

LİMONLU (MERSİN) KİREÇTAŞI OCAĞINDAKİ SÜREKSİZLİKLER VE MÜHENDİSLİK UYGULAMALARINA ETKİSİ

DISCONTINUITIES AND THEIR EFFECT UPON ENGINEERING APPLICATION IN LİMONLU (MERSİN) LIMESTONE QUARRY

Kıvanç ÖZ, Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 33160 Mersin

Adnan AYDIN, Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 33160 Mersin

ÖZET

Bu çalışmada, Limonlu (Mersin) taş ocağındaki süreksizliklerin çeşitli geometrik parametreleri ölçülmüş ve bunlar yorumlanarak çeşitli mühendislik özelliklerin belirlenmesinde kullanımı örneklenmiştir. Buna yönelik olarak da taş ocağında sistematik süreksizlik ölçümleri yapılmıştır. Geometrik ölçümler bilgisayar yazılımları ile değerlendirilerek süreksizlik kontur diyagramı, gül diyagramı ve ilgili histogramlar oluşturulmuştur.

Gül diyagramı ve kontur diyagram çözümlmelerine göre; ocakta K20D, K70-90D ve K40-50D doğrultularına sahip üç takımın egemen olduğu belirlenmiştir.

Limonlu taş ocağındaki kinematik kayma analiz sonuçlarına göre; potansiyel kaymanın kama tipi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, taş ocağında egemen süreksizlik takımlarını oluşturan gerilme yönleri ile, Toros Kuşağı'nın genel tektonik yapısını oluşturan kuvvet yönleri birbirleri ile uyumluluk göstermektedir.

ABSTRACT

In this study, possibilities of using various geometrical parameters of defining engineering properties of limestone exposed in Limonlu (Mersin) quarry was investigated. For this purpose a systematic survey of discontinuities within the quarry

was carried out. The measured discontinuities were then digitally evaluated to obtain contour diagram, rose diagram and histograms using computer softwares.

The rose and contour diagram analyses show that there are three dominant discontinuities sets within the quarry and their dips are; K20E, N70-90E ve N40-50E

The kinematic analysis show that the potential slope instability could be wedge type sliding in the quarry. The direction of principal stresses that have been effective in the tectonic evolution of the Taurus belt are found to be consistent with the direction of the dominant joint sets determined in the Limonlu quarry.

1. GİRİŞ

Akdeniz yöresinde yapılaşma alanı, düz ve az eğimli morfolojiye sahip kıyı şeridinden, potansiyel olarak problemler taşıyan, çoğunlukla çatlaklı karstik kireçtaşının ve orta-dik eğimli zeminlerin hakim olduğu yamaç bölgelerine doğru büyümektedir.

Bu noktadan hareketle, Mersin ilinin 43 km. batısında yer alan Limonlu taş ocağında (Şekil.1) işletme sonrasında oluşan dik şevlerde yüzeyleyen kireçtaşı içindeki süreksizliklere ait veriler toplanarak mühendislik uygulamalarında oluşturacakları problemler açısından irdelenmiş ve mevcut yöntemler ile uygulamaları sergilenmiştir.

Bu çalışmada, kireçtaşı üzerinde gelişmiş olan süreksizliklerin özellikleri ve kaya kütlesi ölçeğinde etkileri ve davranışı incelenerek, bu tür litolojilerde daha sonra yapılabilecek olan mühendislik uygulamalarında karşılaşılabilecek sorunların ve gerekli parametrelerin önceden tahmin edilebilmesi amaçlanmıştır.

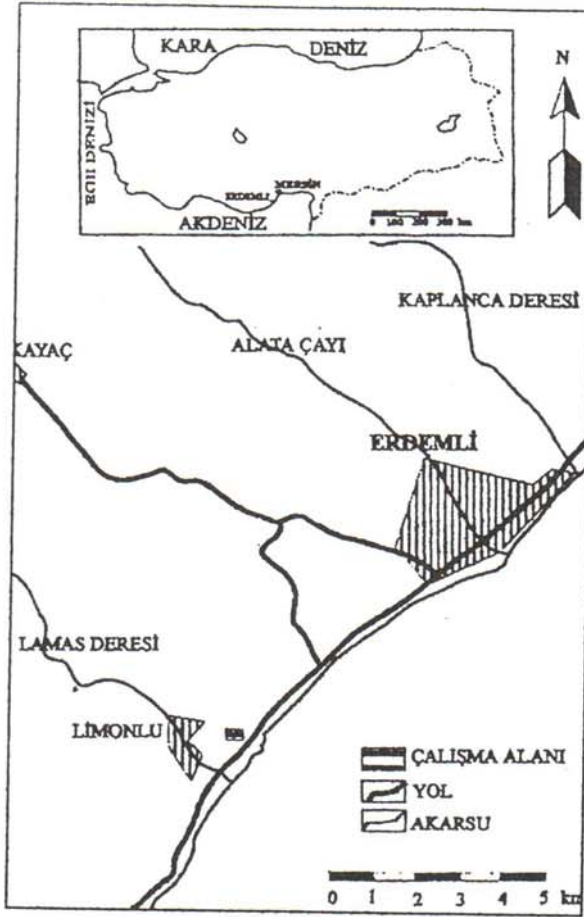
Bu çalışma için örnek olarak seçilen kireçtaşı ocağında süreksizlik ve tabakalanma ara düzlemleri tipindeki süreksizliklerin yerinde ölçüm ve gözlemler ile gerçek arazi verileri elde edilmiştir. Araziden elde edilen veriler doğrultusunda şevlerin kinematik analizi ve kaya kütlesinin mekanik ve hidrolik karakterizasyonu ortaya konmuştur. Yerinde Schmidt çekici ve laboratuvarında tek eksenli basma dayanımı deneyleri yapılarak kireçtaşının gerekli mekanik özellikleri ile ilgili veriler elde edilmiş ve mevcut ampirik metodlara göre bunlardan elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Süreksizliklerin oluşumuna etki ettiği bilinen litolojik değişimlerin belirlenebilmesi amacı ile değişik kesimlerden alınan örneklerin kesitleri yapılmış ve petrografik analizlerin sonuçları çatlakların geometrik özelliklerinin ve kaya kütlesinin günlenme derecelerinin yorumlanmasında kullanılmıştır.

2. YEREL JEOLJİ

Çalışma alanının yakın çevresinde detaylı jeojik araştırmalar yapmış olan Pampal (1987), çalışma bölgesindeki Miyosen yaşlı birimleri Tozlu kireçtaşı, Arslanköy marnı ve Karaisali kireçtaşı olmak üzere üç formasyona ayırmıştır (Şekil 2.).

Bölgede allokton birim olarak tanımlanan Çamlı ofiyoliti üstten Miyosen yaşlı birimler tarafından transgrasif olarak örtülmektedir.

Orta-kalın tabakalı, sert, kırıntılı kireçtaşlarından oluşan Tozlu kireçtaşı, tabanda birkaç metre kalınlığa sahip ve genellikle ofiyolitik çakıllar içeren bir kireçtaşı seviyesi ile daha yaşlı bütün birimler üzerine açısal uyumsuz olarak gelmektedir.



Şekil 1. Yer bulduru haritası

Beyazımsı gri, yer yer mavimsi renkte marnlardan oluşan Arslanköy marnının, marn katmanları yumuşak ve kolay dağılır özelliktedir ve altta tozlu kireçtaşı ile uyumlu, üstte Karaisalı kireçtaşı ile yanıl ve düşey geçişlidir

Çalışma alanında süreksizlik analizlerinin de yapıldığı birim yörede en çok gözlenen Karaisalı kireçtaşıdır. Birim başlıca resifal nitelikli, algli, mercanlı, sık dokulu kireçtaşlarından oluşmaktadır. Karaisalı kireçtaşı, inceleme alanı ve çevresinde daha yaşlı bütün birimlerin en yaygın örtüsüdür ve bütün Toros kuşağı boyunca hemen hemen aynı özelliklere sahiptir.

3. VERİ DEĞERLENDİRME

3.1. Günlenme-Bozuma

Çalışmanın yapıldığı taş ocağında, şevlerde yüzeylenen kireçtaşının farklı günlenme derecelerine sahip olduğu gözlenmiştir. Günlenme yüzeyleri; II. derece (az günlenmiş kaya), III. derece (orta derecede günlenmiş kaya) IV. derece (yüksek derecede günlenmiş kaya) ve V. derece (tamamen günlenmiş kaya) şeklindedir (I.S.R.M.,1978). Günlenmeye sebep olan farklı kimyasal ve fiziksel süreçlerin yanı sıra, kaya kütlelerinde patlatma sonucu oluşan yapay çatlaklar oldukça yaygındır.

Genel olarak kaya kütlelerine bakıldığında etkin bir günlenmenin varlığından söz edilebilir. Bu, kayanın büyük ölçüde parçalanmasına ve pek çok yerde santimetreden milimetreye

değişen boyutlardaki şeker kübü oluşumlarına olanak sağlamıştır. Bu durum, çalışılan taş ocağından çıkartılacak malzemenin genelde 50 santimetreden büyük olan blok boyutunu büyük oranda küçültmekte ve ocağın kullanım alanlarını daraltmaktadır. Bu ocağın terk edilmiş olmasının sebebi de, elde edilen malzemenin verimli ve bölgedeki kullanıma cevap verebilecek nitelikteki blokların elde edilmesine olanak sağlayamamasıdır. Bu taş ocağından elde edilebilecek malzeme ancak mıcır olarak kullanılabilir.

Öst Sistem	Sistem	Seri	Kat	Formasyon	Litoloji	Kalınlık	Açıklama
SENOZOİK	TERSİYER	MIYÖSEN	LANGİYEN - SERRAVALİYEN	Karaisalı Kireçtaşı		195	Beyaz, açık gri bej taze süreksizlik yüzeyleri, küçük boyutlu karstik yapılar ve yağmur izleri
				Arslanköy Marmı		83	Beyazımsı gri, yer yer mavimsi marmı
				BURDIGALİYEN	Tozlu Kireçtaşı		80
			MEZOZOİK	KRETASE		Çamli Öfyoliti	
							Gabbro, peridotit, yastık lavlar, yer yer diyabaz daykaları

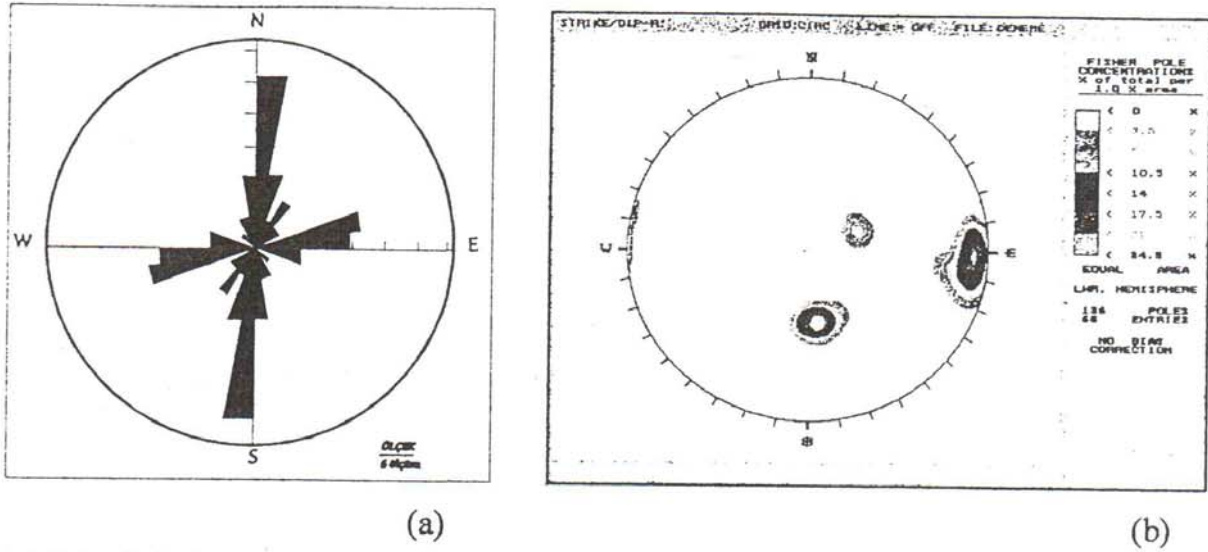
Şekil 2. Güzeloluk-Sorgun Yöresi, güney kesiminin stratigrafik dikme kesiti (Pampal,1987).

3.2. Süreksizliklerin Jeoteknik Özellikleri

Yönelim Ve Takım Sayısı

Arazi gözlemlerine dayanarak, bölgede ikisi daha yaygın olmak üzere kabaca üç süreksizlik takımının varlığı gözlenmiştir. Bilgisayar çözümlerinin sonuçları da arazi gözlemlerini destekler niteliktedir. Gerek doğrultu gül diyagramı, gerekse kontur diyagramında üç takımın da varlığı açıkça gözlenmektedir (Şekil 3a, 3b). Limonlu taş ocağındaki çatlak takımlarının ana çatlak doğrultuları; K20D, K70-90D ve K40-50D dur.

Elde edilen doğrultu gül diyagramlarına göre, taş ocağına lokal olarak etkileyen gerilme yönlerinin K42D ve G42B olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3. Çalışılan taş ocağındaki süreksizliklerin (a) doğrultu gül diyagramı, (b) kontur diyagramı

Aralık, Açıklık ve Devamlılık

Aralık, Açıklık ve Devamlılık parametrelerinin arazi ölçümlerinin I.S.R.M.(1978) ve E.G.W.P.(1977) ye göre bilgisayar değerlendirmesi sonucu elde edilen sonuçları Çizelge 1.de sunulmuştur.

Çizelge 1. Aralık, açıklık ve devamlılık parametrelerinin değerlendirme sonuçları

	ARALIK	AÇIKLIK	DEVAMLILIK
I.Süreksizlik Takımı (J1)	Yakın Aralık (600-200 mm.)	Aşırı Dar Açıklık (<2 mm.)	Orta Devamlılık (3-10 m.)
II. Süreksizlik Takımı (J2)	Yakın Aralık (600-200 mm.)	Dar Açıklık (6-20 mm.)	Orta Devamlılık (3-10 m.)
III.Süreksizlik Takımı (J3)	Geniş Aralık (600-2000 mm.)	Veri Yetersiz	Veri Yetersiz

Devamlılık parametresi için, histogram çözümlerinden elde edilen sonuçlara dayanarak; birinci ve ikinci çatlak takımlarının kendi içlerinde devamlılıkları ile birbirinden ayrılan zahiri birer takıma sahip oldukları söylenebilir.

3.3.3. Pürüzlülük

Arazi çalışmalarından elde edilen süreksizlik yüzeylerinin pürüzlülüğü I.S.R.M (1978) tarafından yayınlanan standart pürüz profillerine göre değerlendirilmiştir. Gruplandırılan pürüz profillerine karşılık gelen JRC (yüzey pürüzlülük katsayısı) değerleri kayanın makaslama dayanımını tahmin eden ampirik bir yöntemde (Barton,1977) kullanılmak üzere belirlenmiştir. Bu yöntemin uygulanması için gerekli olan süreksizlik yüzeylerinin basma dayanımı değerlerini (JCS) elde etmek için profil alınan süreksizlik yüzeylerinde Schimidt çekici endeks testleri yapılmıştır (Çizelge 2.).

Çizelge 2. Süreksizlik takımları için belirlenen ortalama JRC ve JCS değerleri

	JRC	JCS
I. Süreksizlik Takımı (J1)	11	48 MPa
II. Süreksizlik Takımı (J2)	13	47 MPa
III. Süreksizlik Takımı (J3)	17	81 MPa

Dolgu Malzemesi

Arazide yapılan gözlemler sonucunda, taş ocağında bulunan süreksizliklerin yer yer kalsit dolgu malzemesi ile kaplandığı belirlenmiştir. Açık süreksizlik yüzeylerinde ise kırmızımsı pas rengi kil sıvanmaları ve sarımsı limonitik bir malzeme yaygın olarak gözlenmektedir.

Su Sızıntı/Sızma

Yeraltı su seviyesinin çalışma alanını oluşturan taş ocağı seviyelerinden derinde olması ve şevlerin gerisindeki arazinin su toplama (reşarj) alanı özelliğinde olmaması nedeni ile kaydedilen süreksizlikler genellikle "kuru" olarak tanımlanmıştır.

Blok Boyutu

Limonlu taş ocağında belirlenen üç ayrı süreksizlik takımına ait aralık ve devamlılık parametreleri göz önüne alınarak hesaplanan hacimsel eklem sayısı 29.8 süreksizlik /m³ dür. Limolu taş ocağındaki blok boyutunun hacimsel eklem sayısına göre tanımlanması "küçük bloklar" şeklindedir. Blok şekli de göz önüne alınırsa kaya kütlelerinin "düzensiz küçük bloklar"dan oluştuğu söylenebilir (I.S.R.M.,1978).

4. SÜREKSİZLİKLERİN GEOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN HİDROLİK VE MEKANİK DEĞERLENDİRMEDE UYGULAMALARI

4.1. Tek Süreksizlik Ve Kütle Ölçeğinde Permeabilitenin Belirlenmesi

Permeabilitenin belirlenmesinde öncelikle bir süreksizliğin iletken ve gerçek (eşdeğer paralel levha) açıklıkları arasında çizgisel olmayan ampirik ilişki kullanılmış ve buradan süreksizliğin iletken açıklık değeri, e_c , belirlenmiştir.

Lee ve Farmer (1988) göre, ortogonal üç süreksizlik takımından oluşan (kübik bloklu olarak idealize edilmiş) bir kaya kütesinin hidrolik iletkenliği, tek süreksizliğin hidrolik iletkenlik değeri süreksizlik aralığına, S, bölünerek tahmin edilebilmektedir

$$K=(1/12 \times \gamma/\mu \times e_c^3) \times 1/S \quad [1]$$

K : hidrolik iletkenlik (m/s)

e_c : iletken (hidrolik) açıklık

γ : akışkanın özgül ağırlığı (kg.f/m³)

μ : akışkanın dinamik viskozitesi (16 C° için 1.12 x 10 kg/msn)

Limonlu taş ocağında yüzeylenen kireçtaşının, süreksizlik takım sayısı, takımların ortalama iletkenlik açıklıkları, süreksizlik aralıkları ve açısal ilişkilerine göre kübik bloklu olarak idealize edilmesi oldukça güç kabul edilebilir. Ancak, hidrolik iletkenliğin kaya kütesinin bu şartları kısmen sağlayan alt zonlara bölünerek bulunması ve bu zonların iletkenlik değerlerinin çalışma ölçeğinde heterojen bir dağılımı vurgulamak için kullanılması olanaklıdır. Ayrıca kaya kütesi ölçeğinde bu tür dağılımların saptanması ile bölgesel Y.A.S. akış ağlarının oluşturulması sağlanabilir.

Yukarıdaki açıklamalar esas alınarak, alt zonlar belirlenmiş ve hidrolik iletkenlik değerleri 3.16 x 10⁻⁸ m/sn ve 8.5 x 10⁻¹⁰ m/sn. olarak saptanmıştır. Bu değerler tüm çalışma alanı için hesaplanan K değerinden (2.7 x 10⁻⁹ m/sn) oldukça farklıdır. Bu da, çalışma alanındaki hidrolik iletkenlik değerinin, çatlakların farklı geometrik özellikler göstermiş olduğu alt zonlarda değişebileceğini, tüm çalışma alanı için hesaplanmış olan K değerinin, alanın tümünü temsil eden bir değer olamayacağını işaret etmektedir.

4.2. Barton Ampirik Yöntemi ile Makaslama Dayanımının Belirlenmesi

Çeşitli mühendislik projelerinde tasarım ve inşaa aşamalarında yerinde doğrudan makaslama deneyleri ve yönlü alınmış çatlaklı blok veya karot örnekler üzerinde üç eksenli basma dayanımı deneyleri yapılarak çatlak ve çatlaklı kütlelerin makaslama dayanımı parametreleri bulunmaktadır. Ancak bu yöntemler çok pahalı ve zaman alıcı olduğundan, istatistiksel anlamda ve projenin ilk aşamasında çeşitli endeks deneylerden faydalanarak söz konusu parametrelerin tahmin edilmesi için araştırmalar yapılmaktadır. Halen bu amaçla kullanılan yöntemlerden en yaygın olanı Barton (1977) tarafından önerilen ampirik bağıntıdır:

$$\tau = \sigma \tan (\phi + JRC \cdot \log_{10} JCS / \sigma) \quad [2]$$

Bu eşitlikte;

τ : makaslama dayanımı (Mpa)

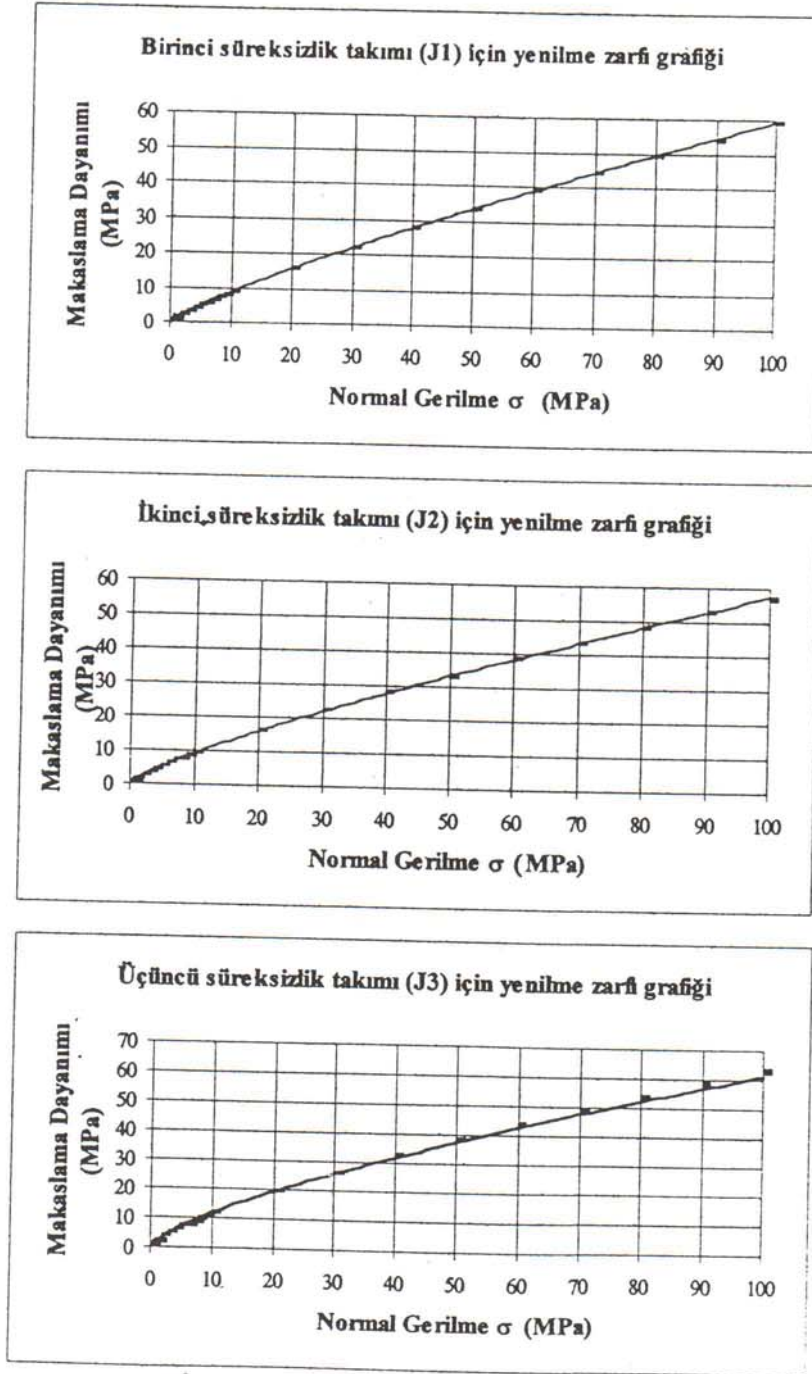
σ : normal gerilme (Mpa)

ϕ_I : süreksizlik içsel sürtünme açısı

JRC : pürüzlülük katsayısı (Joint Roughness Coefficient)

JCS : süreksizlik yüzeyi basma dayanımı (Joint Wall Compression Strength)

Barton (1977)'un önerdiği eşitlikte eşitliğinde normal gerilmelere uygun değerler verilerek her bir süreksizlik takımına ait yenilme zarfı grafikleri elde edilmiştir (Şekil 4). Bu grafikler yardımı ile daha sonra yapılabilecek bir mühendislik yapısının yapımı veya işletimi sırasında yaratacağı gerilme koşulları altında kaya kütlelerinin nihai duraylılığı, ya da yenilmenin hangi gerilme koşulları altında oluşabileceği konusunda önceden bir fikir sahibi olunabilir.



Şekil 4. Süreksizlik takımlarına ait yenilme zarfı grafikleri

4.3. Jeomekanik Kaya Sınıflaması (R.M.R.)

R.M.R. sisteminin (Bieniawski,1989) parametreleri çalışılan taş ocağındaki kireçtaşı için saha gözlemleri/ölçümleri ve laboratuvar deney sonuçlarına göre saptanmıştır. Bölgesel olarak hemen hemen aynı litolojik ve geometrik özelliklere sahip olan taş ocağındaki kireçtaşı üzerinden D-B doğrultusunda bir yol geçeceği düşünilerek puanlandırılmıştır. Buna göre taş ocağındaki kaya kütlesi ve geometrik olarak eşleniği bir kütle olarak düşünülen ve bölgede geniş bir yayılım sunan kireçtaşının kaya sınıfı "orta kaya" olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

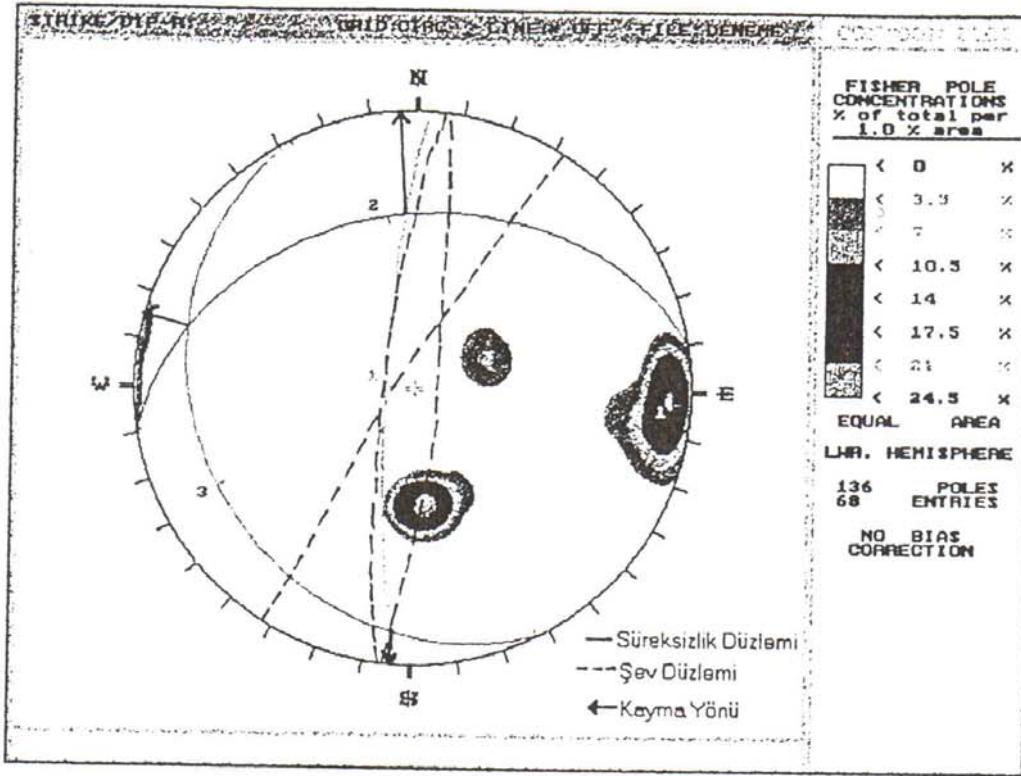
Çizelge 3. Taş ocağını oluşturan kaya kütlelerinin puan durumu

R.M.R. (ROCK MASS RATING)	PUAN
Kayacın Tek Eksenli Basma Dayanımı	8.7
R.Q.D.	9.7
Aralık	7
Süreksizliklerin Durumu	14
Yeraltı Suyu Koşulları	15
Süreksizliklerin Oryantasyonu	-5
KAYA SINIFI	ORTA KAYA

4.4. Kinematik Analiz

Mühendislik yapılarının yer seçimi, inşa aşaması ve servis süreleri boyunca güvenliği en üst, maliyeti ise en alt düzeyde tutmak önemli ölçüde stabilite problemlerinin önceden tahmin edilerek, kaçınılması ve giderilmesine bağlıdır. Bu tür problemlerin başında ise şevlerdeki stabilite problemleri gelmektedir. Şevin geometrisinin belirlenmesi için çizilecek portrede, bu çalışmanın da ana hatlarını oluşturan, genel jeolojik verilere ihtiyaç duyulmaktadır (sağlam kayanın özellikleri, süreksizliklerin geometrisi ve özellikleri, yeraltısuyunun durumu ve kayanın günlenme derecesi)

Süreksizlikler içeren kayalarda oluşan şevlerin duraylılık analiz yöntemlerinden biri stereografik izdüşüm yöntemi ile yapılan kinematik analizlerdir. Limonlu taş ocağındaki süreksizlik takımlarına ait kontur diyagram, şev düzlemleri ve süreksizlik düzlemleri stereografik izdüşüm yöntemi esas alınarak, M.S. Diederich ve E.Hoek (1989) tarafından geliştirilen DIPS adlı bir bilgisayar programı yardımı ile oluşturulmuştur. Çalışılan taş ocağına ait süreksizlik yönelimlerinden itibaren oluşturulan kontur diyagramlarından itibaren yapılan kinematik analiz sonucu, taş ocağındaki potansiyel duraysızlığın kama tipi kaymayı oluşturabileceği gözlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Süreksizlik takımları ve şev aynası düzlemlerinin stereografik iz düşümleri ve potansiyel kayma yönlerini gösteren kontur diyagram

5. SONUÇLAR

Çalışma süresince yapılan saha gözlemleri ve ölçümleri, laboratuvar deneyleri ve kinematik analizlere dayalı olarak elde edilen bilgilerin mühendislik uygulamalarına yönelik değerlendirilmesi ile aşağıdaki genel sonuçlara ulaşılmıştır.

Arazi gözlemleri ve bilgisayar çözümlenmeleri sonucu elde edilen süreksizlik gül diyagramları ve kontur diyagramları yardımı ile çalışma alanında, ikisi daha yaygın olmak üzere, üç süreksizlik takımının varlığı ortaya çıkarılmıştır. Bunlardan birinci süreksizlik takımı (J1)'na ait ana süreksizlik doğrultuları K20D, ikinci süreksizlik takımı (J2)'na ait ana süreksizlik doğrultuları K70-90D arasında değişmektedir. Bu iki süreksizlik takımı arasında gelişen üçüncü süreksizlik takımı (J3)'na ait süreksizlik doğrultuları ise K40-50D arasında değişmektedir.

Arazi ölçümlerinin histogram çözümlenmelerinden elde edilen sonuçlara göre süreksizlik takımlarının 600 mm. ile 200 mm. arasında değişen "yakın aralık" 600 mm. ile 2000mm. arasında değişen "geniş aralık" değerlerine sahip olduğu, 3 m. ile 10 m. arasında değişen "orta devamlılık" değerlerinin yanı sıra, 1 m. ile 3 m. arasında değişen "düşük devamlılık" devamlılık değerleri arasında yoğunlaştığı ve bunun da takımların kendi aralarında, devamlılıkları ile birbirlerinden ayrılan görünürde var olan birer takımın varlığına işaret ettiği belirlenmiştir.. Limonlu taş ocağının hacimsel eklem sayısı 29.8 çatlak/cm³ olarak hesaplanmıştır. Buna göre, blok boyutunun hacimsel eklem sayısına göre tanımlanması "küçük bloklar" şeklinde olup blok şekli göz önüne alınarak, kaya kütlelerinin "düzensiz küçük bloklar"dan oluştuğu ifade edilebilir.

Çalışma alanında kireçtaşı çatlaklarının yer yer kalsit dolgu malzemesi ile dolduğu, açık süreksizlik yüzeylerinde ise yaygın olarak kırmızımsı pas rengi kil sıvanmaları ve sarımsı limonitik bir malzemenin varlığı gözlenmiştir.

Kireçtaşı bloğunda gözlenen günlenme bölgelerinin dereceleri sıra ile; II. derece (az günlenmiş kaya), III. derece (orta derecede günlenmiş kaya), IV. derece (yüksek derecede günlenmiş kaya) ve V. derece (tamamen günlenmiş kaya) şeklindedir.

Limonlu taş ocağının genelinde ve belirlenen iki alt zonda hidrolik iletkenlik değerleri saptanmıştır. Buna göre; birinci alt zon için hidrolik iletkenlik değeri, $K, 3.16 \times 10^{-8}$ m/sn. ikinci alt zon için hidrolik iletkenlik değeri, 8.5×10^{-10} m/sn. ve tüm çalışma alanı için hesaplanan hidrolik iletkenlik değeri 2.7×10^{-9} m/sn. dir

Geometrik veriler ve çeşitli endeks deneylerden faydalanarak makaslama dayanımı parametreleri Barton (1977) tarafından önerilen ampirik yöntem kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmış ve her çatlak takımı için yenilme zarfı grafiği oluşturulmuştur.

Tek eksenli basma yükü deneylerinden elde edilen değerlerin aralığı 84 MPa ile 98 MPa arasında değişmektedir.

Çalışma alanındaki kaya kütlesi, jeomekanik kaya kütle sınıflama (R.M.R) sistemine göre puanlandırılmış ve kireçtaşının kaya sınıfı "orta kaya" olarak belirlenmiştir.

Çalışma alanında yapılan kinematik analiz sonuçlarına göre; taş ocağındaki potansiyel duraysızlığın, kama tipi kaymaları oluşabileceğini göstermiştir.

6. KAYNAKLAR

- BARTON, N. ve CHOUBEY, V. (1977) The shear strength of rock joint theory and practice. *Rock mechanics*, pp. 3-54
- BIENIAWSKI, Z.T. (1989) *Engineering Rock Mass Classification*. John Willey and Sons, New York, 251 p.
- E.G.W.P. (1977) The description of the rock masses for engineering purposes. *QJI Engineering Geology*, 10, 4, pp. 319-368.
- I.S.R.M. (1978) Suggested method for the quantitative description of discontinuities in rock masses. *Commission on standardization of laboratory and field test. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr.* V15, pp. 319-368.
- LEE, C.H. ve FARMER, I.W. (1988) A simple method of estimating rock mass porosity and permeability. *International Journal of Mining Geological Engineering*, 1990, 8, pp. 57-65.
- PAMPAL, S. (1987) Güzeloluk-Sorgun (Mersin) yöresinin jeolojisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, ayrı basım*, Cilt 2, Sayı 1, Ankara, s. 143-176.