

1995-00121



TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

KİLLİ KAYAÇ / SONDAJ SIVISI ETKİLEŞİMİNİN
PETROL VE DOĞAL GAZ KUYULARINDA
DENGESİZLİK YARATMA POTANSİYELİ AÇISINDA
İNCELENMESİ

1997-1304

PROJE NO : YDABÇAG-125

Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve
Çevre Araştırma Grubu

Earth Marine Atmospheric Sciences and
Environmental Researches Grant Group

9

1995-00121

**KİLLİ KAYAÇ / SONDAJ SIVISI ETKİLEŞİMİNİN
PETROL VE DOĞAL GAZ KUYULARINDA
DENGESİZLİK YARATMA POTANSİYELİ AÇISINDAN
İNCELENMESİ**

1997-1304

PROJE NO : YDABÇAG-125

**DOÇ.DR. ERGÜN KURU
DOÇ.DR. M.R. BİROL DEMİRAL
ARŞ.GÖR. SERHAT AKIN
BURAK ÇAĞATAY
MURAT KEREM**

ODTÜ Petrol ve
Doğal Gaz M.Bİ.

S-59

R-41

Tn, En

**ARALIK 1996
ANKARA**

ÖNSÖZ

Bu çalışmada killi kayaçların sondaj sıvısıyla etkileşime girdikten sonra, fiziksel (yoğunluk, gözeneklilik, doku yapısı), fiziko-kimyasal (şişme, katyon değiştirme kapasitesi), mekanik (gerilme kuvvetleri, kompresif direnç, elastik özellikler) özelliklerinde oluşacak değişimlerin sayısal ve görsel olarak gözlenmesi ve birlikte değerlendirilmesi sonucunda kayaç/sıvı etkileşiminin kuyu dengesizliği yaratma potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma Orta Doğu Teknik Üniversitesi Petrol ve Doğal Gaz Bölümünde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yer alan XRD yöntemi ile-Kayaçların mineralojik ve petrografik tanımlaması ,Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Araştırma Merkezinde ; Kaya mekaniği testleri ODTÜ Maden Mühendisliği kaya mekaniği laboratuvarında; Bilgisayarlı tomografi testleri ODTÜ-Petrol Araştırma Laboratuvarında; diğer tüm testler ODTÜ Petrol ve Doğalgaz mühendisliği laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırma Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubunca YDABÇAG-125 sayılı proje çerçevesinde desteklenmiştir.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Ankara
Aralık 1996

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
ABSTRACT	vi
ÖZ	vii
1. GİRİŞ	1
2. GELİŞME	4
2.1 Kayaç tanımlama testleri	4
2.1.1 X-ışını ayırıştırma yöntemiyle mineral analizi	4
2.1.2 Nem yüzdesi belirleme testi	5
2.1.3 Katyon değiştirme kapasitesi belirleme testi	5
2.1.4 Dağılma testi	7
2.2 Bilgisayarlı tomografi ölçümleri	7
2.3 Kaya mekaniği testleri	10
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	11
3.1 XRD analiz sonuçları	11
3.2 Nem yüzdesi test sonuçları	12
3.3 Katyon değiştirme kapasitesi ölçüm sonuçları	12
3.4 Dağılma testi sonuçları	14
3.5 Bilgisayarlı tomografi ölçüm sonuçları	14
3.6 Kaya mekaniği test sonuçları	17
4. SONUÇLAR	20
5. KAYNAKÇA	21
6. EK-A- BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ TEST SONUÇLARI	25
7. EK-B- KAYA MEKANİĞİ TEST SONUÇLARI - GRAFİKLER	29
8. EK-C- KAYA MEKANİĞİ TEST SONUÇLARI - VERİLER	40

TABLÖLAR LİSTESİ

TABLO		SAYFA
1.	XRD-Analizlerinin gerçekleştirildiği aletsel çekim koşulları	4
2.	Bilgisayarlı tomografi çekimlerinin yapıldığı koşullar	9
3.	Karadut formasyonuna ait kayaçların XRD mineral analiz sonuçları	11
4.	Deneylerde kullanılan kayaçların XRD mineral analiz sonuçları	12
5.	Nem yüzdesi test sonuçları	12
6.	Değişik katı maddelerin katyon değiştirme kapasitesi	13
7.	Metilen mavisi test sonuçları	13
8.	Gözeneklilik değeri ölçüm sonuçları	17
9.	Kaya mekaniği test sonuçları(kuru, düşey alınan örnekler).	19
10.	Kaya mekaniği test sonuçları(yaş, düşey alınan örnekler).	19
11.	Kaya mekaniği test sonuçları(kuru, yatay alınan örnek).	19
12.	Kaya mekaniği test sonuçları(yaş, yatay alınan örnek).	19
C-1	1 Numaralı örneğin kaya mekaniği test verileri	41
C-2	2 Numaralı örneğin kaya mekaniği test verileri	42
C-3	3 Numaralı örneğin kaya mekaniği test verileri	43
C-4	4 Numaralı örneğin kaya mekaniği test verileri	44
C-5	5 Numaralı örneğin kaya mekaniği test verileri	45
C-6	6 Numaralı örneğin kaya mekaniği test verileri	46
C-7	7 Numaralı örneğin kaya mekaniği test verileri	47
C-8	8 Numaralı örneğin kaya mekaniği test verileri	48
C-9	9 Numaralı örneğin kaya mekaniği test verileri	49
C-10	10 Numaralı örneğin kaya mekaniği test verileri	50

ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİL	SAYFA
1. Metilen mavisi testi uygulama örneği	6
2. Tomografi cihazının çalışma prensibi	8
3. Kayaç/sondaj sıvısı etkileşiminin gerçekleştiği vakumlu düzenek	10
4. Karot boyunca zamana bağlı yoğunluk değişimi	15
5. Karot boyunca zamana bağlı CT sayısı değişimi	16
A-1 3 Numaralı karotun etken atomik sayı dilim numarası analiz sonuçları (kuru, 24, 48, 72 saat)	26
A-2 3 Numaralı karotun yoğunluk dilim numarası analiz sonuçları (kuru, 24, 48, 72 saat)	27
A-3 Karot boyunca gözeneklilik dağılımı	28
B-1 1 Numaralı kayaç örneğinin basınç gerilmesi/birim deformasyon davranışı	30
B-2 2 Numaralı kayaç örneğinin basınç gerilmesi/birim deformasyon davranışı	31
B-3 3 Numaralı kayaç örneğinin basınç gerilmesi/birim deformasyon davranışı	32
B-4 4 Numaralı kayaç örneğinin basınç gerilmesi/birim deformasyon davranışı	33
B-5 5 Numaralı kayaç örneğinin basınç gerilmesi/birim deformasyon davranışı	34
B-6 6 Numaralı kayaç örneğinin basınç gerilmesi/birim deformasyon davranışı	35
B-7 7 Numaralı kayaç örneğinin basınç gerilmesi/birim deformasyon davranışı	36
B-8 8 Numaralı kayaç örneğinin basınç gerilmesi/birim deformasyon davranışı	37
B-9 9 Numaralı kayaç örneğinin basınç gerilmesi/birim deformasyon davranışı	38
B-10 10 Numaralı kayaç örneğinin basınç gerilmesi/birim deformasyon davranışı	39

ABSTRACT

Wellbore instability problems encountered during drilling operations, such as, sloughing and swelling of shaly formations, cause to pipe stuck, extended drilling time and even sometimes abandonment of the well and, therefore, great economic losses. 90 % of the instability problems are experienced during the drilling of shaly formations. In general, drilling fluids/shale interactions are the main source of the problems. Therefore, there is a great deal of investigations in the industry to understand the mechanisms of shale/water base drilling fluids interaction. Studies have shown that, in order to understand the mechanisms of shale/ drilling fluid interaction, an integrated approach should be followed requiring characterization of shale and mud, together with investigation of the change in rock mechanical, physical and physicochemical properties upon interaction.

In this study, therefore, change in rock mechanical properties, such as, compressive strength and elastic constants, rock physicochemical properties, such as, swelling and cation exchange capacity, rock physical properties, such as, porosity, density upon the rock /drilling fluid interaction have been investigated.

Surface rock samples were collected from Haymana-Ankara region. On the selection of rock samples, care was taken such that the samples have similar composition to the rocks from Adiyaman-Karadut formation where severe wellbore instability problems have been encountered during oil well drilling. Mineralogic/petrographic identification of rock samples were done by using XRD analysis. The moisture content, cation exchange capacity, and dispersion characteristics of the samples were also determined.

Rock samples were tested for their mechanical properties before and after they were exposed to drilling fluids for 24 hours within the vacuumed cell. The change in rock strength and elastic properties differed from each other depending on whether the core samples were taken vertical or parallel to the direction of rock deposition. Also the variation of properties among the dry and wet samples were also significant, which was a known limitation of rock mechanics tests which, in general, require as many samples as possible to be tested in order to get meaningful results. Having the limited number of samples tested due to insufficient research budget, it was not possible to come up with a decisive conclusion based on the rock mechanical test results. However, a general, reduction in compressive strength, modulus of elasticity and poisson ratio values were observed in all cases upon the exposure of rocks to the drilling fluid.

Porosity of rock samples before and after drilling fluid exposure were estimated using a gas porosimeter. After 24 hours of exposure, the porosity was reduced by about % 15. The porosity reduction went upto % 52, after 48 hours of rock/fluid interaction.

Results of rock/fluid interaction were also observed numerically and visually by using computerized tomography analysis. Besides, giving the change of rock properties in terms of density, atomic number, and the CT-number, the CT-scanning analysis, were also useful to determine the extent of drilling fluid invasion visually.

ÖZ

Petrol ve doğal gaz kuyularının sondajı sırasında ortaya çıkan kuyu duvarında oluşan çökme , killi kayaçların şişmesi gibi kuyu dengesizliği sorunları , takım sıkışması, sondaj süresinin uzaması ve giderek kuyunun terk edilmesine yol açarak büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Petrol kuyularının sondajı sırasında karşılaşılan dengesizlik problemlerinin yaklaşık % 90'ı killi formasyonlar delinirken ortaya çıkmaktadır . Yapılan çalışmalar, killi kayaçların, su bazlı sondaj sıvıları ile etkileşime girmesi sonucu kayacın yapısında ortaya çıkan değişimlerin, kuyu dengesizliğine yolaçma mekanizmalarının anlaşılabilmesi için değişmeye yolaçan tüm etkenlerin birlikte incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, killi kayaçların sondaj sıvısıyla etkileşime girdikten sonra, fiziksel(yoğunluk, gözeneklilik), fiziko-kimyasal(şişme, katyon değiştirme kapasitesi), mekanik (gerilme kuvvetleri, deformasyon davranışları, elastik özellikler) özelliklerinde oluşacak değişimlerin sayısal ve görsel olarak gözlenmesi ve birlikte değerlendirilmesi sonucunda kayaç/sıvı etkileşiminin kuyu dengesizliği yaratma potansiyeli belirlenmeye çalışıldı.

Test edilen kayaç örnekleri Ankara - Haymana bölgesinde yüzeyden toplanmıştır. Kayaç örneklerinin seçiminde, kayaçların bileşim olarak, kuyu dengesizliği sorunlarının yoğun olarak yaşandığı Adıyaman - Karadut formasyonuna ait kayaçlar ile benzerlik göstermesine özen gösterilmiştir. Kayaç örneklerinin mineralojik ve petrografik tanımlaması, X-ışını ile ayırıştırma (XRD) yöntemi kullanılarak yapıldı. Uygulanan nem yüzdesi belirlenmesi, metilen mavisi testi, ve dağılılırlik testleri sonucunda , kayaçlar sırasıyla nem yüzdeleri, katyon değiştirme kapasiteleri ve dağılıma özellikleri açısından tanımlandılar.

Sondaj sıvısıyla 24 saat süreyle etkileşime giren kayaçların mekanik özelliklerindeki değişim, kaya mekaniği testleri uygulanarak belirlendi. Kayacın istiflenme yönüne paralel olarak alınan örneklerin mekanik özelliklerindeki değişimin, istiflenme yönüne dik olarak alınan örneklerin mekanik özelliklerindeki değişime göre daha belirgin olduğu görüldü. Ancak burada, kaya mekaniği testlerine özgü, örnek sayısının az olmasından kaynaklanan sonuç farklılıklarının etkiside gözönüne alındığında, değişimin sayısal boyutları hakkında sağlıklı bir yorum yapmak olası değildir.

Sondaj sıvısında bekletilmiş örneklerin gözeneklilik değerlerinde ortaya çıkan değişim gaz porosimetre ile yapılan ölçümler sonucunda belirlenmiştir. Buna göre , sondaj sıvısı ile 24 saat etkileşime giren kayacın gözeneklilik değeri % 15 oranında azalmıştır. Bu oran 48 saat sonunda % 52 ye yükselmiştir.

Sondaj sıvısı/kayaç etkileşimi görsel olarak CT - tomografi çekimleri kullanılarak izlendi. CT-tomografi test sonuçlarından, kayaçtaki değişimin, kayacın yoğunluğu, atom sayısı, ve CT-sayısı cinsinden sayısal ve görsel olarak belirlenmiştir.

1. GİRİŞ

Petrol ve doğal gaz sondajları genellikle sedimanter kayalardan oluşan basenlerde yapılmaktadır. Sedimanter kayalarda yapılan sondajların % 60'ı killi kayaç(kiltaşı) sondajlarından oluşmaktadır(Johnston,1987). Deneyimlerin gösterdiğine göre, kuyu sondajı sırasında ortaya çıkan sorunların çoğu killi kayaçların su-bazlı sondaj sıvısı kullanılarak sondajı sırasında ortaya çıkmaktadır (Simpson,1989).

Kayaç ve sondaj sıvısı arasındaki etkileşim karmaşık bir dizi işlemi içermektedir ve kayacın yapısında hızlı bir değişime yolaçar. Sondaj sıvısından kaynaklanan kuyu dengesizliği sorunları, birçok etkinin ortak sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu etkiler genel olarak 4 grupta toplanabilir (Baroid, 1979; Sheu, 1988; Gilmore, 1989; Pellisier, 1990; Bol,1992):

1. Kilin yapısı ve özellikleri
2. Fiziko-kimyasal etkiler
3. Fiziksel etkiler
4. Jeomekanik etkiler

Yapılan mineralojik analizler, kil taşlarının çoğunlukla kil mineralleri olmak üzere, kuartz, feldspar, karbonat, pirit ve demir oksit minerallerinden oluştuğunu göstermektedir. Kilttaşının içerdiği kil mineralleri, şişme özelliği gösteren ve göstermeyenler olarak iki grupta sınıflandırılabilirler. Buna göre; smektit, vermikulit, smektit içeren karışık katmanlı kil mineralleri şişme özelliği gösterirler; illit, klorit, kaolinit, ve smektit içermeyen karışık katmanlı kil mineralleri şişme özelliği göstermezler. Deneyimlere göre, % 20 ve daha üst düzeyde smektit yada karışık smektit/illite, kil mineralleri içeren kilttaşlarının önemli ölçüde şişme potansiyeli gösterdikleri bilinmektedir.

Kil taşlarının tepkime oluşturan bir sıvı ortamındaki mekanik direnci ve diğer özellikleri,önemli ölçüde kil mineralleri(smektit, illit, klorit, kaolinit) tarafından kontrol edilirler(Jumikis,1979). Kilttaş ile sondaj sıvısı arasındaki etkileşimin düzeyi kilttaşının yapısında bulunan şişebilen kil minerali yüzdesinin artmasına bağlı olarak artar(Steiger,1982). Kendal(1974), Kuzey Denizi'nin Norveç'e ait olan kısmında karşılaştıkları sondaj sıvısı kaynaklı sorunları, kilttaşının mineral yapısına bağlı olarak açıklamakta; buna göre sorun tersiyar yaşındaki Kilttaş katmanlarının mineral yapısından kaynaklanıyordu. Gilmore(1989)'a göre, yüksek reaktivite özelliği gösteren gumbo kilttaş formasyonundaki sorun, plaka şeklindeki smektit mineralinin varlığından kaynaklanıyordu.

Kilttaşlarının jeolojik yaşta sondaj sıvısı/kayaç etkileşiminin düzeyini etkiler. Genç, daha az sıkıştırılmış ve daha az çimento bağı oluşmuş kayaçlar, sondaj sıvısı ile etkileşime girdiklerinde yaşlı kayaçlara göre daha çok dağılma ve yumuşama özelliği gösterirler(Baroid, 1979).

Kilttaşının silikat matriksi, parçacıkları birbirine bağlayıp /çimentolayarak kayacın dokusuna yapısal stabilite sağlar(Wilcox, 1987). Kayacın dokusu ve gözenekliliği, kil mineral kompozisyonu ile yakından ilgilidir. Genellikle, kaolinit ve illit içeren kilttaşları smektit içeren kilttaşlarına göre daha sıkı bir dokuya ve daha az gözenekliliğe sahiptir. Kilttaşlarının mekanik özellikleri ile kayacın yapı dokusunun arasında ilişki olduğu

gözenlenmiştir(Bohlke, 1980). Sondaj sıvısının kayaca girmesi sonucu,kayacın yapısını oluşturan parçacıkların düzeni değişir, bunun sonucunda ise kayacın direnci etkilenir. Eğer kayaç/sıvı etkileşimi kayacın yapısal dokusunu önemli ölçüde değiştirirse, kayacın (aynı yükleme koşullarında) deformasyona olan duyarlılığı artar. Bu nedenle, kayacın dokusunda oluşan değişiklikler, kuyu dengesizliğine yolaçabilir. Ordaz(1981)'a göre,fiziko-kimyasal etkileşimin kontrolü açısından,kayacın dokusu, mineralojiden daha önemlidir. Oliver(1979)'in sonuçlarına göre de dağılma ve parçalanma özellikleri açısından, kayacın dokusu, mineral yapısına göre daha önemlidir.

Kayacın gözeneklilik ve geçirgenlik özellikleri de kayaç/sondaj sıvısı etkileşiminde önemli rol oynamaktadır. O'Brien(1973)'a göre, çok sayıda mikro boyutta çatlak içeren kilttaşlarında, sıvının kayaç içine filtrasyonu kolaylaşmakta ve bunun sonucunda kayaç/sıvı etkileşiminin yoğunluğu artmaktadır.

Kilttaşları kısmen kimyasal olarak aktif olmayan, dengeli(kuvartz) minerallerden, kısmen de kimyasal olarak aktif, az dengeli (kil mineralleri) minerallerden oluşmaktadır. Kilttaşlarını oluşturan kil ve kil dışı mineraller, çökelme sırasında sıcaklık, basınç, kimyasal değişme nedenleriyle parçacıklar arasında bağ oluştururlar. Şişme,katyon değiştirme gibi fiziko-kimyasal etkiler, parçacıklar arasında olan bağları ve dolayısıyla kayacın davranışını değiştirir. Ingles(1968,1969)'e göre şişme özelliği gösteren killerin stabilitesi ile değiştirilebilen katyon miktarı arasında çok sıkı bir ilişki vardır. Low(1980)'un çalışmalarına göre, kil minerali açısından zengin olan kilttaşlarının şişme ve hidrasyon eğilimleri ile katyon değiştirme kapasiteleri arasında işlevsel bir bağlantı vardır. Ledgerwood(1991) sondaj sıvısıyla etkileşime giren kayacın katyon değiştirme kapasitesinin kuyu dengesizliği sorunlarıyla olan ilişkisini açıkladı. Kilttaşının katyon değiştirme kapasitesi, kayacın sondaj sıvısına nasıl tepkime göstereceğinin göstergesi olarak kullanılabilir (O'Brien, 1973). Eğer kayacın katyon değiştirme kapasitesi yüksekse, kayaçtan kesilen parçacıkların su-bazlı sondaj sıvısıyla tepkimeye girip yumuşama olasılığı da yüksek olacaktır.

Kil mineralleri açısından zengin olan kayaçların hidrasyon sonucu şişmesi değişik yollardan olmaktadır. Eğer gözeneklerdeki suyun tuzluluğu sondaj sıvısının tuzluluğundan fazla ise , kilin yapısına su girişi olur ve sonuçta ortaya çıkan şişmeye "osmotik şişme" adı verilir. Ayrıca,kilin yüzeyinin ve yüzeydeki değiştirilebilir katyonların hidrasyonu sonucu oluşan parçacıklar arası şişme, kilin kristal yapısına giren suyun oluşturduğu kristal yapı şişmesi, ve son olarakta suyun parçacıklar arasındaki gözeneklere girmesi sonucu oluşan ve parçacık bağlarının zayıflamasına bağlı olarak ortaya çıkan kayacın iskeletinin mekanik genişlemesi, killi kayaçlarda görülen şişmenin diğer oluşma mekanizmalarıdır. Şişme sonucunda, kayacın yapısında ortaya çıkan değişiklikler, kuyu dengesizliğinin en önemli nedenlerini oluşturur. Murayama(1966)'nın sonuçlarına göre, genişleme özelliği gösteren kil mineralleri içeren kayacın şişmesi, kayacın dayanıklılığını yitirmesi ile doğrudan ilişkilidir, ve kuyu duvarlarında görülen yıkılma ve çökmelerin en önemli nedenidir. Darley(1969) smektit ağırlıklı sıkıştırılmış kil kesintileri üzerinde yaptığı 3-eksenli şişme testleri sonucunda, şişmenin kuyu duvarında iki değişik şekilde dayanıklılık yitirilmesine yolaçtığını gözledi. Buna göre, kayacın yapısına giren su miktarı fazla ise, kuyu duvarında yumuşak ,şişkin bir bölge oluşur. Eğer, kayaca giren su miktarı az ise, kuyu duvarında çatlamlar ve parçacıkların kopmasına yol açmaktadır. Chenevert(1970)'e göre sıkıştırılmış kilttaşlarının hidrasyon ve şişmesi sonucu, kayaçta çatlaklar ve kopmalar oluşabilmektedir.

Ledgerwood(1991)'un sonuçlarına göre, petrol ve doğal gaz kuyu sondajlarında karşılaşılan yüksek tork, sürtünme, takım sıkışma sorunları, sondaj sıvısıyla tepkimeye giren kayacın şişmesi sonucu ortaya çıkmaktadır.

Yüksek filtrasyon özelliği gösteren sondaj sıvısı ile etkileşime giren killi kayacın, nem oranı, sıvı doymuşluğu, yoğunluk, geçirgenlik,..vb. özelliklerinde önemli değişiklikler olmaktadır. Geçirgenlik ve gözeneklilikte ortaya çıkan değişiklikler,kayacın deformasyon özellikleri ve kopma direncini önemli ölçüde etkilemektedir (Goodman,1980).

Kayacın mekanik özelliklerini kontrol eden en önemli etkenlerden birisi, parçacıklar arasındaki sürtünme kuvvetleridir. Kayaç/sondaj sıvısı etkileşimi, parçacık yüzeyleri arasındaki sürtünmeyi ve parçacıklar arasındaki yapışma direncini(kohezyon) azaltır. Buda sonuç olarak, kayacın sıkıştırma, kopma, ve kesme kuvvetlerine karşı olan direncini azaltır. Parçacıklar arasındaki sürtünme ve yapışma kuvvetlerinin azalması sonucu, parçalanma özelliği gösteren kiltası katmanlarının sondajı sırasında, kuyu genişlemesi sorunlarıyla karşılaşmıştır(Darley,1969). O'Brien(1973), Doty(1986), ve Simpson(1989) yaptıkları çalışmalarda, reaktif sondaj sıvısının kuyu duvarı çevresinde yumuşamaya ve direncin azalmasına yol açtığını gözlemlediler. Potter(1980) yaptığı çalışmada, parçacıklar arasındaki kohesif direncin, kayacın içerdiği su miktarına ve parçacıkların serbest yüzey enerjisine bağlı olduğunu gördü. Potter'e göre, sondaj sıvısı filtre suyu kayacın içine sızdığı zaman, parçacıkların serbest yüzey enerjisi büyük ölçüde azalmakta, buda sonuçta parçacıklar arasındaki kohezyonu azaltmaktadır. Salisbury(1991), sondaj sıvısının kuyu çevresine verdiği zararı araştırmak için yaptığı çalışmada, kayaç/sondaj sıvısı etkileşiminin kayacın direncini 10-100 kat azalttığını gözlemledi. Hale(1992) yaptığı çalışmada , sondaj sıvısı ve kayacın fiziko-kimyasal etkileşiminin, kayacın kompresif direncini önemli ölçüde etkilediğini gösterdi. Darley(1969), Chenevert(1990) yaptıkları çalışmalarda, killi kayaçların elastik özelliklerinin, içerdikleri sıvı miktarının artmasına bağlı olarak azaldığını gösterdiler. Eğer, kayaç/sıvı etkileşimi çok yoğun olarak gerçekleşirse, kiltası yağlanmış bir yığın haline gelir ve plastik deformasyona uğrar. Buda sonuçta, kuyuya radyal bir akışa ve kuyu çapının küçülmesine neden olur.

Sondaj sıvısının tüm sondaj işlemleri içinde yaşamsal bir yeri ve önemi vardır. Günümüzde kullanılan sondaj sıvılarının, çevre kirliliği yaratmaması,kuyu dengesizliği sorununa yolaçmaması ve aynı zamanda ekonomik olması istenmektedir.

Birçok sondaj sorununun çözümünde başarılı olmasına rağmen, petrol-bazlı sondaj sıvılarının kullanılması, çevre kirliliği sorunlarına neden olmasından dolayı giderek kısıtlanmaktadır. Bu nedenle, petrol endüstrisi, çevre koruması açısından kabul edilebilir, su bazlı sondaj sıvılarının geliştirilmesine ağırlık vermektedir. Ancak, su-bazlı sondaj sıvılarıyla yapılan sondajlar sırasında, özellikle killi kayaçların fiziko-kimyasal ve jeo-mekanik özelliklerinin değişmesi sonucu önemli teknik sorunlar ortaya çıkmaktadır. Su-bazlı sondaj sıvılarının içeriğinde bazı kimyasal maddeler ve polimer kullanılarak yapılan iyileştirmeler sonucunda, reaktif kiltaslarının sondajı sırasında bazı başarılar(Anderson, 1977; Burba,1990; Beihoffer, 1990; Chenevert,1989; Chesser,1986; Liao,1990; O'brien,1973; Reid,1993; Steiger, 1988) sağlanmış olmakla beraber, bu konuda daha çok çalışma yapılması gerekmektedir.

2. GELİŞME

Kayaç örneklerini tanımlamak, sondaj sıvısı ile etkileşime girdikten sonra kayaç özelliklerinde ortaya çıkan değişimleri gözlemlemek amacı ile bir dizi test uygulandı. Bu testler uygulama amaçları açısından 3 değişik grupta toplanmaktadır;

- 1-) Kayaç tanımlama testleri
- 2-) Bilgisayarlı Tomografi Testleri
- 3-) Kaya mekaniği testleri.

Raporun gelişme bölümünde uygulanan test yöntemleri ve amaçları ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

2.1. Kayaç tanımlama testleri

Bu grupta yer alan testler, kayaç örneklerinin mineralojik ve petrografik özelliklerini, kayacın içerdiği kil yüzdesi ve türünü, nem yüzdesini, dağılma özelliği gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu grupta yer alan testler sırasıyla 4 ana başlık altında yürütülmüştür.

- a-) X - Işını Ayrıştırma Yöntemiyle (XRD) mineral analizi
- b-) Nem yüzdesi belirleme testi
- c-) Katyon değiştirme kapasitesi belirleme testi
- d-) Dağılma testi

2.1.1. X-Işını Ayrıştırma Yöntemiyle Mineral Analizi

Analizin endüstrideki adı X - ışınları difraksiyonudur (XRD). Amaç kayacın tümkaya mineral bileşimini bulmaktır. Kayaç / sondaj sıvısı etkileşimi kil türüne bağlı olarak değiştiği için, kil grubu da kendi içinde ayrıca değerlendirildi. XRD analizi T.P.A.O. araştırma grubu tarafından yapıldı. Kayaç örneğinin petrografik analizinde, hazırlanan ince kesit, LEITZ (SM-LUX-POL) marka polarizan mikroskopta incelenmiştir.

Tümkaya analizi ise öğütülmüş örnekten hazırlanan toz plaketten yapılmıştır. Kil analizleri öğütülmüş örnekten mekanik (çöktürme) ve kimyasal işlemler sonucu ayrılan kil fazının oluklu cam lamlara sıvanmasıyla elde edilen plaketterle yapılmıştır.

Tablo-1 XRD-Analizlerinin gerçekleştirildiği aletsel çekim koşulları .

Cihaz	: Philips PW-1730	Goniometre hızı	: 2°/dk
Tüp	: Cu	Kağıt hızı	: 2cm/dk
Dalga boyu	: (K Alfa) 1.54°	kV	: 50
Filtre	: Ni	mA	: 40
		Duyarlılık	: 4*10 ² - 1*10 ³

Tablo-1 de verilen çekim koşullarında elde edilen difraktogramlar JCPDS kartlarına göre değerlendirilmiştir.

2.1.2. Nem Yüzdesi Belirleme Testi

Bu testin amacı kayacın içindeki su oranını yüzde olarak belirlemektir. Bu amaçla Uluslararası Kaya Mekanikçiler Birliğinin koyduğu standartlar gözönünde bulundurulmuştur ((ISRM, 1979). Orjinal nemini yitirmemiş kaya örneklerinin ve içine konacakları kabın ağırlığı önceden belirlendi. Örnekler 105 °C'de 24 saat süre ile fırınladı. 24 saat sonunda fırınlanmış örnekler tekrar tartılıp kaybetmiş oldukları nem yüzde olarak belirlendi. Bunun için aşağıdaki formül kullanıldı;

$$\text{Yüzde nem oranı} = (a-b)/(a-c)*100$$

a : orjinal örnek + kap ağırlığı

b : nemi alınmış örnek + kap ağırlığı

c : kap ağırlığı

2.1.3. Katyon Değişirme Kapasitesi Belirleme Testi

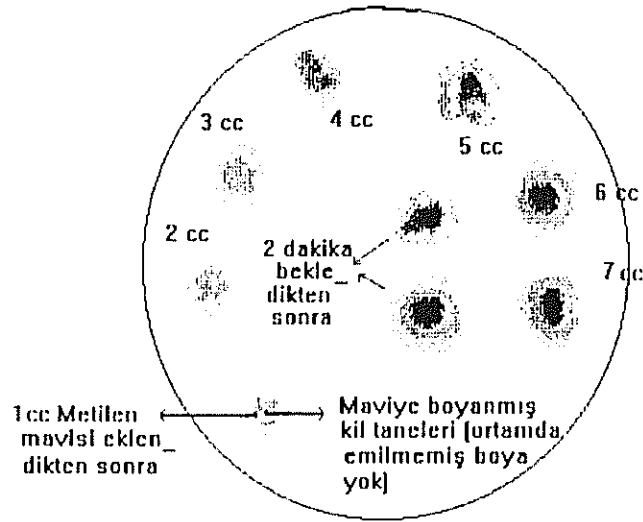
Killi kayaçların katyon değişirme kapasiteleri Metilen Mavisi Testi kullanılarak belirlenmektedir. Bu test petrol endüstrisinde, sondaj sıvılarının veya formasyondan gelen kesintilerin katyon değişirme kapasitelerinden yararlanarak barındırdıkları aktif kil miktarının belirlenmesi için kullanılır. Testin güvenilir sonuçlar verebilmesi için Amerikan Petrol Enstitüsü (A.P.I.) standartlarına uygun olarak yapılması gerekir (A.P.I., 1968).

Kullanılacak metilen mavisi ($C_{16}H_{18}N_3SCl \cdot 3H_2O$) karışımını hazırlamak için 3.73gr. metilen mavisi 1 litre saf su ile karıştırılır. Daha önceden 75µm. büyüklüğüne kadar öğütülmüş kayaç örneklerinden 5 gram alınır ve 100ml. saf su ile karıştırılır. bu karışımdan 2cm³ alınıp farklı bir kaptaki bekleyen 10cm³ saf su üzerine eklenir. 2cm³ gibi küçük hacimleri daha güvenilir bir şekilde ölçebilmek için şırıngaların kullanılması faydalı olacaktır (her şırınga herhangi bir tersliğe neden olmaması için birkere kullanılmalıdır).

Kapta bulunan 12cm³'lük karışıma sırası ile, 15cm³ %3'lük hidrojen peroksit ve 0.5cm³ sülfirik asit eklenir ve 10 dakika boyunca (kaynama dahil) ısıtılır. Isıtılma süresi boyunca, eğer gerekirse, tamamen kurumayı önlemek amacıyla bir miktar saf su eklenebilir. Eklenmiş olan hidrojen peroksit ve sülfirik asitin amacı, sondaj sıvılarının ya da test edilen kayaç örneklerinin içinde bulunabilecek organik maddelerin etkisini ortadan kaldırmaktır. Isıtma işleminden sonra karışımın toplam hacmi gerektiği kadar saf su eklenerek 50 ml hacime ulaştırılmalıdır.

Isıtmadan sonra metilen mavisi titrasyonu yapılır. Daha önceden hazırlanmış metilen mavisi karışımından bir miktar bir büret yardımıyla alınarak titrasyona başlanmalıdır. 0.5ml'lik damlacıklar kayaç+ su karışımının üzerine damlatılmalı ve her damladan sonra yarım dakika çalkalanıp cam bir çubuk yardımı ile karışımdan alınan

damlalar filtre kağıdının üzerine bırakılmalıdır. Titrasyon, filtre kağıdının üzerine bırakılan damlaların etrafında mavi bir halka oluşana kadar devam eder. Bu mavi damla kil tarafından emilmemiş metilen mavisi tarafından oluşturulur. İlk mavi halka oluştuğunda su + öğütülmüş taş + metilen mavisinden oluşan karışım iki dakika çalkalanır ve bir damla daha alınıp filtre kağıdına damlatılır. Eğer, yeniden mavi halka oluşuyorsa kayacın metilen mavisi sınırı o ana kadar kaba eklenmiş olan metilen mavisi cinsinden bulunmuş olur. Titrasyon yönteminin uygulanması görsel olarak Şekil-1 de verilmektedir.



Şekil-1 Metilen mavisi testi uygulama örneği.

Şekil-1 den görüldüğü gibi 6cc metilen mavisi eklendikten sonra filtre kağıdının üzerine bırakılan ilk damlada siyahı yuvarlağın etrafında koyu gri ile temsil edilmiş mavi halka oluşuyor. Fakat 2 dakika çalkalayıp tekrar bir damla alındığında mavi halkanın oluşmadığı görülüyor. Dolayısı ile tirasyona aynı şekilde devam edilmesi gerekiyor. 7cc metilen mavisi damlatıldığında iki dakika çalkalama ardından da mavi halkanın oluştuğu gözlemleniyor. Yani kayacın metilen mavisi sınırı 7cc olarak belirlenmiş oluyor. Test sonucuna bağlı olarak hacimce yüzde cinsinden aktif kil miktarını veren bağıntı aşağıda verilmiştir. Buna göre ;

Hacimce yüzde olarak kayacın içerdiği aktif kil miktarı = $0.33 \times \text{Kayacın metilen mavisi değeri}$

2.1.4. Dağılıma Testi

Aktif kil mineralleri içeren kayalar sondaj sıvılarıyla etkileşmeleri sonucunda ufalanıp sondaj akışkanının bir parçası haline gelirler. Bu da, sondaj sıvısının, ağırlık, jel dayanımı, akma noktası gibi özelliklerinde sondaj operasyonunun verimini etkileyebilecek ve birtakım problemlere neden olacak değişikliklere neden olabilir.

Dağılıma testinin amacı, etkileşmeler sonunda kayacın yüzde olarak ne kadarının sondaj akışkanı içinde ufalandığını ya da ne kadarının etkilenmeden kaldığını belirlemektir. Dağılıma testi için, önceden nem yüzdesi belirlenmiş kayaç örneği, 2 - 4 mm büyüklüğe gelecek kadar ufalanır. Bu büyüklüğün tercih edilmesinin nedeni, sondaj sırasında elde edilen kaya kesintilerinin genellikle bu ölçüler içinde yer almasıdır. Deneyde kullanılacak sondaj sıvısından 120ml. ve kesintilerden 10gr. alınıp sızdırmazlığı test edilmiş çelik bir hücre içine konur ve 54 °C'ye ayarlı bir fırın içerisinde dakikada 36 tur olmak üzere 16 saat döndürülür. Tüm bu rakamlar ortalama sondaj koşullarını modelleyecek şekilde düşünülmüştür. 16 saat sonunda fırından alınan kaya kesintileri 500 mikron ölçüsünde, ağırlığı daha önceden bilinen, bir eleğe dökülüp su ile yıkanır. Yıkamanın amacı kayaların üzerlerine bulaşmış olan sondaj sıvısını uzaklaştırmaktır. Dikkat edilmesi gereken bir nokta ise, kesintilerin hiçbirinin hücre içerisinde kalmaması veya yıkanırken elekten dışarı dökülmemesidir. Aksi takdirde sonuçlar tamamen yanlış çıkacaktır. Yıkanan örnekler eleklerle birlikte 105°C sıcaklıkta bu defa 24 saat süreyle yine fırında bekletilir. Son adım olarak, fırından alınan kayaç parçacıkları eleklerle beraber tartılır. Sondaj sıvısından etkilenmeyen kısım aşağıda verilen denklem kullanılarak yüzde olarak hesaplanır. Buna göre ;

$$R = [W_r * (m + 1) / W_w] * 100$$

W_r : Son ıstmadan sonra parçacıkların ağırlığı (elek hariç)

m : Nem oranı (kesir)

W_w : Parçacıkların orijinal ağırlığı (10gr.)

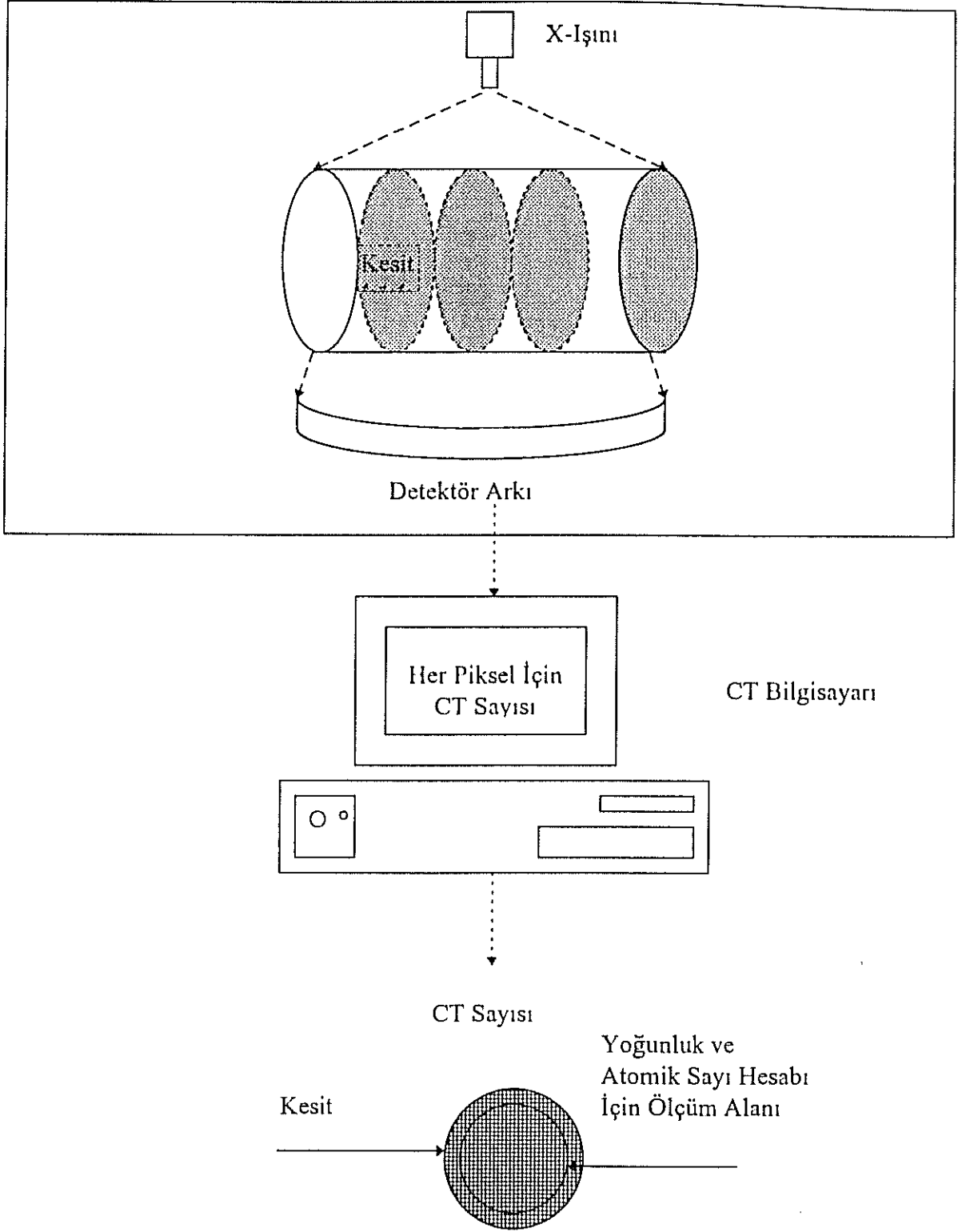
R : Etkilenmemiş parçaların yüzdesi

2.2. Bilgisayarlı tomografi ölçümleri

Bilgisayarlı tomografi ölçümleri O.D.T.Ü. Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği bölümünde bulunan bilgisayarlı tomografi (CT) laboratuvarında, Philips Tomoscan 60/TX üçüncü jenerasyon tarayıcı kullanılarak yapılmıştır. Tomografi aletinin ana gövdesinin (i.e., Gantry) içinde bir X - ışını tüpü ve detektör arki bulunur. X - Işını kaynağı, X - ışınlarının emisyonunu sağlar. X - Işını kaynağının karşısında, X - ışını yoğunluğunun dağılımını ölçen xenon iyonizasyon odası bulunur. Dedektör arkının her iki ucunda 4'er tane referans kanalı bulunmaktadır. Tomografi cihazının çalışma prensibi Şekil-2 de verilmektedir.

Tarama zamanı 1.9 ila 9 saniye arasında değişir ve bununla 700 miliampere kadar 80 - 130 kilo enerji voltluk bir enerji kullanılabilir. Emilme katsayısı dağılımı her en küçük

Tomografi Çekimi



Şekil 2 Tomografi Cihazının Çalışma Prensibi

alansal birim için 320*320 veya 520*520' lik matrisle bulunur. 1'inci en küçük alansal birimin CT numarası böylece ilgili doğrusal cılızlanma katsayısından aşağıdaki formül ile bulunur.

$$N_i = 1000 * (\mu_i - \mu_w) / \mu_w$$

μ : Doğrusal cılızlanma katsayısı

N_i : CT numarası

Doğrusal cılızlanma katsayısı, elektron yoğunluğuna ve atom numarasına bağlıdır.

$$\mu = d * (a + b * Z^{3.8} / E^{3.2})$$

a : Enerjiden bağımsız bir katsayı

b : Sabit sayı

İkinci denklemdaki ilk terim, medikal CT tarayıcılarının normalde çalıştığı ve 100 keV değerinin üzerindeki X - ışını enerjilerinin baskın olduğu "Compton Dağılımı'nı" ifade eder. İkinci terim ise, fotoelektrik emilimine karşılık gelir. Yüksek ve düşük X - ışını enerjilerinde (130 - 100 keV) tarayarak birtane hacim yoğunluğuna karşılık gelen, bir tane de, atom numarasıyla orantılı iki görüntü elde edilir ve ikinci denklem en küçük alan bazında çözülür.

Eğer elimizde bir molekül var ise, fotoelektrik emilimin, eşdeğer atom numarası, Z_e , ile orantılı olduğu unutulmamalıdır. Eğer elimizde moleküllerden oluşan bir karışım, varsa atom numarası moleküllerin eşdeğer atom sayılarının ağırlıklı ortalaması alınarak bulunur.

$$Z_e = (f_1 * Z_1^{3.8} + f_2 * Z_2^{3.8} + \dots + f_n * Z_n^{3.8})^{1/3.8}$$

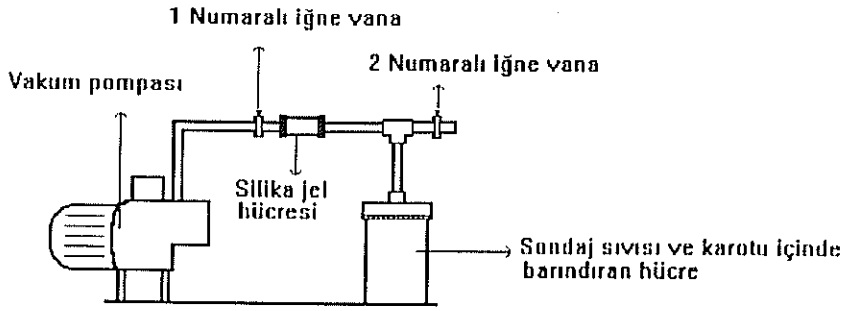
f_j : 1'inci elementin molekül içindeki elektron oranı

Tablo-2 Bilgisayarlı tomografi çekimlerinin yapıldığı koşullar .

Görüş alanı	160mm.
Tarama süresi	3.0 saniye
Kesit kalınlığı	3 mm.
Enerji seviyesi	100 - 130 keV
Akım	250 mA

Ayrıca çekimler için 7mm. aralıklı 10 kesit kullanılmıştır. Önce kuru halde çekimleri yapılan karotlar daha sonra vakumlu ortamda 24, 48, 72 saat sürelerle sondaj sıvısında bekletilmiş, yoğunlukları ve her en küçük alanın atomik değeri yukarıda verilen denklemler yardımı ile hesaplanmıştır.

Karotların vakumlu ortamda sondaj sıvısı ile etkileşime girmesi için hazırlanan düzenek Şekil-3 te gösterilmiştir. 1 Numaralı iğne vana gerekli durumlarda pompa ile karot arası ilişkiyi kesmek için kullanılmıştır. Silika jel hücresi vakumlama anında sondaj sıvısının buharının pompaya ulaşmasını engellemektedir. İki numaralı iğne vana, hava ile karot arasındaki ilişkiyi kontrol amacı ile yerleştirilmiştir. Büyük hücre ise karot ve sondaj sıvısını barındırmaktadır.



Şekil-3 Kayaç/Sondaj sıvısı etkileşiminin gerçekleştiği vakumlu düzenek.

2.3. Kaya Mekanik Testleri

Dinamik veya statik sondaj koşullarında kuyu dengesizliklerinin en önemli nedenlerinden biri kayanın basınç dayanımında kayaç/sondaj sıvısı etkileşimi sonucu ortaya çıkan değişikliklerdir. Doğal olarak kuyu delinmeye başladıktan sonra delinen kısmın taşıdığı yük kuyunun çeperlerine biner ve sondaj sıvısı ile kayaçlar arası etkileşimler de, yeraltı yapının basınç dayanımını önemli oranda değiştirir. Özellikle de aktif kil tabakaları içeren formasyonlar sondaj sıvısı ile etkileşimlerinden ötürü kuyu içinde ki en zayıf noktayı oluştururlar.

Basınç dayanım testlerinin amacı, belli tip sondaj sıvılarının kayaçların basınç dayanımları üzerindeki etkilerini gözlemlemektir. Kaya mekaniği testlerinde BX tipi karotlar kullanıldı. Öncelikle, sondaj sıvısında bekletilmemiş (kuru) karotların basınç dayanımı ölçüldükten sonra aynı kayaçtan alınmış ve 24 saat vakumlu ortamda daha önceden hazırlanmış sondaj sıvısı (22.5gr. bentonit + 350ml. saf su) içerisinde bekletilmiş örneklerin basınç dayanımı ölçüldü.

Basınç dayanım testleri sonucunda kayacın basınç dayanım üst sınır değerinin yanında, basınca karşı hacimsel değişimin orjinal hacme oranı, basınca karşı çaptaki

değişimin orjinal çapa oranı ve basınca karşı boydaki değişimin orjinal boya oranı değerleri ölçüldü. Ayrıca, test sistemine bağlı olarak çalışan yazılım kullanılarak Young Modülüs katsayısı, Rigidite modülüs katsayısı ve Poisson oranındaki değişimler sayısal olarak hesaplandı.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. XRD analiz sonuçları

Karadut formasyonundan alınan kayaçların mineral bileşimleri Tablo-3 te verilmektedir. Bu çalışmada kullanılan kayaçların mineral bileşim analizleri XRD yöntemiyle yapıldı. Sonuçlar Tablo-4 te verilmektedir. Kayaç örnekleri seçilirken, kayaçların mineral bileşiminin kuyu dengesizliği sorunlarının sıkça yaşandığı Karadut formasyonunda karşılaşılan kayaçların mineral bileşimine benzer olmasına özen gösterildi. Tablo-3 ve Tablo-4 deki değerleri karşılaştırınca, kullanılan kayaçların mineral bileşiminin, Karadut formasyonuna ait 1850 metre derinlikteki kayaçlarla benzerlik gösterdiği görülmüştür. Bu sonuçtan çıkarak, kullanılan kayaçların su-bazlı sondaj sıvısı ile etkileşime girdikten sonra Karadut formasyonuna ait kayaçlarınkine benzer bir tepki gösterecekleri beklenebilir.

Tablo-3 Karadut formasyonuna ait kayaçların XRD mineral analiz sonuçları

Hacimce Mineral Yüzdesi (%)					
Derinlik (m)	Litoloji	Kuvars	Kalsit	Kil+Mika	Dolomit
1850	Kireçtaşı	35	50	10-12	2-3
1890	Kireçtaşı	40	40	15	5
1930	Kireçtaşı	45	40	12	2-3
1960	Kil	40	25	35	
2000	Kil	45	15	40	
2060	Kil	45	20	31	2-3

Tablo-4 Deneylerde kullanılan kayaçların XRD mineral analiz sonuçları

Hacimce Mineral Yüzdesi (%)			
Kalsit	Kuvars	Feldispar	Kil+Mika
75	10	5	10

3.2. Nem yüzdesi test sonuçları

Kayaçların içerdikleri su miktarları Uluslararası Kaya Mekanikçiler Birliği (ISRM) standartlarına göre ölçüldü. Sonuçlar Tablo-5 te verilmiştir.

Tablo-5 Nem yüzdesi test sonuçları

Örnek	Nem Yüzdesi(%)
Adıyaman-1	1.6
Adıyaman-2	2.9
Adıyaman	2.5
Haymana	1.9

Tablo-5 te Karadut formasyonuna ait kayaçlar ve bu çalışmada kullanılan kayacın nem yüzdeleri verilmektedir. Örnekler yüzeyden toplandıkları için nem yüzdeleri çok düşük çıkmıştır. Nem yüzdesi test sonuçları ayrıca kayacın dağılıbilirlik özelliğini belirlemede de kullanılmıştır.

3.3. Katyon değişirme kapasitesi ölçüm sonuçları

Kayaçların reaktivitelerinin katyon değişirme kapasiteleri ile doğru orantılı oldukları bilinmektedir. Bilinen bazı kayaçların katyon değişirme kapasiteleri Tablo-6 da verilmiştir. Kayaçların katyon değişirme kapasiteleri API standartlarına göre yapılan Metilen mavisi testi yardımıyla belirlenmiştir. Tablo-7 de verilen sonuçlar, Haymana örneklerinin katyon değişirme kapasitesinin, reaktif Gumbo kilinin katyon değişirme kapasitesi ile eşdeğer olduğunu göstermiştir.

Tablo-6 Değişik katı maddelerin katyon değiştirme kapasitesi

Katı Madde	100 gr. Katı Madde Başına Milieşdeğer Metilen Mavisi Miktarı, meq./100 gr.
Atapulgit	15-20
Klorit	10-40
Gumbo Kili	20-40
İllit	10-40
Kaolin	3-5
Montmorillonit	70-150
Kumtaşı	0- 5
Kil	0-20

Tablo-7 Metilen mavisi test sonuçları

Örnek	100 gr. Katı Madde Başına Milieşdeğer Metilen Mavisi Miktarı, meq/100 gr.	Aktif Kil Miktarı (Hacim %)
Karadut-1	50	0.825
Karadut-2	40	0.66
Karadut-3	20	0.33
Haymana	40	0.66

Katyon değiştirme kapasitesi ölçümleri ve dağılma testi sonuçlarını birlikte değerlendirince, kayaçların sondaj sıvısı içinde dağılma özelliği göstermediği halde, kuyu dengesizliği yaratma potansiyeline sahip olabilecekleri anlaşılmıştır. Katyon değiştirme kapasitesinin yüksek olması, kayacın su tutma kapasitesinin yüksek olmasına yolaçar, buda sonuç olarak kayacın şişmesi şeklinde kendini gösterecektir. Bu sonuçlardan, incelenen kayaçların şişme nedeniyle kuyu dengesizliğine yolaçabilecekleri anlaşılmıştır.

3.4. Dağılma testi sonuçları

Killi kayaçların sondaj sıvısı içinde dağılma özelliği göstermesinden dolayı kuyu çapının değişmesi yanında, sondaj sıvısının akışkan özellikleri de değişmekte, buda sonuç olarak sondaj ilerleme hızının düşmesi ve sondaj sıvısı iyileştirme masraflarının artması gibi sorunlar yaratmaktadır. Bu nedenle, kayacın dağılma özelliğinin bilinmesi önemlidir.

Dağılabilirlik test sonuçlarına göre Haymana örnekleri için geri kazanım oranı % 93.99 ve Karadut-3 örneği için geri kazanım oranı % 93.61 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, incelenen kayaçların sondaj sıvısıyla etkileşime girmesi sonucunda dağılmadan kaynaklanan bir sorun görülmeyeceği anlaşılmıştır.

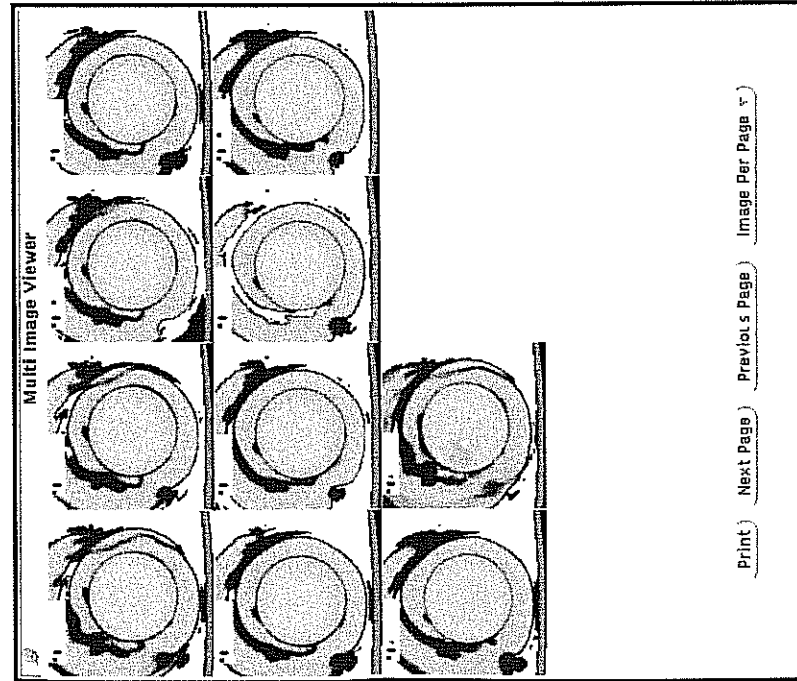
3.5. Bilgisayarlı tomografi ölçümleri

Kayaçta sondaj sıvısı ile etkileşime girdikten ortaya çıkan değişiklikler, bilgisayarlı tomografi çekimleri sonucu , yoğunluk, CT-sayısı, ve etken atom numarası cinsinden ortaya konmuştur. Kayaç örneği boyunca yoğunluğun zamana bağlı olarak değişimi Şekil-4 te, CT-sayısındaki değişim ise Şekil-5 te verilmiştir. Sondaj sıvısı girişinin boyutları ve etkileşim zamanına göre değişimi Şekil-4 ve Şekil-5 te açıkça görülmektedir.

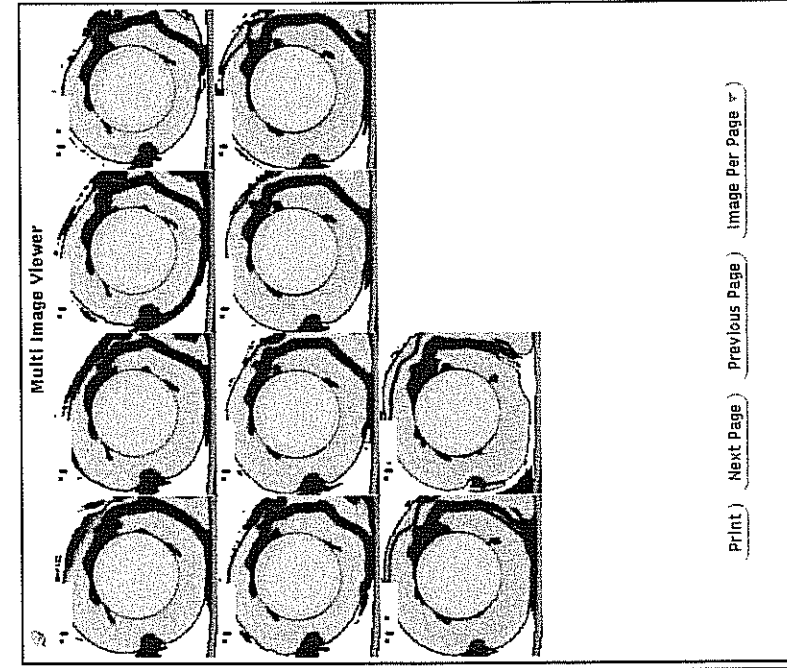
Kayacın etken atomik sayısında sondaj sıvısı girişine bağlı olarak ortaya çıkan değişimin boyutları ekler kısmında tablo ve grafik olarak birlikte verilmiştir (Şekil-A-1). Bu sonuçlara göre, kayacın atom sayısı, sondaj sıvısı girişinden dolayı artmıştır. Genel olarak havanın atom sayısı suya göre daha düşük olduğu için, sondaj sıvısı girişi kayacın atom sayısının artmasına yolaçmıştır.

Sondaj sıvısı girişinden dolayı kayacın yoğunluğundaki değişim sayısal ve grafiksel olarak birlikte, ekler kısmında verilmiştir (Şekil-A-2). Bu sonuçlara göre, 24 saatlik kayaç/sondaj sıvısı etkileşiminden sonra kayacın yoğunluğunun ortalama % 5 oranında azaldığı görülmektedir. Ancak, etkileşim süresi 72 saate çıkınca kayacın yoğunluğunda bir miktar artış görülmüştür. Genel olarak, kayacın içine giren sıvının kütlesi ötelenen havadan daha fazladır., ancak kayacın sıvı girişinden dolayı şişmesi toplam hacimide artırmaktadır. Sonuç olarak, şişmeden dolayı ortaya çıkan toplam hacim değişimi, sıvı girişinden dolayı ortaya çıkan toplam kütle değişiminden fazla olmakta, buda yoğunluğun 24 saat sonunda düşmesine yolaçmaktadır. 72 saat sonunda ise sıvı girişi halen sürmekte iken, kayacın şişme hızı düşmekte, dolayısıyla hacim aynı oranda artmamaktadır, buda sonuç olarak kayacın yoğunluğunda yeniden bir artışa neden olmaktadır.

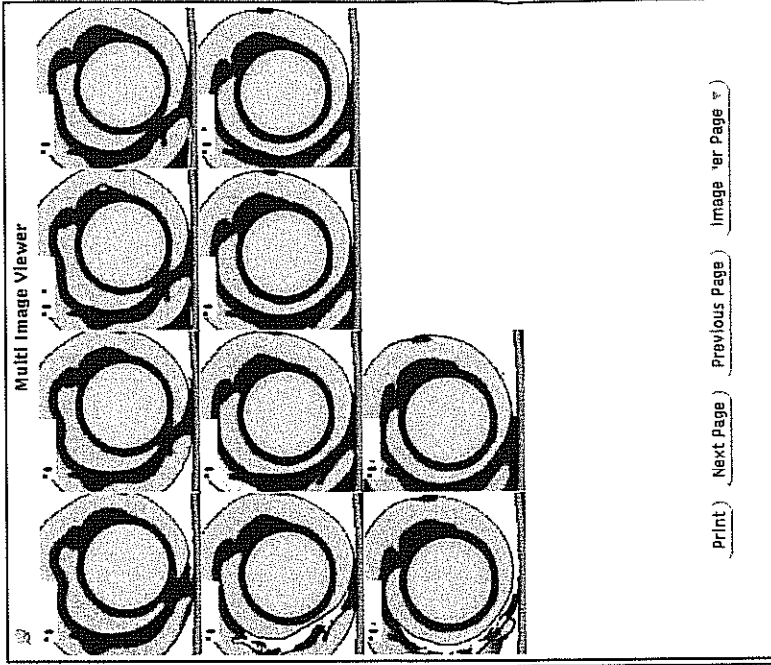
Şişmeden dolayı parçacık hacminin arttığı, kayacın gözeneklilik değerinin azalmasından da anlaşılmaktadır. Gaz porosimetre ile 24 ve 48 saatlik kayaç/sıvı etkileşiminden sonra yapılan gözeneklilik değeri ölçümlerinin sonuçları Tablo-8 de verilmiştir.



Kuru



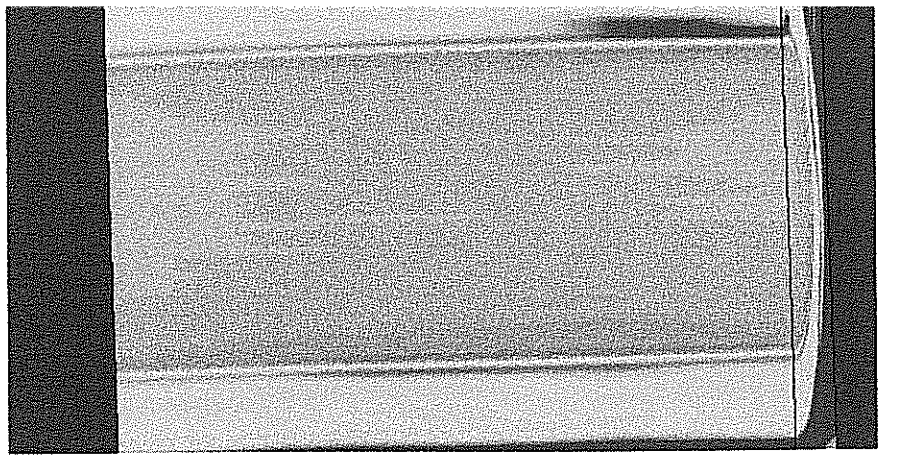
24 Saat



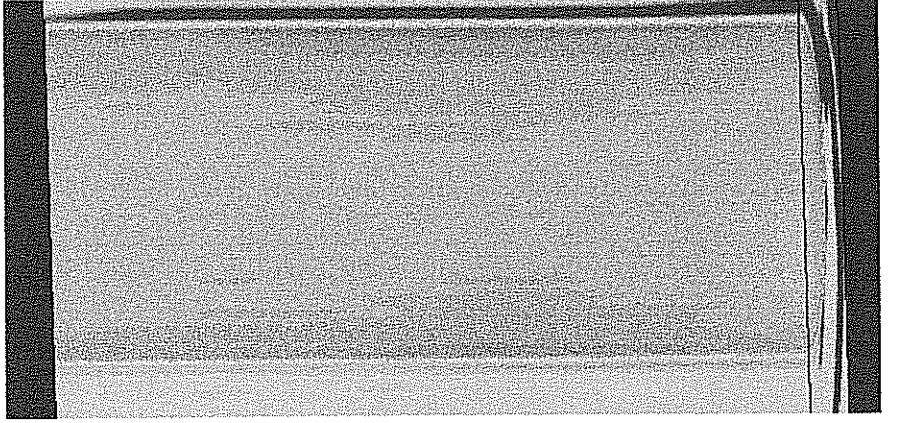
48 Saat

Şekil 4. Karot Boyunca Zamana Bağlı Yoğunluk Değişimi

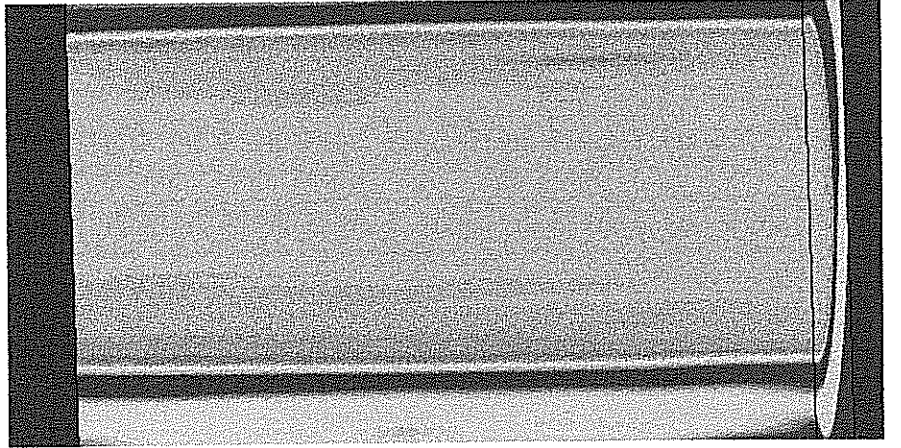
Kuru



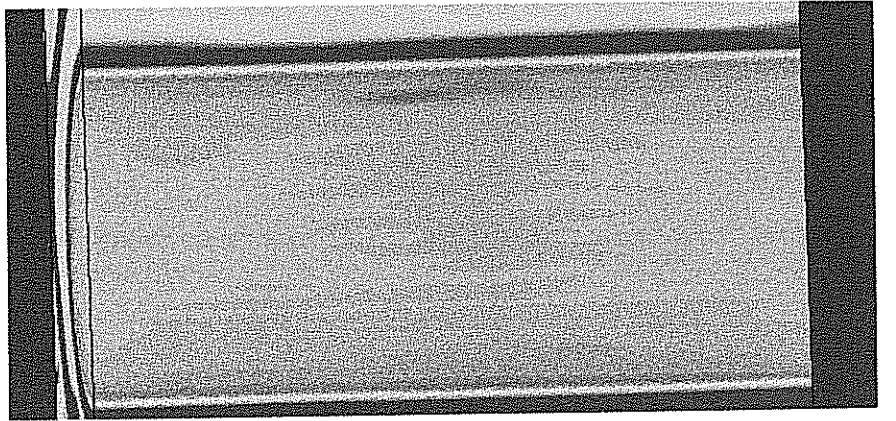
24 Saat



48 Saat



72 Saat



Şekil 5. Karot Boyunca Zamana Bağlı CT Sayısı Değişimi

Tablo-8 Gözeneklilik değeri ölçüm sonuçları.

Etkileşim Süresi, saat	Gözeneklilik, %
0*	8.
24	7.3
48	4.0

* Kuru örnek

Tablo-8 de verilen sonuçlara göre kayacın gözeneklilik değerlerinde 24 saatlik etkileşim sonunda % 17 , 48 saatlik etkileşim sonunda da % 53 oranlarında azalma olmuştur. Bu sonuçlar da, kayaç/sondaj sıvısı etkileşiminin parçacıkların şişmesine yol açtığını doğrulamakta, ve kayacın yoğunluğundaki değişimin şişmeden dolayı ortaya çıktığını göstermektedir. Gaz porosimetre test sonuçları, Bilgisayarlı Tomografi analizlerinde veri olarak kullanılmış ve gözeneklilikteki değişimin kayaç örneği boyunca dağılımı hesaplanmıştır ve sonuçlar Şekil A-3 de verilmiştir. Gözeneklilik değişiminin kayaç boyunca dağılımına bakıldığında en çok değişimin, vakum hücre sine dikey olarak konan silindir şeklindeki örneğin en alt kısmında olduğu anlaşılmaktadır. Burada, sondaj sıvısı yüksekliğinden dolayı vakum hücre sine dibinde oluşan hidrostatik basınç, sondaj sıvısının daha etken olarak kayacın içine girmesine yol açmıştır.

3.6. Kaya mekaniği test sonuçları

Bu bölümde, kayaçların sondaj sıvısı ile etkileşime girdikten sonra basınç dayanım ve elastik özelliklerinde ortaya çıkan değişiklikler tek yönlü aksenal basınç testleri uygulanarak belirlendi. Bu amaçla, 10 ayrı örnek kullanıldı. Örneklerden 6 tanesi kayacın istiflenme yönüne dik olarak , kalan 4 tanesi de kayacın istiflenme yönüne paralel olarak kesildi. Düşey kesilen kayaçların 3 tanesi kuru olarak , 3 tanesi de yaş olarak test edildi. Yatay kesilen kayaçlardan 1 tanesi kuru olarak, 3 tanesi de yaş olarak test edildi. Kayaçların basınç dayanım test sonuçları özet olarak Tablo-9 , Tablo-10 , Tablo-11, ve Tablo-12 de verilmiştir. Kayaçların basınç karşılık aksenal, çevresel ve hacimsel olarak birim deformasyon oranlarındaki değişim özellikleri grafikler halinde ekler kısmında(Şekil-B-1 - Şekil-B-10) verilmektedir. Kaya mekaniği test verileri ekler kısmında tablolar halinde verilmiştir (Tablo-C-1 - Tablo-C-10).

Genel olarak, aynı kaya gövdesinden alınan kayaçların basınç dayanım değerlerinin ve elastik özelliklerinin çok farklı olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, kayaçların mekanik ve

elastik özelliklerinin ölçümü için çok sayıda örnek kullanılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Araştırmada, kaya mekaniği testlerine ayrılan kaynakların yetersiz olması nedeniyle , istenilen sayıda ölçüm yapmak mümkün olmadı . Bu nedenle, sonuçların kayacın gerçek değerlerini yansıtması açısından eksik olduğu düşünülebilir. Sonuçlar, ayrıca kayaçların mekanik özelliklerinin , kesim yönüne bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Örneğin, düşey kesim, kuru kayaçların ortalama basınç dayanım üst sınırı 74.8 KN iken , yatay kesim kuru örnek için bu değer 184.1 KN olarak ölçüldü. Bu sonuçlardan, kayacın çok anisotropik bir yapısı olduğu anlaşılmıştır. Düşey kesim kayaçların ortalama basınç dayanım sınır değerinde, sondaj sıvısı ile etkileşim sonucu yaklaşık % 5 lik bir azalma görülürken, yatay kesim kayaç örnekleri için bu değer % 27 ye ulaşmaktadır. Kayaçların elastik özelliklerindeki değişmeye gelince, düşey kesim kayaçlarda sondaj sıvılarıyla etkileşim sonucunda Poisson oranında % 47'lik bir artış, Young Modülüs ve Rigidite Modülüs değerlerinde % 16 lık bir azalma, gözlenmiştir. Yatay kesim kayaçlar için elastik özelliklerdeki değişim, sırasıyla Poisson oranında % 65 lik artış, Young Modülüs ve Rigidite modülüs değerlerinde % 40 lık azalma şeklinde gözlenmiştir. Bu sonuçlar, kayacın mekanik ve elastik değerlerindeki değişimin kuyu dengesizliği üzerindeki etkilerini incelerken, anisotropiyi gözönüne almak gerektiğini ortaya koymaktadır.

Genel olarak, Young modülüsündeki azalma, kayacın aksenal kuvvetlere olan direncinin azaldığını gösterir. Rigidite modülüsündeki azalma ise kayacın kesme kuvvetlerine olan direncinin azaldığının göstergesidir. Son olarak, poisson oranındaki artış, kayacın yatay düzlemdeki deformasyon eğiliminin arttığını göstermiştir, bununda sonuç olarak kuyu çapında değişikliğe(i.e., kuyu dengesizliği) yolaçması beklenebilir.

Tablo 9, Kaya mekanik testi sonuçları (kuru, düşey alınan örnekler).

Örnek	Kesim Yönü	Islaklık	Maksimum Yük (KN)	Young M. (MPa)	Rigidite M. (MPa)	Poisson Oranı
1	Düşey	Kuru	91.24000	15560.00	6707.00	0.15590
2	Düşey	Kuru	58.16000	3157.00	1322.00	0.19390
3	Düşey	Kuru	75.03000	10878.00	4651.00	0.16940
		Ortalama:	74.81000	9865.00	4227.00	0.17440

Tablo 10, Kaya mekanik testi sonuçları (yaş, düşey alınan örnekler).

Örnek	Kesim Yönü	Islaklık	Maksimum Yük (KN)	Young M. (MPa)	Rigidite M. (MPa)	Poisson Oranı
4	Düşey	Islak	95.55000	12450.00	5549.80	0.12160
5	Düşey	Islak	35.82000	1699.90	581.76	0.46100
6	Düşey	Islak	83.78600	10697.43	4512.86	0.18520
		Ortalama:	71.72000	8282.40	3548.00	0.25590

Tablo 11, Kaya mekanik testi sonuçları (kuru, yatay alınan örnek).

Örnek	Kesim yönü	Islaklık	Maksimum yük (KN)	Young M. (MPa)	Rigidite M. (MPa)	Poisson Oranı
7	Yatay	Kuru	184.12780	25861.55	10022.37	0.12160

Tablo 12, Kaya mekanik testi sonuçları (Yaş, yatay alınan örnekler).

Örnek	Kesim yönü	Islaklık	Maksimum yük (KN)	Young M. (MPa)	Rigidite M. (MPa)	Poisson Oranı
8	Yatay	Islak	214.59960	26059.97	10285.75	0.26670
9	Yatay	Islak	77.74353	11929.24	5260.82	0.13378
10	Yatay	Islak	110.47360	7065.54	2478.40	0.20069
		Ortalama:	0.00000	15018.25	6008.32	0.20039

SONUÇLAR

- Petrol ve doğal gaz kuyularında karşılaşılan kuyu dengesizliği sorunlarının en önemli nedenlerini kayaç/sondaj sıvısı etkileşimidir.
- Sondaj sıvısı ile etkileşime giren killi kayaçların basınç dayanım değerleri azalır. Azalmanın miktarı kilin cinsine (reaktif olup olmadığına) bağlıdır. Basınç dayanım değerlerinin azalması, kayacın deformasyona uğrama olasılığını , dolayısıyla kuyu dengesizliğinin ortaya çıkma olasılığını artırır.
- Sondaj sıvısının kayacın içine girmesiyle kayacın gözenek basıncı artar, buda sonuç olarak kayacın deformasyona uğraması olasılığını artırır.
- Sondaj sıvısı ile etkileşime giren kayacın parçacıklarının şişmesi sonucu gözeneklilik değeri azalır. Buda sonuç olarak, gözenek basıncının artmasına ve kayacın daha kolay deformasyona uğramasına yolaçar.
- Kuyu dengesizliği sorunlarının çözümü için sondaj sıvısının kayacın yapısal, petrofiziksel, fizikokimyasal, ve mekanik özelliklerine etkisini birlikte ele alarak inceleyen , birleşik bir araştırma yöntemi kullanılmalıdır.
- Sonuçlar, bu çalışmada uygulanan yöntemin, kuyu dengesizliği sorunlarına yolaçmayacak uygun sondaj sıvısının seçimi için kullanılabileceğini göstermiştir.

KAYNAKÇA

Amerikan Petroleum Institute, (1968), API RP13B, Standard Procedure for Testing Drilling Fluids.

Anderson D.B. and Edwards C.D. (1977), Fluid development for Drilling Sloughing and Heaving Shales, *Pet.Eng.*, Sept., pp.106-118.

Baroid Division N.L. Industries Inc.,(1979), Baroid Mud Technology Handbook.

Beilhoffer, V., Dorrough, D.S. and Schmidt, D.D.(1990), The Development of an Inhibitive Cationic Drilling Fluid for Slim-Hole Coring Applications. IADC/SPE Drilling Conference, Houston, Texas, Feb.27-March 2, IADC/SPE 19956, pp.371-380.

Bohlke B.M. and Bennett, R.H.(1980), Mississippi Prodelta Crusts: A Clay Fabric and Geotechnical Analysis. *Marine Geotechnology*, Vol.4, No.1, pp.55-82.

Bol G.M. et.al.,(1992) Borehole Stability in Shales. European Petroleum Conference, Cannes, France, 16-18 November, pp.127-141.

Burba, J.L.,et.al., Field Evaluations Confirm Superior Benefits of MMLHC Fluid System on Hole Cleaning, Borehole Stability, and Rate of Penetration. IADC/SPE Drilling Engineering Conference, Houston, Texas, Feb.27-March 2, IADC/SPE 19956, pp.371-380.

Chenevert,M.E.,(1970), Shale alteration by water adsorption, *J.Pet.Tech.*,Sept., pp.1141-1148.

Chenevert,M.E.(1989),Glycerol mud additive provides shale stability, *Oil and Gas Journal*, July 17.

Chenevert,M.E., and Osisanya,S.O.,(1990), Shale testing procedures for the prevention of borehole collapse, 13th. Annual ASME Energy-Sources Technology Conf., Drilling Tech. symposium proc. v.PD-27, New Orleans, 14-18 Jan., pp. 141-146.

Chesser,B.G.,(1986), Design considerations for an inhibitive and stable water mud systems. IADC/SPE Drilling Conference, Dallas, TX, Feb.10-12, IADC/SPE 14757, pp.271-277.

Darley, H.C.H.,(1969) A Laboratory investigation of borehole stability,*JPT*, July, pp. 883-892.

Doty, P.A.,(1986), Clear brine drilling fluids: A study of penetration rates, formation damage, and wellbore stability in full-scale drilling tests, *SPE Drilling Engineering*, February, pp.17-30.

Gilmore, W.H., and Sanclemente, J.B.(1989), A case history and review of the effects of drilling fluids on shale stability in the Central Gulf of Mexico, SPE/IADC Drilling Conference, Feb.28-March 3, SPE/IADC 18640.

Goodman,R.E.,(1980), Deformation of rocks under high confining pressure, Jour.of Geol.,44, pp.544.

Hale,A.H., et.al.,(1992), Experimental investigation of the influence of chemical potential on wellbore stability, SPE 23885, IADC/SPE conf., New-Orleans, February, pp. 18-21.

Ingles, O.G.,(1968) Soil chemistry relevant to engineering behaviour of soils, I.K. Lee(ed.),soil mechanics-selected topics, Elsevier Publ. Co., New York.

Ingles, O.G.,and Aitchison G.D.,(1969), Soil water disequilibrium as a cause of subsidence in natural soils and earth embankments,Int. symp. on Land subsidence, AIHS Pub. No.89, Vol.2, Tokyo, pp.342.

International Drilling Fluids,(1988), Technical manual for drilling, completion and workover fluids, Hillingdon Press, U.K.

International Society for Rock Mechanics-Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests,(1979),suggested methods for determining water content, porosity,density,adsorption,and related properties and swelling and slake durability index properties, Int. J.Rock.Mech.Min.Sci.& Geomech. Abstr., 16, pp.141-156.

Johnston, D.H.(1987), Physical properties of shale at temperature and pressure,Geophysics, Vol.52, No.10, October, pp.1391-1401.

Jumikis,A.R.,(1979), Rock Mechanics, Trans. Tech. Publications, U.S.A.

Kendal, H.A., and Norton,P.(1974), Clay mineralogy solutions to clay problems in Norway, JPT, v.26, pp.25-32.

Ledgerwood, L.W. and Salisbury, D.P.,(1991), Bit balling and wellbore instability of downhole shales, SPE 22578, 66th. Tech. Conf. and Exhb. of SPE, Dallas, Oct. 6-9, pp.393-399.

Liao, W.A. and Siems D.R.(1990), Adsorption characteristics of PHPA on formation solids, IADC/SPE drilling conference, Houston, Texas, Feb.27-March 2, IADC/SPE 19945, pp.297-143.

Low, P.F.,(1980),The swelling of clay: II, Montmorillonites, Soil Soc.Am.J., 44, pp.667-676.

- Murayama, S., and Yagi, N.,(1966), Swelling of mudstone due to sucking of water, Proc. 1st. Congr. Int.Soc.Rock Mech.,Lizbon, pp.495-498.
- O'brien, D.E., and Chenevert,M.E.,(1973), Stabilizing sensitive shales with inhibited potassium based drilling fluids,Trans. Soc.Petr. Eng.(SPE-AIME), v.255, pp.349-379.
- Olivier, H.J.,(1979), A new engineering-geological rock durability classification, Eng. Geol.,14, pp.255-279.
- Ordaz, J. and Argandona, G.R.V.,(1981), Swelling characteristics of some Asturias(Spain), Proc.Int.Symp. on Weak Rocks, Tokyo, 21-24 Sept., pp.231-235.
- Pellisier, J.P., and Vogler, U.W.,(1990), A contribution to the explanation of the behavior of swelling rock; Static and dynamic considerations in rock engineering, Brummer(ed.), ISRM Int.Symp., Swaziland, pp.241-250.
- Potter, P.E., et.al.,(1980), Sedimentology of shale, Springer-Verlag, New York, pp.303.
- Reid, P.I., et.al.,(1991), Shale tests help to develop inhibitive water-based muds, Ocean Industry, October, pp.19-24.
- Reid, P.I., et.al.,(1993), Reduced environmental impact and improved drilling performance with water-based muds containing glycols, SPE/EPA Exploration and Production Environmental Conference,SPE 25989, San Antonio, Texas, 7-10 March, pp.453-463.
- Salisbury, D.P., et.al.,(1991),Wellbore stability of shales using a downhole simulation test cell, Rock Mechanics as a Multidisciplinary Science, Rogers(ed.), Balkema, Rotterdam, pp. 1015-1024.
- Sheu, J.J., and Perricone, A.C.,(1988), Design and synthesis of shale stabilizing polymers for water-based drilling fluids, 63rd. Annu. Tech. Conf. and Exhib. of SPE, Houston, TX., Oct. 2-5, SPE 18033, pp.163-177.
- Simpson,J.P., et.al.,(1989), Downhole simulation cell shows unexpected effects of shale hydration on borehole wall, SPE Drilling Eng., pp.24-30.
- Steiger, R.P.,(1982), Fundamentals and use of potassium/polymer drilling fluids to minimize drilling and completion problems associated with hydratable clays, JPT, August.
- Steiger,R.P., and Leung, P.K.,(1988),Quantitative determination of the mechanical properties of shales, Proc. 63rd Ann. Tech. Conf. and Exhib., Houston, TX, SPE 18024, pp.69-76.

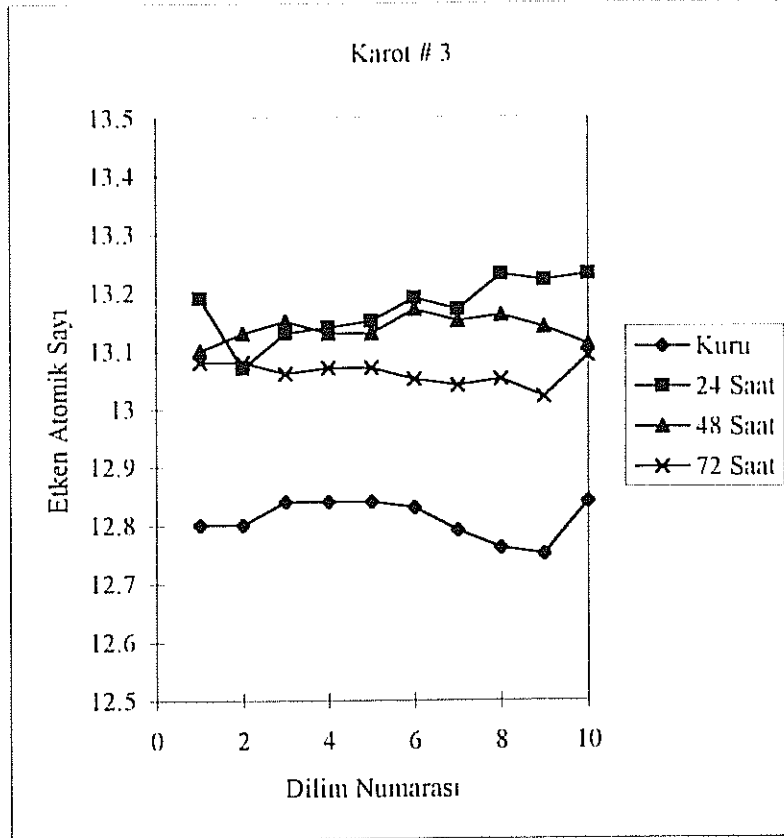
Ulaş, T.,(1987), Suitable drilling fluids for drilling through Kastel-Karadut formations, 7th. Biannual Petroleum Congress of Turkey, April 6-10, Ankara, Turkey, pp.1-10.

Wilcox,R.D., et.al.,(1987), Filtration method characterizes dispersive properties of shales, SPE Drilling Eng., Vol.2, June, pp.149-158.

EK-A

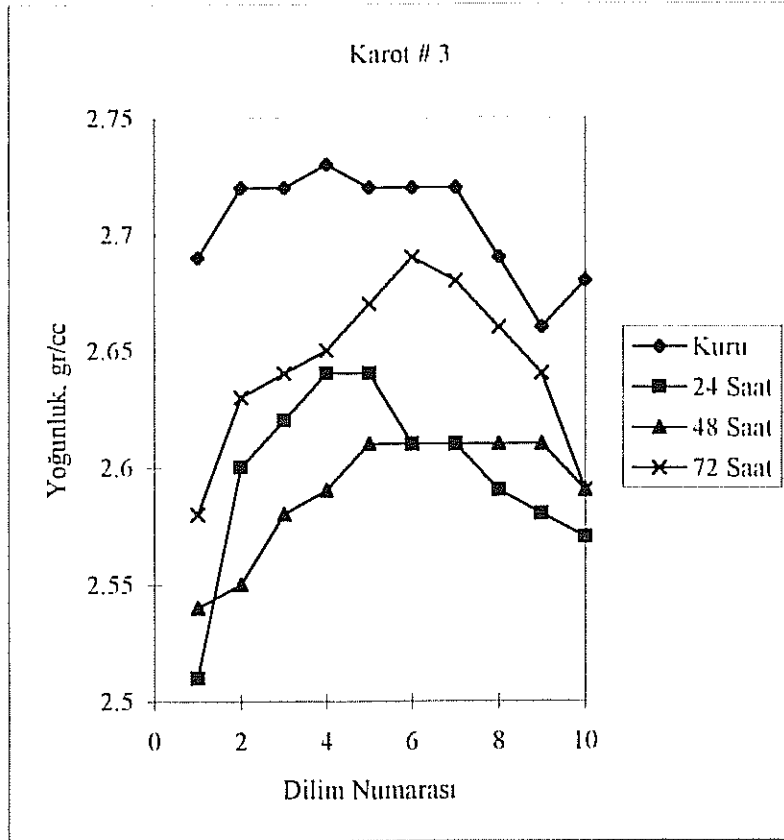
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ TEST SONUÇLARI

Karot # 3	Kuru	24 Saat	48 Saat	72 Saat
1	12.8	13.19	13.1	13.08
2	12.8	13.07	13.13	13.08
3	12.84	13.13	13.15	13.06
4	12.84	13.14	13.13	13.07
5	12.84	13.15	13.13	13.07
6	12.83	13.19	13.17	13.05
7	12.79	13.17	13.15	13.04
8	12.76	13.23	13.16	13.05
9	12.75	13.22	13.14	13.02
10	12.84	13.23	13.11	13.09



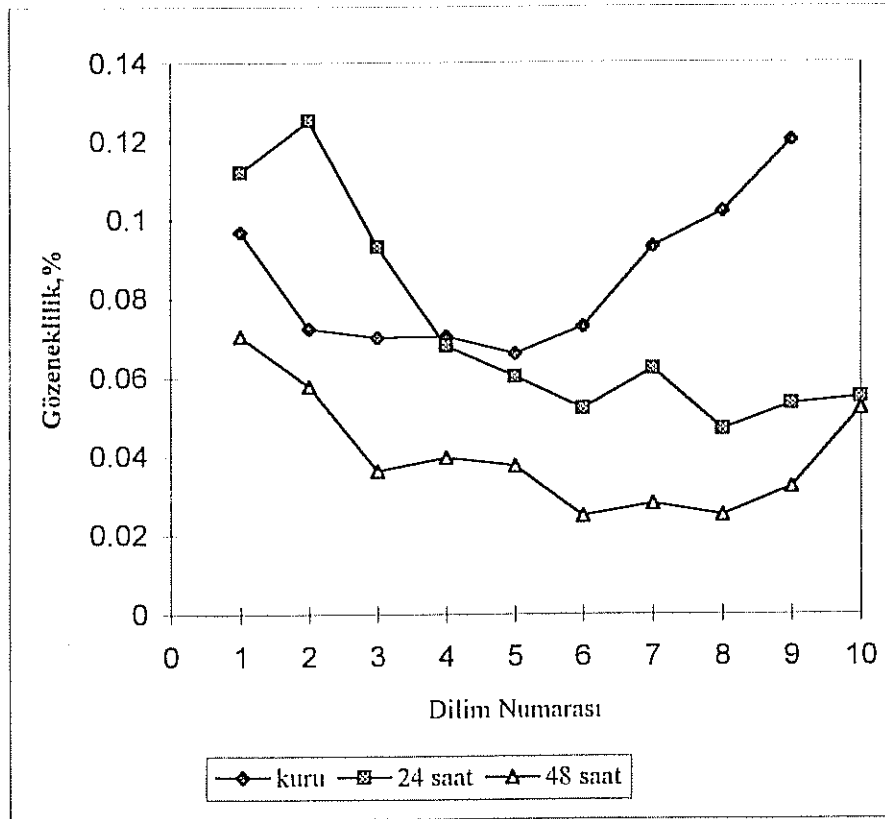
Şekil A-1 3 Numaralı Karotun Etken Atomik Sayı Dilim Numarası Analiz Sonuçları (Kuru, 24, 48, 72 Saat)

Karot # 3	Kuru	24 Saat	48 Saat	72 Saat
1	2.69	2.51	2.54	2.58
2	2.72	2.6	2.55	2.63
3	2.72	2.62	2.58	2.64
4	2.73	2.64	2.59	2.65
5	2.72	2.64	2.61	2.67
6	2.72	2.61	2.61	2.69
7	2.72	2.61	2.61	2.68
8	2.69	2.59	2.61	2.66
9	2.66	2.58	2.61	2.64
10	2.68	2.57	2.59	2.59



Şekil A-2 3 Numaralı Karotun Yoğunluk Dilim Numarası Analiz Sonuçları (Kuru, 24, 48, 72 Saat)

Dilim numarası	kuru	24 saat	48 saat
1	0.096876	0.111988	0.070329
2	0.072324	0.125176	0.057585
3	0.069942	0.093091	0.036087
4	0.070271	0.067851	0.039434
5	0.06596	0.060065	0.037276
6	0.072816	0.052049	0.02469
7	0.093119	0.062088	0.027745
8	0.102008	0.046601	0.02479
9	0.120155	0.053126	0.032039
10		0.054966	0.052024
Ortalama	0.08483	0.0727	0.0402

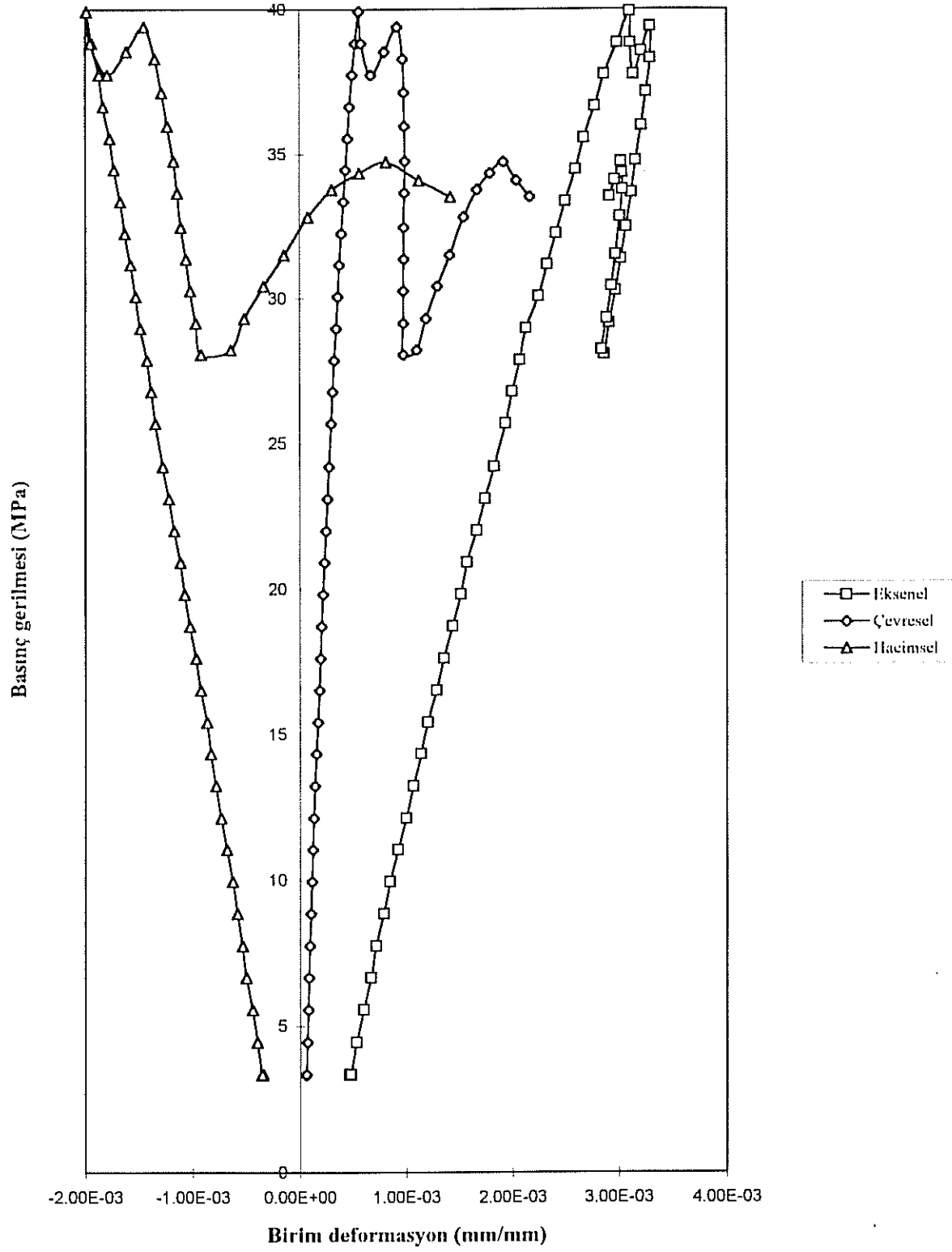


Şekil-A-3 Karot boyunca gözeneklilik dağılımı

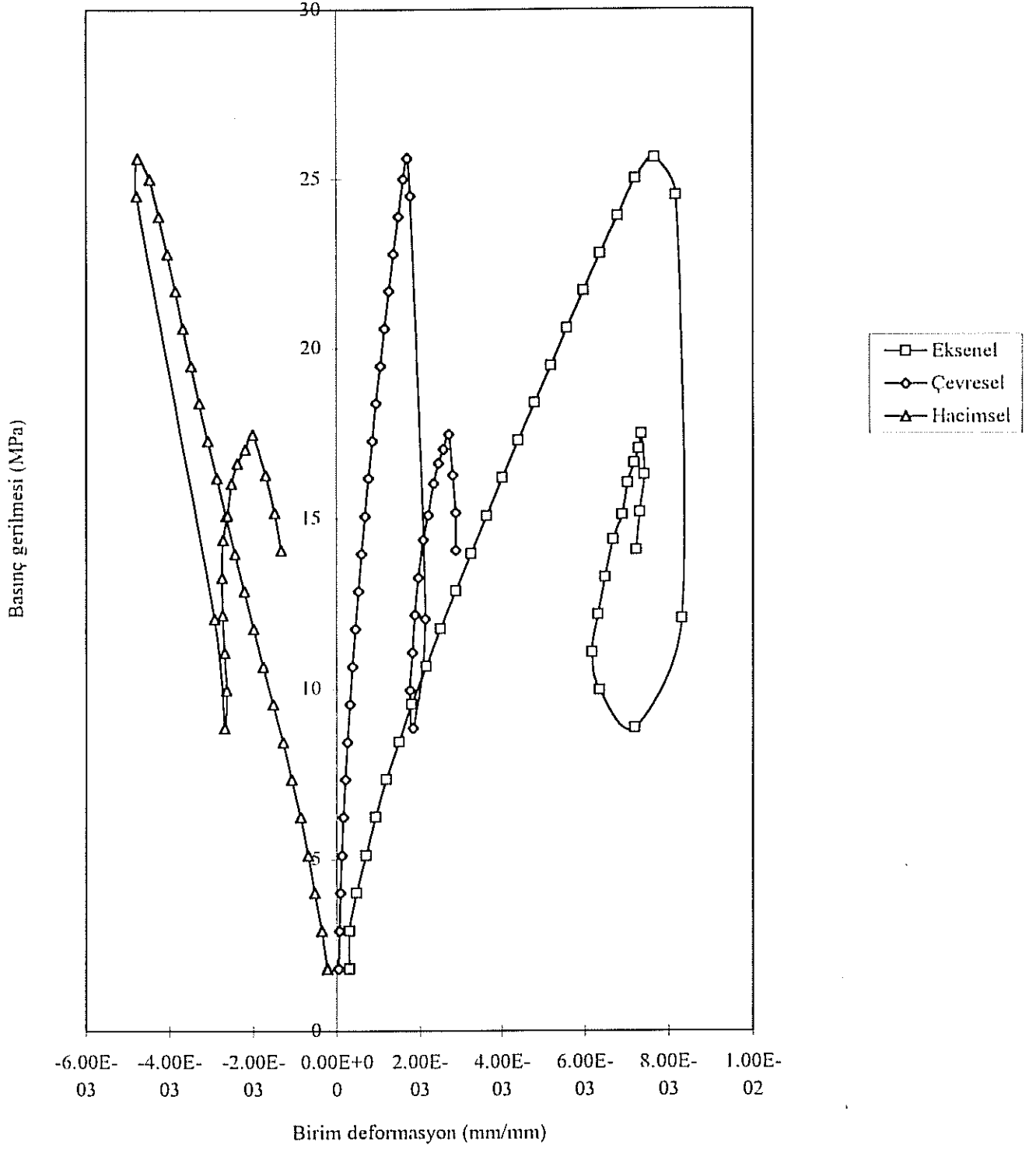
EK-B

KAYA MEKANİĞİ TEST SONUÇLARI - GRAFİKLER

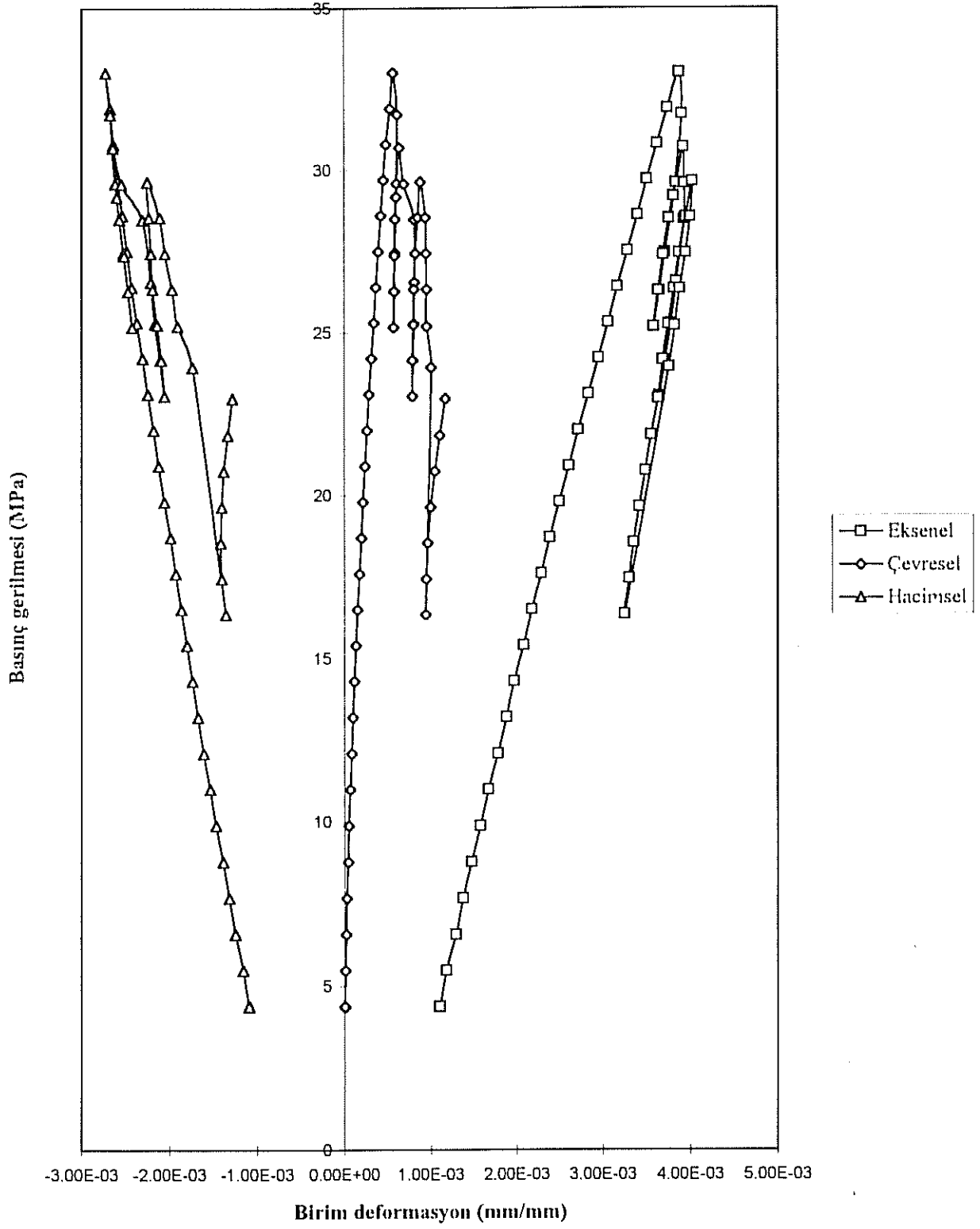
Şekil B-1- 1 Numaralı Kayaç Örneğinin Basınç Gerilmesi / Birim Deformasyon Davranışı



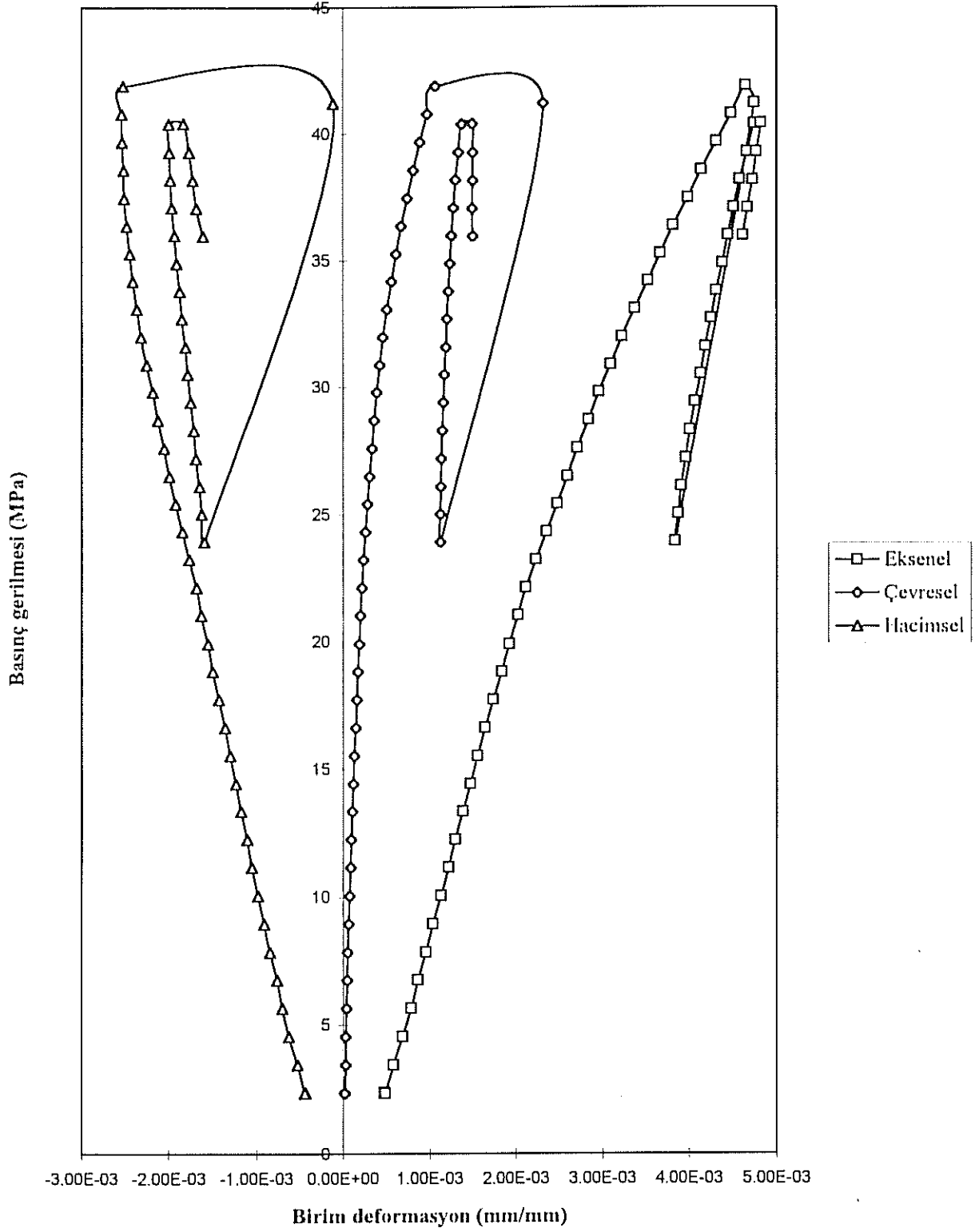
Şekil B-2- 2 Numaralı Kayaç Örneğinin Basınç Gerilmesi / Birim Deformasyon Davranışı



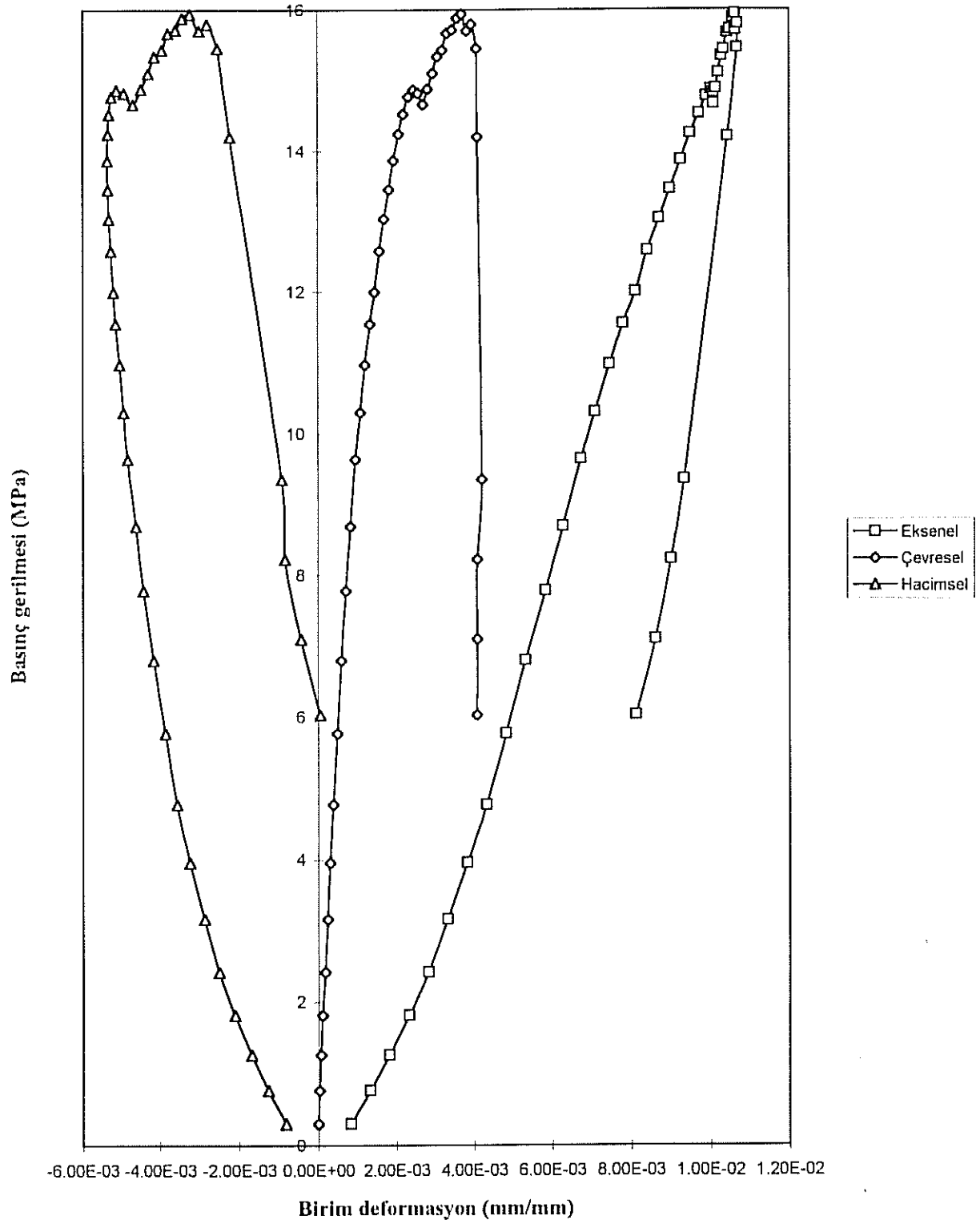
Şekil B-3 - 3 Numaralı Kayaç Örneğinin Basınç Gerilmesi / Birim Deformasyon Davranışı



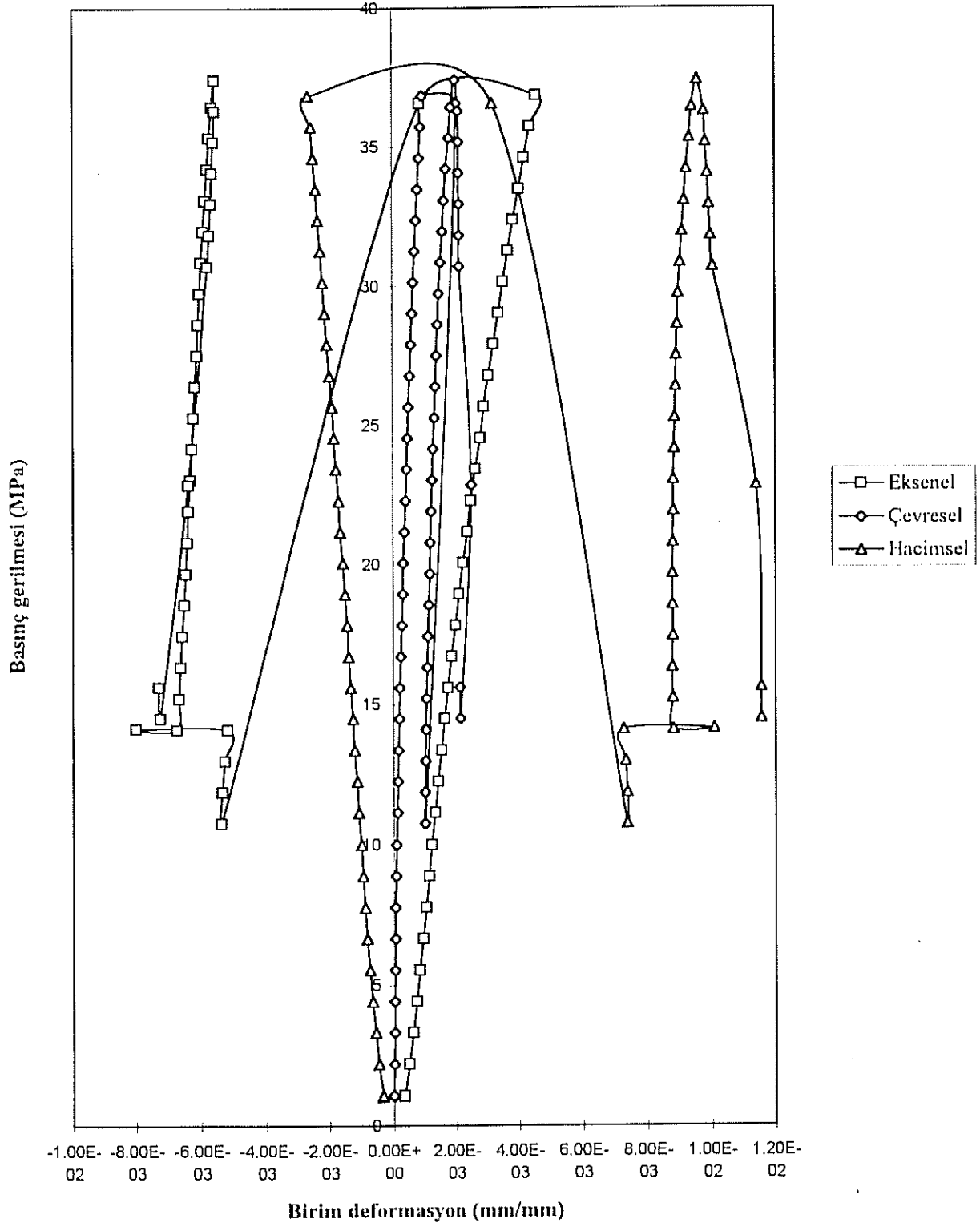
Şekil B-4 - 4 Numaralı Kayaç Örneğinin Basınç Gerilmesi / Birim Deformasyon Davranışı



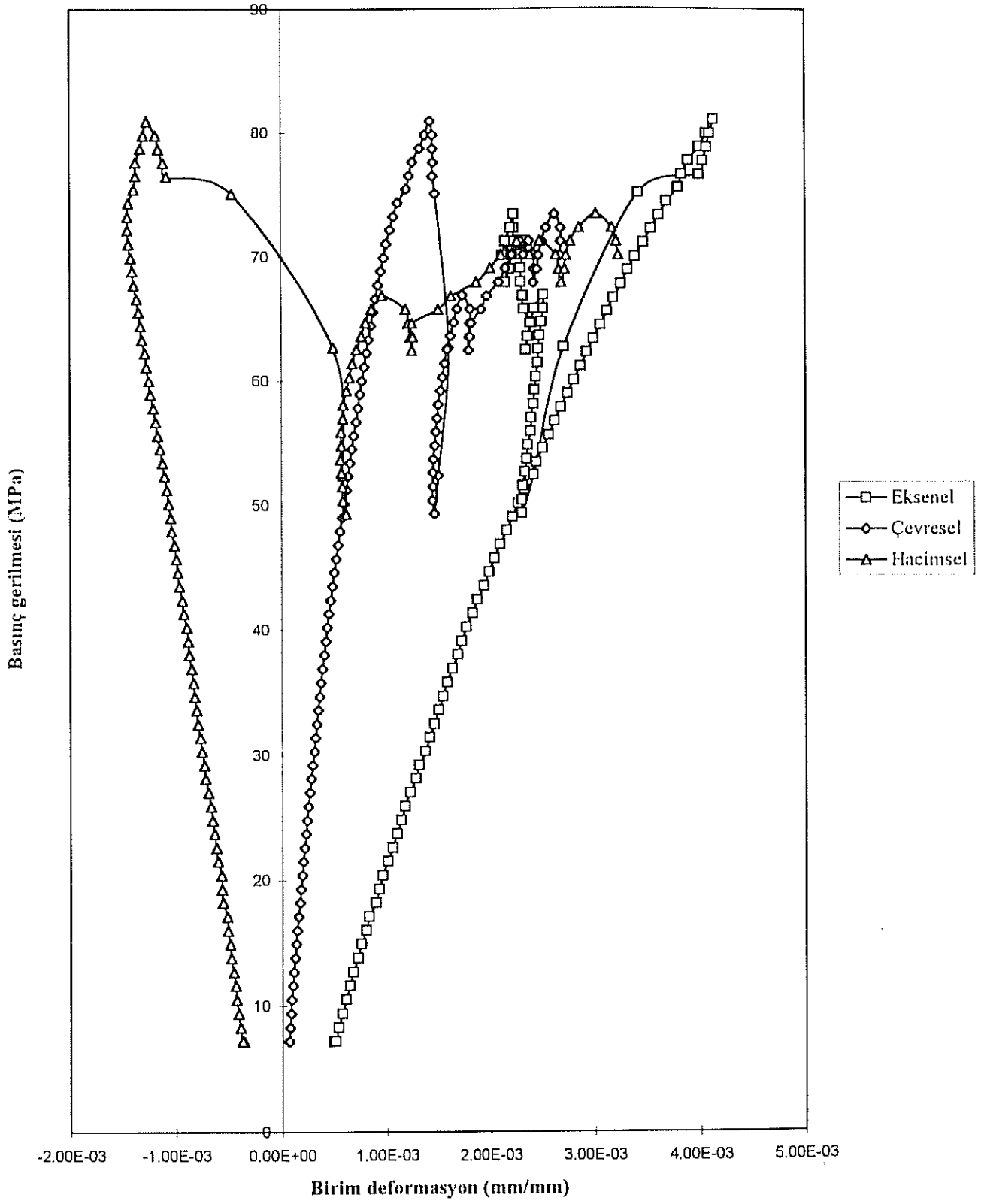
Şekil B-5 - 5 Numaralı Kayaç Örneğinin Basınç Gerilmesi / Birim Deformasyon Davranışı



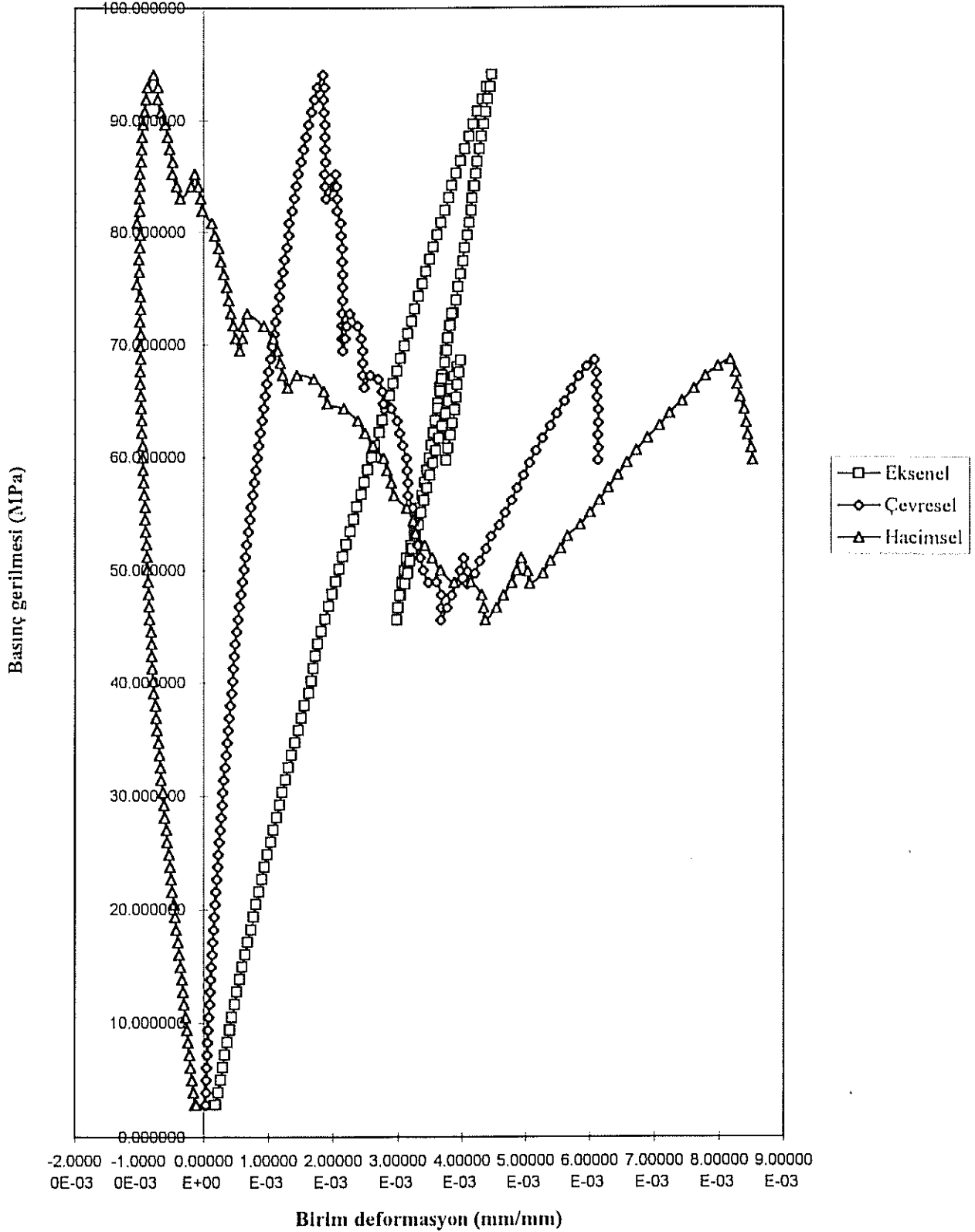
Şekil B-6 - 6 Numaralı Kayaç Örneğinin Basınç Gerilmesi / Birim Deformasyon Davranışı



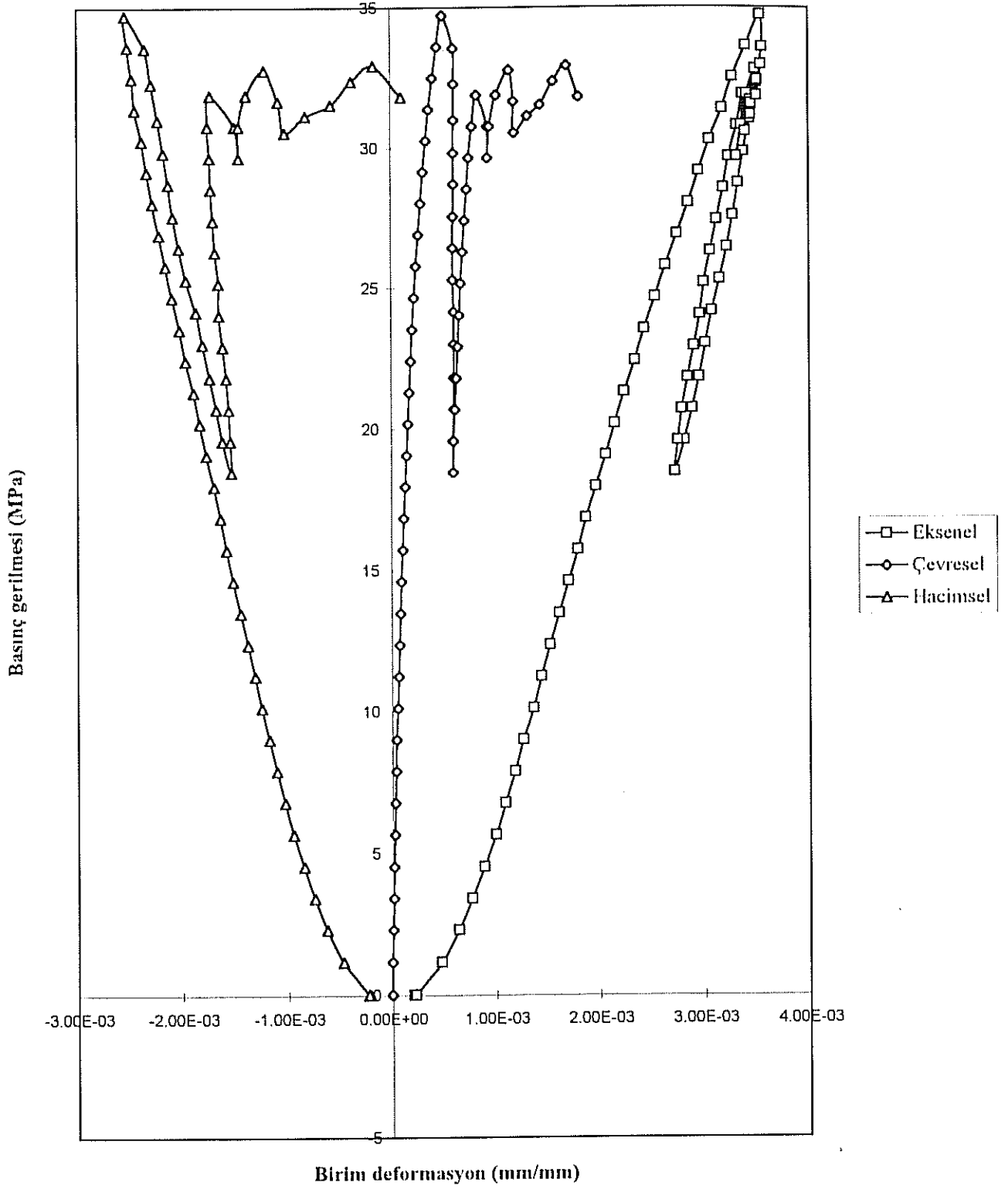
Şekil B-7 - 7 Numaralı Kayaç Örneğinin Basınç Gerilmesi / Birim Deformasyon Davranışı



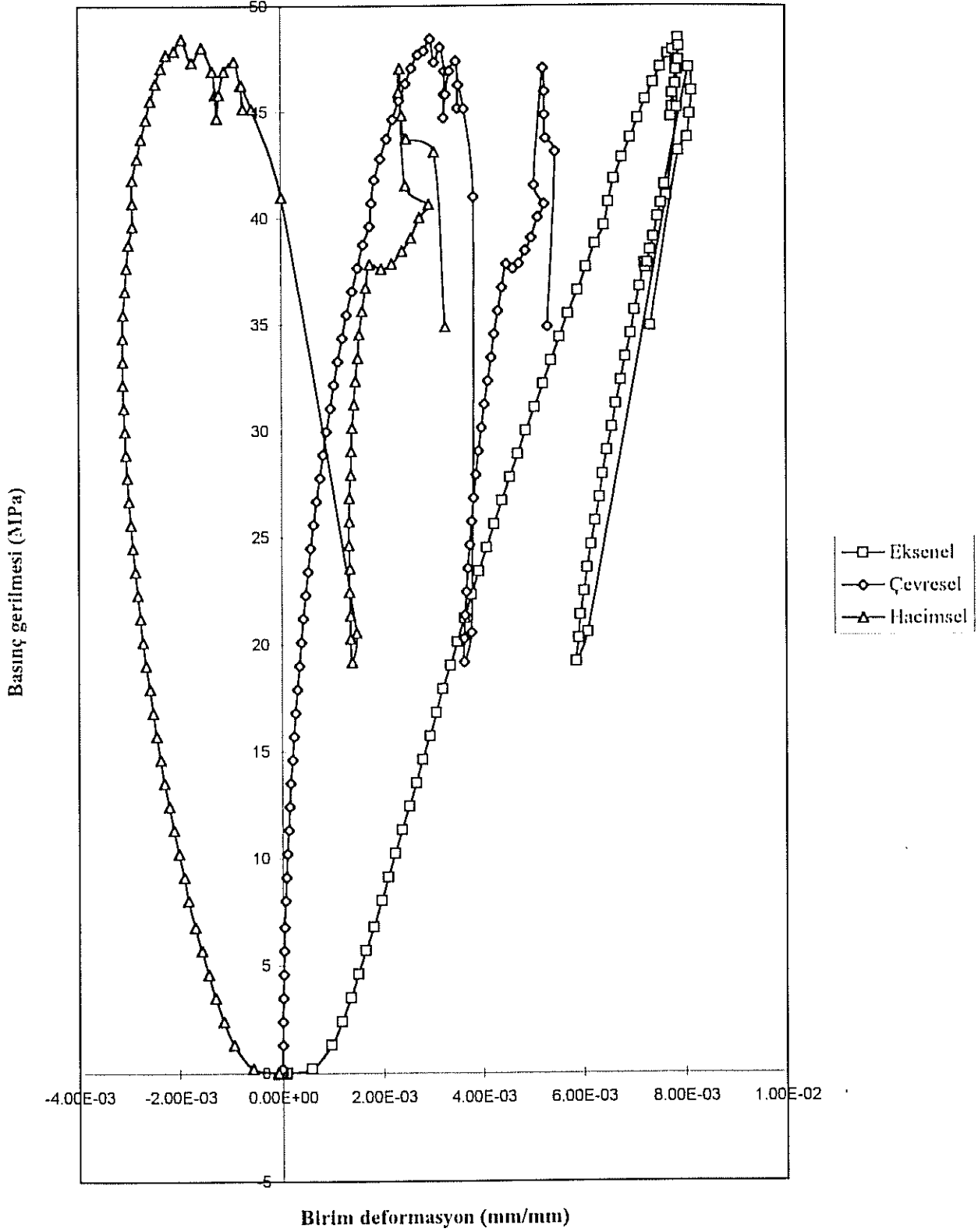
Şekil B-8 8 Numaralı Kayaç Örneğinin Basınç Gerilmesi / Birim Deformasyon Davranışı



Şekil B-9 - 9 Numaralı Kayaç Örneğinin Basınç Gerilmesi / Birim Deformasyon Grafiği



Şekil B-10 - 10 Numaralı Kayaç Örneğinin Basınç Gerilmesi / Birim Deformasyon Davranışı



EK-C

KAYA MEKANİĞİ TEST SONUÇLARI - VERİLER

TABLO C-1 - 1 Numaralı Örneğin Kaya Mekanik Test Verileri

Test Dosyası : A:KURU

KURU

DÜŞEY

Karotun Seri Numarası : D-1

Karotun Çapı : 53.94 mm.

Karotun Boyu : 110.67 mm.

Test Başlangıç : 12-05-1995 14:20:38

Test Bitiş : 12-05-1995 14:49:27

Zaman (dak)	Basınç Gerilmesi (MPa)	Eksenel Birim Bozulma (mm/mm)	Çevresel Birim Bozulma (mm/mm)	Hacimsel Birim Bozulma (mm/mm)
0.000000	3.345385	4.66919E-04	5.90986E-05	-3.48722E-04
0.000000	3.345385	4.76074E-04	6.06140E-05	-3.54846E-04
0.000000	3.358739	4.66919E-04	6.06140E-05	-3.45691E-04
0.000000	3.358739	4.76074E-04	6.06140E-05	-3.54846E-04
0.134505	4.453835	5.31006E-04	6.74330E-05	-3.96140E-04
0.288346	5.548931	5.95093E-04	7.57675E-05	-4.43558E-04
0.460352	6.650705	6.65283E-04	8.25865E-05	-5.00110E-04
0.634375	7.745801	7.14111E-04	9.01633E-05	-5.33785E-04
0.826693	8.840897	7.87354E-04	1.03044E-04	-5.81266E-04
1.031706	9.942670	8.45337E-04	1.10620E-04	-6.24096E-04
1.247656	11.037766	9.21631E-04	1.20470E-04	-6.80690E-04
1.472852	12.132862	1.00098E-03	1.33351E-04	-7.34275E-04
1.703516	13.227958	1.06812E-03	1.43201E-04	-7.81714E-04
1.945182	14.323054	1.14136E-03	1.56081E-04	-8.29195E-04
2.183203	15.418150	1.20239E-03	1.68204E-04	-8.65985E-04
2.426693	16.519923	1.28784E-03	1.82600E-04	-9.22643E-04
2.677539	17.615019	1.35498E-03	1.93965E-04	-9.67051E-04
2.933854	18.710115	1.43738E-03	2.06088E-04	-1.02520E-03
3.194857	19.811888	1.51367E-03	2.20483E-04	-1.07271E-03
3.463997	20.906984	1.57471E-03	2.32606E-04	-1.10949E-03
3.739518	22.002080	1.66321E-03	2.46244E-04	-1.17072E-03
4.016862	23.097176	1.74255E-03	2.62155E-04	-1.21824E-03
4.301497	24.192272	1.82800E-03	2.76551E-04	-1.27490E-03
4.697005	25.688013	1.93787E-03	2.96251E-04	-1.34536E-03
4.847200	26.783109	2.00195E-03	3.09131E-04	-1.38369E-03
5.028320	27.878205	2.07520E-03	3.25800E-04	-1.42360E-03
5.221484	28.979978	2.13000E-03	3.43227E-04	-1.48640E-03
5.412044	30.075074	2.24609E-03	3.58380E-04	-1.52933E-03
5.596875	31.170170	2.32849E-03	3.75049E-04	-1.57839E-03
5.792839	32.265266	2.41394E-03	3.91718E-04	-1.63050E-03
6.003320	33.360362	2.49939E-03	4.12933E-04	-1.67352E-03
6.215690	34.455458	2.59705E-03	4.31875E-04	-1.73330E-03
6.434505	35.550554	2.67334E-03	4.50059E-04	-1.77322E-03
6.661523	36.645650	2.77710E-03	4.70516E-04	-1.83607E-03
6.901367	37.740746	2.86255E-03	4.93246E-04	-1.87606E-03
7.226367	38.835842	2.98462E-03	5.22038E-04	-1.94054E-03
7.583333	39.930938	3.10364E-03	5.56891E-04	-1.98986E-03
7.955013	38.835842	3.10669E-03	5.75833E-04	-1.95502E-03
9.886523	37.740746	3.13721E-03	6.71300E-04	-1.79461E-03

12.307878	38.548713	3.20740E-03	7.95558E-04	-1.61628E-03
14.770377	39.390067	3.29285E-03	9.19817E-04	-1.45321E-03
15.879818	38.288294	3.29285E-03	9.72854E-04	-1.34714E-03
15.884375	37.139779	3.25317E-03	9.82704E-04	-1.28777E-03
15.885351	35.971231	3.20740E-03	9.87250E-04	-1.23290E-03
15.885351	34.769297	3.15552E-03	9.89523E-04	-1.17647E-03
15.886198	33.660846	3.11584E-03	9.86492E-04	-1.14286E-03
15.887175	32.478943	3.06702E-03	9.80431E-04	-1.10615E-03
15.888997	31.370493	3.01819E-03	9.78916E-04	-1.06036E-03
15.891666	30.262042	2.96936E-03	9.75885E-04	-1.01759E-03
15.899023	29.160268	2.91443E-03	9.74370E-04	-9.65689E-04
15.929362	28.065172	2.86560E-03	9.75127E-04	-9.15346E-04
18.365170	28.225430	2.84119E-03	1.10014E-03	-6.40899E-04
20.204363	29.320526	2.89001E-03	1.18879E-03	-5.12432E-04
22.328190	30.422300	2.92969E-03	1.29638E-03	-3.36925E-04
24.646875	31.517396	2.97241E-03	1.41306E-03	-1.46286E-04
26.090494	32.819492	3.01208E-03	1.54414E-03	7.61969E-05
26.537174	33.767684	3.03345E-03	1.66840E-03	3.03352E-04
26.998697	34.335265	3.02734E-03	1.79266E-03	5.57973E-04
27.458202	34.729232	3.02124E-03	1.91692E-03	8.12594E-04
27.917707	34.094878	2.96326E-03	2.04118E-03	1.11909E-03
28.377148	33.527297	2.91138E-03	2.16543E-03	1.41949E-03

TABLO C-2 - 2 Numaralı Örneğin Kaya Mekaniği Test Verileri

Test Dosyası : A:KURU1

Karotun Seri Numarası : D-1*

Karotun Çapı : 53.77 mm.

Karotun Boyu : 116.08 mm.

KURU

DÜŞEY

Test Başlangıç : 12-05-1995 16:34:26

Test Bitiş : 12-05-1995 17:01:29

Zaman (dak)	Basınç Gerilmesi (MPa)	Eksenel Birim Bozulma (mm/mm)	Çevresel Birim Bozulma (mm/mm)	Hacimsel Birim Bozulma (mm/mm)
0.000000	1.807600	3.11279E-04	4.47577E-05	-2.21764E-04
0.000000	1.814320	3.11279E-04	4.62749E-05	-2.18729E-04
0.000000	1.821040	3.08228E-04	4.24819E-05	-2.23264E-04
0.000000	1.807600	3.11279E-04	4.47577E-05	-2.21764E-04
0.361654	2.916351	4.79126E-04	6.52400E-05	-3.48646E-04
0.873307	4.018383	6.98853E-04	9.10326E-05	-5.16787E-04
1.238672	5.120414	9.27734E-04	1.23653E-04	-6.80429E-04
1.693490	6.229165	1.18408E-03	1.63859E-04	-8.56365E-04
2.194336	7.337916	1.49231E-03	2.10892E-04	-1.07053E-03
2.750781	8.439948	1.80054E-03	2.60202E-04	-1.28013E-03
3.387956	9.541979	2.15149E-03	3.16338E-04	-1.51881E-03
4.082812	10.644010	2.50549E-03	3.78544E-04	-1.74841E-03
4.835287	11.752761	2.88086E-03	4.47577E-04	-1.98571E-03
5.653646	12.861512	3.25317E-03	5.21162E-04	-2.21085E-03
6.527995	13.963544	3.63464E-03	6.00057E-04	-2.43453E-03
7.431445	15.072295	4.01306E-03	6.81227E-04	-2.65061E-03
8.393490	16.181046	4.40369E-03	7.68467E-04	-2.86675E-03
9.372135	17.283077	4.79431E-03	8.55707E-04	-3.08290E-03
10.407487	18.385109	5.18494E-03	9.49774E-04	-3.28539E-03
11.488672	19.487140	5.57251E-03	1.04688E-03	-3.47876E-03
12.618295	20.589171	5.96619E-03	1.14853E-03	-3.66913E-03
13.796289	21.691203	6.36292E-03	1.25549E-03	-3.85193E-03
15.018490	22.793234	6.78101E-03	1.36701E-03	-4.04699E-03
16.288151	23.895265	7.20520E-03	1.48080E-03	-4.24361E-03
17.602800	24.997297	7.66602E-03	1.59838E-03	-4.46925E-03
18.773502	25.615510	8.16650E-03	1.70534E-03	-4.75582E-03
19.267839	24.500039	8.31299E-03	1.77058E-03	-4.77182E-03
19.268816	12.048428	7.19910E-03	2.13396E-03	-2.93118E-03
19.269661	8.849849	6.35376E-03	1.82976E-03	-2.69425E-03
19.467447	9.951881	6.17065E-03	1.76376E-03	-2.64314E-03
19.956316	11.060632	6.32324E-03	1.81534E-03	-2.69256E-03
20.649284	12.162663	6.49109E-03	1.87906E-03	-2.73296E-03
21.619661	13.264695	6.67725E-03	1.96175E-03	-2.75374E-03
22.958008	14.366726	6.89392E-03	2.08161E-03	-2.73070E-03
24.169987	15.099174	7.02515E-03	2.20602E-03	-2.61310E-03
24.956316	16.033212	7.18384E-03	2.33043E-03	-2.52297E-03
25.417643	16.631266	7.28455E-03	2.45485E-03	-2.37485E-03
25.878124	17.027729	7.34558E-03	2.57926E-03	-2.18707E-03
26.336784	17.464509	7.41577E-03	2.70367E-03	-2.00843E-03
26.756121	16.275122	7.30896E-03	2.80684E-03	-1.69528E-03
26.967447	15.173090	7.22656E-03	2.87360E-03	-1.47937E-03
26.992317	14.057620	7.08313E-03	2.88118E-03	-1.32077E-03

TABLO C-3 - 3 Numaralı Örneğin Kaya Mekanikliği test Verileri

Test Dosyası : A:KURU2

KURU

DÜŞEY

Karotun Seri Numarası : D-3

Karotun Çapı : 53.79 mm.

Karotun Boyu : 114.32 mm.

Test Başlangıç : 12-06-1995 09:05:07

Test Bitiş : 12-06-1995 09:22:30

Zaman (dak)	Basınç Gerilmesi (MPa)	Eksenel Birim Bozulma (mm/mm)	Çevresel Birim Bozulma (mm/mm)	Hacimsel Birim Bozulma (mm/mm)
0.000000	4.371274	1.10779E-03	1.06095E-05	-1.08657E-03
0.000000	4.357845	1.10474E-03	9.09390E-06	-1.08655E-03
0.000000	4.357845	1.11084E-03	1.13674E-05	-1.08811E-03
0.000000	4.371274	1.10779E-03	8.33607E-06	-1.09112E-03
0.097819	5.472486	1.18713E-03	1.66721E-05	-1.15379E-03
0.256315	6.573698	1.29395E-03	2.34926E-05	-1.24696E-03
0.451335	7.674910	1.37939E-03	3.25865E-05	-1.31422E-03
0.669987	8.776122	1.47705E-03	4.69851E-05	-1.38308E-03
0.932813	9.884049	1.57776E-03	5.68369E-05	-1.46409E-03
1.219303	10.991976	1.66931E-03	7.04777E-05	-1.52836E-03
1.505827	12.093188	1.77917E-03	8.71499E-05	-1.60488E-03
1.823470	13.194400	1.87988E-03	1.03064E-04	-1.67375E-03
2.174968	14.295612	1.97144E-03	1.17463E-04	-1.73651E-03
2.546647	15.396824	2.07825E-03	1.37924E-04	-1.80240E-03
2.925683	16.498036	2.17590E-03	1.56870E-04	-1.86216E-03
3.316504	17.599248	2.28271E-03	1.78089E-04	-1.92654E-03
3.740332	18.700460	2.38647E-03	2.00824E-04	-1.98483E-03
4.172493	19.801672	2.49634E-03	2.19011E-04	-2.05832E-03
4.627507	20.902884	2.60925E-03	2.44020E-04	-2.12121E-03
5.103483	22.004096	2.70996E-03	2.65239E-04	-2.17948E-03
5.602311	23.105308	2.82593E-03	2.91005E-04	-2.24392E-03
6.123145	24.206520	2.94495E-03	3.19802E-04	-2.30534E-03
6.649642	25.307732	3.05481E-03	3.44810E-04	-2.36519E-03
7.196973	26.408944	3.16467E-03	3.69819E-04	-2.42504E-03
7.796647	27.510156	3.28064E-03	4.00889E-04	-2.47886E-03
8.368848	28.611368	3.39661E-03	4.31202E-04	-2.53420E-03
8.666308	29.712580	3.50342E-03	4.56211E-04	-2.59100E-03
9.043457	30.813792	3.61938E-03	4.90313E-04	-2.63876E-03
9.480176	31.915004	3.73535E-03	5.32751E-04	-2.66985E-03
9.931348	33.016216	3.86963E-03	5.72158E-04	-2.72531E-03
9.987142	31.726992	3.89709E-03	6.13838E-04	-2.66942E-03
9.988184	29.188833	3.80554E-03	6.05502E-04	-2.59454E-03
9.988965	27.456438	3.70789E-03	5.94135E-04	-2.51962E-03

TABLO C-4 - 4 Numaralı Örneğin Kaya Mekaniği Test Verileri

Test Dosyası : A:KURU6
 Karotun Seri Numarası : D-6
 Karotun Çapı : 53.9 mm.
 Karotun Boyu : 104.44 mm.

ISLAK

DÜŞEY

Test Başlangıç : 12-06-1995 12:04:44
 Test Bitiş : 12-06-1995 12:34:39

Zaman (dak)	Basınç Gerilmesi (MPa)	Eksenel Birim Bozulma (mm/mm)	Çevresel Birim Bozulma (mm/mm)	Hacimsel Birim Bozulma (mm/mm)
0.000000	2.347252	4.82178E-04	1.96547E-05	-4.42868E-04
0.000000	2.340565	4.73022E-04	1.96547E-05	-4.33713E-04
0.000000	2.360627	4.73022E-04	1.81428E-05	-4.36737E-04
0.000000	2.347252	4.82178E-04	1.88987E-05	-4.44380E-04
0.062370	3.450661	5.76782E-04	2.57023E-05	-5.25378E-04
0.218815	4.547383	6.83594E-04	2.94820E-05	-6.24630E-04
0.386328	5.644105	7.81250E-04	3.85534E-05	-7.04143E-04
0.567643	6.740827	8.60596E-04	4.83807E-05	-7.63834E-04
0.746159	7.837549	9.55200E-04	5.44283E-05	-8.46344E-04
0.930990	8.934270	1.03760E-03	6.57675E-05	-9.06063E-04
1.122331	10.030992	1.12915E-03	7.48389E-05	-9.79473E-04
1.319141	11.127714	1.21765E-03	8.46663E-05	-1.04832E-03
1.530664	12.231123	1.29395E-03	9.44936E-05	-1.10496E-03
1.750326	13.327845	1.38245E-03	1.05077E-04	-1.17229E-03
1.976497	14.424567	1.47095E-03	1.17928E-04	-1.23509E-03
2.215365	15.521289	1.55640E-03	1.29267E-04	-1.29786E-03
2.464323	16.618010	1.64185E-03	1.43630E-04	-1.35459E-03
2.733529	17.721420	1.73645E-03	1.55725E-04	-1.42500E-03
3.012695	18.818141	1.83716E-03	1.68577E-04	-1.50001E-03
3.296484	19.914863	1.92261E-03	1.84452E-04	-1.55370E-03
3.588477	21.018272	2.02332E-03	1.98059E-04	-1.62720E-03
3.904362	22.114994	2.11487E-03	2.16201E-04	-1.68247E-03
4.307161	23.211716	2.23083E-03	2.34344E-04	-1.76215E-03
4.789518	24.308438	2.35596E-03	2.57779E-04	-1.84040E-03
5.250977	25.405160	2.47803E-03	2.81213E-04	-1.91560E-03
5.725195	26.501881	2.59399E-03	3.04647E-04	-1.98470E-03
6.240495	27.598603	2.70691E-03	3.31862E-04	-2.04319E-03
6.822656	28.695325	2.83813E-03	3.60588E-04	-2.11696E-03
7.416016	29.792047	2.95410E-03	3.90070E-04	-2.17396E-03
8.074154	30.888769	3.08838E-03	4.22575E-04	-2.24323E-03
8.779818	31.985490	3.22266E-03	4.57349E-04	-2.30796E-03
9.680664	33.082212	3.36609E-03	5.04218E-04	-2.35765E-03
10.768164	34.178934	3.52173E-03	5.57134E-04	-2.40746E-03

TABLO C-5 - 5 Numaralı Örneğin Kaya Mekanikği Test Verileri

Test Dosyası : A:KURU7

ISLAK

DÜŞEY

Karotun Seri Numarası : D-7

Karotun Çapı : 53.49 mm.

Karotun Boyu : 114.20 mm.

Test Başlangıç : 12-07-1995 11:36:37

Test Bitiş : 12-07-1995 12:30:11

Zaman (dak)	Basınç Gerilmesi (MPa)	Eksenel Birim Bozulma (mm/mm)	Çevresel Birim Bozulma (mm/mm)	Hacimsel Birim Bozulma (mm/mm)
0.000000	0.298770	8.20923E-04	-4.55852E-06	-8.30040E-04
0.000000	0.305561	8.23975E-04	-1.51951E-06	-8.27014E-04
0.000000	0.305561	8.20923E-04	-4.55852E-06	-8.30040E-04
0.000000	0.305561	8.20923E-04	-3.79876E-06	-8.28520E-04
0.557487	0.760507	1.32141E-03	2.35523E-05	-1.27431E-03
1.349349	1.262984	1.82190E-03	6.45790E-05	-1.69274E-03
2.271159	1.812993	2.32239E-03	1.10924E-04	-2.10054E-03
3.408984	2.424115	2.82288E-03	1.64866E-04	-2.49314E-03
4.676823	3.164251	3.32336E-03	2.30965E-04	-2.86143E-03
6.007813	3.951918	3.82385E-03	2.97063E-04	-3.22973E-03
7.771029	4.766747	4.32434E-03	3.85195E-04	-3.55395E-03
9.782162	5.771702	4.82483E-03	4.87001E-04	-3.85083E-03
11.788867	6.797028	5.32532E-03	5.87289E-04	-4.15074E-03
14.125846	7.781612	5.82581E-03	7.05050E-04	-4.41570E-03
16.574675	8.684714	6.27441E-03	8.29650E-04	-4.61511E-03
18.822004	9.635347	6.72913E-03	9.55009E-04	-4.81911E-03
20.201498	10.300790	7.08313E-03	1.07961E-03	-4.92391E-03
21.583008	10.973024	7.44629E-03	1.20421E-03	-5.03787E-03
22.975325	11.550194	7.79419E-03	1.32881E-03	-5.13658E-03
24.345638	12.005140	8.09937E-03	1.45341E-03	-5.19255E-03
25.731640	12.582310	8.41064E-03	1.57801E-03	-5.25463E-03
27.121159	13.037256	8.70972E-03	1.70261E-03	-5.30451E-03
28.496159	13.458251	8.98438E-03	1.82796E-03	-5.32845E-03
29.880339	13.865665	9.25293E-03	1.95332E-03	-5.34628E-03
31.270834	14.239128	9.49097E-03	2.07792E-03	-5.33512E-03
32.662304	14.524318	9.71069E-03	2.20252E-03	-5.30565E-03
34.030014	14.768767	9.89990E-03	2.32788E-03	-5.24414E-03
35.429688	14.863830	1.00159E-02	2.45248E-03	-5.11091E-03
36.819336	14.816298	1.00739E-02	2.57708E-03	-4.91969E-03
38.193359	14.660123	1.00830E-02	2.70168E-03	-4.67965E-03
39.579361	14.877410	1.01288E-02	2.82704E-03	-4.47471E-03
40.961525	15.101488	1.01959E-02	2.95164E-03	-4.29265E-03
42.352016	15.339147	1.02783E-02	3.07624E-03	-4.12584E-03
43.734310	15.434210	1.03333E-02	3.20160E-03	-3.93006E-03
45.118488	15.671868	1.04248E-02	3.32620E-03	-3.77241E-03
46.506313	15.719400	1.04828E-02	3.45080E-03	-3.58120E-03
47.888477	15.882366	1.05591E-02	3.57540E-03	-3.40829E-03
49.270832	15.943478	1.06110E-02	3.69999E-03	-3.21097E-03
50.655861	15.705819	1.06232E-02	3.82459E-03	-2.97398E-03

52.041016	15.800883	1.06781E-02	3.94995E-03	-2.77819E-03
53.421352	15.454581	1.06659E-02	4.07455E-03	-2.51679E-03
53.451694	14.198387	1.04309E-02	4.10874E-03	-2.21342E-03
53.452473	9.350157	9.32922E-03	4.20827E-03	-9.12685E-04
53.453514	8.216187	9.01184E-03	4.08975E-03	-8.32345E-04
53.470833	7.095798	8.61511E-03	4.08899E-03	-4.37136E-04
53.547657	6.029731	8.11462E-03	4.08063E-03	4.66376E-05

TABLO C-6 - 6 Numaralı Örneğin Kaya Mekaniği Test Verileri

Test Dosyası : A:KURU8

ISLAK

DÜŞEY

Karotun Seri Numarası : D-8

Karotun Çapı : 53.39 mm.

Karotun Boyu : 113.28 mm.

Test Başlangıç : 12-08-1995 11:25:45

Test Bitiş : 12-08-1995 12:08:03

Zaman (dak)	Basınç Gerilmesi (MPa)	Eksenel Birim Bozulma (mm/mm)	Çevresel Birim Bozulma (mm/mm)	Hacimsel Birim Bozulma (mm/mm)
0.000000	1.029170	3.44849E-04	4.53566E-06	-3.35777E-04
0.000000	1.022355	3.44849E-04	4.53566E-06	-3.35777E-04
0.000000	1.029170	3.38745E-04	2.26783E-06	-3.34209E-04
0.000000	1.056433	3.38745E-04	3.02377E-06	-3.32698E-04
0.175846	2.174208	4.91333E-04	1.51189E-05	-4.61095E-04
0.389974	3.291982	6.13403E-04	2.64580E-05	-5.60487E-04
0.610677	4.409757	7.26318E-04	3.55293E-05	-6.55260E-04
0.833008	5.527531	8.27026E-04	4.68685E-05	-7.33289E-04
1.100325	6.645306	9.30786E-04	5.89636E-05	-8.12859E-04
1.359505	7.763080	1.03149E-03	7.33265E-05	-8.84841E-04
1.667969	8.880855	1.12305E-03	8.92013E-05	-9.44644E-04
1.986523	9.998629	1.21460E-03	1.05832E-04	-1.00294E-03
2.330664	11.116404	1.31531E-03	1.22463E-04	-1.07038E-03
2.716992	12.234178	1.41907E-03	1.42873E-04	-1.13332E-03
3.154687	13.351953	1.52893E-03	1.64796E-04	-1.19934E-03
3.634310	14.469727	1.63574E-03	1.88230E-04	-1.25928E-03
4.144141	15.587502	1.73950E-03	2.12420E-04	-1.31466E-03
4.688021	16.705276	1.86157E-03	2.42658E-04	-1.37626E-03
5.297656	17.823051	1.97449E-03	2.69872E-04	-1.43474E-03
5.913672	18.940826	2.10266E-03	3.01621E-04	-1.49942E-03
6.538021	20.058600	2.22168E-03	3.31103E-04	-1.55947E-03
7.178841	21.176375	2.36816E-03	3.66633E-04	-1.63490E-03
7.866341	22.294149	2.48718E-03	3.99894E-04	-1.68739E-03
8.577474	23.425555	2.63367E-03	4.33156E-04	-1.76736E-03
9.316341	24.543329	2.78015E-03	4.73221E-04	-1.83371E-03
10.024805	25.661104	2.90527E-03	5.07238E-04	-1.89080E-03
10.778190	26.778879	3.04871E-03	5.46547E-04	-1.95561E-03
11.586523	27.903469	3.21045E-03	5.85100E-04	-2.04025E-03
12.421484	29.021243	3.35999E-03	6.27433E-04	-2.10512E-03
13.282812	30.139018	3.51868E-03	6.69010E-04	-2.18066E-03
14.169857	31.256792	3.67126E-03	7.16634E-04	-2.23800E-03
15.083464	32.374567	3.83301E-03	7.61235E-04	-2.31054E-03
16.018164	33.492341	4.00391E-03	8.09615E-04	-2.38468E-03

16.964649	34.610116	4.17175E-03	8.54972E-04	-2.46181E-03
17.953320	35.727890	4.34265E-03	9.04864E-04	-2.53292E-03
19.013346	36.845665	4.53796E-03	9.58536E-04	-2.62089E-03
19.932487	36.586668	8.78906E-04	2.02668E-03	3.17446E-03
19.936979	10.734725	-5.37109E-03	9.98601E-04	7.36830E-03
20.014843	11.852499	-5.34363E-03	1.00540E-03	7.35444E-03
20.244661	12.970274	-5.27039E-03	1.01826E-03	7.30690E-03
20.537630	14.088048	-5.18188E-03	1.03337E-03	7.24863E-03
20.575977	14.128943	-8.00171E-03	1.03564E-03	1.00730E-02
20.580664	14.081233	-6.72607E-03	1.03337E-03	8.79282E-03
20.975130	15.205823	-6.66199E-03	1.05454E-03	8.77107E-03
21.425520	16.323597	-6.61011E-03	1.07873E-03	8.76757E-03
21.891472	17.441372	-6.57043E-03	1.10292E-03	8.77628E-03
22.419661	18.559146	-6.50940E-03	1.12787E-03	8.76513E-03
22.989193	19.676921	-6.45447E-03	1.15735E-03	8.76917E-03
23.563021	20.794695	-6.40564E-03	1.18456E-03	8.77477E-03
24.158138	21.912470	-6.36902E-03	1.21480E-03	8.79862E-03
24.801693	23.030244	-6.30493E-03	1.24806E-03	8.80106E-03
25.448828	24.148019	-6.26831E-03	1.27906E-03	8.82642E-03
26.151823	25.265793	-6.21338E-03	1.31610E-03	8.84557E-03
26.864193	26.383568	-6.16760E-03	1.35163E-03	8.87086E-03
27.641340	27.501343	-6.10962E-03	1.39094E-03	8.89149E-03
28.413021	28.619117	-6.06995E-03	1.42873E-03	8.92741E-03
29.267187	29.736892	-6.02112E-03	1.47107E-03	8.96325E-03
30.313347	30.854666	-5.96924E-03	1.52474E-03	9.01871E-03
31.638021	31.972441	-5.90210E-03	1.59051E-03	9.08311E-03
32.768684	33.090215	-5.85022E-03	1.64720E-03	9.14462E-03
34.150002	34.214805	-5.77698E-03	1.71599E-03	9.20896E-03
35.867317	35.332580	-5.70984E-03	1.80066E-03	9.31115E-03
37.256836	36.450354	-5.64270E-03	1.87247E-03	9.38764E-03
39.711132	37.424999	-5.55115E-03	1.99645E-03	9.54404E-03
41.917316	36.307225	-5.54810E-03	2.10303E-03	9.75417E-03
42.089520	35.189450	-5.59082E-03	2.11286E-03	9.81654E-03
42.191017	34.071676	-5.63660E-03	2.11815E-03	9.87290E-03
42.232162	32.953901	-5.67322E-03	2.12118E-03	9.91557E-03
42.245964	31.815680	-5.72205E-03	2.12420E-03	9.97045E-03
42.248634	30.697905	-5.77698E-03	2.12647E-03	1.00299E-02
42.249676	22.846221	-6.38428E-03	2.50293E-03	1.13901E-02
42.250523	14.496990	-7.24487E-03	2.14990E-03	1.15447E-02
42.299023	15.614765	-7.29980E-03	2.12345E-03	1.15467E-02

TABLO C-7 - 7 Numaralı Örneğin Kaya Mekaniği Test Verileri

Test Dosyası : A:KURU3 KURU YATAY
 Karotun Seri Numarası : Y-5
 Karotun Çapı : 53.82 mm.
 Karotun Boyu : 114.40 mm.

Test Başlangıç : 12-06-1995 10:44:39
 Test Bitiş : 12-06-1995 11:37:08

Zaman (dak)	Basınç Gerilmesi (MPa)	Eksenel Birim Bozulma (mm/mm)	Çevresel Birim Bozulma (mm/mm)	Hacimsel Birim Bozulma (mm/mm)
0.000000	7.163315	5.00488E-04	6.52184E-05	-3.70051E-04
0.000000	7.149901	5.00488E-04	6.74935E-05	-3.65501E-04
0.000000	7.156608	4.91333E-04	6.59768E-05	-3.59379E-04
0.000000	7.170022	5.09644E-04	6.67352E-05	-3.76173E-04
0.104297	8.270007	5.37109E-04	7.28020E-05	-3.91505E-04
0.282813	9.376699	5.76782E-04	8.19022E-05	-4.12978E-04
0.491471	10.483391	6.10352E-04	9.02441E-05	-4.29863E-04
0.700130	11.583376	6.46973E-04	1.03136E-04	-4.40700E-04
0.913477	12.683360	6.80542E-04	1.11478E-04	-4.57586E-04
1.134180	13.783345	7.26318E-04	1.23612E-04	-4.79095E-04
1.354818	14.883330	7.59888E-04	1.34229E-04	-4.91430E-04
1.582682	15.983315	8.02612E-04	1.44087E-04	-5.14438E-04
1.816146	17.083299	8.33130E-04	1.56979E-04	-5.19171E-04
2.039518	18.183284	8.97217E-04	1.69113E-04	-5.58991E-04
2.280339	19.283269	9.27734E-04	1.79730E-04	-5.68275E-04
2.526497	20.383254	9.61304E-04	1.93380E-04	-5.74543E-04
2.770963	21.483238	1.01318E-03	2.04756E-04	-6.03672E-04
3.021810	22.583223	1.05591E-03	2.18406E-04	-6.19096E-04
3.270833	23.683208	1.09863E-03	2.31298E-04	-6.36037E-04
3.527018	24.783192	1.13831E-03	2.41915E-04	-6.54476E-04
3.788802	25.883177	1.17798E-03	2.54807E-04	-6.68365E-04
4.047005	26.983162	1.22681E-03	2.68457E-04	-6.89892E-04
4.311654	28.089854	1.28174E-03	2.81349E-04	-7.19040E-04
4.578841	29.189839	1.31531E-03	2.94241E-04	-7.26825E-04
4.851628	30.289823	1.37329E-03	3.11683E-04	-7.49924E-04
5.117969	31.389808	1.41296E-03	3.23059E-04	-7.66846E-04
5.392643	32.489793	1.45874E-03	3.35951E-04	-7.86839E-04
5.671810	33.589777	1.50146E-03	3.50360E-04	-8.00746E-04
5.954818	34.689762	1.54419E-03	3.62493E-04	-8.19203E-04
6.229297	35.789747	1.58691E-03	3.78419E-04	-8.30077E-04
6.514128	36.889732	1.63574E-03	3.92827E-04	-8.50087E-04
6.808789	37.996424	1.68762E-03	4.07994E-04	-8.71633E-04
7.100846	39.103116	1.72119E-03	4.21645E-04	-8.77902E-04

TABLO C-8 - 8 Numaralı Örneğin Kaya Mekaniği Test Verileri

Test Dosyası : A:KURU9

ISLAK

YATAY

Karotun Seri Numarası : Y-9

Karotun Çapı : 53.9 mm.

Karotun Boyu : 112.07 mm.

Test Başlangıç : 12-12-1995 10:58:43

Test Bitiş : 12-12-1995 11:18:17

Zaman (dak)	Basınç Gerilmesi (MPa)	Eksenel Birim Bozulma (mm/mm)	Çevresel Birim Bozulma (mm/mm)	Hacimsel Birim Bozulma (mm/mm)
0.000000	2.842114	1.70898E-04	2.87814E-05	-1.13336E-04
0.000000	2.835427	1.80054E-04	3.02962E-05	-1.19461E-04
0.000000	2.828740	1.86157E-04	2.87814E-05	-1.28594E-04
0.000000	2.828740	1.77002E-04	3.10536E-05	-1.14895E-04
0.061328	3.925462	2.22778E-04	3.48407E-05	-1.53097E-04
0.146484	5.022183	2.56348E-04	4.01425E-05	-1.76063E-04
0.270964	6.118905	2.92969E-04	4.69592E-05	-1.99050E-04
0.411849	7.215627	3.20435E-04	5.07462E-05	-2.18942E-04
0.564844	8.312349	3.63159E-04	6.13499E-05	-2.40459E-04
0.726823	9.409071	3.96729E-04	6.89240E-05	-2.58881E-04
0.901693	10.512480	4.30298E-04	7.72554E-05	-2.75787E-04
1.086523	11.615889	4.73022E-04	8.71017E-05	-2.98819E-04
1.283333	12.712611	5.09644E-04	9.54332E-05	-3.18777E-04
1.485677	13.809333	5.49316E-04	1.07552E-04	-3.34213E-04
1.700846	14.906054	5.92041E-04	1.17398E-04	-3.57245E-04
1.919661	16.002776	6.37817E-04	1.28002E-04	-3.81814E-04
2.136523	17.099498	6.71387E-04	1.40120E-04	-3.91146E-04
2.360807	18.202907	7.26318E-04	1.51481E-04	-4.23356E-04
2.594336	19.306316	7.65991E-04	1.62085E-04	-4.41821E-04
2.832357	20.403038	8.05664E-04	1.75718E-04	-4.54228E-04
3.074805	21.499760	8.54492E-04	1.86322E-04	-4.81848E-04
3.326693	22.596482	9.00269E-04	2.01470E-04	-4.97329E-04
3.580143	23.693204	9.39941E-04	2.11316E-04	-5.17309E-04
3.837500	24.789925	9.82666E-04	2.24192E-04	-5.34282E-04
4.099154	25.886647	1.03455E-03	2.37068E-04	-5.60410E-04
4.362825	26.983369	1.07117E-03	2.50701E-04	-5.69764E-04
4.638346	28.080091	1.12610E-03	2.64335E-04	-5.97429E-04
4.918489	29.176813	1.17188E-03	2.80998E-04	-6.09880E-04
5.216992	30.280222	1.21460E-03	2.93874E-04	-6.26852E-04
5.526302	31.376944	1.26648E-03	3.07507E-04	-6.51466E-04
5.833984	32.473665	1.31531E-03	3.25685E-04	-6.63938E-04
6.150651	33.570387	1.36108E-03	3.41590E-04	-6.77904E-04
6.479297	34.667109	1.40991E-03	3.56738E-04	-6.96436E-04

6.817969	35.763831	1.46484E-03	3.75673E-04	-7.13497E-04
7.151302	36.860553	1.51672E-03	3.92336E-04	-7.32051E-04
7.495508	37.963962	1.55945E-03	4.08999E-04	-7.41450E-04
7.850651	39.060684	1.62659E-03	4.26420E-04	-7.73748E-04
8.175651	40.157405	1.66626E-03	4.42325E-04	-7.81609E-04
8.194857	41.267502	1.69983E-03	4.52929E-04	-7.93971E-04
8.221354	42.370911	1.73035E-03	4.66562E-04	-7.97222E-04
8.254297	43.467633	1.77002E-03	4.84740E-04	-8.00540E-04
8.294662	44.564355	1.81885E-03	5.03675E-04	-8.11498E-04
8.340300	45.661076	1.88293E-03	5.26397E-04	-8.30140E-04
8.386133	46.764486	1.93481E-03	5.47605E-04	-8.39605E-04
8.431966	47.861207	1.98975E-03	5.71842E-04	-8.46063E-04
8.476823	48.964617	2.04163E-03	5.95321E-04	-8.50984E-04
8.522526	50.074713	2.09961E-03	6.18801E-04	-8.62008E-04
8.568359	51.171435	2.15454E-03	6.40766E-04	-8.73010E-04
8.614193	52.268157	2.20337E-03	6.63488E-04	-8.76394E-04
8.658984	53.371566	2.26746E-03	6.86967E-04	-8.93521E-04
8.705664	54.468288	2.31934E-03	7.10447E-04	-8.98442E-04
8.752344	55.565009	2.36816E-03	7.32412E-04	-9.03341E-04
8.799024	56.668419	2.43225E-03	7.58921E-04	-9.14409E-04
8.847526	57.765140	2.48413E-03	7.79371E-04	-9.25389E-04
8.895183	58.861862	2.53601E-03	8.02850E-04	-9.30310E-04
8.943685	59.958584	2.59705E-03	8.27087E-04	-9.42871E-04
8.992188	61.061993	2.64282E-03	8.52082E-04	-9.38659E-04
9.040690	62.158715	2.70996E-03	8.76319E-04	-9.57323E-04
9.090169	63.255437	2.75879E-03	9.03585E-04	-9.51618E-04
9.139518	64.352159	2.81982E-03	9.27822E-04	-9.64179E-04
9.189844	65.448880	2.87170E-03	9.50545E-04	-9.70615E-04
9.240299	66.558977	2.92969E-03	9.76296E-04	-9.77095E-04
9.293360	67.655699	2.98767E-03	1.00356E-03	-9.80545E-04
9.346484	68.765795	3.04565E-03	1.03613E-03	-9.73391E-04
9.397656	69.862517	3.10059E-03	1.05885E-03	-9.82879E-04
9.450847	70.972613	3.15857E-03	1.09369E-03	-9.71181E-04
9.504818	72.069335	3.21655E-03	1.11414E-03	-9.88264E-04
9.557813	73.166057	3.26538E-03	1.14747E-03	-9.70440E-04
9.611979	74.276153	3.32642E-03	1.17549E-03	-9.75428E-04
9.667838	75.372875	3.39050E-03	1.18004E-03	-1.03043E-03
9.722656	76.469597	3.44238E-03	1.22548E-03	-9.91417E-04
9.779492	77.566319	3.50342E-03	1.25199E-03	-9.99433E-04
9.836133	78.663041	3.56140E-03	1.28759E-03	-9.86221E-04
9.894856	79.766450	3.61633E-03	1.31789E-03	-9.80560E-04
9.955143	80.863172	3.67737E-03	1.32243E-03	-1.03251E-03
10.018359	81.959893	3.73840E-03	1.37772E-03	-9.82960E-04
10.080664	83.063303	3.80554E-03	1.40802E-03	-9.89506E-04
10.146484	84.160024	3.85132E-03	1.43604E-03	-9.79235E-04
10.219857	85.256746	3.92151E-03	1.46937E-03	-9.82773E-04
10.291146	86.360155	3.99170E-03	1.51405E-03	-9.63590E-04

10.365299	87.463565	4.05579E-03	1.55041E-03	-9.54966E-04
10.441341	88.560286	4.12598E-03	1.58904E-03	-9.47901E-04
10.524674	89.657008	4.18701E-03	1.62767E-03	-9.31680E-04
10.614323	90.760417	4.25720E-03	1.67311E-03	-9.10982E-04
10.709505	91.857139	4.33350E-03	1.72234E-03	-8.88813E-04
10.821158	92.953861	4.40369E-03	1.77006E-03	-8.63571E-04
10.970312	94.050583	4.47693E-03	1.85186E-03	-7.73213E-04
11.011654	92.953861	4.45557E-03	1.87685E-03	-7.01862E-04
11.013476	91.850452	4.42200E-03	1.85792E-03	-7.06163E-04
11.017969	90.733668	4.38538E-03	1.86701E-03	-6.51364E-04
11.020833	89.630259	4.35486E-03	1.87912E-03	-5.96609E-04
11.027148	88.533537	4.32129E-03	1.88367E-03	-5.53951E-04
11.029818	87.430128	4.28772E-03	1.88140E-03	-5.24926E-04
11.036328	86.333406	4.25110E-03	1.88821E-03	-4.74672E-04
11.048177	85.236684	4.23279E-03	1.87307E-03	-4.86658E-04
11.058333	84.139962	4.18701E-03	1.88518E-03	-4.16644E-04
11.087500	83.043241	4.16260E-03	1.89957E-03	-3.63449E-04
11.265169	84.139962	4.19312E-03	2.00107E-03	-1.90982E-04
11.354817	85.236684	4.22974E-03	2.04348E-03	-1.42773E-04
11.395964	84.119900	4.21143E-03	2.06090E-03	-8.96219E-05
11.405143	83.023179	4.17480E-03	2.06545E-03	-4.39120E-05
11.427149	81.926457	4.15649E-03	2.06696E-03	-2.25718E-05
11.535156	80.829735	4.12292E-03	2.12301E-03	1.23094E-04
11.555339	79.726326	4.09241E-03	2.12907E-03	1.65730E-04
11.558138	78.576105	4.05273E-03	2.14119E-03	2.29640E-04
11.560026	77.399136	4.02832E-03	2.14497E-03	2.61628E-04
11.560807	76.275665	3.99170E-03	2.14876E-03	3.05823E-04
11.561849	75.118757	3.94897E-03	2.14876E-03	3.48547E-04
11.561849	73.955162	3.91846E-03	2.15028E-03	3.82095E-04
11.562631	72.791567	3.87878E-03	2.14649E-03	4.14193E-04
11.565495	71.688157	3.83606E-03	2.14573E-03	4.55403E-04
11.569987	70.584748	3.79639E-03	2.14497E-03	4.93561E-04
11.582812	69.481339	3.74756E-03	2.14952E-03	5.51478E-04
11.660677	70.578061	3.77808E-03	2.18739E-03	5.96701E-04
11.710026	71.681470	3.81470E-03	2.21163E-03	6.08554E-04
11.803515	72.778192	3.85132E-03	2.25934E-03	6.67366E-04
12.038671	71.681470	3.82690E-03	2.37901E-03	9.31121E-04
12.144011	70.584748	3.79028E-03	2.43203E-03	1.07378E-03
12.194336	69.488027	3.77197E-03	2.45703E-03	1.14208E-03
12.196158	68.391305	3.73840E-03	2.45930E-03	1.18019E-03
12.203516	67.294583	3.69568E-03	2.46005E-03	1.22443E-03
12.239193	66.197861	3.65906E-03	2.47823E-03	1.29741E-03
12.421354	67.294583	3.69568E-03	2.57139E-03	1.44711E-03
12.668489	66.960217	3.68958E-03	2.69561E-03	1.70164E-03
12.802149	65.850120	3.66211E-03	2.76150E-03	1.86090E-03
12.824154	64.753398	3.62854E-03	2.77135E-03	1.91416E-03
13.066667	64.325409	3.62549E-03	2.89632E-03	2.16715E-03

13.251693	63.228687	3.58887E-03	2.98645E-03	2.38404E-03
13.324804	62.125278	3.56140E-03	3.02508E-03	2.48876E-03
13.420182	61.021869	3.52783E-03	3.07128E-03	2.61473E-03
13.546354	59.925147	3.49426E-03	3.13339E-03	2.77252E-03
13.565690	58.801676	3.45764E-03	3.14172E-03	2.82580E-03
13.590300	57.698267	3.42102E-03	3.15763E-03	2.89423E-03
13.600521	56.594858	3.38440E-03	3.15838E-03	2.93237E-03
13.751497	55.498136	3.33252E-03	3.23337E-03	3.13421E-03
13.800846	54.367978	3.29590E-03	3.26442E-03	3.23294E-03
13.806315	53.264569	3.25623E-03	3.26593E-03	3.27564E-03
13.903516	52.161159	3.20435E-03	3.31214E-03	3.41993E-03
13.982162	51.064438	3.16772E-03	3.35076E-03	3.53380E-03
14.074675	49.967716	3.12805E-03	3.39772E-03	3.66740E-03
14.240299	48.870994	3.08228E-03	3.48255E-03	3.88283E-03
14.487500	48.924493	3.07312E-03	3.60677E-03	4.14042E-03
14.625651	47.807709	3.03955E-03	3.68099E-03	4.32244E-03
14.626693	46.657488	3.01208E-03	3.68099E-03	4.34990E-03
14.631185	45.547392	2.97852E-03	3.67493E-03	4.37135E-03
14.819857	46.644114	2.99377E-03	3.77037E-03	4.54696E-03
14.958008	47.740835	3.02429E-03	3.84081E-03	4.65732E-03
15.129167	48.837557	3.06396E-03	3.92639E-03	4.78882E-03
15.241796	49.934279	3.10364E-03	3.98244E-03	4.86124E-03
15.351693	51.031001	3.13721E-03	4.03697E-03	4.93674E-03
15.444140	49.854031	3.15552E-03	4.09454E-03	5.03356E-03
15.445964	48.750622	3.11279E-03	4.08772E-03	5.06265E-03
15.695833	49.660099	3.14941E-03	4.21194E-03	5.27446E-03
15.850521	50.763508	3.19214E-03	4.28995E-03	5.38776E-03
16.049154	51.860230	3.22876E-03	4.38765E-03	5.54655E-03
16.213020	52.956951	3.27759E-03	4.46794E-03	5.65829E-03
16.456511	53.966738	3.32642E-03	4.59215E-03	5.85789E-03
16.644140	55.063460	3.36304E-03	4.68607E-03	6.00911E-03
16.846485	56.160182	3.41187E-03	4.78529E-03	6.15872E-03
17.025000	57.256903	3.45459E-03	4.87467E-03	6.29474E-03
17.210026	58.353625	3.50342E-03	4.97086E-03	6.43829E-03
17.395834	59.450347	3.54614E-03	5.06174E-03	6.57735E-03
17.595312	60.553756	3.59802E-03	5.16096E-03	6.72391E-03
17.809505	61.650478	3.64380E-03	5.26776E-03	6.89172E-03
18.038347	62.753887	3.69263E-03	5.38364E-03	7.07466E-03
18.249023	63.850609	3.74756E-03	5.48816E-03	7.22877E-03
18.489649	64.947331	3.79333E-03	5.60859E-03	7.42385E-03
18.713020	66.044053	3.83301E-03	5.72069E-03	7.60837E-03
18.941992	67.140774	3.88184E-03	5.83354E-03	7.78525E-03
19.183659	68.050251	3.93677E-03	5.95776E-03	7.97874E-03
19.427996	68.605299	3.99170E-03	6.08197E-03	8.17224E-03
19.481184	67.508577	3.96729E-03	6.10924E-03	8.25119E-03
19.484831	66.405168	3.93677E-03	6.10848E-03	8.28019E-03
19.509504	65.295072	3.91541E-03	6.11833E-03	8.32125E-03

19.522331	64.198350	3.89709E-03	6.14105E-03	8.38500E-03
19.523176	62.994631	3.86047E-03	6.13878E-03	8.41708E-03
19.524153	61.897909	3.82385E-03	6.13044E-03	8.43704E-03
19.539648	60.767751	3.79028E-03	6.14029E-03	8.49030E-03
19.542513	59.671029	3.75671E-03	6.13499E-03	8.51326E-03

TABLO C-9 - 9 Numaralı Örneğin Kaya Mekanik Test Verileri

Test Dosyası : A:KURU10
 Karotun Seri Numarası : Y-10
 Karotun Çapı : 53.39 mm.
 Karotun Boyu : 113.28 mm.

ISLAK

YATAY

Test Başlangıç : 12-15-1995 12:01:03

Test Bitiş : 12-15-1995 12:38:13

Zaman (dak)	Basınç Gerilmesi (MPa)	Eksenel Birim Bozulma (mm/mm)	Çevresel Birim Bozulma (mm/mm)	Hacimsel Birim Bozulma (mm/mm)
0.000000	0.006816	2.07520E-04	-6.12471E-06	-2.19769E-04
0.000000	0.013631	2.16675E-04	-8.42148E-06	-2.33518E-04
0.000000	0.013631	2.19727E-04	-4.59353E-06	-2.28914E-04
0.000977	0.027263	2.19727E-04	-6.89030E-06	-2.33507E-04
0.786328	1.151853	4.73022E-04	-4.59353E-06	-4.82210E-04
0.789128	2.296890	6.37817E-04	1.53118E-06	-6.34755E-04
0.791797	3.414665	7.65991E-04	5.35912E-06	-7.55273E-04
0.798307	4.532439	8.81958E-04	1.45462E-05	-8.52866E-04
0.900846	5.650214	9.97925E-04	2.14365E-05	-9.55052E-04
1.049154	6.774804	1.08948E-03	2.67956E-05	-1.03589E-03
1.206510	7.892579	1.18408E-03	3.59827E-05	-1.11212E-03
1.372331	9.010353	1.26343E-03	4.21074E-05	-1.17921E-03
1.554492	10.128128	1.36108E-03	5.43568E-05	-1.25237E-03
1.748503	11.245902	1.43738E-03	6.27783E-05	-1.31182E-03
1.959961	12.363677	1.52283E-03	7.19654E-05	-1.37890E-03
2.164974	13.481451	1.61438E-03	8.42148E-05	-1.44595E-03
2.392969	14.599226	1.70288E-03	9.26363E-05	-1.51761E-03
2.613672	15.717000	1.79138E-03	1.06417E-04	-1.57855E-03
2.850651	16.834775	1.87073E-03	1.17901E-04	-1.63493E-03
3.097786	17.952549	1.96228E-03	1.31681E-04	-1.69892E-03
3.354167	19.070324	2.05688E-03	1.43931E-04	-1.76902E-03
3.629622	20.188098	2.14233E-03	1.56946E-04	-1.82844E-03
3.928125	21.305873	2.23389E-03	1.72258E-04	-1.88937E-03
4.225651	22.423647	2.33765E-03	1.87569E-04	-1.96251E-03
4.552474	23.541422	2.42615E-03	2.02116E-04	-2.02192E-03
4.914974	24.666012	2.53296E-03	2.22021E-04	-2.08892E-03
5.288476	25.783787	2.63062E-03	2.38098E-04	-2.15442E-03
5.717839	26.901561	2.74048E-03	2.64128E-04	-2.21222E-03
6.190169	28.019336	2.85034E-03	2.86330E-04	-2.27768E-03
6.696289	29.137110	2.94800E-03	3.10064E-04	-2.32787E-03
7.247461	30.254885	3.05176E-03	3.37625E-04	-2.37651E-03
7.871810	31.372659	3.17688E-03	3.69014E-04	-2.43885E-03
8.581120	32.490434	3.27759E-03	4.04231E-04	-2.46913E-03

9.375846	33.608208	3.40271E-03	4.45573E-04	-2.51156E-03
10.539323	34.725983	3.54004E-03	5.02226E-04	-2.53559E-03
12.304296	33.546867	3.55835E-03	6.05581E-04	-2.34719E-03
12.305143	32.272331	3.50037E-03	6.07878E-04	-2.28461E-03
12.306120	30.984164	3.44238E-03	6.09409E-04	-2.22357E-03
12.306120	29.811864	3.38135E-03	6.05581E-04	-2.17019E-03
12.306966	28.694090	3.32947E-03	6.03284E-04	-2.12290E-03
12.308789	27.549052	3.27759E-03	5.98691E-04	-2.08021E-03
12.310678	26.431278	3.21655E-03	5.96394E-04	-2.02377E-03
12.314322	25.306688	3.14636E-03	5.94863E-04	-1.95664E-03
12.317122	24.175282	3.07007E-03	6.02519E-04	-1.86503E-03
12.317968	23.009797	3.00903E-03	6.04050E-04	-1.80093E-03
12.319011	21.830682	2.94800E-03	6.05581E-04	-1.73684E-03
12.319792	20.712907	2.88086E-03	6.02519E-04	-1.67582E-03
12.321680	19.574685	2.80762E-03	5.96394E-04	-1.61483E-03
12.349154	18.456911	2.71606E-03	5.92566E-04	-1.53093E-03
12.514844	19.574685	2.74353E-03	6.01753E-04	-1.54002E-03
12.783984	20.692460	2.78320E-03	6.14002E-04	-1.55520E-03
13.039323	21.810234	2.83813E-03	6.28549E-04	-1.58104E-03
13.307682	22.928009	2.89917E-03	6.42329E-04	-1.61451E-03
13.589453	24.052599	2.95715E-03	6.55344E-04	-1.64646E-03
13.897982	25.170374	2.99377E-03	6.70656E-04	-1.65246E-03
14.248632	26.288148	3.05786E-03	6.88265E-04	-1.68133E-03
14.634961	27.405923	3.11890E-03	7.08935E-04	-1.70103E-03
15.066146	28.523697	3.18604E-03	7.31903E-04	-1.72223E-03
15.574154	29.641472	3.23792E-03	7.53340E-04	-1.73124E-03
16.161003	30.759246	3.31726E-03	7.83963E-04	-1.74933E-03
16.924479	31.883837	3.37524E-03	8.25305E-04	-1.72463E-03
19.019793	30.766062	3.35999E-03	9.33253E-04	-1.49348E-03
19.022461	29.648287	3.31421E-03	9.29425E-04	-1.45536E-03
19.526953	30.766062	3.35999E-03	9.51627E-04	-1.45673E-03
20.759960	31.883837	3.41492E-03	1.01517E-03	-1.38457E-03
23.209635	32.763062	3.49426E-03	1.14073E-03	-1.21281E-03
24.090300	31.645287	3.44849E-03	1.18284E-03	-1.08282E-03
24.250456	30.527513	3.39966E-03	1.18896E-03	-1.02174E-03
26.687500	31.120478	3.44849E-03	1.31452E-03	-8.19454E-04
29.206640	31.536236	3.45764E-03	1.44007E-03	-5.77496E-04
31.703972	32.374567	3.51257E-03	1.56563E-03	-3.81314E-04
34.214973	32.919823	3.54919E-03	1.69119E-03	-1.66822E-04
36.554817	31.802048	3.50952E-03	1.80526E-03	1.00996E-04

TABLO C-10 -10 Numaralı Örneğin Kaya Mekanığı Test Sonuçları

Test Dosyası : A:KURU11

ISLAK

YATAY

Karotun Seri Numarası : Y-11

Karotun Çapı : 53.89 mm.

Karotun Boyu : 114.13 mm.

Test Başlangıç : 12-19-1995 13:30:45

Test Bitiş : 12-19-1995 13:58:11

Zaman (dak)	Basınç Gerilmesi (MPa)	Eksenel Birim Bozulma (mm/mm)	Çevresel Birim Bozulma (mm/mm)	Hacimsel Birim Bozulma (mm/mm)
0.000000	0.013380	7.93457E-05	-9.11550E-06	-9.75767E-05
0.000000	-0.006690	7.62939E-05	-6.83663E-06	-8.99672E-05
0.000000	-0.020069	7.32422E-05	-6.07700E-06	-8.53962E-05
0.000977	0.006690	7.62939E-05	-6.07700E-06	-8.84479E-05
0.203320	0.200694	5.76782E-04	-4.55775E-06	-5.85898E-04
0.213281	1.297823	9.67407E-04	3.03850E-06	-9.61330E-04
0.238997	2.394952	1.17188E-03	6.83663E-06	-1.15820E-03
0.358789	3.492081	1.35193E-03	1.44329E-05	-1.32306E-03
0.533659	4.589210	1.49231E-03	2.35484E-05	-1.44521E-03
0.770833	5.686339	1.64795E-03	3.34235E-05	-1.58110E-03
1.062826	6.790158	1.80664E-03	4.78564E-05	-1.71093E-03
1.434505	8.027773	1.96533E-03	6.68470E-05	-1.83164E-03
1.632161	9.124902	2.09045E-03	8.58377E-05	-1.91878E-03
1.874805	10.222031	2.23083E-03	1.07107E-04	-2.01662E-03
2.126498	11.319160	2.37122E-03	1.28377E-04	-2.11446E-03
2.391992	12.416289	2.51160E-03	1.53444E-04	-2.20471E-03
2.672135	13.513418	2.65198E-03	1.76993E-04	-2.29799E-03
3.003451	14.610547	2.78625E-03	2.07378E-04	-2.37150E-03
3.341341	15.707676	2.92969E-03	2.38522E-04	-2.45264E-03
3.700130	16.804805	3.06091E-03	2.70427E-04	-2.52006E-03
4.100130	17.901934	3.19214E-03	3.06889E-04	-2.57836E-03
4.523177	18.999062	3.35083E-03	3.47908E-04	-2.65501E-03
4.978971	20.096191	3.48511E-03	3.85130E-04	-2.71485E-03
5.460482	21.200010	3.62854E-03	4.31467E-04	-2.76561E-03
5.990625	22.297139	3.76892E-03	4.77804E-04	-2.81331E-03
6.529818	23.394268	3.91846E-03	5.27180E-04	-2.86410E-03
7.142122	24.491397	4.07410E-03	5.81873E-04	-2.91035E-03
7.755469	25.588526	4.22668E-03	6.35047E-04	-2.95659E-03
8.414648	26.685655	4.38843E-03	6.97336E-04	-2.99376E-03
9.113997	27.782784	4.54407E-03	7.61904E-04	-3.02026E-03
9.829818	28.879913	4.69971E-03	8.24193E-04	-3.05132E-03
10.597005	29.977042	4.86145E-03	8.94839E-04	-3.07177E-03
11.442839	31.074171	5.03235E-03	9.68522E-04	-3.09530E-03
12.275782	32.171300	5.20325E-03	1.04448E-03	-3.11428E-03

13.186654	33.268429	5.36194E-03	1.12576E-03	-3.11041E-03
14.130468	34.365558	5.52979E-03	1.21160E-03	-3.10658E-03
15.144792	35.469376	5.70374E-03	1.30352E-03	-3.09670E-03
16.355989	36.566505	5.88989E-03	1.41214E-03	-3.06561E-03
17.476498	37.663634	6.05774E-03	1.51469E-03	-3.02835E-03
18.719465	38.760763	6.23779E-03	1.62408E-03	-2.98964E-03
20.067968	39.623749	6.40869E-03	1.74942E-03	-2.90986E-03
20.467123	40.720878	6.49719E-03	1.79348E-03	-2.91024E-03
20.578840	41.818007	6.60706E-03	1.84817E-03	-2.91072E-03
20.822330	42.814789	6.76270E-03	1.97275E-03	-2.81720E-03
21.069466	43.737983	6.93054E-03	2.09733E-03	-2.73589E-03
21.320313	44.647797	7.08313E-03	2.22190E-03	-2.63932E-03
21.570118	45.544231	7.23572E-03	2.34648E-03	-2.54275E-03
21.819141	46.333629	7.38525E-03	2.47106E-03	-2.44313E-03
22.065495	47.056129	7.52869E-03	2.59640E-03	-2.33589E-03
22.316341	47.678281	7.68127E-03	2.72174E-03	-2.23780E-03
22.566145	47.885665	7.77283E-03	2.84632E-03	-2.08020E-03
22.815168	48.434230	7.87354E-03	2.97089E-03	-1.93175E-03
22.972656	47.337101	7.83386E-03	3.04838E-03	-1.73711E-03
23.219791	48.039531	7.89490E-03	3.17295E-03	-1.54899E-03
23.355339	46.922332	7.85522E-03	3.25727E-03	-1.34068E-03
23.355339	45.811824	7.77893E-03	3.24816E-03	-1.28262E-03
23.358984	44.714695	7.73315E-03	3.24208E-03	-1.24899E-03
23.423958	45.811824	7.76367E-03	3.27398E-03	-1.21570E-03
23.595964	46.908953	7.83386E-03	3.35982E-03	-1.11422E-03
23.842318	47.390619	7.88269E-03	3.48440E-03	-9.13889E-04
23.906315	46.260041	7.83081E-03	3.52238E-03	-7.86046E-04
23.909115	45.162912	7.76672E-03	3.51706E-03	-7.32594E-04
23.935677	46.260041	7.82471E-03	3.52998E-03	-7.64750E-04
24.129622	45.149533	7.85522E-03	3.64544E-03	-5.64342E-04
24.130665	40.981781	7.63855E-03	3.82775E-03	1.69532E-05
24.131510	20.537719	6.06995E-03	3.77382E-03	1.47769E-03
24.131510	19.152928	5.85022E-03	3.62113E-03	1.39205E-03
24.134310	20.250057	5.89294E-03	3.62493E-03	1.35692E-03
24.168163	21.347186	5.92957E-03	3.64392E-03	1.35828E-03
24.221289	22.444315	6.00281E-03	3.67051E-03	1.33821E-03
24.285286	23.541444	6.06384E-03	3.70393E-03	1.34402E-03
24.356836	24.638573	6.14624E-03	3.73888E-03	1.33151E-03
24.436329	25.735702	6.21948E-03	3.77914E-03	1.33879E-03
24.524284	26.832831	6.30798E-03	3.82319E-03	1.33840E-03
24.620312	27.936650	6.37207E-03	3.87029E-03	1.36851E-03
24.723827	29.033779	6.46362E-03	3.92346E-03	1.38331E-03
24.832813	30.137597	6.55518E-03	3.97740E-03	1.39962E-03
24.950781	31.234726	6.63757E-03	4.03817E-03	1.43876E-03
25.087305	32.331855	6.74133E-03	4.10653E-03	1.47173E-03
25.219141	33.428984	6.82678E-03	4.17186E-03	1.51694E-03
25.352669	34.526113	6.93054E-03	4.24023E-03	1.54991E-03
25.496485	35.629932	7.01599E-03	4.31163E-03	1.60727E-03