-06	26.5	27.7	45.8	37.6	27.1	10.5	1.78	16.5	887.95	908.83	12.0
SC-07	14.9	42.0	43.1	30.2	19.8	10.4	1.92	14.2	870.55	899.84	10.0
SM-01	-	77.8	22.2		NP		1.86	14.5	874.52	930.42	16.0
SM-02	29.1	56.5	14.4		NP		1.83	15.8	845.29	997.58	25.0
SM-03	34.3	52.4	13.3		NP		1.84	14.4	894.94	971.28	28.0
SM-04	15.7	39.9	44.4	29.6	23.4	6.2	1.99	11.5	784.45	820.84	11.0
SM-05	18.0	55.0	27.0	27.6	21.1	6.5	1.81	9.0	917.07	975.40	16.0
SM-06	27.9	48.3	23.8		NP		1.83	9.5	883.12	961.96	20.0

* Su havuzunda bekletilen zemin örnekleri üzerinde belirlenen hız değerleri.

Daha önce ifade edildiği ve Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi, CBR değerlerinin dolaylı olarak belirlenmesinde geleneksel olarak kıvam limitleri (LL, PL ve PI.), gradasyon özellikleri (%G, %S ve % F (C + S)) ve kompaksiyon parametreleri gibi zeminlerin

farklı özelliklerini tanımlayan zemin parametreleri kullanılmıştır. Bu araştırmada alternatif bir parametre olarak V_p 'nin CBR ile olan ilişkileri araştırılmıştır. V_p ile CBR değerlendirilmesinde diğer zemin özelliklerinden çok daha iyi bir göstergedir, çünkü P-dalga hızının yoğunluk ve elastik modülün bir fonksiyonudur ve zeminin mekanik davranışından güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Ultrasonik yöntem içerisinde V_p 'nin tayini pratik, çabuk ve ayrıca düşük maliyet gerektirir.

CBR değerlerinin belirlenmesinde geliştirilecek olan deneysel ilişkinin yaygın olarak kullanılabilmesi için; söz konusu parametre, geniş bir aralık için güvenilir olarak kullanılabilmelidir. Bu amaçla, CBR ile V_p arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için laboratuvarında elde edilen deneysel veriler ile regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca V_p değerleri CBR değerlerini etkileyen diğer tüm zemin parametreleri ile olan ilişkileri araştırılmıştır.

4.3. Deneysel Sonuçlar

4.3.1. Basit regresyon modelleri

CBR değerleri ile zemin özellikleri arasındaki ilişkiler farklı araştırmacılar tarafından ele alınmıştır. De Graft-Johnson ve ark. (1972) ilk kez, zeminlerin CBR değerlerinin maksimum kuru yoğunluk ve ince tane içeriği ile yakından ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. 1980 li yıllarda, Doshi ve diğerleri (1983), CBR değerleri üzerine benzer olarak zemin parametrelerinin etkisini ortaya koymuştur. Derecelenme sabitinin (a) CBR üzerindeki tane boyutu dağılımının etkisini tanımlamak için en iyi parametre olduğunu ve CBR'ın maksimum kuru yoğunluğa bağımlı olduğunu ve w_{opt} ile en az ilişki olduğunu ifade etmişlerdir. Taskiran (2010) maksimum kuru birim ağırlığının CBR'yi iyi tanımlayan zemin parametresi olduğunu ve ardından PI, w_{opt} , yüzde kum miktarı (S), No. 200 elek geçen malzeme yüzdesi (C + S), LL, çakıl yüzdesi (G) geldiğini belirtmiştir. Ancak, önerilen korelasyon denkleminin birçoğunun güvenilir CBR değerlerini vermediğine dikkat çekmektedir. Çünkü, istatistiksel modellerde CBR, zemin parametrelerin kıvam, gradasyon ve kompaksiyon özellikleri içerisinde yalnızca bir veya iki zemin parametresi ile ifade edilmektedir. Burada zemin özelliği gruplarında plastik limit kıvam limitleri içerisinde, w_{opt} ise kompaksiyon

grubu içerisinde. Bu nedenle, güvenilir sonuçları etkileyen başlıca faktörler, zemin özellikleri gruplarının yetersiz temsil edilmesidir.

Bu çalışmada CBR değerlerini belirlemek için sıkıştırılmış zeminlerin indeks özelliklerine dayanan (gradasyon, kompaksiyon ve kıvam limitleri özellikleri) çok sayıda deneysel veriler ile ayrı ayrı korelasyonlar yapılmıştır. Deneysel veriler doğrusal ve eğrisel regresyon ilişkileri içerisinde değerlendirilmiştir. Her regresyon için en yüksek katsayılı tahmin denklemi dikkate alınmıştır.

CBR tahmin edilirken ince malzeme yüzdeleri; %, kum %, çakıl %, LL, PL, PI, Maksimum kuru yoğunluk ve optimum su içeriği girdi parametre değerleri olarak belirlenirken, CBR çıktı değeri olarak değerlendirilmiştir.

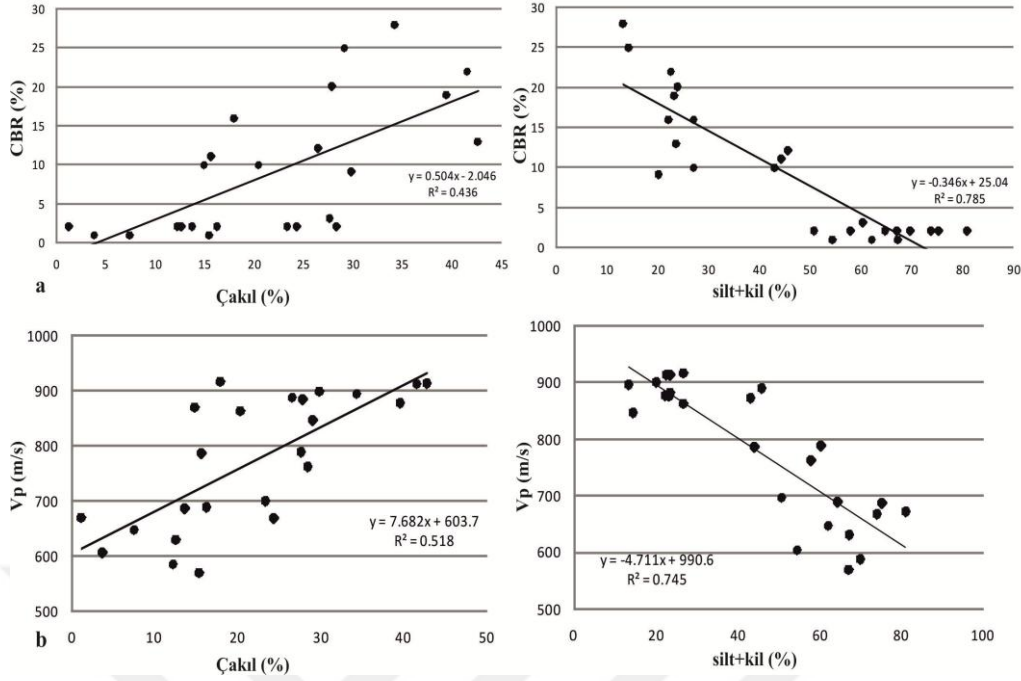
CBR ve Vp değerleri, gradasyon özellikleri, kıvam limitleri ve kompaksiyon parametreleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur.

4.3.2. Tane boyu karakteristiklerinin CBR ve Vp üzerindeki etkisi

Dokusal olarak zeminler iri taneli ve ince taneli olarak iki gruba ayrılırlar. Zemin tane boyu (özellikle iri taneli zeminler) ile mühendislik davranışı arasında önemli bir ilişki vardır. Bu anlamda tane boyu CBR etkileyen önemli faktörlerden birisidir.

Şekil 5.1'de görüldüğü gibi, CBR değerleri ile zeminlerin iri ve ince tane yüzde içerikleri karşılaştırılmıştır. CBR değerleri iri tanelerin artan miktarları ile artarken, ince tane içeriğinin artışla azalmaya eğilimli olduğu belirlenmiştir. Birçok çalışmada da bu araştırmada olduğu gibi benzer bulgulara ulaşılmıştır (örn., Yıldırım ve Günaydın, 2011; Leliso 2013; Ramasubbarao ve Siva Sankar, 2013; Araujo ve Ruiz, 2016).

Ramasubbarao ve Siva Sankar (2013) CBR belirlemedeki en etkili parametrelerin sırasıyla % çakıl içeriği (%G), Optimum su içeriği (wopt), Maksimum kuru yoğunluk (ρ_{dmax}) ve yüzde silt + kil (%F) içeriği olduğunu belirlemiştir. Bu karşılaştırmalardan elde edilen ilişkilerin korelasyon katsayısı değerleri ise sırasıyla 0,84, 0,81, 0,76, 0,7 ve 0,60'dır.



Şekil 4.8. Tane boyu yüzde içeriklerinin CBR ve Vp üzerindeki etkileri.

Bu çalışmada CBR ile % çakıl içeriği arasında elde edilen ilişkinin korelasyon katsayısı değeri yaklaşık 0.44 olarak elde edilmiştir. Diğer taraftan ince tane içeriği ile CBR arasındaki korelasyon katsayısı değeri ise 0.79 olarak bulunmuştur. Kapsamlı bir literatür taraması yapıldığı zaman, lineer regresyon modelleri içerisinde iri ve ince taneli içeriklerinin CBR ile olan ilişkilerinde elde edilen korelasyon katsayısı değerlerinin 0.041 ile 0.86 arasında geniş bir aralık içerisinde olduğu, dolayısıyla gradasyon ile CBR arasında iyi veya güçlü ilişkilerin söz konusu olduğu anlaşılmaktadır. Bunun en olası sebebi, zemin tane boyutunun zeminin temel stabilitesinin değerlendirilmesinde esas olan zeminlerin yoğunluk değerini dolaylı olarak etkilemesidir.

Diğer taraftan, Vp, zeminin yoğunluğunun ve elastik modülünün bir fonksiyonu olduğundan, Vp ile tane boyu dağılımı arasında da belirgin bir korelasyon vardır. Şekil 5.2b’de görüldüğü gibi, Vp değerleri artan iri tane içeriğine bağlı olarak artarken, ince tane içeriğinin artmasına bağlı olarak azalmaktadır. İri ve ince tane içerikleri ile Vp arasındaki korelasyon, CBR ile olan ilişkilere oranla daha belirgin ve veri saçılımı daha az görülmektedir. Vp ile çakıl ve ince tane içerikleri arasındaki korelasyon katsayıları değerleri sırasıyla 0.52 ve 0.75’dir.

4.3.3. Atterberg limitlerinin CBR ve P-dalga hızı üzerindeki etkisi

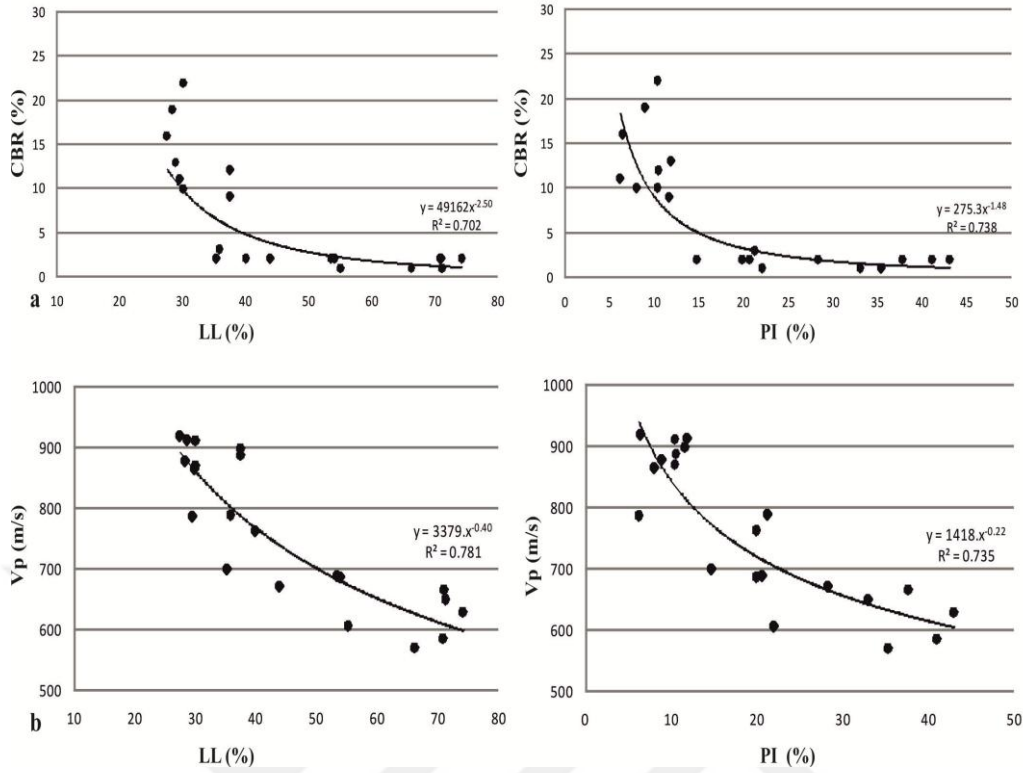
Literatür incelendiği zaman Atterberg limitleri ile CBR arasında da anlamlı ilişkilerin mevcut olduğu görülmektedir. Black (1962), zeminler için CBR değerini belirlemede basit bir korelasyon yöntemi önermiştir. Yöntemde, CBR değerleri, zeminlerin farklı sıvılık indeksi ve plastisite indeksine bağlı olarak tahmin edilmektedir.

De Graft-Johnson ve Bhatia (1969) da uygun bir şekilde indeks kavramını kullanarak plastisite ve derecelendirme ile CBR bir korelasyonunu geliştirmişlerdir. Benzer olarak, Bello (2012) lineer regresyon analizi kullanarak LL ve PL ile CBR değerlerine ilişkin korelasyonlar geliştirmiştir. CBR değerleri ile Atterberg'in sınırları arasında yakın bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Talukdar Dilip'e (2014) göre CBR değerinin, plastisite parametrelerinde sadece PI, optimum nem içeriği ve sıkıştırma parametrelerinde maksimum kuru yoğunluk ile anlamlı bir korelasyonu vardır.

Nguyen ve Mohajerani (2015) çalışmasında PI değerlerine karşı CBR arasında grafikler elde etmiştir. PI'nın CBR üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Rakaraddi ve Gomarsi (2015), LL'nin, değerlendirme faktörü R2'ye dayanarak W_{opt} , γ_{dmax} ve PI'nın takip ettiği CBR değerini tahmin etmek için daha yüksek bir öncelik olarak kabul edildiğini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada, LL ve PI değerleri, basit regresyon modellerinde toprakların CBR değerleri ile benzer şekilde korelasyon göstermiştir. Şekil 5.3a'da gösterildiği gibi, toprak numuneleri için elde edilen regresyon eğrileri, CBR belirlenmesine yönelik önceki çalışmalarla tutarlı görünmektedir. CBR değerleri, zeminlerin LL ve PI değeri arttıkça azalır. Tüm zemin tipleri için LL ve CBR arasında ve PI ile CBR arasındaki regresyon katsayıları (R^2) sırasıyla 0,70 ve 0,74 olarak bulunmuştur.

CBR ve Atterberg'in sınırları arasındaki ilişkide olduğu gibi, V_p ve Atterberg'in sınırları arasında da benzer güçlü bağıntılar bulunmaktadır. Yesiller ve arkadaşları (2000), zemin tipi ve sıkıştırma koşullarının hız üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Testler, düşük, orta ve yüksek plastisiteli üç zemin üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada plastisite ve kil içeriği azaldıkça hızın arttığı gözlenmiştir. Fener ve diğ. (2005), birleşik toprakların Atterberg sınırlarının P-dalga hızı ölçümlerinden tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir. LL, PL ve PI sınırları ile V_p arasında güçlü korelasyonlar elde etmişlerdir. PL ve PI'nın V_p arttıkça azaldığını gösterdiler.



Şekil 4.9. Kıvam limitlerinin CBR ve Vp üzerindeki etkileri.

Bu çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Şekil 5.2b’de gösterildiği gibi, P-dalga hızı değerleri artan LL ve PI değerlerine bağlı olarak azalmaktadır. Likit limit değerleri ile P-dalga hızı arasında CBR değerlerine oranla daha güçlü bir korelasyon mevcuttur. P-dalga hızı ile LL ve PI değerleri arasındaki korelasyon katsayıları değerleri sırasıyla 0.78 ve 0.74’dür.

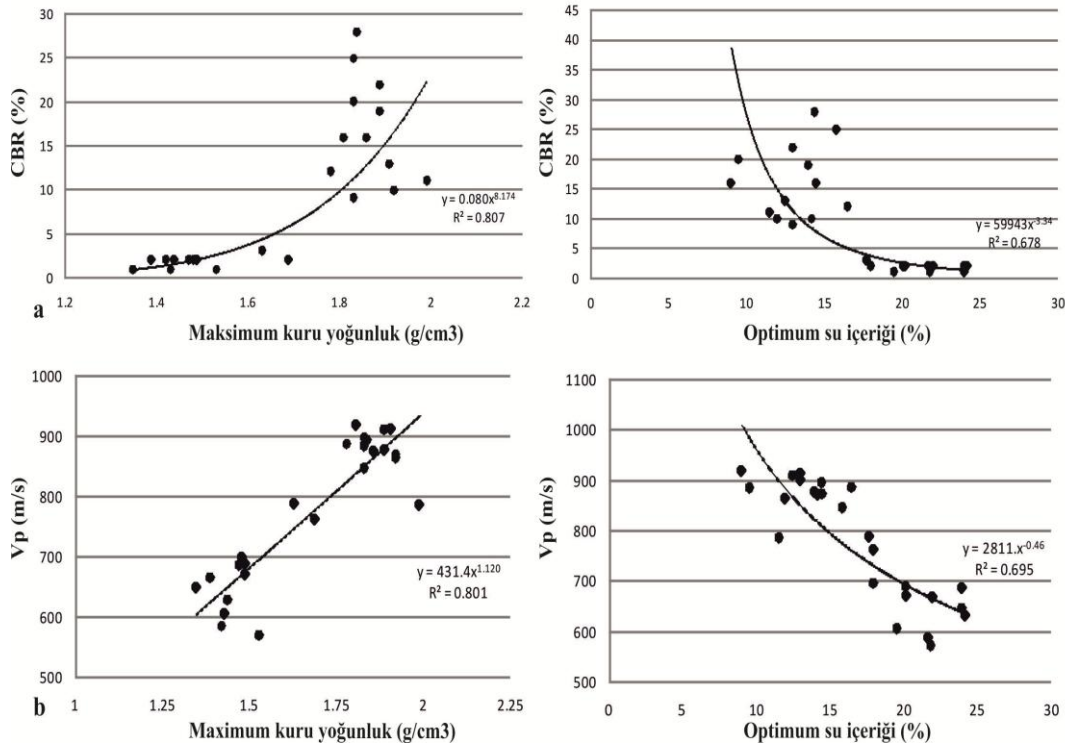
4.3.4. Kompaksiyon parametrelerinin CBR ve P-dalga hızı üzerindeki etkisi

Araştırmacılar ayrıca, Optimum su içeriği ve maksimum kuru yoğunluk gibi kompaksiyon parametrelerini de dolaylı olarak CBR değerlerini tahmin etmek için kullanmışlardır. CBR ’nin maksimum kuru yoğunluğa veya optimum su içeriğine bağlı olarak etkilendiğini rapor etmişlerdir (ör. Doshi ve diğerleri, 1983; Kın, 2006; Taşkıran, 2010; Ramasubbarao ve Siva Sankar, 2013).

Taşkıran (2010), kuru birim ağırlığın CBR üzerinde en etkin parametre olduğunu, PI, optimum su içeriği yüzde kum (s) ve yüzde kil + silt içerikleri (C + S), LL ve yüzde çakıl (G) içeriğinin diğer etkili zemin parametreleri olduğunu göstermişlerdir.

Bu çalışmada, tüm zemin tipleri için optimum su içeriğinin ve maksimum kuru yoğunluğun değerleri CBR ile korele edilmiştir (Şekil 5.3a). Sıkıştırma parametreleri ve CBR değerleri arasındaki güçlü ilişkiler tespit edildi. Nem içeriği arttıkça CBR azalır, kuru yoğunluk arttıkça artar. optimum su içeriğinin ve maksimum kuru yoğunluğu CBR ile olan regresyon katsayıları (R2) sırasıyla 0,81 ve 0,68 olarak bulunmuştur.

Benzer şekilde, Vp ve kompaksiyon parametreleri arasında güçlü ilişkiler elde edilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi, su içeriğine bağlı olarak Vp değerlerinin değişimi, su içeriğiyle kuru yoğunluğun değişmesine benzerdir (Yeşil ve diğerleri 2000). Kolay ve Baser (2014) su içeriğinin ve kuru birim ağırlığının, standart Proctor testleri sırasında ölçülen Vp değerlerini etkilediğini göstermiştir. Vp ile optimum su içeriği arasında ve ayrıca Vp ile Maksimum kuru yoğunluk arasındaki korelasyonlar benzer sonuçlar vermiştir. Şekil 5.3b'de gösterildiği gibi, su içeriği arttıkça Vp değerleri azalırken, kuru yoğunluk arttıkça vp değerleri artmaktadır. γ_{dmax} ve w_{opt} 'un Vp ile arasında olan regresyon katsayıları (R2) sırasıyla 0,80 ve 0,70 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.10. Kompaksiyon parametrelerinin CBR ve Vp üzerindeki etkileri.

4.3.5. CBR değerlerinin belirlenmesinde P-dalga hızının kullanılabilirliği

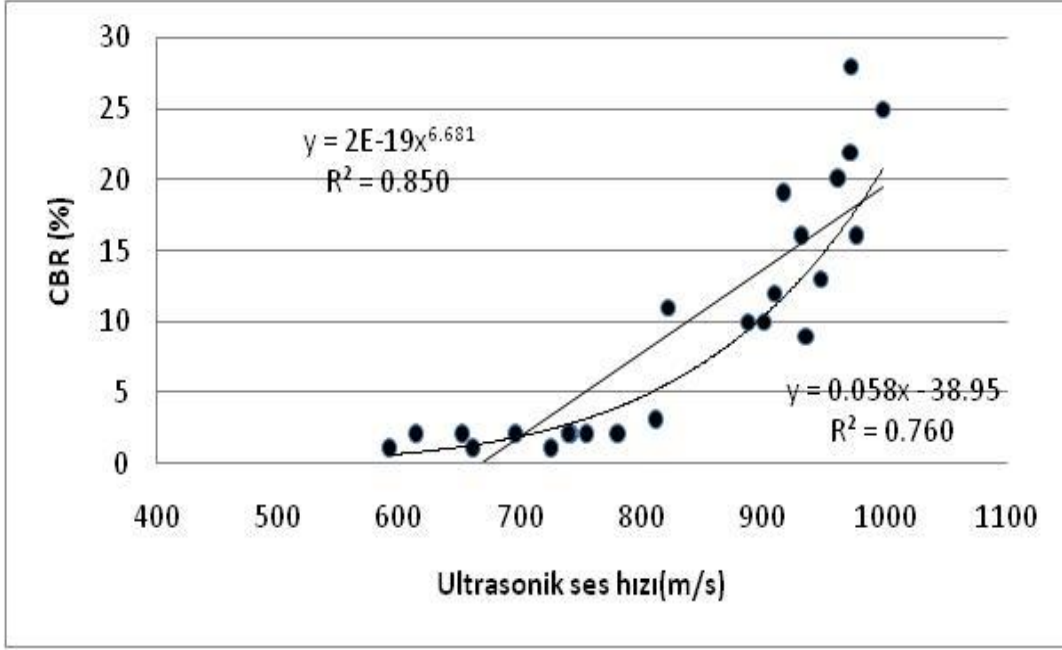
Önceki çalışmalardan da görülebileceği gibi, bazı araştırmacılar, gradasyonun CBR üzerinde çok daha etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bazı araştırmacılar ise, plastisite ve kompaksiyon parametrelerinin çok daha etkili olduğunu varsayımlardır. Dolayısıyla, dolaylı olarak CBR tahmin etmek için önerilen ilişkilerin başarısızlıkları bu belirsizliklerle de ilişkilendirilebilir. Diğer taraftan, V_p , gradasyon kıvam limitleri ve kompaksiyon özellikleri gibi “zemin özellikleri grupları” içerisinde her bir zemin parametresi ile iyi ya da güçlü bir korelasyona sahiptir. Bu belirsizliklere rağmen basit korelasyonlarda CBR'nin sadece bir veya iki zemin özelliği ile ifade edildiği düşünüldüğünde, zemin özellik gruplarının tüm etkilerini karşılayan V_p ile CBR arasındaki herhangi bir ilişki çok daha güvenilir bir sonuç sağlayacaktır. V_p ve CBR arasındaki en iyi ampirik korelasyonları belirlemek için, deneysel veriler basit regresyon analizi kullanılarak analiz edilmiştir.

Araştırmada CBR değerleri ile V_p değerleri doğrusal ve eğrisel regresyon ilişkileri içerisinde değerlendirilmiştir. Diğer geleneksel zemin parametrelerinin CBR ile ilişkilendirildiği yaklaşımlarda olduğu gibi, V_p değerleri ile CBR arasında yüksek korelasyon değerleri elde edilmiştir.

Şekil 5.4'de görüldüğü gibi, V_p ve CBR arasında eğrisel model formunda güçlü bir istatistiksel ilişki mevcuttur. CBR değerleri, V_p değerlerinin artmasıyla artmaktadır. CBR ve V_p arasındaki regresyon katsayıları oldukça yüksek elde edilmiştir (R^2 : 0.76-0.85). CBR ve V_p arasında eğrisel ilişkiden elde edilen istatistiksel model aşağıda verilmiştir (Eş. 3.7)

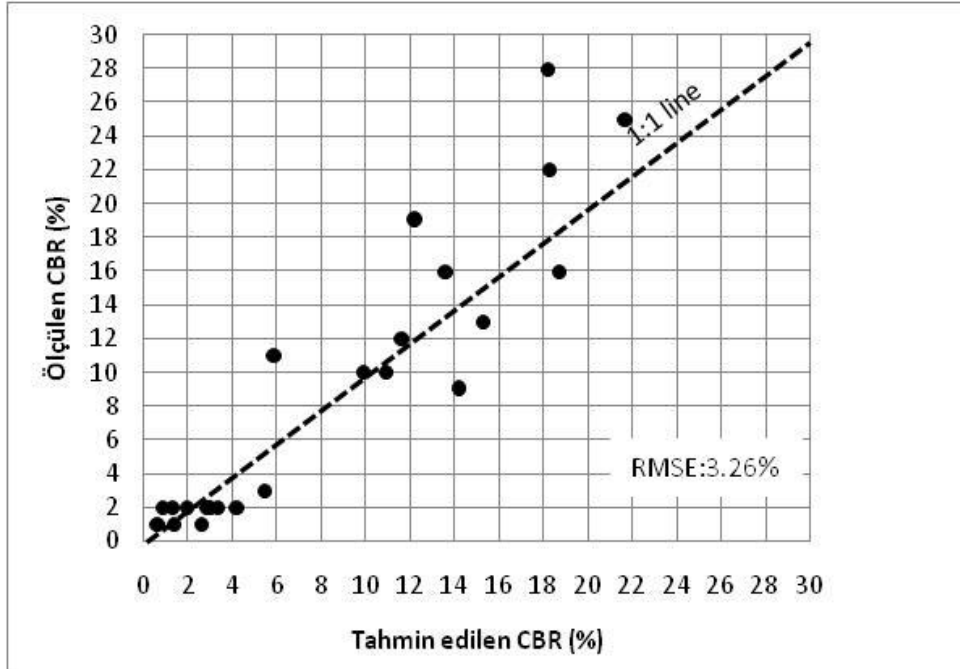
$$CBR (\%) = 2 * 10^{-19} V_p^{6.681} \quad (3.7)$$

Burada CBR değerleri yüzde (%), P-dalga hızları V_p ise m/s dir.



Şekil 4.11. P-dalga hızı ile CBR arasındaki eğrisel ve doğrusal ilişkiler.

V_p'nın dolaylı olarak CBR tahmin etmede diğer zemin parametreleri kadar etkili olduğunu göstermek için, Şekil 5.5'de yeni bir grafik çizilmiştir.



Şekil 4.12. Ölçülen ve deneysel ilişkiden hesaplanan CBR değerlerinin karşılaştırılması.

Bu grafikte görüldüğü gibi, ölçülen CBR ile eğrisel ilişkiden hesaplanan CBR değerleri karşılaştırıldığı zaman söz konusu değerlerin 1:1 hattına çok yakın olduğu ve ortalama karekök hata (RMSE) değerinin, oldukça ($\% < 3.5$) düşük olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla bu karşılaştırmalardan çıkarılabilecek genel sonuç; V_p , CBR değerlerini tahmin etmede, diğer geleneksel zemin özellik gruplarındaki tüm zemin parametrelerine göre çok daha yüksek korelasyona sahiptir.

CBR değerlerinin laboratuvar ortamında belirlenmesindeki güçlükler ve standartlar içerisinde tanımlanan kısıtlamalar düşünüldüğünde, V_p 'nin alternatif ve güvenilir bir parametre olarak kullanılabilceğini söylemek mümkündür.

4.3.6. Çoklu regresyon modelleri

CBR değerleri ile diğer geleneksel zemin parametreleri arasındaki belirsizlikleri en aza indirmek amacıyla, V_p çoklu regresyon ilişkileri içerisinde de girdi parametresi olarak değerlendirilmiştir. Çoklu regresyon analizleri, belirsizlikleri en aza indirerek zemin parametrelerinin güvenilir olarak belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. İstatistiksel modelin oluşturulmasında birtakım faktörler söz konusudur.

- a) İstatistiksel model geniş bir deneysel veri içerisinde uygulanabilir olmalıdır. Ayrıca, mümkün olduğunca basit olmalı ve herhangi bir analizde kolayca kullanılabilir.
- b) Korelasyon katsayısı olabildiğinde yüksek olmalıdır.
- c) Regresyon modeliyle ilişkili standart hatalar mümkün olduğunca küçük olmalı, diğer bir değişle ilişkinin doğruluğu ve güvenilirliği yüksek olmalıdır.

Çalışmada V_p verileri tüm zemin özellik gruplarındaki zemin parametreleri ile analiz edilerek iki ve üç bağımsız değişkenli basit istatistiksel modeller oluşturulmuştur (Çizelge 5.1). Çoklu regresyon analizlerinde maksimum kuru yoğunluk, optimum su içeriği, likit limit, plastisite indeksi, % kum içeriği, % silt+kil içeriği ve % çakıl içeriği bağımsız değişkenler, CBR değerleri ise bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Özellikle modelin seçiminde, mümkün olabildiğince basit formda ve kolayca kullanılabilir özellikte olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca korelasyon katsayısı ve güvenilirliğin olabildiğince yüksek olduğu istatistiksel modeller dikkate alınmıştır.

Çizelge 5.1 de verildiği gibi, çalışmada, P-dalga hızı kullanılarak, $CBR = f(V_p, G)$, $CBR = f(V_p, S)$, $CBR = f(V_p, F)$, $CBR = f(V_p, LL)$, $CBR = f(V_p, PI)$, $CBR = f(V_p, PI)$ $CBR = f(V_p, \gamma_{dmax})$ ve $CBR = f(V_p, w_{opt})$ formlarında daha basit ampirik denklemler oluşturulmuştur.

Çizelge 4.2. Çoklu regresyon analizinde elde edilen istatistiksel modeller

Zemin özellik grupları	İstatistiksel model	Regresyon katsayıları					RMS E (%)
		a	b	c	d	r	
Vp + Tane özellikleri	$CBR = a+b*V_p+c*G+d*G^2$	-	0.049	-0.125	0.005	0.81	4.76
	$CBR = a+b*V_p+c*S+d*S^2$	-	0.042	0.234	-0.001	0.85	4.47
	$CBR = a+b*V_p+c*F+d*F^2$	20.195	0.015	-0.837	0.006	0.92	3.21
	$CBR = \exp(a*V_p+b*G+c*F+d)$	0.001	0.003	-0.038	2.455	0.92	3.23
Vp + Kıvam limitleri	$CBR = a+b*V_p+c*LL+d*LL^2$	5.137	0.035	-1.064	0.010	0.89	2.90
	$CBR = a+b*V_p+c*PL+d*PL^2$	-	0.046	1.068	-0.020	0.86	3.21
	$CBR = a+b*V_p+c*PI+d*PI^2$	-9.724	0.034	-0.925	0.017	0.90	2.81
	$CBR = \exp(a*V_p+b*LL+c*PI+d)$	0.005	-	-0.033	-0.989	0.93	2.44
Vp + Kompaksiyon özellikleri	$CBR = a+b*V_p+c*\gamma_{dry}+d*\gamma_{dry}^2$	-	0.043	-13.88	7.108	0.82	4.83
	$CBR = a+b*V_p+c*w_{opt}+d*w_{opt}^2$	-	0.052	-0.413	0.007	0.82	4.90
	$CBR = \exp(a*V_p+b*\gamma_{dry}+c*w_{opt}+d)$	0.006	1.465	0.020	-5.980	0.83	4.68

Korelasyon katsayısı değerleri (r) dikkate alındığı zaman, CBR değerlerinin tahmin edilmesinde Vp ile tane boyu özellikleri, Vp ile kıvam limitleri ve Vp ile kompaksiyon özelliklerinin ayrı ayrı birlikte kullanılmasıyla, çok daha kuvvetli ilişkiler elde edilmiştir. Örneğin CBR değerleri ile tane boyu özellikleri arasındaki basit regresyon ilişkilerinde (BKZ Şekil 5.2) % çakıl içeriği ile CBR arasındaki korelasyon katsayısı değerleri (r) 0.66 iken ($R^2=0.436$), Vp'nın bu veri setine eklenmesi durumunda elde edilen korelasyon katsayısı değeri 0.81 dir.

Vp'nın diğer zemin özellik gruplarındaki zemin parametreleriyle ilişkilendirilmesiyle de benzer sonuçlar elde edilmiş ve korelasyon katsayısı değerleri daha yüksek sonuçlar vermiştir. Elde edilen çoklu regresyon modellerinin özeti Çizelge 5.1 de verilmiştir. Zemin özellik grupları ve Vp ile CBR'nin belirlenmesine yönelik

elde edilen çoklu regresyon modellerinin korelasyon katsayısı değerleri 0.81 ile 0.93 arasında değişmektedir. Bu eşitlikler aynı zamanda düşük hata değerleri (RMSE < % 4.9) sağlamaktadır. Literatür incelendiği zaman zemin parametreleri ile CBR arasındaki ilişkilerin hata değerlerinin, bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan çok daha yüksek olduğu görülmektedir.

Hata değerleri açısından ele alındığı zaman zemin parametreleri ile Vp değerleri arasında CBR'ye yönelik geliştirilen denklemlerde, likit limit, plastisite indeksi, plastik limit ve % ince tane içeriğinin çok daha düşük hata değerleri sunduğu görülmüştür. Kompaksiyon parametreleri ile elde edilen hata değerleri ise göreceli olarak biraz daha yüksek değerler sunmaktadır.

Denklemlerin performansını arttırmak için, her toprak özellikleri grubu için daha karmaşık istatistiksel modeller de geliştirilmiştir. Bu ilişkiler Kaliforniya Taşıma Oranı değerlerinin belirlenmesine yönelik olup, zemin özellik gruplarına ait tüm zemin parametreleri ve P-dalga hız değerleri arasındadır. Elde edilen hata değerleri açısından bakıldığında, tüm zemin grupları ile Vp ile ilişkilendirilerek çok daha düşük hata değerine sahip olabilecek denklemlerin elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Bu modellerin hata değerleri bakımından biraz daha iyi tahmin performansı sağladığı söylenebilir. Dolayısıyla, zeminlerdeki Vp parametresinin, CBR 'den daha güvenilir tahmini sağlamak için önemli bir girdi parametresi olduğu iddia edilebilir.

Bu modellerin kullanılabilirliğine ilişkin ilave avantajlar da bulunmaktadır. Bu denklemler, farklı zemin özellik gruplarında ikiden fazla parametre gerektiren diğer karmaşık çoklu korelasyon modellerine göre daha üstündür. Çünkü oluşturulan modeller her bir zemin özellik grubu içerisinde ele alınmıştır ve ikiden fazla zemin parametresi gerektirmez. Dolayısıyla kullanılması düşünülen denkleme göre, laboratuarda tüm zemin özellik gruplarının belirlenmesi için gerekli olan yoğun laboratuvar çalışmalarının yapılmasına gerek duyulmaz. Bu özellikleri nedeniyle arazide veya laboratuarda pratik değerlendirmeler için basit ve kolay kullanım sağlarlar.

Bu karşılaştırmalardan elde edilen genel sonuç, bu denklemlerin, CBR değerlerinin makul tahminlerini sağladığı ve dolaylı olarak ince ve iri taneli zeminlerin CBR değerlerinin belirlenmesinde güvenilir olabileceği yönündedir.

5. TARTIŞMA

Zeminlerin CBR değerleri ile birçok parametre tarafından kontrol edilmektedir. Bu parametreler zeminlerin tane özellikleri, kıvam ve kompaksiyon özellikleri içerisinde tanımlanırlar. Tüm bu özellik grupları aslında zemin davranışı ve dayanımı ile ilişkilidir. Örneğin, sıkıştırılmış zeminlerin kuru yoğunluğu, su içeriği arttıkça azalır. Su içeriği artarken, ince taneli zeminlerin mekanik davranışı da katı davranıştan plastik davranışa doğru değişir ve sonunda viskoz sıvı olur. Su içeriği ile ilişkili olan kıvam limitleri, ince taneli toprakların davranışını tahmin etmede önemli bir göstergelerdir.

Benzer şekilde, iri taneli zeminlerin mekanik davranışı tane büyüklüğüne, tane şekline ve yüzde ince miktarına bağlıdır. Artan tane boyutu ve çakıl içeriğiyle zeminlerin dayanımı artar. Bu ilişkiler içerisinde V_p değerleri yoğunluk ve elastik modülün bir fonksiyonudur ve aynı zamanda malzemenin mukavemetini tahmin etmek için yaygın olarak kullanılır. Dolayısıyla, V_p 'nın tane boyu, kıvam ve kompaksiyon özellikleri gibi tüm zemin özellik grupları ile belirli bir korelasyona sahip olması muhtemeldir. Bu zemin özellik gruplarının hepsi ayrıca zeminin taşıma oranını tanımlayan CBR değerini de etkiler.

V_p ile CBR değerleri arasında güçlü ilişkilerin elde edilmesi amacıyla basit ve çok değişkenli istatistiksel modeller geliştirilmiştir. Bu araştırmada önerilen deneysel ilişkiler, sıkıştırılmış zeminlerin belirli bir CBR değer aralığını kapsamaktadır ve CBR değerleri, bu aralıkta kayda değer bir doğruluk derecesiyle tahmin edilebilmektedir. Bununla birlikte, geliştirilen istatistiksel modellerin geniş bir veri aralığı içerisinde geçerliliğini kontrol etmek ve gerçek saha koşullarında V_p değerlerinin güvenilirliğini göstermek için deneysel veriler ve ayrıca saha testlerinin yapılması gereklidir.

V_p ve CBR testlerinin yerinde uygulamasına yönelik çalışmalarda söz konusudur. Basit olarak zemine uygulanan ve istenilen derinlik için gömülen piezoelektrik probalar kullanılarak çevresel yüzey katmanın V_p değerleri belirlenebilmektedir (Long vd., 2004, Shoji ve Higashi. 2014). Bu yaklaşımların teorik alt yapısı henüz tartışma aşamasındadır. Ancak laboratuvar ortamında yapılan deneysel çalışmalar ile arazide elde edilen uygulama çalışmaları sonuçları, bu yöntemlerin

arazide de geçerli olabileceğini göstermektedir. Literatürde tanımlı bu çalışmalar ışığında yerinde CBR değerlerinin belirlenmesindeki güçlükler düşünüldüğünde, V_p değerleri arazide de alternatif bir parametre olarak kullanılabileceğini söylemek mümkündür.



6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, zeminlerin V_p değerleri sıkıştırılmış zeminlerin CBR değerleri için dolaylı bir tahmin parametresi olarak önerilmiştir. Ultrasonik ölçümler arazide veya laboratuvarında yapılabilir. Ölçümler sonucunda elde edilen V_p değerleri zemin parametrelerinin belirlenmesi için gerekli olan yoğun laboratuvar çalışmalarını gerektirmez, dolayısıyla çok daha, pratik, ekonomik ve hızlıdır. Ek olarak V_p ile CBR değerlerini tahmin etmede diğer zemin özelliklerinden çok daha iyi bir indikatördür. Çünkü V_p değeri yoğunluk ve elastik modülün bir fonksiyonudur ve aynı zamanda malzemenin mukavemetini tahmin etmek için yaygın olarak kullanılır.

Bu kapsamda araştırmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

- 1) CBR değerlerinin dolaylı olarak değerlendirilmesinde, farklı zemin özellik grupları içerisinde tanımlı tüm zemin parametreleri ile olan ilişkileri değerlendirilmiştir. Basit regresyon ilişkileri içerisinde yapılan çalışmalarda CBR değerinin Kıvam ve kompaksiyon özellik grupları içerisindeki tüm zemin parametreleri ile çok daha güçlü korelasyonlara sahip olduğu belirlenmiştir. Zeminlerin gradasyon özellikleri ile CBR değerleri arasında da anlamlı ilişkiler söz konusudur. Özellikle % ince tane miktarı ile CBR değerleri arasında güçlü deneysel ilişkiler elde edilmiştir.
- 2) CBR değerleri iri tanelerin artan miktarları ile artarken, ince tane içeriğinin artışla azalmaya eğilimli olduğu belirlenmiştir. CBR ile % çakıl içeriği arasında elde edilen ilişkinin korelasyon katsayısı değeri yaklaşık 0.44 olarak elde edilmiştir. Diğer taraftan ince tane içeriği ile CBR değerleri arasındaki korelasyon katsayısı değeri ise 0.79 olarak bulunmuştur.
- 3) CBR değerleri ile Kıvam limitleri arasında uygun bir korelasyon oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada, basit regresyon modelleri içerisinde LL ve PI değerleri benzer şekilde CBR değerleri ile ilişkilendirilmiştir. CBR değerleri, zeminlerin LL ve PI değeri arttıkça azalır. CBR değerlerinin belirlenmesine yönelik LL ve PI ile geliştirilen eşitliklerin regresyon katsayıları (R^2) sırasıyla 0,70 ve 0,74 olarak bulunmuştur.
- 4) Kompaksiyon parametreleri ile CBR değerleri arasında da güçlü ilişkiler belirlenmiştir. Zeminlerde su içeriği arttıkça CBR değeri azalırken, kuru yoğunluk değeri arttıkça CBR değerleri artar. γ_{dmax} ve W_{opt} 'un CBR ile olan regresyon

katsayıları (R^2) sırasıyla 0,81 ve 0,68 olarak bulunmuştur. Tüm zemin özellik grupları içerisinde değerlendirme yapıldığı zaman CBR değerleri ile maksimum kuru yoğunluk arasında, göreceli olarak çok daha güçlü bir korelasyon söz konusudur.

- 5) Zeminlerin V_p değerleri, tane boyu özellikleri, kıvam limitleri ve kompaksiyon parametreleri ile ilişkilendirilmiştir. V_p değerleri artan iri tane içeriğine bağlı olarak artarken, ince tane içeriğinin artmasına bağlı olarak azalmaktadır. İri ve ince tane içerikleri ile V_p değerleri arasındaki korelasyon CBR ile olan ilişkilere oranla daha belirgin ve veri saçılımı daha az görülmektedir. V_p değ değerleri eri ile yüzde (%) çakıl ve ince tane içerikleri arasındaki korelasyon katsayıları değerleri sırasıyla 0.52 ve 0.75'dir. Benzer olarak V_p değerleri artan LL ve PI değerlerine bağlı olarak da azalmaktadır. LL değerleri ile V_p arasında CBR değerlerine oranla daha güçlü bir korelasyon mevcuttur. V_p ile LL ve PI değerleri arasındaki korelasyon katsayıları değerleri sırasıyla 0.78 ve 0.74'dür. V_p değerleri ayrıca kompaksiyon parametreleri ile de karşılaştırılmıştır. Su içeriğine bağlı olarak V_p değerlerinin değişimi, su içeriğiyle kuru yoğunluğun değişimine benzemektedir. Su içeriği arttıkça V_p değerleri azalırken, kuru yoğunluk arttıkça V_p değerleri artmaktadır. γ_{dmax} ve w_{opt} 'un V_p değerleri ile arasında olan regresyon katsayıları (R^2) sırasıyla 0,80 ve 0,70 olarak bulunmuştur.
- 6) V_p değerleri ile gradasyon, kıvam limitleri ve kompaksiyon özellikleri gibi “zemin özellikleri grupları” içerisinde her bir zemin parametresi ile iyi ya da güçlü bir korelasyona sahip olduğu, dolayısıyla sadece 1 veya 2 zemin özellik grupları ile CBR değerleri arasında geliştirilen ilişkiler yerine, tüm zemin özellik gruplarındaki her bir zemin parametresinin etkilerini yansıtan V_p değerleri ile CBR değerleri arasındaki herhangi bir ilişki çok daha güvenilir bir sonuç sağlayacağı belirlenmiş ve bu amaçla değerlerinin belirlenmesinde V_p değerleri de kullanılmıştır. Diğer geleneksel zemin parametrelerinin CBR ile ilişkilendirildiği yaklaşımlarda olduğu gibi, V_p değerleri ile CBR değerleri arasında da yüksek korelasyon değerleri elde edilmiştir (R^2 : 0.76-0.85). CBR değerleri, V_p değerlerinin artmasıyla artmaktadır. V_p değeri ile CBR değerleri arasında eğrisel ve doğrusal model formunda güçlü istatistiksel ilişkiler mevcuttur. Bu ilişkilerden hesaplanan CBR değerleri ile laboratuarda ölçülen CBR değerleri karşılaştırıldığı zaman söz konusu değerlerin 1:1 hattına çok yakın olduğu ve ortalama karakök hata (RMSE) değerinin ise oldukça ($\% < 3.5$) düşük olduğu

belirlenmiştir. Dolayısıyla V_p değerleri ile CBR değerlerini tahmin etmede, diğer geleneksel zemin özellik gruplarındaki tüm zemin parametrelerine göre çok daha yüksek korelasyona sahiptir.

- 7) CBR değerleri ile diğer geleneksel zemin parametreleri arasındaki belirsizlikleri en aza indirmek amacıyla, V_p değerleri çoklu regresyon ilişkileri içerisinde de girdi parametresi olarak değerlendirilmiştir. Korelasyon katsayısı değerleri (r) dikkate alındığı zaman, CBR değerlerinin tahmin edilmesinde V_p değerleri ve tane boyu özellikleri, V_p değerleri ile kıvam limitleri ve V_p değerleri ile kompaksiyon özelliklerinin ayrı ayrı birlikte kullanılmasıyla, çok daha kuvvetli ilişkiler elde edilmiştir. Zemin özellik grupları ve V_p değerleri ile CBR değerlerini belirlenmesine yönelik elde edilen çoklu regresyon modellerinin korelasyon katsayısı değerleri 0.81 ile 0.93 arasında değişmektedir. Bu eşitlikler aynı zamanda düşük hata değerleri ($RMSE < \% 4.9$) sağlamaktadır.
- 8) Bu araştırma kapsamında önerilen ilişkiler, sıkıştırılmış zeminlerin belirli bir CBR değer aralığını kapsamaktadır. İri ve ince taneli zeminlerin CBR değerleri, bu aralıkta kayda değer bir doğruluk derecesiyle tahmin edilebilirken, daha geniş bir veri seti içerisinde önerilen eşitliklerin doğruluğu ve güvenilirliği test edilmelidir.
- 9) CBR değerlerinin tahmin edilmesinde arazide V_p değerleri belirlenmesine yönelik çalışmalar da mevcuttur. Ancak basit olarak uygulanan ve istenilen derinlik için gömülen piezoelektrik probalar kullanılarak çevresel yüzey katmanın dalga hızlarının belirlenebildiği bu yöntemlerin arkasındaki prensipler şu an için tartışmalıdır. Ancak laboratuvar ortamında yapılan deneysel çalışmalar ile arazide elde edilen uygulama çalışmaları ile, bu yöntemlerin arazide de geçerli olabileceği ön görülmektedir. Dolayısıyla yerinde CBR değerlerinin belirlenmesindeki güçlükler düşünüldüğünde, V_p değerleri arazide de alternatif bir parametre olarak kullanılabileceğini söylemek mümkündür.



KAYNAKLAR

- Abdullah, Z. I. M., Al-Atalla, M. A. A., Abdullah, F. A. M. A., 2011. Relation between ultrasonic pulse velocity and some mechanical properties of Clay ey soil treated with Lime. *Al-Rafadain Engineering Journal*, 19 (1).
- Agarwal, K.B. Ghanekar, K.D., 1970. Prediction of CBR from plasticity characteristics of Soil. *In: Proceeding of 2nd South-East Asian conference on Soil engineering*, June 11–15, 1970. Bangkok: Asian Institute of Technology, Singapore. 571–576.
- Araujo, W., Ruiz, G., 2016. Correlation equations of CBR With Index Properties of Soil İn The City of Piura. *14th LACCEI International Multi-Conference For engineering, Education and technology: Engineering innovations for Global Sustainability*, 2016, San Jose, Costa Rica. July 20-22.
- ASTM C618, 1998. *Standart Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Concrete*, Annual Book of ASTM Standarts, No.4.
- ASTM D 422-63, 1994. *Standard test method for particle size analysis of soils, Annual Book of ASTM Standards*. ASTM, West Conshohocken, PA, 04.08, USA. 10-16.
- ASTM D1883-07, 2007. *Standard Test Method for CBR California Bearing Ratio of Laboratory-Compacted Soils*. American Society for Testing and Materials, USA.
- Aytekin, M., 2004. *Deneyisel Zemin Mekaniği*. Teknik Yayınevi, Ankara. 483-559.
- Aytekin, M., 2000. *Deneyisel Zemin Mekaniği*, Teknik Yayınevi, Ankara. 206-240.
- Bello, A. A., 2012. Regression analysis between properties Of Subgrade lateritic soil. *Leonardo Journal Of Science*, Issue 21: 99-108.
- Black WPM., 1962. A method of estimating the CBR of cohesive soils from plasticity data. *Geotechnique*, **12**: 271-272.
- Cabalar A.F, Cevik A., 2009. Modeling damping ratio and shear modulus of sand-mica mixtures using neural networks. *Engineering Geology*, **104**: 31–40.
- Cabalar, A.F. and Mustafa, W.S., 2015. Fall cone tests on clay–sand mixtures. *Engineering Geology*, **192**, 154–165.
- Capper, P.L., Cassie, W.F., 1984. Çeviri: Kumbasar, V., Kip, F., 1986. *İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği*. Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 349.
- Day, W. R., 2001. *Soil testing manual Procedures, Classification data, and sampling practices*. Mcgrawhill Inc, New York, USA. 619.
- De Graft-Johnson J.W.S, Bhatia H.S., 1969. The engineering characteristics Of The lateritic gravels of Ghana. *In: Proceedings of 7th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Vol. 2 August 28–29. Bangkok: Asian institute Of Technology, Mexico. 13–43.
- De Graft-Johnson, J.W.S., Bhatia H.S. A dyeboa S.L., 1972. Influence of Geology and physical properties On Strength characteristics Of Lateritic gravels for road pavements. *Highway research Board Record*, 405:87-104.
- Doshi, S. N. Mesdary M. S. Andguirguis, H. R., 1983. Statistical Study of Laboratory CBR for Kuwaiti soils. *The Fourth Conference of The Road Engineering Association of Asia and Australasia*, Vol. 2, Jakarta. 43– 51.
- Fatimah, Khaleel, I., 2017. Application of Soft Computing Techniques and Multiple Regression Models for CBR prediction of Soils. *Journal of Babylon university/Engineering Science*,

- Fener, M., Kahraman, S., Bay, Y., and Gunaydin, O., 2005. Correlations between P-Wave velocity and Atterberg limits of Cohesive soils. *J. Geotechnical Engineering*, 131(6): 673–677
- Gunaydin O., 2009. Estimation of compaction parameters by using statistical analyses and artificial neural networks, *Environ Geology*, 57:203–215.
- Holtz, R.D., and Kovacs, W.D., 1981. Çeviri: Kayabalı, K., 2002. *Geoteknik Mühendisliğine Giriş*. Gazi Kitabevi, 723, Ankara. 95-100.
- Holtz, W. G., Gibbs, H.J., 1956. Engineering Properties of Expansive Clays, *ASCE Transactions*, 121: 641-663
- Howell, J. L. Shackelford, C. D., Amer, N. H., Andstem, R. T., 1997. Compaction of Sand-Processed clay soil mixtures, *Geotechnical Testing Journal*, GTJODJ, Vol. 20, No. 4, 444-457
- IS 2720, 1983, *Methods of Test for Soils: Laboratory Determination of CBR*. Part-16.
- Kin, M. W., 2006. *California Bearing ratio correlation with soil index properties* (Master Degree Project). Faculty of Civil engineering, University technology, Malaysia.
- Kolay, E., Baser, T., 2014. Estimating of the dry unit weight of Compacted soils using General Linear Model and multi-Layer perceptron neural networks. *Appl. Soft comput.* 18: 223–231.
- Leliso, Y., 2013. *Correlation of CBR With soil Index Properties for add is ababa subgrade soils* (Master Thesis). Add is ababa university institute of Technology geotechnical department, Ethiopia.
- MEGEP., 2006. *Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi*. İnşaat Teknolojisi, Zemin Deneyleri, Ankara. 31.
- NCHRP, National cooperative highway research Program, 2001. *Guide for Mechanistic and empirical – Design for New and Rehabilitated Pavement structures*. Final Document. In: Appendix CC-1: Correlation of CBR Values with soil index properties. West University avenue Champaign, Illinois: Ara, Inc.
- Nguyen, B. T., Maharani, A., 2015. Prediction of California Bearing ratio from physical Properties of Fine-Grained soils. *International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 9:2, 136-141.
- Önalp, A., 2007. *Geoteknik Bilgisi-I Zeminler ve Mekaniği*. İstanbul. 93-107 ve 372-398.
- Patel, S.R. Anddesai, M.D., 2010. CBR Predicted by Index Properties for alluvial soils of South Gujarat. *Proceedings of Indian geotechnical Conference*, Dec. 16- 18, 79-82.
- Rakaraddi P.G. And gomarsi V., 2005. Establishing relationship between CBR with different soil properties. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and technology*, (4);2, 182-188.
- Ramasubbarao, G.V., and Sivasankar., 2013. Predicting soaked CBR Value of Fine grained soils Using Index And compaction characteristics. *Jordan Journal of Civil engineering*, 3, 354-360.
- Rehman, Z. U. Khalid, U. Farooq, K. Mujtaba, H., 2017. Prediction of CBR Value from Index Properties of Different soils. *Technical Journal*, University of Engineering and technology (UET) Taxila, Pakistan (22);2, 17-26.
- Roy, T.K. Chattopadhyay, B.C. Roy, S.K., 2010. California Bearing ratio, Evaluation And estimation: A Study on Comparisons. *Indian geotechnical Conference*, Geotrendz december 16–18, Mumbai, Maharashtra, India. 19-22.
- Sağlık, A., Güngör, A. G., 2008. *Karayolları Esnek Üstyapıları Projelendirme Rehberi*. Karayolları Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı Üstyapı Şube Müdürlüğü, ANKARA. 59.

- Satyanaray anareddy, C.N.V. And pavani, K., 2006. Mechanically stabilized soils- Regression equation for CBR Evaluation, *Proceedings of Indian geotechnical Conference*, Dec. 14-16, Chennai, India. 731-734.
- Seed, H. B., And Chan, C. K., 1959. Structure and strength characteristics Of Compacted clays, *Journal of the Soil Mechanics and Foundations division*, ASCE, Vol. 85, No. SM5, S.160-165
- Slavova, D. Z., Weidinger, D. M., Sevi, A. F., and Ge, L., 2010. Evaluation of Compacted silt characteristics by ultrasonic pulse velocity testing. *Proc. of Geo Florida*, ASCE GSP 199, 1284-1293.
- Stephens DJ ,1990. Prediction of the California bearing ratio. *J Civil Eng S Afr*, 3212:523–527.
- Süt, İ., 2006. *Kohezyonlu Zeminlerin Kireçle İyileştirilmesinin Cbr Değeri Üzerindeki Etkisinin İrdelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi İnşaat Müh. Böl, Ankara.
- Talukdar Dilip K., 2014. A Study of Correlation between California Bearing ratio (CBR) Values with other properties Of Soil, *International Journal Of Emerging technology and Advanced Engineering*, Volume 4, Pp. 559-562.
- Taskiran, T., 2010. Prediction of California Bearing ratio (CBR) Of Fine grained soils by AI Methods. *Advances in Engineering Software*, 41, 886–892.
- TS 1900-1, Turkish Standard, 2006. *Methods of testing soils for civil engineering purposes in the laboratory – Part 1*. Determination of physical properties.
- TS 1900-2, Turkish Standard, 2006. *Methods of Testing Soils for Civil Engineering Purposes in the Laboratory – Part 2*. Determination of mechanical properties.
- Uzuner, B., 2005. *Temel Zemin Mekaniği*. Derya Kitapevi, Trabzon. 163.
- Uzuner, B.A., 2007. *Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği*. Derya Kitabevi, 7. Baskı, Trabzon. 560.
- Yesiller N, Inci G, Miller CJ., 2000. Ultrasonic testing for compacted clayey soils. Proceedings Of Sessions Of Geo-Denver, Advances İn Unsaturated geotechnics. ASCE, *Geotechnical Special Publication*, No. 99, Denver, CO, Pp 54–68.
- Yıldırım B., Gunaydin O., 2011. Estimation of California bearing ratio by using soft computing systems. *Expert Syst Appl*, 38:6381–6391.
- Yıldırım, B., 2009. *Kaliforniya Taşıma Oranının CBR Regresyon Analizleri ve Yapay Sinir Ağları İle Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Niğde Üniversitesi Jeoloji Müh. Böl, Niğde.
- Yılmaz, I., Yıldırım, M., Keskin, İ., 2009. *Zemin Mekaniği Laboratuvar Deneyleri Ve Problemler*. Teknik Yayınevi, Ankara. 280.
- Zumrawi M., 2012. Prediction of CBR from index properties of cohesive soils. In: Chang S-Y, Al Bahar SK, *Zhao Jeds Advances in Civil Engineering and Building materials*. CRC Press, Boca Raton, 561–565.



EK-1. Elek Analizi Ve Kıvam Limitleri Deney Sonuçları

Örnek No: CH-1

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	43,000	a.) Kap+Yaş Numune	450.0	a.) Numune + Kap	926.5
b.) Kap	1,800	b.) Kap+Kuru Numune	435.0	b.) Kap	78.3
c.) Numune (a-b)	41,200	c.) Su ağırlığı (a-b)	15.0	c.) Numune (a-b)	848.2
d.) Kaba Kısım	16,200	d.) Kap (No.....)	46.9	d.) Kuru Numune (c x100)/(100+w)	816.6
e.) İnce Kısım	24,963	e. Kuru Numune (b-d)	388.1	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	40,234
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	24,034	w % Su içeriği: (c/e)x100	3.86		

Elek Açıklığı	ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)	(C) TOPLAM ELEKTEN GEÇEN (%)	
İnç mm					
3 75	0	0	0.0	100	
2 50	0	0	0.0	100	
1 1/2 37.5	0	0	0.0	100	
1 25	0	0	0.0	100	
3/4 19	0	0	0.0	100	
3/8 9.5	0	0	0.0	100	
No:4 4.75	5100	5100	12.7	87.3	
	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
No:10 2.00	30.4	30.4	3.7	3.3	84
No:40 0.425	34.0	64.4	7.9	6.9	80
No:200 0.075	123.6	188.0	23.0	20.1	67

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	74	50	86	55	13
Vuruş Adedi	31	26	20	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	33.90	37.6	39.3	42.4	40.1
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	25.50	27.5	27.5	34.8	34.5
Su ağırlığı (g)	8.40	10.10	11.80	7.60	5.60
Kap Ağırlığı (g)	13.00	13	13.4	15.2	10.8
Kuru Numune (g)	12.50	14.50	14.10	19.6	23.7
% Su içeriği	67.2	69.7	83.7	38.8	23.6



Örnek No: CH-2

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	43,000	a.) Kap+Yaş Numune	450.0	a.) Numune + Kap	952.3
b.) Kap	1,800	b.) Kap+Kuru Numune	435.0	b.) Kap	76.3
c.) Numune (a-b)	41,200	c.) Su ağırlığı (a-b)	15.0	c.) Numune (a-b)	876.0
d.) Kaba Kısım	16,200	d.) Kap (No.....)	46.9	d.) Kuru Numune (c)	843.4
e.) İnce Kısım	24,963	e.) Kuru Numune (b-d)	388.1	e.) Toplam Kuru Numune	40,234
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	24,034	w % Su içeriği: (c/e)x100	3.86	ağırlığı L = (1d+1f)	

Elek Açıklığı	ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)		(C) TOPLAM ELEKTE GEÇEN (%)
İnç mm			(D)	(E)	(F)
3 75	0	0	0.0	0.0	100
2 50	0	0	0.0	0.0	100
1 1/2 37.5	0	0	0.0	0.0	100
1 25	0	0	0.0	0.0	100
3/4 19	0	0	0.0	0.0	100
3/8 9.5	0	0	0.0	0.0	100
No:4 4.75	4891	4891	12.2		87.8
No:10 2.00	35.6	35.6	4.2	3.7	84
No:40 0.425	30.4	66.0	7.8	6.9	81
No:200 0.075	105.7	171.7	20.4	17.9	70

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	66	386	403	31	57
Vuruş Adedi	32	26	19	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	45.20	41.75	41.8	41.4	38.4
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	34.60	31.6	31.5	35.8	33.4
Su ağırlığı (g)	10.60	10.15	10.30	5.60	5.00
Kap Ağırlığı (g)	19.10	17.3	17.6	19.5	13.8
Kuru Numune (g)	15.50	14.30	13.90	16.3	19.6
% Su içeriği	68.4	71.0	74.1	34.4	25.5



Örnek No: CH-3

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	39,850	a.) Kap+Yaş Numune	450.0	a.) Numune + Kap	1,200.0
b.) Kap	1.625	b.) Kap+Kuru Numune	435.0	b.) Kap	85.9
c.) Numune (a-b)	39,848	c.) Su ağırlığı (a-b)	15.0	c.) Numune (a-b)	1,114.1
d.) Kaba Kısım	16,200	d.) Kap (No.....)	46.9	d.) Kuru Numune (c x100)/(100+w)	1,072.6
e.) İnce Kısım	24,963	e. Kuru Numune (b-d)	388.1	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	40,234
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100/(100+w)	24,034	w % Su içeriği: (c/e)x100	3.86		

Elek Açıklığı İnç mm	ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)	(C) TOPLAM ELEKTE GEÇEN (%)
3 75	0	0	0.0	100
2 50	0	0	0.0	100
1 1/2 37.5	0	0	0.0	100
1 25	0	0	0.0	100
3/4 19	0	0	0.0	100
3/8 9.5	954	954	2.4	98
No:4 4.75	5302	6256	15.5	84.5
	(D)	(E)	(F)	(G)
No:10 2.00	60.5	60.5	5.6	4.8
No:40 0.425	43.8	104.3	9.7	8.2
No:200 0.075	112.3	216.6	20.2	17.1
				(H)
				80
				76
				67

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	6	65	99	55	331
Vuruş Adedi	30	24	19	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	36.80	33.7	41.5	47.2	45.2
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	27.40	24.9	32.4	41.9	37.6
Su ağırlığı (g)	9.40	8.80	9.10	5.30	7.60
Kap Ağırlığı (g)	12.90	11.7	19.1	21	16.7
Kuru Numune (g)	14.50	13.20	13.30	20.9	20.9
% Su içeriği	64.8	66.7	68.4	25.4	36.4

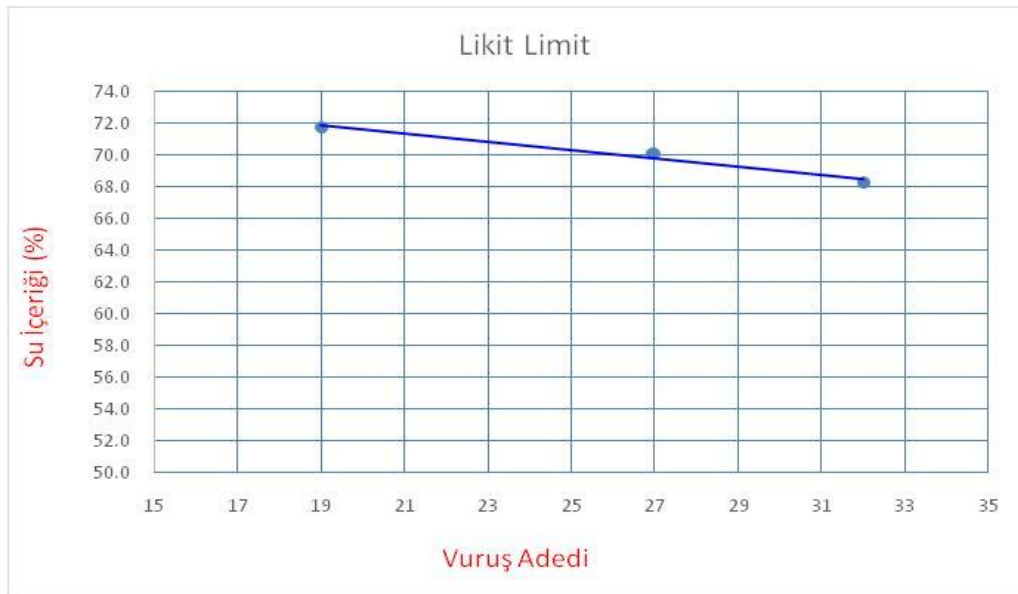


Örnek No: CH-4

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	22,526	a.) Kap+Yaş Numune	644.8	a.) Numune + Kap	1,264.8
b.) Kap	1,650	b.) Kap+Kuru Numune	584.2	b.) Kap	30.0
c.) Numune (a-b)	20,876	c.) Su ağırlığı (a-b)	123.7	c.) Numune (a-b)	1,234.8
d.) Kaba Kısım	2,836	d.) Kap (No.....)	460.5	d.) Kuru Numune (c)	617.4
e.) İnce Kısım	17,400	e. Kuru Numune (b-d)	123.7	x100)/(100+w)	
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	8,700	w % Su içeriği: (c/e)x100	100.00	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	11,536

Elek Açıklığı	ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)	(C) TOPLAM ELEKTE GEÇEN (%)
İnç mm				
3 75	0	0	0.0	100
2 50	0	0	0.0	100
1 1/2 37.5	0	0	0.0	100
1 25	0	0	0.0	100
3/4 19	526	526	4.6	95
3/8 9.5	964	1490	12.9	87
No:4 4.75	1328	2818	24.4	75.6
	(D)	(E)	(F)	(G)
No:10 2.00	2.6	2.6	0.4	0.3
No:40 0.425	5.4	8.0	1.3	1.0
No:200 0.075	4.6	12.6	2.0	1.5

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	56	360	406	47	348
Vuruş Adedi	32	27	19	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	31.8	40.3	37.7	43.4	41.9
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	23.6	31.6	29.3	36.7	37.1
Su ağırlığı (g)	8.2	8.7	8.4	6.7	4.8
Kap Ağırlığı (g)	11.6	19.2	17.6	20.0	19.1
Kuru Numune (g)	12.0	12.4	11.7	16.7	18.0
% Su içeriği	68.3	70.2	71.8	40.1	26.7



Örnek No: MH-1

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNmüş NUMUNE	
a.) Numune + Kap	20,864	a.) Kap+Yaş Numune	677.8	a.) Numune + Kap	1,294.8
b.) Kap	0	b.) Kap+Kuru Numune	655.2	b.) Kap	79.8
c.) Numune (a-b)	20,864	c.) Su ağırlığı (a-b)	22.6	c.) Numune (a-b)	1,215.0
d.) Kaba Kısım	10,490	d.) Kap (No.....)	120.4	d.) Kuru Numune (c x100)/(100+w)	1,165.7
e.) İnce Kısım	9,730	e. Kuru Numune (b-d)	534.8	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	19,826
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	9,336	w % Su içeriği: (c/e)x100	4.23		

Elek Açıklığı		ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)	(C) TOPLAM ELEKTEN GEÇEN (%)
İnç	mm				
3	75	0	0	0.0	100
2	50	0	0	0.0	100
1 1/2	37.5	0	0	0.0	100
1	25	578	578	2.9	97
3/4	19	963	1541	7.8	92
3/8	9.5	1640	3181	16.0	84
No:4	4.75	2263	5444	27.5	72.5
		(D)	(E)	(F)	(G)
No:10	2.00	40.6	40.6	3.5	2.5
No:40	0.425	51.3	91.9	7.9	5.7
No:200	0.075	75.9	167.8	14.4	10.4

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	59	347	39	5	42
Vuruş Adedi	31	26	19	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	34.50	39	41.3	32.9	34.8
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	25.00	29.9	29.8	27	28.9
Su ağırlığı (g)	9.50	9.10	11.50	5.90	5.90
Kap Ağırlığı (g)	11.40	17.00	14.1	11.6	13.4
Kuru Numune (g)	13.60	12.90	15.70	15.4	15.5
% Su içeriği	69.9	70.5	73.2	38.3	38.1



Örnek No: MH-2

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	25,944	a.) Kap+Yaş Numune	724.1	a.) Numune + Kap	1,326.0
b.) Kap	1,760	b.) Kap+Kuru Numune	688.5	b.) Kap	93.4
c.) Numune (a-b)	24,184	c.) Su ağırlığı (a-b)	35.6	c.) Numune (a-b)	1,232.6
d.) Kaba Kısım	8,456	d.) Kap (No.....)	124.9	d.) Kuru Numune (c x100)/(100+w)	1,159.4
e.) İnce Kısım	15,728	e. Kuru Numune (b-d)	563.6	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	23,250
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	14,794	w % Su içeriği: (c/e)x100	6.32		

Elek Açıklığı		ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)	(C) TOPLAM ELEKTE GEÇEN (%)
İnç mm					
3	75	0	0	0.0	100
2	50	0	0	0.0	100
1 1/2	37.5	0	0	0.0	100
1	25	0	0	0.0	100
3/4	19	0	0	0.0	100
3/8	9.5	0	0	0.0	100
No:4	4.75	3765	3765	16.2	83.8
		(D)	(E)	(F)	(G)
No:10	2.00	50.7	50.7	4.4	3.7
No:40	0.425	89.0	139.7	12.0	10.1
No:200	0.075	124.3	264.0	22.8	19.1

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	74	331	100	78	23
Vuruş Adedi	23	26	28	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	44.80	43.2	39.5	44.5	43.8
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	33.70	34	30.1	42.3	42.1
Su ağırlığı (g)	11.10	9.20	9.40	2.79	1.70
Kap Ağırlığı (g)	13.00	16.7	12.3	34.1	36.7
Kuru Numune (g)	20.70	17.30	17.80	8.2	5.4
% Su içeriği	53.6	53.2	52.8	34.0	31.5



Örnek No: MH-3

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNMEŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	28,647	a.) Kap+Yaş Numune	684.9	a.) Numune + Kap	1,262.5
b.) Kap	1,852	b.) Kap+Kuru Numune	652.6	b.) Kap	102.8
c.) Numune (a-b)	26,795	c.) Su ağırlığı (a-b)	32.3	c.) Numune (a-b)	1,159.7
d.) Kaba Kısım	12,446	d.) Kap (No.....)	46.9	d.) Kuru Numune x100)/(100+w) (c)	1,101.0
e.) İnce Kısım	24,963	e. Kuru Numune (b-d)	605.7	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	36,145
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	23,699	w % Su içeriği: (c/e)x100	5.33		

Elek Açıklığı	İnc mm	ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)	(C) TOPLAM ELEKTEN GEÇEN (%)
3	75	0	0	0.0	100
2	50	0	0	0.0	100
1 1/2	37.5	0	0	0.0	100
1	25	0	0	0.0	100
3/4	19	0	0	0.0	100
3/8	9.5	2364	2364	6.5	93
No:4	4.75	2584	4948	13.7	86.3
		(D)	(E)	(F)	(G)
No:10	2.00	52.7	52.7	4.8	4.1
No:40	0.425	48.3	101.0	9.2	7.9
No:200	0.075	36.9	137.9	12.5	10.8
					(H)
					82
					78
					76

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	74	50	100	55	13
Vuruş Adedi	31	26	22	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	39.80	41.3	42.8	44.4	39.7
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	30.60	31.5	32.9	36.4	33.5
Su ağırlığı (g)	9.20	9.80	9.90	8.00	6.20
Kap Ağırlığı (g)	13.00	13.4	15.2	13.1	15.2
Kuru Numune (g)	17.60	18.10	17.70	23.3	18.3
% Su içeriği	52.3	54.1	55.9	34.3	33.9



Örnek No: MH-4

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNmüş NUMUNE	
a.) Numune + Kap	32,694	a.) Kap+Yaş Numune	726.3	a.) Numune + Kap	1,384.7
b.) Kap	1,765	b.) Kap+Kuru Numune	684.9	b.) Kap	76.3
c.) Numune (a-b)	30,929	c.) Su ağırlığı (a-b)	41.4	c.) Numune (a-b)	1,308.4
d.) Kaba Kısım	16,200	d.) Kap (No.....)	130.2	d.) Kuru Numune (c)	1,217.5
e.) İnce Kısım	24,963	e. Kuru Numune (b-d)	554.8	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	39,429
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	23,229	w % Su içeriği: (c/e)x100	7.46		

Elek Açıklığı	ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)	(C) TOPLAM ELEKTE GEÇEN (%)
İnç mm				
3 75	0	0	0.0	100
2 50	0	0	0.0	100
1 1/2 37.5	0	0	0.0	100
1 25	0	0	0.0	100
3/4 19	0	0	0.0	100
3/8 9.5	530	530	1.3	99
No:4 4.75	987,6	1517.6	3.8	96.2
	(D)	(E)	(F)	(G)
No:10 2.00	30.3	30.3	2.5	2.4
No:40 0.425	49.7	80.0	6.6	76
No:200 0.075	68.2	148.2	12.2	54

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	66	386	100	78	23
Vuruş Adedi	32	26	19	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	45.20	42.6	44.3	42.6	38.5
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	36.10	33.6	32.9	33.8	30.1
Su ağırlığı (g)	9.10	9.00	11.40	8.80	8.40
Kap Ağırlığı (g)	19.20	17.3	12.3	13.4	13.1
Kuru Numune (g)	16.90	16.30	20.60	20.4	17
% Su içeriği	53.8	55.2	55.3	43.1	49.4



Örnek No: CL-1

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	33,000	a.) Kap+Yaş Numune	854.7	a.) Numune + Kap	1,365.0
b.) Kap	1,800	b.) Kap+Kuru Numune	816.4	b.) Kap	76.3
c.) Numune (a-b)	31,200	c.) Su ağırlığı (a-b)	38.3	c.) Numune (a-b)	1,288.7
d.) Kaba Kısım	11.254	d.) Kap (No.....)	46.9	d.) Kuru Numune (c)	1,227.6
e.) İnce Kısım	20	e. Kuru Numune (b-d)	769.5	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	30
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100/(100+w))	19	w % Su içeriği: (c/e)x100	4.98		

Elek Açıklığı	ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)	(C) TOPLAM ELEKTEN GEÇEN (%)
İnç mm				
3 75	0	0	0.0	100
2 50	0	0	0.0	100
1 1/2 37.5	0	0	0.0	100
1 25	0	0	0.0	100
3/4 19	100	100	330.5	100
3/8 9.5	97.8	197.8	653.8	99
No:4 4.75	94.0	291.8	964.5	98.7
	(D)	(E)	(F)	(G)
No:10 2.00	88.0	88.0	7.2	7.1
No:40 0.425	73.4	161.4	13.1	13.0
No:200 0.075	57.0	218.4	17.8	17.6
				(H)
				92
				86
				81

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	66	386	6	403	309
Vuruş Adedi	32	24	21	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	43.10	43	37.5	46.5	44.7
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	35.90	35.1	29.9	38.2	40.1
Su ağırlığı (g)	7.20	7.90	7.60	2.79	4.60
Kap Ağırlığı (g)	19.10	17.3	12.9	17.6	14.1
Kuru Numune (g)	16.80	17.80	17.00	20.6	26
% Su içeriği	42.9	44.4	44.7	13.5	17.7



Örnek No: CL-2

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNmüş NUMUNE	
a.) Numune + Kap	24,640	a.) Kap+Yaş Numune	588.9	a.) Numune + Kap	1,226.9
b.) Kap	1,821	b.) Kap+Kuru Numune	552.2	b.) Kap	76.3
c.) Numune (a-b)	22,819	c.) Su ağırlığı (a-b)	36.7	c.) Numune (a-b)	1,150.6
d.) Kaba Kısım	6,200	d.) Kap (No.....)	119.7	d.) Kuru Numune x100)/(100+w)	1,060.6
e.) İnce Kısım	17	e. Kuru Numune (b-d)	432.5	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	6,215
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	15	w % Su içeriği: (c/e)x100	8.49		

Elek Açıklığı		ELEKTE	(A) TOPLAM	(B) TOPLAM		(C) TOPLAM
İnç	mm	KALAN (g)	ELEKTE KALAN (g)	ELEKTE KALAN (%)		ELEKTEN GEÇEN (%)
3	75	0	0	0.0		100
2	50	488	488	7.9		92
1 1/2	37.5	202	690	11.1		89
1	25	846	1536	24.7		75
3/4	19	223	1759	28.3		72
3/8	9.5	302	2061	33.2		67
No:4	4.75	630	2691	43.3		56.7
		93	(E)	(F)	(G)	(H)
No:10	2.00	42.4	42.4	4.0	2.3	54
No:40	0.425	30.1	72.5	6.8	3.9	53
No:200	0.075	40.5	113.0	10.7	6.0	51

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	74	331	100	86	50
Vuruş Adedi	32	26	19	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	44.80	43.1	36.7	48.92	49.6
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	36.80	36.2	30	43.1	43.1
Su ağırlığı (g)	8.00	6.90	6.70	5.82	6.50
Kap Ağırlığı (g)	13.00	16.7	12.3	13.4	13.1
Kuru Numune (g)	23.80	19.50	17.70	29.7	30
% Su içeriği	33.6	35.4	37.9	19.6	21.7



Örnek No: CL-3

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNMEŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	23,526	a.) Kap+Yaş Numune	662.4	a.) Numune + Kap	1,284.6
b.) Kap	1,800	b.) Kap+Kuru Numune	626.4	b.) Kap	89.0
c.) Numune (a-b)	21,726	c.) Su ağırlığı (a-b)	36.0	c.) Numune (a-b)	1,195.6
d.) Kaba Kısım	2,836	d.) Kap (No.....)	123.7	d.) Kuru Numune (c x100)/(100+w)	1,115.7
e.) İnce Kısım	17,400	e. Kuru Numune (b-d)	502.7	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	19,073
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	16,237	w % Su içeriği: (c/e)x100	7.16		

Elek Açıklığı		ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)	(C) TOPLAM ELEKTEN GEÇEN (%)
İnç	mm				
3	75	0	0	0.0	100
2	50	0	0	0.0	100
1 1/2	37.5	0	0	0.0	100
1	25	696	696	3.6	96
3/4	19	1123	1819	9.5	90
3/8	9.5	2284	4103	21.5	78
No:4	4.75	1152	5255	27.6	72.4
		(D)	(E)	(F)	(G)
No:10	2.00	85.2	85.2	7.6	5.5
No:40	0.425	56.3	141.5	12.7	63
No:200	0.075	42.4	183.9	16.5	61

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	74	331	100	78	23
Vuruş Adedi	32	26	19	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	45.10	43.1	36.7	48.92	50.06
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	36.80	36.1	30	46.13	47.14
Su ağırlığı (g)	8.30	7.00	6.70	2.79	2.92
Kap Ağırlığı (g)	13.00	16.7	12.3	26.64	27.18
Kuru Numune (g)	23.80	19.40	17.70	19.49	19.96
% Su içeriği	34.9	36.1	37.9	14.3	14.6



Örnek No: CL-4

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	33,459	a.) Kap+Yaş Numune	450.0	a.) Numune + Kap	952.3
b.) Kap	1,800	b.) Kap+Kuru Numune	435.0	b.) Kap	76.3
c.) Numune (a-b)	31,659	c.) Su ağırlığı (a-b)	15.0	c.) Numune (a-b)	876.0
d.) Kaba Kısım	9,341	d.) Kap (No.....)	46.9	d.) Kuru Numune x100)/(100+w) (c)	843.4
e.) İnce Kısım	21,963	e. Kuru Numune (b-d)	388.1	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	30,487
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	21,146	w % Su içeriği: (c/e)x100	3.86		

Elek Açıklığı İnç mm	ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)		(C) TOPLAM ELEKTEN GEÇEN (%)
3 75	0	0	0.0		100
2 50	0	0	0.0		100
1 1/2 37.5	571	571	1.9		98
1 25	920	1491	4.9		95
3/4 19	1693	3184	10.4		90
3/8 9.5	2301	5485	18.0		82
No:4 4.75	3165	8650	28.4		71.6
	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
No:10 2.00	33.2	33.2	3.9	2.8	69
No:40 0.425	47.1	80.3	9.5	6.8	65
No:200 0.075	78.5	158.8	18.8	13.5	58

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	86	50	13	78	23
Vuruş Adedi	32	26	19	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	42.90	44.1	46.8	46.9	47.6
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	34.80	35.2	36.2	43.4	44.3
Su ağırlığı (g)	8.10	8.90	10.60	3.50	3.30
Kap Ağırlığı (g)	13.40	13	10.8	26.64	27.18
Kuru Numune (g)	21.40	22.20	25.40	16.76	17.12
% Su içeriği	37.9	40.1	41.7	20.9	19.3

Likit Limit



Örnek No: SC-1

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	-	a.) Kap+Yaş Numune	122.8	a.) Numune + Kap	-
b.) Kap		b.) Kap+Kuru Numune	115.6	b.) Kap	-
c.) Numune (a-b)	-	c.) Su ağırlığı (a-b)	7.2	c.) Numune (a-b)	500.0
d.) Kaba Kısım	4,035	d.) Kap (No.....)	16.2	d.) Kuru Numune x100)/(100+w)	466.2
e.) İnce Kısım	16,925	e. Kuru Numune (b-d)	99.4	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	19,817
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	15,782	w % Su içeriği: (c/e)x100	7.24		

Elek Açıklığı		ELEKTE	(A) TOPLAM	(B) TOPLAM		(C) TOPLAM
İnç	mm	KALAN (g)	ELEKTE KALAN (g)	ELEKTE KALAN (%)		ELEKTEN GEÇEN (%)
3	75	0	0	0.0		100
2	50	0	0	0.0		100
1 1/2	37.5	0	0	0.0		100
1	25	0	0	0.0		100
3/4	19	715	715	3.6		96
3/8	9.5	1820	2535	12.8		87
No:4	4.75	1500	4035	20.4		79.6
		(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
No:10	2.00	49.2	49.2	10.6	8.4	71
No:40	0.425	151.0	200.2	42.9	34.2	45
No:200	0.075	107.8	308.0	66.1	52.6	27

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	22	63	331	350	65
Vuruş Adedi	33	25	17	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	46.20	48.3	44.8	50.4	39.7
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	40.80	41.8	37.8	44.9	34.7
Su ağırlığı (g)	5.40	6.50	7.00	5.50	5.00
Kap Ağırlığı (g)	20.00	20.3	16.7	19.9	11.7
Kuru Numune (g)	20.80	21.50	21.10	25	23
% Su içeriği	26.0	30.2	33.2	22.0	21.7



Örnek No: SC-2

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNmüş NUMUNE	
a.) Numune + Kap	-	a.) Kap+Yaş Numune	93.8	a.) Numune + Kap	-
b.) Kap	-	b.) Kap+Kuru Numune	85.2	b.) Kap	-
c.) Numune (a-b)	-	c.) Su ağırlığı (a-b)	8.6	c.) Numune (a-b)	500.0
d.) Kaba Kısım	13,145	d.) Kap (No.....)	18.4	d.) Kuru Numune x100)/(100+w) (c)	443.0
e.) İnce Kısım	14,895	e. Kuru Numune (b-d)	66.8	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	26,341
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	13,196	w % Su içeriği: (c/e)x100	12.87		

Elek Açıklığı		ELEKTE	(A) TOPLAM	(B) TOPLAM	(C) TOPLAM
İnç	mm	KALAN (g)	ELEKTE KALAN (g)	ELEKTE KALAN (%)	ELEKTEN GEÇEN (%)
3	75	730	730	2.8	97
2	50	3450	4180	15.9	84
1 1/2	37.5	1065	5245	19.9	80
1	25	1575	6820	25.9	74
3/4	19	910	7730	29.3	71
3/8	9.5	2695	10425	39.6	60
No:4	4.75	2720	13145	49.9	50.1
		(D)	(E)	(F)	(G)
No:10	2.00	57.6	57.6	13.0	6.5
No:40	0.425	126.6	184.2	41.6	20.8
No:200	0.075	81.2	265.4	59.9	30.0

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	63	360	347	300	406
Vuruş Adedi	34	25	18	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	43.90	41.7	38	39.5	45.2
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	37.80	35.5	32	34	39.5
Su ağırlığı (g)	6.10	6.20	6.00	5.50	5.70
Kap Ağırlığı (g)	20.30	19.2	17	12.7	17.6
Kuru Numune (g)	17.50	16.30	15.00	21.3	21.9
% Su içeriği	34.9	38.0	40.0	25.8	26.0



Örnek No: SC-3

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	-	a.) Kap+Yaş Numune	123.6	a.) Numune + Kap	952.3
b.) Kap	-	b.) Kap+Kuru Numune	122.9	b.) Kap	76.3
c.) Numune (a-b)	-	c.) Su ağırlığı (a-b)	0.7	c.) Numune (a-b)	500.0
d.) Kaba Kısım	9,650	d.) Kap (No.....)	19.0	d.) Kuru Numune x100/(100+w) (c)	496.7
e.) İnce Kısım	13,040	e. Kuru Numune (b-d)	103.9	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	22,603
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	12,953	w % Su içeriği: (c/e)x100	0.67		

Elek Açıklığı		ELEKTE	(A) TOPLAM	(B) TOPLAM	(C) TOPLAM
İnç	mm	KALAN (g)	ELEKTE KALAN (g)	ELEKTE KALAN (%)	ELEKTEN GEÇEN (%)
3	75	630	630	2.8	97
2	50	1710	2340	10.4	90
1 1/2	37.5	1440	3780	16.7	83
1	25	1660	5440	24.1	76
3/4	19	810	6250	27.7	72
3/8	9.5	1920	8170	36.1	64
No:4	4.75	1480	9650	42.7	57.3
		(D)	(E)	(F)	(G)
No:10	2.00	56.4	56.4	11.4	6.5
No:40	0.425	146.8	203.2	40.9	23.4
No:200	0.075	87.7	290.9	58.6	24

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	57	33	2	406	54
Vuruş Adedi	32	24	20	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	37.90	40.8	44.5	40.2	46
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	32.80	34.9	38.7	36.7	42.6
Su ağırlığı (g)	5.10	5.90	5.80	2.79	3.40
Kap Ağırlığı (g)	13.80	14.9	19.7	17.6	24.9
Kuru Numune (g)	19.00	20.00	19.00	19.1	17.7
% Su içeriği	26.8	29.5	30.5	14.6	19.2



Örnek No: SC-4

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	-	a.) Kap+Yaş Numune	114.3	a.) Numune + Kap	-
b.) Kap	-	b.) Kap+Kuru Numune	112.3	b.) Kap	-
c.) Numune (a-b)	-	c.) Su ağırlığı (a-b)	2.0	c.) Numune (a-b)	500.0
d.) Kaba Kısım	8,795	d.) Kap (No.....)	19.8	d.) Kuru Numune (c x100)/(100+w)	489.4
e.) İnce Kısım	12,640	e. Kuru Numune (b-d)	92.5	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	21,167
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	12,372	w % Su içeriği: (c/e)x100	2.16		

Elek Açıklığı		ELEKTE	(A) TOPLAM	(B) TOPLAM		(C) TOPLAM	
İnç	mm	KALAN (g)	ELEKTE KALAN (g)	ELEKTE KALAN (%)		ELEKTEN GEÇEN (%)	
3	75	1320	1320	6.2		94	
2	50	1070	2390	11.3		89	
1 1/2	37.5	905	3295	15.6		84	
1	25	1040	4335	20.5		80	
3/4	19	1605	5940	28.1		72	
3/8	9.5	1340	7280	34.4		66	
No:4	4.75	1515	8795	41.5		58.5	
		(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	
No:10	2.00	59.8	59.8	12.2	7.1	51	
No:40	0.425	196.5	256.3	52.4	30.6	28	
No:200	0.075	44.9	301.2	61.5	36.0	22	

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	22	7	25	37	33
Vuruş Adedi	31	26	21	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	40.60	35.7	42	48.8	43.5
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	36.10	31.8	34.9	43.9	38.8
Su ağırlığı (g)	4.50	3.90	7.10	4.90	4.70
Kap Ağırlığı (g)	20.40	18.7	12	19.4	14.9
Kuru Numune (g)	15.70	13.10	22.90	24.5	23.9
% Su içeriği	28.7	29.8	31.0	20.0	19.7



Örnek No: SC-5

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	-	a.) Kap+Yaş Numune	1,124	a.) Numune + Kap	-
b.) Kap	-	b.) Kap+Kuru Numune	1,117	b.) Kap	-
c.) Numune (a-b)	-	c.) Su ağırlığı (a-b)	7.0	c.) Numune (a-b)	500.0
d.) Kaba Kısım	8,105	d.) Kap (No.....)	19.8	d.) Kuru Numune (c) x100)/(100+w)	496.0
e.) İnce Kısım	11,530	e. Kuru Numune (b-d)	1,097.2	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	19,562
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	11,457	w % Su içeriği: (c/e)x100	0.64		

Elek Açıklığı		ELEKTE	(A) TOPLAM	(B) TOPLAM		(C) TOPLAM	
İnç	mm	KALAN (g)	ELEKTE KALAN (g)	ELEKTE KALAN (%)		ELEKTEN GEÇEN (%)	
3	75	1700	1320	6.7		93	
2	50	1230	2550	13.0		87	
1 1/2	37.5	690	3240	16.6		83	
1	25	710	3950	20.2		80	
3/4	19	1300	5250	26.8		73	
3/8	9.5	1140	6390	32.7		67	
No:4	4.75	1335	7725	39.5		60.5	
		(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	
No:10	2.00	66.3	66.3	13.4	8.1	52	
No:40	0.425	144.5	210.8	42.5	25.7	35	
No:200	0.075	93.3	304.1	61.3	37.1	23	

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	56	5	10	99	27
Vuruş Adedi	29	26	22	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	46.90	54.7	55.2	40.1	41.5
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	40.20	46.9	47	36.7	37.9
Su ağırlığı (g)	6.70	7.80	8.20	3.40	3.60
Kap Ağırlığı (g)	15.60	19.5	19.8	19.1	19.7
Kuru Numune (g)	24.60	27.40	27.20	17.6	18.2
% Su içeriği	27.2	28.5	30.1	19.3	19.8



Örnek No: SC-6

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	-	a.) Kap+Yaş Numune	107.6	a.) Numune + Kap	-
b.) Kap	-	b.) Kap+Kuru Numune	94.2	b.) Kap	-
c.) Numune (a-b)	-	c.) Su ağırlığı (a-b)	13.4	c.) Numune (a-b)	500.0
d.) Kaba Kısım	8,300	d.) Kap (No.....)	18.4	d.) Kuru Numune x100)/(100+w)	424.9
e.) İnce Kısım	27,055	e. Kuru Numune (b-d)	75.8	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	31,291
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	22,991	w % Su içeriği: (c/e)x100	17.68		

Elek Açıklığı		ELEKTE	(A) TOPLAM	(B) TOPLAM	(C) TOPLAM
İnç	mm	KALAN (g)	ELEKTE KALAN (g)	ELEKTE KALAN (%)	ELEKTEN GEÇEN (%)
3	75	0	0	0.0	100
2	50	0	0	0.0	100
1 1/2	37.5	460	460	1.5	99
1	25	940	1400	4.5	96
3/4	19	550	1950	6.2	94
3/8	9.5	2790	4740	15.1	85
No:4	4.75	3560	8300	26.5	73.5
		(D)	(E)	(F)	(G)
No:10	2.00	43.4	43.4	10.2	7.5
No:40	0.425	73.4	116.8	27.5	53
No:200	0.075	43.2	160.0	37.7	46

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	10	8	85	47	66
Vuruş Adedi	32	24	17	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	59.20	54.8	59.6	48.3	47.5
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	49.20	45.4	48.9	42.3	41.4
Su ağırlığı (g)	9.90	10.00	10.90	6.00	6.10
Kap Ağırlığı (g)	19.80	18.6	19.9	20	19.1
Kuru Numune (g)	29.40	26.80	29.00	22.3	22.3
% Su içeriği	33.7	37.3	37.6	26.9	27.4



Örnek No: SC-7

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	43,000	a.) Kap+Yaş Numune	450.0	a.) Numune + Kap	952.3
b.) Kap	1,800	b.) Kap+Kuru Numune	435.0	b.) Kap	76.3
c.) Numune (a-b)	41,200	c.) Su ağırlığı (a-b)	15.0	c.) Numune (a-b)	876.0
d.) Kaba Kısım	16,200	d.) Kap (No.....)	46.9	d.) Kuru Numune x100)/(100+w) (c)	843.4
e.) İnce Kısım	24,963	e. Kuru Numune (b-d)	388.1	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	40,234
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	24,034	w % Su içeriği: (c/e)x100	3.86		

Elek Açıklığı İnç mm	ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)	(C) TOPLAM ELEKTEN GEÇEN (%)
3 75	0	0	0.0	100
2 50	0	0	0.0	100
1 1/2 37.5	567	567	1.4	99
1 25	384	951	2.4	98
3/4 19	1346	2297	5.7	94
3/8 9.5	2085	4382	10.9	89
No:4 4.75	1610	5992	14.9	85.1
	(D)	(E)	(F)	(G)
No:10 2.00	46.4	46.4	5.5	4.7
No:40 0.425	98.4	144.8	17.2	14.6
No:200 0.075	73.2	218.0	25.8	22.0
				(H)

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	22	7	25	37	33
Vuruş Adedi	31	26	21	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	39.70	35.7	42	48.8	43.5
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	35.80	31.8	34.9	43.9	38.8
Su ağırlığı (g)	3.90	3.90	7.10	4.90	4.70
Kap Ağırlığı (g)	20.40	18.7	12	19.4	14.9
Kuru Numune (g)	15.40	13.10	22.90	24.5	23.9
% Su içeriği	25.3	29.8	31.0	20.0	19.7



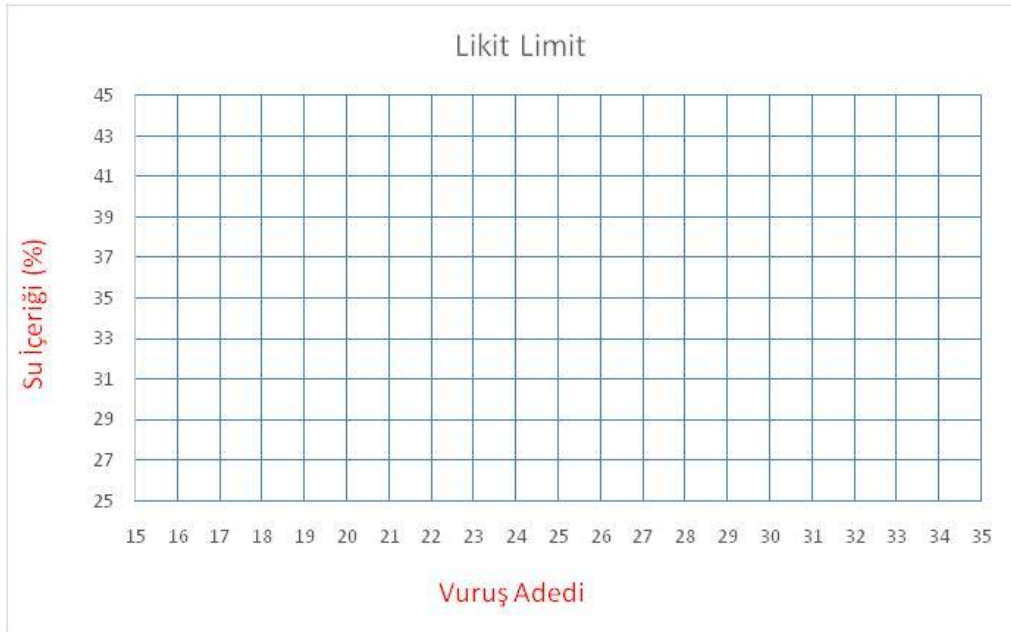
Örnek No: SM-1

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNmüş NUMUNE	
a.) Numune + Kap	-	a.) Kap+Yaş Numune	111.3	a.) Numune + Kap	-
b.) Kap	-	b.) Kap+Kuru Numune	94.1	b.) Kap	-
c.) Numune (a-b)	-	c.) Su ağırlığı (a-b)	17.2	c.) Numune (a-b)	500.0
d.) Kaba Kısım	785	d.) Kap (No.....)	20.1	d.) Kuru Numune x100)/(100+w) (c)	405.7
e.) İnce Kısım	27,450	e. Kuru Numune (b-d)	74.0	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	23,058
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	22,273	w % Su içeriği: (c/e)x100	23.24		

Elek Açıklığı		ELEKTE	(A) TOPLAM	(B) TOPLAM	(C) TOPLAM
İnç	mm	KALAN (g)	ELEKTE KALAN (g)	ELEKTE KALAN (%)	ELEKTEN GEÇEN (%)
3	75	100	0	0.0	100
2	50	100	100	0.4	100
1 1/2	37.5	100	200	0.9	99
1	25	100	300	1.3	99
3/4	19	45	345	1.5	99
3/8	9.5	150	495	2.1	98
No:4	4.75	590	1085	4.7	95.3
		(D)	(E)	(F)	(G)
No:10	2.00	39.2	39.2	9.7	9.2
No:40	0.425	122.0	161.2	39.7	57
No:200	0.075	150.2	311.4	76.8	22

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.					
Vuruş Adedi					
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)					
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)					
Su ağırlığı (g)					
Kap Ağırlığı (g)					
Kuru Numune (g)					
% Su içeriği					

N.P.

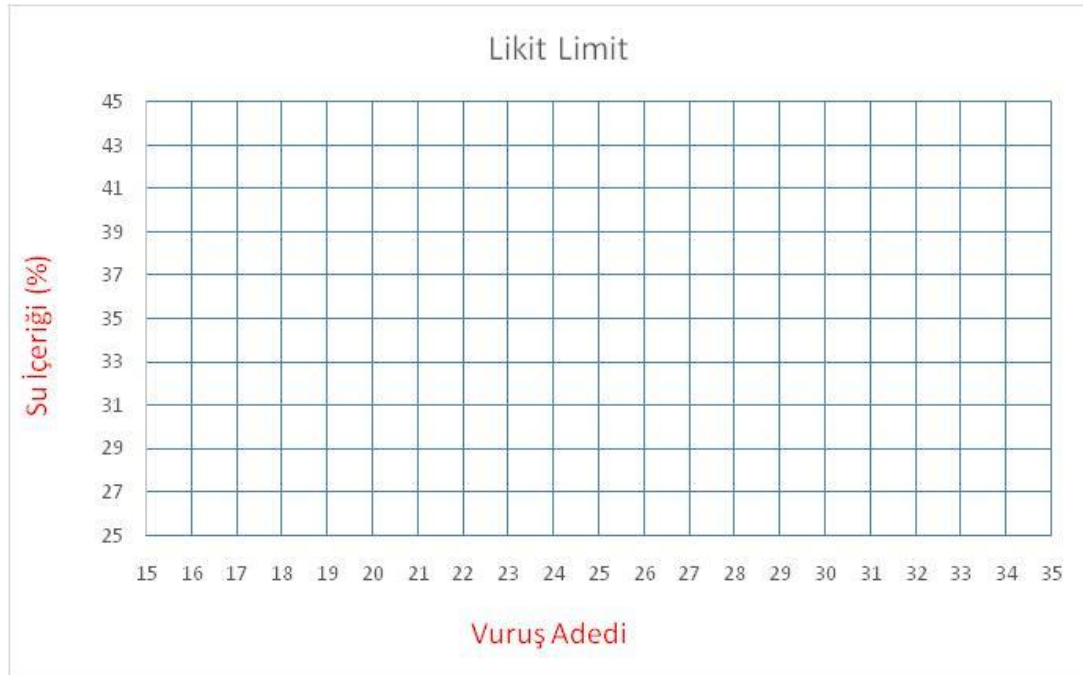


Örnek No: SM-2

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	-	a.) Kap+Yaş Numune	96.8	a.) Numune + Kap	-
b.) Kap	-	b.) Kap+Kuru Numune	86.0	b.) Kap	-
c.) Numune (a-b)	-	c.) Su ağırlığı (a-b)	10.8	c.) Numune (a-b)	500.0
d.) Kaba Kısım	4,365	d.) Kap (No.....)	19.5	d.) Kuru Numune x100)/(100+w) (c)	430.1
e.) İnce Kısım	21,435	e. Kuru Numune (b-d)	66.5	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	22,805
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	18,440	w % Su içeriği: (c/e)x100	16.24		

Elek Açıklığı	ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)	(C) TOPLAM ELEKTEN GEÇEN (%)
İnc mm				
3 75	0	0	0.0	100
2 50	505	505	2.2	98
1 1/2 37.5	225	730	3.2	97
1 25	355	1085	4.8	95
3/4 19	280	1365	6.0	94
3/8 9.5	1120	2485	10.9	89
No:4 4.75	1880	4365	19.1	80.9
	(D)	(E)	(F)	(G)
No:10 2.00	51.8	51.8	12.0	9.7
No:40 0.425	130.8	182.6	42.5	34.3
No:200 0.075	171.4	354.0	82.3	66.5
				(H)
				71
				47
				14

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.					
Vuruş Adedi					
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)					
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)					N.P.
Su ağırlığı (g)					
Kap Ağırlığı (g)					
Kuru Numune (g)					
% Su içeriği					

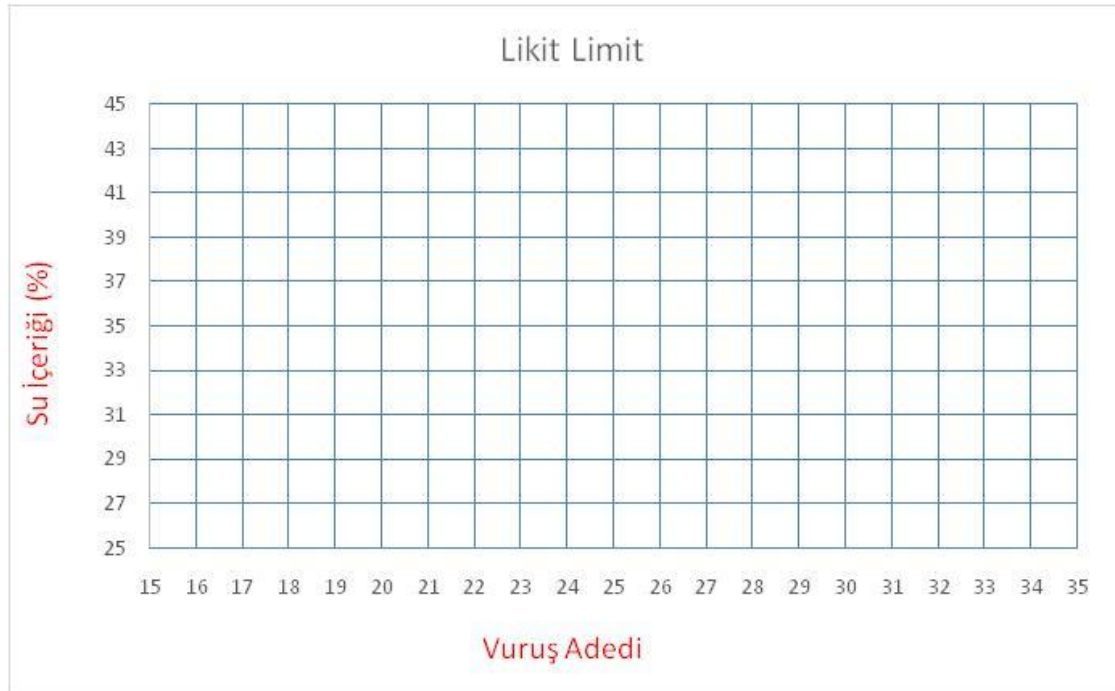


Örnek No: SM-3

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	-	a.) Kap+Yaş Numune	93.7	a.) Numune + Kap	-
b.) Kap	-	b.) Kap+Kuru Numune	86.4	b.) Kap	-
c.) Numune (a-b)	-	c.) Su ağırlığı (a-b)	7.3	c.) Numune (a-b)	500.0
d.) Kaba Kısım	3,920	d.) Kap (No.....)	17.0	d.) Kuru Numune (c x100)/(100+w)	452.4
e.) İnce Kısım	25,950	e. Kuru Numune (b-d)	69.4	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	27,400
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	23,480	w % Su içeriği: (c/e)x100	10.52		

Elek Açıklığı		ELEKTE	(A) TOPLAM	(B) TOPLAM	(C) TOPLAM
İnc	mm	KALAN (g)	ELEKTE KALAN (g)	ELEKTE KALAN (%)	ELEKTEN GEÇEN (%)
3	75	0	0	0.0	100
2	50	0	0	0.0	100
1 1/2	37.5	0	0	0.0	100
1	25	200	200	0.7	99
3/4	19	255	455	1.7	98
3/8	9.5	1190	1645	6.0	94
No:4	4.75	2275	3920	14.3	85.7
		(D)	(E)	(F)	(G)
No:10	2.00	61.6	61.6	13.6	11.7
No:40	0.425	203.8	265.4	58.7	35
No:200	0.075	117.0	382.4	84.5	13

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.					
Vuruş Adedi					
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)					
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)					
Su ağırlığı (g)					
Kap Ağırlığı (g)					
Kuru Numune (g)					
% Su içeriği					



Örnek No: SM-4

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	-	a.) Kap+Yaş Numune	131.4	a.) Numune + Kap	-
b.) Kap	-	b.) Kap+Kuru Numune	119.2	b.) Kap	-
c.) Numune (a-b)	-	c.) Su ağırlığı (a-b)	12.2	c.) Numune (a-b)	500.0
d.) Kaba Kısım	5,740	d.) Kap (No.....)	18.6	d.) Kuru Numune x100)/(100+w) (c)	445.9
e.) İnce Kısım	34,450	e. Kuru Numune (b-d)	100.6	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	36,464
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	30,724	w % Su içeriği: (c/e)x100	12.13		

Elek Açıklığı İnç mm	ELEKTE KALAN (g)	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN (g)	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN (%)	(C) TOPLAM ELEKTEN GEÇEN (%)
3 75	0	0	0.0	100
2 50	0	0	0.0	100
1 1/2 37.5	0	0	0.0	100
1 25	100	100	0.3	100
3/4 19	525	625	1.7	98
3/8 9.5	2180	2805	7.7	92
No:4 4.75	2935	5740	15.7	84.3
	(D)	(E)	(F)	(G)
No:10 2.00	44.0	44.0	9.9	8.3
No:40 0.425	75.6	119.6	26.8	22.6
No:200 0.075	91.4	211.0	47.3	39.9

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	57	33	2	406	54
Vuruş Adedi	32	25	20	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	37.90	40.8	44.5	40.2	46
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	32.80	34.9	38.7	29.7	42
Su ağırlığı (g)	5.10	5.90	5.80	2.79	4.00
Kap Ağırlığı (g)	13.80	14.9	19.7	17.6	24.9
Kuru Numune (g)	19.00	20.00	19.00	12.1	17.1
% Su içeriği	26.8	29.6	30.5	23.1	23.4



Örnek No: SM-5

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNÜMŞ NUMUNE	
a.) Numune + Kap	43,000	a.) Kap+Yaş Numune	450.0	a.) Numune + Kap	323.7
b.) Kap	1,800	b.) Kap+Kuru Numune	435.0	b.) Kap	76.3
c.) Numune (a-b)	41,200	c.) Su ağırlığı (a-b)	15.0	c.) Numune (a-b)	247.4
d.) Kaba Kısım	16,200	d.) Kap (No.....)	46.9	d.) Kuru Numune x100)/(100+w) (c)	238.2
e.) İnce Kısım	24,963	e. Kuru Numune (b-d)	388.1	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	40,234
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	24,034	w % Su içeriği: (c/e)x100	3.86		

Elek Açıklığı		ELEKTE	(A) TOPLAM	(B) TOPLAM	(C) TOPLAM
İnç	mm	KALAN (g)	ELEKTE KALAN (g)	ELEKTE KALAN (%)	ELEKTEN GEÇEN (%)
3	75	0	0	0.0	100
2	50	0	0	0.0	100
1 1/2	37.5	0	0	0.0	100
1	25	125	125	0.3	100
3/4	19	345	470	1.2	99
3/8	9.5	1562	2032	5.1	95
No:4	4.75	1234	3266	8.1	91.9
		(D)	(E)	(F)	(G)
No:10	2.00	44.2	44.2	18.6	75
No:40	0.425	76.4	120.6	50.6	45
No:200	0.075	53.6	174.2	73.1	27

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.	57	33	2	406	54
Vuruş Adedi	33	24	18	-	-
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)	41.90	43.8	47.5	39.2	46
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)	37.60	37.9	41.2	29.7	42
Su ağırlığı (g)	4.30	5.90	6.30	2.79	4.00
Kap Ağırlığı (g)	15.70	16.8	21.6	17.6	24.9
Kuru Numune (g)	21.90	21.10	19.60	12.1	17.1
% Su içeriği	19.6	28.0	32.1	21.0	21.2



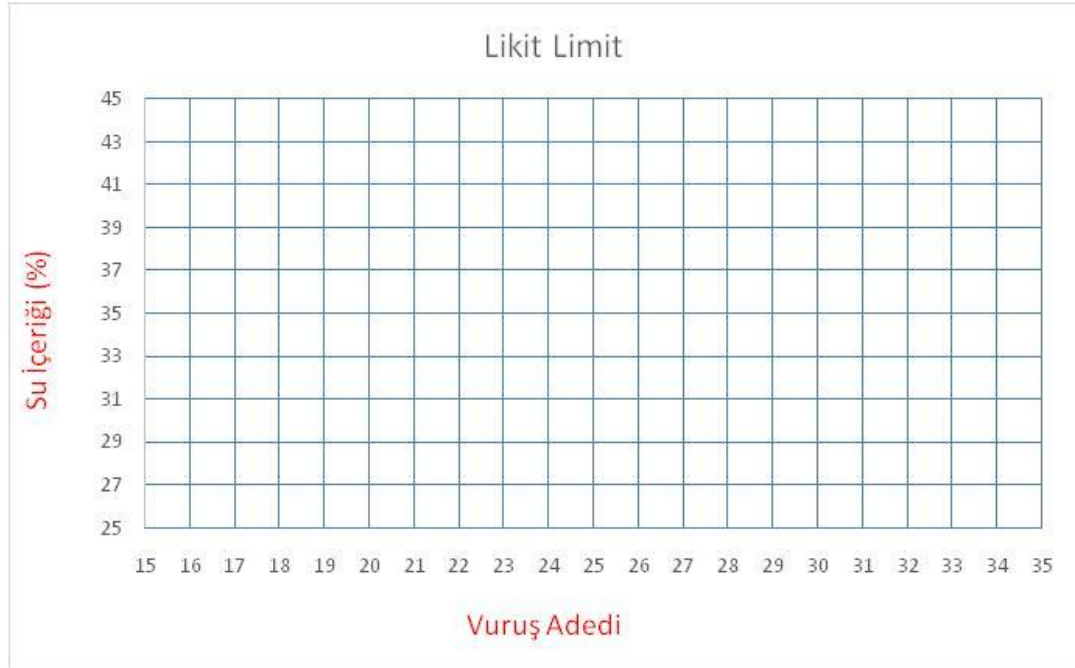
Örnek No: SM-6

I. TARTILAR		II. SU İÇERİĞİ TAYİNİ		III. No:4 DEN GEÇEN BÖLÜNmüş NUMUNE	
a.) Numune + Kap	43,000	a.) Kap+Yaş Numune	450.0	a.) Numune + Kap	952.3
b.) Kap	1,800	b.) Kap+Kuru Numune	435.0	b.) Kap	76.3
c.) Numune (a-b)	41,200	c.) Su ağırlığı (a-b)	15.0	c.) Numune (a-b)	876.0
d.) Kaba Kısım	16,200	d.) Kap (No.....)	46.9	d.) Kuru Numune x100)/(100+w) (c)	843.4
e.) İnce Kısım	24,963	e. Kuru Numune (b-d)	388.1	e.) Toplam Kuru Numune ağırlığı L = (1d+1f)	40,234
f.) Düzeltilmiş ince kısım = (ex100)/(100+w)	24,034	w % Su içeriği: (c/e)x100	3.86		

Elek Açıklığı		ELEKTE	(A) TOPLAM	(B) TOPLAM	(C) TOPLAM
İnç	mm	KALAN (g)	ELEKTE KALAN (g)	ELEKTE KALAN (%)	ELEKTEN GEÇEN (%)
3	75	0	0	0.0	100
2	50	187	187	0.5	100
1 1/2	37.5	571	758	1.9	98
1	25	1320	2078	5.2	95
3/4	19	1693	3771	9.4	91
3/8	9.5	2301	6072	15.1	85
No:4	4.75	5165	11237	27.9	72.1
		(D)	(E)	(F)	(G)
No:10	2.00	236.5	236.5	28.0	52
No:40	0.425	204.3	440.8	52.3	34
No:200	0.075	124.7	565.5	67.0	24

	L.L.	L.L.	L.L.	P.L.	P.L.
Kap No.					
Vuruş Adedi					
Kap+Yaş Numune ağırlığı (g)					
Kap+Kuru Numune ağırlığı (g)					
Su ağırlığı (g)					
Kap Ağırlığı (g)					
Kuru Numune (g)					
% Su içeriği					

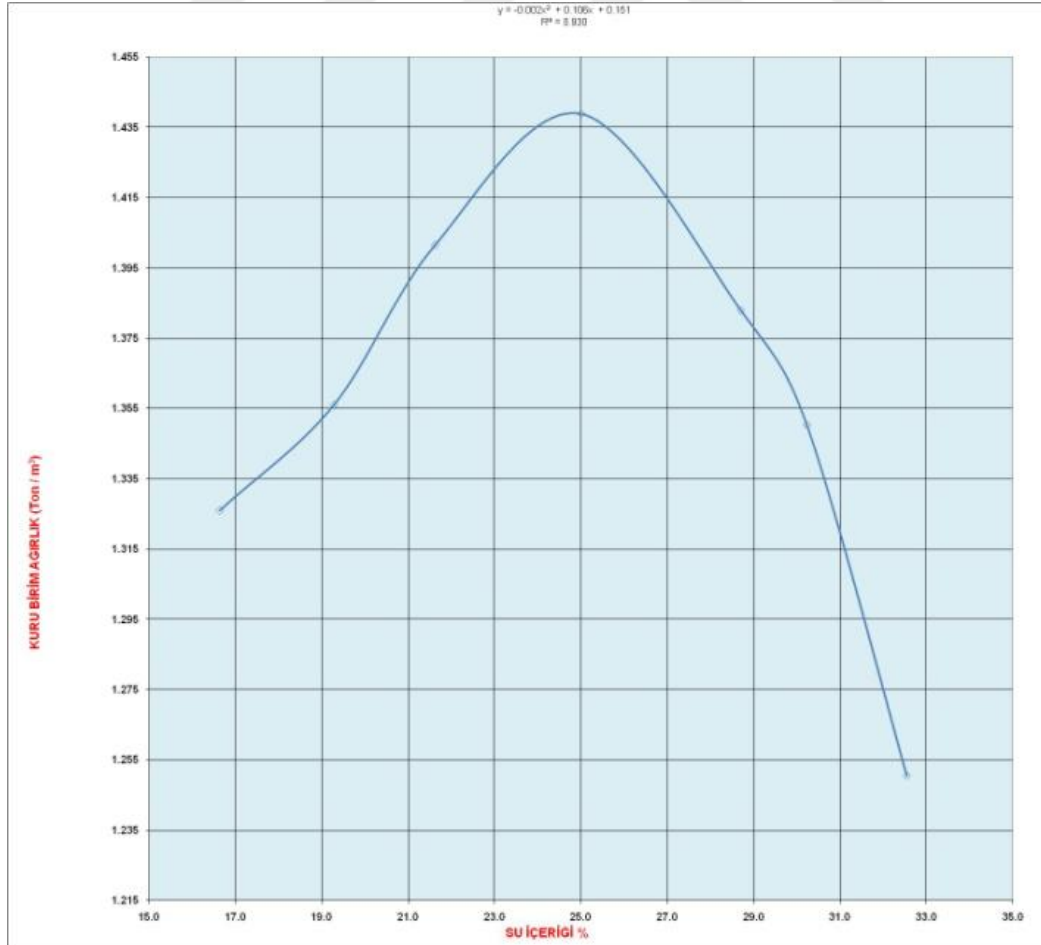
N.P.



EK-2. Standart Proktor Deney Sonuçları

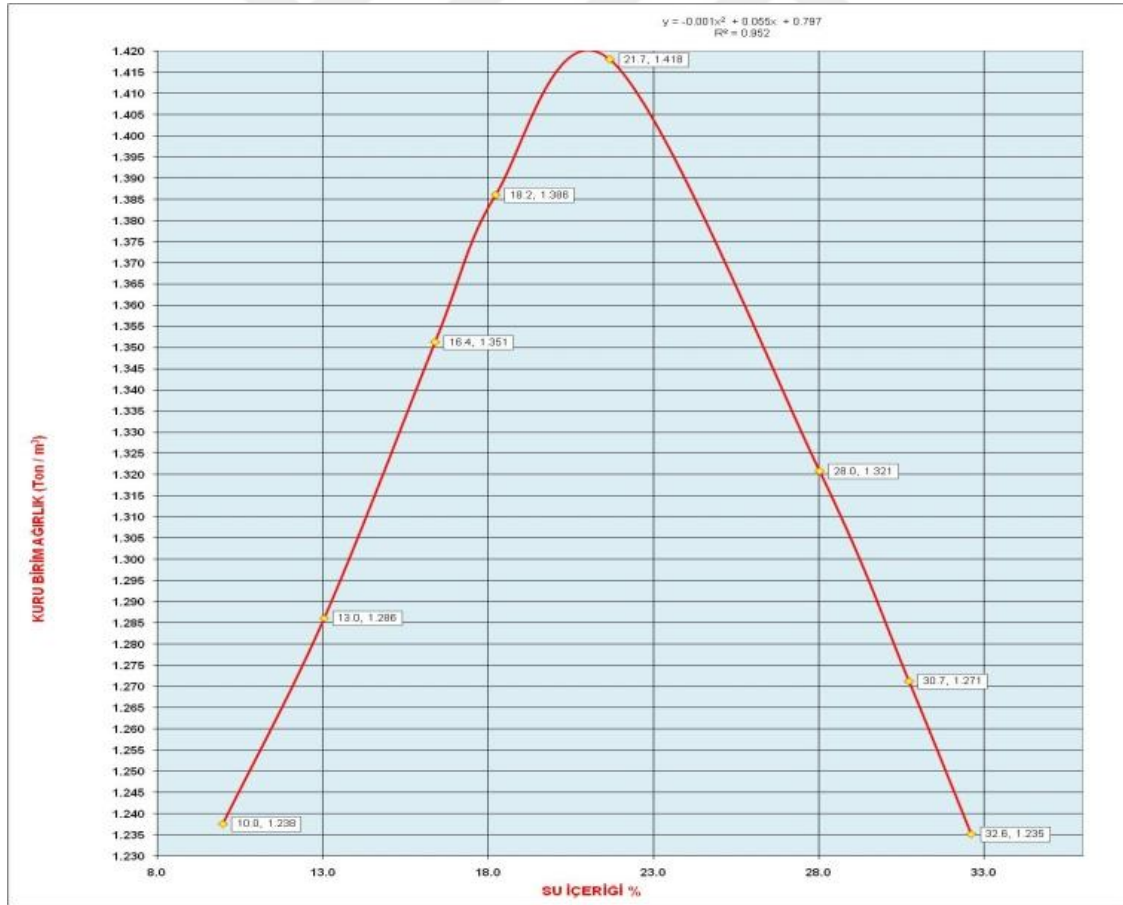
Örnek No: CH-1

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	5950	6100	6285	6485	6445	6400	6185
Kalığ Ağırlığı (W1) g	2665	2665	2665	2665	2665	2665	2665
Yaş Numune Ağırlığı g	3285	3435	3620	3820	3780	3735	3520
Kalıp Hacmi (V) cm ³	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.547	1.617	1.704	1.798	1.780	1.758	1.657
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.326	1.356	1.401	1.439	1.383	1.350	1.250
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI							
Kap Numarası	170	180	104	186	5	154	105
Kap Ağırlığı (W1) g	25.40	25.00	25.60	25.50	19.50	26.60	25.70
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	102.50	109.80	105.50	102.50	95.30	106.30	103.10
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	91.50	96.10	91.30	87.10	78.40	87.80	84.10
Su Ağırlığı g	11.0	13.7	14.2	15.4	16.9	18.5	19.0
Kuru Numune Ağırlığı g	66.1	71.1	65.7	61.6	58.9	61.2	58.4
Su içeriği %	16.6	19.3	21.6	25.0	28.7	30.2	32.5



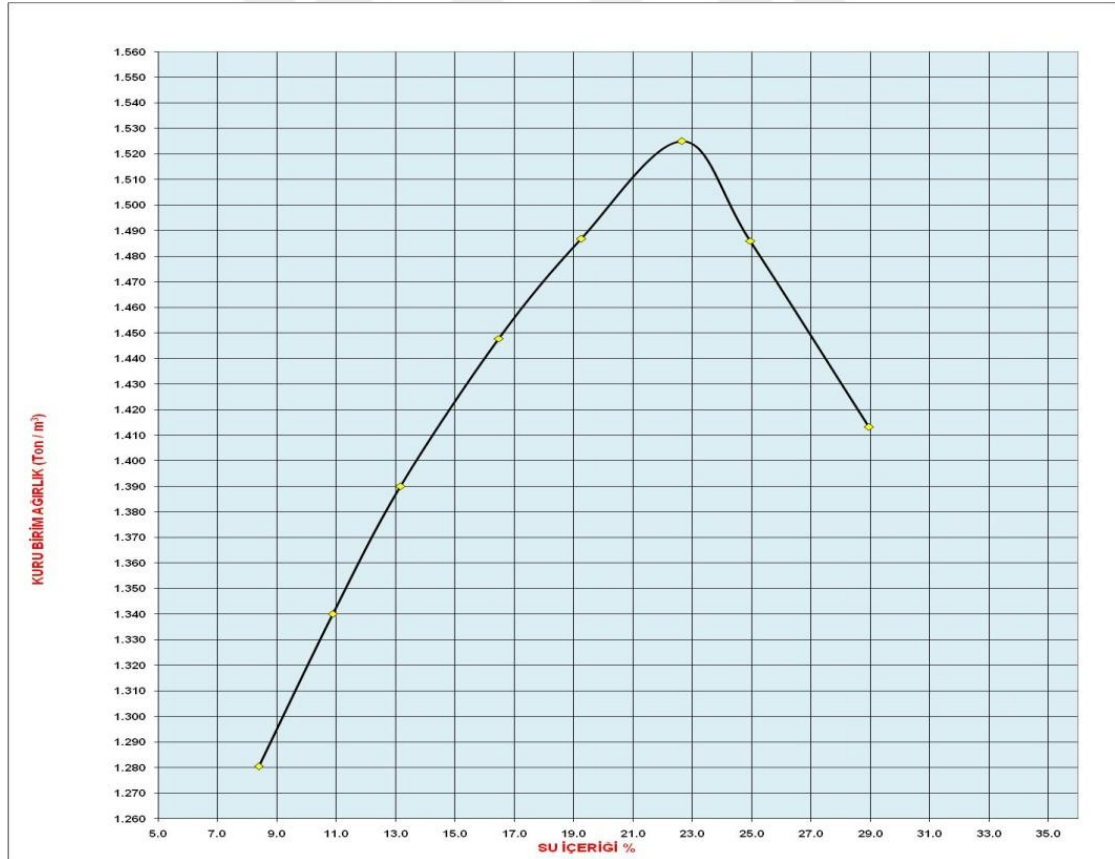
Örnek No: CH-2

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI								
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3155	3245	3360	3425	3510	3480	3455	3435
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877
Yaş Numune Ağırlığı g	1285	1374	1488	1552	1636	1605	1579	1558
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	945	946	947	948	949	950	951
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.361	1.454	1.573	1.639	1.726	1.691	1.662	1.638
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.238	1.286	1.351	1.386	1.418	1.321	1.271	1.235
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI								
Kap Numarası	11	66	37	32	29	47	10	361
Kap Ağırlığı (W1) g	16.20	19.10	19.30	19.20	20.10	11.20	19.80	19.20
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	96.60	89.30	84.02	99.60	103.10	73.30	83.60	82.20
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	89.30	81.20	74.90	87.20	88.30	59.70	68.60	66.70
Su Ağırlığı g	7.3	8.1	9.1	12.4	14.8	13.6	15.0	15.5
Kuru Numune Ağırlığı g	73.1	62.1	55.6	68.0	68.2	48.5	48.8	47.5
Su İçeriği %	10.0	13.0	16.4	18.2	21.7	28.0	30.7	32.6



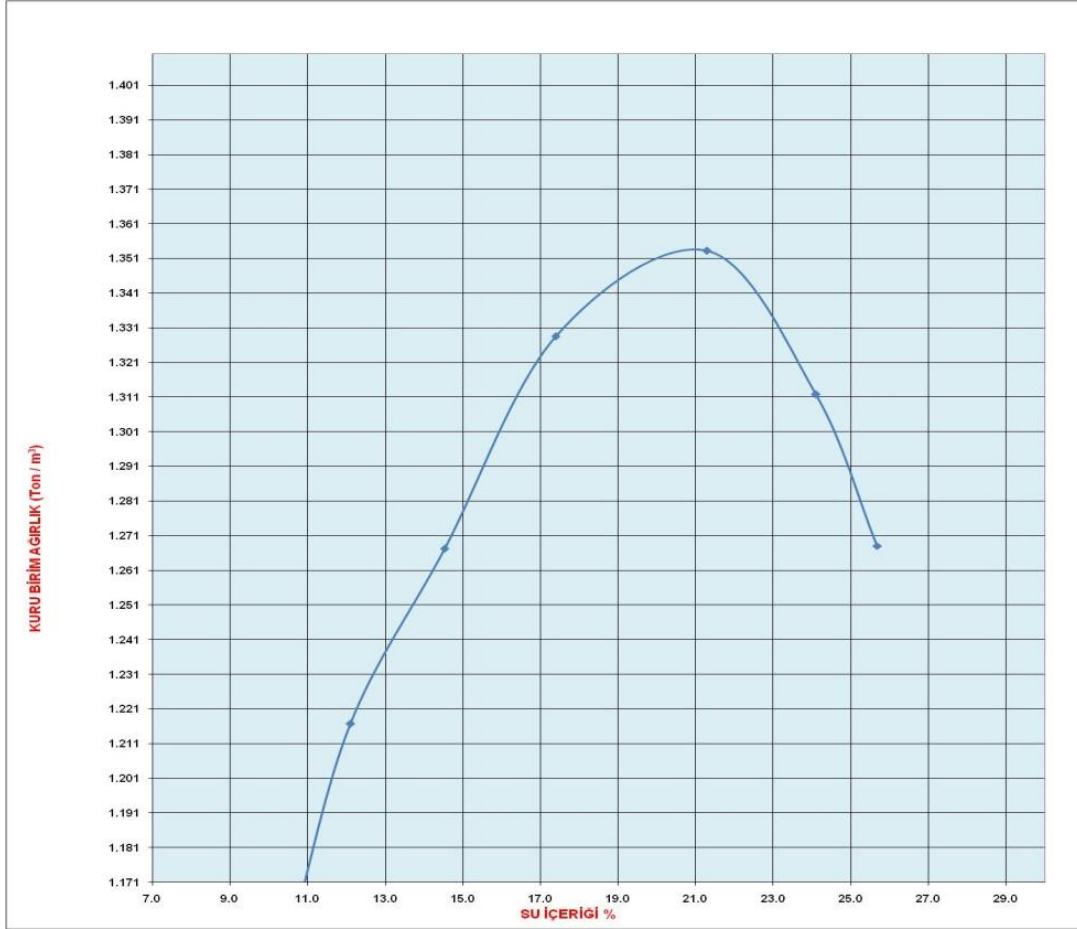
Örnek No: CH-3

KURU BİRİM AĞIRLIĞININ SAPTANMASI								
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3180	3275	3360	3470	3555	3650	3640	3610
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877
Yaş Numune Ağırlığı g	1310	1404	1488	1597	1681	1775	1764	1733
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	945	946	947	948	949	950	951
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.388	1.486	1.573	1.686	1.773	1.870	1.857	1.822
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.280	1.340	1.390	1.448	1.487	1.525	1.486	1.413
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI								
Kap Numarası	11	300	69	351	20	338	10	360
Kap Ağırlığı (W1) g	16.20	12.70	14.00	17.60	21.10	18.40	19.80	19.20
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	96.40	101.40	95.70	120.10	91.70	100.70	91.40	112.30
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	90.20	92.70	86.20	105.60	80.30	85.50	77.10	91.40
Su Ağırlığı g	6.2	8.7	9.5	14.5	11.4	15.2	14.3	20.9
Kuru Numune Ağırlığı g	74.0	80.0	72.2	88.0	59.2	67.1	57.3	72.2
Su içeriği %	8.4	10.9	13.2	16.5	19.3	22.7	25.0	28.9



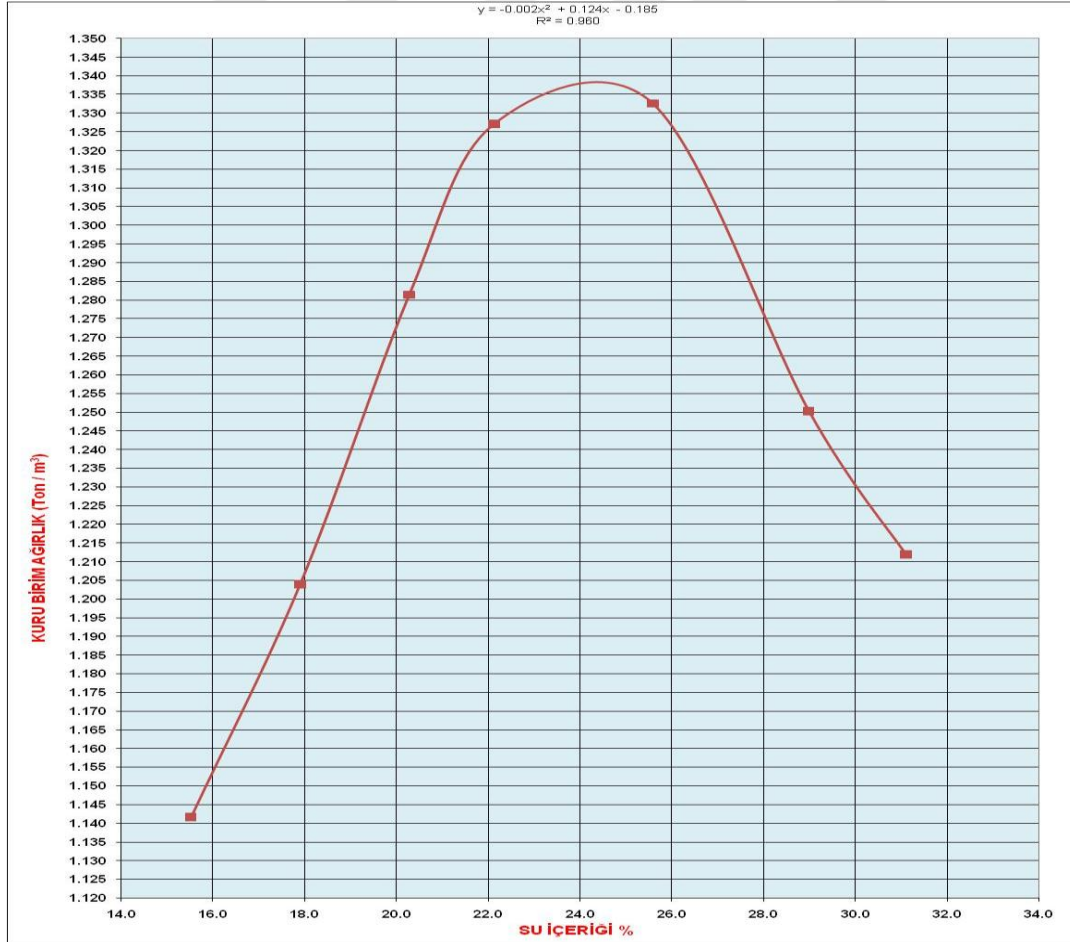
Örnek No: CH-4

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3075	3160	3245	3350	3430	3420	3390
Kalıf Ağırlığı (W1) g	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876
Yaş Numune Ağırlığı g	1205	1289	1373	1477	1556	1545	1514
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	945	946	947	948	949	950
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.276	1.364	1.451	1.560	1.641	1.628	1.594
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.155	1.217	1.267	1.329	1.353	1.312	1.268
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI							
Kap Numarası	66	37	32	29	42	74	74
Kap Ağırlığı (W1) g	19.10	19.30	19.20	20.10	13.40	13.40	13.40
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	89.30	83.20	99.60	103.10	99.40	99.90	101.00
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	82.60	76.30	89.40	90.80	84.30	83.10	83.10
Su Ağırlığı g	6.7	6.9	10.2	12.3	15.1	16.8	17.9
Kuru Numune Ağırlığı g	63.5	57.0	70.2	70.7	70.9	69.7	69.7
Su İçeriği %	10.6	12.1	14.5	17.4	21.3	24.1	25.7



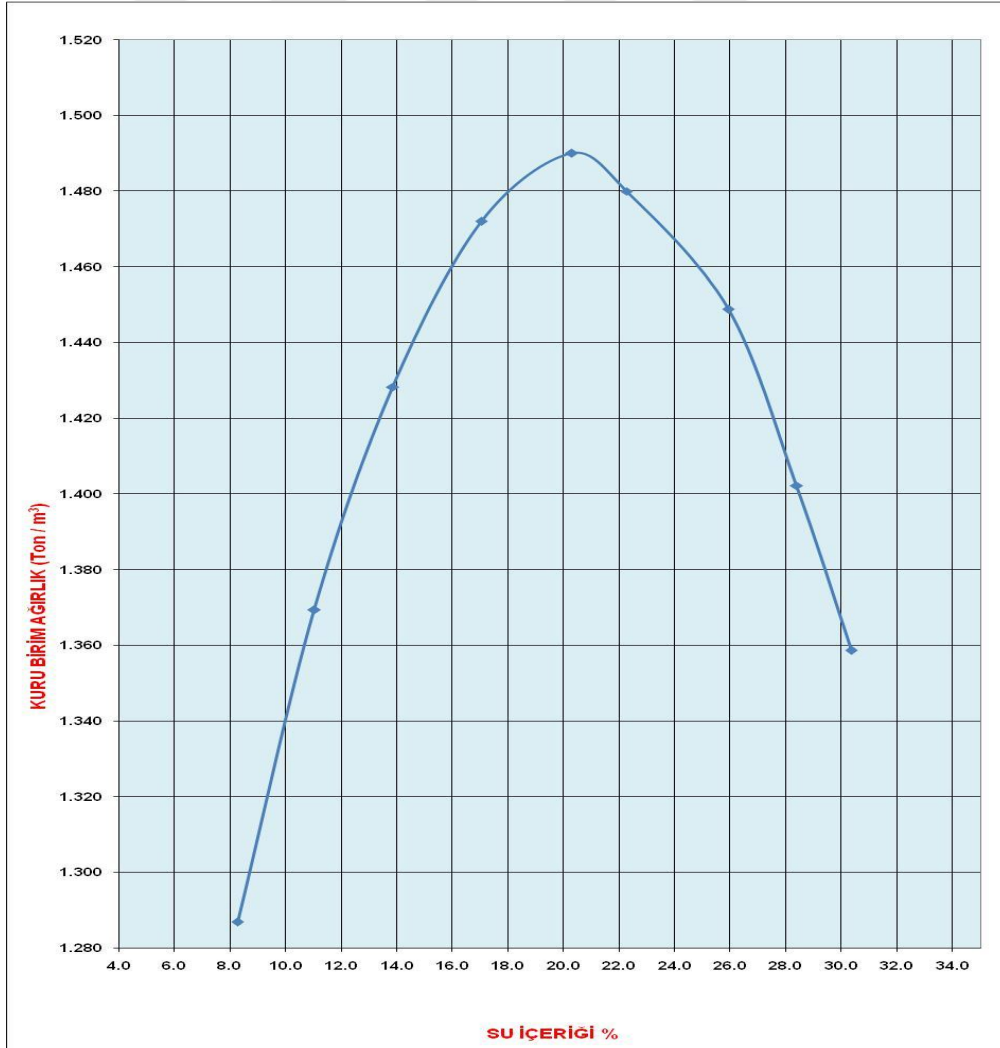
Örnek No: MH-1

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-		
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3110	3205	3320	3395	3445	3390	3370
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1865	1865	1865	1865	1865	1866	1867
Yaş Numune Ağırlığı g	1245	1340	1455	1530	1580	1524	1503
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	945	946
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.319	1.419	1.541	1.621	1.674	1.613	1.589
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.142	1.204	1.281	1.327	1.333	1.250	1.212
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI							
Kap Numarası	600	29	86	77	63	74	19
Kap Ağırlığı (W1) g	19.50	20.10	12.70	12.70	20.30	13.40	18.60
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	78.30	96.50	72.00	86.10	98.80	102.40	108.80
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	70.40	84.90	62.00	72.80	82.80	82.40	87.40
Su Ağırlığı g	7.9	11.6	10.0	13.3	16.0	20.0	21.4
Kuru Numune Ağırlığı g	50.9	64.8	49.3	60.1	62.5	69.0	68.8
Su İçeriği %	15.5	17.9	20.3	22.1	25.6	29.0	31.1



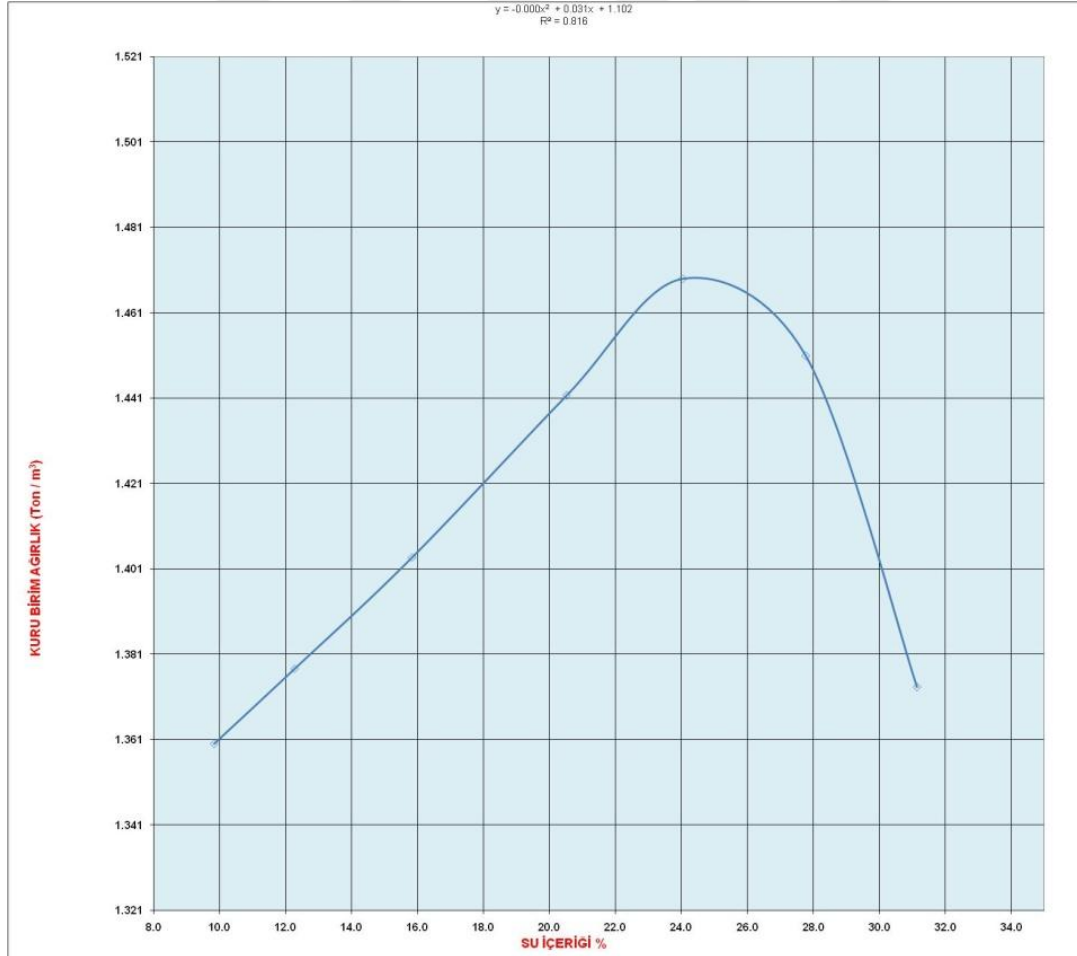
Örnek No: MH-2

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI									
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3180	3300	3400	3495	3585	3600	3590	3570	3545
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1865	1865	1865	1865	1865	1865	1866	1867	1868
Yaş Numune Ağırlığı g	1315	1435	1535	1630	1720	1735	1724	1703	1677
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	945	946	947
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.393	1.520	1.626	1.727	1.822	1.838	1.824	1.800	1.771
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.287	1.369	1.428	1.472	1.490	1.480	1.449	1.402	1.359
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI									
Kap Numarası	16	7	4	600	5	13	338	68	11
Kap Ağırlığı (W1) g	18.70	19.70	19.70	19.50	21.50	10.80	18.40	21.30	16.20
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	96.10	107.40	105.20	112.30	96.80	82.20	103.40	99.10	99.10
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	90.20	98.70	94.80	98.80	84.10	69.20	85.90	81.90	79.80
Su Ağırlığı g	5.9	8.7	10.4	13.5	12.7	13.0	17.5	17.2	19.3
Kuru Numune Ağırlığı g	71.5	79.0	75.1	79.3	62.6	58.4	67.5	60.6	63.6
Su İçeriği %	8.3	11.0	13.8	17.0	20.3	22.3	25.9	28.4	30.3



Örnek No: MH-3

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3275	3325	3400	3505	3585	3615	3565
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1865	1865	1865	1865	1865	1865	1865
Yaş Numune Ağırlığı g	1410	1460	1535	1640	1720	1750	1700
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	944
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.494	1.547	1.626	1.737	1.822	1.854	1.801
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.360	1.378	1.404	1.442	1.469	1.451	1.373
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI							
Kap Numarası	121	122	120	104	156	130	132
Kap Ağırlığı (W1) g	25.20	23.40	25.70	25.60	25.00	25.30	26.10
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	107.90	102.10	109.80	105.50	108.60	107.20	103.60
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	100.50	93.50	98.30	91.90	92.40	89.40	85.20
Su Ağırlığı g	7.4	8.6	11.5	13.6	16.2	17.8	18.4
Kuru Numune Ağırlığı g	75.3	70.1	72.6	66.3	67.4	64.1	59.1
Su İçeriği %	9.8	12.3	15.8	20.5	24.0	27.8	31.1



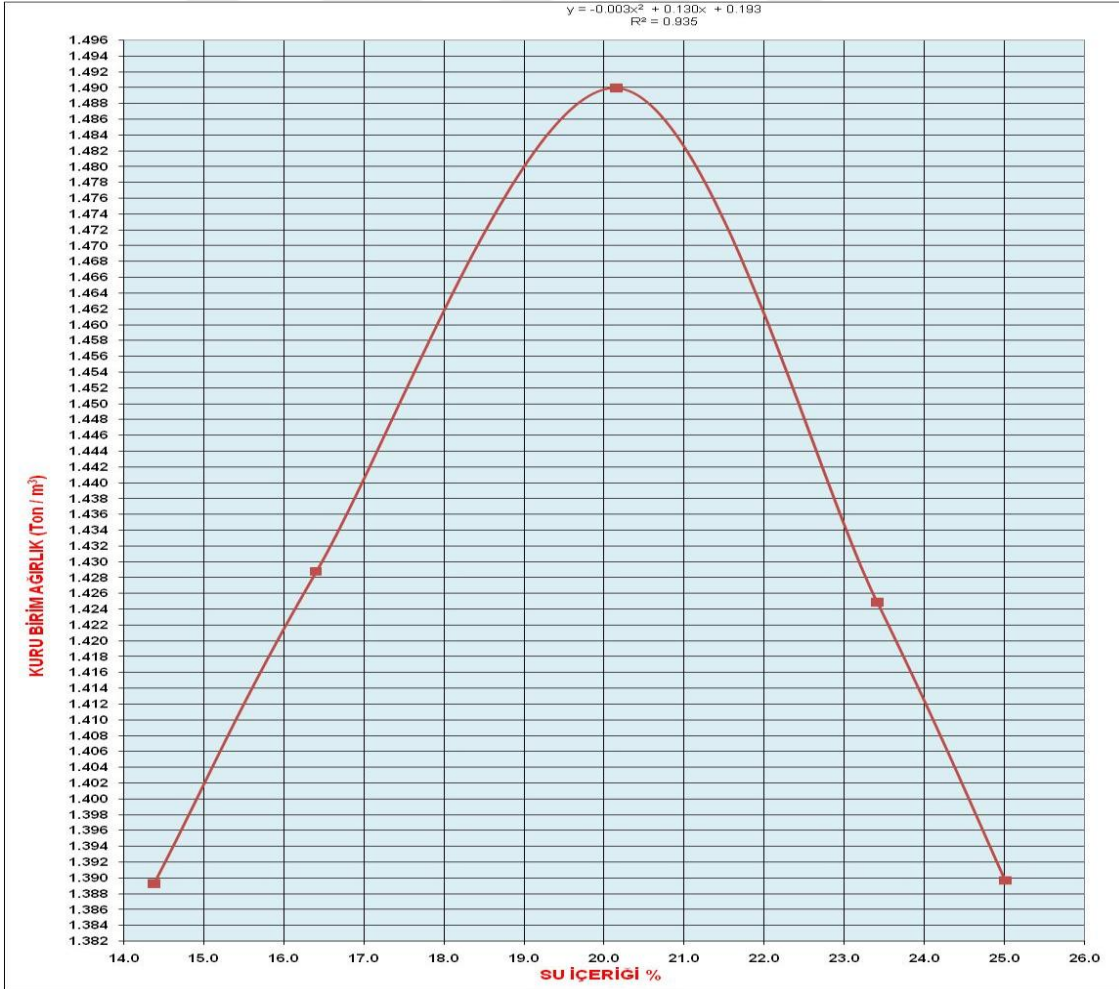
Örnek No: MH-4

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-		
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3150	3285	3350	3420	3480	3450	3430
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1865	1865	1865	1865	1865	1865	1866
Yaş Numune Ağırlığı g	1285	1420	1485	1555	1615	1585	1564
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	945
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.361	1.504	1.573	1.647	1.711	1.679	1.655
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.246	1.344	1.382	1.403	1.426	1.355	1.303
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI							
Kap Numarası	159	120	117	127	141	170	119
Kap Ağırlığı (W1) g	25.80	25.70	24.70	25.60	28.30	25.40	25.50
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	93.10	105.70	117.60	107.10	100.90	98.50	97.90
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	87.40	97.20	106.30	95.00	88.80	84.40	82.50
Su Ağırlığı g	5.7	8.5	11.3	12.1	12.1	14.1	15.4
Kuru Numune Ağırlığı g	61.6	71.5	81.6	69.4	60.5	59.0	57.0
Su İçeriği %	9.3	11.9	13.8	17.4	20.0	23.9	27.0



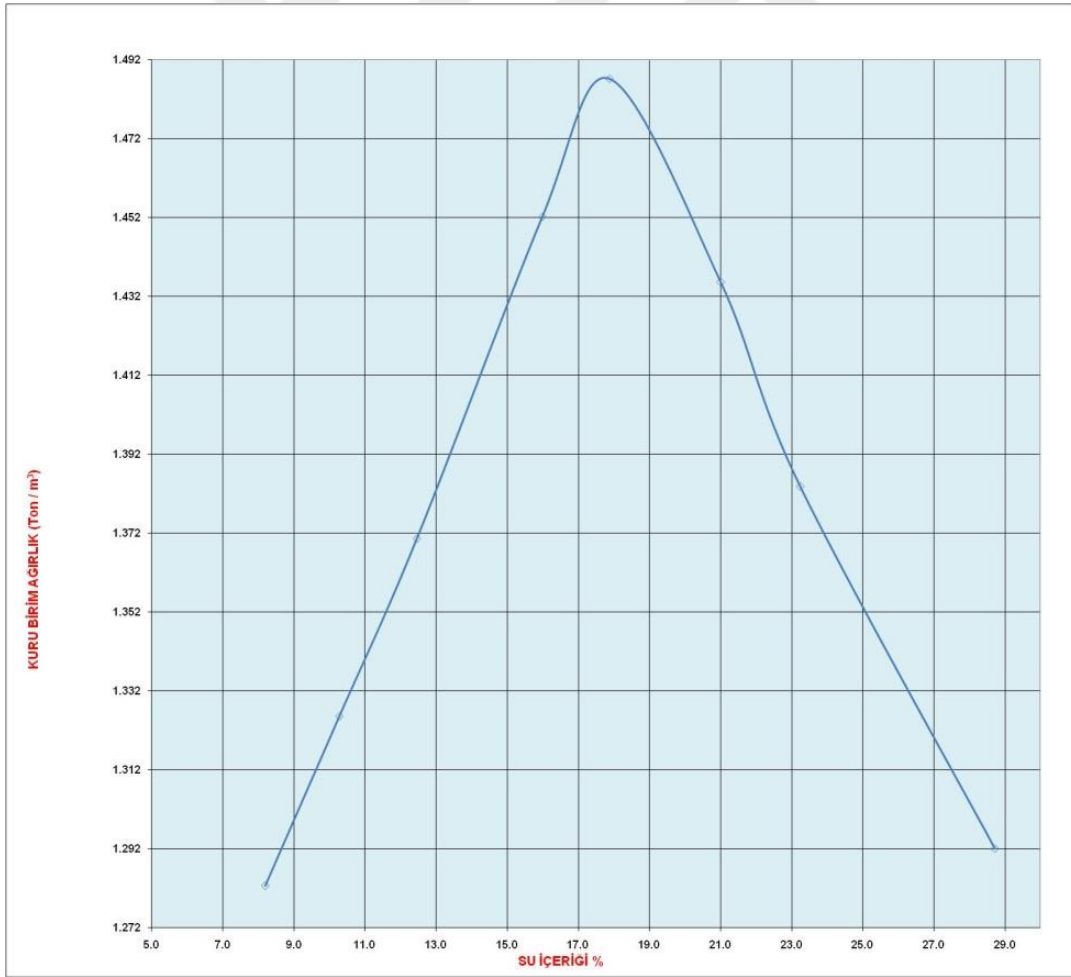
Örnek No: CL-1

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI									
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5				
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-				
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3365	3435	3555	3525	3505				
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1865	1865	1865	1865	1865				
Yaş Numune Ağırlığı g	1500	1570	1690	1660	1640				
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944				
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.589	1.663	1.790	1.758	1.737				
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.389	1.429	1.490	1.425	1.390				
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI									
Kap Numarası	77	7	69	20	600				
Kap Ağırlığı (W1) g	12.70	18.70	14.00	21.10	19.50				
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	81.90	100.30	89.70	91.20	93.76				
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	73.20	88.80	77.00	77.90	78.90				
Su Ağırlığı g	8.7	11.5	12.7	13.3	14.9				
Kuru Numune Ağırlığı g	60.5	70.1	63.0	56.8	59.4				
Su içeriği %	14.4	16.4	20.2	23.4	25.0				



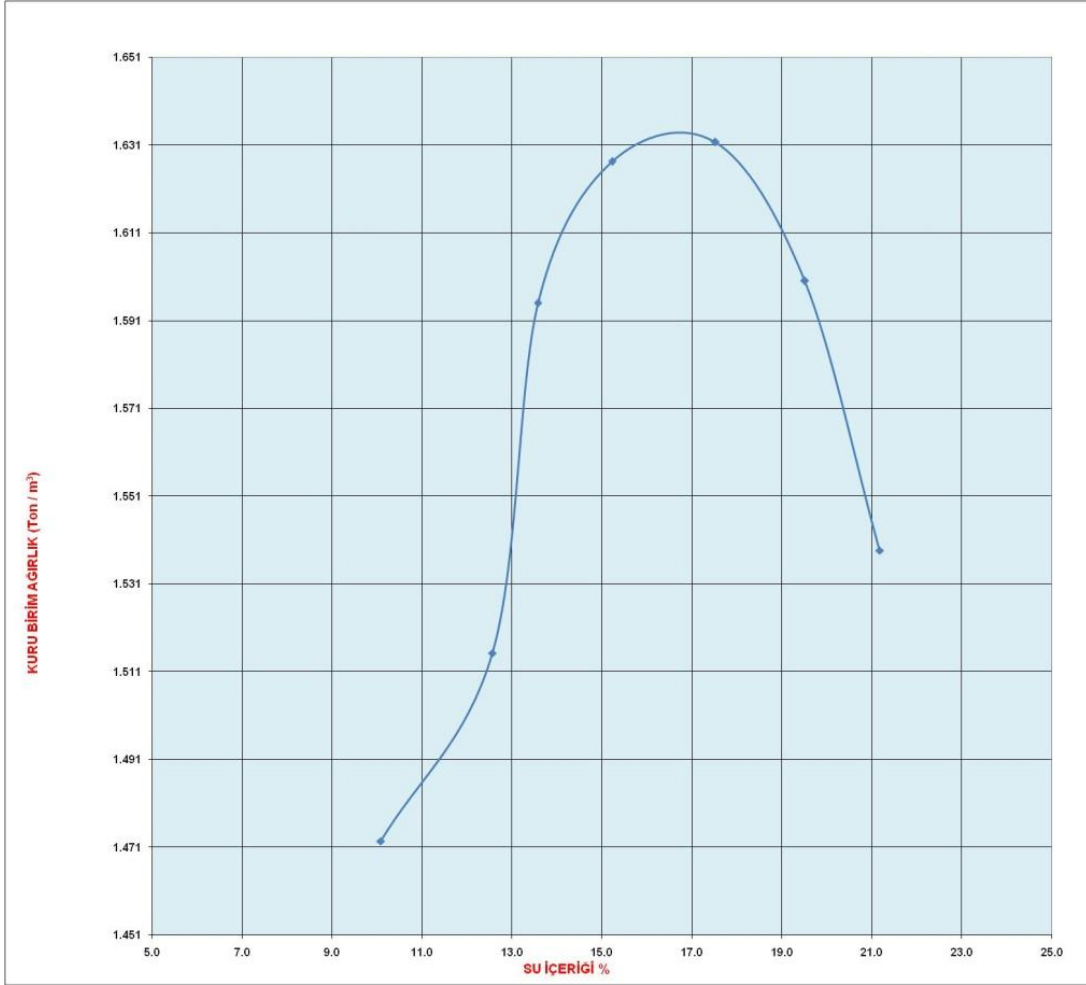
Örnek No: CL-2

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI								
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3180	3250	3325	3460	3525	3510	3480	3440
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870
Yaş Numune Ağırlığı g	1310	1380	1455	1590	1655	1640	1610	1570
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	944	944
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.388	1.462	1.541	1.684	1.753	1.737	1.706	1.663
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.283	1.326	1.371	1.452	1.487	1.436	1.384	1.292
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI								
Kap Numarası	175	116	112	106	128	11	105	133
Kap Ağırlığı (W1) g	25.80	24.90	26.10	26.00	24.60	16.20	25.70	28.10
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	85.20	88.20	94.70	113.80	114.90	102.00	103.10	124.90
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	80.70	82.30	87.10	101.70	101.20	87.10	88.50	103.30
Su Ağırlığı g	4.5	5.9	7.6	12.1	13.7	14.9	14.6	21.6
Kuru Numune Ağırlığı g	54.9	57.4	61.0	75.7	76.6	70.9	62.8	75.2
Su içeriği %	8.2	10.3	12.5	16.0	17.9	21.0	23.2	28.7



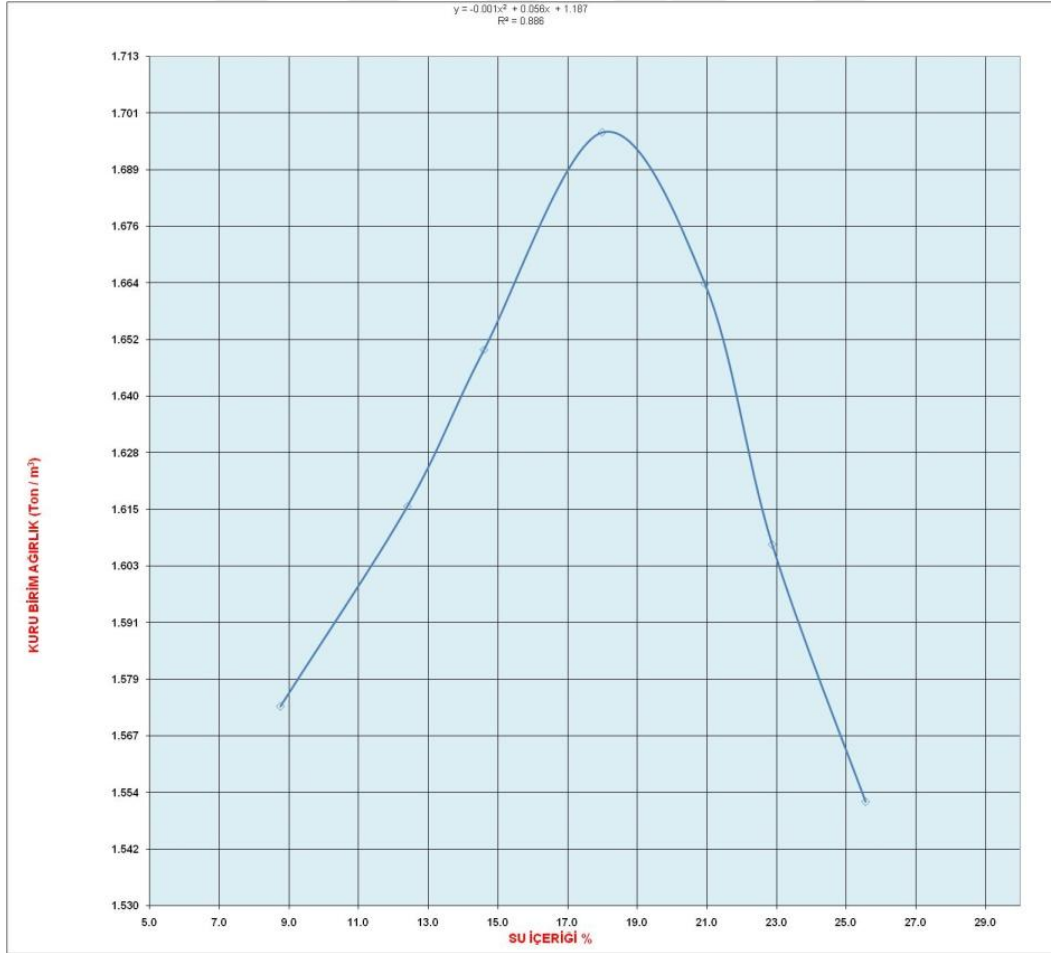
Örnek No: CL-3

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI									
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7		
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-		
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3400	3480	3580	3640	3680	3675	3630		
Kalıf Ağırlığı (W1) g	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870		
Yaş Numune Ağırlığı g	1530	1610	1710	1770	1810	1805	1760		
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	944		
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.621	1.706	1.811	1.875	1.917	1.912	1.864		
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.472	1.515	1.595	1.627	1.632	1.600	1.539		
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI									
Kap Numarası	11	118	116	162	105	175	116		
Kap Ağırlığı (W1) g	16.20	25.60	24.90	25.60	25.70	25.80	24.90		
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	115.60	143.00	129.50	141.40	143.80	131.80	136.50		
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	106.50	129.90	117.00	126.10	126.20	114.50	117.00		
Su Ağırlığı g	9.1	13.1	12.5	15.3	17.6	17.3	19.5		
Kuru Numune Ağırlığı g	90.3	104.3	92.1	100.5	100.5	88.7	92.1		
Su İçeriği %	10.1	12.6	13.6	15.2	17.5	19.5	21.2		



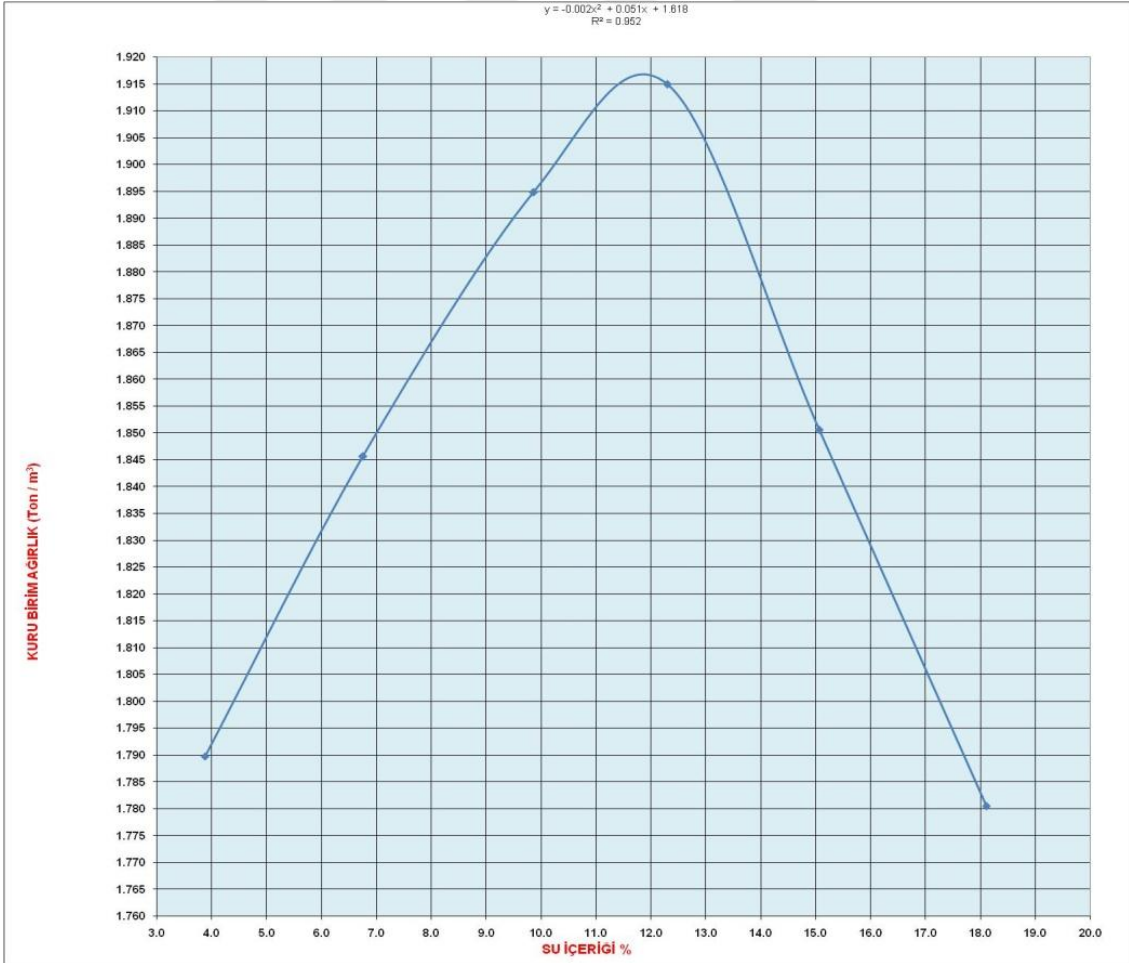
Örnek No: CL-4

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3480	3580	3650	3755	3765	3730	3705
Kalıf Ağırlığı (W1) g	1865	1865	1865	1865	1865	1865	1865
Yaş Numune Ağırlığı g	1615	1715	1785	1890	1900	1865	1840
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	944
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.711	1.817	1.891	2.002	2.013	1.976	1.949
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.573	1.616	1.650	1.697	1.664	1.608	1.552
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI							
Kap Numarası	120	137	145	56	170	173	132
Kap Ağırlığı (W1) g	25.70	24.20	25.30	15.60	25.40	25.50	25.50
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	134.90	123.80	120.20	94.90	126.40	131.30	103.60
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	126.10	112.80	108.10	82.80	108.90	111.60	87.70
Su Ağırlığı g	8.8	11.0	12.1	12.1	17.5	19.7	15.9
Kuru Numune Ağırlığı g	100.4	88.6	82.8	67.2	83.5	86.1	62.2
Su İçeriği %	8.8	12.4	14.6	18.0	21.0	22.9	25.6



Örnek No: SC-1

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI						
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3625	3730	3835	3900	3880	3855
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1870	1870	1870	1870	1870	1870
Yaş Numune Ağırlığı g	1755	1860	1965	2030	2010	1985
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.859	1.970	2.082	2.150	2.129	2.103
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.790	1.846	1.895	1.915	1.851	1.780
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI						
Kap Numarası	4	79	3	99	32	7
Kap Ağırlığı (W1) g	19.70	19.70	19.30	19.10	19.20	19.70
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	143.00	128.70	112.90	129.60	117.00	113.00
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	138.40	121.80	104.50	117.50	104.20	98.70
Su Ağırlığı g	4.6	6.9	8.4	12.1	12.8	14.3
Kuru Numune Ağırlığı g	118.7	102.1	85.2	98.4	85.0	79.0
Su İçeriği %	3.9	6.8	9.9	12.3	15.1	18.1



Örnek No: SC-2

KURU BİRİM AĞIRLIĞININ SAPTANMASI							
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3410	3515	3598	3690	3795	3795	3770
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1871
Yaş Numune Ağırlığı g	1540	1645	1728	1820	1925	1925	1899
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	945
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.631	1.743	1.831	1.928	2.039	2.039	2.010
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.566	1.643	1.700	1.763	1.827	1.799	1.739
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI							
Kap Numarası	69	10	338	16	69	31	480
Kap Ağırlığı (W1) g	12.90	19.80	18.40	18.70	14.00	19.50	19.10
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	93.20	116.40	122.50	108.60	113.80	108.60	105.90
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	90.00	110.90	115.10	100.90	103.40	98.10	94.20
Su Ağırlığı g	3.2	5.5	7.4	7.7	10.4	10.5	11.7
Kuru Numune Ağırlığı g	77.1	91.1	96.7	82.2	89.4	78.6	75.1
Su İçeriği %	4.2	6.0	7.7	9.4	11.6	13.4	15.6



Örnek No: SC-3

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI									
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	25	25	25
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3550	3660	3775	3890	3875	3820			
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1870	1870	1870	1870	1870	1870			
Yaş Numune Ağırlığı g	1680	1790	1905	2020	2005	1950			
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944			
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.780	1.896	2.018	2.140	2.124	2.066			
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.709	1.779	1.846	1.906	1.858	1.762			
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI									
Kap Numarası	55	331	47	65	89	33			
Kap Ağırlığı (W1) g	21.10	16.80	20.00	11.70	16.40	16.70			
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	131.20	104.50	101.90	131.40	136.90	81.30			
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	126.80	99.10	94.90	118.30	121.80	71.80			
Su Ağırlığı g	4.4	5.4	7.0	13.1	15.1	9.5			
Kuru Numune Ağırlığı g	105.7	82.3	74.9	106.6	105.4	55.1			
Su İçeriği %	4.2	6.6	9.3	12.3	14.3	17.2			



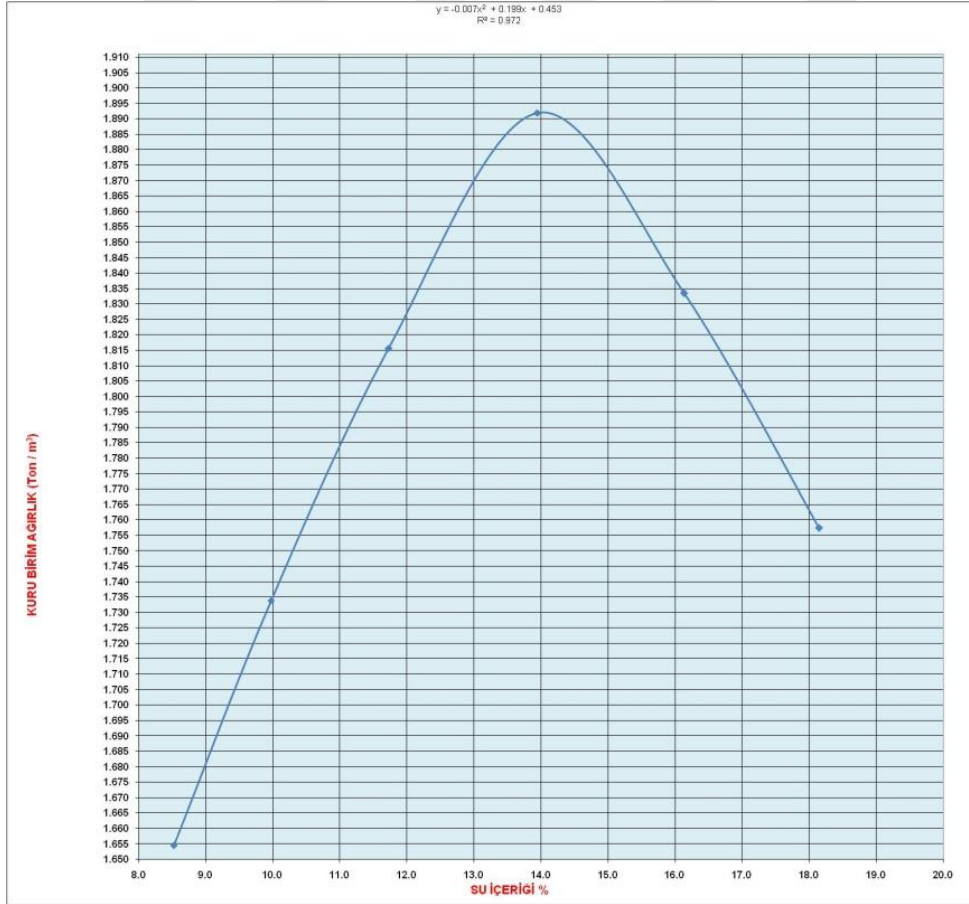
Örnek No: SC-4

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI						
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3530	3630	3750	3875	3845	3805
Kalıp Ağırlığı (W1) g	1870	1870	1870	1870	1870	1870
Yaş Numune Ağırlığı g	1660	1760	1880	2005	1975	1935
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.758	1.864	1.992	2.124	2.092	2.050
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.681	1.747	1.827	1.883	1.812	1.735
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI						
Kap Numarası	77	57	7	63	4	66
Kap Ağırlığı (W1) g	12.6	13.8	18.7	12.9	19.7	19.1
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	130.7	107.4	118.1	86.1	115.4	100.6
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	125.5	101.5	109.9	77.8	102.6	88.1
Su Ağırlığı g	5.2	5.9	8.2	8.3	12.8	12.5
Kuru Numune Ağırlığı g	112.9	87.7	91.2	64.9	82.9	69.0
Su İçeriği %	4.6	6.7	9.0	12.8	15.4	18.1



Örnek No: SC-5

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI						
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3565	3670	3785	3905	3880	3830
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1870	1870	1870	1870	1870	1870
Yaş Numune Ağırlığı g	1695	1800	1915	2035	2010	1960
Kalıp Hacmi (V) cm3	944	944	944	944	944	944
Yaş Birim Ağırlığı t/m3	1.796	1.907	2.029	2.156	2.129	2.076
Kuru Birim Ağırlığı t/m3	1.655	1.734	1.816	1.892	1.833	1.757
SU						
Kap Numarası	99	33	26	5	48	27
Kap Ağırlığı (W1) g	19.1	19.9	19.5	19.5	12.1	19.5
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	142.6	113.6	121.4	124.9	92.7	124.3
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	132.9	105.1	110.7	112.0	81.5	108.2
Su Ağırlığı g	9.7	8.5	10.7	12.9	11.2	16.1
Kuru Numune Ağırlığı g	113.8	85.2	91.2	92.5	69.4	88.7
Su İçeriği %	8.5	10.0	11.7	13.9	16.1	18.2



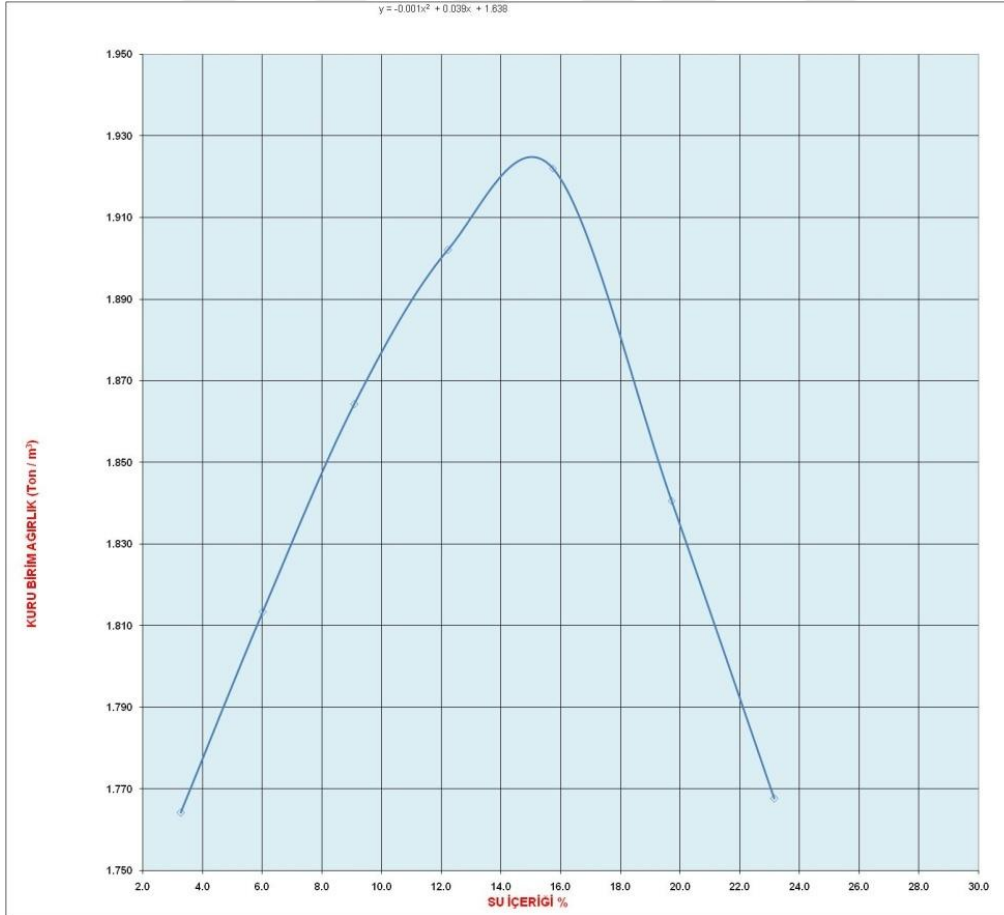
Örnek No: SC-6

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI								
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-	
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3430	3535	3640	3745	3835	3820	3800	
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1871	
Yaş Numune Ağırlığı g	1560	1665	1770	1875	1965	1950	1929	
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	945	
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.653	1.764	1.875	1.986	2.082	2.066	2.041	
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.560	1.623	1.688	1.742	1.784	1.709	1.656	
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI								
Kap Numarası	22	69	10	57	500	29	7	
Kap Ağırlığı (W1) g	20.90	14.00	19.80	13.80	24.80	20.10	18.70	
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	120.50	108.10	117.30	95.00	100.30	98.20	117.70	
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	114.90	100.60	107.60	85.00	89.50	84.70	99.00	
Su Ağırlığı g	5.6	7.5	9.7	10.0	10.8	13.5	18.7	
Kuru Numune Ağırlığı g	94.0	86.6	87.8	71.2	64.7	64.6	80.3	
Su içeriği %	6.0	8.7	11.0	14.0	16.7	20.9	23.3	



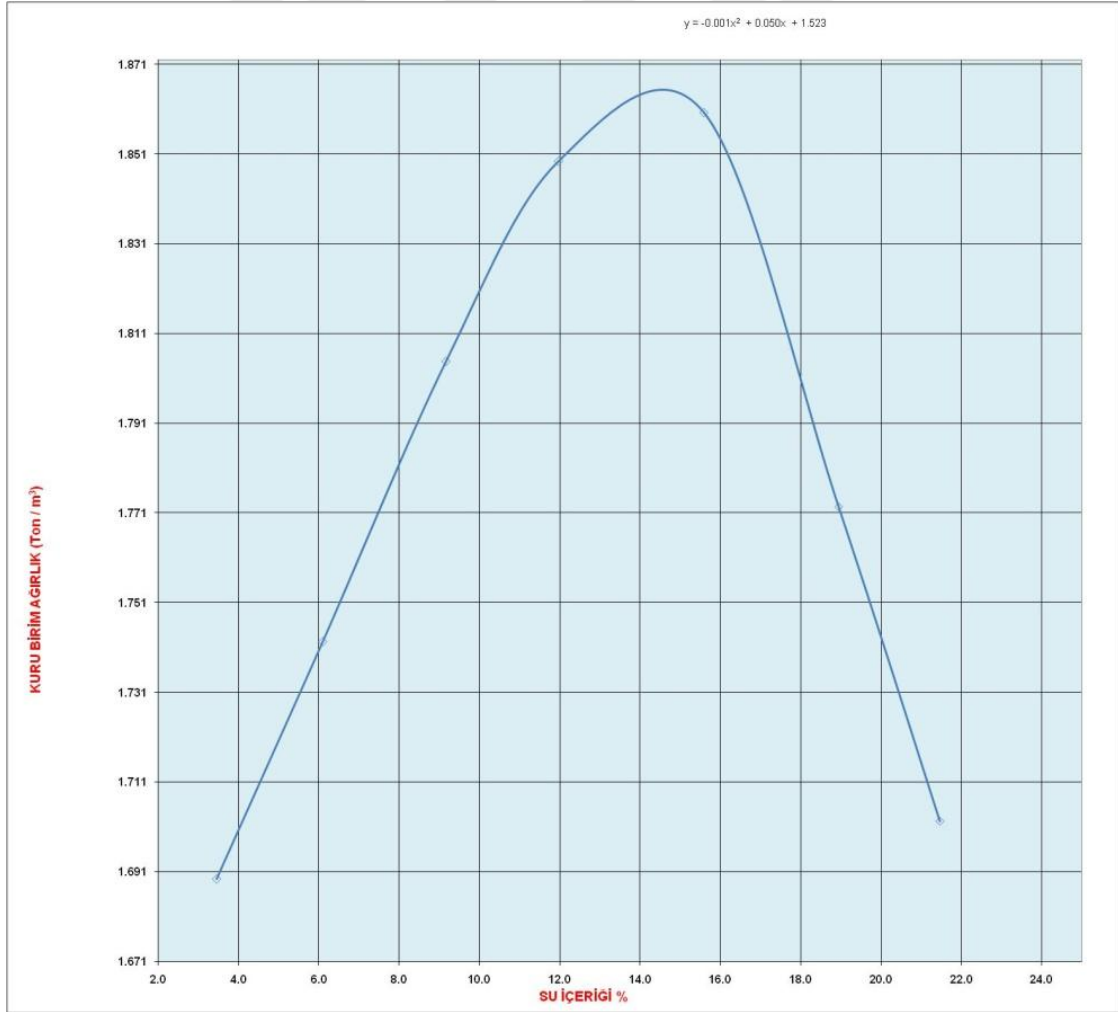
Örnek No: SC-7

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3585	3680	3785	3880	3965	3945	3920
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1865	1865	1865	1865	1865	1865	1865
Yaş Numune Ağırlığı g	1720	1815	1920	2015	2100	2080	2055
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	944
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.822	1.923	2.034	2.135	2.225	2.203	2.177
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.764	1.813	1.864	1.902	1.922	1.841	1.768
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI							
Kap Numarası	29	20	145	68	19	173	99
Kap Ağırlığı (W1) g	15.90	21.10	25.30	21.30	20.00	25.50	19.10
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	119.90	112.60	100.90	85.60	104.60	113.60	115.40
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	116.60	107.40	94.60	78.60	93.10	99.10	97.30
Su Ağırlığı g	3.3	5.2	6.3	7.0	11.5	14.5	18.1
Kuru Numune Ağırlığı g	100.7	86.3	69.3	57.3	73.1	73.6	78.2
Su İçeriği %	3.3	6.0	9.1	12.2	15.7	19.7	23.1



Örnek No: SM-1

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI								
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-	
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3515	3610	3725	3820	3895	3855	3820	
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1865	1865	1865	1865	1865	1865	1866	
Yaş Numune Ağırlığı g	1650	1745	1860	1955	2030	1990	1954	
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	945	
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.748	1.849	1.970	2.071	2.150	2.108	2.068	
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.689	1.742	1.805	1.849	1.860	1.772	1.702	
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI								
Kap Numarası	56	170	145	120	137	338	338	
Kap Ağırlığı (W1) g	15.60	25.40	25.30	25.70	24.20	18.40	18.40	
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	103.13	91.50	106.20	93.00	94.60	110.10	114.60	
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	100.20	87.70	99.40	85.80	85.10	95.50	97.60	
Su Ağırlığı g	2.9	3.8	6.8	7.2	9.5	14.6	17.0	
Kuru Numune Ağırlığı g	84.6	62.3	74.1	60.1	60.9	77.1	79.2	
Su içeriği %	3.5	6.1	9.2	12.0	15.6	18.9	21.5	



Örnek No: SM-2

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3440	3540	3660	3750	3870	3901	3850
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870
Yaş Numune Ağırlığı g	1570	1670	1790	1880	2000	2031	1980
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	945
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.663	1.769	1.896	1.992	2.119	2.151	2.095
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.583	1.638	1.717	1.763	1.829	1.821	1.728
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI(100+100)							
Kap Numarası	79	55	66	56	5	31	2
Kap Ağırlığı (W1) g	19.70	15.20	19.10	15.60	19.70	19.50	19.60
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	119.90	86.70	96.40	90.60	105.30	106.10	112.50
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	115.10	81.40	89.10	82.00	93.60	92.80	96.20
Su Ağırlığı g	4.8	5.3	7.3	8.6	11.7	13.3	16.3
Kuru Numune Ağırlığı g	95.4	66.2	70.0	66.4	73.9	73.3	76.6
Su İçeriği %	5.0	8.0	10.4	13.0	15.8	18.1	21.3



Örnek No: SM-3

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI								
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-	
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3495	3550	3640	3740	3860	3840	3790	
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	
Yaş Numune Ağırlığı g	1625	1680	1770	1870	1990	1970	1920	
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	945	
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.721	1.780	1.875	1.981	2.108	2.087	2.032	
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.626	1.656	1.709	1.779	1.844	1.792	1.682	
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI(100+100)								
Kap Numarası	55	55	16	77	4	11	600	
Kap Ağırlığı (W1) g	18.40	18.25	18.70	18.70	19.40	16.20	19.50	
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	106.40	106.35	110.10	113.12	116.80	119.01	114.80	
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	101.50	100.25	102.00	103.50	104.60	104.50	98.40	
Su Ağırlığı g	4.9	6.1	8.1	9.6	12.2	14.5	16.4	
Kuru Numune Ağırlığı g	83.1	82.0	83.3	84.8	85.2	88.3	78.9	
Su içeriği %	5.9	7.4	9.7	11.3	14.3	16.4	20.8	



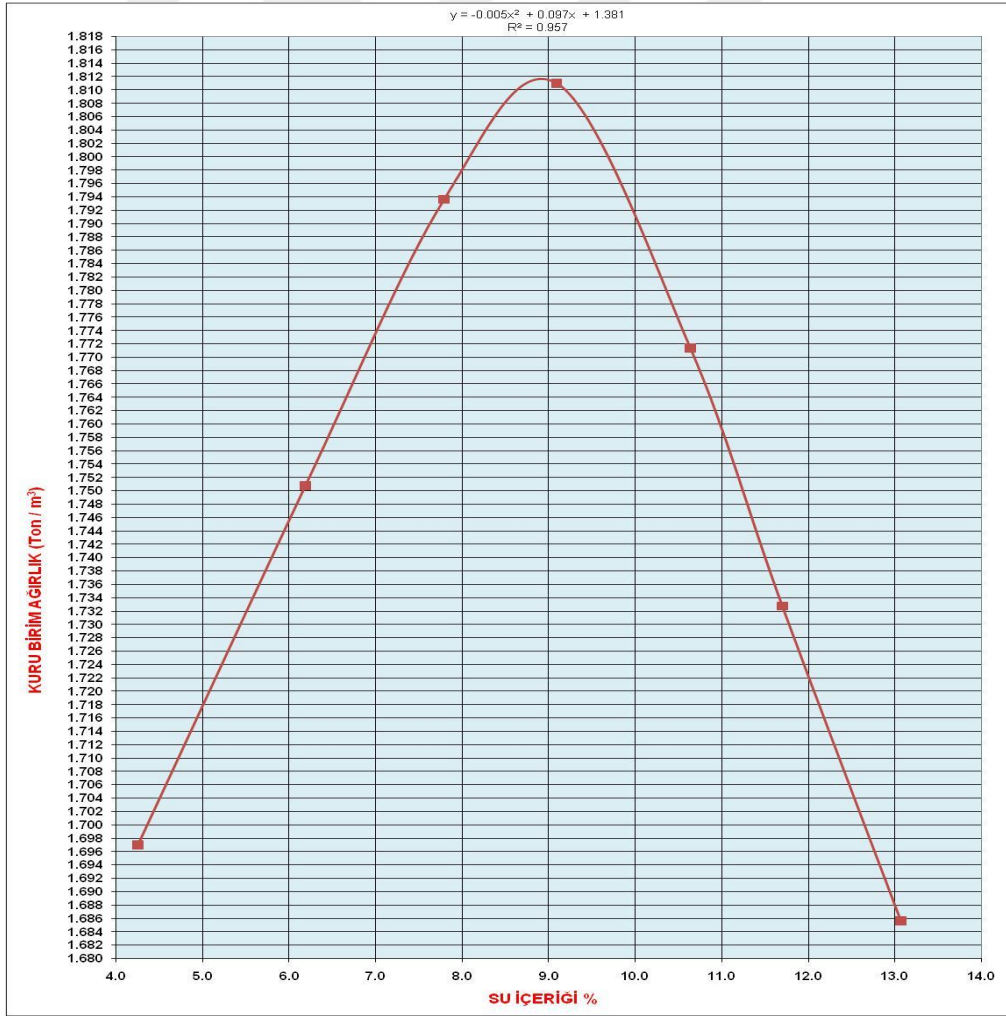
Örnek No: SM-4

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-	-	-
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3665	3755	3850	3965	3950	3930	3925
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1871
Yaş Numune Ağırlığı g	1795	1885	1980	2095	2080	2060	2054
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	944	945
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.901	1.997	2.097	2.219	2.203	2.182	2.174
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.817	1.871	1.931	1.987	1.906	1.852	1.810
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI(100+100)							
Kap Numarası	9	69	351	8	7	16	85
Kap Ağırlığı (W1) g	19.60	14.00	17.60	18.60	19.10	18.70	19.00
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	125.10	109.00	99.60	130.40	122.20	135.80	116.40
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	120.40	103.00	93.10	118.70	108.30	118.10	100.10
Su Ağırlığı g	4.7	6.0	6.5	11.7	13.9	17.7	16.3
Kuru Numune Ağırlığı g	100.8	89.0	75.5	100.1	89.2	99.4	81.1
Su İçeriği %	4.7	6.7	8.6	11.7	15.6	17.8	20.1



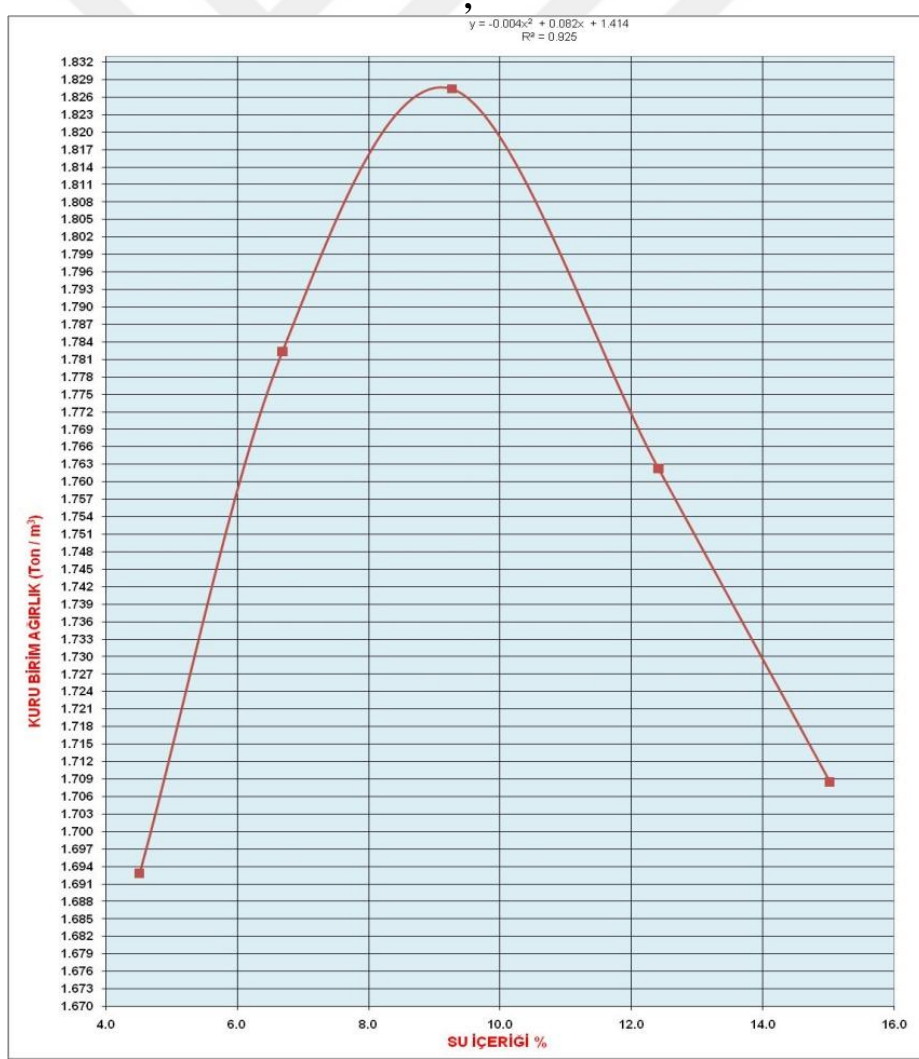
Örnek No: SM-5

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI								
Kalıp Numarası	25	25	25	25	25			
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-			
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3535	3620	3690	3730	3715	3695	3670	
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1865	1865	1865	1865	1865	1866	1867	
Yaş Numune Ağırlığı g	1670	1755	1825	1865	1850	1829	1803	
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944	945	946	
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.769	1.859	1.933	1.976	1.960	1.935	1.906	
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.697	1.751	1.794	1.811	1.771	1.733	1.686	
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI								
Kap Numarası	68	19	29	20	74	69	99	
Kap Ağırlığı (W1) g	21.30	20.00	15.90	21.10	13.40	14.00	19.10	
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	119.40	107.50	103.10	108.70	96.60	138.10	135.00	
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	115.40	102.40	96.80	101.40	88.60	125.10	121.60	
Su Ağırlığı g	4.0	5.1	6.3	7.3	8.0	13.0	13.4	
Kuru Numune Ağırlığı g	94.1	82.4	80.9	80.3	75.2	111.1	102.5	
Su içeriği %	4.3	6.2	7.8	9.1	10.6	11.7	13.1	



Örnek No: SM-6

KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI									
Kalıp Numarası	D1	D2	D3	D4	D5				
Numune Yüksekliği * (H) cm.	-	-	-	-	-				
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	3535	3660	3750	3735	3720				
Kalığ Ağırlığı (W1) g	1865	1865	1865	1865	1865				
Yaş Numune Ağırlığı g	1670	1795	1885	1870	1855				
Kalıp Hacmi (V) cm ³	944	944	944	944	944				
Yaş Birim Ağırlığı t/m ³	1.769	1.901	1.997	1.981	1.965				
Kuru Birim Ağırlığı t/m ³	1.693	1.782	1.827	1.762	1.708				
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI									
Kap Numarası	406	600	19	7	86				
Kap Ağırlığı (W1) g	12.60	19.50	18.60	18.70	21.30				
Kap + Yaş Numune Ağırlığı (W2) g	93.70	115.20	122.30	114.70	117.80				
Kap + Kuru Numune Ağırlığı (W3) g	90.20	109.20	113.50	104.10	105.20				
Su Ağırlığı g	3.5	6.0	8.8	10.6	12.6				
Kuru Numune Ağırlığı g	77.6	89.7	94.9	85.4	83.9				
Su İçeriği %	4.5	6.7	9.3	12.4	15.0				



ÖZ GEÇMİŞ

Temmuz 1978 yılında Diyarbakır'ın Kulp İlçesinde doğdu. İlk öğretimi İslam Köyde ve ortaöğretimini Diyarbakır'da tamamladıktan sonra 2003 yılında lisans eğitimine başladığı Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünden 2008 yılında mezun oldu. 2014 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans yapmaya hak kazandı.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 31.../08.../2018.

Tez Başlığı / Konusu: Sıkıştırılmış Zeminlerin Kaliforniya Taşıma Oranının (Cbr) Basit İndeks Özellikler Kullanarak Tahmin Edilmesi


Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 103 sayfalık kısmına ilişkin, 31/08/2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turning intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 1 (bir) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimededen daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.


31.08.2018
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Vedat ŞEKER

Öğrenci No: 149101039

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Programı: Uygulamalı Jeoloji

Statüsü: Y. Lisans Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

Doç. Dr. Levent SELÇUK



(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR



(Unvan, Ad Soyad, İmza)
Doç. Dr. Harun AYDIN
Enst. Müdür Yrd.