

# Kırşehir Yöresi Kayaçlarının Kırmataş Agregası Olarak Kullanılabilirlik Özellikleri

İlhami DEMİR  
Gazi Üniversitesi Kırşehir Meslek Yüksekokulu  
Teknik Programlar Bölümü, KIRŞEHİR

## ÖZET

Bu araştırmada, Kırşehir yöresi taş ocaklarından elde edilen kayaçların mühendislik özellikleri incelenmiştir. Çalışma Kırşehir yöresinde yedi farklı bölgedeki taş ocağından alınan kayaçlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada taş ocaklarının kayaç özelliklerinin rezervi, mineralojik yapısı, basınç dayanımı ve yüzey sertlikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak; Demirli ve Küçükbüklüm taş ocaklarından alınan kayaçlar hariç diğer kayaçların beton agregası olabilmesi için mineralojik yapılar, yüzey sertlik ve basınç dayanım özellikleri bakımından uygun niteliklere sahip oldukları görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler :** Kayaç, kireçtaşı, agregası, kırmataş agregası,

## The Usage Properties of Kırşehir Regional Rocks as Crushed Stone Aggregate

### ABSTRACT

In this reserach, the properties of rock samples, which were collected from seven different stone quarries in the Kırşehir Region, have been examined for being used as crushed aggregates. Engineering properties such as stone-reserves of the quarries, mineralogical structures, compressive strength and surface hardness features of the rock samples have been determined. This study implies that the rock samples taken from the stone-quarries, Obruk, Keçikale (lower), Keçikale (upper), İnaç and Seyfe, except for the Demirli and Küçükbüklüm stone-quarries, have the right qualifications to be used as concrete aggregates in terms of their mineralogical structures, surface hardness and pressure resistance features.

**Key Words:** Rock, limestone, aggregate, crushed aggregate, concrete

### 1. GİRİŞ

Gelişen inşaat teknolojisi ve yetersiz malzeme kaynakları gibi sebepler kayaçların çeşitli şekillerde kullanılmasını sağlamıştır. Kırmataş agregalarının kullanımı, gün geçtikçe artmaktadır. Kırmataş agregası yüzeylerinin pürüzlü olması çimento hamuru ile agregası arasında kuvvetli bir aderans oluşturmaktadır. Pürüzlü yüzeyin büyük olması, kırmataş agregası ile çimento hamurunun temas yüzeyinin de o kadar geniş olmasını sağlar. Bu sebepten dolayı kırmataş agregası ile üretilen betonların dayanım özelliklerinin iyileştiği görülmektedir. Ayrıca, agregasının olabildiğince küp veya küre biçimine yakın olması, beton için elverişli bir durum oluşturmaktadır. Kayaçlar üzerinde yapılacak petrografik ve mekanik incelemelerin, kaliteli kırmataş agregası üretiminde önemi büyüktür. Örneğin opal, kristobalit, ve tridimit gibi minareller ile andezit gibi kayaçlar alkali agregası reaksiyonuna neden olduğundan doğal taşlar ve beton için uygun değildir. Fakat siyah ve beyaz kireçtaşı, kristal özelliği gelişmiş granit, bazalt, siyenit gibi doğal taşlardan da kaliteli beton agregası elde edilebilmektedir.

Kırşehir yöresinde beton üretiminde halen Kızılırmak nehrinin Nevşehir il sınırına yakın bölümlerinin

den elde edilmekte olan dere agregası kullanılmaktadır. Kırşehir ilinin kuzeybatı tarafından Kırıkkale istikametine doğru olan bölgesinde ise Hirfanlı baraj suyu birikintisi sebebiyle dere agregası temin edilememektedir. Bu durumda, zorunlu olarak Nevşehir'e yakın havzadan elde edilen agregada ise, akıntıyla sürüklenmiş, Nevşehir bölgesine ait hafif volkanik tüflü malzemeler bulunmaktadır. Bu sebeple, bölgeden elde edilen agregası, beton için çok uygun görülmemektedir. Kızılırmak nehrinin üzerinde bulunan tarihi Kesik köprü'ye yakın bir bölümden agregası alınması, tarihi Kesik köprü'nün bir bölümünün çökmesine neden olmuştur. Nehir yataklarından alınan agregası nedeniyle, bu gibi yerlere su ürünleri, tarla bitkileri ve bitki sulamacılığı de tehlikeye girmektedir.

Akarsu yataklarından kum-çakıl alınması ve buna göz yumulması arazinin doğal görünümünü tahrip etmenin yanı sıra, ekolojik dengenin de bozulmasına neden olmaktadır. Buna ek olarak, akarsu havzalarında toprak taşınması ve su kayıpları artmaktadır. Ekolojik olarak akarsulara insan eliyle yapılan olumsuz etkiler, bu havzaları tehdit etmeye başlamıştır. Bunun sonucu olarak da, tarım arazilerinde ve akarsu yataklarında büyük çukurlar açılarak, ileriki yıllarda tarım sulama su-

yunun ve tatlı su ürünlerinin kaybolması gibi tehlikeli bir durum ortaya çıkabilmektedir(1). Ayrıca Kırşehir'in 1. derecede deprem bölgesi olması, bölgede kaliteli beton üretimini gerektiren en önemli neden olarak görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı; Kırşehir yöresi taş ocaklarından elde edilen kırmataş agregalarının mühendislik özelliklerini belirlemektir. Araştırmaya konu olan taş ocaklarının seçilmesinin nedeni halen bu ocaklarda moloz taş ve mıcır üretilmesidir. Bu ocakların şehir merkezine yakın olmaları ise maliyetin düşürülmesinde bir etken olarak görülmüştür.

## 1.2. Bölgesel Jeoloji

### 1.2.1. İnceleme alanını jeolojisi

Çalışma sahalarının bulunduğu yöre ve yakın çevresinde Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik dönemlerine ait kayaçlar bulunmaktadır (2).

#### 1.2.1.1 Paleozoyik kayaçlar

Kalkandağ formasyonu: Gnays, şist, kuvarsit ve amfibolitlerden meydana gelen birim, Kırşehir masifi'nin alt seviyelerini oluşturmaktadır. Birim, değişik oranlarda ardışıklı pelitik, psömatik ve mağmatik kökenli kayaçların metamorfizmasıyla meydana gelmiştir. Kargasekmezdağ ve Buzlukdağ civarında gnayslar, diğer kısımlarda ise şistler daha yoğun olarak bulunmaktadır. Bölgede Kalkandağ formasyonunun tabanı görülmemektedir. Birimin yaşı Paleozoyik olup, üste doğru Kervansaraydağ formasyonu ve Bozcaldag formasyonu ile düşey ve yanal yönde geçişlidir (2).

Kargasekmez kuvarsit üyesi: Kargasekmez formasyonu içinde gri renkli ara düzeyler şeklinde yüzeylenen gri, kahve renkli kuvarsitler, orta kalın tabakalı veya masiftirler. Birim yer yer demirli kuvarsitler şeklindedir. Paleozoyik yaşlı birimin kalınlığı 5-30 m arasında değişmektedir (3).

Kervansaray dağ formasyonu: Kızıldağ, Naldökendağ, Bozcaldag, Kervansaraydağ, Buzlukdağ civarında yüzeylenen formasyon, mermer bant ve mercikleri ile biyotit-muskovitist, kalsilikatik şist, kalşist, kuvarsitist, piroksen şist, amfibolitist ve daha az oranda gnays, kalsilikatik gnays, kuvarsit, amfibolit, kloritist ve talk şistten meydana gelmiştir. Birim paleozoyik yaşlıdır (3).

Bozcaldag formasyonu: Açık gri, beyaz, ender olarak pembe renkli iri sakkoroid dokulu mermerlerden meydana gelmiştir. Kil katkılı ve katkısız karbonat kökenli olan mermerler, ince çört, amfibolit-amfibolitist ara seviyeleri içerirler (3)

#### 1.2.1.2 Mesozoyik kayaçlar

Baranadağ granitoyidi: Bozcaldagın doğusunda ve Karahıdır bölgesinin güneyinde yüzeylenen birim granit granitporfir, riyolit, granidiorit porfir, riyoda-

sitten meydana gelmiştir. Baranadağ Granitoyidi Üst Kretase yaşlıdır (3).

### 1.2.1.3. Senozoyik kayaçlar

Kızılırmak formasyonu: Bölgede büyük bir alanda yüzeylenen birim, kırmızı, kahve renkli, katmanlı, bloklu, çakıllı, kumlu, gevşek, karasal, çamurtaşlarından meydana gelmiştir. Birim içinde tuf, jips, anhidrit, killi kireçtaşı, çakıltası, kumtaşı, bant ve merciklerine de rastlanılmaktadır. Birimin yaşı Üst Miyosen-Pliyosen olup, Üst Miyosen öncesi, temel üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır. Kızılırmak formasyonu yamaç molozu, akarsu, sığ göl-playa ortamlarında gelişmiştir (4).

Kozaklı kireçtaşı üyesi: Kızılırmak formasyonu içinde yatay konumlu bant ve mercikler şeklinde yer alan Kozaklı Kireçtaşı Üyesi; beyaz, bej renkli, masif kırıntılı, boşluklu, killi kireçtaşı seviyelerinden meydana gelmiştir. Sığ göl ve playa ortamında oluşan birimin kalınlığı 1-5 m arasında değişmektedir (3).

Alüvyon: Bölgede en genç oluşumları meydana getiren birim, vadi ve akarsu yataklarında, ova ve düzlüklerde yüzeylenmektedir. Bölgedeki alüvyonlar kum, kil ve çakıllardan meydana gelmiştir. Alüvyonlar, kuvarterner yaşlı olup, oluşumları halen devam etmektedir. Faaliyet alanının doğusunda, Kızılırmak boyunca alüvyonlar yüzeylenmektedir (3).

## 2. ÇALIŞMA SAHASI VE ARAŞTIRMADA KULLANILAN METODLAR

### 2.1. Çalışma Sahası

#### 2.1.1. Ana kayaç

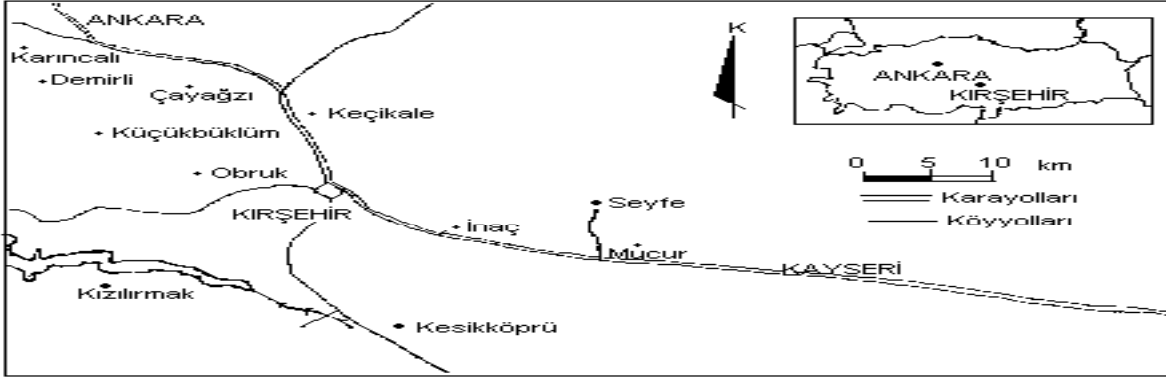
Araştırma sahası olarak Kırşehir yöresinde Seyfe, İnaç, Obruk, Küçükbüklüm, Keçikale(alt), Keçikale (üst), ve Demirliden alınan örnekler kullanılmıştır. Araştırma sahaları Şekil 2.1'de görüldüğü gibi Kırşehir-Kaman karayolunun 25. km'sinden başlayıp Kırşehir ilinin güneydoğu istikametine doğru 35 km'lik bir hat üzerinde bulunmaktadır.

Kayaç olarak; Seyfe, İnaç, Obruk, Küçükbüklüm, Keçikale (alt), Keçikale (üst) ve Demirli'den alınan kayaç örnekleri kullanılmıştır.

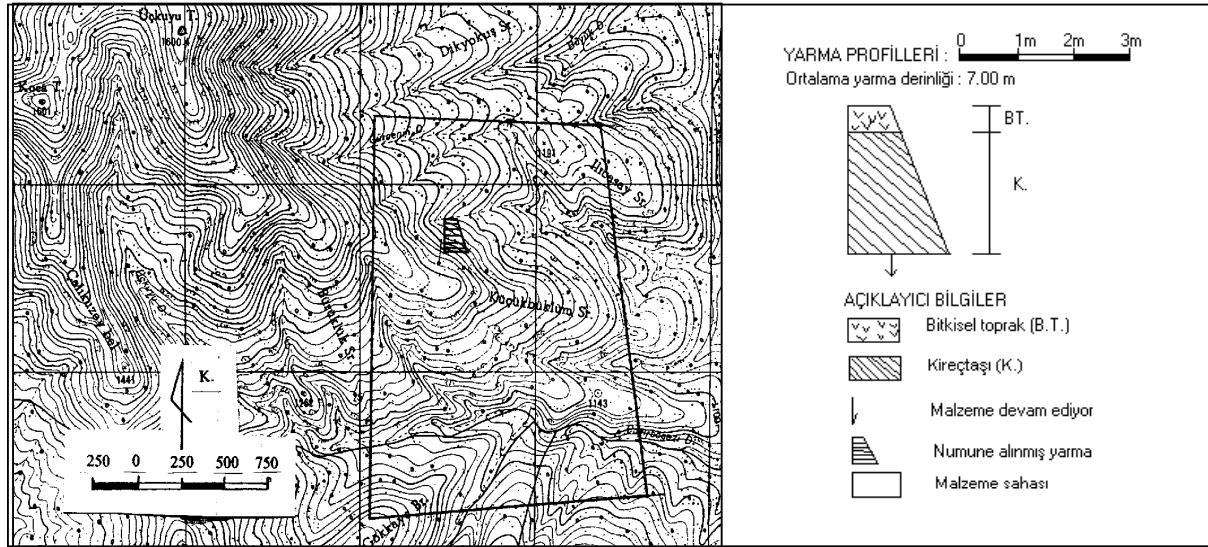
#### 2.1.1. Taş ocaklarının özellikleri

Küçükbüklüm taş ocağı Özbağ İlçesi Kışlapınar Mahallesi sınırları içerisinde, Kırşehir-Ankara karayolunun 8. km'sinin güneyindedir. Bölgede hâlen moloz taş üretimi olarak iki taş ocağı işletilmektedir. İşletilen bu taş ocağının topoğrafik yapısı Şekil 2.2'de görülmektedir.

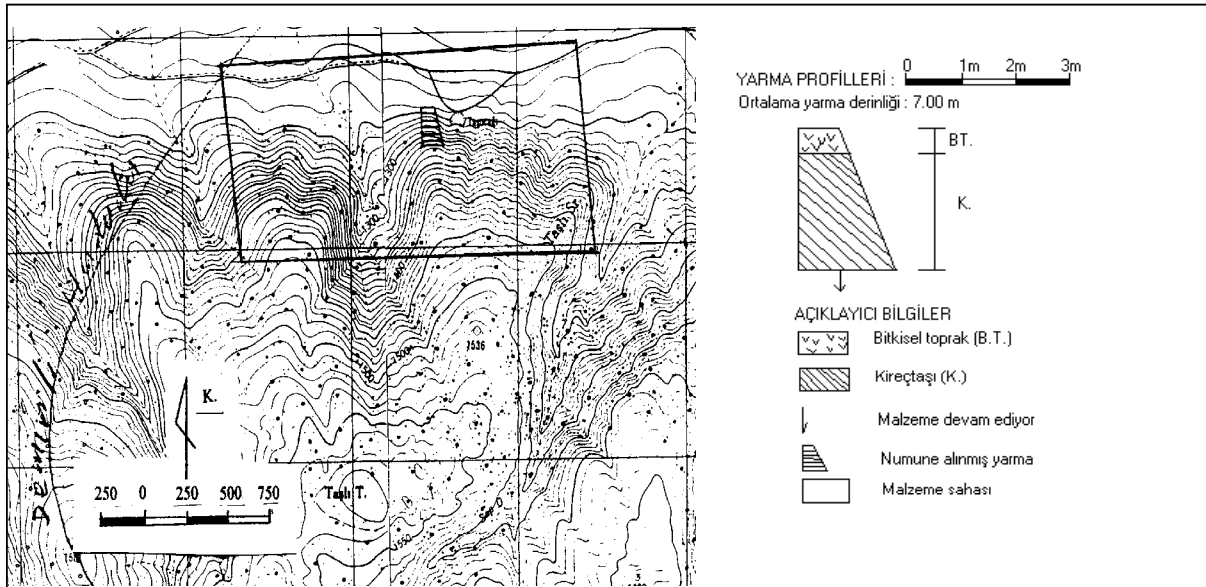
Demirli taş ocağı Kırşehir-Kaman karayolu 25. km' deki Demirli köyü sınırları içerisinde. Bölgede taşunu, mıcır olarak işletilmekte olan üç ocak vardır. Bu taş ocağının topoğrafik yapısı Şekil 2.3'de görülmektedir.



Şekil 2.1. Kırşehir civarından örnek alınan taş ocaklarının yerlerini gösterir harita



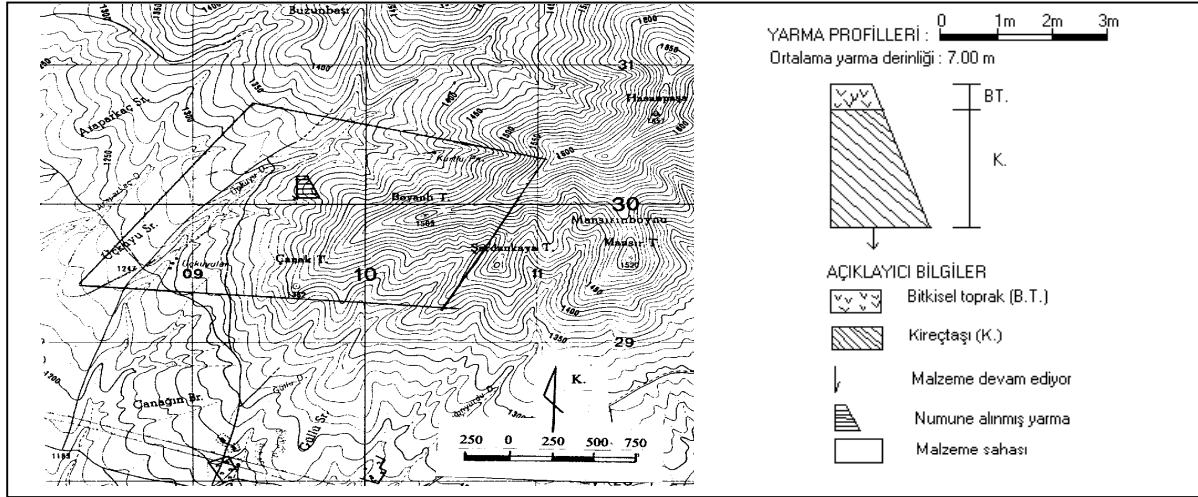
Şekil 2.2. Küçükbüklüm taş ocağının topoğrafik haritası



Şekil 2.3. Demirli taş ocağının topoğrafik yapısı

İnaç taş ocağı Kırşehir ilinin kuzey doğusunda Kırşehir-Mucur karayolunun 7.km'sindeki İnaç köyü sınırları içerisinde yer alan kırmataş üretimi için işletil-

mekte olan ocaktır. İşletilen bu taş ocağının topoğrafik yapısı Şekil 2.4'te gösterilmektedir.



Şekil 2.4. İnaç taş ocağının topoğrafik haritası

Keçikale (üst) taş ocağı Kırşehir İli Özbağ İlçesi sınırları içerisinde, Kırşehir ilinin kuzey batısında Kırşehir-Ankara karayolunun 9.km'de Karayolları işletmesi tarafından işletilmektedir. Bu taş ocağının topoğrafik haritası Şekil 2.5'de 1 numaralı yarma olarak gösterilmektedir.

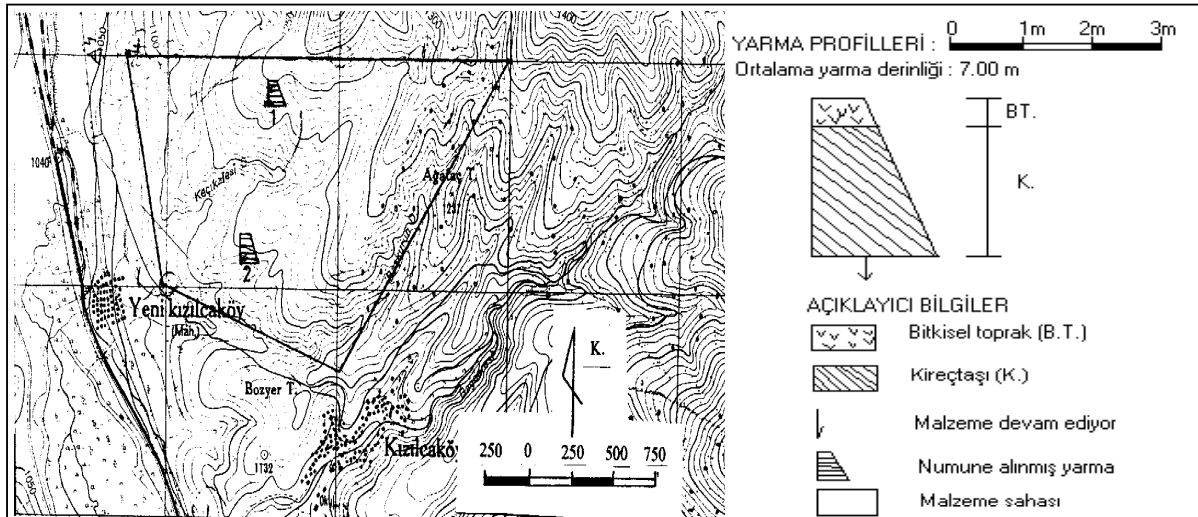
Seyfe taş ocağı Kırşehir İli Mucur İlçesi saytepesi sınırları içerisinde Seyfe gölünün kenar bölgesindedir. İşletilmekte olan bu taş ocağının topoğrafik haritası Şekil 2.6'da gösterilmektedir.

Şekil 2.5'de 2 nolu yarma sahası olarak gösterilmektedir.

## 2.2. Metodlar

### 2.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması

Kayaçların jeolojik ve mühendislik özellikleri Türk Standartlarına göre incelenmiştir. İnceleme Tablo 2.1'de gösterilen, kayaçların deney planına göre yapılmıştır. Öncelikle sahada, daha önceki veriler ışığında bölgenin jeolojik incelemeleri ele alınmıştır. Taş ocaklarının rezerv hesabı, makroskopik yapı, mikroskopik



Şekil 2.5. Keçikale (üst) taş ocağının topoğrafik haritası

Obruk taş ocağı Kayabaşı Mahallesi Obruk mevkiinde şehir merkezinin güney-batısında Barkisan şirketi tarafından işletilmektedir. Bu taş ocağının topoğrafik yapısı Şekil 2.7'de gösterilmektedir.

Keçikale (alt) taş ocağı Özbağ İlçesi Kızılcaköy sınırları içerisinde Kırşehir-Ankara karayolunun 9.km'sinin kuzeyinde yer almakta ve Köy hizmetleri tarafından işletilmektedir. Bu taş ocağının topoğrafik ya-

yapı, basınç dayanımı ve yüzey sertliği belirlenmiştir. Makroskopik yapı için taş ocaklarına gidilerek inceleme yapılmıştır. 3'er adet ince kesit üzerinde mineralojik yapısı 30'ar adet (75x150mm) ebadında silindirik kayaç örneklerine basınç dayanım deneyi, 5'er adet (71x71x71mm) ebadında küp örneklere mohs, schmidt ve shore yüzey sertliği deneyleri yapılmıştır.



Tablo 2.1. Taş ocacı örneklerine ilişkin deney planı

Deney Metodu	TS 699	TS 699	TS 699	TS 6809	BS1881	ISRM 1978
Deney Türü	Makroskopik Yapı	Mikroskopik Yapı	Basınç Dayanımı	Mohs Yüzey Sertliği	Schmidt Çekici Yüzey Sertliği	Shore Yüzey Sertliği
Örnek şekli						
Grup	Kayaç Örneği (Adet)	İnce Kesit Örneği (Adet)	(75x150) mm silindir örnek (Adet)	(71x71x71)mm küp örnek (Adet)	(71x71x71) mm küp örnek (Adet)	(71x71x71)mm küp örnek (Adet)
Küçük bölümler	6	3	30	5	5	5
Demirli	6	3	30	5	5	5
İnaç	6	3	30	5	5	5
Keçikale (üst)	6	3	30	5	5	5
Seyfe	6	3	30	5	5	5
Obruk	6	3	30	5	5	5
Keçikale (alt)	6	3	30	5	5	5
Toplam	42	21	210	35	35	35

durumları, kristal şekli, varsa bağlayıcı cinsi, tane yeknesaklığı, camsılığı, çeşitli tane büyüklükleri, doku, gözeneklilik, boşluk, yarık, kılcal çatlak, damar, bozuşma, tercihli ayırma yönü, en zor ayrılma yönü ile dolgu kısımları tesbit edilmiştir.

### 2.2.5. Basınç dayanımı tayini

Taş ocaklarında aynaların belirli bölgelerinden sahayı temsil edecek örnek bölgeler seçilmiştir. TS 699; Tabii yapı taşları muayene ve deney metotları Türk Standardında belirtilen esaslara uygun olarak, yedi sahadan oluşan ve her sahaya ait 30' ar adet deney örneği üzerinde basınç dayanımı test edilmiştir.

Deney numunelerinin yüzeyleri düzeltildikten sonra basınç uygulanarak yüzeylerinin boyutları kumpas yardımıyla 0,1 mm hassasiyetle ölçüldükten sonra deney presinin tablaları arasına ve tam ortaya gelecek şekilde yerleştirilerek, yük, basınç gerilmesi saniyede yaklaşık 1,0 N/mm<sup>2</sup>-1,2 N/mm<sup>2</sup> artacak şekilde ve çarpmasız olarak deney numunesi kırılmaya kadar uygulanarak pres göstergesinden okunan en büyük yük tesbit edilmiştir. Deney örneklerinin basınç dayanımının hesaplanmasında ise aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır (5).

$$F_b = P_k / A \quad (\text{MPa})$$

Eşitlikte;

$$F_b = \text{Taşın basınç mukavemeti, (MPa)},$$

$$P_k = \text{Kırılmaya sebep olan en büyük yük, kg f (N)}$$

A= Taşın yük uygulanan yüzeyinin alanı (mm<sup>2</sup>), olarak verilmiştir.

### 2.2.6. Sertlik tayini

5 adet (71x71x71 mm) boyutlarında küp örnek üzerinde sertlik tayini deneyi gerçekleştirilmiştir. Sertlik tayininde Mohs, Shore ve Schmidt test çekici ile olmak üzere üç farklı yöntem kullanılmıştır.

Sertlik tayini "TS 6809; Mohs Sertlik Cetveline Göre Sertlik Tayini Metodu" Standardında belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır (7).

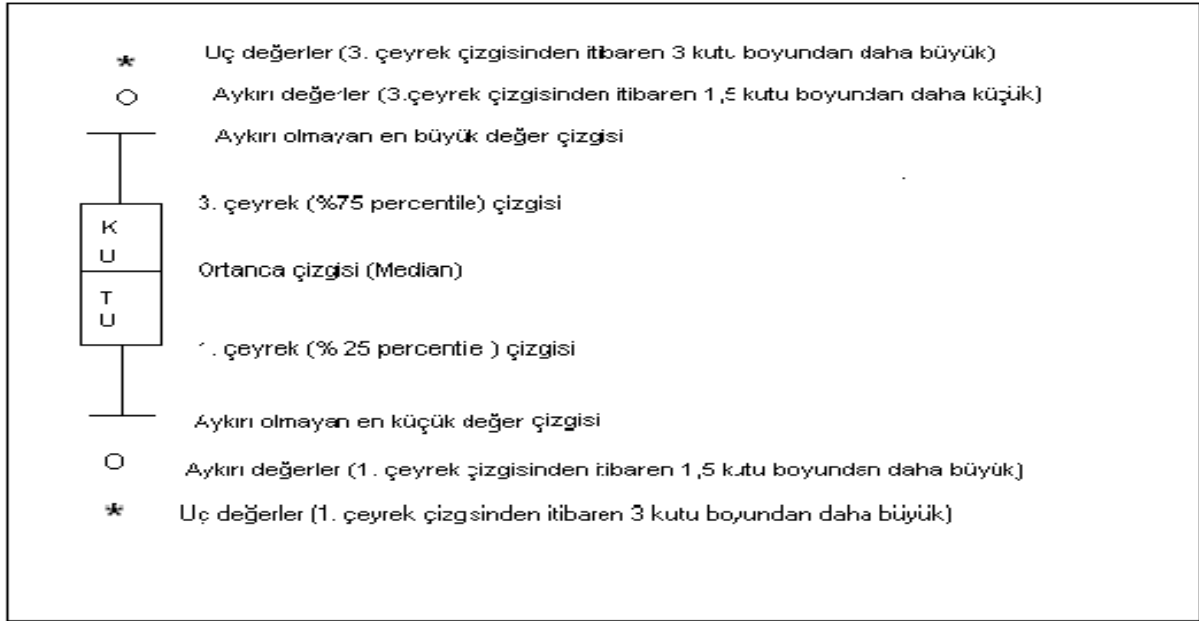
Schmidt test çekici ile yüzey sertliği Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği, ISRM tarafından önerilen ölçme yönteminde belirtilen esaslara uygun olarak N tipine göre, deney örneği 3 mm aralıklarla, 20 ayrı noktadan okuma yapılmıştır ve en yüksek 10 değer aritmetik ortalaması Schmidt geri tepme sayısı olarak kabul edilmiştir (8,9). Shore sertliği deney örneği yüzeyine 3 mm aralıklarla, 20 düşme yapılmıştır. Beş örneğe ait değerlerin ortalaması, Shore yüzey sertlik değeri olarak belirlenmiştir (10,11,12).

### 2.2.7. İstatistik metotlar

Kayaç örneklerinde altı ayrı deney türü için, yedi gruba ait veriler elde edilmiştir. Grupların her deney türü için ayrı ayrı olmak üzere ortalamaları arasında fark olup olmadığı, varyans analizi tekniği ile belirlenmiş, fark bulunan gruplarda, farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır. Bu çalışmada yapılan varyans analizi ve Duncan testlerinde "gruplar arasında fark vardır" kararına varılırken, yanlış olma olasılığı (anlamlılık düzeyi) en çok  $\alpha = 0,05$  olarak (1.tip hata) kabul edilmiştir (13).

Deneyisel çalışmalardan elde edilen veriler üzerinde veri dağılımları ve gruplar arasında dağılım farklılıklarını göstermek amacıyla grafik ve kutu grafikleri çizilmiştir. Şekil 2.8'de verilen kutu grafiğinde;

- Ortanca çizgisi ile merkezi eğilimler arasındaki ilişki (ortanca çizgisi, kutunun ekseninde ise, dağılım normal, ortanca çizgisi 1 çeyrek çizgisine daha yakın, ise dağılımın pozitif yönde çarpık olduğu, ortanca çizgisi 3 çeyrek çizgisine daha yakın ise, dağılımın negatif yönde çarpık olduğu),



Şekil 2.8. Kutu grafiğinin (boxplot) yapısı ve özellikleri

Kutunun boyu ile verilerin yayılma veya değişkenliği (gözlemlerin %50'sinin değerleri kutu içerisinde yer almakta, bu durumda kutu boyunun uzun olması veya değişkenliğin fazla olduğu), belirtilmektedir (14)

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Saha Özellikleri ve Rezerv

Seyfe, Demirli, Küçükbüklüm, Obruk, İnaç, Keçikale (alt) ve Keçikale (üst) taş ocaklarının kristalize kireçtaşından oluştuğu görülmüştür. Kireçtaşı; bileşiminde %90'a kadar kalsiyum karbonat bulunan kayaçlardır. Kristalize kireçtaşının mineralojik olarak tamamen kalsitten ve çok az miktarda da aragonit kristallerden oluştuğu belirlenmiştir.

Küçükbüklüm, Demirli, İnaç, Keçikale (üst), Seyfe, Obruk, Keçikale (alt) sahaların rezervleri hesaplanmış ve belirlenen tahmini rezervler Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Taş ocaklarının tahmini görünür rezervi

Taş ocağı	Rezerv (m <sup>3</sup> )
Küçükbüklüm	1 010 000
Demirli	2 875 000
İnaç	1 974 000
Keçikale(üst)	2 624 000
Seyfe	512 000
Obruk	2 660 000
Keçikale(alt)	2 125 000

#### 3.2. Makroskopik Yapı

Küçükbüklüm taş ocağı sarımsı renkli orta taneli kalsit kristallerinden oluşan kristalize kireçtaşıdır. Kalsitin yanında eser miktarda kuvars mineralinin bulunduğu görülmüştür. Çatlaklar çoğunlukla tabakalanma yüzeyini kesecek şekilde gelişmiş olup, birim içerisinde

büyük bloklar oluşturmuşlardır. Birim içerisinde tektonizmanın etkileride görülmektedir. Kireçtaşları genel olarak kuzey batı doğrultulu olup güneye doğru eğimlidirler ve eğim açıları 35°-40°'dir.

Demirli taş ocağı, beyaz-krem renkli, iri kristalli mermerdir. Tabakalanma gelişmemiş olup masif yapılıdır. Eklem çatlakları çokca gelişmiş olduğundan kayaç düzgün bloklar şeklinde ayrılmaktadır. Söz konusu çatlakların oluşturduğu bloklar, bir veya birkaç metre boyutlarında ve düzgün yüzeyli olup oldukça verimlidir. Bu özelliği ile mermer işletmeciliğinde büyük kolaylık sağlamaktadır.

İnaç taş ocağı, orta taneli kalsit kristallerinden oluşan kristalize kireçtaşıdır. Kalsit minerallerinin yanında tali olarak kuvars bulunduğu görülmüştür. Rengi sarımsı bej olup kalın tabakalı ve çatlaklıdır. Çatlaklar genelde tabakalanma yüzeyini kesecek şekilde gelişmiş olup birim içerisinde bloklar oluşturmuşlardır. Çatlakların arası ikincil kalsit mineralleri ile doludur. Birim içerisinde tektonizmanın etkileri görülmektedir. Kristalize kireçtaşları güneye doğru eğimli olup eğim açıları 25°-30°'dir.

Keçikale (üst) taş ocağı orta taneli kalsit kristallerinden oluşan kristalize kireçtaşıdır. Esas mineral kalsitin yanında eser miktarda kuvars bulunduğu görülmüştür. Kristalize kireçtaşları sarımsı bej, kalın-çok kalın tabakalı, kırıklı ve çatlaklıdır. Çatlaklar çoğunlukla tabakalanma yüzeyini kesecek büyük bloklar oluşturmuşlardır. Çatlakların arası yer yer ikincil kalsit mineralleri ile dolmuştur. Birim içerisinde tektonizmanın etkileri görülmektedir. Kristalize kireçtaşları genel olarak kuzeybatı doğrultulu olup güneye doğru 30°-35°'dir.

Seyfe taş ocağı krem renkli kalsit kristallerinden oluşan kristalize kireçtaşıdır. Çok kalın tabakalı ve kı-

rıklıdır. Birim içerisinde büyük bloklar oluşturmuşlardır. Birim içerisinde şiddetli tektonizmanın etkileri açıkça görülmektedir. Tabakalanmaya koşut laminer yapılar yer yer görülmektedir. Kristalize kireçtaşı kuzey batı doğrultulu olup güneye doğru eğimlidirler ve eğim açıları  $35^{\circ}$ - $40^{\circ}$ 'dir.

Obruk taş ocağı gri renkli orta taneli kalsit kristallerinden oluşan kristalize kireçtaşıdır. Esas mineral kalsitin yanında tali mineral olarak kuvars gözlenmiştir. Kireçtaşları kalın, kırıklı ve çatlaklıdır. Çatlaklar çoğunlukla tabakalanma yüzeyini kesecek şekilde gelişmiş olup birim içerisinde bloklar oluşturmuşlardır. Birim içerisinde şiddetli tektonizmanın etkileri gözlenmektedir. Tabakalanmaya koşut laminer yapılar yer yer gözlenmektedir. Kristalize kireçtaşları  $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$  güneye doğru eğimlidirler.

Keçikale (alt) taş ocağı orta taneli kalsit kristallerinden oluşan kristalize kireçtaşıdır. Esas mineral olan kalsit yanında eser miktarda kuvars görülmüştür. Bu taş ocağında yayılım sunan kristalize kireçtaşları sarımsı bej, kalın-çok kalın tabakalı, kırıklı ve çatlaklıdır. Çatlaklar çoğunlukla tabakanlanma yüzeyini kesecek şekilde gelişmiş olup birim içerisinde büyük bloklar oluşturmuşlardır. Çatlakların arası yer yer ikincil kalsit mineralleri ile dolmuştur. Birim içerisinde şiddetli tektonizmanın etkileri açıkça görülmektedir. Tabakalanmaya koşut laminer yapılar yer yer gözlenmektedir. Kristalize kireçtaşları genel olarak kuzey batı doğrultulu olup güneye doğru eğimlidirler. Eğim açıları  $30^{\circ}$ - $35^{\circ}$ 'dir. Çalışılan sahalarda birimin alt ve üst sınırları gözlenemediğinden gerçek kalınlık ölçülemediği görülmüştür.

### 3.3. Mikroskopik Yapı

Yedi adet taş ocağından alınan kayaç örneği üzerinde yapılan mikroskopik inceleme ile tane boyutu, doku özellikleri, mineralojik bileşim ve kayaç adı tanımlanmıştır. Bu ocaklardan alınan örneklerin ince kesitlerinin polarizan mikroskopla incelenmesinde şu özellikler belirlenmiştir;

- Küçükbüklüm örneklerinde kalsit > kuvars > serizit izlenmiştir. Kalsitler ksenoblastik şekilli eş boyutlu biçimlidirler. Çoğunluğu iki yönlü, iri kalsit tanelerinden oluşmaktadır. Azınlığı polisentetik ikizlenme göstermektedir. Üçlü noktalarda dokanaklar ortalama 0,18-0,80 mm arasında değişen tane boyuna sahiptirler. Kuvars ksenoblastik şekillidir. Ortalama boyu 0,09 mm'dir. Serizitler subidioblastik şekillidir. %1 oranında kalsit tanelerinin arasında kuvars taneleri ve serizit kalsitlerin dokanaklarında yer almaktadır.  $\pm$  opak minareli vardır. Boy sınıfı sparit ve ilerlemiş didolomitizasyon olup didolomitik kalkerdir.
- Demirli örneklerinde kalsit > serizit izlenmiştir. Kalsitler iri taneli olup %100 kalsit'tir. İki yönde mükemmel dilinimli öz şekilsiz-yarı öz

şekilli kalsit tanelerinden oluşmaktadır. Serizitler kalsit içinde inklüzyon olarak bulunmaktadır. Kireçtaşının içinde kuvars minerallerine rastlanmaktadır. Üçlü noktalarda dokanaklar ortalama 0,17 – 0,70 mm arasında değişen tane boyuna sahiptirler. Boy sınıfı sparit olup didolomitik kireçtaşı olup granoblastik dokuya sahip görünüm gözlenmiştir.

- İnaç örneklerinde kalsit oranı %94 olup, kalsit > kuvars > serizit izlenmiştir. Paralel sönme gösteren tek nikolde renksiz, çift nikolde canlı girişim renklerine sahip, %1 oranında muskovit'tir. Serizitler kalsitlerin dokanaklarında yer almakta olup, kalsit içinde inklüzyon olarak bulunmakta olup yapısal kuvvetlerin etkisinde kalmıştır. Kalsitler ufalanarak yaklaşık %10 protokatakalsit tekstür gelişmiştir. Kuvars 0,12 mm boydadır. Üçlü noktalarda dokanaklar ortalama 0,19 – 0,85 mm arasında olup boy sınıfı sparit didolomitik kireçtaşıdır.
- Keçikale (üst) örneklerinde numune %90 - 100 kalsit'tir. Kalsitler küçük taneli olup granoblastik dokuya sahiptir. Kuvars ortalama %0,05 mm boyundadır. Kuvars  $\pm$  miktarda olup az miktarda opak mineral vardır. Üçlü noktalarda dokanaklar 0,17 – 0,80 mm arasında değişen tane boyuna sahiptirler. İlerlemiş didolomitizasyon olup didolomitik kireçtaşıdır.
- Seyfe örneklerinde kalsit > kuvars > serizit izlenmiştir. Kalsitler iri taneli olup ksenoblastik şekilli eş boyutlu biçimlidirler. Çoğunluğu iki yönlü polisentetik ikizlenme göstermektedir. Üçlü noktalarda dokanaklar ortalama 0,20 – 0,90 mm arasında değişen tane boyuna sahiptirler. Kuvars ortalama 0,08 mm boydadır. Serizitler subidioblastik şekillidir. Kuvars ve serizit kalsitlerin dokanaklarında yer almaktadır.  $\pm$  plajiolklas olup az opak mineral vardır. Boy sınıfı sparit ve ilerlemiş didolomitizasyon olup didolomitik kireçtaşıdır.
- Obruk örneklerinde kalsit > kuvars > serizit izlenmiştir. Kalsit tanelerinin boyutlarında ufalanma gözlenmekte, bu tektonizma etkisinden olabilir. Bir deformasyon etkisinin varlığı gözlenmiştir. Kuvars ksenoblastik şekilli olup ortalama 0,11 mm boydadır. Serizitler subidioblastik şekillidir. Üçlü noktalardan dokanaklar ortalama 0,19-0,90 mm boydadır. Kuvars ve serizit kalsitlerin dokanaklarında yer almaktadır. Opak mineral azdır. Boy sınıfı sparit'tir. İlerlemiş didolomitizasyon olup didolomitik kireçtaşıdır.
- Keçikale (alt) örneklerinde %100 kalsit'tir. Kalsitler irili ufaklı taneler şeklinde gözlenmekte ve yer yer demirhidroksitle boyanmaları



nedeniyle kalsit tanelerin etrafı koyu kahve-rengi – kırmızımsı bir renk almıştır. Kuvars ve serizit izlenmemiştir. Üçlü noktalarda dokanaklar ortalama 0,16 - 0,75 mm arasında değişen tane boyuna sahiptirler. Az miktarda opak mineral olup didolomitik kireçtaşıdır.

Sonuç olarak Küçükbüklüm, Demirli, İnaç, Keçikale (üst), Seyfe, Obruk ve Keçikale (alt) sahalarının örnekleri %94'ün üzerinde kalsit bulduran ve mineralojik olarak birbirlerine çok benzeyen metamorfizmaya uğramış kireçtaşlarıdır. Beton agregası olarak kullanılacak kırmataşlardan bulunan kalsit ve kuvars mineralinin betonda kullanımının uygun olduğu bilinmektedir (15). Gruplara ait örneklerin yapısında kalsit > kuvars minerallerinin olduğu görülmektedir.

### 3.4. Basınç Dayanımı

Demirli, Seyfe, Küçükbüklüm, Obruk, İnaç, Keçikale (alt) ve Keçikale (üst) taş ocaklarına ait 30'ar adet deney örneği üzerinde gerçekleştirilen basınç dayanımına ilişkin açıklayıcı istatistikler Tablo 3.2'de verilmiştir. Yedi grup halinde görülen bu örneklerin basınç dayanımları arasında yapılan Varyans analizine göre gruplar arasında  $\alpha=0,05$  anlamlılık düzeyinde bir farklılık görülmüştür. Ayrıca, Duncan çoklu karşılaştırmasına ilişkin gruplar arasındaki veriler Tablo 3.3'te verilmiştir

Bu sonuçlara göre;

- Demirli, Küçükbüklüm, Keçikale (alt) ve Keçikale (üst) basınç verileri dağılımının pozitif yönde çarpık olduğu Seyfe, İnaç ve Obruk verilerinde dağılımın normal olduğu (Şekil 3.1),
- En küçük basınç dayanımının Demirli (41,63 MPa), en büyük basınç dayanımının Keçikale (üst) (140,73 MPa) örneklerinde ait olduğu görülmektedir.

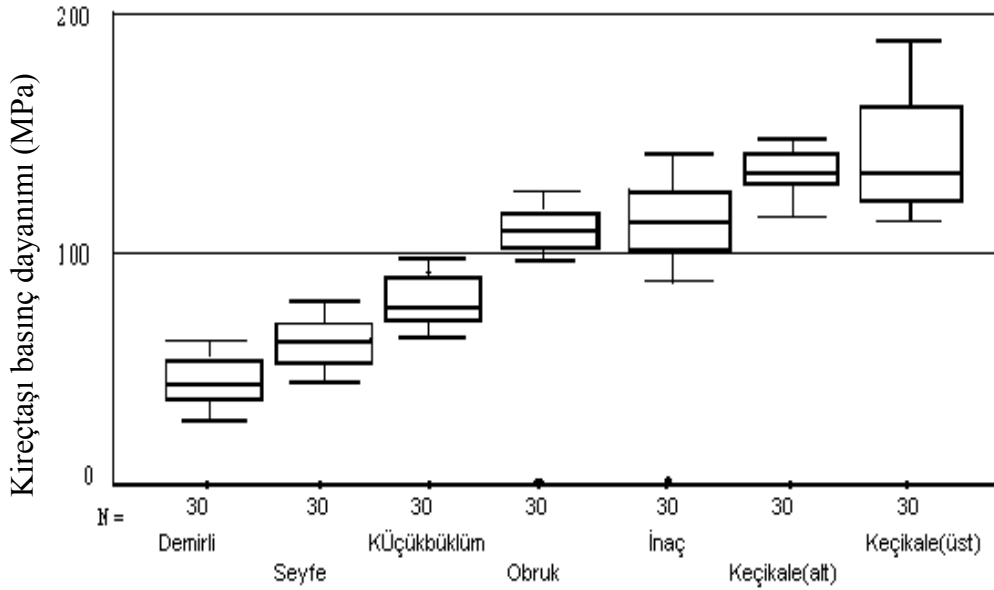
TS 2513 Doğal Yapı Taşları metoduna göre kireçtaşlarının basınç dayanım değerinin minimum 35.71 MPa, yoğun kalkerin ise 51,02 MPa olması gerekmektedir (16). Gruplara ait örneklerin basınç dayanımı ortalamalarının öngörülen standart değerinin üzerinde olduğu görülmektedir. TS 706'da kayaç basınç dayanımının en az 102 Mpa basınç dayanımları olması halinde başka bir incelemeye gerek olmaksızın agrega olarak yeterli olduğu kabul edilmektedir (17). Gruplara ait örneklerden Obruk 106,30 MPa, İnaç 113,20 MPa, Keçikale (alt) 132,37 MPa ve Keçikale (üst) 140,73 MPa ile basınç dayanım değerleri bu standart değerinin üzerinde olduğu görülmektedir (Tablo 3.2, Şekil 3.2). Gruplara ait örneklerin basınç dayanımlarının en düşük değeri standart değerinin üzerinde olduğu görülmektedir.

Tablo 3.2. Kırşehir yöresindeki kireçtaşlarının basınç dayanımlarına ilişkin açıklayıcı istatistikler

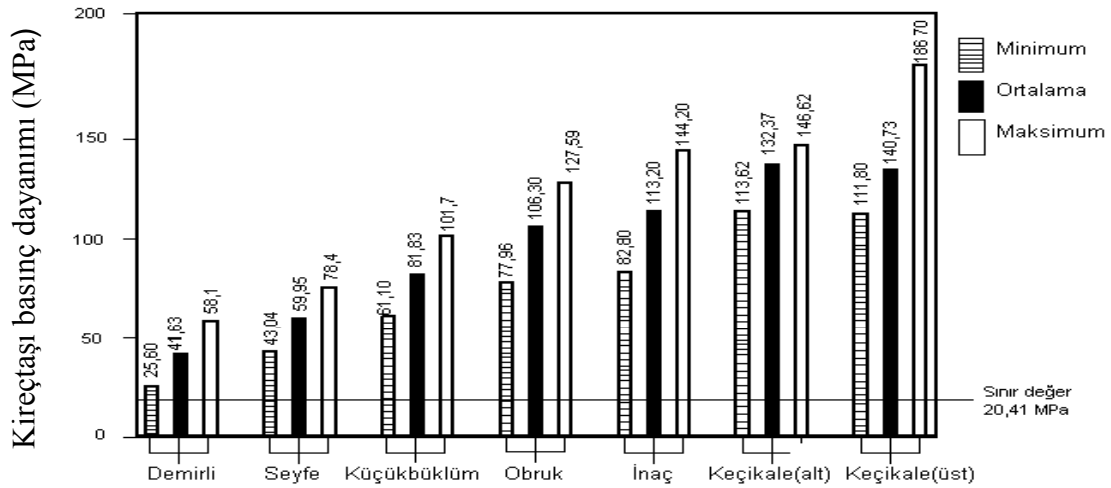
Ocak	Örnek sayısı	Max. değer (Mpa)	Min. değer (Mpa)	Standart sapma	Aritmetik ortalama (Mpa)
Demirli	30	58,1	25,6	10,01	41,63
Seyfe	30	78,4	43	9,27	59,95
Küçükbüklüm	30	101,7	61,1	11,24	81,83
Obruk	30	127,6	78	13,40	106,30
İnaç	30	144,2	82,8	16,87	113,20
Keçikale (alt)	30	146,6	113,6	8,10	132,37
Keçikale (üst)	30	186,7	111,8	23,00	140,73

Tablo 3.3. Kireçtaşlarının basınç dayanımlarının Duncan testi sonuçları

Ocak	Örnek sayısı	$\alpha = 0,05^*$					
		1	2	3	4	5	6
Demirli	30	41,63					
Seyfe	30		60,00				
Küçükbüklüm	30			81,80			
Obruk	30				106,30		
İnaç	30				113,20		
Keçikale (alt)	30					132,40	
Keçikale (üst)	30						140,70



Şekil 3.1. Kireçtaşı örneklerinin basınç dayanım kutu grafiği



Şekil 3.2. Kireçtaşı örneklerinin basınç dayanım histogramı

### 3.5. Yüzey Sertliği

Küçükbüklüm, Demirli, İnaç, Keçikale (üst), Keçikale (alt), Seyfe ve Obruk taş ocaklarından elde edilen örnekler üzerinde gerçekleştirilen Schmidt çekici, Shore ve Mohs yüzey sertlik verilerine ilişkin değerler Tablo 3.4’de verilmiştir.

Küçükbüklüm, Demirli ve Seyfe grupları Schmidt sertliğine göre sert grubunda, Mohs sertliği ise 2,5-3,0 arasındadır.

Schmidt’e göre oldukça sert gruba giren İnaç, Keçikale (üst), Obruk ve Keçikale (alt) kireçtaşları Mohs sertliğinde Obruk hariç 3,0-3,5 arası sertlikte olduğu gözlenmiştir. Yüzey sertlik dereceleri ile basınç dayanımları doğru orantılı olarak artmaktadır.

Örneklerin yüzey sertliği ve basınç dayanım sonuçlarına göre; Yüzey sertliği sert olan Seyfe, Demirli

ve Küçükbüklüm kayaç örneklerinin basınç dayanımları düşük, yüzey sertliği oldukça sert olan Keçikale (alt), İnaç, Obruk ve Keçikale (üst) kayaç örneklerinin basınç dayanımları daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 3.2, Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Kireçtaşı örneklerinin sertlik dereceleri

Deney örnekleri	Schmidt çekici Geri tepme sayısı (N tipi)	Shore Scleroscope sertliği	Mohs sertlikleri
Küçükbüklüm	49,1	45,50	2,5-3,0
Demirli	46,8	43,93	2,5-3,0
İnaç	52,6	49,03	3,0-3,5
Keçikale (üst)	58,0	52,06	3,0-3,5
Seyfe	46,4	42,33	2,5-3,0
Obruk	53,2	47,77	2,5-3,0
Keçikale (alt)	52,3	45,17	3,0-3,5

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kırşehir yöresinde kırmataş olarak kullanılan Küçükbüklüm, Demirli, İnaç, Seyfe, Obruk, Keçikale (alt), Keçikale (üst) ana taş ocağı rezervi, mineralojik özelliği, yüzey sertliği ve basınç dayanım deney sonuçlarına göre;

- Taş ocaklarının tahmini rezervleri Seyfenin 512.000 m<sup>3</sup>, Küçükbüklümün 1.010.000 m<sup>3</sup>, İnaç'ın 1.974.000 m<sup>3</sup>, Keçikalenin (alt) 2.125.000 m<sup>3</sup>, Keçikalenin (üst) 2.624.000 m<sup>3</sup>, Obruk'un 2.660.000 m<sup>3</sup>, Demirlinin 2.875.000 m<sup>3</sup> olduğu,
- Ana kayaçların ana minerallerinin kalsit olduğu ve eser miktarda da kuvars bulunduğu ve serizit şeklinde oluştuğu, Demirli sahasında ise kuvars gözlemlendiği,
- Ana kayaçların basınç dayanım değerlerinin, Demirli 41,63 MPa, Seyfe 59,95 MPa, Küçükbüklüm 81,83 MPa, Obruk 106,30 MPa, İnaç 113,20 MPa, Keçikale (alt) 132,37 MPa, Keçikale (üst) 140,73 MPa olduğu,
- Kayaç örneklerinden Küçükbüklüm, Demirli ve Seyfe grupları Schmidt test çekici sertliğinde sert grubunda, Mohs sertliğinde ise 2,5-3,00 arası sertlikte olduğu, Schmidt çekicine göre oldukça sert gruba giren İnaç, Obruk ve Keçikale (alt) sahasına ait kayaçların Mohs sertliğinde 3,0-3,5 arası sertlikte olduğu belirlenmiştir.

Bu deney sonuçlarına göre; sertlikleri yüksek olan kayaç örneklerinin basınç dayanımlarında yüksek olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak; Obruk, İnaç, Keçikale (alt) ve Keçikale (üst) taş ocaklarından elde edilen kayaçların beton agregası olarak kullanılabilir kırıma taş üretimine uygun olduğu görülmüştür. Demirli ve Küçükbüklüm taş ocaklarından elde edilen kayaçların ise basınç dayanım değerlerinin küçük çıkması nedeni ile agregası olarak kullanılabilir karar verebilmek için agregası deneylerinde yapılmasına gereksinim olduğu belirlenmiştir.

#### 5. KAYNAKLAR

1. Kabukçu, F., "Kum ocakları ihmal edilmemeli", Topraksu., Ankara, 96(3); 15-16, 1996.
2. Kara, H., "1/100 000 Ölçekli Açınama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi Kırşehir G18 Paftası", Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 37; 1, 1991.
3. "Kırşehir Kireç Kalker Taş Ocağı Ç.E.D. Ön Araştırma Raporu", Barkisan A.Ş. Kırşehir, 7,8, 2000.
4. Yavuz, E., "Orta Anadolu Masifinin (Kırşehir Yöresi) Metamorfizma yaşı üzerine K/Ar Yöntemi İle Bir İnceleme", Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 19, 1981.
5. Ayhan, A., "Maden Jeolojisi Arama ve Etüd Teknikleri", S.Ü. Mimarlık - Mühendislik Fakültesi, II. Baskı, Konya, 233-255, 1991.
6. TS.699, "Tabii Yapı Taşları Muayene ve Deney Metotları", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1987.
7. TS.6809, "Mohs Sertlik Cetveline Göre Sertlik Tayini", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1989.
8. Şentürk, A., Gündüz, L., Tosun, Y.İ., ve Sarıışık, A., Mermer Teknolojisi, Isparta, 55, 1996.
9. BS 1881 : Part 202, "Recommendations for surface hardness testing by rebound hammer", British Standards Institution, London, 6, 1986.
10. Ceylanoğlu, A., "Kaya mekaniği laboratuvar deneyleri", T.C. Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları, No: 24, Sivas, 60, 1996.
11. Zalesskii, B., V., "Physical and mechanical properties of rocks", Academy of Sciences of The USSR, Institute Geology of Ore Deposits, Petrography, Minerology and Geochemistry, Jerusalem, 152, 1967.
12. ISRM, "Suggested methods for determining hardness and abbrasiveness of rocks", International Journal Rock Mechanic Mining Science and Geomechanics, v.2, Portugal, 89-98, 1978.
13. Neter, J., et al., "Applied Statistics, 3th edition", Allyn and Baconinc., London, 1988.
14. Norusis, M., J., "SPSS for Windows Base System Users Guide Release 6.0", SSPS Inc. Chicago, (1993)
15. TS 706 EN 12620, "Beton Agregaları", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2003.
16. TS.2513, "Doğal Yapı Taşları", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1977.