

T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ZAYIF KAYALARDA SU MUHTEVASININ İÇSEL SÜRTÜNME
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

AHMET GÜL

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Doç. Dr. Mustafa FENER

Şubat 2013

Ahmet GÜL tarafından **Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER** danışmanlığında hazırlanan “**Zayıf Kayalarda Su Muhtevasının İçsel Sürtünme Parametreleri Üzerine Etkisi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsün **Jeoloji Mühendisliği** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :  : Doç. Dr. Mustafa FENER (Niğde Üniversitesi)

Üye :  : Yrd. Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ (Niğde Üniversitesi)

Üye :  : Yrd. Doç. Dr. İsmail DİNÇER (Nevşehir Üniversitesi)

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/....../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/....../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Osman SİVRİKAYA
MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel 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 yapıldığını bildiririm.

Ahmet GÜL

ÖZET

ZAYIF KAYALARDA SU MUHTEVASININ İÇSEL SÜRTÜNME PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

GÜL, Ahmet

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman

: Doç. Dr. Mustafa FENER

Şubat 2013, 61 sayfa

Kayaçların sahip oldukları içsel sürtünme parametreleri (C ve γ) jeoteknik uygulamalarda (şev analizleri, tünel çalışmaları gibi) gerek paket programlarında gerekse normal hesaplamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu değerler laboratuvarında tamamen kuru ya da doğal su içeriklerinde Hoek hücresinde (üç eksenli basınç deneyi) belirlenmektedir. Ancak doğada atmosferik koşullarda kaya birimleri çok kısıtlı sürelerde tamamen kurudur ya da mevsimsel koşullara bağlı olarak farklı doygunluk derecelerine sahiptirler.

Bu çalışma ile zayıf kayaçların içsel sürtünme parametrelerinin farklı doygunluk derecelerinde (tamamen kuru, % 50 doygunluk derecesi, % 100 doygunluk derecesi) nasıl değiştiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Niğde, Nevşehir, Aksaray ve Kayseri bölgesinde yayılım gösteren ignimbirit ve tüfler kullanılmıştır. Bu tüf ve ignimbiritler bölgede hem yapı malzemesi olarak kullanılmakta hem de bazı mühendislik projeleri bu birimler üzerine inşa edilmektedir. Dolayısıyla çalışma hem bölgesel hem de evrensel olma niteliğine sahiptir.

Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında zayıf kayaçların su muhtevaları ile içsel sürtünme parametreleri arasında doğrudan bir ilişki söz konusudur. Zayıf kayaçların su muhtevaları arttıkça içsel sürtünme açısı ters orantılı olarak azalmaktadır. Değişimin

büyük çoğunluğunun % 50 su muhtevasında gerçekleştiği, % 100 su muhtevasında değişimin devam ettiği ancak değişim ivmesinin azaldığı gözlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Zayıf kaya, İçsel sürtünme parametreleri, Su muhtevası, Jeomekanik özellikler, Tüf

SUMMARY

EFFECT OF WATER CONTENT ON INTERNAL FRICTION PARAMETERS AT WEAK ROCKS

GÜL, Ahmet

Nigde University

Graduate School of Natural and Applied Science

Department of Geological Engineering

Supervisor : Doç. Dr. Mustafa FENER

February 2013, 61 pages

Internal friction parameters (C and γ) of rocks have been widely used in geotechnical applications (slope stability analysis, tunneling applications, etc.). These values are determined with Hoek cell (triaxial compression test) at laboratory at completely dry or partially saturated condition. But rock unites are dry in shortly time at the atmospherical conditions, or according to season condition rock unites have different saturated ration.

In this study; the change of the internal friction parameters of weak rocks at different degrees of saturation (completely dry, 50% saturation and 100% saturation) was investigated. Within the context of this study, ignimbrite and tuff samples that widely dispersed in Cappadocia (Niğde, Nevşehir, Aksaray and Kayseri) were used. Both these ignimbrites and tuffs are used as constriction materials and same engineering projects are constructed on the unites in that region. Therefore, this study is both universal and regional.

According to the result of this study; there is a directly relationship between water content and internal friction parameters. An inverse relationship was observed between water content of weak rocks and angle of internal friction of weak rocks. A great majority of changing was occurred at 50% water content, changing was continued at 100% water content but changing of acceleration had decreased was observed.

Keywords: *Weak rock, Internal friction parameters, Water content, Geomechanical properties, Tuff*

ÖNSÖZ

Bu çalışma ile zayıf kayaçların sahip oldukları su muhtevasının içsel sürtünme parametreleri (C ve γ) üzerine etkisinin olup olmadığının ortaya konması amaçlanmıştır. İçsel sürtünme parametreleri (C , γ) jeoteknik uygulamalarda (şev analizleri, tünel çalışmaları gibi) gerek paket programlarında gerekse normal hesaplamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu değerler laboratuvarında tamamen kuru ya da doğal su içeriklerinde Hoek hücresinde (üç eksenli basınç deneyi) belirlenmektedir. Ancak doğada atmosferik koşullarda kaya birimleri çok kısıtlı sürelerde tamamen kurudur ya da mevsimsel koşullara bağlı olarak farklı doygunluk derecelerine sahiptirler.

Başta laboratuvarlarını kullandığım, fikir alışverişinde bulunduğum Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji mühendisliği bölümü ve inşaat mühendisliği bölüm hocalarına, çalışmam sırasında benden yardımlarını esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER'e, deneylerin yapımı sırasında yardımlarını gördüğüm meslektaşlarım jeoloji mühendisi sayın Çağlar AKKUŞ ve sayın Yasemin KOÇAK'a teşekkür ederim. Ayrıca çalışmamda dolaylı olarak destek gördüğüm Niğde Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimine (FEB2009/23 numaralı proje kapsamında) sonsuz teşekkür ederim.

Son olarak bana her zaman destek olan eşime, çocukları olmaktan onur duyduğum anne ve babama teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
SUMMERY	iii
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
FOTOĞRFALAR DİZİNİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Çalışma Alanının Yeri ve Ulaşımı	1
1.3. Önceki Çalışmalar	2
BÖLÜM 2. BÖLGESEL JEOLJİ VE STRATİGRAFİ.....	6
2.1. Niğde Bölgesinin Genel Jeolojisi	6
2.2. Nevşehir Bölgesinin Genel Jeolojisi	6
2.3. Aksaray Bölgesinin Genel Jeolojisi	7
2.4. Kayseri Bölgesinin Genel Jeolojisi	7
BÖLÜM 3. MATERYAL ve METOD.....	9
3.1. Materyal.....	9
3.2. Metod.....	9
3.2.1. Arazi Çalışmaları.....	9
3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları	10
3.2.2.1. Çalışmada Kullanılan Karot Örneklerinin Hazırlanması	11
3.2.2.2. Temel Fiziksel Özelliklerin Belirlemesi.....	16
3.2.2.3. Numunelerin Su Muhtevalarının Ayarlanması	19
3.2.2.4. Kayaçlardan İnce Kesit Hazırlama.....	20
3.2.2.5. Polarizen Mikroskopta Mineral Tayini	20
3.2.2.6. Üç Eksenli Basınç Deneyinin Yapılması	20

BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR.....	24
4.1. Kayaçların Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi	24
4.1.1. Beyaz Tüfün (Nevşehir) Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi.....	24
4.1.2. Sarı Tüfün (Nevşehir) Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi	25
4.1.3. Gül Kurusu Tüfün (Nevşehir) Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi.....	26
4.1.4. Selimiye İgnimbiritinin (Aksaray) Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi	27
4.1.5. Kızılıkaya İgnimbiritinin (Niğde) Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi	29
4.1.6. Sarı Tüfünün (Talas / Koçağız) Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi...	31
4.1.7. Pembe Tüfün (Erkilet / Kayseri) Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi.	33
4.2. Kaya Birimlerinin İndeks Özellikleri	35
4.3. Üç Eksenli Basınç Deney Sonuçları ve Değişimleri	36
4.3.1. Beyaz Tüfte (Nevşehir) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri ..	36
4.3.2. Sarı Tüfte (Nevşehir) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri.....	39
4.3.3. Gül Kurusu Tüfünde (Nevşehir) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri.....	42
4.3.4. Selimiye İgnimbiritinde (Aksaray) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri.....	46
4.3.5. Kızılıkaya İgnimbiritinde (Niğde) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri.....	49
4.3.6. Sarı Tüfte (Talas / Koçağız) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri.....	52
4.3.7. Pembe Tüfte (Erkilet / Kayseri) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri.....	55
SONUÇLAR.....	59
KAYNAKLAR.....	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Numunelere ait lokasyon, renk tanımlama, formasyon ve litoloji bilgileri	9
Çizelge 4.1. Kaya birimlerinin indeks özellikleri.....	35
Çizelge 4.2. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri	36
Çizelge 4.3. Doygunluk derecesine bağlı içsel sürtünme parametreleri değişimi.....	38
Çizelge 4.4. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri	39
Çizelge 4.5. Doygunluk derecesine bağlı içsel sürtünme parametreleri değişimi.....	41
Çizelge 4.6. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri	42
Çizelge 4.7. Doygunluk derecesine bağlı içsel sürtünme parametreleri değişimi.....	44
Çizelge 4.8. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri	46
Çizelge 4.9. Doygunluk derecesine bağlı içsel sürtünme parametreleri değişimi.....	47
Çizelge 4.10. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri	49
Çizelge 4.11. Doygunluk derecesine bağlı içsel sürtünme parametreleri değişimi.....	51
Çizelge 4.12. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri	52
Çizelge 4.13. Doygunluk derecesine bağlı içsel sürtünme parametreleri değişimi.....	54
Çizelge 4.14. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri	55
Çizelge 4.15. Doygunluk derecesine bağlı içsel sürtünme parametreleri değişimi.....	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası (Rakamlar örneklemelerin yapıldığı lokasyonları göstermektedir).....	2
Şekil 2.1. Nevşehir Genel ve Yapısal Jeolojisi Haritası (Toprak, 1998).....	8
Şekil 3.1. Numune hazırlama akış diyagramı.....	11
Şekil 3.2. Üç eksenli basınç hücresinin şematik gösterimi, b. Mohr kırılma zarfı.....	23
Şekil 4.1. Doygunluk derecesi ile eksenel gerilmeler arasındaki ilişki.....	37
Şekil 4.2. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	38
Şekil 4.3. % 50 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	38
Şekil 4.4. % 100 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	39
Şekil 4.5. Doygunluk derecesi ile eksenel gerilmeler arasındaki ilişki.....	40
Şekil 4.6. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	41
Şekil 4.7. % 50 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	41
Şekil 4.8. % 100 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	42
Şekil 4.9. Doygunluk derecesi ile eksenel gerilmeler arasındaki ilişki.....	43
Şekil 4.10. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	44
Şekil 4.11. % 50 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	45
Şekil 4.12. % 100 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	45
Şekil 4.13. Doygunluk derecesi ile eksenel gerilmeler arasındaki ilişki.....	47
Şekil 4.14. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	48
Şekil 4.15. % 50 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	48
Şekil 4.16. % 100 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	49
Şekil 4.17. Doygunluk derecesi ile eksenel gerilmeler arasındaki ilişki.....	50
Şekil 4.18. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	51
Şekil 4.19. % 50 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	51
Şekil 4.20. % 100 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri.....	52

Şekil 4.21. Doğunluk derecesi ile aksnel gerilmeler arasındaki ilişki	53
Şekil 4.22. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri	54
Şekil 4.23. % 50 doğun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri	54
Şekil 4.24. % 100 doğun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri	55
Şekil 4.25. Doğunluk derecesi ile aksnel gerilmeler arasındaki ilişki	56
Şekil 4.26. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri	57
Şekil 4.27. % 50 doğun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri	57
Şekil 4.28. % 100 doğun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri	58

FOTOĞRFALAR DİZİNİ

Foto 3.1.	Elitaş doğaltaş firmasının kesim ocağından bir görünüm (Nevşehir)	10
Foto 3.2.	Çalışmada kullanılan bir grup blok numunenin görüntüsü	12
Foto 3.3.	Karot alma işleminin görüntüleri.....	12
Foto 3.4.	Karot kesme işlemi (a), karot düzleme işlemi (b)	13
Foto 3.5.	Karot yüzey parlatma işlemi (a), karot sandıklama (b)	13
Foto 3.6.	Nevşehir (beyaz) tüfünden hazırlanan karotların görüntüsü	14
Foto 3.7.	Nevşehir (sarı) tüften hazırlanan karotların görüntüsü.....	14
Foto 3.8.	Nevşehir (gülkurusu) tüfünden hazırlanan karotların görüntüsü.....	14
Foto 3.9.	Aksaray Selime İgnimbiritinden hazırlanan karotların görüntüsü.....	15
Foto 3.10.	Niğde Kızılkaya İgnimbiritinden hazırlanan karotların görüntüsü	15
Foto 3.11.	Kayseri Koçağız Tüfünden alınan karotların görüntüsü	15
Foto 3.12.	Kayseri/Erkilet Pembe tüfünden hazırlanan karotların görüntüsü	16
Foto 3.13.	Numunelerin su muhtevalarının ayarlanması	19
Foto 3.14.	İnce kesitlerin mikroskopta incelenmesi	20
Foto 3.15.	Hoek hücresi ve gereçleri	21
Foto 3.16.	Numunenin Hoek hücresine yerleştirilmesi (a),yükleme başlıklarının yerleştirilmesi (b), Deneyin yapılışı (c), Kırılan numunenin son hali (d)	22
Foto 4.1.	Kayaçta nadir olarak görülen kuvarsın çift nikol görüntüsü	24
Foto 4.2.	Kayaçta nadir olarak görülen kuvarsın tek nikol görüntüsü.....	25
Foto 4.3.	Kayaçta gözlenen kuvars ve amfibol kristallerinin çift nikol görüntüleri	25
Foto 4.4.	Kayaçta gözlenen kuvars ve amfibol kristallerinin çift nikol görüntüleri	26
Foto 4.5.	Kemirilmiş kuvars ve bozuşmuş amfibol kristallerinin çift nikol görüntüleri	26
Foto 4.6.	Kemirilmiş kuvars ve bozuşmuş amfibol kristallerinin tek nikol görüntüleri..	27
Foto 4.7.	Plajiyoklaz feldspatlarda gözlenen polisentetik ikizlenin çift nikol görüntüleri	27
Foto 4.8.	Plajiyoklaz feldspatlarda gözlenen polisentetik ikizlenin tek nikol görüntüleri	28
Foto 4.9.	Plajiyoklaz feldspatlarda gözlenen polisentetik ikizlenin çift nikol görüntüleri	28

Foto 4.10. Plajiyoklaz feldspatlarda gözlenen polisentetik ikizlenin tek nikol görüntüleri	29
Foto 4.11. İyi dilinimli amfibolün ve öz şekilsiz kuvarsların çift nikol görüntüleri.....	29
Foto 4.12. İyi dilinimli amfibolün ve öz şekilsiz kuvarsların çift nikol görüntüleri.....	30
Foto 4.13. Biyotit ve öz şekilsiz kuvarsların çift nikol görüntüleri	30
Foto 4.14. Biyotit ve öz şekilsiz kuvarsların tek nikol görüntüleri.....	31
Foto 4.15. Biyotit ve öz şekilsiz kuvarsların çift nikol görüntüleri	31
Foto 4.16. Biyotit ve öz şekilsiz kuvarsların çift nikol görüntüleri	32
Foto 4.17. Amfibol, kuvars ve plajiyoklaz feldspat kristallerinin çift nikol görüntüleri ...	32
Foto 4.18. Amfibol, kuvars ve plajiyoklaz feldspat kristallerinin tek nikol görüntüleri ...	33
Foto 4.19. Kemirilmiş kuvars kristallerinin çift nikol görüntüleri.....	33
Foto 4.20. Kemirilmiş kuvars kristallerinin tek nikol görüntüleri	34
Foto 4.21. Kemirilmiş kuvars kristallerinin çift nikol görüntüleri.....	34
Foto 4.22. Kemirilmiş kuvars kristallerinin tek nikol görüntüleri	35

SİMGE VE KISALTMALAR

- C : Kohezyon
- d_h : Birim hacim ağırlığı
- D_k : Kuru birim hacim ağırlık
- γ_o : Özgül ağırlık
- P_g : Görünür porozite
- P : Ortalama kütle
- P : Ortalama özgül kütle
- S_k : Kütlece su emme
- S_h : Hacimce su emme
- k : Doluluk oranı
- σ_1 : Aksenal gerilme
- σ_3 : Yanal basınç
- F : Yenilme Yüğü

SİMGE VE KISALTMALAR

- C : Kohezyon
- d_h : Birim hacim ağırlığı
- D_k : Kuru birim hacim ağırlık
- γ_o : Özgül ağırlık
- P_g : Görünür porozite
- P : Ortalama kütle
- P : Ortalama özgül kütle
- S_k : Kütlece su emme
- S_h : Hacimce su emme
- k : Doluluk oranı
- σ_1 : Eksenel gerilme
- σ_3 : Yanal basınç
- F : Yenilme Yüğü

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Kayaçların sahip oldukları içsel sürtünme parametreleri (C ve γ) jeoteknik uygulamalarda (şev analizleri, tünel çalışmaları gibi) gerek paket programlarında gerekse normal hesaplamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu değerler laboratuvarında tamamen kuru ya da doğal su içeriklerinde Hoek hücresinde (üç eksenli basınç deneyi) belirlenmektedir. Ancak doğada atmosferik koşullarda kaya birimleri çok kısıtlı sürelerde tamamen kurudur ya da mevsimsel koşullara bağlı olarak farklı doymunluk derecelerine sahiptirler.

Bu çalışma ile zayıf kayaçların içsel sürtünme parametrelerinin farklı doymunluk derecelerinde (tamamen kuru, % 50 doymunluk derecesi, % 100 doymunluk derecesi) nasıl değiştiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Niğde, Nevşehir, Aksaray ve Kayseri bölgesinde yayılım gösteren ignimbirit ve tüfler kullanılmıştır. Bu tüf ve ignimbiritler bölgede hem yapı malzemesi olarak kullanılmakta hem de bazı mühendislik projeleri bu birimler üzerine inşa edilmektedir. Dolayısıyla çalışma hem bölgesel hemde evrensel olma niteliğine sahiptir.

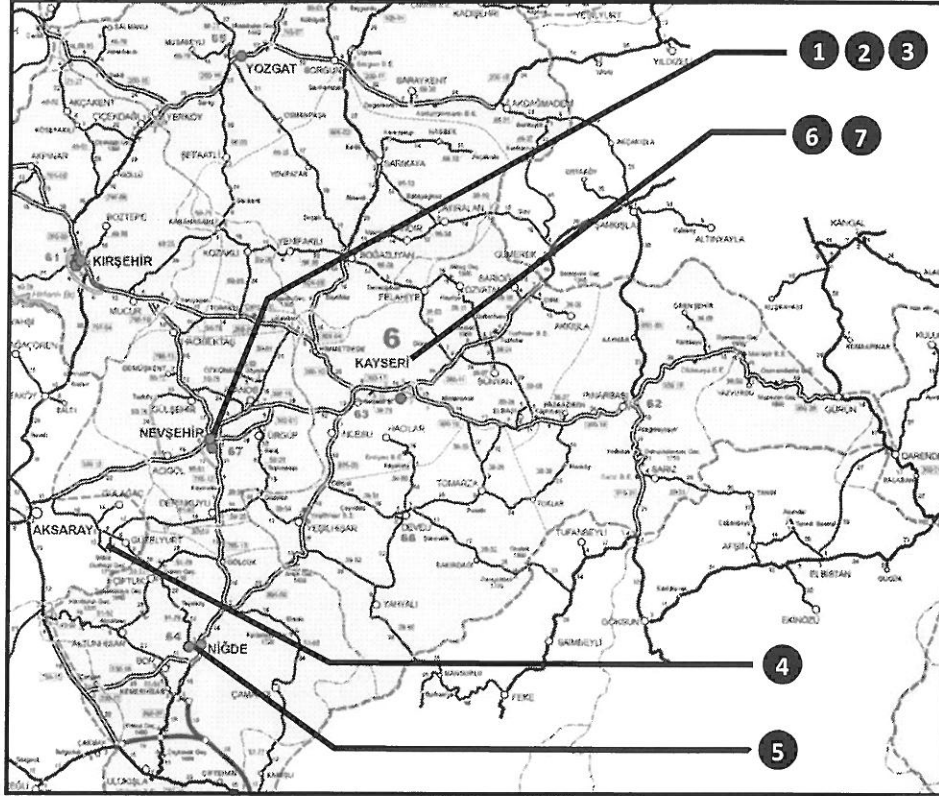
Literatürde kaya birimlerinin mühendislik parametrelerinin suya doymunluk derecelerinden nasıl etkilendiği çalışılmıştır ancak yapılan çalışmaların çoğu tamamen kuru ve tamamen doymun numuneler üzerinde gerçekleştirilmiş, kısmi doymun olan numunelerde böylesine bir çalışma yapılmamıştır. Bölgedeki ignimbiritlerin yapı malzemesi özellikleri ile dayanım özelliklerine ait çalışmalar sınırlı sayıdadır.

1.2. Çalışma Alanının Yeri ve Ulaşımı

Çalışma alanı İç Anadolu Bölgesinde, Niğde, Nevşehir, Aksaray ve Kayseri il sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Alınan numuneler kayaç türlerine, nereden alındıklarına ve renklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

1. Beyaz Tüf (Nevşehir)
2. Sarı Tüf (Nevşehir)

3. Gülkurusu Tüf (Nevşehir)
4. Selimiye İğnimbiriti (Aksaray)
5. Kızılkaya İğnimbiriti (Niğde)
6. Talas Koçağız Tüf (Kayseri)
7. Erkilet Emiler Tüf (Kayseri)



Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası (Rakamlar örneklemelerin yapıldığı lokasyonları göstermektedir).

1.3. Önceki Çalışmalar

Ojo ve Brook (1999), kayaçların mekanik özelliklerinde nemin etkisini çalışmışlar, sondajlarda ve patlatmalarda yapılan çalışmalar neticesinde nem içeriğinin kayaçların dayanımını azalttığı yönünde bulgular elde edilmiştir. Araştırmacıların petrografik amaçlı yaptıkları bu çalışmada ayrıca suyun PH değerinin kayaçların dayanımları üzerine olan etkilerini de araştırmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre suyun PH değerinin yüksek olması kayaçların dayanımına olumsuz etki etmektedir.

White ve Mazurkiewicz (1989), Missouri - Amerika'da Nemo Kömürleri'nin mekanik özellikleri üzerinde nemin etkisini çalışmışlardır. Moberly, Missouri yakınlarındaki kazılan bir maden ocağından birtakım yönlendirmeler doğrultusunda bitümlü kömür elde edilmiştir ve testerele yardımcıyla makinelerde kömür yüzeylerine paralel 1.5 inç'lik küpler yapmışlardır. Bu küpler üzerinde oda sıcaklığında tek eksenli basınç dayanım deneyleri yapmışlardır. Nemin etkisine bağlı olarak gerilme - deformasyon eğrilerini oluşturmuşlar, young modülü değerlerinde % 3.7 ile % 12 arasında değişen bir fark gözlemişlerdir. Numunelerdeki nem içeriğini kontrol edebilmek, değişimlerini önleyebilmek için oldukça dikkat etmişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre gerilme - deformasyon eğrilerinde çok küçük farklılıklar olduğunu, tek eksenli basınç dayanım değerlerinin de nem içeriği artışına bağlı olarak düştüğünü belirlemişlerdir. Sonuç olarak kömürlerin mekanik özelliklerinin nemden çok az etkilendiklerini söylemişlerdir.

Vasarhelyi ve Van (2006), su içeriğinin kayaçların dayanım parametreleri üzerine etkisini incelemişler ve su içeriğinin dayanım parametrelerini doğrudan etkilediği sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında 21 farklı lokasyondan elde ettikleri toplam 35 farklı kumtaşı örneğini hem tamamen suya doymuş halden hem de tamamen kuru halde dayanım deneylerini gerçekleştirmişlerdir. Kaya mekaniği ve kaya mühendisliği projelerinde kayaçların dayanımının sınıflandırmalarında kuru halde yapılan tek eksenli basınç deney sonuçlarının kullanılması gerektiğini önermişlerdir.

Hawkins ve Connel (1992), su içeriğinin kum taşlarının dayanım parametreleri üzerine etkisini araştırmışlar, bu etkinin kumtaşlarının efektif boşluk oranlarının fazla olmasından kaynaklanabileceğini söylemişlerdir.

Kahraman vd., (2008), su içeriğinin kayaçların tek eksenli basınç dayanım değerleri, en direkt çekme dayanım değerleri, (Brezilyan deneyi) ve nokta yükleme dayanım indeksi değerlerine etkisini araştırmışlardır. Sonuçlara göre doymuşluk derecesinin kayaçların mühendislik parametrelerini etkilediğini göstermişlerdir. Çalışmada sekiz farklı mermer tipi kullanılmıştır. Laboratuvarında mermerlerin tek eksenli basınç deneylerini, en direkt çekme dayanım deneyi (Brezilyan deneyi) ve nokta yükleme dayanım deneylerini hem tamamen kuru olarak hem de doymuş olarak yapmışlardır. Mermerlerde doymuşluk derecesinin mühendislik parametrelerini olumsuz etkilediği sonucuna varmışlardır.

Gamble (1971), farklı jeolojik yaşlardaki şeyllerin duraylılıkları (ıslanma - kuruma süreçleri) üzerinde bir dizi araştırma gerçekleştirmişlerdir. Kaya malzemelerinin suda aşınmaya karşı dayanım deneylerinin ikinci çevrim sonrası elde edilen duraylılık indeksleri ile plastisite indeksleri arasındaki ilişki esas alınarak sınıflandırılabilirliklerini belirtmiştir. Ancak çoğu kez, suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi sonucunda malzemenin plastisite indeksini belirleyebilecek kadar örnek elde edilememektedir. Bu nedenle, Gamble (1971) tarafından önerilen sınıflama sistemi kil içeren değişik kaya malzemelerinin suda dağılmaya karşı duraylılığının değerlendirilmesinde kullanılamamaktadır. Ayrıca Gamble (1971), suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi ile ilgili laboratuvarında elde edilen sonuçların bu tür kayaların arazideki davranışıyla karşılaştırılabilmesi için daha fazla çalışma yapılmasına gerektiğini söylemiştir.

Kwasniewski (1990), üç eksenli sıkışma koşulunda su içeriğinin çamurtaşı örneklerinin yenilme ve deformasyon özellikleri üzerindeki etkisini incelemiş, su içeriğinin suya doymun ve kuru örneklerin saptırıcı gerilme - aksenal birim deformasyon grafikleri açısından önemli farklılıklar gösterdiğini belirtmiştir.

Hsu ve Nelson (1993), Kuzey Amerika'daki Kretase yaşlı şeyller üzerinde su içeriği ile tek eksenli sıkışma dayanım değerleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlar, istatistiksel olarak oldukça güçlü bir ilişkinin varlığını tespit etmişlerdir.

Lashkaripour ve Nakhaei (2001), şeyller üzerinde yaptıkları deneyler sonucunda kuru numunelerin tek eksenli basınç dayanım sonuçlarının tamamen suya doymun olan numunelerin tek eksenli basınç dayanımlarından 2 ile 10 kat daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Koncagül ve Santi (1999), suda dağılmaya karşı duraylılık indeksini ve kayaların yapısal özelliklerini esas alarak, şeyllerin tek eksenli sıkışma dayanımını dolaylı yoldan tahmin etmeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu araştırmacılar, su içeriğindeki değişimin kayacın tek eksenli sıkışma dayanımını etkilediğini ve kuru örneklerin dayanımının suya doymun örneklerin dayanımından iki kat daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar dayanımda meydana gelen bu azalmayı; suyun taneler arasındaki bağı zayıflatıp kayacı yumuşatması veya mineralleri etkileyip yüzey özelliklerini değiştirmesi ve boşluk suyu basıncının artmasıyla yenilmenin zayıf

yüzeyler boyunca gelişmesi gibi faktörlere bağlamışlardır, ayrıca suyun kaya malzemesinin içsel sürtünme açısını azaltacağını söylemişlerdir.

Summer ve Werner (2002), su içeriğinin kaya malzemelerinin Schmidt geri sıçrama değeri üzerindeki etkisini incelemişler, bazalt, kumtaşı ve dolorit gibi kil içermeyen kaya malzemeleri üzerinde çalışmışlardır. Schmidt çekicinin kullanımı sırasında kaya örneğinin çekiç darbelerinden kaynaklanan sarsıntı ve sallanmadan etkilenmemesi ve bunun engellenebilmesi için seçilecek kaya bloğunun en az 25 kg ağırlığında olmasını önermişlerdir. Araştırmacılar kaya malzemelerinde su içeriğinin artmasıyla Schmidt geri sıçrama değerlerinde % 17.7' ye varan bir azalmanın meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar benzer bir çalışmayı kil içeren ve suya daha duyarlı olan kayaç grupları içinde gerçekleştirmişlerdir.

Aydan (2003), farklı su içeriklerine sahip tuf örneklerinde gerçekleştirdiği deneylerden elde ettiği verileri değerlendirerek; su içeriğindeki değişimin kil içeren kayaların hem fiziksel hem de mekanik özelliklerini etkilediğini, tuf örneklerinin tek eksenli sıkışma dayanımı, elastisite modülü ve makaslama dalgası hızlarının su içeriğindeki artışa karşın azaldığını belirlemiştir. Araştırmacı ayrıca farklı nem koşullarında kayaçların tek eksenli sıkışma dayanımı ve elastisite modülü değerlerini normalize ederek (nemli örneklerden elde edilen tek eksenli sıkışma dayanımı ve elastisite modülü değerlerini kuru koşulda belirlenen tek eksenli sıkışma dayanımı ve elastisite modülü değerlerine oranlayarak), dayanım ve elastisite modülündeki azalmayı belirlemiş ve bunun doygunluk derecesine bağlı olduğunu söylemiştir.

Kramadibrata vd., (2004), kumtaşları üzerinde su içeriğinin üç eksenli sıkışma koşulunda kaya davranışı üzerindeki etkisi ve nemli koşullarda kayanın hangi yenilme ölçütüyle daha iyi temsil edilebileceği konularını araştırmıştır. Araştırmacı üç eksenli sıkışma deneylerini kuru ve suya doygun koşullarda gerçekleştirmiş, suya doygun koşullarda kayacın doğrusal olmayan bir yenilme zarfı sergilediği ve bu davranışın Mohr - Coulomb yenilme ölçütünden çok Hoek ve Brown (1980) ve Bieniawski (1974) tarafından geliştirilen yenilme ölçütleriyle uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacı bu çalışmada su içeriği artışının tek eksenli basınç dayanım değerleri ve çekilme dayanım değerleri üzerinde önemli derecede etki yaparken elastisite modülü üzerinde çok fazla olmadığını belirlemiştir.

BÖLÜM II

BÖLGESEL JEOLJİ VE STRATİGRAFI

2.1. Niğde Bölgesinin Genel Jeolojisi

Anadolu'nun Tektonik Birliklerinden Anatolidler üzerinde yer alan Niğde ve yakın dolay kaya türü, stratigrafi ve tektonik bakımından birbirlerinden nispeten beş farklı kayaç grubundan oluşmaktadır.

Bu beş kaya topluluğundan ilkinin ve en yaşlı olanını tabanı görülemeyen Niğde Metamorfik Karmaşığı oluşturur. Bu metamorfik kütle Tersiyer yaşlı tüm kaya birimlerinin tabanını ve temelini teşkil eder. Bunların üzerine açısız uyumsuzlukla gelen ikinci kaya topluluğu Ulukışla - Çamardı Grubunun Paleosen - Eosen yaşlı volkano - tortul istiflerdir. Bu grubun birimleri doğu - batı doğrultulu kıvrımlı ve kırıklı bir yapı gösterirler. Bu kıvrımlı ve kırıklı kaya birimleri üzerine yine açısız uyumsuzlukla gelen üçüncü kaya topluluğunu oluşturan Oligosen yaşlı, tabanında evaporitik, üste doğru Üst Oligosen - Alt Miyosen yaşlı tatlı su ortamında gelişmiş kaya birimleri gelmektedir. Dördüncü kaya topluluğunu Hasandağı, Keçiboyunduran ve Melendizdağı volkanitleri veya proklastikleri ile bunların faaliyetleri dönemindeki gölgesel ve akarsu çökelleri oluşturur. İç Anadolu Bölgesinin genel jeoloji ve yapısal jeoloji haritası Şekil 2.1.'de verilmiştir.

2.2. Nevşehir Bölgesinin Genel Jeolojisi

Kapadokya Bölgesi'ndeki Erciyes, Hasan Dağı ve Göllü Dağın aktivitesi Üst Miyosen'de (10 milyon yıl önce) başlayıp, Pliyosen'e (2 milyon yıl önce) kadar sürmüştür. Neojen gölleri altındaki yanardağlardan çıkan lavlar, plâto, göller ve akarsular üzerinde 100 - 150 m kalınlığında, farklı sertlikler halinde tuf tabakasını oluşturmuştur. Bu tabakanın bünyesinde tüften başka tüffit, ignimbirit tuf, lahar, volkan külü, kil, kumtaşı, marn, aglomera ve bazalt gibi jeolojik kayaçlar bulunmaktadır (Sesveren, 2004). Bölgede Mesozoyik öncesi en yaşlı birim Kalkanlı Dağı Formasyonudur. Silimanit - kuvars - şist, kuvars mikaşist, gnays, biyotit şist, amfibolit şistlerden oluşan ve birbirleriyle geçişli bazen bantlı ve mercek yapıları olup gri, yeşilimsi, mavimsi renklerde ve sık kıvrımlıdır.

Üst Kretase öncesi bölgeye yerleşen granit, granit porfir, granodiyorit, gabro, riyodasit ve silisli kayalardan Ortaköy Granotoidi ve bunları kesen gabro kayaları ile Üst Kretase yaşlı riyolit, porfirit, trakit, andezitlerden oluşan Kızıltepe volkanitleri Tersiyer yaşlı birimler tarafından örtülmektedir. Üst Miyosen - Pliyosen yaşlı birimlerden Tuzköy Formasyonu sarı renkli, ince tabakalı silt taşı, silistli kil taşı ve tüfit ardalanmalıdır. Bu birim ile uyumlu olarak beyazımsı - gri renkli çapraz tabakalı kumtaşı, çakıllı kumlu tüfit, miltaşı, kiltası ile kabakumtaşı ve çakıl taşlarından oluşan ortalama 200 m kalınlığındaki Yüksekli Formasyonu bulunmaktadır. Bölgenin genel jeoloji ve yapısal jeoloji haritası, Şekil 2.1' de verilmiştir.

2.3. Aksaray Bölgesinin Genel Jeolojisi

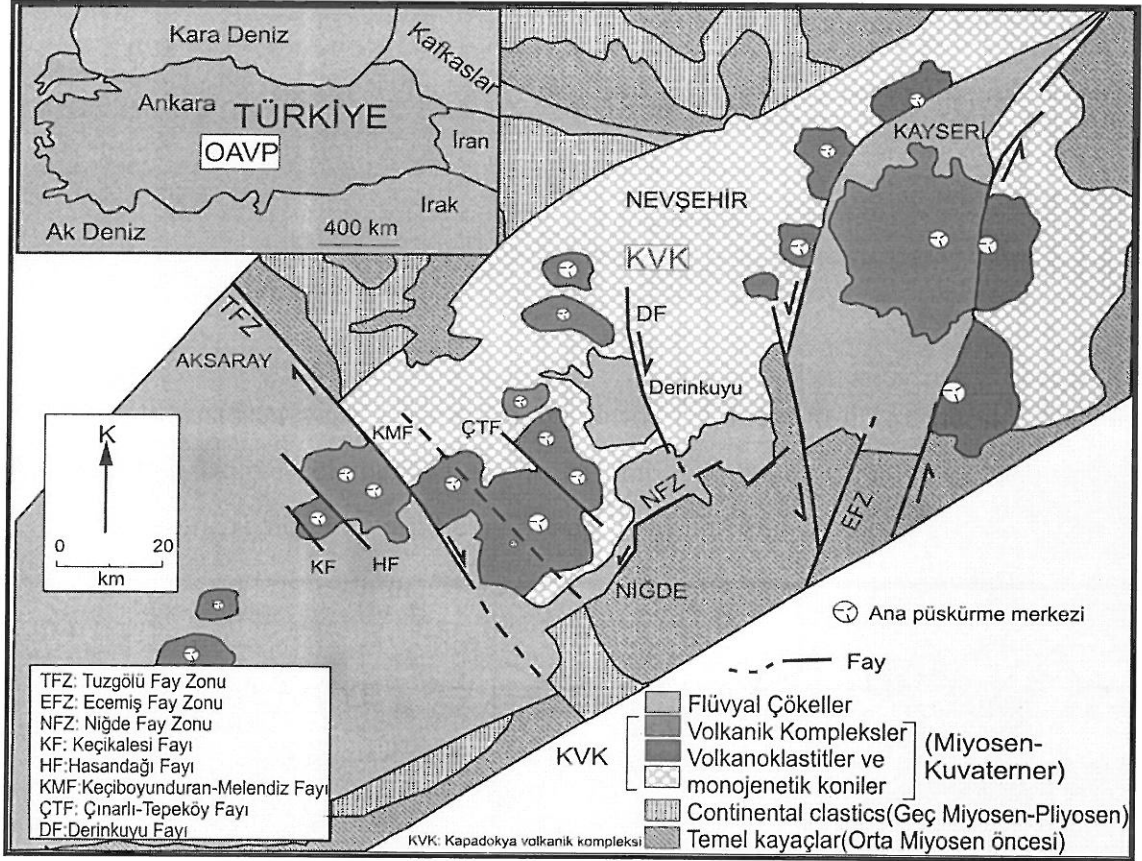
Aksaray Bölgesindeki birimlerin temelini Paleozoyik yaşlı Bozçaldağ Formasyonuna ait mermerler oluşturur. Bu mermerin üzerine ise uyumsuz olarak Tersiyer yaşlı Selime Tüfü yer alır. Selime tüfünün üzerinde ise uyumlu olarak Tersiyer yaşlı Gelveri ignimbiriti bulunmaktadır. Gelveri ignimbiritinin üzerinde ise uyumlu olarak Tersiyer yaşlı Kızılkaya ignimbiriti bulunur. Kızılkaya ignimbiritinin üzerinde ise Kuvaterner yaşlı Hasandağ volkanitleri bulunmaktadır. Hasandağ volkanitlerinin üzerinde ise volkanik bir sokulum yaparak yerleşmiş Kuvaterner yaşlı Kuyulutatlar volkaniti yer almaktadır. Kuyulutatlar volkanitinin üzerinde ise uyumsuz olarak yerleşmiş Kuvaterner yaşlı Traverten bulunmaktadır. Seviyenin en üstünü ise alüvyon oluşturmaktadır. Bölgenin genel jeoloji ve yapısal jeoloji haritası Şekil 2.1.' de sunulmuştur.

2.4. Kayseri Bölgesinin Genel Jeolojisi

İnceleme alanındaki ayırtılan birimler, kaya stratigrafi birimlerinin ayrımı esasına dayandırılmıştır. İnceleme alanında yüzeyleyen ve 1/25.000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritasına işlenen birimlerin adlandırılması yapılırken önceki çalışmalarda verilen adların kullanılmasına özen gösterilmiştir.

İnceleme alanında mostra veren kaya stratigrafi birimleri yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanır; Orta Miyosen yaşlı Yemliha Formasyonu, Üst Miyosen yaşlı Güvercinlik andeziti, üst Miyosen - Pliyosen yaşlı Kızılırmak Formasyonu, üst Pliyosen yaşlı Göbü tüfü, üst Pliyosen yaşlı Çatakdere tüfü, Üst Pliyosen yaşlı Valibaba ignimbiriti, Alt Pleyistosen yaşlı Koçdağ volkanitleri, Alt Pleyistosen yaşlı Başakpınar

tüfü, Alt Pleyistosen yaşlı Alakuşak ıgminbiriti, Alt Pleyistosen yaşlı eski alüvyon, Holosen yaşlı akarsu çökelleri ve alüvyon yelpazeleri bulunmaktadır. Bölgenin genel jeoloji ve yapısal jeoloji haritası, Şekil 2.1.'de sunulmuştur.



Şekil 2.1. İnceleme alanının genel jeoloji ve yapısal jeoloji haritası (Toprak, 1998)

Çalışma kapsamında Nevşehir bölgesinden alınan numuneler Selime tüflerinden, Niğde gölgesinden alınan numuneler Kızılkaya tüf - ıgminbiritlerinden, Aksaray bölgesinden alınan numuneler Selimiye ıgminbiritlerinden ve Kayseri bölgesinden alınan numuneler ise İncesu ıgminbiriti ve Başakpınar tüflerinden alınmıştır.

BÖLÜM III

MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Çalışma kapsamında kullanılan tüf ve ignimbiritler İç Anadolu Bölgesinin farklı yerlerinden alınmıştır. Çalışma için Niğde Bölgesinden Kızılkaya İgnimbiriti, Aksaray Bölgesinden Selime Tüfü, Kayseri Bölgesinden İncesu İgnimbiritleri ve Başakpınar Tüfü ve Nevşehir Bölgesinden ise Kavak Tüfü ana materyal olarak kullanılmıştır (Çizelge 1.). Aşağıda materyal olarak kullanılan kaya birimlerinin numaraları, nereden alındığı ve formasyon isimleri verilmiştir. Bundan sonraki tanımlamalarda numunelerin birbirleriyle karışmaması ve gereksiz tekrarlardan kaçınmak için formasyon, litoloji yerine doğrudan numune numaraları kullanılacaktır.

Çizelge 3. 1. Numunelere ait lokasyon, renk tanımlama, formasyon ve litoloji bilgileri

Numune Numarası	Lokasyonu	Renk Tanımlama	Formasyon ve Litoloji
1	Nevşehir	Beyaz	Kavak Tüfü
2	Nevşehir	Sarı	Kavak Tüfü
3	Nevşehir	Gülkurusu	Kavak Tüfü
4	Aksaray	Gri	Selime İgnimbiriti
5	Nigde	Beyaz	Kızılkaya İgnimbiriti
6	Kayseri	Sarı	Başakpınar Tüfü
7	Kayseri	Pembe	Erkilet Tüfü

3.2. Metod

3.2.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları kapsamında önceden belirlenen 10 farklı lokasyondan uygun büyüklükte blok numuneleri laboratuvara getirilmiştir. Çalışmada kullanılan numunelerin alındığı

lokasyonlar yer bulduru haritasına işlenmiştir (Şekil 1.1). Arazi çalışmaları kapsamında kayaç seçiminde iki önemli unsura dikkat edilmiştir. Bunlardan ilki seçilen kaya bloklarının homojen ve çatlaksız olması ikincisi ise farklı sertlik değerlerine sahip olmasıdır. Arazi çalışmaları sırasında alınan bir görüntü Foto 3.1’de verilmiştir. Sertlik değerleri arazide yapılan Schmidt çekici geri sıçrama katsayısı deneyi ile belirlenmiştir. Homojen olmayan yada yakın sertlik değerlerine sahip olan numunelerin alınmamasına özen gösterilmiştir. Zayıf kayalar atmosferik koşullardan çok kolay etkilenmekte, dokuları ve dayanım parametreleri değişmektedir. Bu etkileşim göz önünde bulundurularak numunelerin homojen olması ve atmosferik şartlardan az etkilenmiş olması için halen faaliyet gösteren taş ocaklarından numune alınmasına özen gösterilmiştir.

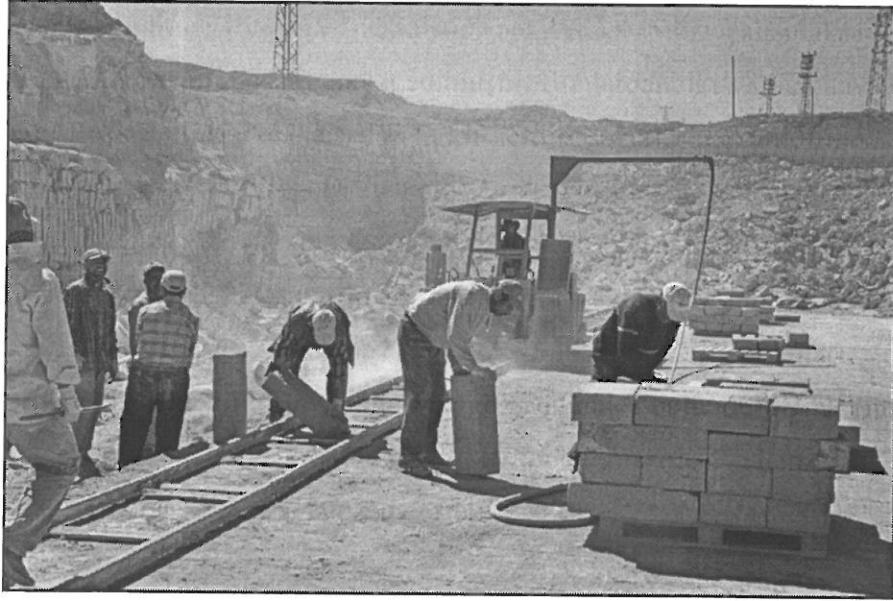


Foto 3.1. Elitaş doğaltaş firmasının kesim ocağından bir görünüm (Nevşehir)

3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Deneyler için numunelerin hazırlanması, numunelerin temel fiziksel özelliklerin belirlenmesi, suya doygunluk derecelerinin ayarlanması, tek eksenli sıkışma dayanımlarının belirlenmesi, farklı su muhtevalarında hazırlanmış numunelerin içsel sürtünme parametrelerinin (C , γ) belirlenmesi Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünün **Zemin - Kaya Mekaniği Laboratuvarında** ve İnşaat Mühendisliği Bölümü **Geoteknik Laboratuvarında** gerçekleştirilmiştir. Kayaç numunelerin ince kesitlerinin hazırlanması

İnce Kesit Laboratuvarında, kayaçların polarizen mikroskopta mineralojik içeriklerinin belirlenmesi ve dokusal değerlendirmelerinin yapılması **Araştırma Laboratuvarında** gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1. Çalışmada Kullanılan Karot Örneklerinin Hazırlanması

Laboratuvar çalışmalarına deneylerde kullanılacak numunelerin hazırlanmasıyla başlanmıştır. Bu kapsamda öncelikle serbest basınç deneyi ve üç eksenli basınç deneyleri için numuneler hazırlanmıştır. Toplamda her bir kayaç grubu için 50 adet numune hazırlanmış ve deneylere hazır hale getirilmiştir. Numune hazırlama iş akış diyagramı oluşturulmuş ve işlemler bu sıraya göre yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Numune hazırlama akış diyagramı

Homojen Blokların Seçimi: Her ne kadar numune derlemesi sırasında kırıksız ve çatlaksız numunelerin alınmasına özen gösterilmişse de, taşıma sırasında yada laboratuvarında kırılan veya çatlakan numuneler ayırt edilmiştir, karot alımında kullanılmamıştır. Foto 3.2’de seçilen bir grup blok numunenin görüntüsü verilmiştir.

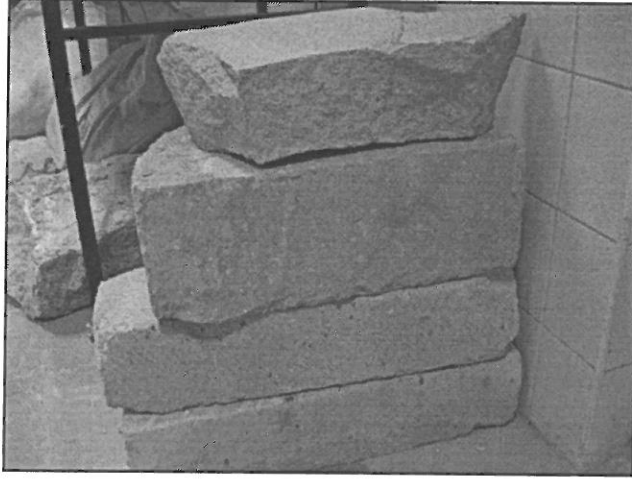


Foto 3.2. Çalışmada kullanılan bir grup blok numunenin görüntüsü

Bloklardan Karot Alma: Kaya mekaniği laboratuvarında bulunan iki farklı karot alma makinesi kullanılarak blok numunelerden karotlar alınmıştır (Foto 3.3). Tek eksenli basınç deneyleri ve üç eksenli basınç deneyleri için 5.44 cm çaplı karotlar hazırlanmıştır. Projede başlangıç aşamasında su muhtevasına bağlı içsel sürtünme parametreleri değişiminin yanı sıra nokta yük dayanım indekslerinin ve en direkt çekilme dayanım indekslerinin etkileşimlerinde ortaya konması amaçlanmıştır. Literatür araştırılması sırasında bu etkileşimin çok düşük olduğu anlaşıldığından nokta yük ve endirekt çekilme testleri için numune hazırlanmamış, sadece serbest basınç ve üç eksenli basınç testleri için karot numuneler hazırlanmıştır.

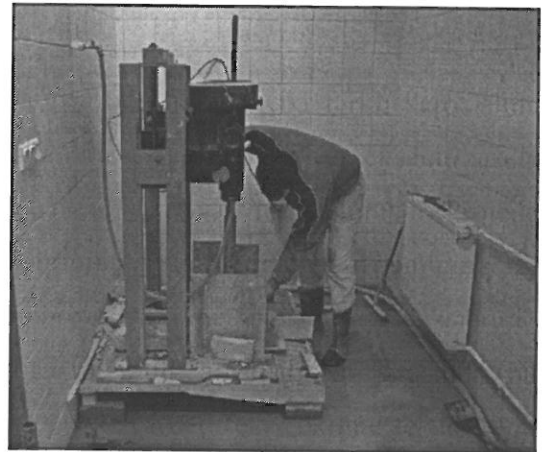
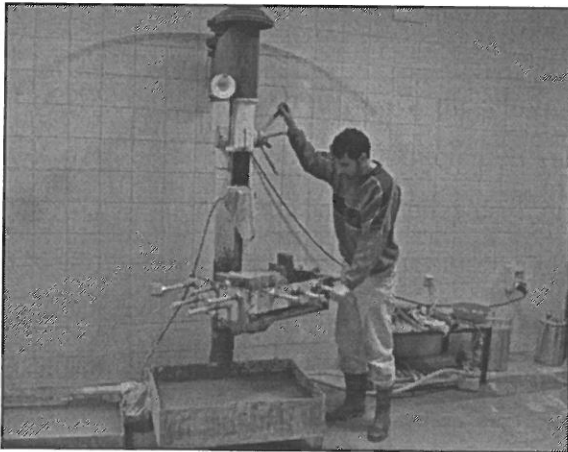


Foto 3.3. Karot alma işleminin görüntüleri

Karot Alt ve Üst Yüzeylerini Kesme, Düzleme, Parlatma / Uygun Olmayan Numunelerin Ayrılması / Karotları Numaralandırma ve Fotoğraflama / Karotları Sandıklama: Karotların alt ve üst yüzeyleri uygulamalı jeoloji laboratuvarında kesilmiş ve düzlenmiştir. Bu işlemler sırasında alt ve üst yüzeylerin tam paralel olmasına özen gösterilmiştir. Fisür yada çatlak ihtiva eden numuneler deneylerde kullanılmamak üzere ayırt edilmiştir. Standartlara uygun olan numuneler numaralandırılarak deneylerde kullanılmak üzere sandıklara alınmıştır. Aşağıdaki bu işlemlerden alınan görüntüler ve hazırlanan karotların görüntüsü sunulmuştur (Foto 3.4, Foto 3.12).

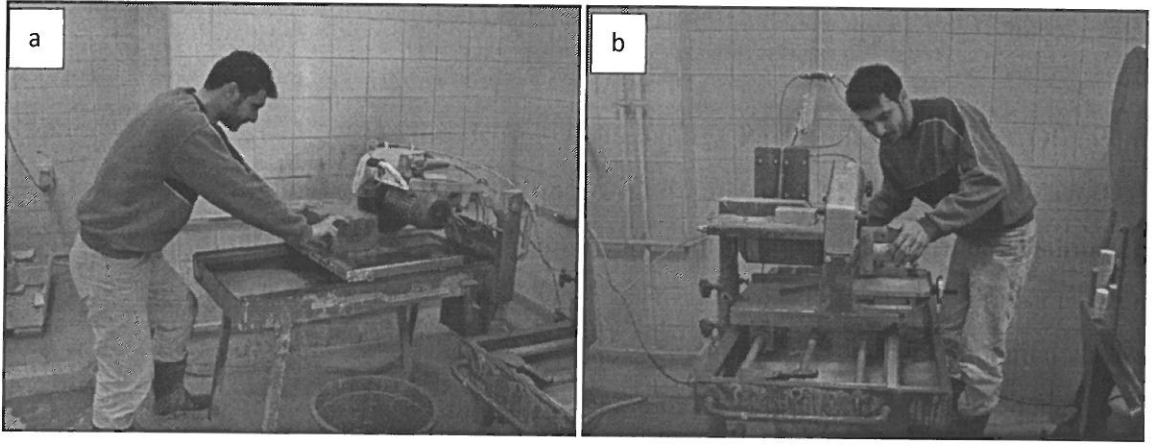


Foto 3.4. Karot kesme işlemi (a), karot düzleme işlemi (b)

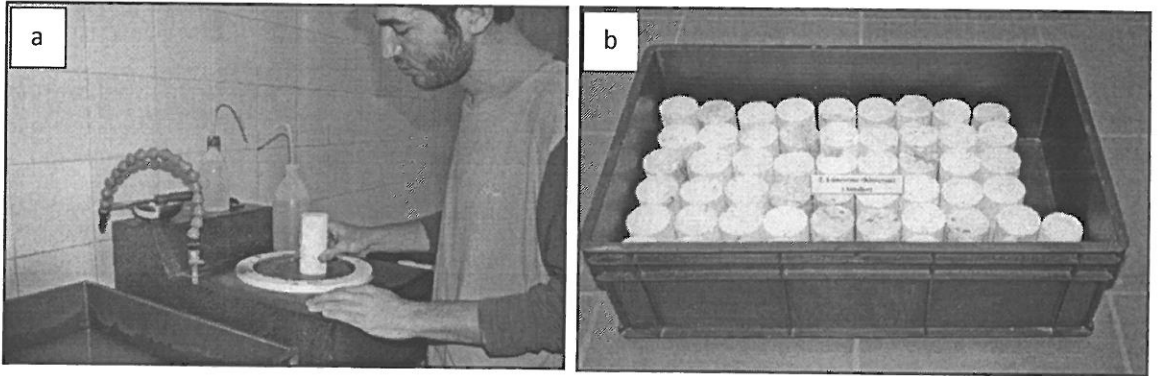


Foto 3.5. Karot yüzey parlatma işlemi (a), karot sandıklama işlemi (b)

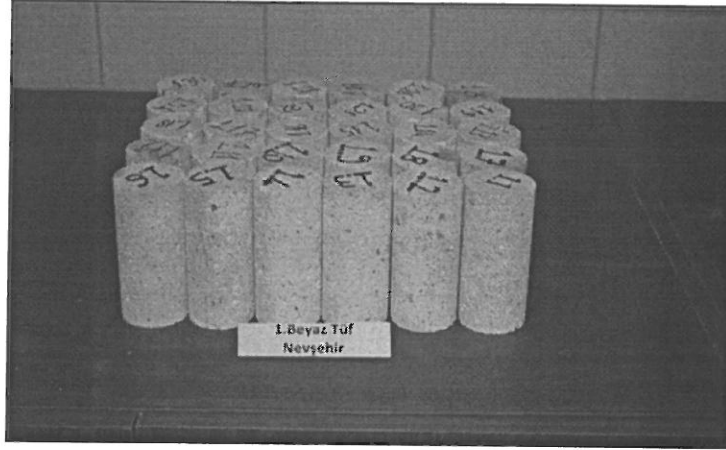


Foto 3.6. Nevşehir (beyaz) tufünden hazırlanan karotların görüntüsü

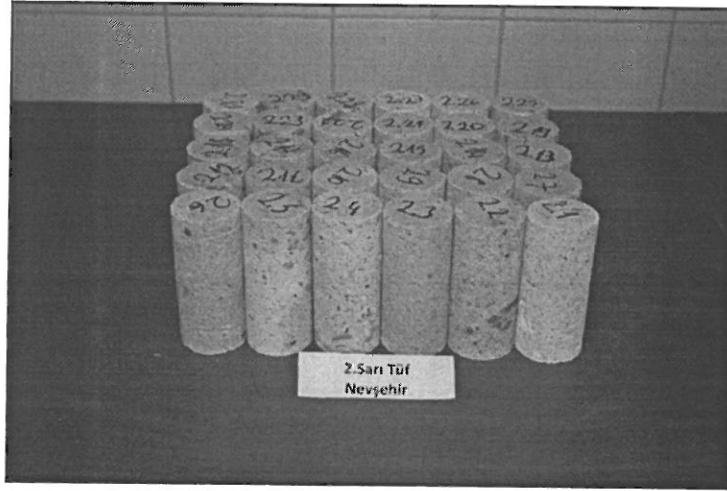


Foto 3.7. Nevşehir (sarı) tufünde hazırlanan karotların görüntüsü

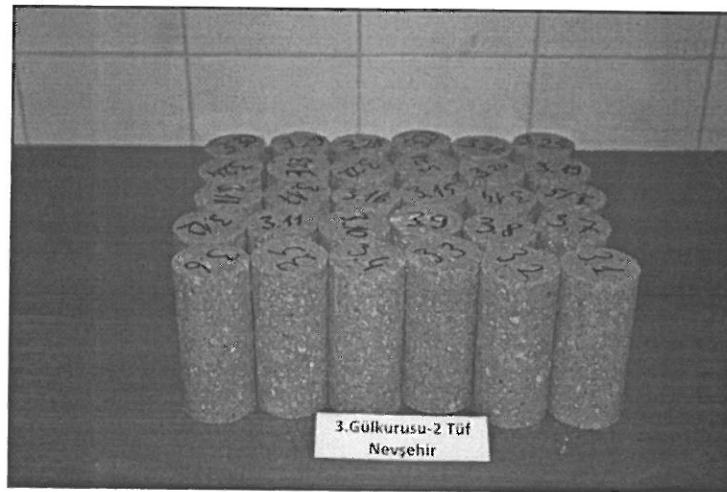


Foto 3.8. Nevşehir (gülkurusu) tufünden hazırlanan karotların görüntüsü

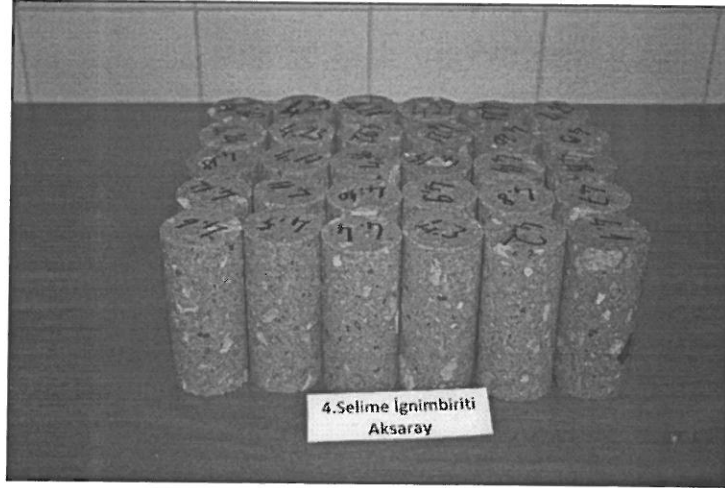


Foto 3.9. Aksaray Selimiye ignimbiritinden hazırlanan karotların görüntüsü

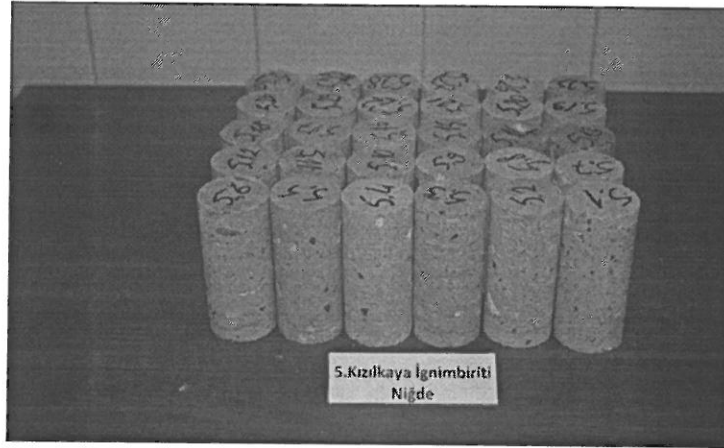


Foto 3.10. Niğde Kızılkaya ignimbiritinden hazırlanan karotların görüntüsü



Foto 3.11. Kayseri Koçağız tufünden alınan karotların görüntüsü



Foto 3.12. Kayseri/Erkilet pembe tufünden hazırlanan karotların görüntüsü

3.2.2.2. Temel Fiziksel Özelliklerin Belirlemesi

Birim Hacim Ağırlık Belirleme

Kaya numunelerinin doğal birim hacim ağırlığı ve kuru birim hacim ağırlığı olmak üzere iki farklı birim hacim ağırlıkları belirlenmiştir. Doğal birim hacim ağırlığı; kaya kütlelerinden düzgün bir biçimde alınan karot örneklerinin hassas terazide ağırlıkları belirlenmiş, geometrik boyutlarından bulunan hacmine bölünerek bağıntı 3.1’de gösterilen formülde yerine yazılarak doğal birim hacim ağırlıkları bulunmuştur (TSE, 3529)

$$d_h = G_d / v \dots\dots\dots(3.1)$$

Kuru birim hacim ağırlıkları ise deney numunelerinin yüzeyleri sert bir fırça ile fırçalanıp su ile yıkanarak temizlenir ve değişmez kütleye gelinceye kadar etüvde kurutulur. Desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 0.1 gr hassasiyetle tartılır (Gk). Deney numunelerinin hacimleri, boyutlarından hesaplanarak bulunur. Bulunan bu değerler bağıntı 3.2’de yerine yazılarak kuru birim hacim ağırlıkları hesaplanır (TSE, 3529).

$$d_h = G_d / v \dots\dots\dots(3.2)$$

Burada; d_k : Kaya biriminin doğal birim hacim ağırlığı (gr/cm^3), G_k : Deney numunesinin değişmez kütleye kadar kurutulmuş kütlesi (g), V : Deney numunesinin hacmi (cm^3)

Özgül Ağırlık Belirleme

Özgül ağırlık aynı hacimdeki kayacın 4°C'deki suya ağırlıkça oranıdır, agreganın işgal ettiği gerçek birim hacme isabet eden ağırlıktır. Agreganın özgül ağırlığı agreganın içinde bulunan su miktarına da bağlıdır (Bilgil, 1994). Herhangi bir birimle ifade edilmez. Kaya numunelerinden alınmış karotların ağırlıkları hassas terazi ile belirlenir (M_r), V hacimdeki suyun ağırlığı bağıntı 3.3'de yerine yazılarak özgül ağırlık (γ_o) bulunur.

$$\gamma_o = (M_r/w) / (M_w/w) \dots\dots\dots (3.3)$$

Burada; γ_o : Özgül ağırlık, V : Hacim (gr/cm^3), M_r : V hacimdeki kayacın ağırlığı (gr), M_w : V hacimdeki suyun ağırlığı (4°C'de)

Görünen Porozite ve Normal Porozite Belirleme

Görünür porozite; değişmez kütleyle kadar kurutulmuş taşın absorbe edebildiği su miktarına tekabül eden hacmin boşlukları dahil tüm hacmine oranı olarak tanımlanır. (TSE 699). Önceki deneylerde bulunan G_d , G_k , G_{ds} kullanılarak bağıntı 3.4'deki formülde yerine yazılarak görünür porozite hesaplanır.

$$P_g = [(G_d - G_k) / (G_d - G_{ds})] \times 100 \dots\dots\dots (3.4)$$

Burada; P_g : Taşın görünür porozitesi (%), G_d : Taşın doygun haldeki kütlesi (gr), G_k : Değişmez kütleyle kadar kurutulmuş taşın kütlesi (gr), G_{ds} : Doygun haldeki taşın su içindeki kütlesi (gr). Porozitesi ise değişmez kütleyle kadar kurutulmuş taşın, boşluk hacminin boşlukları dahil tüm hacmine oranı olarak tanımlanır, ortalama hacim kütlesi ve ortalama özgül kütle kullanılarak aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır (TSE 699).

$$P = [1 - (d_h/d_o)] \times 10 \dots\dots\dots (3.5)$$

$$P = (1 - k) \times 100 \dots\dots\dots (3.6)$$

Burada; P : Numunenin porozitesi (%), d_h : Taşın hacim kütlesi (gr/cm^3), d_o : Numunenin özgül kütlesi, k : doluluk oranı (%)

Su Emme Oranı Belirleme

Su emme oranı, kütlece su emme oranı ve hacimce su emme oranı olmak üzere iki farklı şekilde hesaplanır. Kütlece su emme oranı, etüvde değişmez kütleyle gelinceye kadar kurutulmuş numunenin, absorbe edebildiği su kütlesinin numunenin tüm kütlesine oranı, hacimce su emme oranı ise numunenin bünyesine absorbe edebildiği su hacminin numunenin boşlukları dahil tüm hacmine oranı olarak tanımlanır (TSE 699). Karot şeklinde, düzgün silindir biçimli alınan numuneler tel fırça ile yıkanıp temizlendikten sonra 20°C sıcaklıkta su bulunan derin bir kap içerisine ¼'ü batacak şekilde konur bu durumda 1 saat bekletildikten sonra aynı sıcaklıktaki su ile numunelerin ½'si suya batacak şekilde su ilave edilir ve 1 saat daha beklenir, ¾'ü batacak şekilde aynı işlemler yapıldıktan sonra numunenin tamamı su içerisinde 45 saat süreyle bekletilir. Bu süre zarfında buharlaşan suyun yerine numunelerin tamamı su içerisi de kalacak şekilde su ilave edilir.

Sürenin tamamlanmasıyla su içerisinden çıkartılan numunelerin üzeri kuru bir bez yardımıyla üzerindeki su damlacıkları alınır ve 0.1 gr hassasiyete tartılarak (G_d) belirlenir. Aynı işlemler tekrar yapılarak G_d 'nin değişmez kütleyle gelinceye kadar tekrarlanır. Bu işlemlerden sonra doygun hale gelen deney numuneleri, arşiment terazisinde tartılarak su içindeki kütleleri bulunur (G_{ds}). Daha sonra numuneler değişmez kütleyle gelinceye kadar kurutulur, desikatör içerisinde soğutulduktan sonra 0.1 gr hassasiyetle tartılarak kütlesi bulunur (G_k). Bu işlemler itina ile yapıldıktan sonra bulunan değerler bağıntı 3.7 ve 3.8'de yerine yazılarak kütlece ve hacimce su emme oranları belirlenir (TSE, 3526).

$$Sk = [(G_d - G_k) / G_k] \dots\dots\dots (3.7)$$

$$Sh = [(G_d - G_k) / (G_d - G_{ds})] \times 100 \dots\dots\dots (3.8)$$

Burada; S_k : Taşın kütlece su emme oranı (%), S_h : Taşın hacimce su emme oranı (%), G_d : Taşın doygun haldeki kütlesi (gr), G_k : Değişmez kütleyle kadar kurutulmuş taşın kütlesi (gr), G_{ds} : Doygun haldeki taşın su içindeki kütlesi (gr)

Doluluk Oranı Belirleme

Doluluk oranı (Komposite); değişmez kütleyle kadar kurutulmuş taşın, boşlukları hariç (dolu hacim) boşlukları dahil hacmine oranı olarak tanımlanır (TSE 699). Önceki

deneylerin sonucu elde edilen ortalama hacim kütleri (d_h) ile ortalama özgül kütle kullanılır. Bulunan bu değerler bağıntı 3.9'da yerine yazılarak doluluk oranı (kompozite) belirlenir.

$$k = (d_h / d_o) \times 10 \dots\dots\dots (3.9)$$

Burada; k: Numunenin doluluk oranı, d_h : Taşın ortalama hacim kütlesi (gr/cm^3), d_o : Taşın ortalama özgül kütlesi (gr/cm^3).

3.2.2.3. Numunelerin Su Muhtevalarının Ayarlanması

Çalışmanın amacı doğrultusunda hazır hale getirilen karot numunelerin su muhtevaları % 0, % 50 ve % 100 olacak şekilde ayarlanmıştır. Su muhtevasının temel formülünde numunelerin kuru ağırlıkları kullanılarak olması gereken su muhtevaları için gerekli olan su miktarları hesaplanmış ve bir sprey yardımıyla emdirilmiştir. Su emdirme işlemleri tamamlandıktan sonra numuneler bir desikatöre alınarak 24 saat süreyle kürlenmesi sağlanmıştır. Bu işlemle numunelere ilave edilen suyun numunenin iç kısımlarına nüfuz etmesi sağlanmıştır. Su muhtevası ayarlama işlemlerinin görüntüleri sırasıyla aşağıdaki fotoğraflarda gösterilmiştir (Foto 3.13).

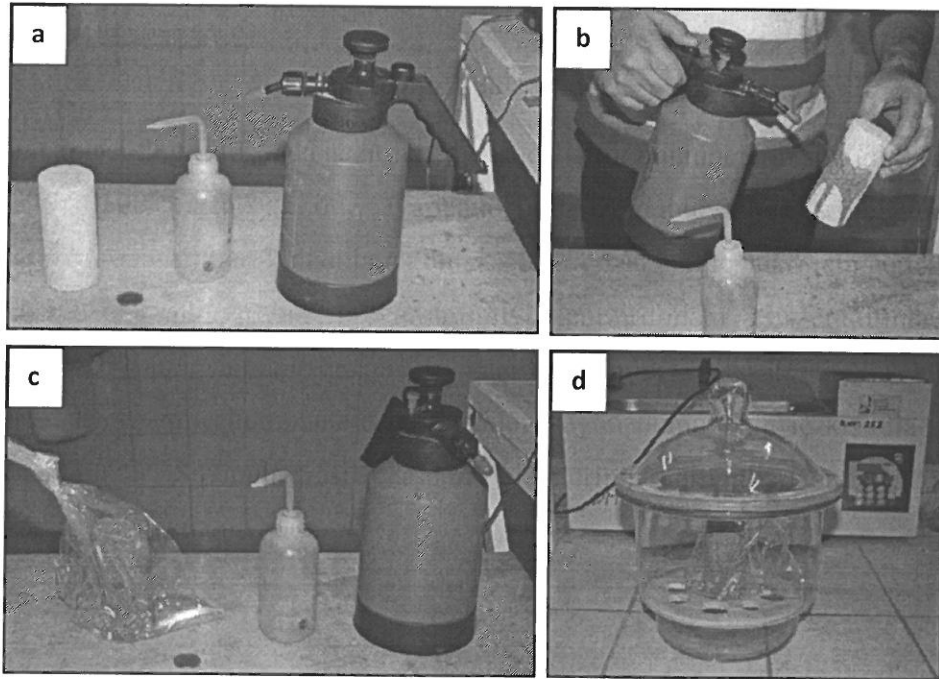


Foto 3.13. Numunelerin su muhtevalarının ayarlanması

3.2.2.4. Kayaçlardan İnce Kesit Hazırlama

Numunelerin mineralojik, petrografik ve dokusal özelliklerini belirleyebilmek için Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümü kesithanesinde, tüm numunelerden alınan temsili örneklerden ince kesitler hazırlanmıştır.

3.2.2.5. Polarizen Mikroskopta Mineral Tayini

Yapılan ince kesitlerin mineralojik ve petrografik incelemesi ve dokusal özelliklerinin belirlenmesi Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümü araştırma mikroskobunda (Canon EOS 450), hem çift nikolde hemde tek nikolde yapılmıştır (Foto 3.14), kesitlerde önemli görülen yerlerden görüntüler alınmıştır.

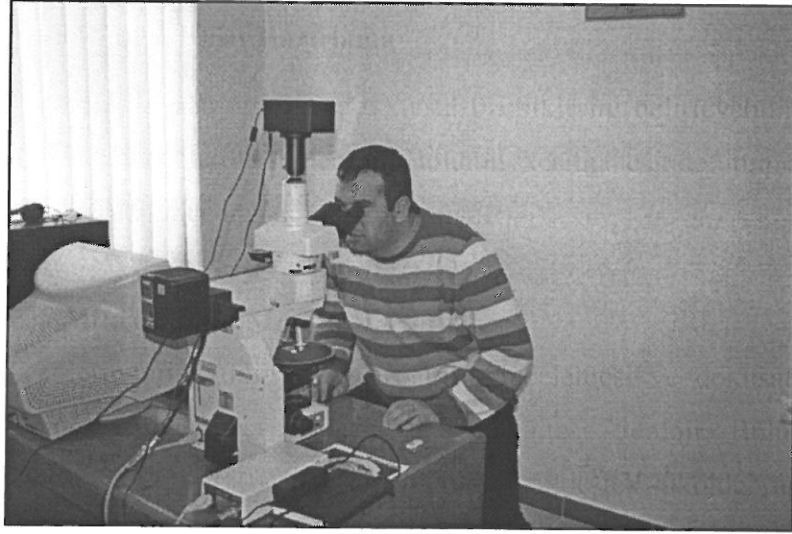


Foto 3.14. İnce kesitlerin mikroskopta incelenmesi

3.2.2.6. Üç Eksenli Basınç Deneyinin Yapılması

Çalışmanın en önemli aşamasını oluşturan bu deney üç eksenli sıkışmaya maruz kalan silindirik kayaç örneklerinin makaslama dayanımı parametrelerinin saptanması amacıyla yapılmıştır. Deney verileri kullanılarak kayacın yenilme zarfı çizilmiş ve bu zarftan kayacın içsel sürtünme açısı (θ) ve kohezyon (C) parametreleri belirlenmiştir. Tek eksenli basınç dayanımı deneyinde olduğu gibi burada da tamamen kuru, % 50 doygunluk derecesi ve % 100 doygunluk derecesi için karot örnekleri kullanılmıştır. Üç eksenli basınç dayanımı için kullanılan deney düzeneği aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Foto 3.15).

Kullanılan Araç ve Gereçler

- Ayarlanabilen sabit bir hızla ve sürekli olarak aksel yüklemeye sağlayabilecek yeterli kapasitede bir yüklemeye presi (max: 20 KN),
- Silindirik örneğin yerleştirileceği ve yanal basınç uygulanacağı üç eksenli deney hücresi (Hoek hücresi),
- Örnek Hoek hücresine yerleştirilmeden önce, örneğin içine konacağı geçirimsiz ve esnek kılıf (Membran),
- Örneğin çapıyla aynı çapta, çelikten yapılmış küresel başlıklar,
- Yanal basınç ünitesi. Bu ünite, basınca dayanıklı bir hortumla üç eksenli hücreye bağlanır,
- Kumpas (0.1 mm duyarlılıkta).

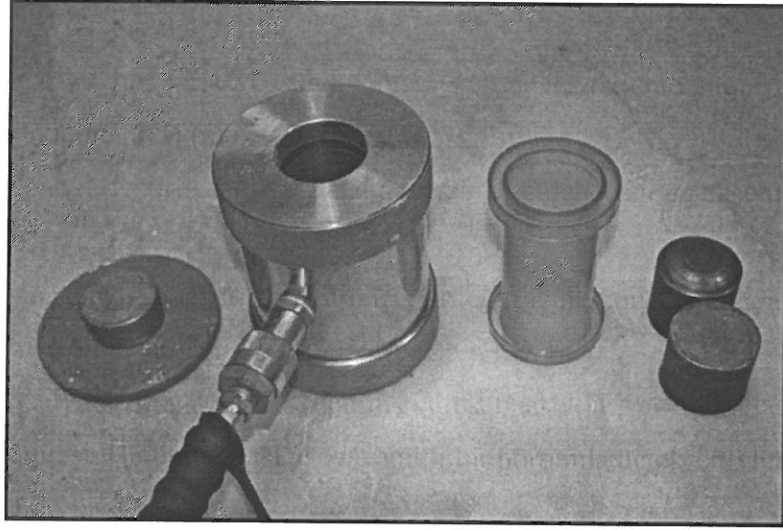


Foto 3.15. Hoek hücresi ve gereçleri

Deneye başlamadan önce, hücre ile membran arası hidrolik yağ ile doldurulmuştur. Yanal basınç ünitesinin hortumu hücreye takılmış, ayrıca hava alma vanası da hücrenin diğer girişine monte edilmiştir. Hava kabarcıkları hava alma vanasından gözlenerek hücrede hiç hava kalmayınca kadar yanal basınç ünitesinden hücreye yağ basılmıştır ve hücredeki hava alındıktan sonra hava alma vanası çıkartılmıştır. Bu durumda örnek ile membran arasında hiç boşluk kalmamasına ve örneğin yerine sıkıca girmiş olmasına özen gösterilmiştir. Örneğin üstüne ve altına küresel başlıklar konulduktan sonra hücre yüklemeye presine yerleştirilmiş, böylece hücre yerine oturtulmuştur. Bilgisayar programında karotun geometrik boyutlarına uygun olarak yüklemeye hızı ayarlanmıştır. Numene membran

içerisine konduktan sonra üç eksenli hücredeki yuvasına yerleştirilerek presin alt ve üst plakaları numuneye temas edecek şekilde ayarlandıktan sonra hücre içerisindeki basınç her deney için 1.125MPa, 2.500MPa, 5.000 MPa olacak şekilde ayarlanmış ve yüklemeye geçilmiştir.

Yukarıda belirtilen işlemler, aynı kayaktan hazırlanmış üç örnek için ve her seferinde bir önceki deneyde seçilen yanal basınç değerinden daha yüksek yanal basınç (1.125 Mpa, 2.500 MPa, 5.000MPa) uygulanarak tekrarlanmıştır. Yenilme zarfının daha sağlıklı çizilebilmesi amacıyla, en az üç örnek kullanılmıştır. Aşağıdaki fotoğraflarda deneyin aşamaları gösterilmiştir (Foto 3.16). Ayrıca deneylerden elde edilerek çizilen örnek Mohr kırılma zarfı Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

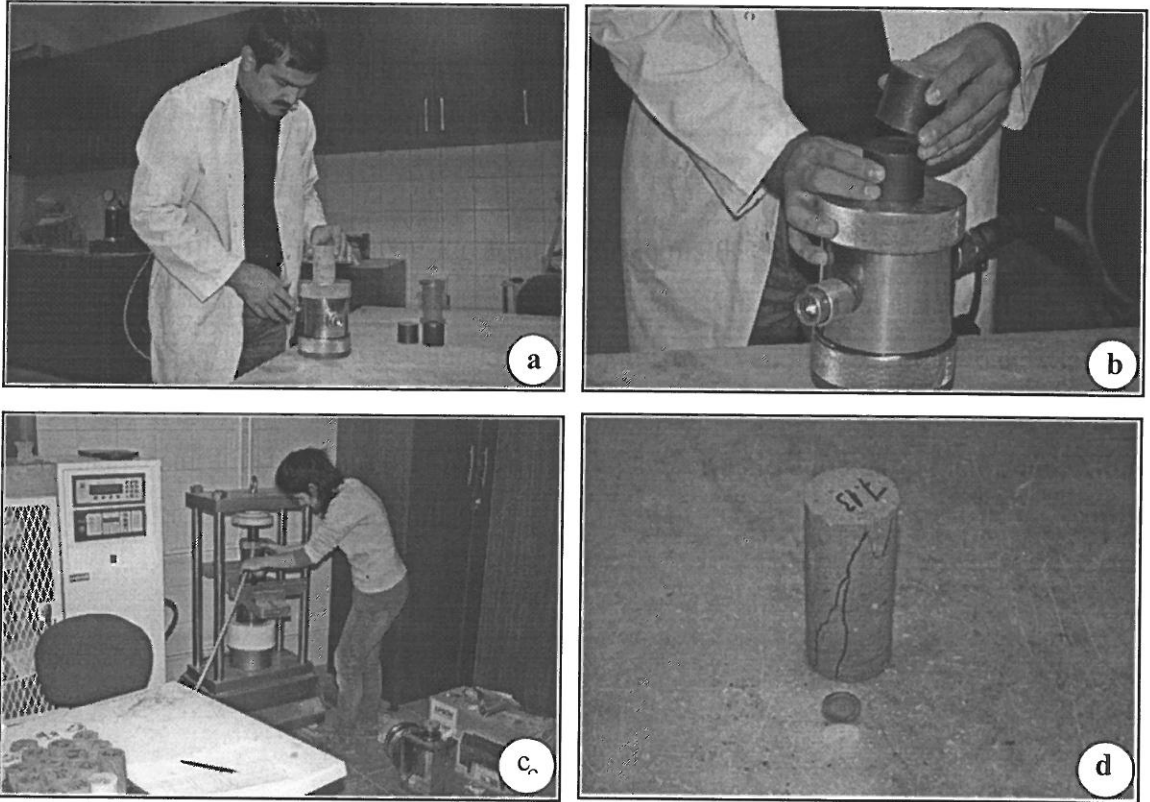
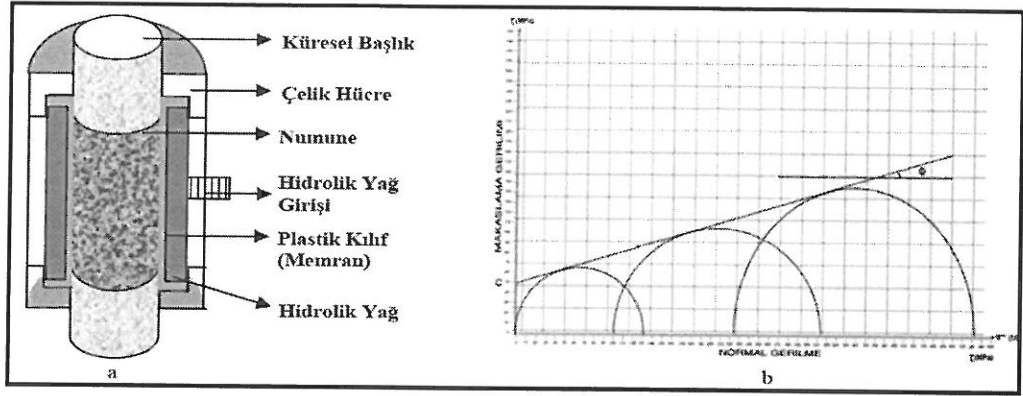


Foto 3.16 a. Numunenin Hoek hücresine yerleştirilmesi, b. Yükleme başlıklarının yerleştirilmesi, c. Deneyin yapılışı, d. Kırılan numunenin son hali



Şekil 3.2. a. Üç eksenli basınç hücresinin şematik gösterimi, b. Mohr kırılma zarfı

BÖLÜM IV

BULGULAR VE TARTIŞMALAR

4.1. Kayaçların Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi

4.1.1. Beyaz Tüfün (Nevşehir) Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi

Makroskobik olarak beyaz görünümlü olan bu tüfler, kristallenme derecesine göre yarı kristalli (hipokristalin), kristal boyutuna göre afanaritik dokuludur. Kayacın felsik minerali kuvars hamur içerisinde dağılmış durumdadır. Aşağıda çift nikolde ve tek nikolde ince kesit görüntüsü verilmiştir (Foto 4.1, Foto 4.2).

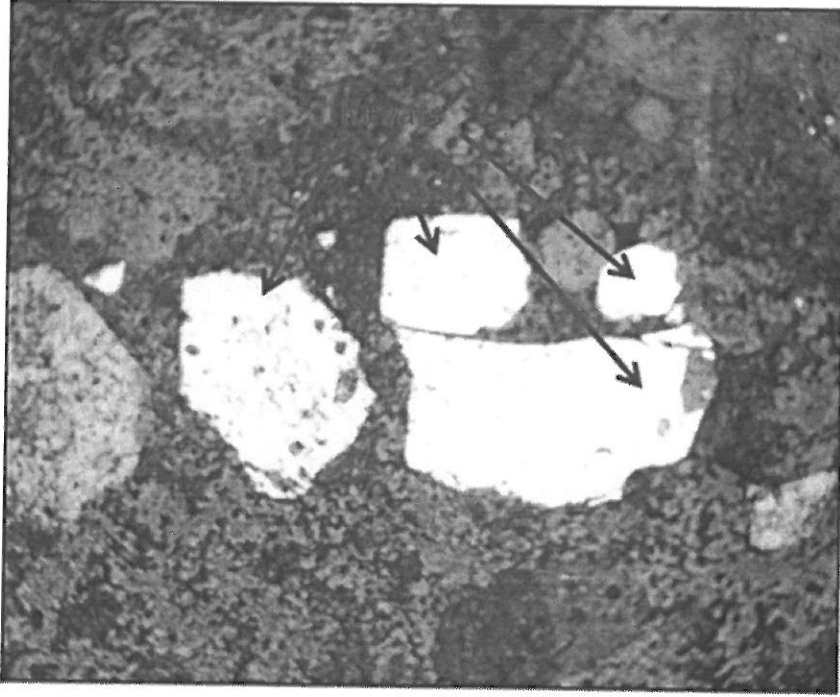


Foto 4.1. Kayaçta nadir olarak görülen kuvarsın çift nikol görüntüsü

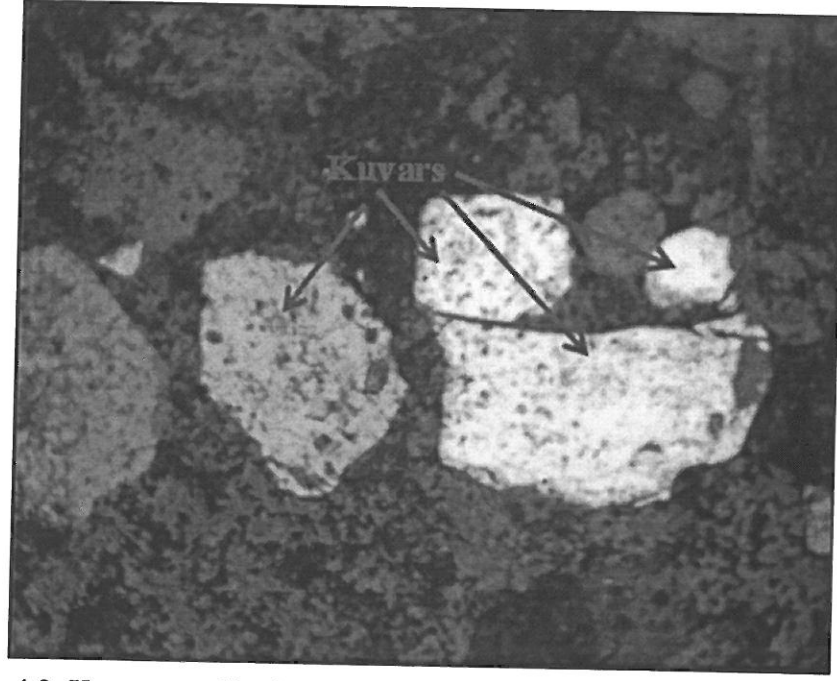


Foto 4.2. Kayaçta nadir olarak görülen kuvarsın tek nikol görüntüsü

4.1.2. Sarı Tüfün (Nevşehir) Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi

Makroskobik olarak sarı görünümlü olan bu tüfler kristallenme derecesine göre yarı kristalli (hipokristalin), kristal boyutuna göre afanaritik dokuludur. Kayaç içerisinde öz şekilli gözlenen kuvarslar yaygın olarak görülmektedir. Ayrıca ince kesitte öz şekilli amfiboller kristallerine rastlanmıştır. Aşağıda öz şekilli kuvars ve amfibol kristallerinin görüntüleri verilmiştir (Foto 4.3, Foto 4.4).

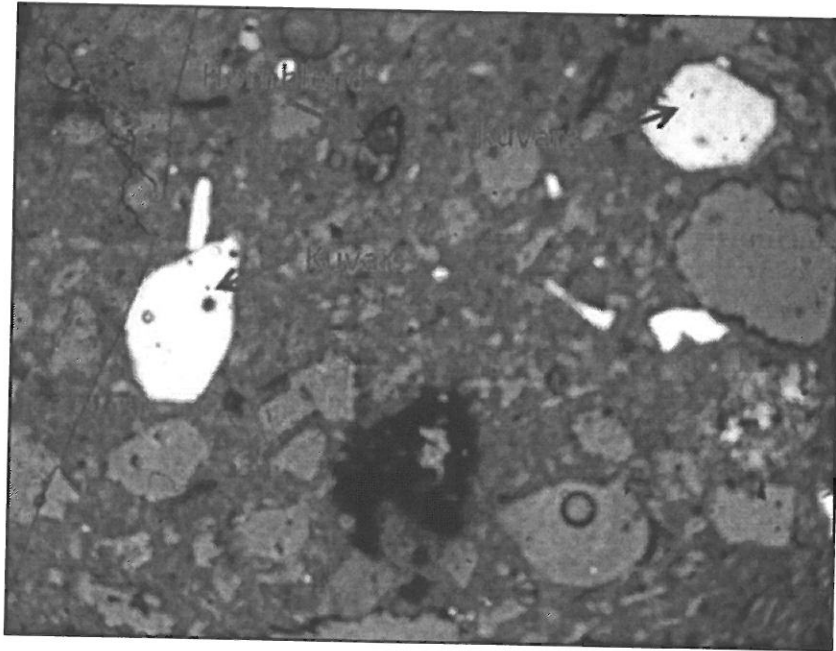


Foto 4.3. Kayaçta gözlenen kuvars ve amfibol kristallerinin çift nikol görüntüleri

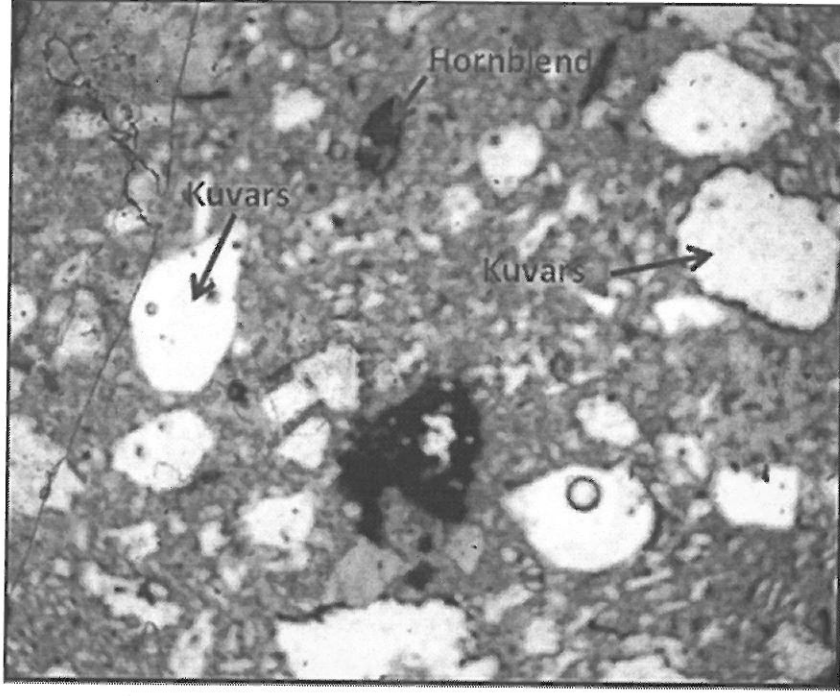


Foto 4.4. Kayaçta gözlenen kuvars ve amfibol kristallerinin çift nikol görüntüleri

4.1.3. Gül Kurusu Tüfün (Nevşehir) Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi

Makroskobik olarak gülkurusu görümlü olan bu tüfler kristallenme derecesine göre yarı kristalli (hipokristalin), kristal boyutuna göre afanitik dokuludur. Kayaç içerisinde kemirilmiş kuvars dokusu, bozmuş amfibol kristalleri yaygın olarak görülmektedir. Aşağıda ince kesitte gözlenen öz şekilli kuvars ve amfibol kristallerinin görüntüleri verilmiştir (Foto 4.5, Foto 4.6).

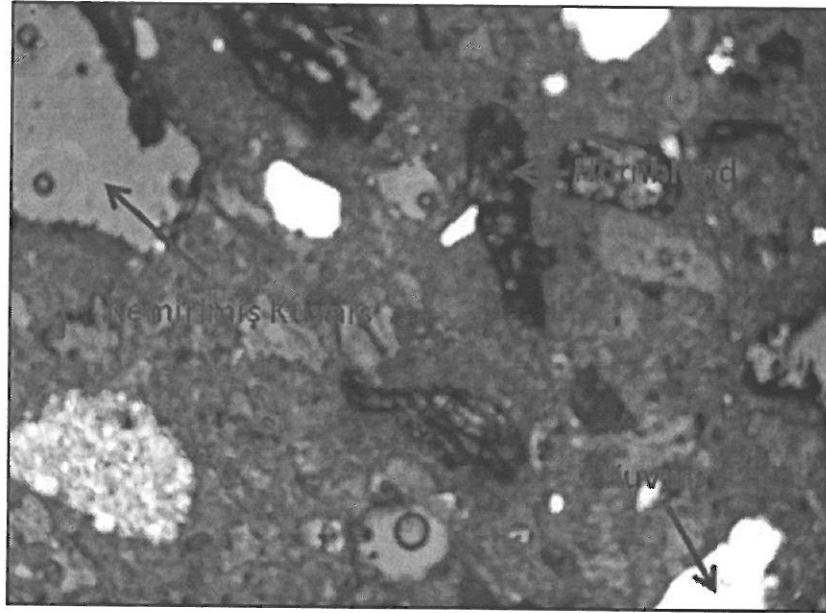


Foto 4.5. Kemirilmiş kuvars ve bozmuş amfibol kristallerinin çift nikol görüntüleri

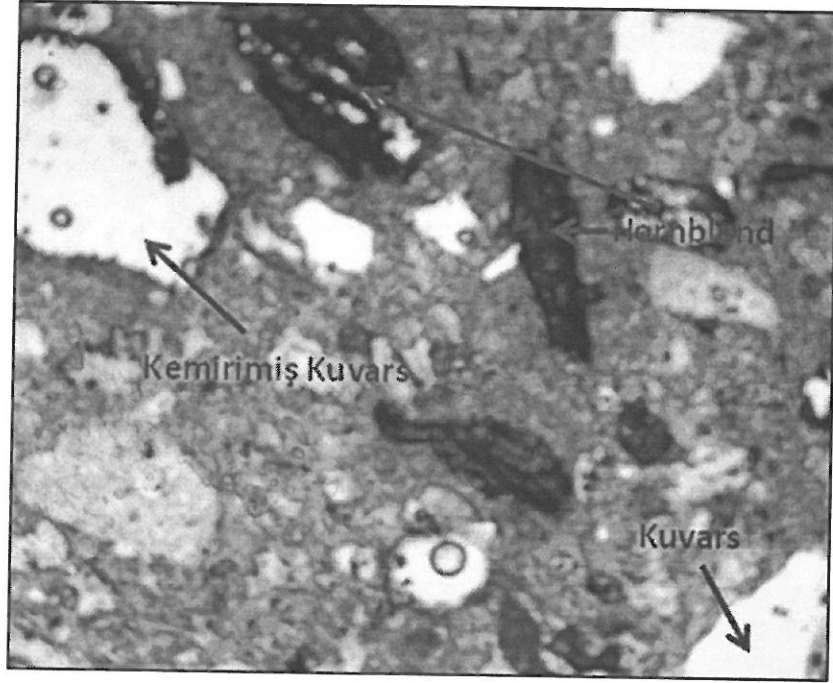


Foto 4.6. Kemirilmiş kuvars ve bozmuş amfibol kristallerinin tek nikol görüntüleri

4.1.4. Selimiye İğnimbiritinin (Aksaray) Mineralojik ve Petrog. Değerlendirmesi

Makroskobik olarak gri görünümlü olan bu tüfler kristallenme derecesine göre yarı kristalli (hipokristalin), kristal boyutuna göre afanitik dokuludur. Kayaç içerisinde polisentetik ikizlenme gösteren plajiyoklas feldispatlar ve öz şekilsiz kuvars kristalleri yaygın olarak görülmektedir. Aşağıda ince kesitte gözlenen öz şekilsiz kuvars kristalleri ve plajiyoklas feldspat kristalleri görülmektedir (Foto 4.7, Foto 4.10).

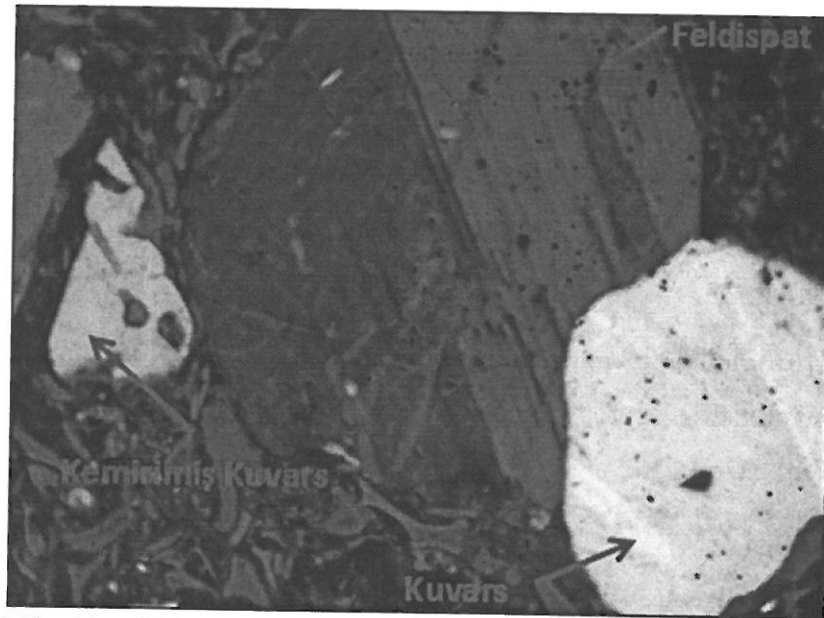


Foto 4.7. Plajiyoklas feldspatlarda gözlenen polisentetik ikizlenin çift nikol görüntüleri

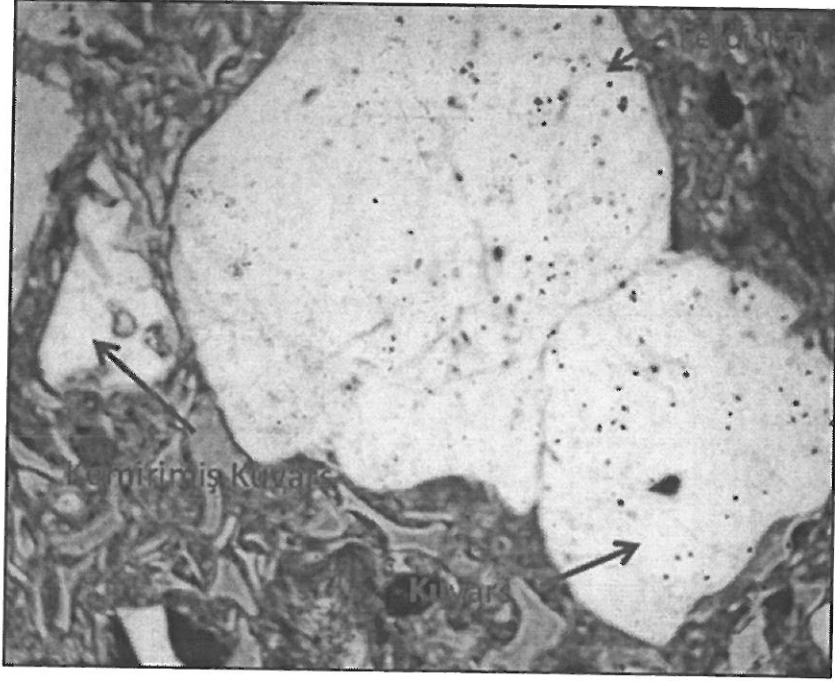


Foto 4.8. Plajiyoklas feldspatlarda gözlenen polisentetik ikizlenin tek nikol görüntüleri

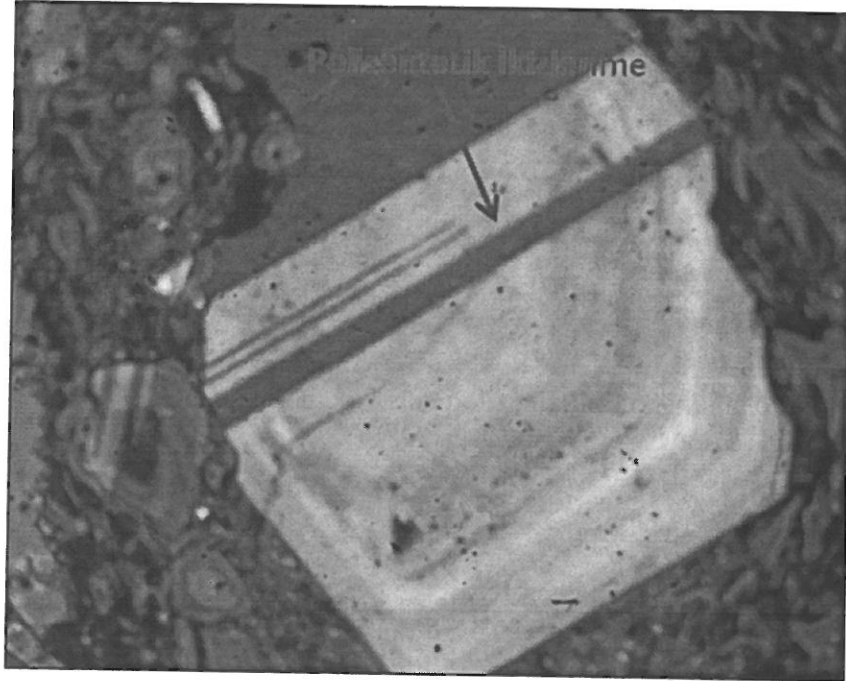


Foto 4.9. Plajiyoklas feldspatlarda gözlenen polisentetik ikizlenin çift nikol görüntüleri

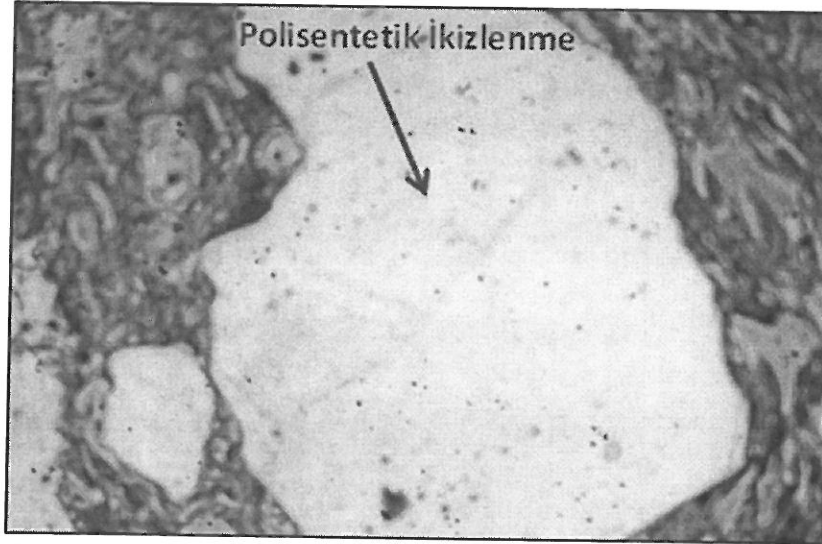


Foto 4.10. Plajiyoklas feldspatlarda gözlenen polisentetik ikizlenin tek nikol görüntüleri

4.1.5. Kızılkaya İğnimbirtlerinin Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi

Makroskobik olarak gri görümlü olan bu tüfler kristallenme derecesine göre yarı kristalli (hipokristalin), kristal boyutuna göre afanaritik dokuludur. Kayaç içerisinde öz şekilli ve öz şekilsiz kuvars kristalleri, iyi dilinimli öz şekilsiz amfibol kristalleri mevcuttur. Aşağıda ince kesitte gözlenen öz şekilsiz kuvars kristalleri ve dilinim yüzeyleri belli olan amfibol kristalleri görülmektedir (Foto 4.11, Foto 4.14).

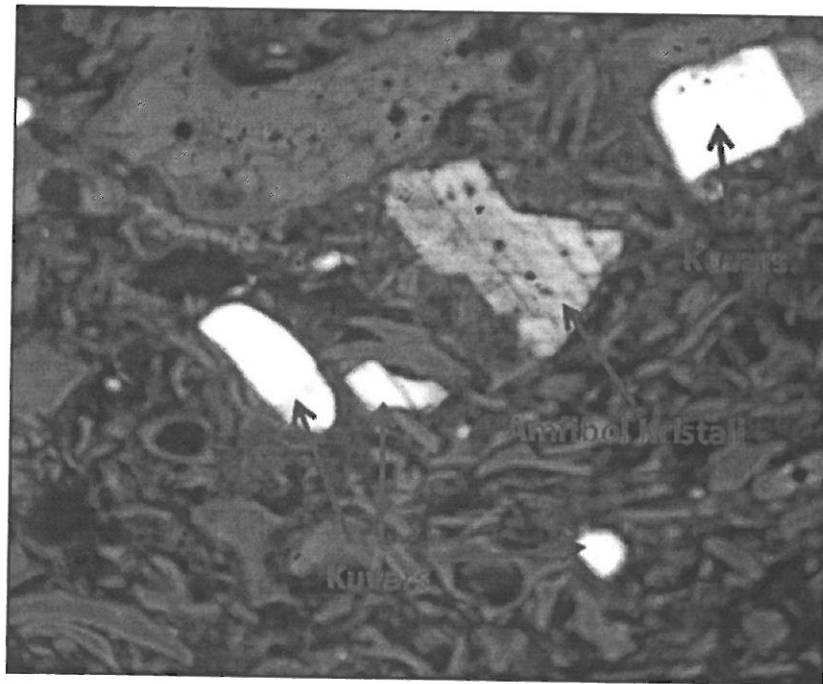


Foto 4.11. İyi dilinimli amfibolün ve öz şekilsiz kuvarsların çift nikol görüntüleri

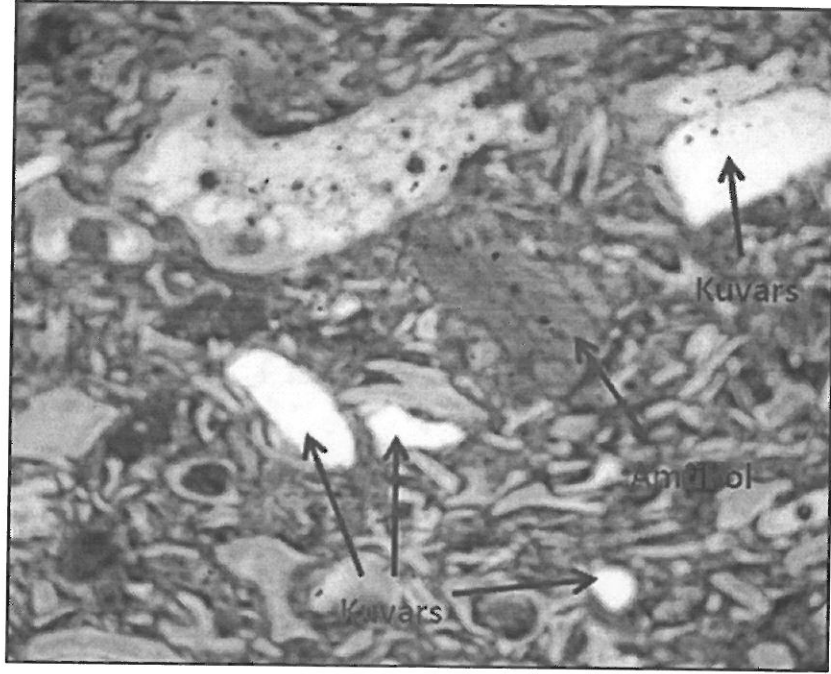


Foto 4.12. İyi dilinimli amfibolün ve öz şekilsiz kuvarsların çift nikol görüntüleri

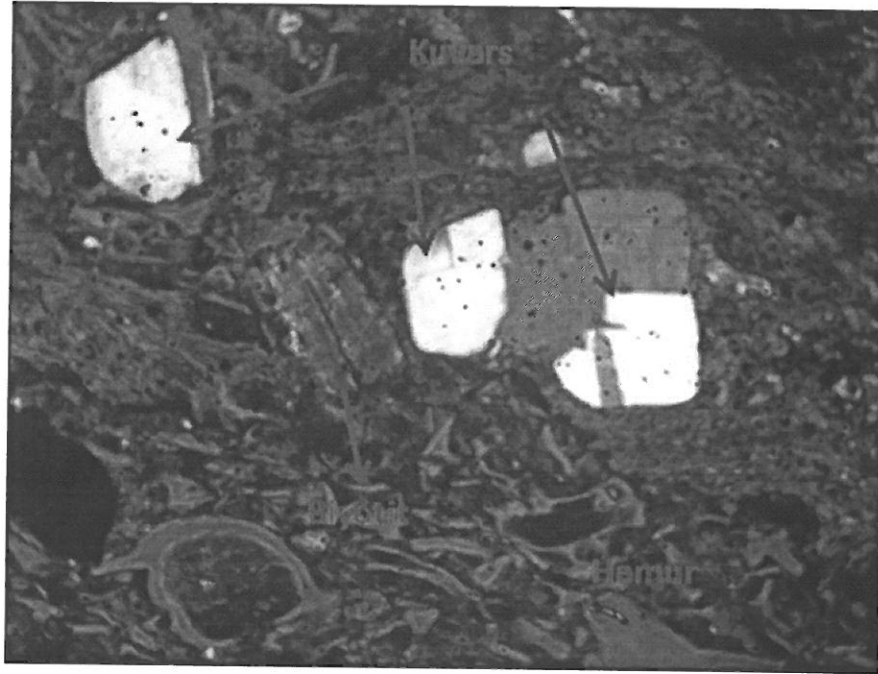


Foto 4.13. Biyotit ve öz şekilsiz kuvarsların çift nikol görüntüleri

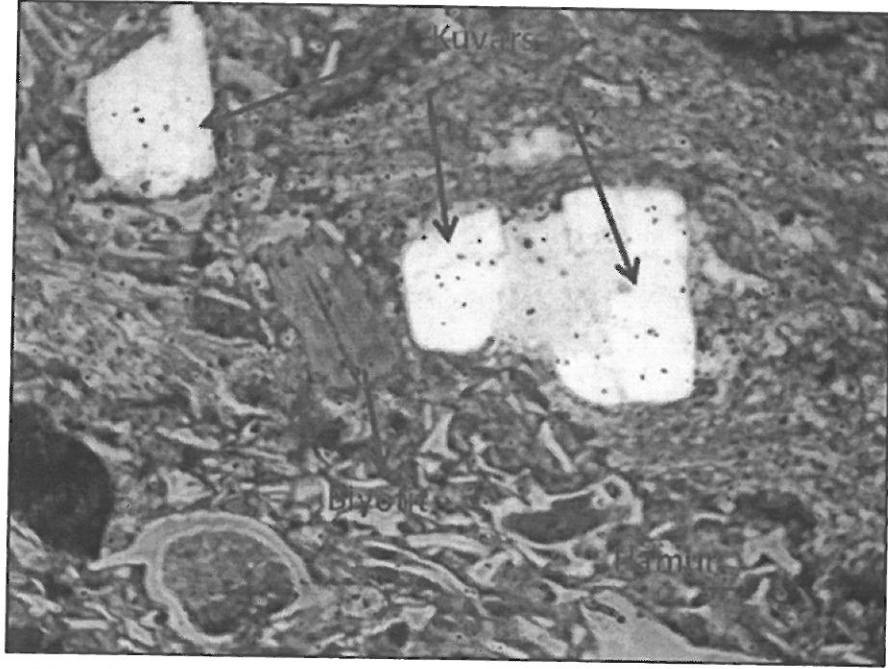


Foto 4.14. Biyotit ve öz şekilsiz kuvarsların tek nikol görüntüleri

4.1.6. Talas (Koçağız) Tüfünün Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi

Makroskobik olarak sarı görümlü olan bu tüfler kristallenme derecesine göre yarı kristalli (hipokristalin), kristal boyutuna göre afanitik dokuludur. Kayaç içerisinde öz şekilsiz kuvars kristalleri hamur içerisinde dağılmış durumdadır. Kayaçta ayrıca akma bandı dokusu görülmektedir. Aşağıda ince kesitte kuvars kristalleri ve akma bandı dokusu görülmektedir (Foto 4.15, Foto 4.18)



Foto 4.15. Biyotit ve öz şekilsiz kuvarsların çift nikol görüntüleri

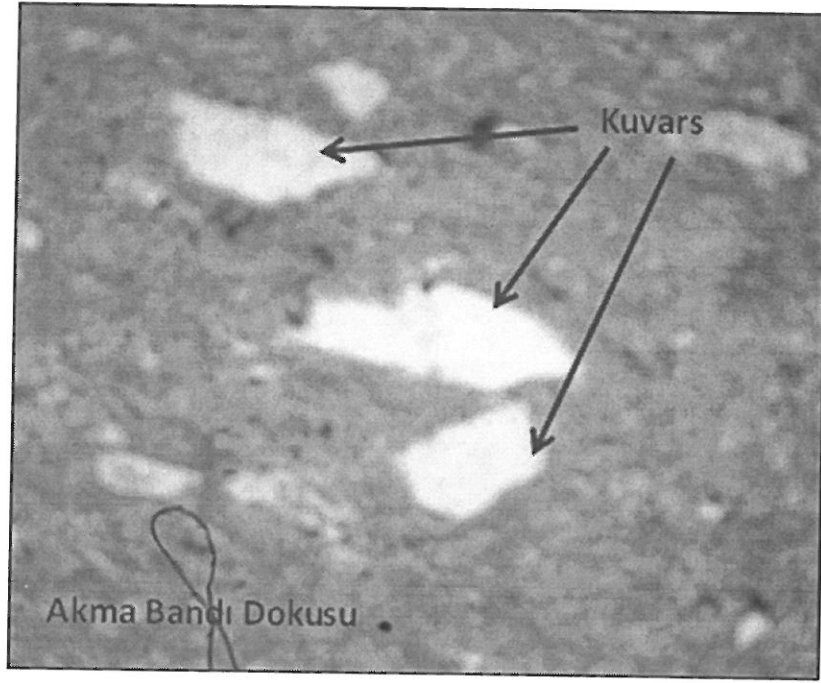


Foto 4.16. Biyotit ve öz şekilsiz kuvarsların çift nikol görüntüleri



Foto 4.17. Amfibol, kuvars ve plajiyoklaz feldspat kristallerinin çift nikol görüntüleri

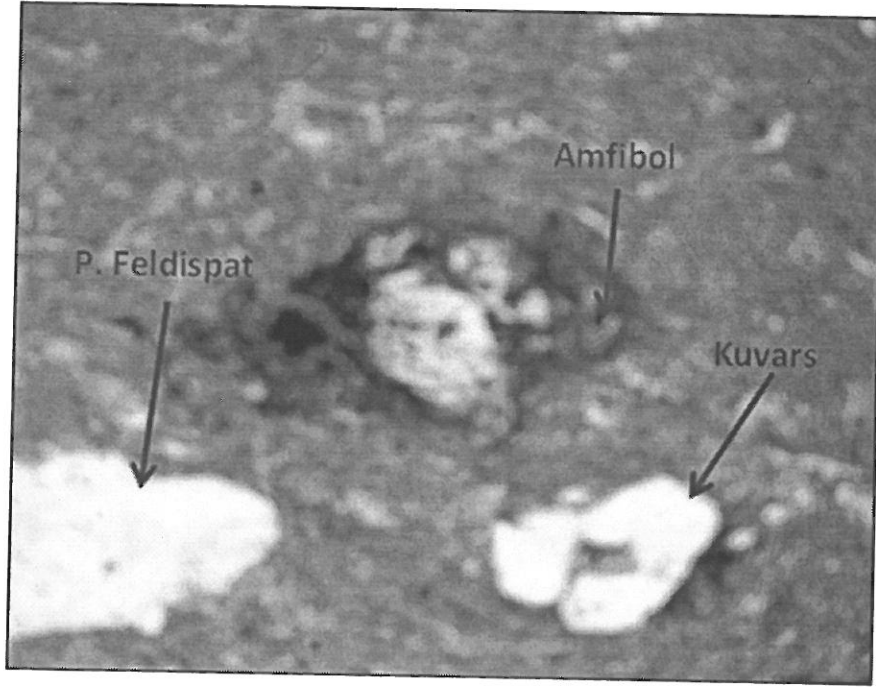


Foto 4.18. Amfibol, kuvars ve plajiyoklas feldspat kristallerinin tek nikol görüntüleri

4.1.7. Pembe Tüfün (Erkilet / Kayseri) Mineralojik ve Petrografik Değerlendirmesi

Makroskobik olarak pembe görünümlü olan bu tüfler kristallenme derecesine göre yarı kristalli (hipokristalin), kristal boyutuna göre afanaritik dokuludur. Kayaç içerisinde öz şekilsiz kemirilmiş kuvars kristalleri hamur içerisinde dağılmış durumdadır. Aşağıda ince kesitte kemirilmiş kuvars kristalleri görülmektedir (Foto 4.19, Foto 4.22).

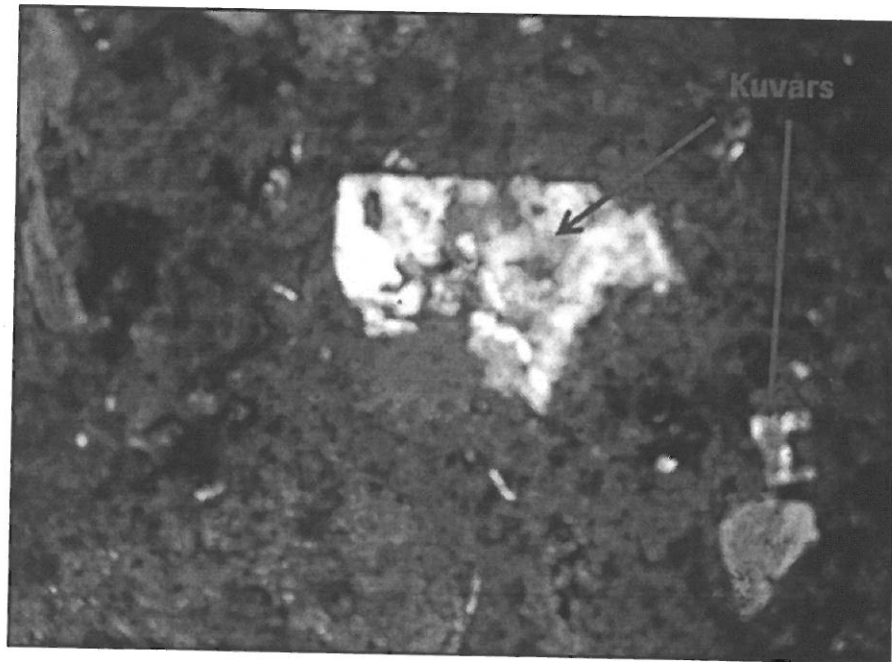


Foto 4.19. Kemirilmiş kuvars kristallerinin çift nikol görüntüleri

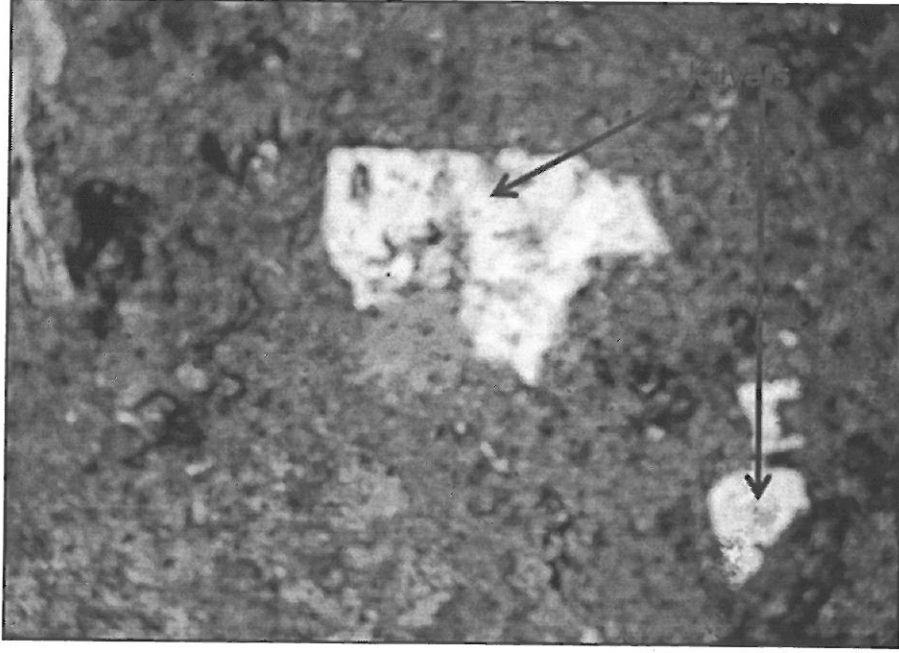


Foto 4.20. Kemirilmiş kuvars kristallerinin tek nikol görüntüleri



Foto 4.21. Kemirilmiş kuvars kristallerinin çift nikol görüntüleri

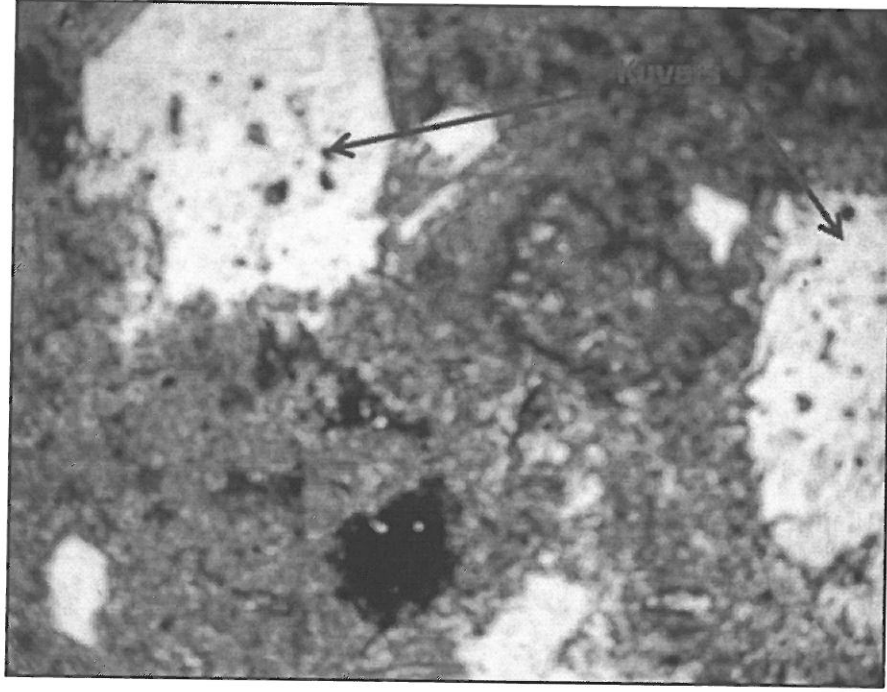


Foto 4.22. Kemirilmiş kuvars kristallerinin tek nikol görüntüleri

4.2. Kaya Birimlerinin İndeks Özellikleri

Kaya birimlerine ait indeks özellikleri karot örnekleri üzerinde yapılan laboratuvar deneyleriyle saptanmıştır. Deneylerde TS 699/Ocak 1989 “Tabii Yapıtaşları Muayene ve Deneysel Metodları” ve ISRM (1981) “Uluslararası Kaya Mekaniği Standartlarına” uygun deneyler esas alınmıştır. Bulunan bu değerler aşağıda Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Kaya birimlerinin indeks özellikleri

TANIMLAR			1	2	3	4	5	6	7
Doğal BHA	d_h	gr/cm ³	1.76	1.64	1.60	1.78	1.36	1.85	1.79
Kuru BHA	d_k	gr/cm ³	1.75	1.63	1.58	1.75	1.30	1.82	1.78
Su muhtevası	w	%	58.0	82	109	180	191	194	27
Özgül ağırlığı	γ_o	-	1.99	1.89	1.91	1.99	1.09	2.08	1.98
Porozite	P	%	21.0	25.5	32.2	23.8	32.2	26.2	19.5
Hacimce su	S_h	%	21.0	25.5	32.2	23.8	36.8	26.2	19.5
Kütlece Su Emme	S_k	%	12.0	15.7	20.4	13.6	28.2	14.4	10.9

4.3. Üç Eksenli Basınç Deney Sonuçları ve İçsel Sürtünme Parametrelerindeki Değişimler

Çalışmada kullanılan ignimbirit ve tüfler zayıf kaya sınıfında yer aldığı için her bir grupta en az dört numune üzerinde deneyler gerçekleştirilmiş, Mohr kırılma zarfı oluşturulurken bu değerler içerisinde Mohr dairelerinin durumuna göre en uygun değerler kullanılmıştır. Benzer gerekçe ile hücre içerisindeki yanal basınçlar düşük tutulmuş, sırasıyla 1.125 MPa, 2.500 MPa ve 5.000 MPa olarak uygulanmıştır. Sonuçlara bakıldığında kayaların doygunluk derecesine bağlı olarak içsel sürtünme açılarında ve kohezyonlarda belirgin bir düşüşün olduğu görülmektedir. Kayaç türleri için bu değişimler ayrı ayrı değerlendirilmiş ve bulgular aşağıda grafikler üzerinde tartışılmıştır.

4.3.1. Beyaz Tüfte' de Gözlenen İçsel Sürtünme Parametrelerindeki Değişimler

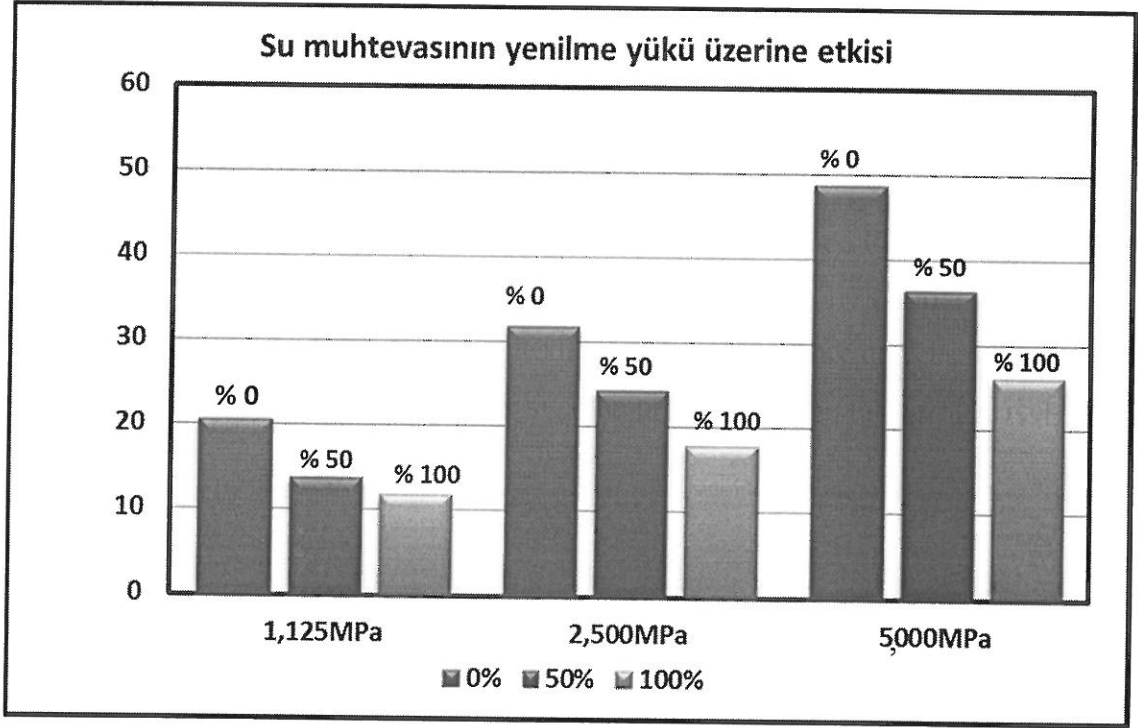
Üç eksenli basınç deneyi sonucunda farklı hücre basınçları için elde edilen yenilme yükleri aşağıdaki çizelgede sunulmuştur. Buna göre doygunluk derecesi artışına bağlı olarak yenilme yüklerinde belirgin bir azalmanın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri

Su Muhtevası	Yanal Basınç, σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü, F (kN)	Eksenel Gerilme, σ_1 (MPa)	Ekler
% 0	1.125	47.20	20.52	Ek 1
	2.500	73.10	31.78	
	5.000	111.80	48.61	
% 50	1.125	31.30	13.61	Ek 2
	2.500	55.60	24.17	
	5.000	83.60	36.35	
% 100	1.125	27.10	11.78	Ek 3
	2.500	40.60	17.65	
	5.000	59.80	26.00	

Oluşturulan sütün grafiklerine bakıldığında da, aynı yanal basınçlarda farklı su muhtevalarına sahip olan numunelerdeki eksenel gerilme değişimleri net olarak görülmektedir (Şekil 4.1). Doymunluk derecesine bağlı yenilme yüklerine bakıldığında 1.125 MPa'lık yanal basınçta tamamen kuru numunede eksenel gerilme 20.52 MPa, %

50 doygunluk derecesine sahip numunede aksel gerilme 13.61 MPa, % 100 doygunluk derecesine sahip numunede aksel gerilme 11.78 MPa'dır. Aksel gerilmedeki değişime bakıldığında etkileşimin % 100 doygunluk derecesine sahip olan numunede, % 50'lik doygunluk derecesine sahip numuneden daha fazla gerçekleştiği görülmektedir.

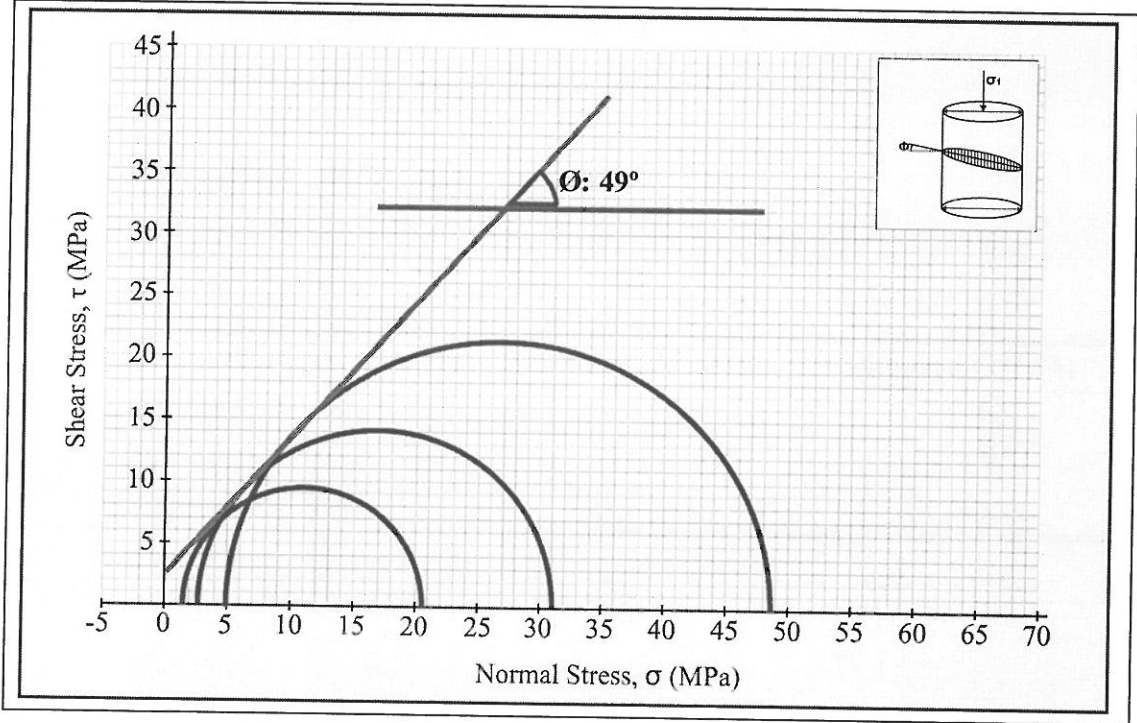


Şekil 4.1. Doygunluk derecesi ile aksel gerilmeler arasındaki ilişki

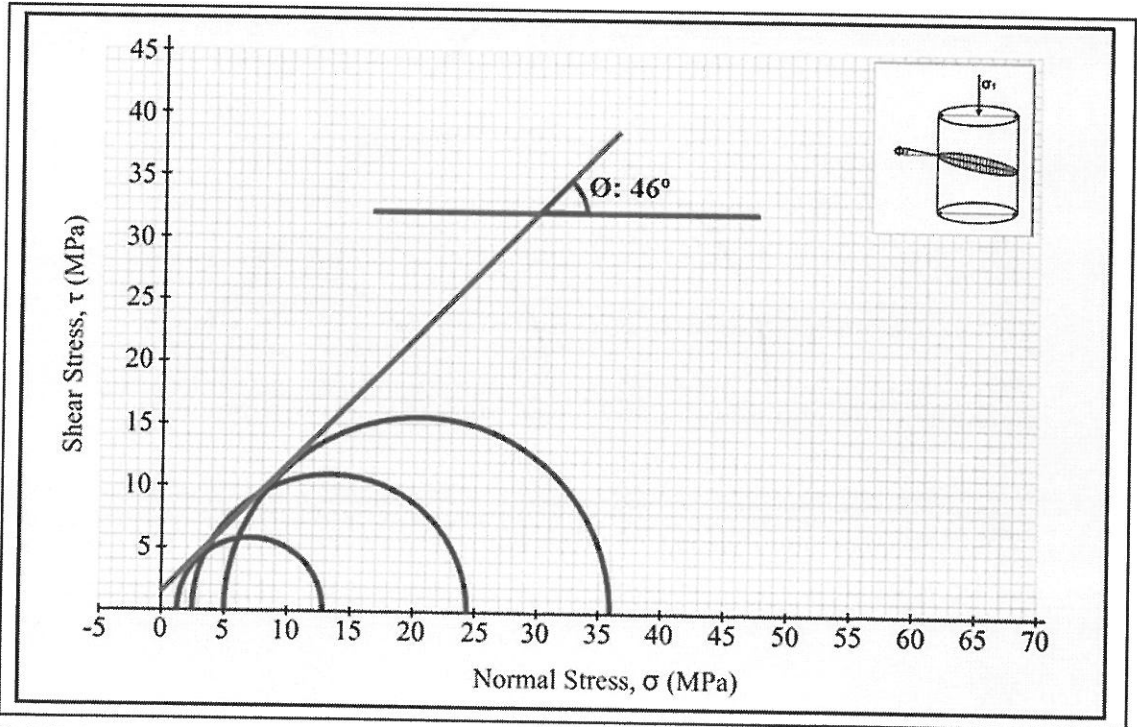
Farklı su muhtevalarında yapılan üç aksel basıncı deneyi sonuçlarına göre içsel sürtünme parametreleri verileri Çizelge 4.3, Mohr kırılma zarfları Şekil 4.2, 4.3, 4.4 'de sunulmuştur. Buna göre tamamen kuru olan numunenin içsel sürtünme açısının (ϕ) 49° , kohezyonun ise 3 MPa olduğu görülmektedir. Doygunluk derecesi artışına bağlı olarak % 50 doygunluğa sahip olan numunenin içsel sürtünme açısının (ϕ) 46° 'ye, kohezyonun ise 1.8 MPa'a düşmektedir. Tamamen suya doymuş olan numunenin içsel sürtünme açısının (ϕ) 38° , kohezyonun ise 1.8 MPa olduğu görülmektedir. Grafiklere ve tablolara bakıldığında da doygunluk derecesine bağlı olarak içsel sürtünme açıları ve kohezyonda belirgin bir azalma görülmektedir. Değişimin büyük bir kısmının doygunluk oranını % 50'nin üzerindeki numunede olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Doğunluk derecesine bağı içsel sürtünme parametreleri değişimi

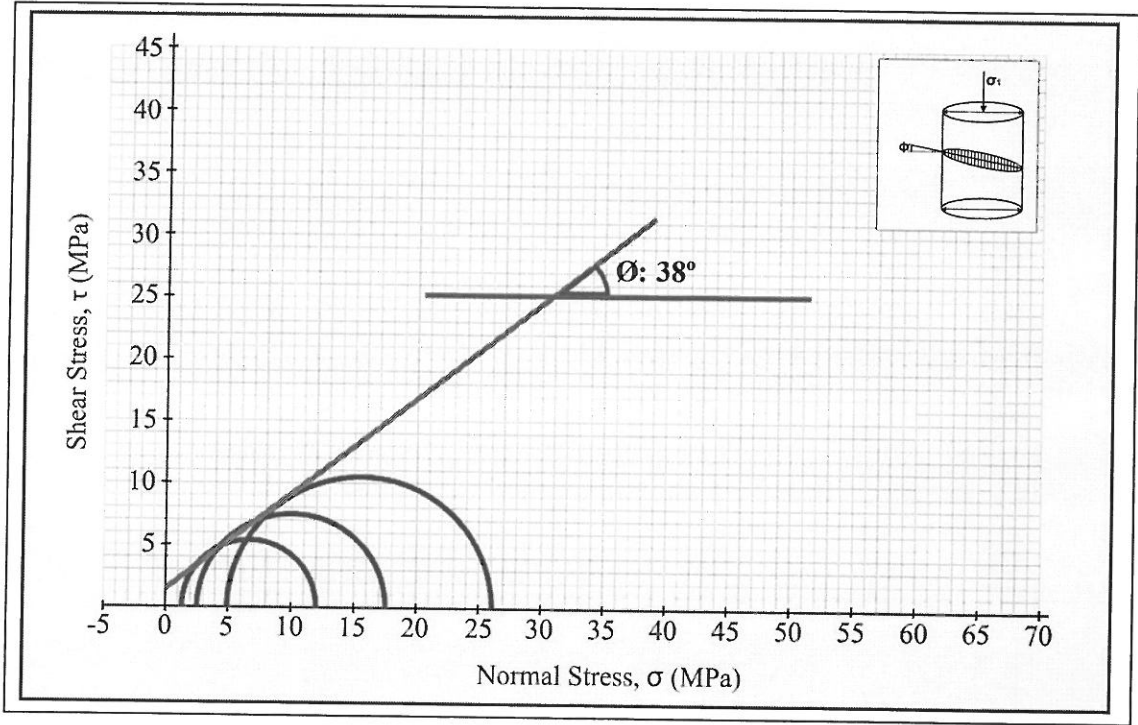
Doğunluk Derecesi	İçsel Sürtünme Açısı (ϕ), $^{\circ}$	Kohezyon (C), MPa
% 0 Doğunluk Derecesi	49	3
% 50 Doğunluk Derecesi	46	1.8
%100 Doğunluk Derecesi	38	1.8



Şekil 4.2. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri



Şekil 4.3. % 50 doğun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri



Şekil 4.4. % 100 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri

4.3.2. Sarı Tüfte (Nevşehir) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri

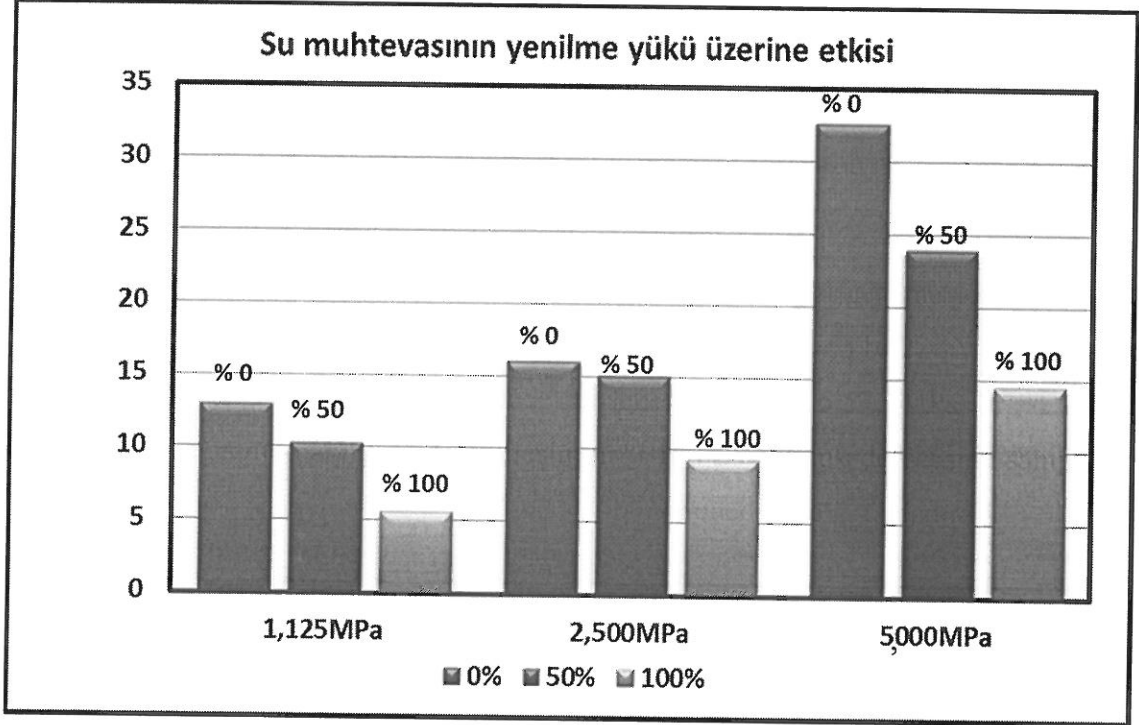
Üç eksenli basınç deneyi sonucunda farklı hücre basınçları için elde edilen yenilme yükleri aşağıda sunulmuştur. Buna göre su muhtevası artışına bağlı olarak yenilme yüklerinde belirgin bir azalmanın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri

Su Muhtevası	Yanal Basınç, σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü, F (kN)	Eksenel Gerilme, σ_1 (MPa)	Ekler
% 0	1.125	29.70	12.91	Ek 4
	2.500	36.70	15.96	
	5.000	75.00	32.61	
% 50	1.125	23.50	10.22	Ek 5
	2.500	34.50	15.00	
	5.000	55.00	23.91	
% 100	1.125	12.80	5.57	Ek 6
	2.500	21.30	9.26	
	5.000	33.30	14.48	

Oluşturulan sütun grafiklerine bakıldığında da, aynı yanal basınçlarda farklı su muhtevalarına sahip olan numunelerdeki eksenel gerilme değişimleri net olarak görülmektedir (Şekil 4.5). Doygunluk derecesine bağlı yenilme yüklerine bakıldığında

1.125 MPa'lık yanal basınçta tamamen kuru numunede aksenal gerilme 12.91 MPa, % 50 doygunluk derecesine sahip numunede aksenal gerilme 10.22 MPa, % 100 doygunluk derecesine sahip numunede aksenal gerilme 5.57 MPa'dır. Aksenal gerilmedeki değişime bakıldığında etkileşimin % 100 doygunluk derecesine sahip olan numunede, % 50'lik doygunluk derecesine sahip numuneden daha fazladır.

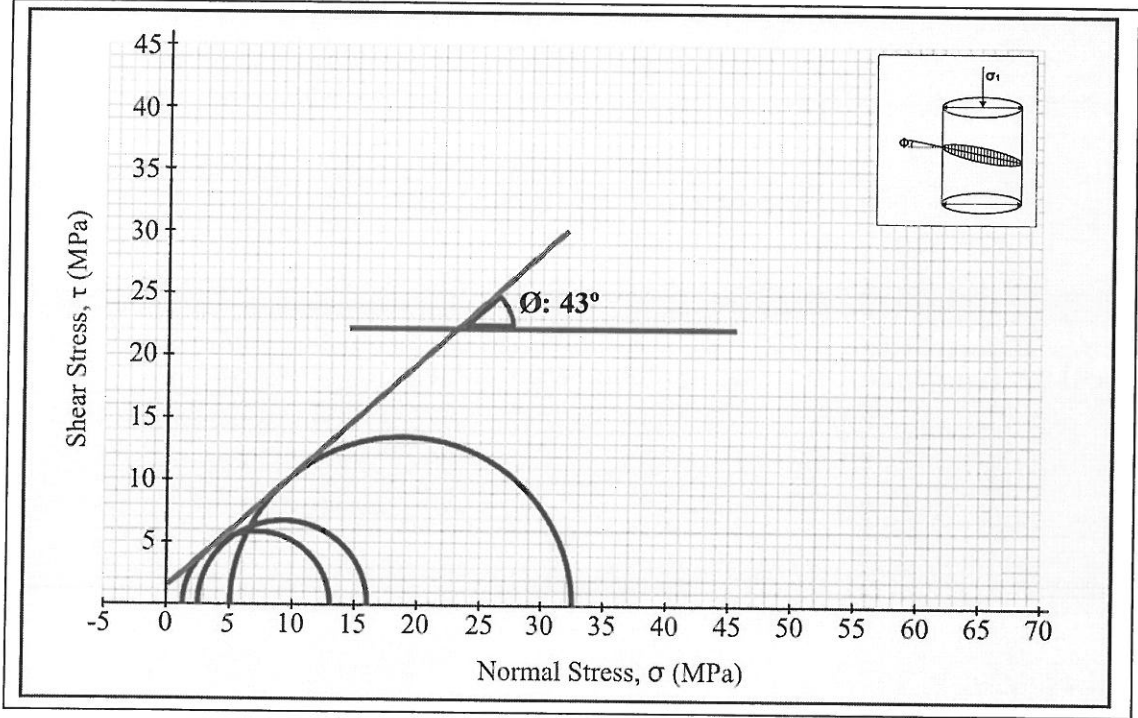


Şekil 4.5. Doymunluk derecesi ile aksenal gerilmeler arasındaki ilişki

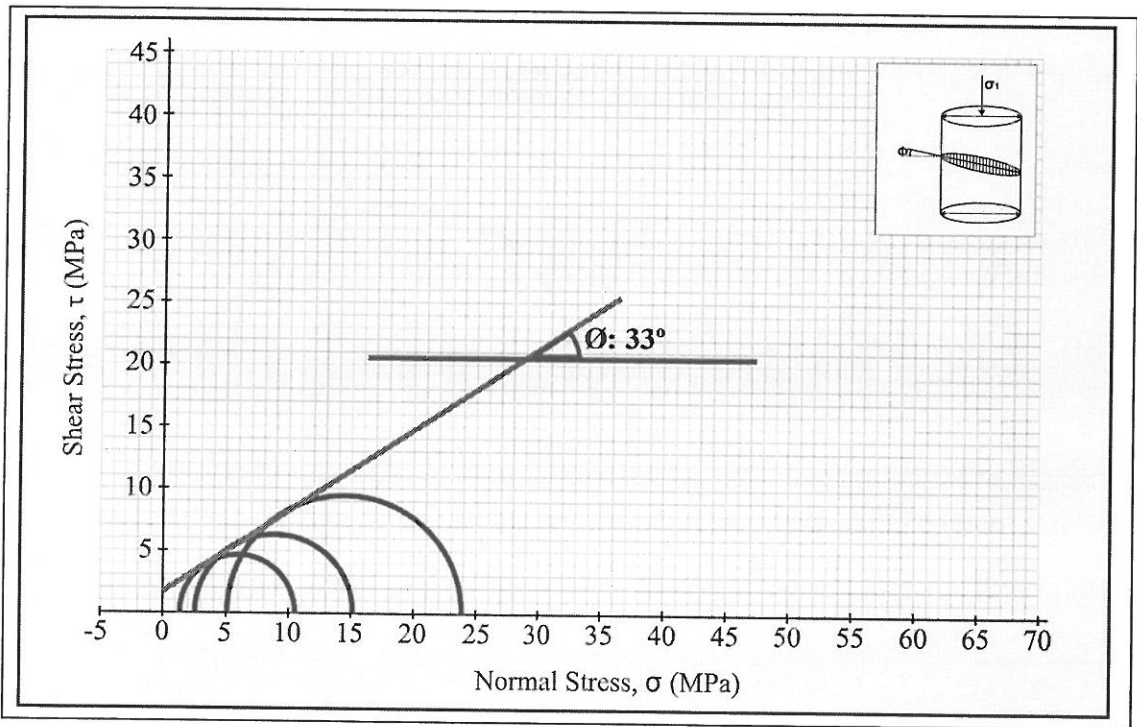
Farklı su muhtevalarında yapılan üç aksenli basınç deneyi sonuçlarına göre içsel sürtünme parametreleri verileri Çizelge 4.5, Mohr kırılma zarfları Şekil 4.6, 4.7, 4.8'de sunulmuştur. Buna göre tamamen kuru olan numunenin içsel sürtünme açısının (θ) 43° , kohezyonun ise 1.9 MPa olduğu görülmektedir. Doymunluk derecesi artışına bağlı olarak % 50 doygunluğa sahip olan numunenin içsel sürtünme açısının (θ) 33° 'ye, kohezyonun ise 1.7 MPa'a düşmektedir. Tamamen suya doymun olan numunenin içsel sürtünme açısının (θ) 26° , kohezyonun ise 0.9 MPa olduğu görülmektedir. Grafiklere ve tablolara bakıldığında da doymunluk derecesine bağlı olarak içsel sürtünme açıları ve kohezyonda belirgin bir azalma görülmektedir. Doymunluk derecesine bağlı değişim oranları dikkatli incelendiğinde değişimin büyük bir kısmının ilk % 50'lik doymunluk derecesinde gerçekleştiği, sonraki doymunluk derecesinde (% 100) çok az bir değişimin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5. Doygunluk derecesine bağlı içsel sürtünme parametreleri değişimi

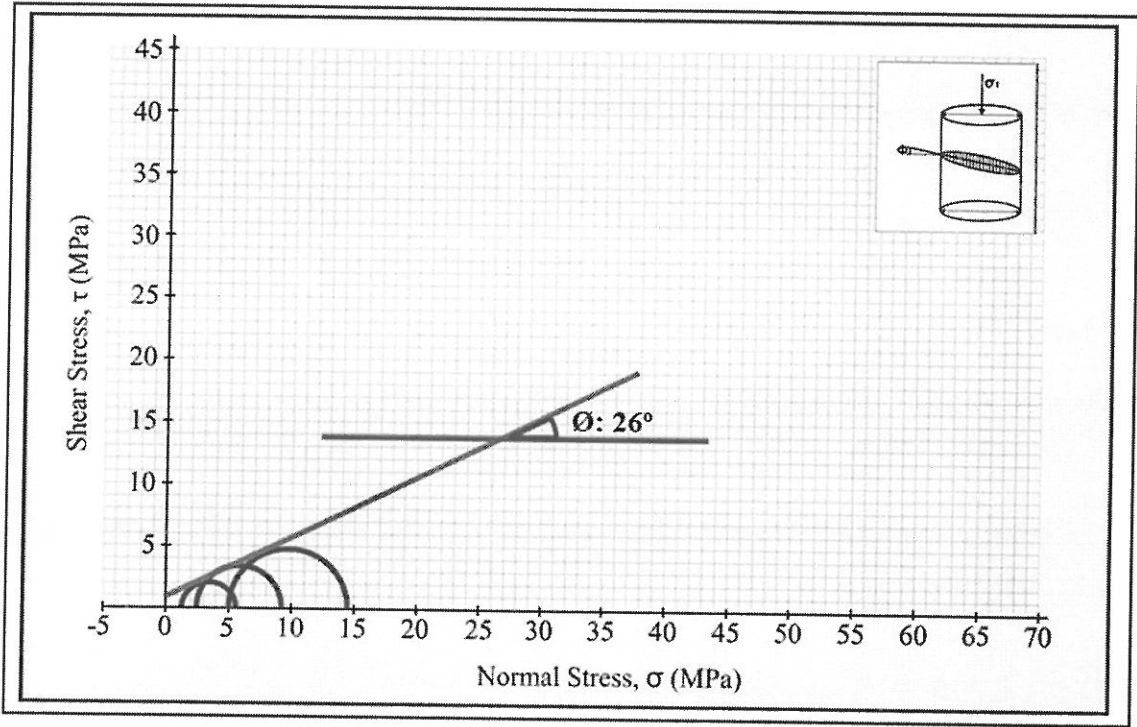
Doygunluk Derecesi	İçsel Sürtünme Açısı (ϕ), °	Kohezyon (C), MPa
% 0 Doygunluk Derecesi	43	1.9
% 50 Doygunluk Derecesi	33	1.7
%100 Doygunluk Derecesi	26	0.9



Şekil 4.6. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri



Şekil 4.7. % 50 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri



Şekil 4.8. % 100 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri

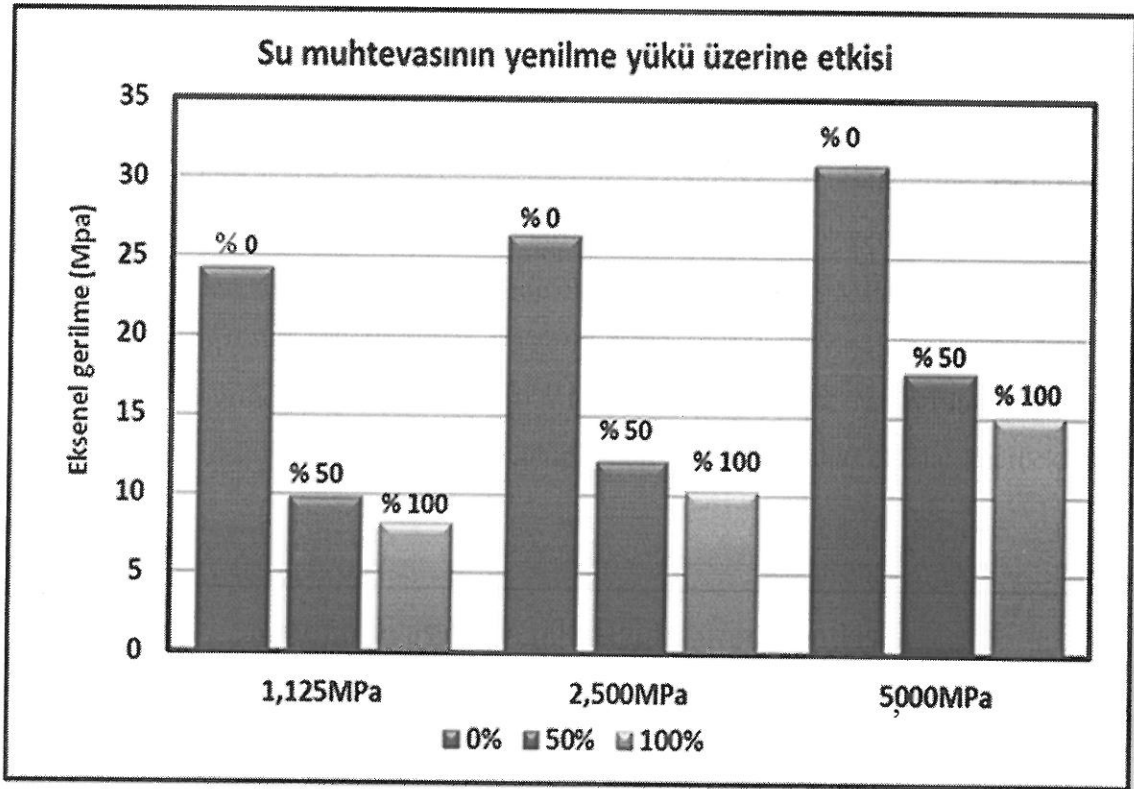
4.3.3. Gül Kuruşu Tüfünde (Nevşehir) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri

Üç eksenli basınç deneyi sonucunda farklı hücre basınçları için elde edilen yenilme yükleri aşağıda verilmiştir. Su muhtevası artışına bağlı olarak yenilme yüklerinde azalmanın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri

Su Muhtevası	Yanal Basınç, σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü, F (kN)	Eksenel Gerilme, σ_1 (MPa)	Ekler
% 0	1.125	55.80	24.26	Ek 7
	2.500	60.70	26.39	
	5.000	71.00	30.87	
% 50	1.125	22.50	9.78	Ek 8
	2.500	27.80	12.09	
	5.000	40.80	17.74	
% 100	1.125	18.80	8.17	Ek 9
	2.500	23.50	10.22	
	5.000	34.60	15.04	

Oluşturulan sütün grafiklerine bakıldığında da, aynı yanal basınçlarda farklı su muhtevalarına sahip olan numunelerdeki aksenal gerilme değişimleri net olarak görülmektedir (Şekil 4.9). Doygunluk derecesine bağlı yenilme yüklerine bakıldığında 1.125 MPa'lık yanal basınçta tamamen kuru numunede aksenal gerilme 24.26 MPa, % 50 doygunluk derecesine sahip numunede aksenal gerilme 9.78 MPa, % 100 doygunluk derecesine sahip numunede aksenal gerilme 8.17 MPa'dır. Aksenal gerilmedeki değişime bakıldığında etkileşimin % 100 doygunluk derecesine sahip olan numunede, % 50'lik doygunluk derecesine sahip numuneden daha fazla gerçekleştiği görülmektedir.



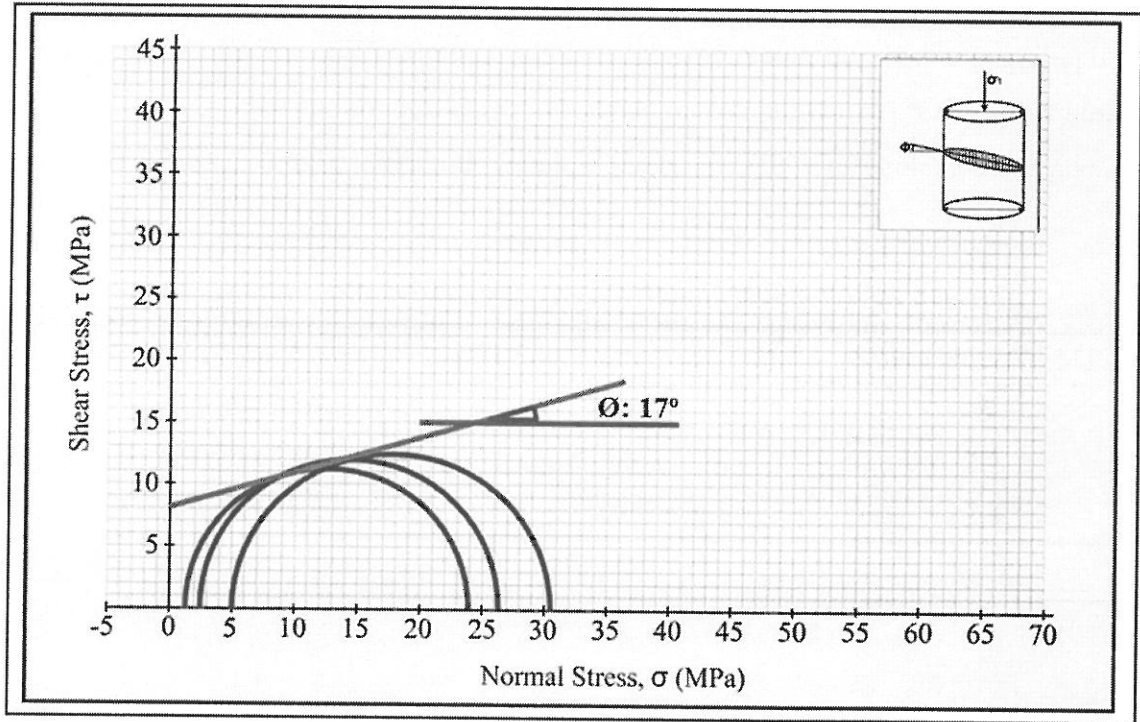
Şekil 4.9. Doygunluk derecesi ile aksenal gerilmeler arasındaki ilişki

Farklı su muhtevalarında yapılan üç aksenli basınç deneyi sonuçlarına göre içsel sürtünme parametreleri verileri Çizelge 4.7, Mohr kırılma zarfları Şekil 4.10, 4.11, 4.12'de sunulmuştur. Buna göre tamamen kuru olan numunenin içsel sürtünme açısının (ϕ) 17° , kohezyonun ise 8 MPa olduğu görülmektedir. Doygunluk derecesi artışına bağlı olarak % 50 doygunluğa sahip olan numunenin içsel sürtünme açısının (ϕ) 20° 'ye, kohezyonun ise 2.3 MPa'a düşmektedir. Tamamen suya doygun olan numunenin içsel sürtünme açısının (ϕ) 20° , kohezyonun ise 2.1 MPa olduğu görülmektedir. Grafiklere

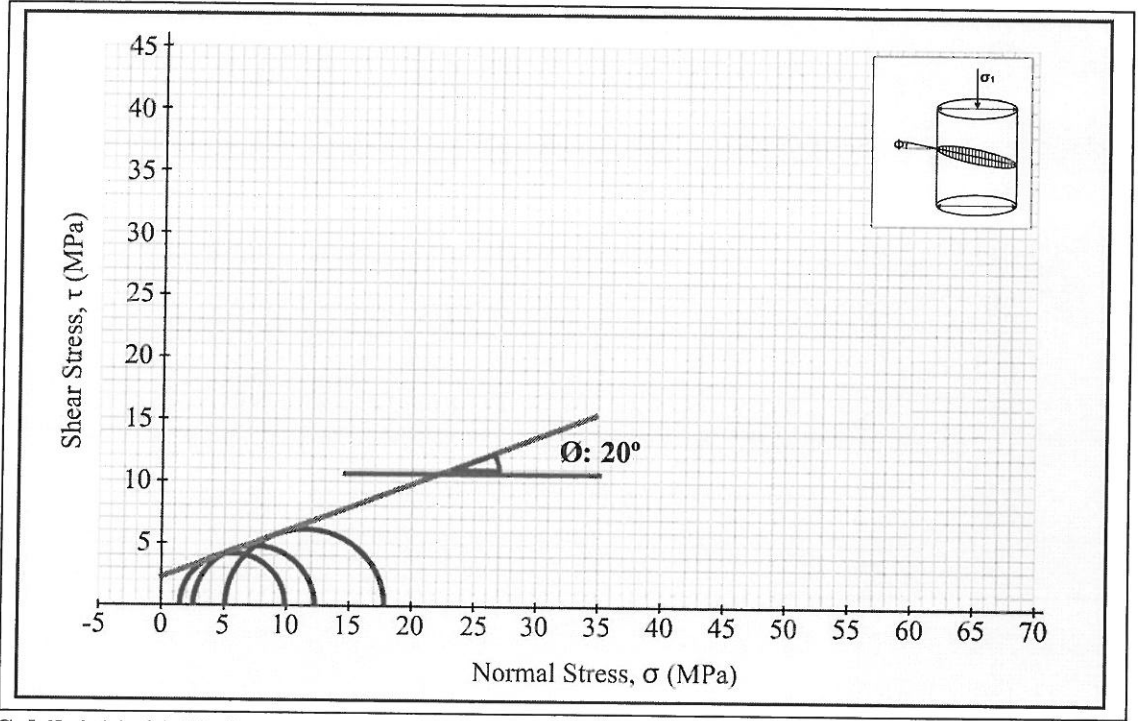
ve tablolara bakıldığında da doygunluk derecesine bağlı olarak içsel sürtünme açıları ve kohezyonda belirgin bir azalma görülmektedir. Doymunluk derecesine bağlı değişim oranları dikkatli incelendiğinde değişimin büyük bir kısmının ilk % 50'lik doymunluk derecesinde gerçekleştiği, sonraki doymunluk derecesinde (% 100) çok az bir değişimin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.7. Doymunluk derecesine bağlı içsel sürtünme parametreleri değişimi

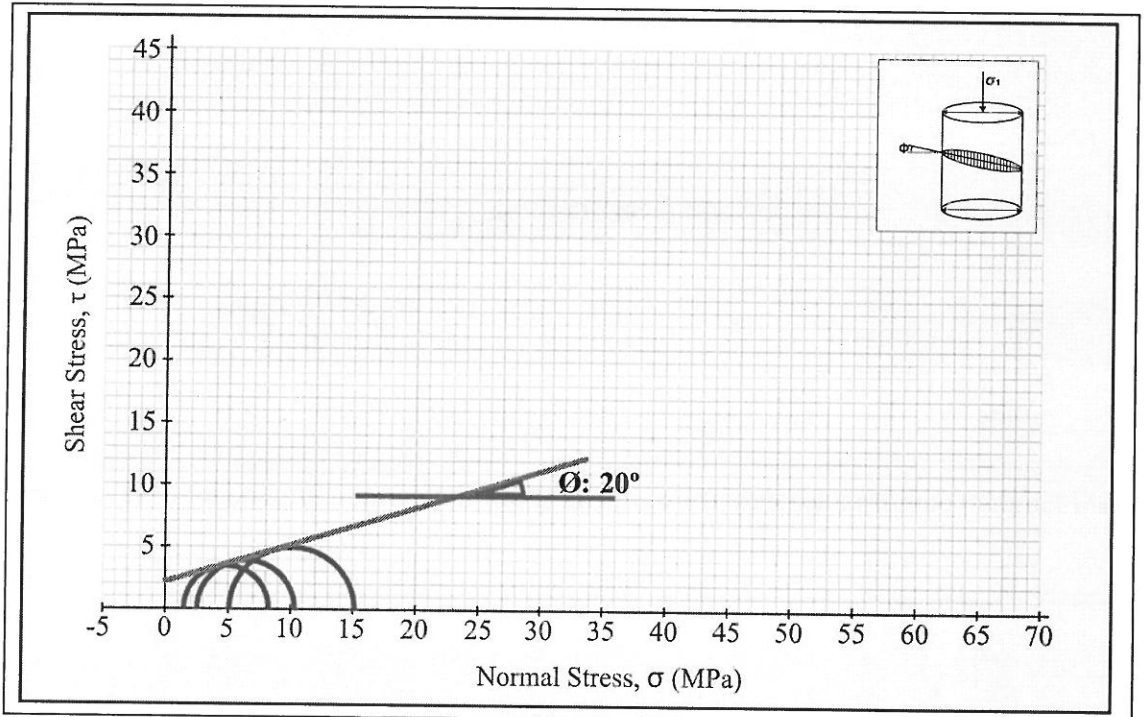
Doymunluk Derecesi	İçsel Sürtünme Açısı (ϕ), °	Kohezyon (C), MPa
% 0 Doymunluk Derecesi	17	8
% 50 Doymunluk Derecesi	20	2.3
%100 Doymunluk Derecesi	20	2.1



Şekil 4.10. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri



Şekil 4.11. % 50 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri



Şekil 4.12. % 100 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri

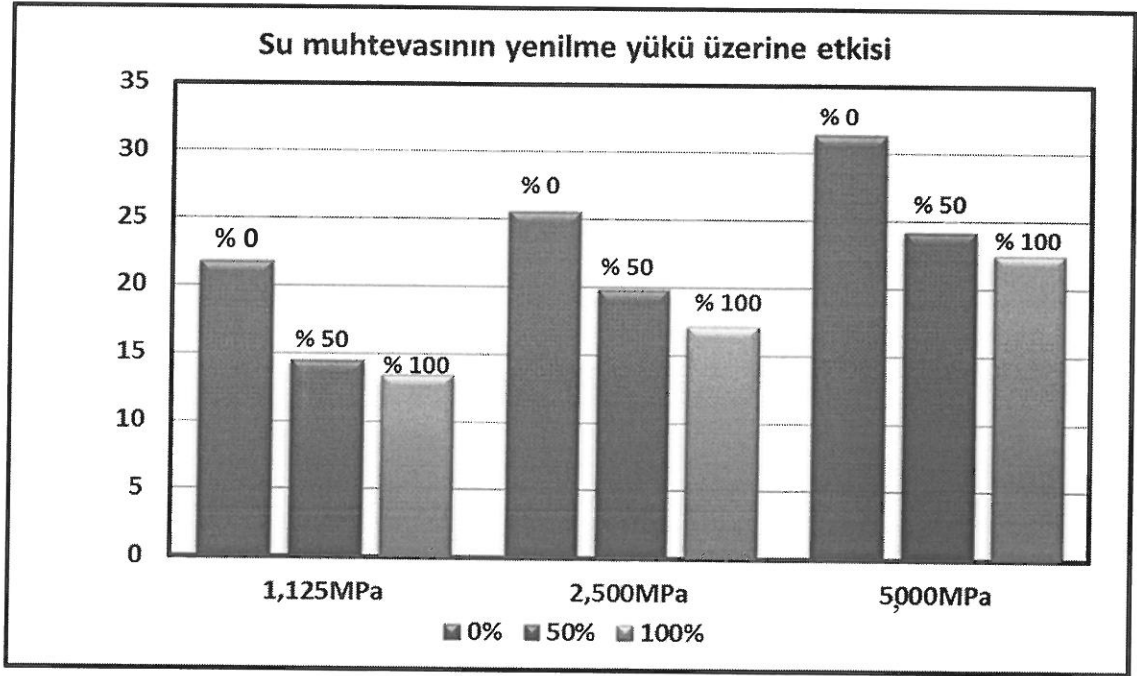
4.3.4. Selimiye İgnimbiritinde (Aksaray) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri

Üç eksenli basınç deneyi sonucunda farklı hücre basınçları için elde edilen yenilme yükleri aşağıda sunulmuştur. Buna göre su muhtevası artışına bağlı olarak yenilme yüklerinde belirgin bir azalmanın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri

Su Muhtevası	Yanal Basınç, σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü, F (kN)	Eksenel Gerilme, σ_1 (MPa)	Ekler
% 0	1.125	50.10	21.78	Ek 10
	2.500	58.80	25.57	
	5.000	72.10	31.35	
% 50	1.125	33.30	14.48	Ek 11
	2.500	45.50	19.78	
	5.000	55.60	24.17	
% 100	1.125	30.80	13.39	Ek 12
	2.500	39.40	17.13	
	5.000	51.70	22.48	

Oluşturulan sütün grafiklerine bakıldığında da, aynı yanal basınçlarda farklı su muhtevalarına sahip olan numunelerdeki eksenel gerilme değişimleri net olarak görülmektedir (Şekil 4.13). Doygunluk derecesine bağlı yenilme yüklerine bakıldığında 1.125 MPa'lık yanal basınçta tamamen kuru numunede eksenel gerilme 21.78 MPa, % 50 doygunluk derecesine sahip numunede eksenel gerilme 14.48 MPa, % 100 doygunluk derecesine sahip numunede eksenel gerilme 13.39 MPa'dır. Eksenel gerilmedeki değişime bakıldığında etkileşimin % 100 doygunluk derecesine sahip olan numunede, % 50'lik doygunluk derecesine sahip numuneden daha fazla gerçekleştiği görülmektedir.

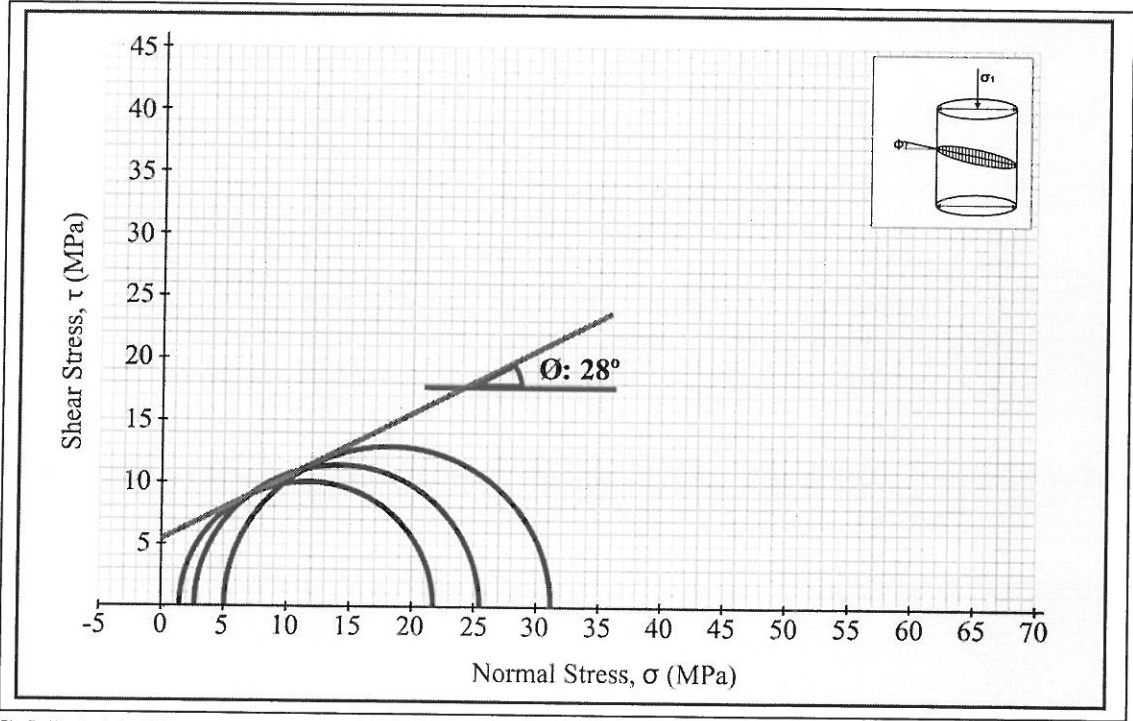


Şekil 4.13. Doygunluk derecesi ile eksenel gerilmeler arasındaki ilişki

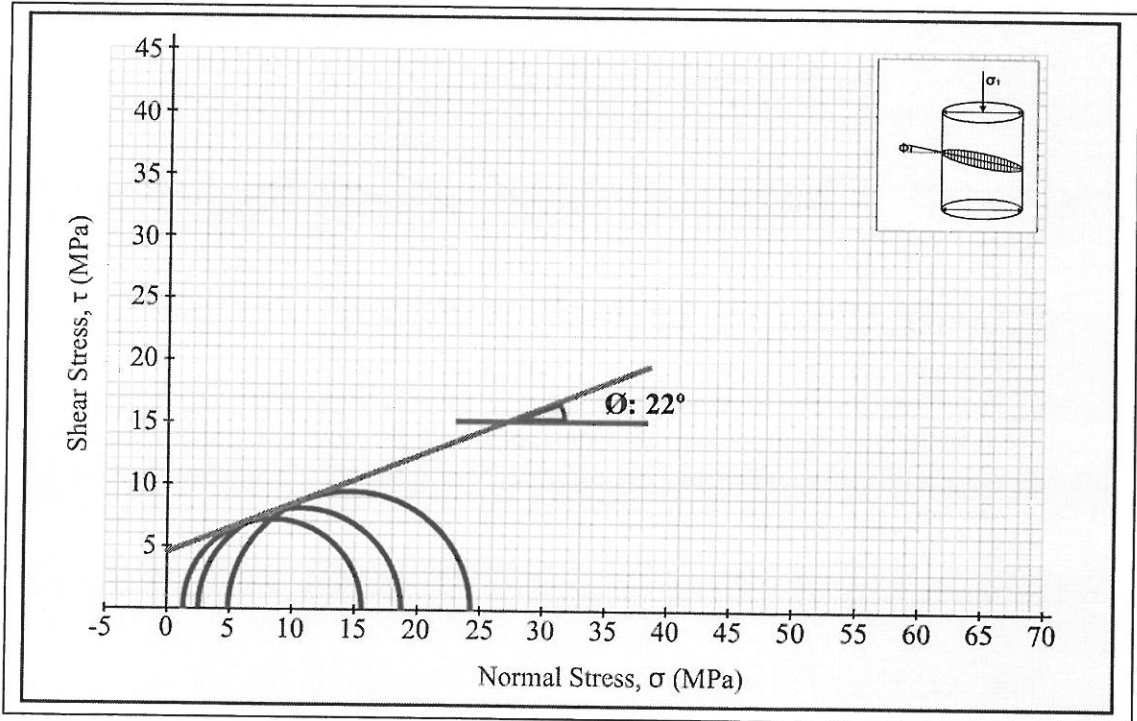
Farklı su muhtevalarında yapılan üç eksenli basınç deneyi sonuçlarına göre içsel sürtünme parametreleri verileri Çizelge 4.9, Mohr kırılma zarfları Şekil 4.14, 4.15, 4.16'da sunulmuştur. Buna göre tamamen kuru olan numunenin içsel sürtünme açısının (ϕ) 28° , kohezyonun ise 5.5 MPa olduğu görülmektedir. Doygunluk derecesi artışına bağlı olarak % 50 doygunluğa sahip olan numunenin içsel sürtünme açısının (ϕ) 22° 'ye, kohezyonun ise 4.5 MPa'a düşmektedir. Tamamen suya doymuş olan numunenin içsel sürtünme açısının (ϕ) 21° , kohezyonun ise 4 MPa olduğu görülmektedir. Grafiklere ve tablolara bakıldığında da doygunluk derecesine bağlı olarak içsel sürtünme açıları ve kohezyonda belirgin bir azalma görülmektedir. Doygunluk derecesine bağlı değişim oranları dikkatli incelendiğinde değişimin büyük bir kısmının ilk % 50'lik doygunluk derecesinde gerçekleştiği, sonraki doygunluk derecesinde (% 100) çok az bir değişimin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.9. Doygunluk derecesine bağlı içsel sürtünme parametreleri değişimi

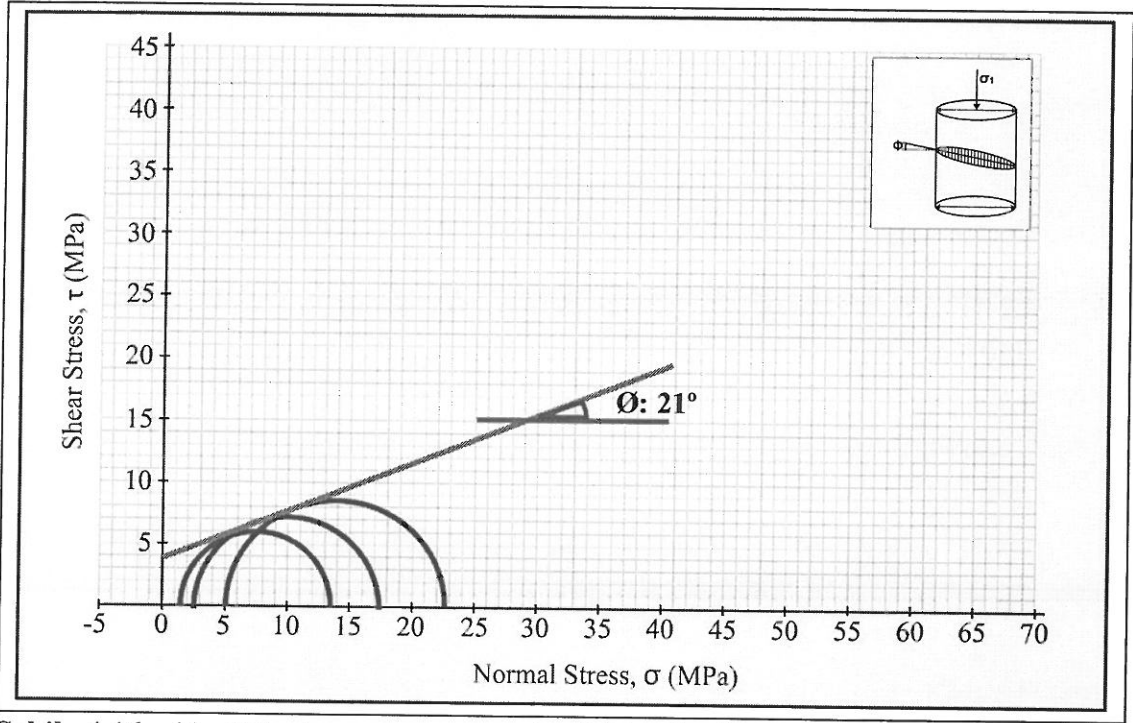
Doygunluk Derecesi	İçsel Sürtünme Açısı (ϕ), $^\circ$	Kohezyon (C), MPa
% 0 Doygunluk Derecesi	28	5.5
% 50 Doygunluk Derecesi	22	4.5
%100 Doygunluk Derecesi	21	4



Şekil 4.14. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri



Şekil 4.15. % 50 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri



Şekil 4.16. % 100 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri

4.3.5. Kızılkaya İgnimbiritinde (Niğde) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri

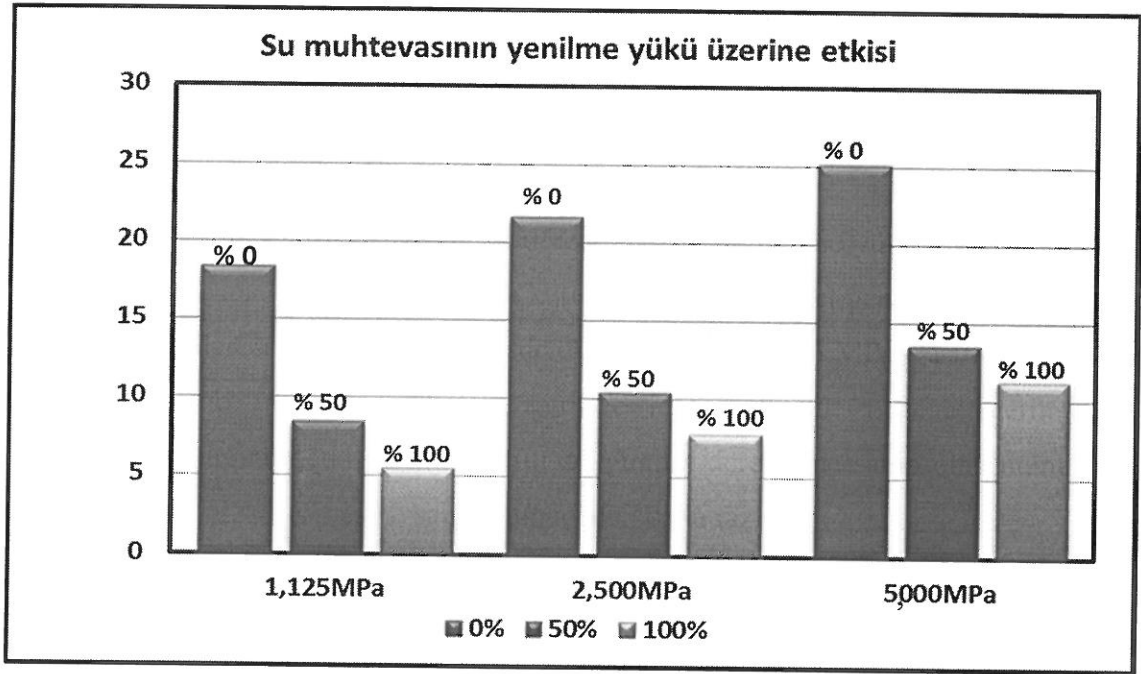
Üç eksenli basınç deneyi sonucunda farklı hücre basınçları için elde edilen yenilme yükleri aşağıda sunulmuştur. Buna göre su muhtevası artışına bağlı olarak yenilme yüklerinde belirgin bir azalmanın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri

Su Muhtevası	Yanal Basınç, σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü, F (kN)	Eksenel Gerilme, σ_1 (MPa)	Ekler
% 0	1.125	42.30	18.39	Ek 13
	2.500	49.80	21.65	
	5.000	57.70	25.09	
% 50	1.125	19.40	8.43	Ek 14
	2.500	23.90	10.39	
	5.000	31.10	13.52	
% 100	1.125	12.60	5.48	Ek 15
	2.500	17.90	7.78	
	5.000	25.80	11.22	

Oluşturulan sütun grafiklerine bakıldığında da, aynı yanal basınçlarda farklı su muhtevalarına sahip olan numunelerdeki eksenel gerilme değişimleri net olarak

görülmektedir (Şekil 4.17). Doymunluk derecesine bağlı yenilme yüklerine bakıldığında 1.125 MPa'lık yanal basınçta tamamen kuru numunede aksnel gerilme 18.39 MPa, % 50 doymunluk derecesine sahip numunede aksnel gerilme 8.43 MPa, % 100 doymunluk derecesine sahip numunede aksnel gerilme 5.48 MPa'dır. Aksnel gerilmedeki değişime bakıldığında etkileşimin % 100 doymunluk derecesine sahip olan numunede, % 50'lik doymunluk derecesine sahip numuneden daha fazladır.

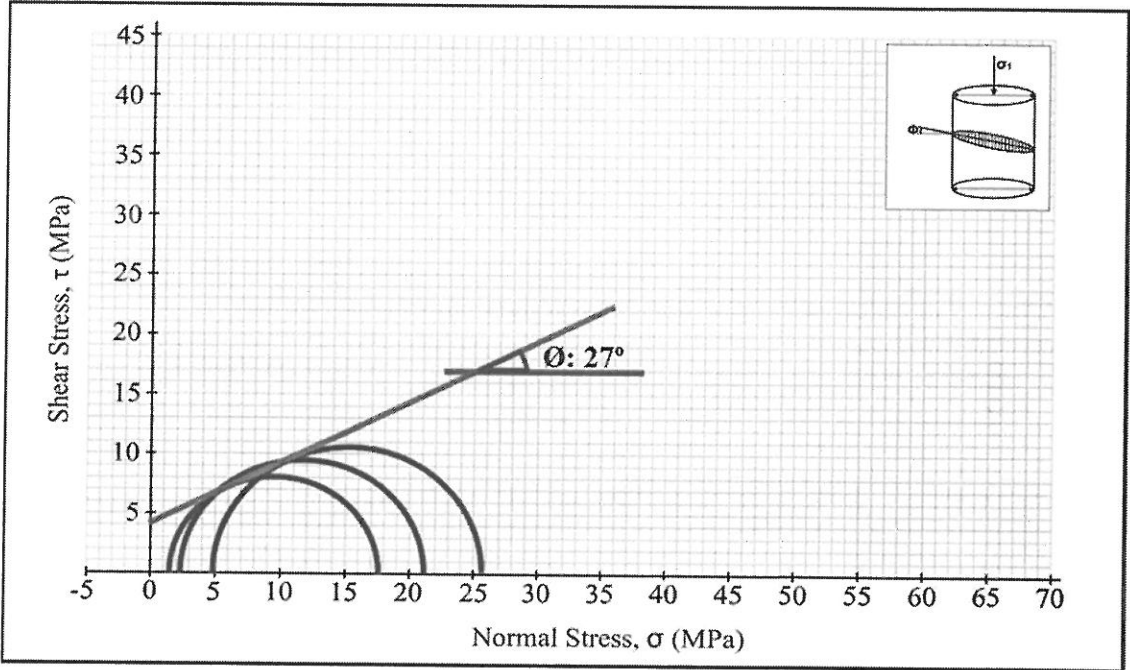


Şekil 4.17. Doymunluk derecesi ile aksnel gerilmeler arasındaki ilişki

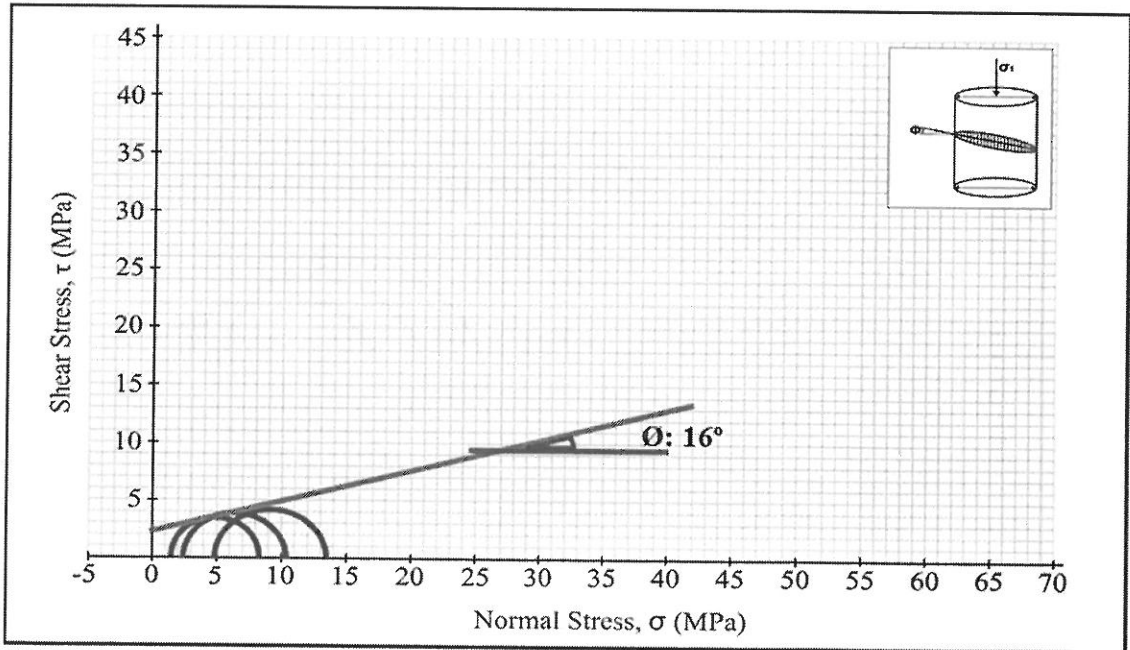
Farklı su muhtevalarında yapılan üç aksnel basınç deneyi sonuçlarına göre içsel sürtünme parametreleri verileri Çizelge 4.11, Mohr kırılma zarfları Şekil 4.18, 4.19, 4.20'de sunulmuştur. Buna göre tamamen kuru olan numunenin içsel sürtünme açısının (ϕ) 27° , kohezyonun ise 4.2 MPa olduğu görülmektedir. Doymunluk derecesi artışına bağlı olarak % 50 doymunluğa sahip olan numunenin içsel sürtünme açısının (ϕ) 16° 'ye, kohezyonun ise 2.2 MPa'a düşmektedir. Tamamen suya doymun olan numunenin içsel sürtünme açısının (ϕ) 15° , kohezyonun ise 1.2 MPa olduğu görülmektedir. Grafiklere ve tablolara bakıldığında da doymunluk derecesine bağlı olarak içsel sürtünme açılarında ve kohezyonda belirgin bir azalma görülmektedir. Doymunluk derecesine bağlı değişim oranları dikkatli incelendiğinde değişimin büyük bir kısmının ilk % 50'lik doymunluk derecesinde gerçekleştiği, sonraki doymunluk derecesinde (% 100) çok az bir değişimin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.11. Doğunluk derecesine bağlı içsel sürtünme parametreleri değişimi

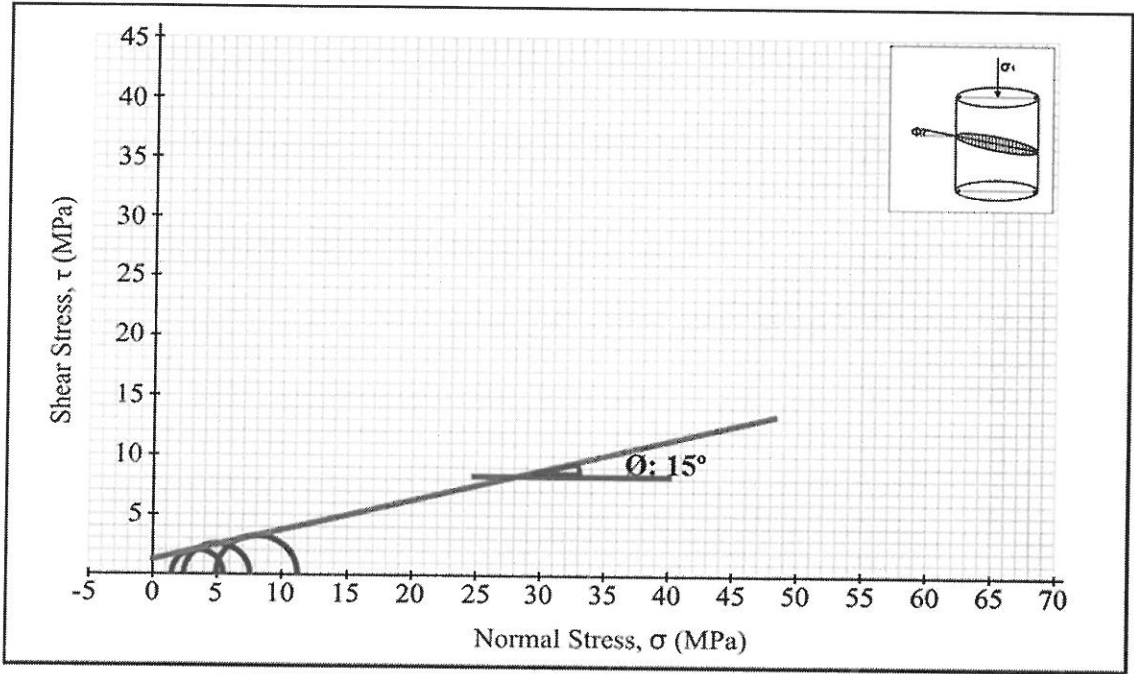
Doğunluk Derecesi	İçsel Sürtünme Açısı (ϕ), $^{\circ}$	Kohezyon (C), MPa
% 0 Doğunluk Derecesi	27	4.2
% 50 Doğunluk Derecesi	16	2.2
%100 Doğunluk Derecesi	15	1.2



şekil 4.18. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri



şekil 4.19. % 50 doğun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri



Şekil 4.20. % 100 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri

4.3.6. Sarı Tüfte (Talas/Koçağız) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri

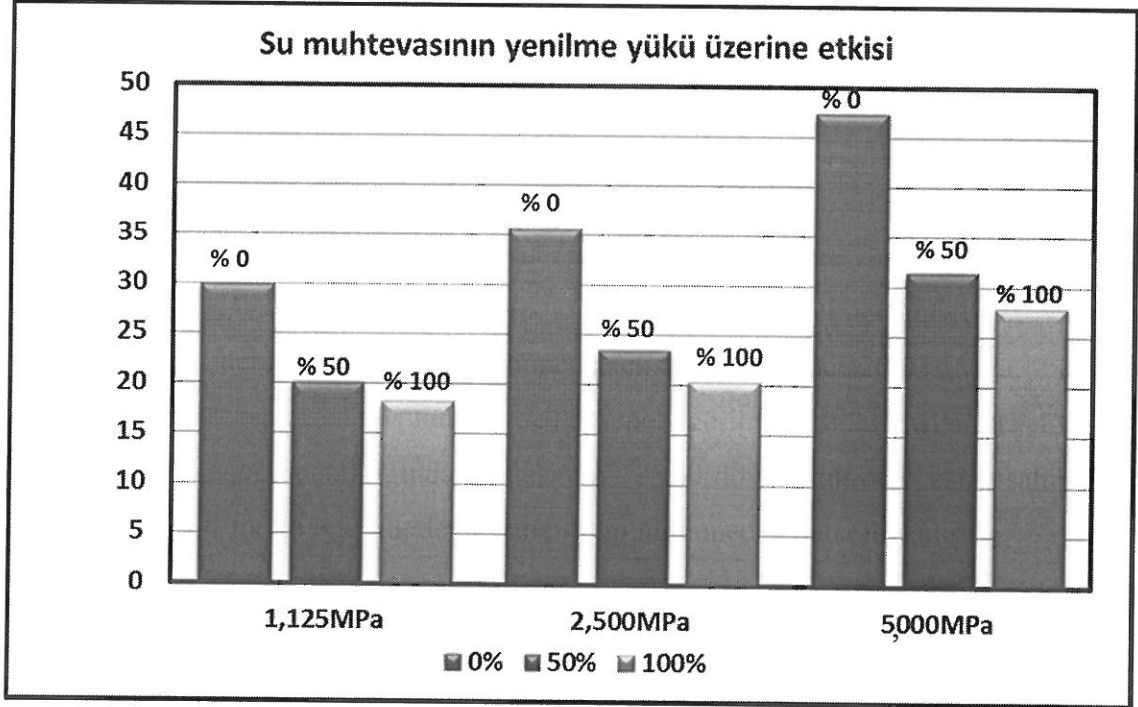
Üç eksenli basınç deneyi sonucunda farklı hücre basınçları için elde edilen yenilme yükleri aşağıda sunulmuştur. Buna göre su muhtevası artışına bağlı olarak yenilme yüklerinde belirgin bir azalmanın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri

Su Muhtevası	Yanal Basınç, σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü, F (kN)	Eksenel Gerilme, σ_1 (MPa)	Ekler
% 0	1.125	68.80	29.91	Ek 16
	2.500	81.70	35.52	
	5.000	108.90	47.35	
% 50	1.125	46.07	20.03	Ek 17
	2.500	53.80	23.39	
	5.000	72.10	31.35	
% 100	1.125	41.90	18.22	Ek 18
	2.500	46.60	20.26	
	5.000	64.10	27.87	

Oluşturulan sütun grafiklerine bakıldığında da, aynı yanıl basınçlarda farklı su muhtevalarına sahip olan numunelerdeki eksenel gerilme değişimleri net olarak

görülmektedir (Şekil 4.21). Doymunluk derecesine bağlı yenilme yüklerine bakıldığında 1.125 MPa'lık yanal basınçta tamamen kuru numunede aksenal gerilme 29.91 MPa, % 50 doymunluk derecesine sahip numunede aksenal gerilme 20.03 MPa, % 100 doymunluk derecesine sahip numunede aksenal gerilme 18.22 MPa'dır. Aksenal gerilmedeki değişime bakıldığında etkileşimin % 100 doymunluk derecesine sahip olan numunede, % 50'lik doymunluk derecesine sahip numuneden daha fazladır.

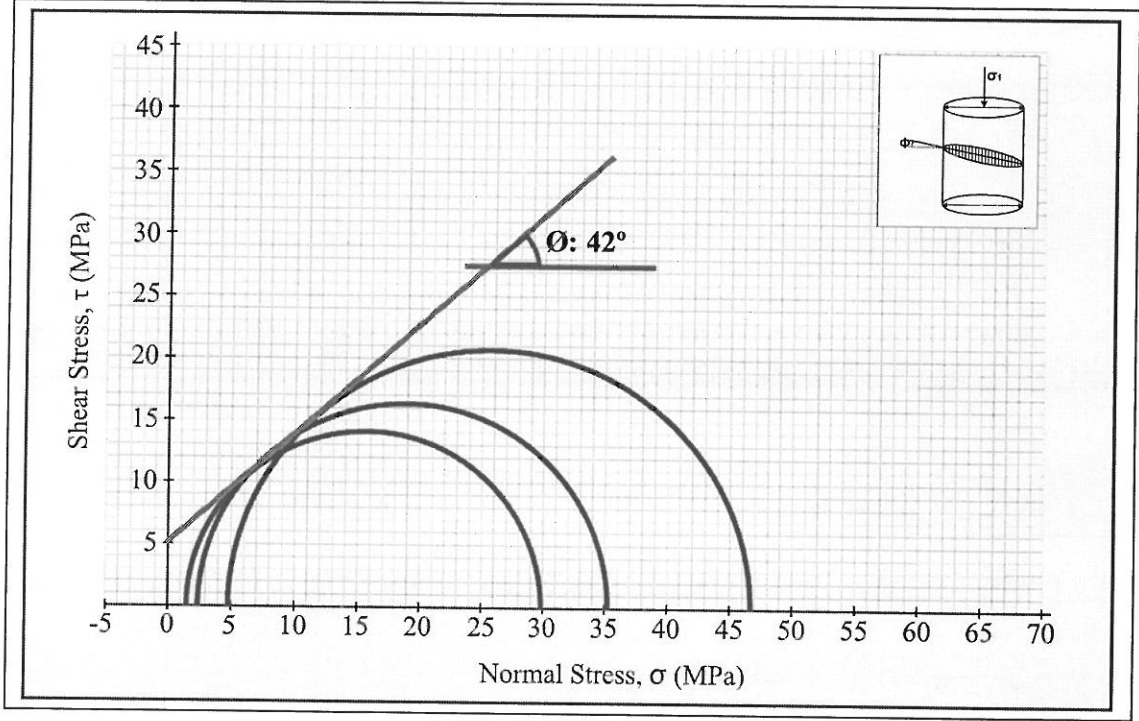


Şekil 4.21. Doymunluk derecesi ile aksenal gerilmeler arasındaki ilişki

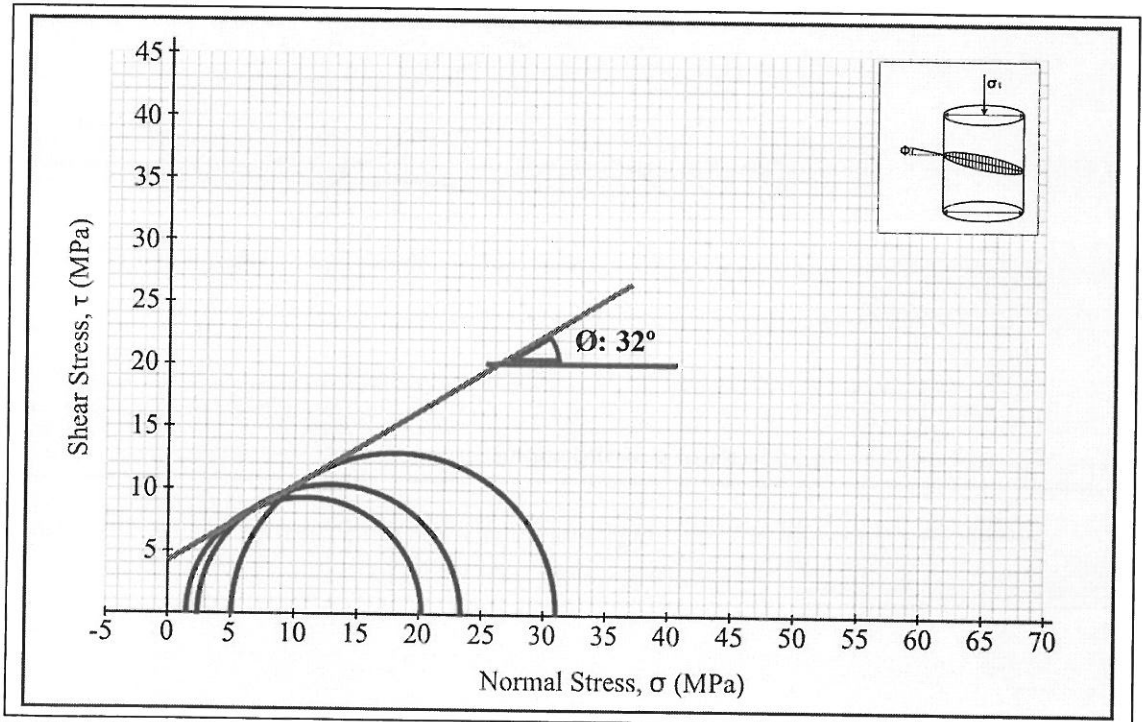
Farklı su muhtevalarında yapılan üç aksenli basınç deneyi sonuçlarına göre içsel sürtünme parametreleri verileri Çizelge 4.13, Mohr kırılma zarfları Şekil 4.22, 4.23, 4.24'de sunulmuştur. Buna göre tamamen kuru olan numunenin içsel sürtünme açısının (\emptyset) 42° , kohezyonun ise 5.1 MPa olduğu görülmektedir. Doymunluk derecesi artışına bağlı olarak % 50 doymunluğa sahip olan numunenin içsel sürtünme açısının (\emptyset) 31° 'ye, kohezyonun ise 4.1 MPa'a düşmektedir. Tamamen suya doymun olan numunenin içsel sürtünme açısının (\emptyset) 29° , kohezyonun ise 3.7 MPa olduğu görülmektedir. Grafiklere ve tablolara bakıldığında da doymunluk derecesine bağlı olarak içsel sürtünme açılarında ve kohezyonda belirgin bir azalma görülmektedir. Doymunluk derecesine bağlı değişim oranları dikkatli incelendiğinde değişimin büyük bir kısmının ilk % 50'lik doymunluk derecesinde gerçekleştiği, sonraki doymunluk derecesinde (% 100) çok az bir değişimin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.13. Doğunluk derecesine bağı içsel sürtünme parametreleri değişimi

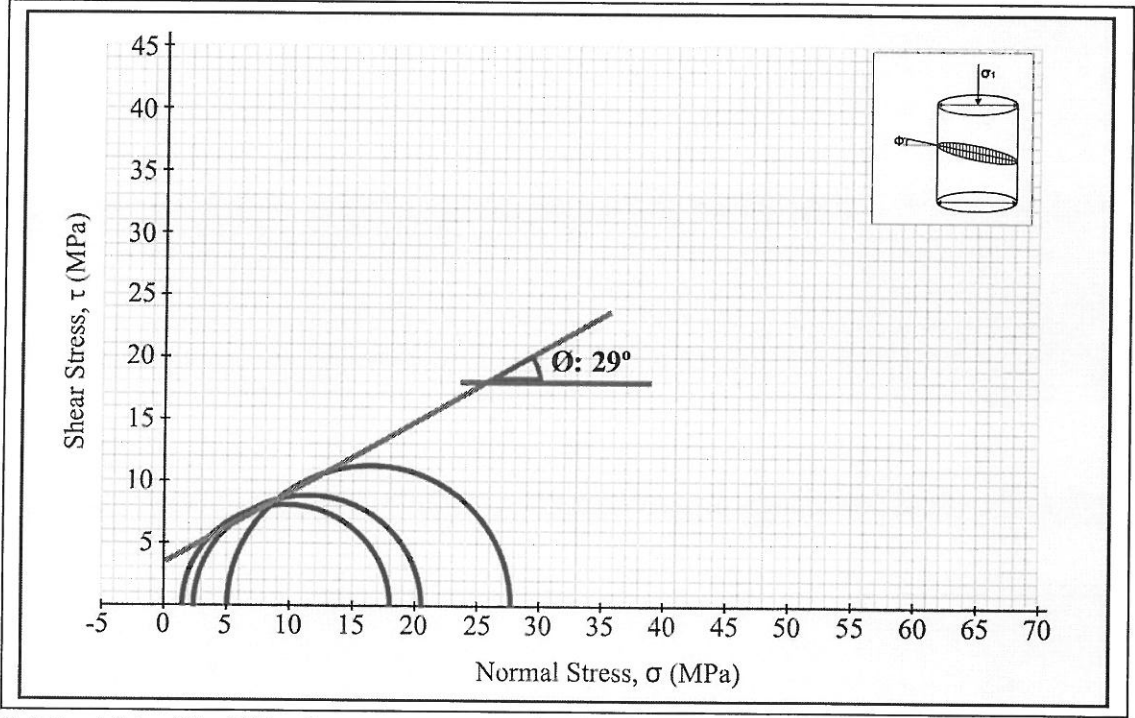
Doğunluk Derecesi	İçsel Sürtünme Açısı (ϕ), $^{\circ}$	Kohezyon (C), MPa
% 0 Doğunluk Derecesi	42	5.1
% 50 Doğunluk Derecesi	31	4.1
%100 Doğunluk Derecesi	29	3.7



şekil 4.22. Kuru numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri



şekil 4.23. % 50 doğunluk numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri



Şekil 4.24. % 100 doygun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri

4.3.7. Pembe Tüfte (Erkilet / Kayseri) Gözlenen İçsel Sürtünme Parametreleri Değişimleri

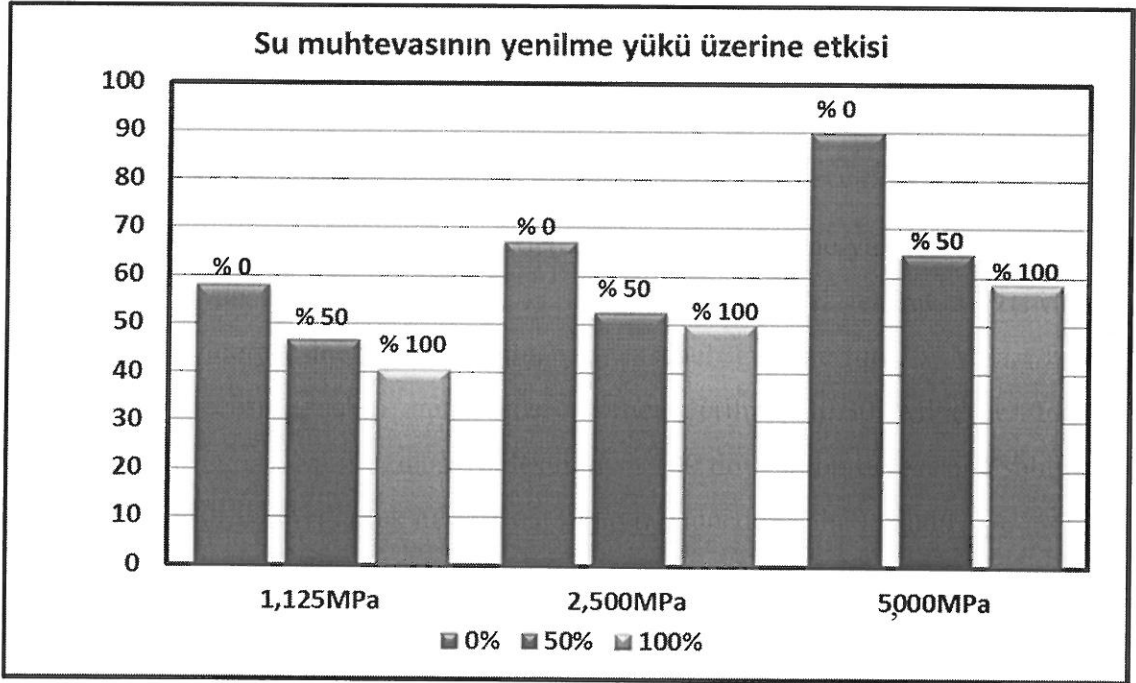
Üç eksenli basınç deneyi sonucunda farklı hücre basınçları için elde edilen yenilme yükleri aşağıda sunulmuştur. Buna göre su muhtevası artışına bağlı olarak yenilme yüklerinde belirgin bir azalmanın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Su muhtevası değişimine bağlı yenilme yükleri değerleri

Su Muhtevası	Yanal Basınç, σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü, F (kN)	Eksenel Gerilme, σ_1 (MPa)	Ekler
% 0	1.125	133.20	57.91	Ek 19
	2.500	153.80	66.87	
	5.000	206.80	89.91	
% 50	1.125	107.40	46.70	Ek 20
	2.500	120.80	52.52	
	5.000	148.60	64.61	
% 100	1.125	92.70	40.30	Ek 21
	2.500	114.60	49.83	
	5.000	134.60	58.52	

Oluşturulan sütun grafiklerine bakıldığında da, aynı yanal basınçlarda farklı su muhtevalarına sahip olan numunelerdeki eksenel gerilme değişimleri net olarak

görülmektedir (Şekil 4.25). Doymunluk derecesine bağlı yenilme yüklerine bakıldığında 1.125 MPa'lık yanal basınçta tamamen kuru numunede aksenal gerilme 57,91 MPa, % 50 doymunluk derecesine sahip numunede aksenal gerilme 46.70 MPa, % 100 doymunluk derecesine sahip numunede aksenal gerilme 40.30 MPa'dır. Aksenal gerilmedeki değişime bakıldığında etkileşimin % 100 doymunluk derecesine sahip olan numunede, % 50'lik doymunluk derecesine sahip numuneden daha fazladır.

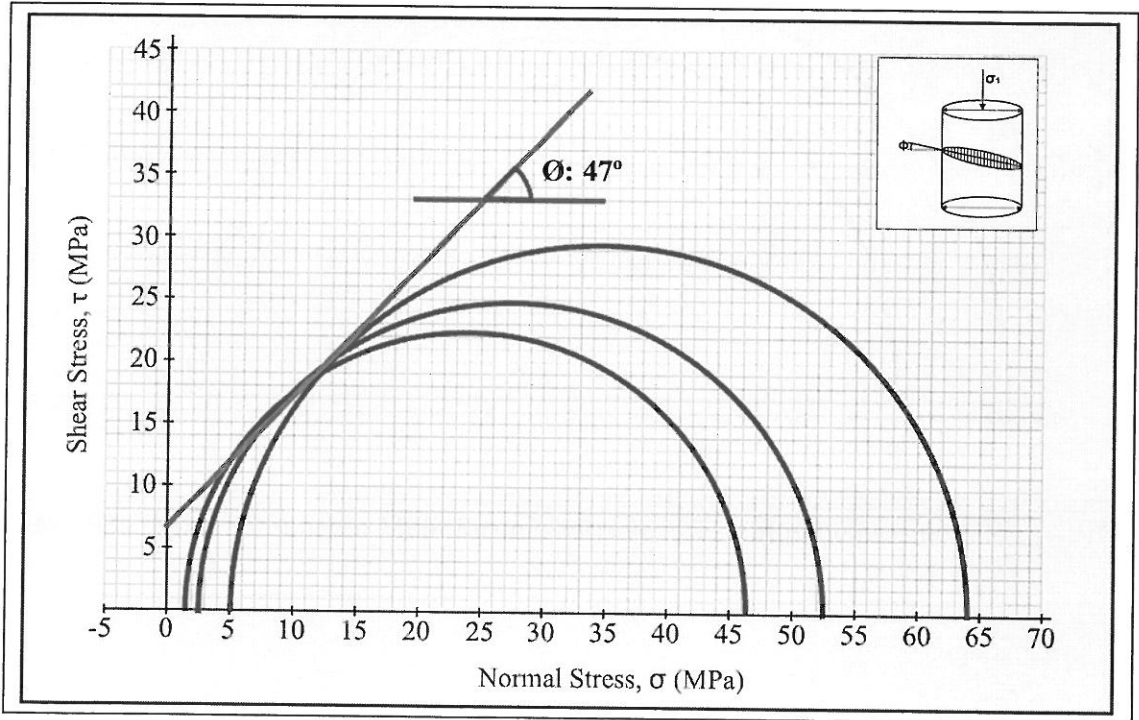
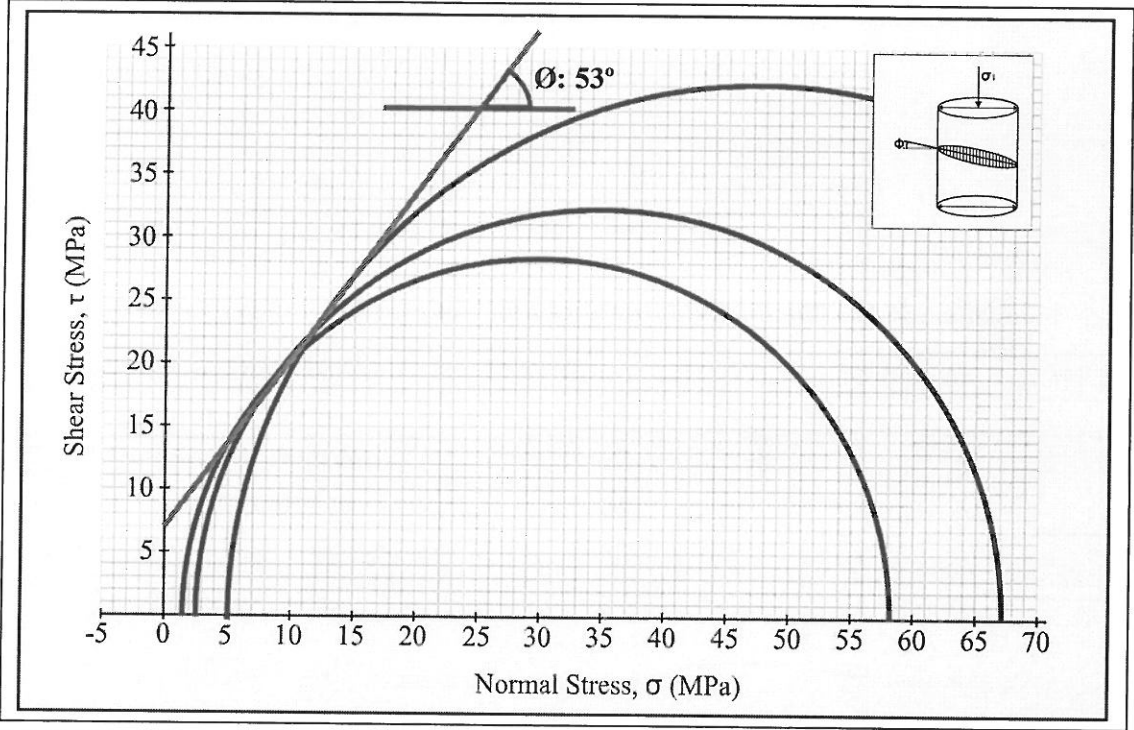


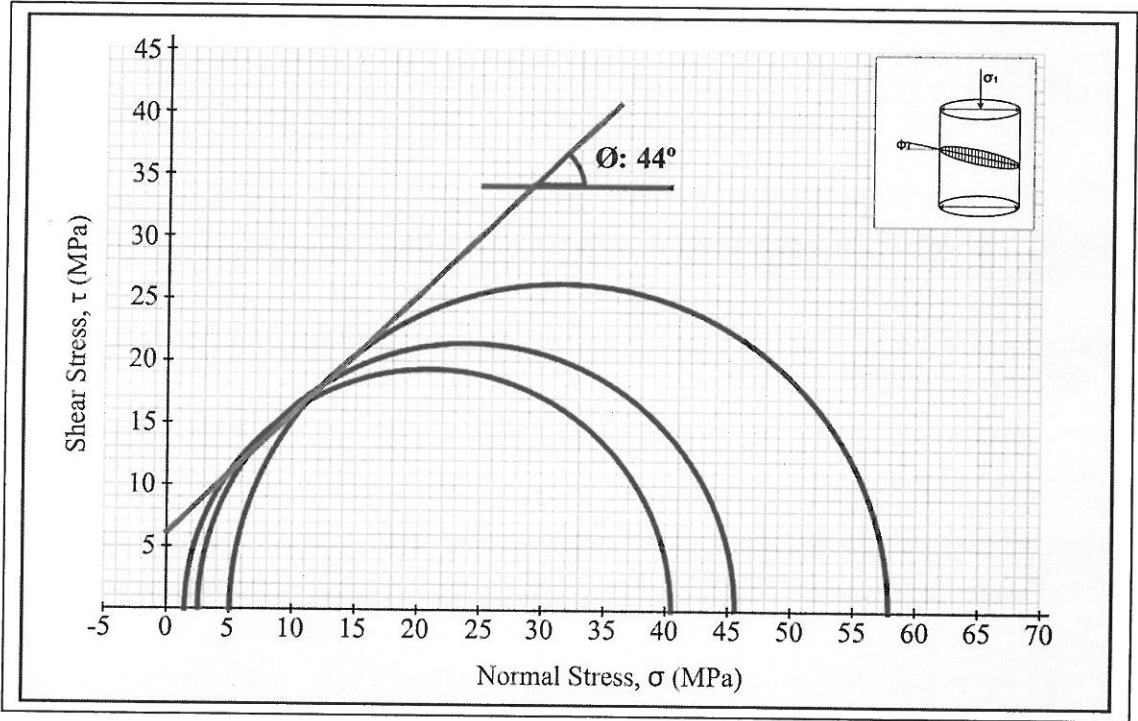
Şekil 4.25. Doymunluk derecesi ile aksenal gerilmeler arasındaki ilişki

Farklı su muhtevalarında yapılan üç aksenal basınç deneyi sonuçlarına göre içsel sürtünme parametreleri verileri Çizelge 4.15, Mohr kırılma zarfları Şekil 4.26, 4.27, 4.28'de sunulmuştur. Buna göre tamamen kuru olan numunenin içsel sürtünme açısının (\emptyset) 53° , kohezyonun ise 7 MPa olduğu görülmektedir. Doymunluk derecesi artışına bağlı olarak % 50 doymunluğa sahip olan numunenin içsel sürtünme açısının (\emptyset) 47° 'ye, kohezyonun ise 6.8 MPa'a düşmektedir. Tamamen suya doymun olan numunenin içsel sürtünme açısının (\emptyset) 44° , kohezyonun ise 6.1 MPa olduğu görülmektedir. Grafiklere ve tablolara bakıldığında da doymunluk derecesine bağlı olarak içsel sürtünme açılarında ve kohezyonda belirgin bir azalma görülmektedir. Doymunluk derecesine bağlı değişim oranları dikkatli incelendiğinde değişimin büyük bir kısmının ilk % 50'lik doymunluk derecesinde gerçekleştiği, sonraki doymunluk derecesinde (% 100) çok az bir değişimin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.15. Doğunluk derecesine bağlı içsel sürtünme parametreleri değişimi

Doğunluk Derecesi	İçsel Sürtünme Açısı (ϕ), $^{\circ}$	Kohezyon (C), MPa
% 0 Doğunluk Derecesi	53	7
% 50 Doğunluk Derecesi	47	6.8
%100 Doğunluk Derecesi	44	6.1





Şekil 4.28. % 100 doymun numunenin Mohr kırılma zarfı ve içsel sürtünme parametreleri

SONUÇLAR

- Bu çalışma ile zayıf kayaçların içsel sürtünme parametrelerinin farklı doygunluk derecelerinde (tamamen kuru, % 50 doygunluk derecesi, % 100 doygunluk derecesi) nasıl değiştiğinin belirlenmesi amaçlanmış, bu amaç doğrultusunda Niğde, Nevşehir, Aksaray ve Kayseri bölgesinde yayılım gösteren ignimbirit ve tüflerden blok örnekler alınmıştır.
- İgnimbirit ve tüflerden oluşan bu örnekler minerolojik ve petrografik olarak değerlendirildiğinde; çoğu örneklerin kristallenme derecesine göre yarı kristalli (hipokristalin), afanitik dokulu, felsik minerallerin hamur içerisinde dağılmış durumda olduğu gözlenmiştir.
- Kayaçların indeks özelliklerine bakıldığında; doğal birim hacim ağırlıkların 1.64 gr/cm^3 ile 1.85 gr/cm^3 arasında değiştiği, kuru birim hacim ağırlıkların 1.30 gr/cm^3 ile 1.78 gr/cm^3 arasında değiştiği, su muhtevasının % 27 ile %197 arasında değiştiği, özgül ağırlığın 1.89 ile 2.08 arasında değiştiği, porozitenin % 21 ile % 32.2 arasında değiştiği, hacimce su emme oranının % 19.5 ile % 36.8 arasında değiştiği, kütlece su emme oranının % 12 ile % 28.2 arasında değiştiği gözlenmiştir.
- Kayaçların su muhtevasının içsel sürtünme parametreleri üzerine etkisi üç eksenli deney sonuçları kullanılarak çizilen Mohr kırılma zarfları değerlendirilerek elde edilmiştir. Buna göre 3 numaralı örnek hariç tüm örneklerde su muhtevası artışına bağlı olarak içsel sürtünme parametrelerinde (C ve ϕ) bir azalmanın olduğu gözlenmiştir. 1 nolu örnek hariç diğer tüm örneklerde içsel sürtünme açısı (ϕ) değişimi % 50 doygunluk derecesinde gerçekleşmekte, % 50 ile % 100 doygunluk derecelerinde çok fazla bir değişim gözlenmemektedir. Kohezyonlara bakıldığında ise yine aynı durum gözlenmekte; sadece 2 numaralı örnek hariç diğer tüm örneklerde değişimin büyük çoğunluğunun % 50 su muhtevasında olduğu görülmekte % 100 su muhtevası değerlerinde değişimin çok fazla olmadığı gözlenmiştir.
- Sonuç olarak zayıf kayaçların içsel sürtünme parametreleri sahip oldukları su muhtevaları ile doğrudan ilintilidir. İçsel sürtünme parametrelerinin doğrudan kullanılması durumunda yada paket programlarında girdi parametreleri olarak kullanılmaları durumunda güvenli tarafta kalmak için suya doygun içsel sürtünme parametrelerinin kullanılması daha uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

Aydin, Ö., “The moisture migration characteristics of clay-bearing geotechnical and the variations of their physical and mechanical properties with water content”, **Proceeding of the 2nd Asian Conference on Saturated Soil (UNAT-ASIN 2003)**, Osaka, 27-31, 2003

Bianiawski, (1975)’den Koçal, F., “Trabzon - Maçka taşocağındaki kireçtaşlarının agrega olma açısından incelenmesi” **Türkiye 16. Madencilik Kongresi**, 282s. 1999

Bilgil, A., “Agrega ve Deneyleri”, **Atatürk Üniversitesi Erzincan Meslek Yüksek Okulu İnşaat Programı, Ders Notları**, 50-52s., 1994.

Gamble, J.C., “Durability - plasticity classification of shales and other argillaceous rocks”, Ph.D. Thesis, **University of Illinois**, 1971.

Hawkins, A.B., McConnell, L., “Sensitivity of sandstone and defprability to change in moisture content”, **Q.J.Eng.Geol.** 25, 115-130, 1992

Hoek, E., Brown, E. T., “Emprical strength criterion for rock masses. **ASCE Jurnal of the Geotechnical Engineering Division**, 106 (GT9), 1013-1035., 1980

Hsu, S.C., Nelson, P., “Characterization of cretaceous clay-shales in North America”, **Geot. Eng. of Hard Soils- Soft Rocks**. Anagnostopoulos et al (eds. Balkema. Pp 139-146, 1993

Kahraman , S., Gunaydin, O., Fener, M., “The effect of water saturation on the strength of marbles”, **ISRM International Symposium, 5th Asian Rock Mechanics Symposium (ARMS5)**, 24-26 November 2008 Tehran, Iran

Koncagul CE, Santi PM, “Predicting the unconfined compressive strength of the Breathitt sahle using slake durability, Shore hardness and rock structural properties” **Int. J. Rock. Mech. Min. Sci.**, 36: 139 -153, 1999.

Kramadibrata, S., Rai, M.A., Simangunsong, G.M., and Arif, I., “The influence of water content on strength characteristic of sand stone subject to triaxial test”, **Minergy News**, May 2004

Kwasniewski, M., “Effect of moisture of the mode of deformation and failure of coal measure mudstone under triaxial compression”, **Strate Control in Deep Mines**. A. Kidybinski and J.A.A. Dubinski (eds.) Balkeman, Rotterdam, 169-186, 1990

Lashkaripour , G.R., Nakhaei, M., “A statical investigation on mudrocks characteristics”, **Proceeding of the ISRM Regional Symposium EUROROCK’2001: Rock Mechanics, a Challenge of Society**, P. Säakkä and P. Eloranta (eds.), 131-136, 2001

Ojo, O., Brook, N., “The effect of moisture on some mechanical properties of rock”, **Mining science and Technology**, 10,145-156, 2001

Sesveren, S., “Mustafapaşa (Ürgüp-Nevşehir) Dolayında Yüzeyleyen İgnimbiritlerin Petrografik, Jeokimyasal ve Mühendislik Özelliklerinin İncelenmesi”, **Yüksek Lisans Tezi** , 78 s, Adana, 2004.

Summer, P., and Werner, N., “The effect of rock moisture on schmidt hammer rebound: Tests on rock samples from Marion Island and South Africa”, **Earth Surface Processes and Landforms**, 27, 1137-1142, 2002.

Toprak, V., “Vent distribution and its relation to regional tectonics, Cappadocian Volcanics, Turkey”, **J. Volcanol. Geotherm. Res.** 85, 55-67, 1998.

TSE 699, “Tabii Yapı Taşların Muayene ve Deney Metotları” **Türk Standartları Enstitüsü Yayınları**, UDK 691.2, Ankara, Ocak 1987

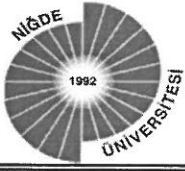
TSE 3526, “Beton Agregalarında Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini” **Türk Standartları Enstitüsü Yayınları**, Ankara, 1980

TSE 3529 “Beton Agregalarında Birim Ağırlık Tayini” **Türk Standartları Enstitüsü Yayınları**, Ankara, 1980

Vasarhelyi, B., Van, P., “Influence of water content on the strength of rock”, **Engineering Geology**, 84 (2006) 70-74

White, J.M., Mazurkiewicz, M., “Effect of moisture content on mechanical properties of Nemo coali Moberly, Missouri USA”, **Mining science and Technology**, 9 (1989) 181-185

EKLER



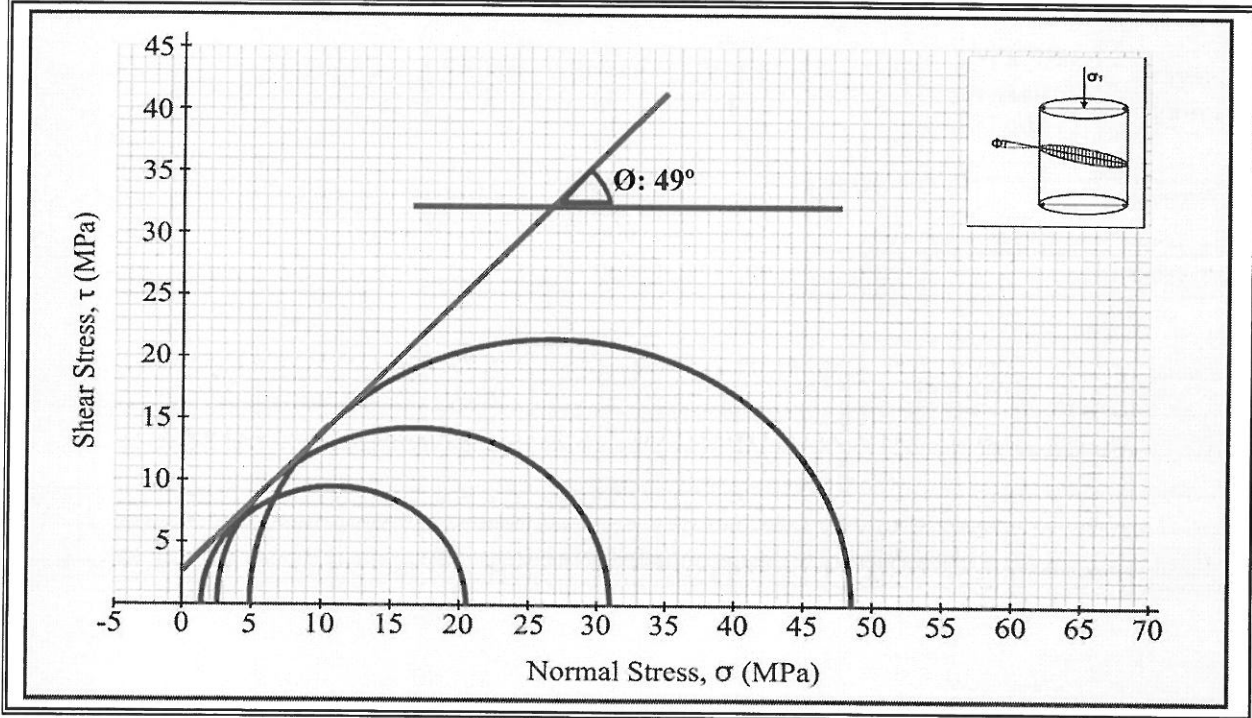
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLJİ LABORATUARI

Ek 1

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	1. Beyaz Tüf (Kuru Numune)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Nevşehir Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüklü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (Φ)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	47.20	20.52	-	Beyaz Tüf
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	73.10	31.78	-	Beyaz Tüf
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	111.80	48.61	-	Beyaz Tüf
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

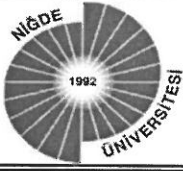


Kohezyon, C (MPa)	3
-------------------	---

İçsel Sürtünme Açısı, Φ (°)	49°
----------------------------------	-----

Kontrol Eden

Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



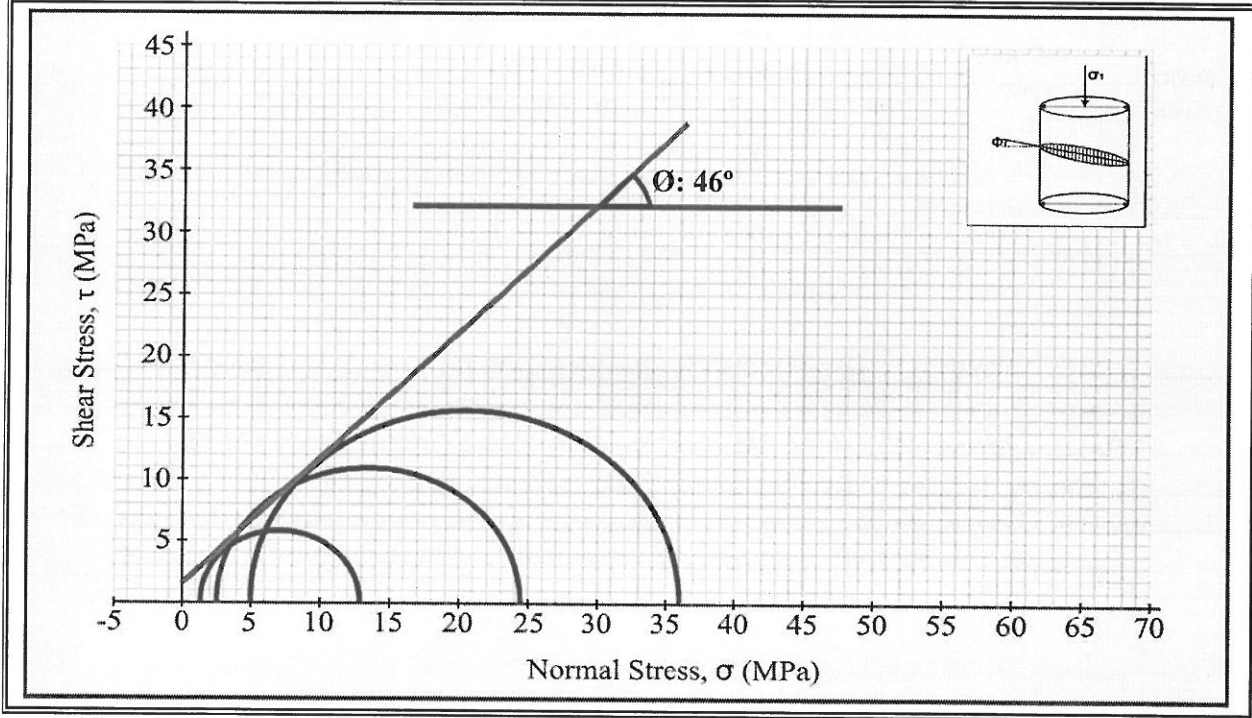
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLJİ LABORATUARI

Ek 2

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

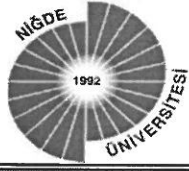
NUMUNE NO	1. Beyaz Tüf (% 50 Doygun)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Nevşehir Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (Φ)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	31.30	13.61	-	Beyaz Tüf
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	55.60	24.17	-	Beyaz Tüf
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	83.60	36.35	-	Beyaz Tüf
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



Kohezyon, C (MPa)	1.8
İçsel Sürtünme Açısı, Φ (°)	46°

Kontrol Eden
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



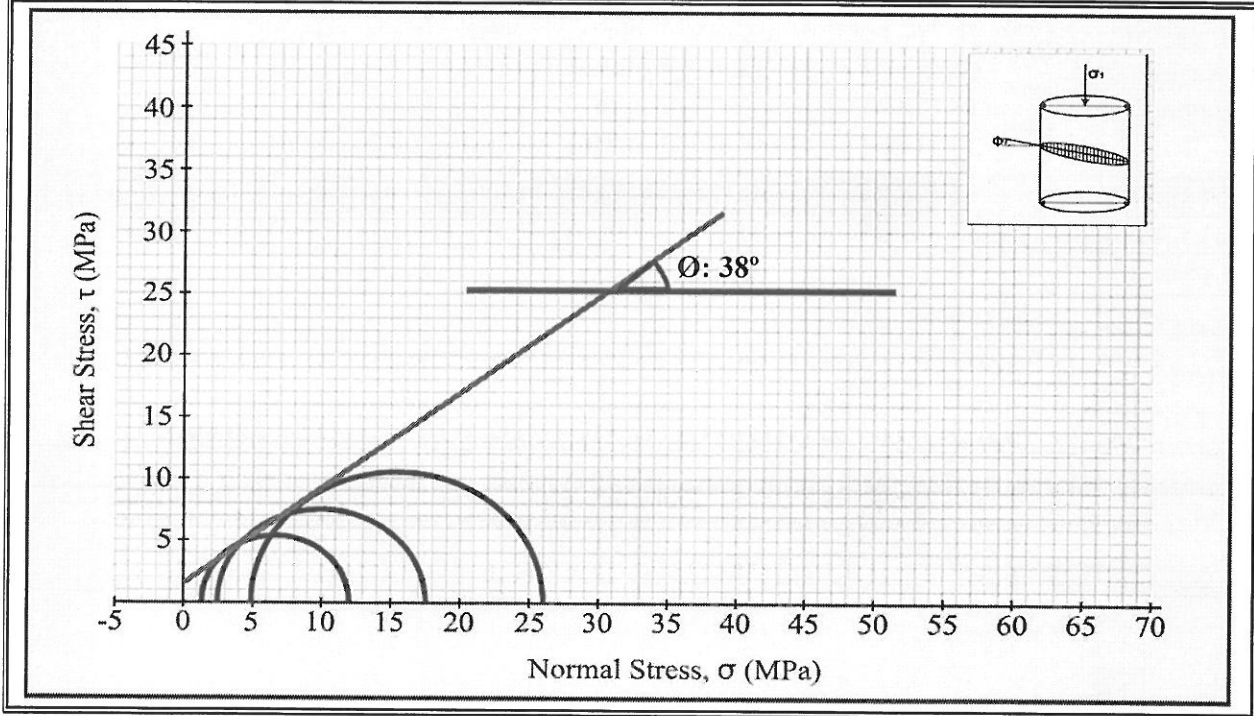
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLJİ LABORATUARI

Ek 3

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

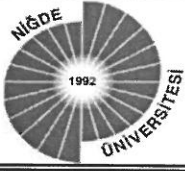
NUMUNE NO	1. Beyaz Tüf (% 100 Doygun)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Nevşehir Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüklü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (Φ)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	27.10	11.78	-	Beyaz Tüf
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	40.60	17.65	-	Beyaz Tüf
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	59.80	26.00	-	Beyaz Tüf
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



Kohezyon, C (MPa)	1.8
İçsel Sürtünme Açısı, Φ (°)	38°

Kontrol Eden
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



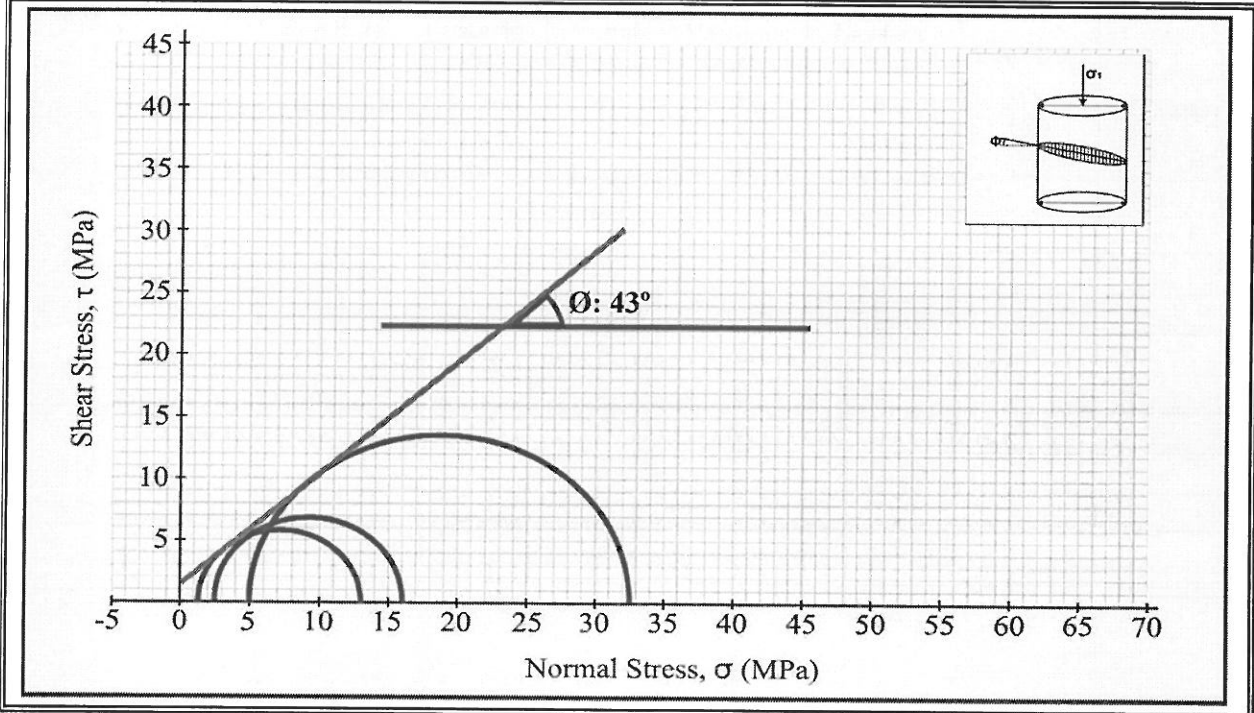
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLojİ LABORATUARI

Ek 4

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	2. Sarı Tüf (Kuru Numune)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Nevşehir Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

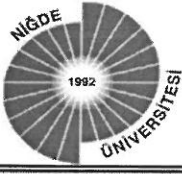
Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (Φ)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	29.70	12.91	-	Sarı Tüf
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	36.70	15.96	-	Sarı Tüf
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	75.00	32.61	-	Sarı Tüf
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



Kohezyon, C (MPa)	1.9
-------------------	-----

İçsel Sürtünme Açısı, Φ (°)	43°
----------------------------------	-----

Kontrol Eden
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



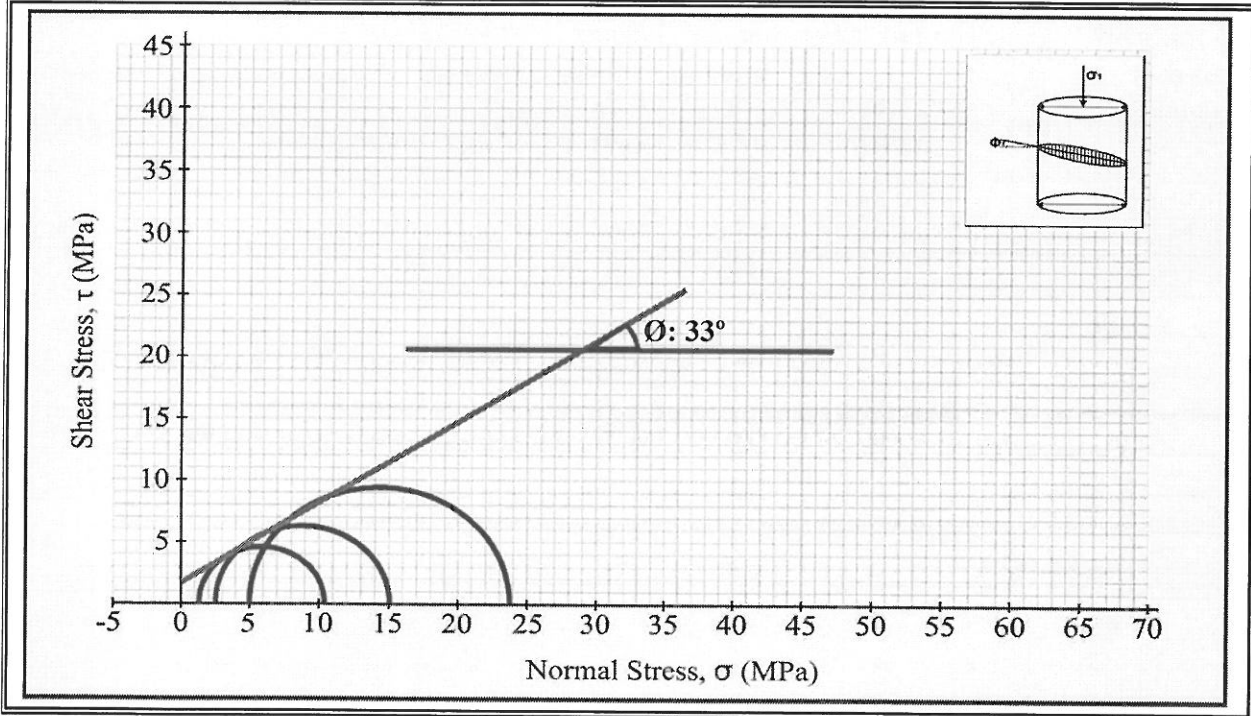
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLJİ LABORATUARI

Ek 5

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	2. Sarı Tüf (% 50 Doygun)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Nevşehir Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

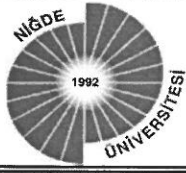
Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (Φ)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	23.50	10.22	-	Sarı Tüf
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	34.50	15.00	-	Sarı Tüf
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	55.00	23.91	-	Sarı Tüf
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



Kohezyon, C (MPa)	1.7
-------------------	-----

İçsel Sürtünme Açısı, Φ (°)	33°
----------------------------------	-----

Kontrol Eden
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



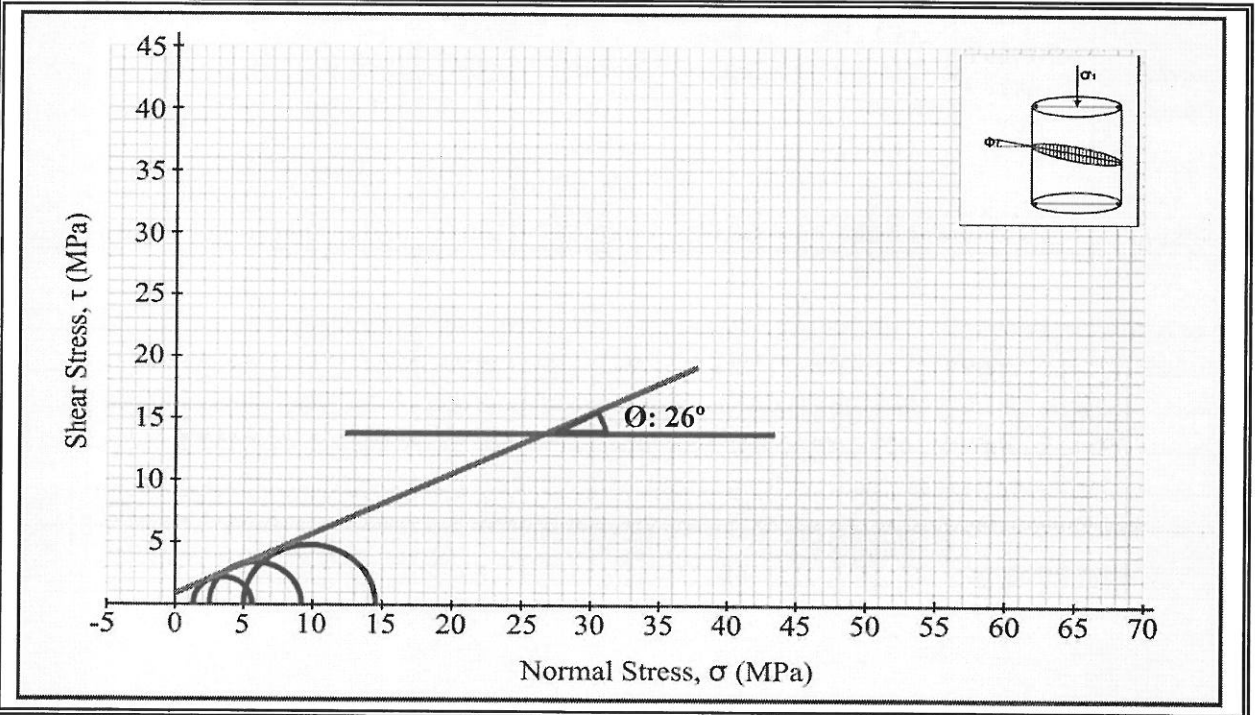
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLJİ LABORATUARI

Ek 6

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	2. Sarı Tüf (% 100 Doygun)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Nevşehir Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

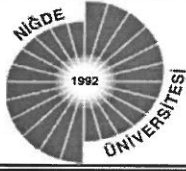
Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (Φ)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	12.80	5.57	-	Beyaz Tüf
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	21.30	9.26	-	Beyaz Tüf
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	33.30	14.48	-	Beyaz Tüf
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



Kohezyon, C (MPa) | 0.9

İçsel Sürtünme Açısı, Φ (°) | 26°

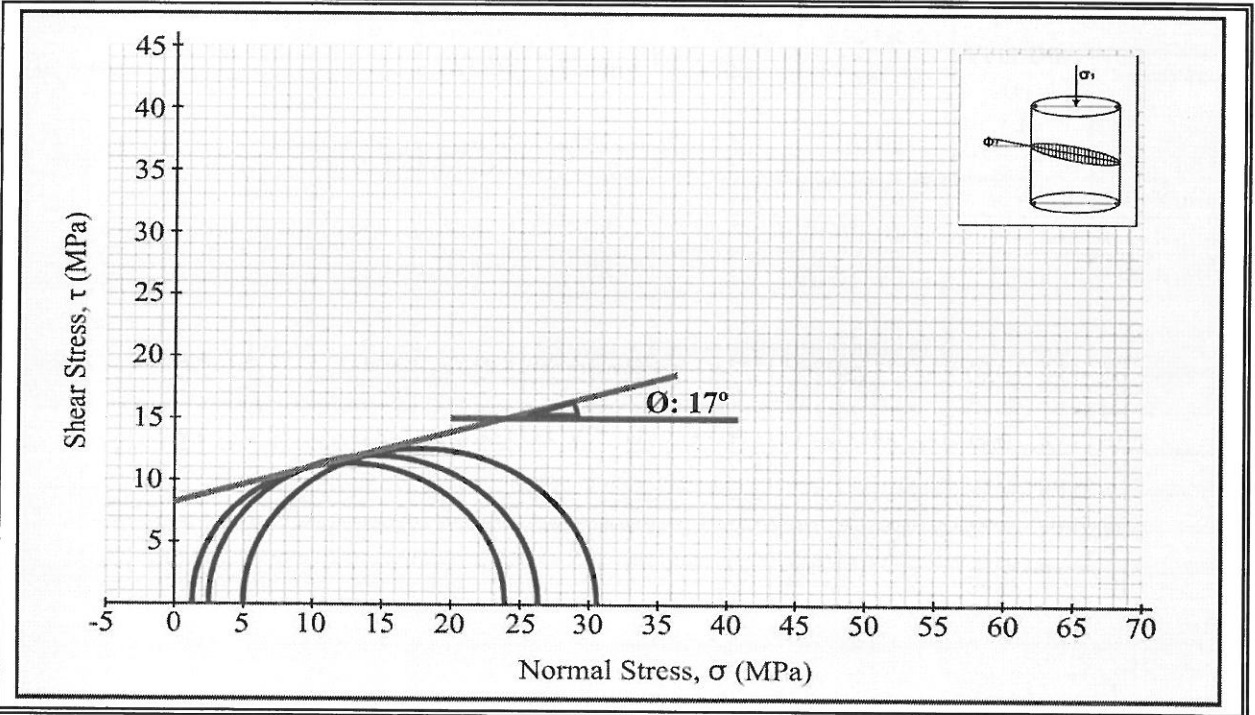
Kontrol Eden
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	3. Gül Kuruşu (Kuru Numune)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Nevşehir Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (Φ)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	55.80	24.26	-	Gül Kuruşu
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	60.70	26.39	-	Gül Kuruşu
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	71.00	30.87	-	Gül Kuruşu
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

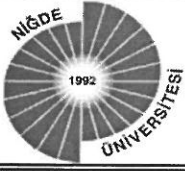


Kohezyon, C (MPa) | 8

İçsel Sürtünme Açısı, Φ (°) | 17°

Kontrol Eden

Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



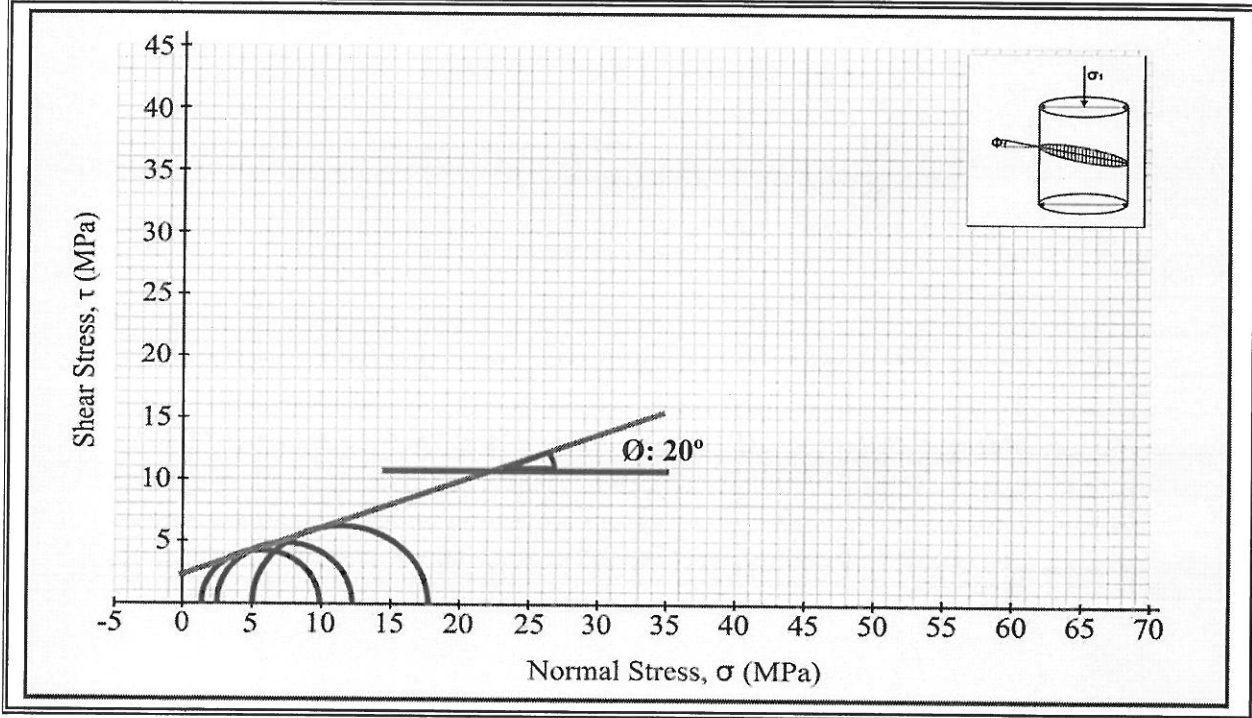
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLJİ LABORATUARI

Ek 8

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	3. Gül Kuru (% 50 Doygun)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Nevşehir Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (Φ)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	22.50	9.78	-	Gül Kuru
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	27.80	12.09	-	Gül Kuru
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	40.80	17.74	-	Gül Kuru
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

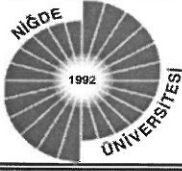


Kohezyon, C (MPa) | 2.3

İçsel Sürtünme Açısı, Φ (°) | 20°

Kontrol Eden

Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



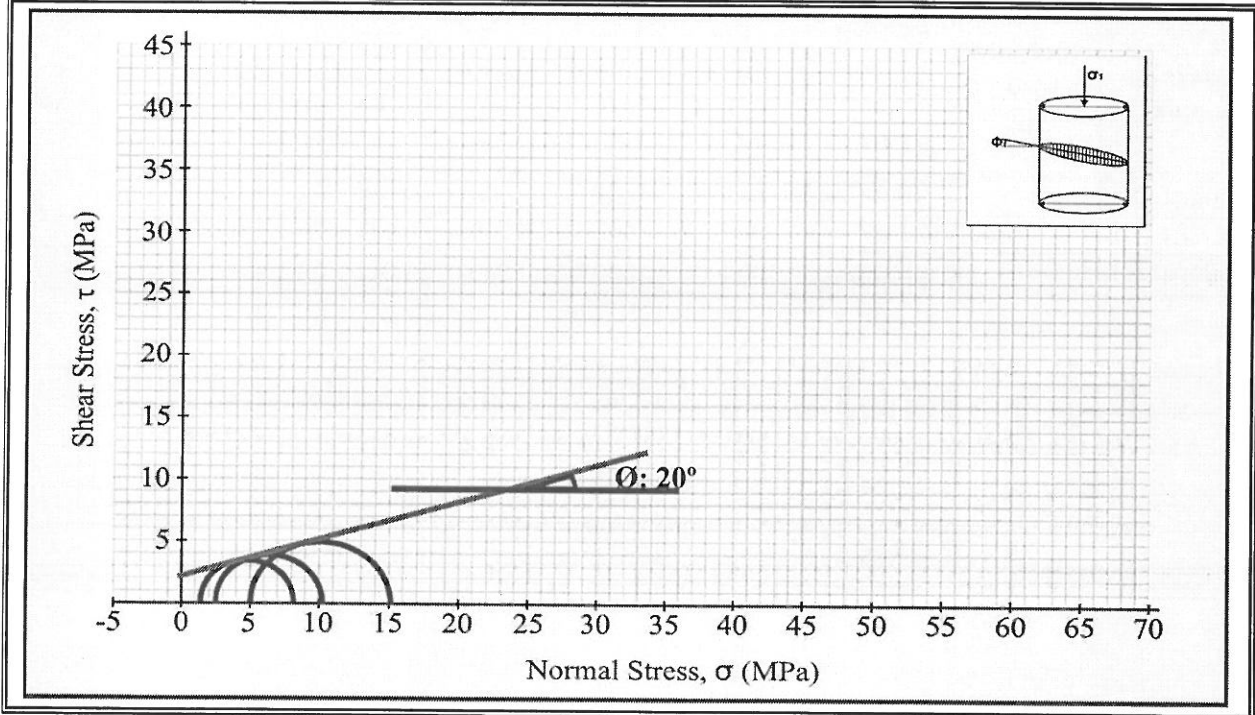
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLJİ LABORATUARI

Ek 9

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	3. Gül Kuru (% 100 Doymun)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Nevşehir Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (Φ)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	18.80	8.17	-	Gül Kuru
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	23.50	10.22	-	Gül Kuru
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	34.60	15.04	-	Gül Kuru
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

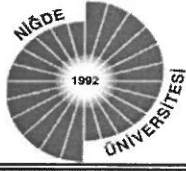


Kohezyon, C (MPa) 2.1

İçsel Sürtünme Açısı, Φ ($^\circ$) 17 $^\circ$

Kontrol Eden

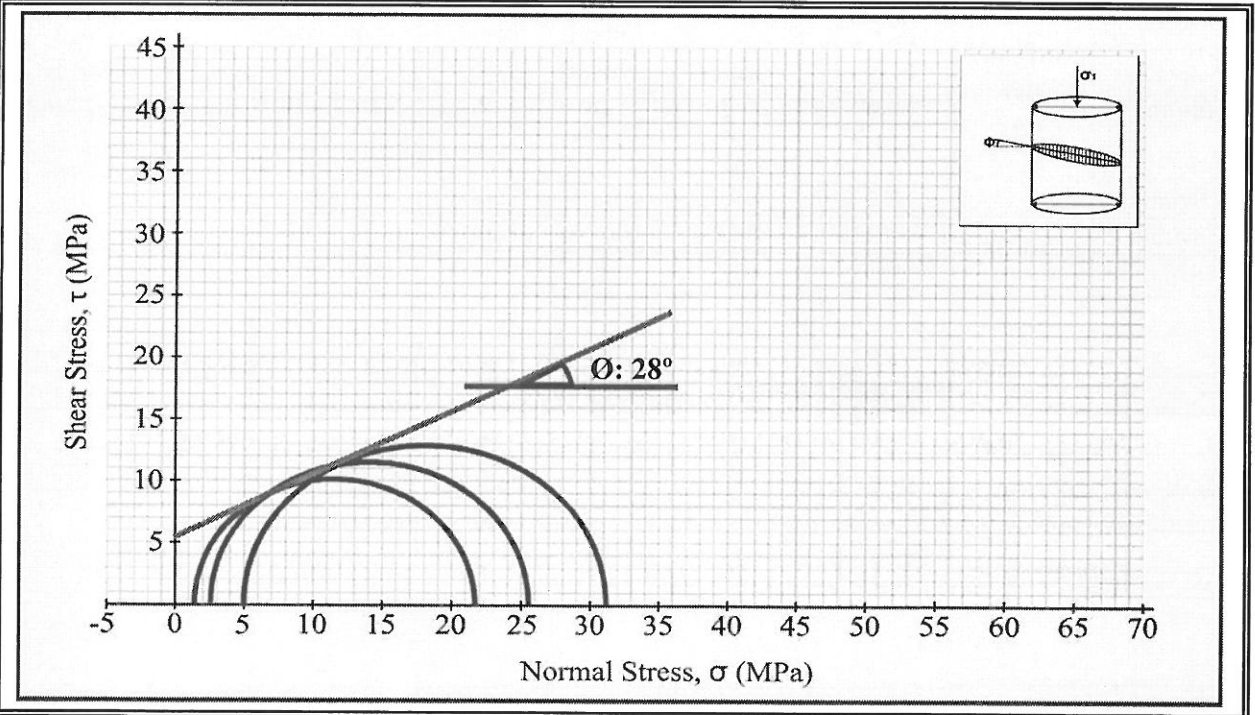
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	4. Selimiye Tüf (Kuru Numune)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Aksaray Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (°)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	50.10	21.78	-	Selimiye T.
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	58.80	25.57	-	Selimiye T.
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	72.10	31.35	-	Selimiye T.
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

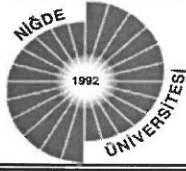


Kohezyon, C (MPa) | 5.5

İçsel Sürtünme Açısı, ϕ (°) | 28°

Kontrol Eden

Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



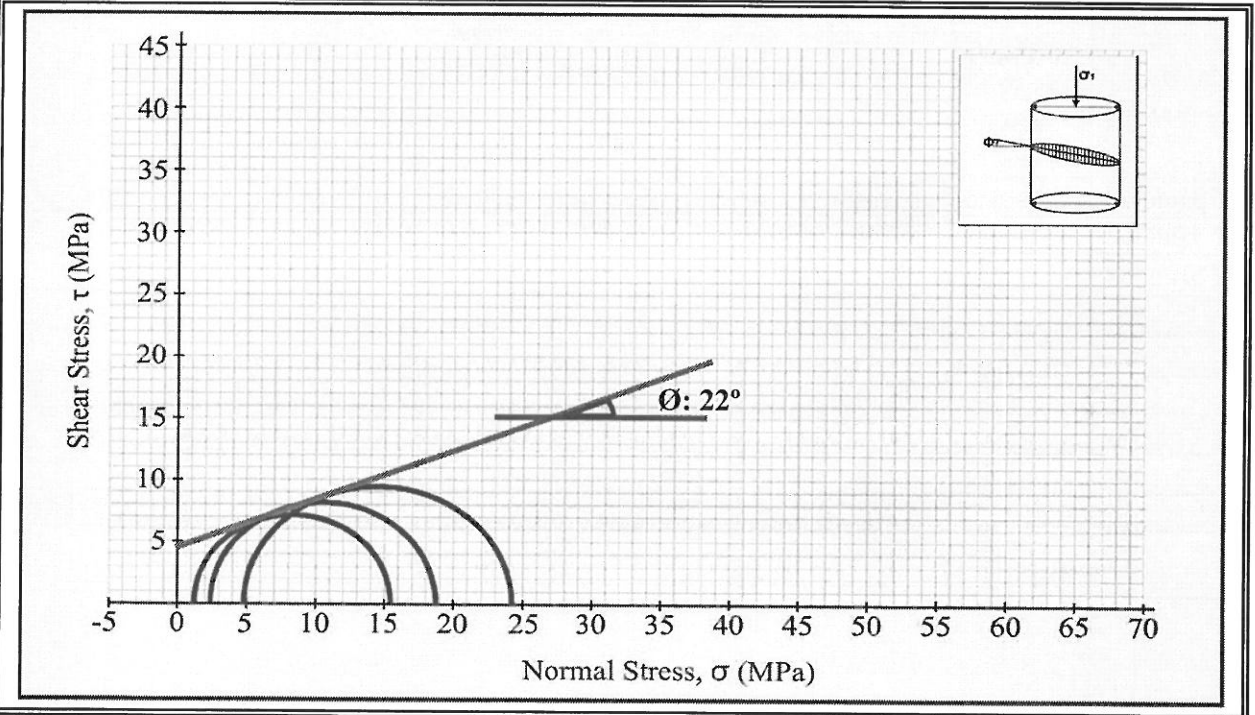
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLJİ LABORATUARI

Ek 11

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	4. Selimiye Tüf (% 50)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Aksaray Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (°)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	33.30	14.48	-	Selimiye T.
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	45.50	19.78	-	Selimiye T.
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	55.60	24.17	-	Selimiye T.
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

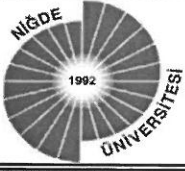


Kohezyon, C (MPa) | 4.5

İçsel Sürtünme Açısı, ϕ (°) | 22°

Kontrol Eden

Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



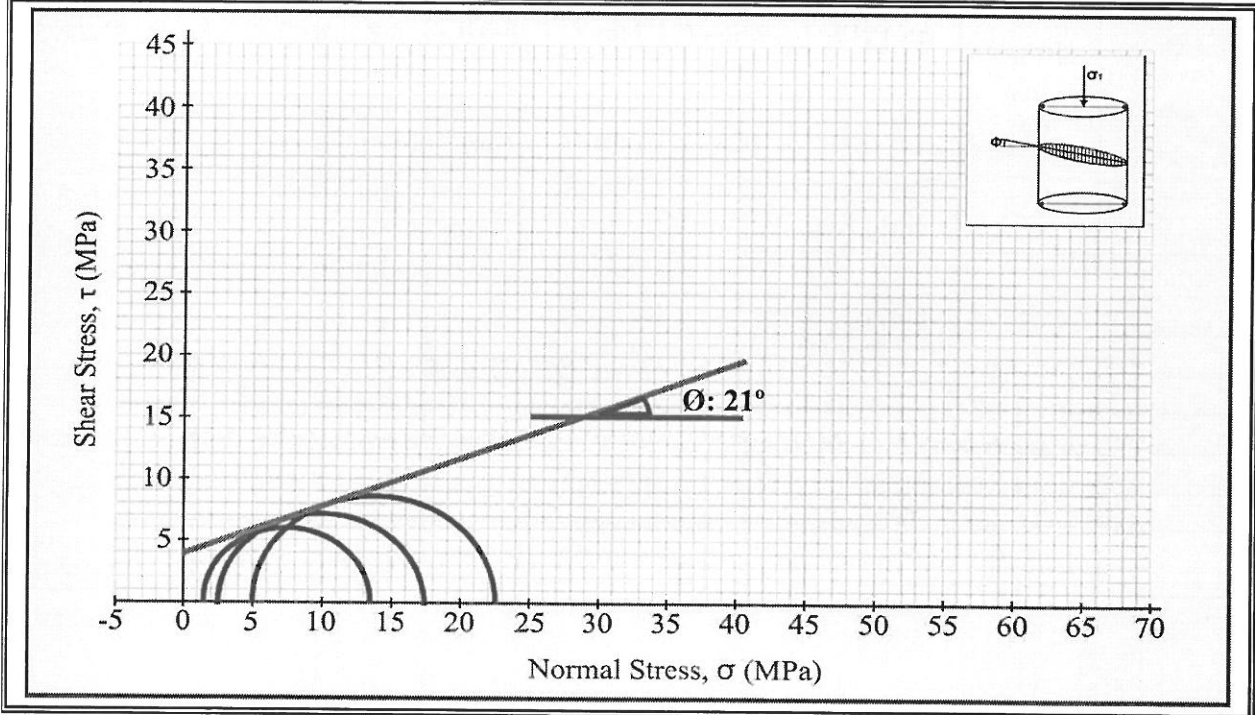
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLJİ LABORATUARI

Ek 12

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	4. Selimiye Tüf (% 100)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Aksaray Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (°)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	30.80	13.39	-	Selimiye T.
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	39.40	17.13	-	Selimiye T.
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	51.70	22.48	-	Selimiye T.
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

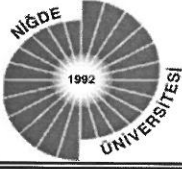


Kohezyon, C (MPa) | 4

İçsel Sürtünme Açısı, Ø (°) | 21°

Kontrol Eden

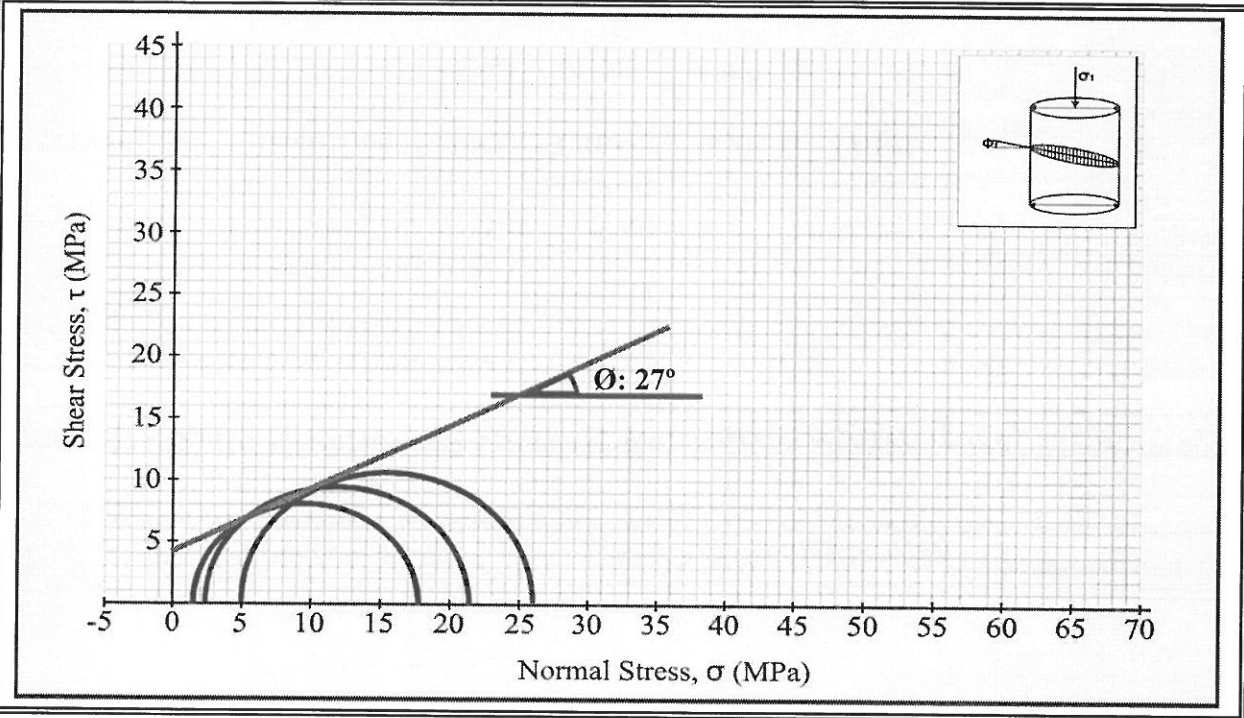
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	5. Kızılkaya İğnimbiriti (Kuru Numune)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Niğde Aktaş Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (°)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	42.30	18.39	-	Kızılkaya İ.
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	49.80	21.65	-	Kızılkaya İ.
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	57.70	25.09	-	Kızılkaya İ.
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

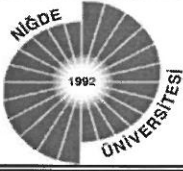


Kohezyon, C (MPa) 4.2

İçsel Sürtünme Açısı, ϕ (°) 27°

Kontrol Eden

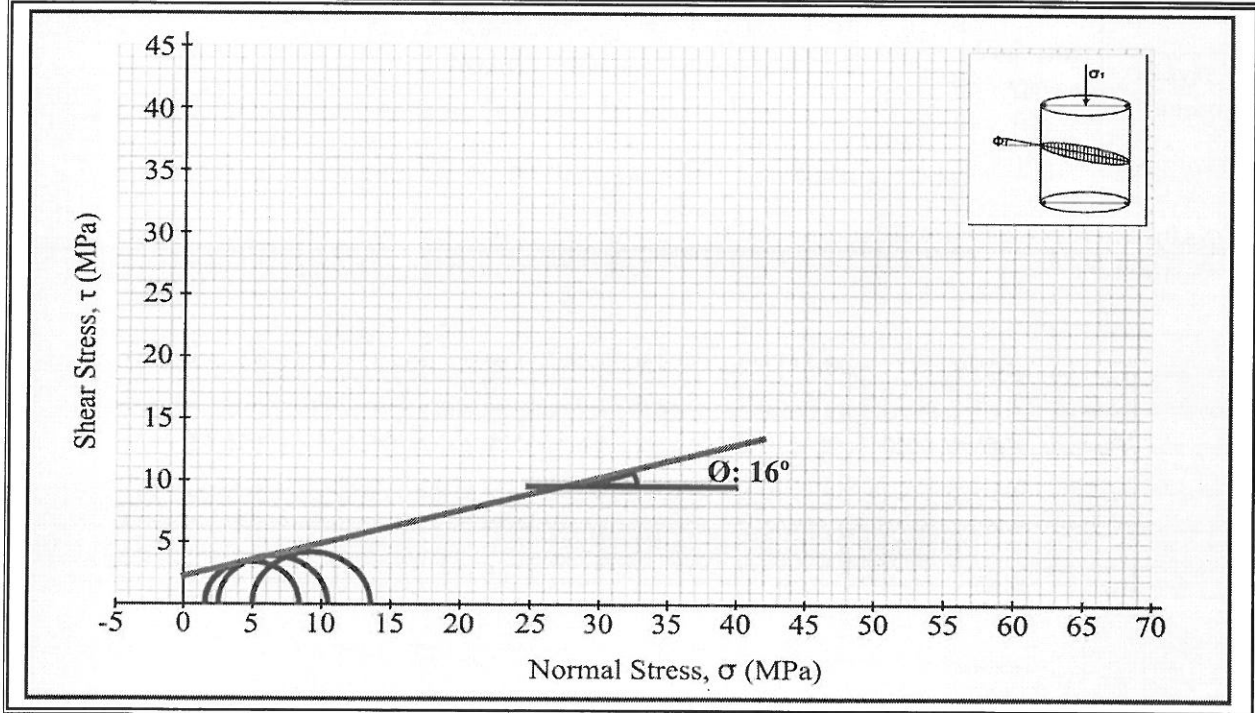
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	5. Kızılkaya İğnimbiriti (% 50 Doymun)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Niğde Aktaş Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (°)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	19.40	8.43	-	Kızılkaya İ.
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	23.90	10.39	-	Kızılkaya İ.
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	31.10	13.52	-	Kızılkaya İ.
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

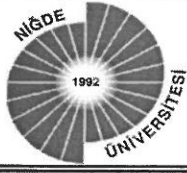


Kohezyon, C (MPa) | 2.2

İçsel Sürtünme Açısı, ϕ (°) | 16°

Kontrol Eden

Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



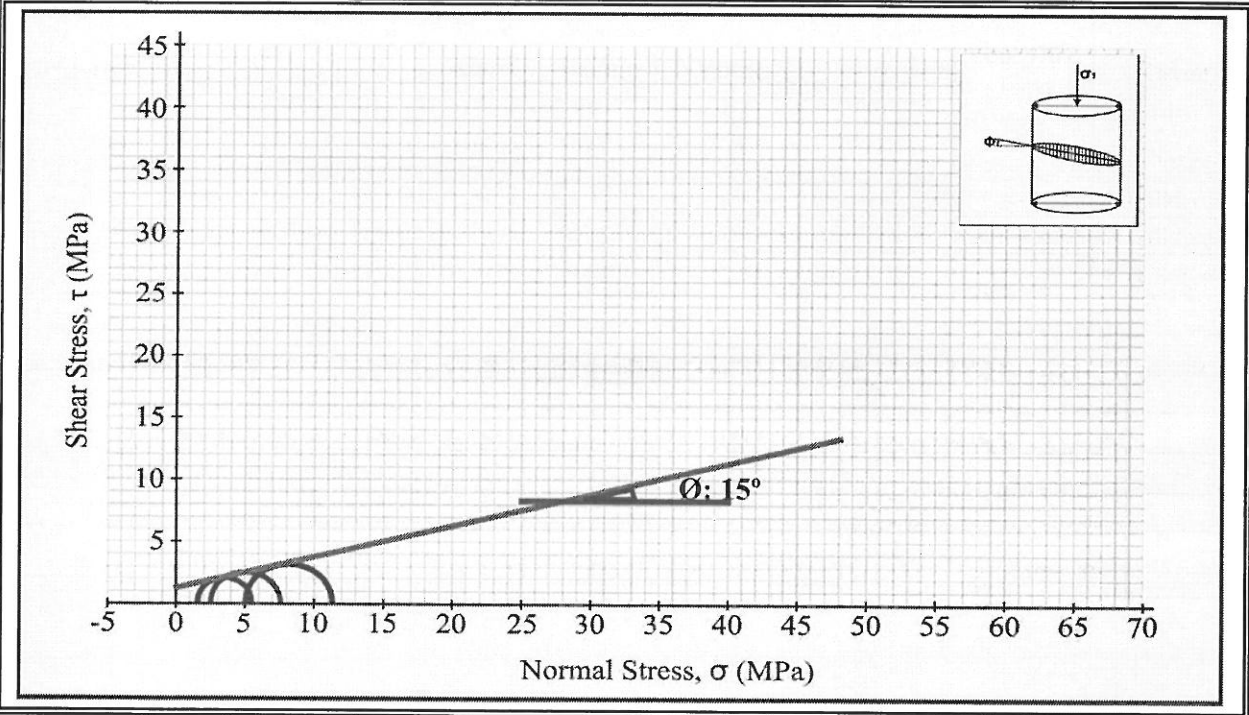
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLJİ LABORATUARI

Ek 15

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	5. Kızılkaya İğnimbiriti (% 100 Doygun)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Niğde Aktaş Taş Ocağı
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (°)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	12.60	5.48	-	Kızılkaya İ.
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	17.90	7.78	-	Kızılkaya İ.
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	25.80	11.22	-	Kızılkaya İ.
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

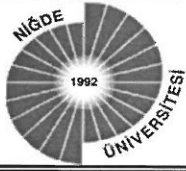


Kohezyon, C (MPa) | 1.2

İçsel Sürtünme Açısı, ϕ (°) | 15°

Kontrol Eden

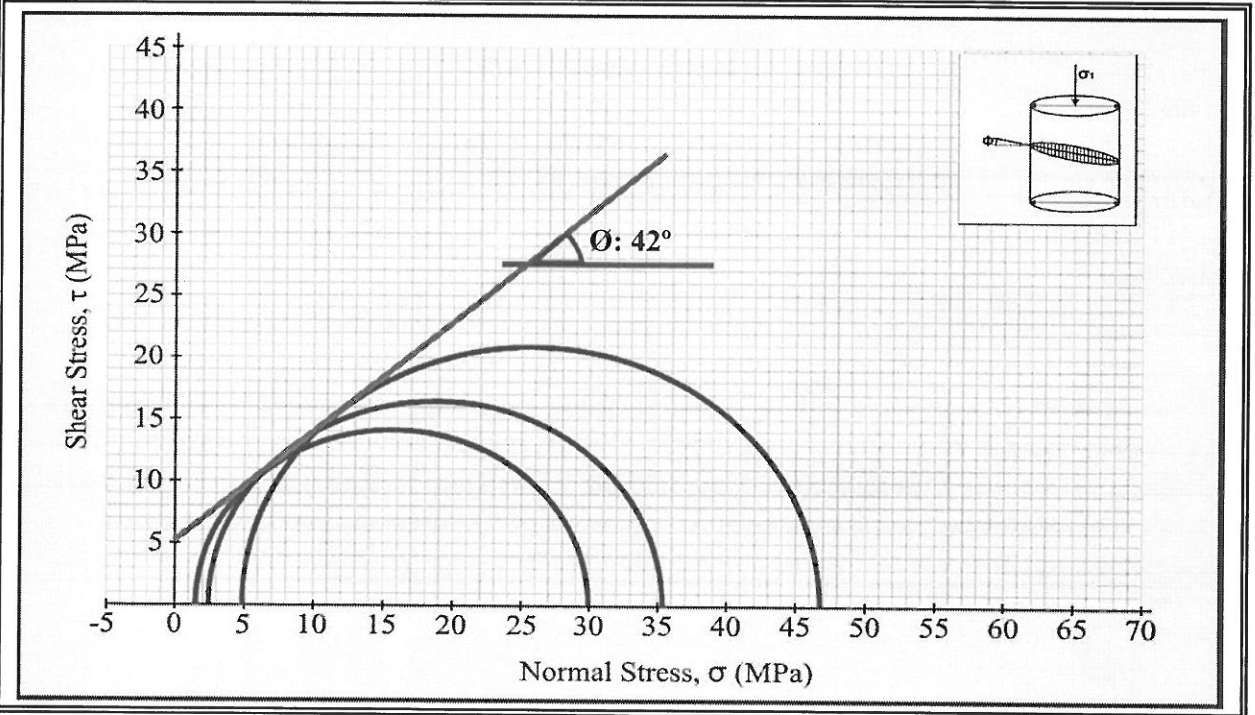
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	6. Sarı Tüf (Kayseri) (Kuru)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Kayseri Emre Taş Fabrikası
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (°)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	68.80	29.91	-	Sarı T.(Kay.)
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	81.70	35.52	-	Sarı T.(Kay.)
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	108.90	47.35	-	Sarı T.(Kay.)
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

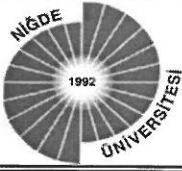


Kohezyon, C (MPa) | 5.1

İçsel Sürtünme Açısı, θ (°) | 42°

Kontrol Eden

Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



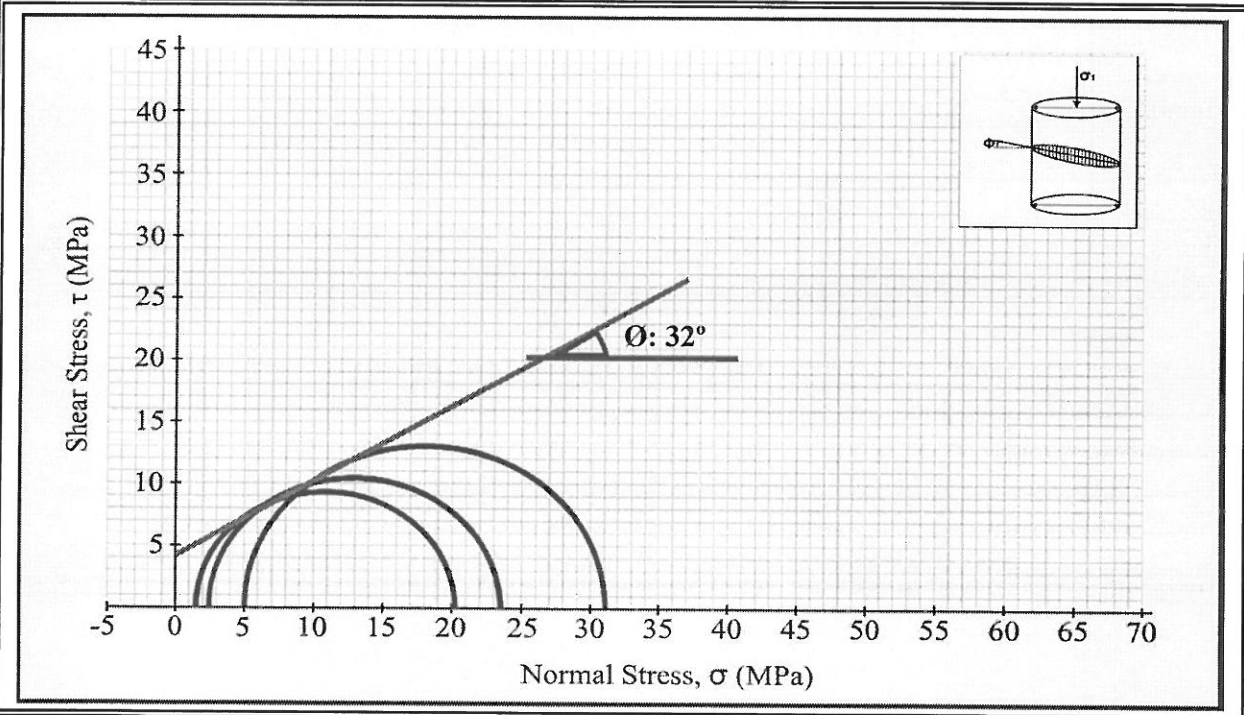
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLJİ LABORATUARI

Ek 17

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	6. Sarı Tüf (Kayseri) (% 50 Doymun)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Kayseri Emre Taş Fabrikası
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (°)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	46.07	20.03	-	Sarı T.(Kay.)
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	53.80	23.39	-	Sarı T.(Kay.)
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	72.10	31.35	-	Sarı T.(Kay.)
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

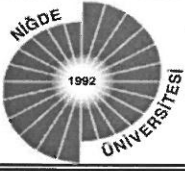


Kohezyon, C (MPa) | 4.1

İçsel Sürtünme Açısı, Ø (°) | 31°

Kontrol Eden

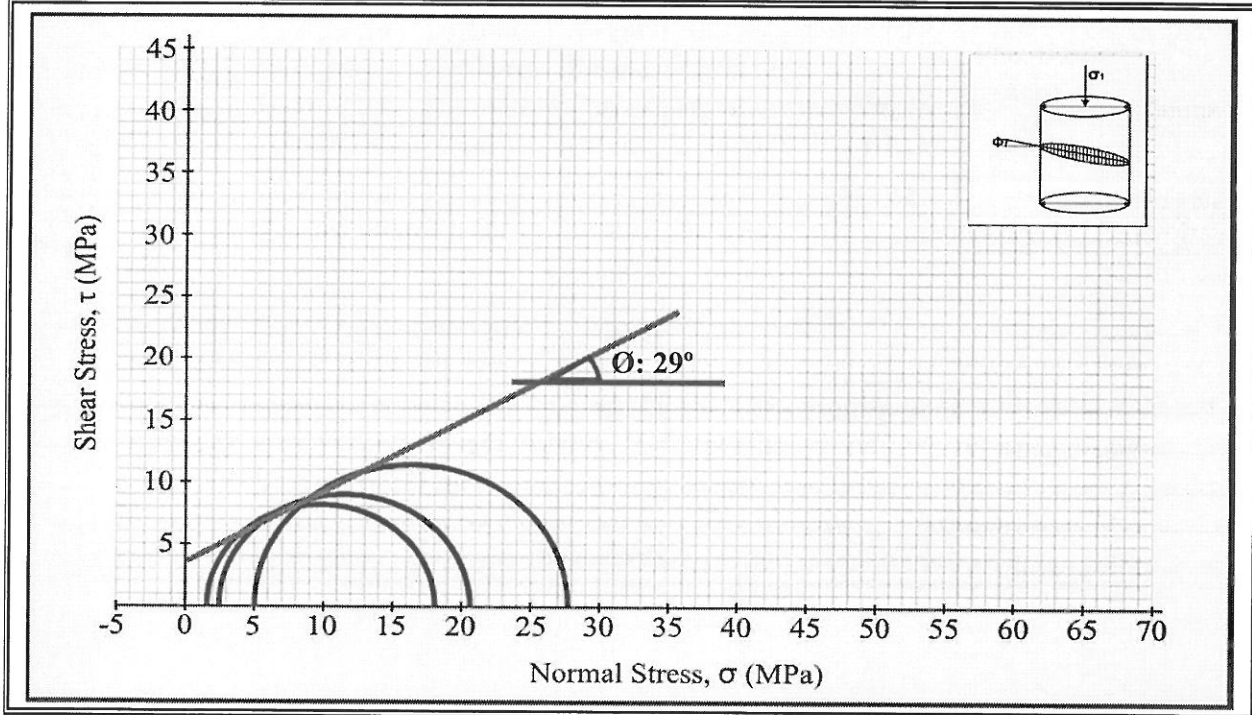
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

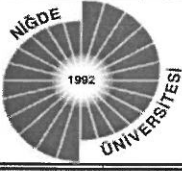
NUMUNE NO	6. Sarı Tuf (Kayseri) (% 100 Doygun)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Kayseri Emre Taş Fabrikası
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (°)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	41.90	18.22	-	Sarı T.(Kay.)
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	46.60	20.26	-	Sarı T.(Kay.)
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	64.10	27.87	-	Sarı T.(Kay.)
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



Kohezyon, C (MPa)	3.7
İçsel Sürtünme Açısı, ϕ (°)	29°

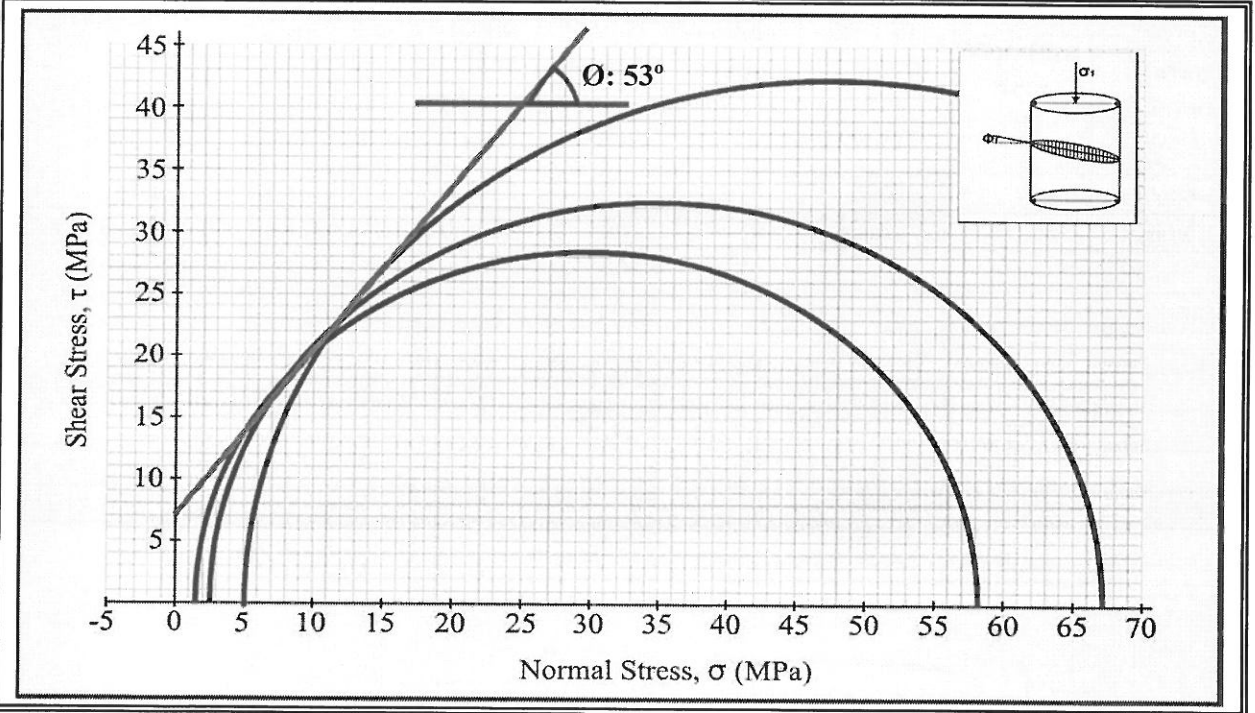
Kontrol Eden
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	7. Pembe Tüf (Kuru)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Kayseri Emre Taş Fabrikası
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

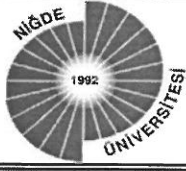
Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (°)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	133.20	57.91	-	Pembe T
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	153.80	66.87	-	Pembe T
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	206.80	89.91	-	Pembe T
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



Kohezyon, C (MPa)	7
-------------------	---

İçsel Sürtünme Açısı, ϕ (°)	53°
----------------------------------	-----

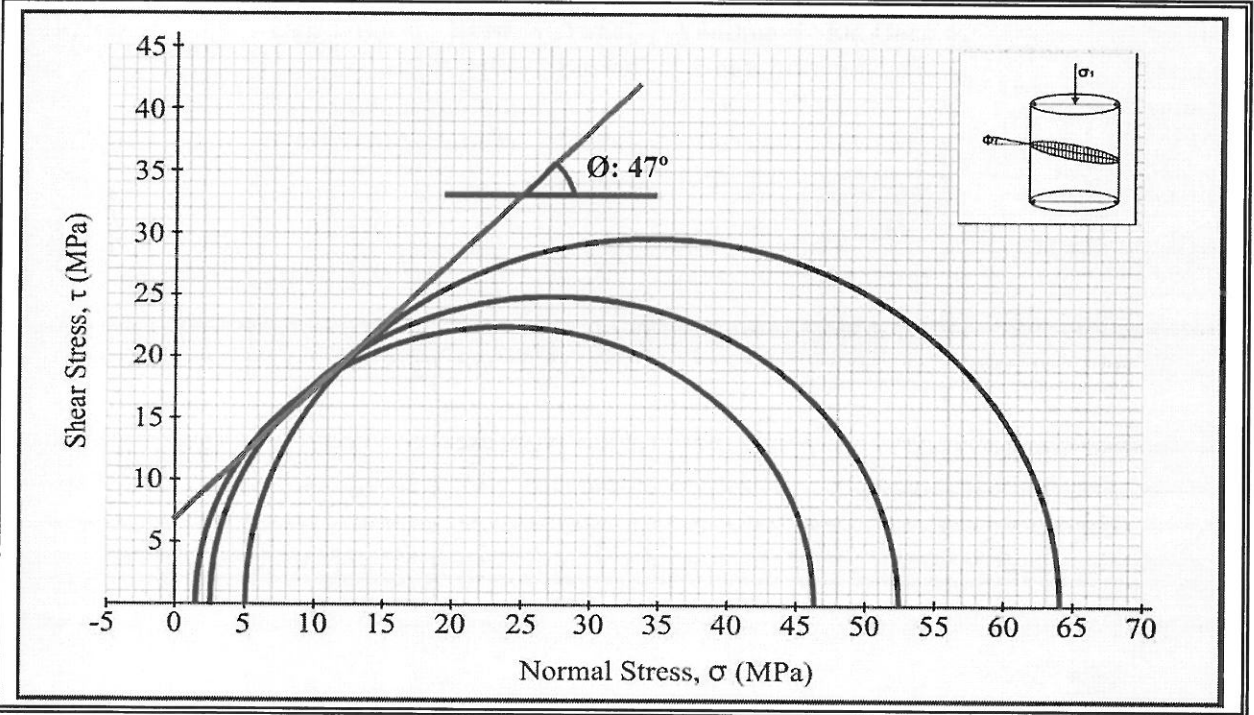
Kontrol Eden
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	7. Pembe Tüf (% 50)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Kayseri Emre Taş Fabrikası
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

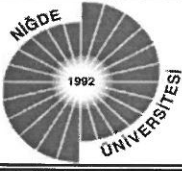
Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüklü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (°)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	107.40	46.70	-	Pembe T
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	120.80	52.52	-	Pembe T
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	148.60	64.61	-	Pembe T
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



Kohezyon, C (MPa)	6.8
-------------------	-----

İçsel Sürtünme Açısı, Ø (°)	47°
-----------------------------	-----

Kontrol Eden
Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER



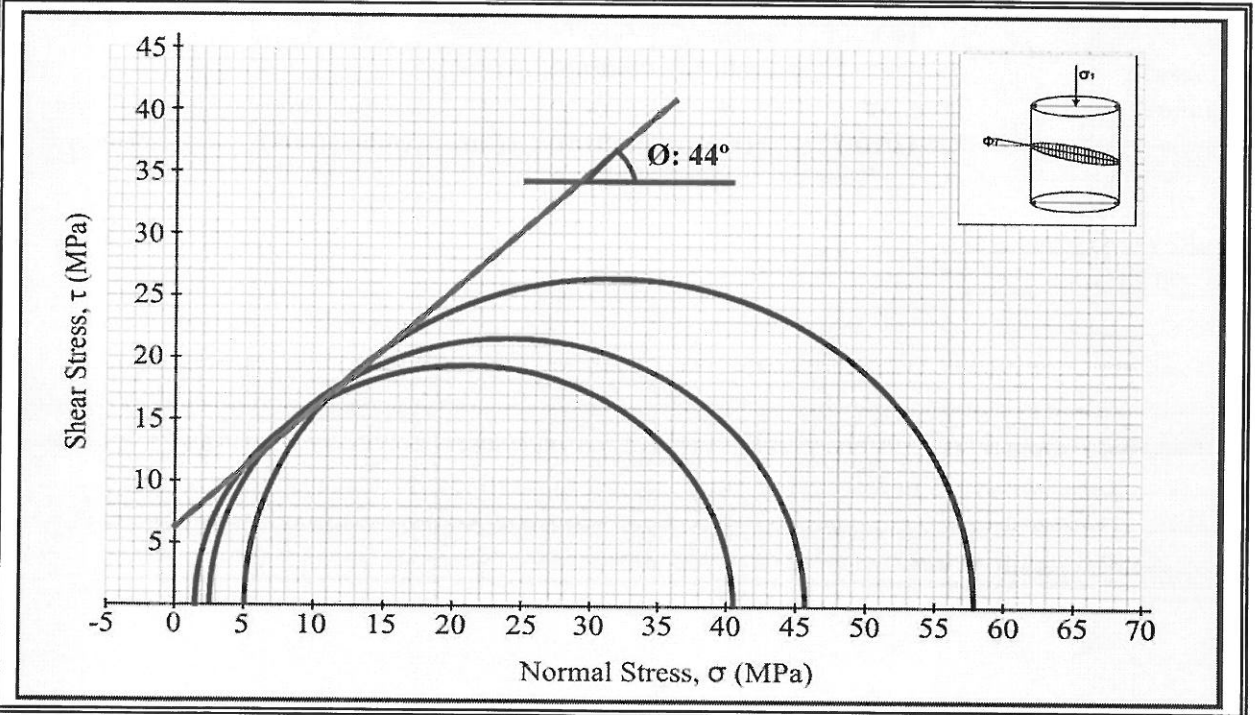
T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
UYGULAMALI JEOLJİ LABORATUARI

Ek 21

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ

NUMUNE NO	7. Pembe Tüf (% 100)
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Kayseri Emre Taş Fabrikası
PROJE	BAP Projesi
DENEYİ YAPAN	Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER

Ör No	Ör. Der. (m)	Su İç. W (%)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Kesit Alanı A (m ²)	Yanal Basınç σ_3 (MPa)	Yenilme Yüğü F (kN)	Ek. Ger. σ_1 (MPa)	Yen. Düz. Açısı (°)	Kayaç Tanımı
1	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	1.125	92.70	40.30	-	Pembe T
2	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	2.500	114.60	49.83	-	Pembe T
3	Yüzey	0.00	54.0	110.0	0.0023	5.000	134.60	58.52	-	Pembe T
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



Kohezyon, C (MPa) | 6.1

İçsel Sürtünme Açısı, Ø (°) | 44°

Kontrol Eden

Yrd. Doç. Dr. Mustafa FENER