

## Kahramanmaraş ve Çevresindeki Kireçtaşlarının Mühendislik Özellikleri ve Agregada Olarak Kullanılabilirliği

Ahmet ÖZBEK

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

**ÖZET:** Son yıllarda inşaat sektöründeki gelişmeyle birlikte, yapılarda ve beton'da kullanılan malzemede yeni arayışları da beraberinde getirmiştir. Uzun yıllar boyunca beton üretiminde agrega malzemesi olarak çoğunlukla nehir çökelleri kullanılmıştır. Ancak bu rezervlerin sınırlı olması ve ayrıca çok farklı petrografik özellikteki kayaç parçalarından oluşması beton üretiminde sorunlara neden olabilmektedir. Bu amaçla gelişen teknoloji ile birlikte ana kayadan elde edilen kırmataşlar agrega olarak yol yapımında, dolgularda, beton üretiminde ve yapı sektöründe çeşitli amaçlar için kullanılmaya başlanmıştır.

Kahramanmaraş ve çevresi özellikle karbonatlı kayaçlar bakımından zengin bir rezerve sahiptir. Bu kayaçlardan en önemli ve yaygın olarak yüzeyleyen kayaç ise kireçtaşlarıdır. Özellikle birçok kamu kurumu ve özel sektör yol yapımı beton üretimi vb. çalışmalar için taş ocakları işleterek bu kayaçlardan yararlanmaktadır. Ancak bu kayaçların doğru ve uygun alanlarda kullanılabilmesi için jeolojik ve mühendislik parametrelerinin ortaya konması büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Kahramanmaraş ve çevresinde yüzeyleyen Tut formasyonu, Andırın kireçtaşı, Koçali karmaşığı, Ahırdağı formasyonu ve Parpiyayla formasyonuna ait beş farklı kireçtaşı seçilmiş ve petrografik, fiziko-mekanik özellikleri agrega kullanım yönünden araştırılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen veriler sonucunda kireçtaşlarının petrografik, fiziko-mekanik ve agrega özellikleri standartlarca belirtilen kabul edilebilir sınırlar içerisinde olup, bu özellikler göz önüne alındığında kireçtaşlarının beton agregası ve doğal yapı malzemesi olarak kullanımı uygundur.

**Anahtar kelimeler:** Agregada Kireçtaşı, Kahramanmaraş, Fiziko-Mekanik Özellikler

### Engineering Properties of Limestones Outcropping in and Around Kahramanmaraş and Their Usability as a Aggregates

**ABSTRACT:** Recently, with the development of the construction sector, new search has been performed for finding materials used in the buildings and in concrete. Fluvial deposits are mostly used as aggregate materials in concrete production for many years. However, using of those sediments can cause problems in concrete production due to limited reserve and sourcing from rocks, which have different petrographic features. For this purpose, with developing technology, crushed rock obtained from host rock are began to be used as aggregate in road construction, in filling, in the concrete and construction industry for various purposes.

Kahramanmaraş and its surrounding areas have rich in carbonate rocks reserves. The most important and widely outcropping of those rocks are limestone. In particular, many public and private sector benefit from those rocks for road construction, concrete etc. by operating quarries. However, it is of great importance to reveal the geological and engineering parameters of those rocks for using in the right and appropriate areas.

In this study, five different limestones outcropping in and around the Kahramanmaraş namely the Tut Formation, the Andırın Limestone, the Koçali Complex, the Ahırdağı Formation and the Parpiyayla Formation were selected, and petrographic and petrographic and physical-mechanical properties of them were investigated. As a result of data obtained from experimental studies, petrographic, physical-mechanical properties and aggregate properties of studied limestone are within acceptable limits based on specified standards, considering all these features, using of limestone for concrete aggregate and natural construction material is suitable.

**Keywords:** Agregada, Limestone, Kahramanmaraş, Physico-Mechanical Properties

\*Sorumlu Yazar: Ahmet ÖZBEK, [ozbeka@ksu.edu.tr](mailto:ozbeka@ksu.edu.tr)

## 1. GİRİŞ

Yerkabuğundaki kayalardan çok eski yıllardan beri yararlanılmaktadır. Son yıllarda kayaların agrega ve yapıtaşı olarak işlenmesi amacıyla dünyada ayrı bir endüstri gelişmiştir. Dünyanın en zengin doğal taş oluşumlarının bulunduğu Alp-Himalaya kuşağında yer alan Türkiye, çok çeşitli ve büyük miktarda doğal yapıtaşı ve agrega rezervlerine sahiptir. Dünya doğal taş rezervlerinin yaklaşık % 40'ına sahip olan Türkiye'nin rezervi yaklaşık 13.9 milyar tondur [1]. Türkiye'nin doğal taş üretimi son yıllarda gelişen sanayisi ve üretimde kullandığı teknoloji ile büyük bir artış göstermiştir. Agreganın türü, mineralojik bileşimi, dokusu gibi önemli jeolojik faktörler; betonun dayanımında, aşınmasında, kimyasal etkilere karşı davranışında ve hacimsel deformasyonunda etkin rol oynamaktadır [2]. Agregayı oluşturan kayacın mineralojik bileşimi, tanelerin dokusal ve yapısal özellikleri, tamamen agreganın fiziksel ve mekanik özelliklerini yansıtır [3].

Kireçtaşlarının agrega ve yapıtaşı olarak kullanılabilirliğine yönelik birçok araştırmacı tarafından farklı çalışmalar yapılmıştır. Kireçtaşlarının beton agregası olarak kullanılabilirliği ile ilgili olarak; [2, 4-9], fiziksel ve mekanik özellikleri ile ilgili [10-18], ve tarihi yapılarda kullanımı ile ilgili olarak [19-21] tarafından çalışmalar yapılmıştır.

Avrupa Birliği'ne girmek için yoğun çaba gösteren ülkemizde, rekabet gücü yüksek olan bu doğal kaynaktan en iyi şekilde yararlanabilmek için mevcut doğal taş kaynaklarının daha detaylı bir şekilde araştırılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Hızla gelişen yapılaşmaya bağlı olarak Kahramanmaraş ve yakın civarında kaliteli beton ve agrega ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Yörede bol miktarda bulunan kireçtaşları agregaların ana kaynağını oluşturmaktadır. Bu amaçla yörede farklı bileşim ve yaşlarda kireçtaşlarının petrografik, fiziko-mekanik özellikleri ile agrega özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

## 2. KİREÇTAŞLARININ JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

Kahramanmaraş ve çevresinde Toros Orojenik Kuşağı, Güneydoğu Anadolu Otoktonu ile örtü kayalarına ait birimler yüzeylenmektedir. Güneydoğu Anadolu Otoktonu, Prekambriyen-Miyosen yaş konağında gelişmiş, platform tipi kaya türlerinden oluşur. Otoktona ait kaya birimleri, aynı zamanda Arap

platformunun kuzey uzantısıdır [22]. Bu çalışma kapsamında yaşlıdan gence doğru sırasıyla Tut (Ot) formasyonu, Ahırdağı kireçtaşı (Mza), Koçali karmaşığı (JKk), Ahırdağı formasyonu (Tma) ve Parpiyayla formasyonuna (Tkp) ait kayalar incelenmiştir (Şekil 1). Kireçtaşı örneklerinin alındıkları lokasyonlar ve genel özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

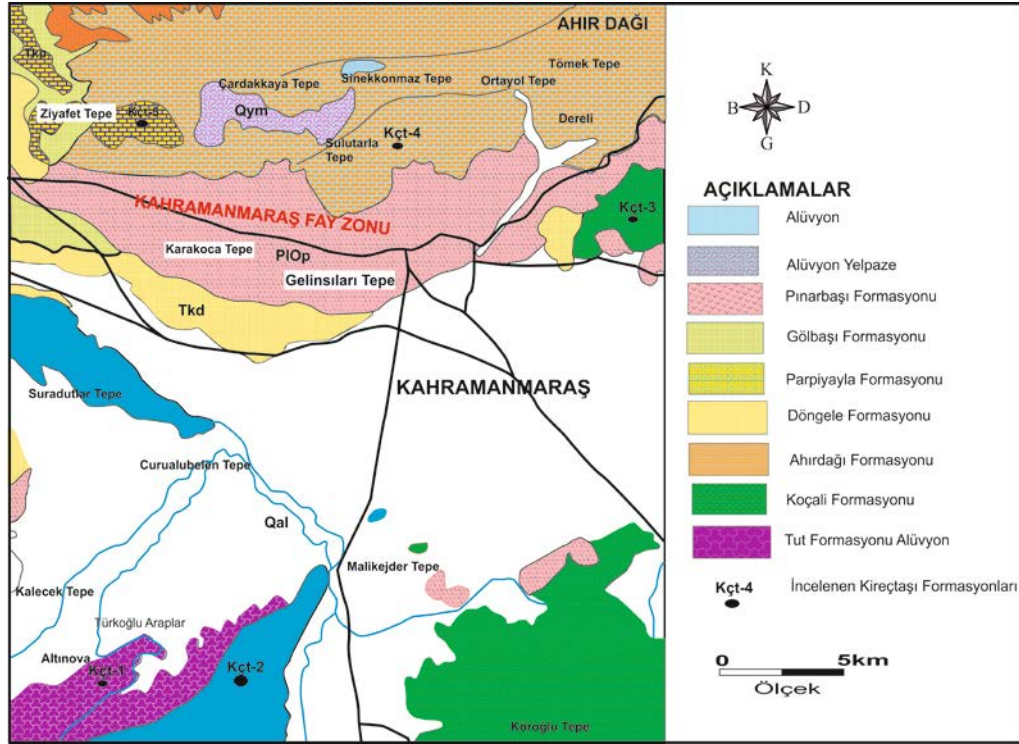
Tut Formasyonu alaca, kahverenkli kuvarsit ile daha az miktarda şeyl-kumtaşı araldanması, gri, siyah renkli, çok sağlam dayanımlı, masif, tabakalı dolomit-dolomitik kireçtaşı, pembe, mor renkli, orta tabakalı, killi kireçtaşı, siyah renkli, ince tabakalı kiltası, sarı renkli, orta tabakalı, nadir kiltası ara seviyeli dolomit-dolomitik kireçtaşı-killi kireçtaşı, gri, zeytin yeşili renkli kiltası, silttaşı araldanmasından oluşmaktadır (Şekil 2a) [23].

Triyas-Kretase yaşlı Ahırdağı Kireçtaşları, yerel renk farklılığı sunan, gri-koyu gri, beyaz, sarımsı renkli, ince-orta-kalın tabakalı, yer yer masif, karstik, erime boşluklu, genellikle sağlam-çok sağlam dayanımlı, üst düzeyleri çört, yada resifal kireçtaşı arakatlıdır (Şekil 2b). Bazı kesimlerinde bol fosil kavkılı olan birim, oldukça tektonize, çok çatlaklı ve eklemlidir. Çatlaklar kalsit dolguludur. Yer yer rekristalize kireçtaşı özellikleri sunan birim, spartik yada mikritik dokuludur [24-25].

Koçali Karmaşığı inceleme alanında yaygın olarak yüzeyleyen, ultrabazikler, volkanikler ve sedimanterlerden oluşan düzensiz bir iç yapı sunar. Formasyonu oluşturan kaya türleri, tektonik olarak bir araya gelmiş, karmaşık bir yapı gösterirler (Şekil 2c). Karmaşık içinde çeşitli boyutta, bej, gri, yer yer kırmızı renkli, kireçtaşı, kristalize kireçtaşı blokları yer almaktadır [22].

Ahırdağı Formasyonu genellikle krem, beyazımsı, boz renkli, pelajik foraminiferli, çört bantlı ve yumrulu, ince-orta tabakalı, killi kireçtaşı ile açık kahverenkli, bolca fosilli, orta-kalın tabakalı kireçtaşı araldanmasından, yer yer de sarımsı gri, boz renkli, orta-kalın tabakalı, killi kireçtaşı, marn araldanmasından oluşur (Şekil 2d) [22].

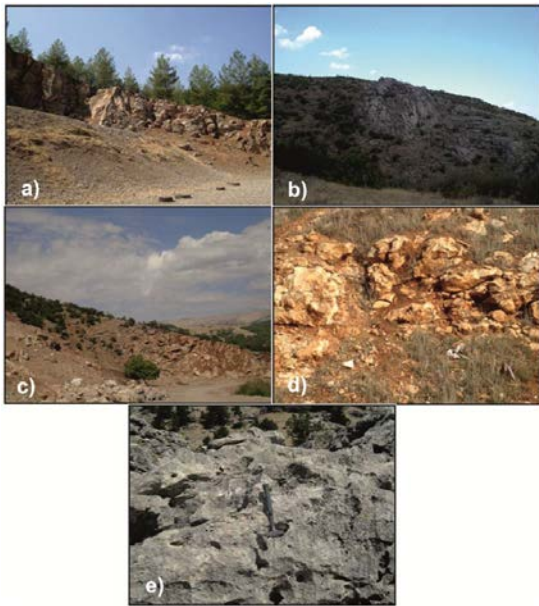
Çoğunlukla resifal kireçtaşlarından oluşan Parpiyayla Formasyonuna ait kireçtaşları, beyaz, açık sarımsı gri renkli, kalın tabakalı, çatlaklı, eklemli, erime boşlukludur (Şekil 2e). Yer yer pizolitli, oolitli olan resifal kireçtaşları arasında, yer yer yumrulu kireçtaşları da bulunmaktadır. Bazı alanlarda kireçtaşları içinde çamurtaşı, marn, killi kireçtaşı, çakıltaşı mercikleri, sıkça tekrarlanmalı olarak izlenir. Formasyonu oluşturan kayalar, yersel litolojik farklılıklara ve kalınlığa sahiptir [22].



Şekil 1. Çalışma alanına ait jeoloji haritası ([22]' den değiştirilerek çizilmiştir)

Çizelge 1. İnceleme alanındaki kireçtaşlarının genel özellikleri

Simge	Lokasyon	Formasyon	Yaş	Litoloji
Kçt-1	Altınova	Tut Formasyonu	Ordovisiyen	Dolomitik kireçtaşı
Kçt-2	Çakalhasanağa	Andırın Kireçtaşı	Triyas-Kretase	Mikritik-sparitik kireçtaşı
Kçt-3	Elmalı	Koçalı Karmaşığı	Jura-Alt Kretase	Kristalize kireçtaşı
Kçt-4	Gafarlı	Ahırdağı Formasyonu	Eosen	Fosilli kireçtaşı
Kçt-5	Ziyarettepe	Parpiyayla Formasyonu	Miyosen	Resifal kireçtaşı



Şekil 2. a) Tut Formasyonuna ait kireçtaşları b) Andırın Kireçtaşları c)Koçalı Karmaşığına ait kireçtaşları d)Ahırdağı Formasyonuna ait kireçtaşları e)Parpiyayla Formasyonuna ait kireçtaşlarının arazi görünümü

### 3.KİREÇTAŞLARININ PETROGRAFİK ÖZELLİKLER

İncelenen kireçtaşlarının petrografik özellikleri her bir kireçtaşı örneğinden hazırlanan ince kesitler üzerinden polarizan mikroskop kullanılarak belirlenmiştir. Petrografik özellikler kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerini doğrudan etkilediklerinden her bir kireçtaşı örneği için ayrı ayrı tanımlanmıştır.

Siyah renkli Tut Formasyonu (Kçt-1) içerisinde birbirini kesen, farklı genişliklerde (0,5-5 mm) kalsit damarları bulunmakta. Kalsit damarları kenarlarda ince, ortalarda iri-çok iri kalsit kristalleri ile doldurulmuştur. Birim içerisinde bol miktarda pellet, daha az oranda ekinit dikenleri bulunmuştur. [26]'ye göre boylanmış pelbiyomikrit olarak tanımlanmıştır. Andırın Kireçtaşı (Kçt-2) Siyah renkli, ince kristal boyunda kalsit dolgulu bol kırıklı, çatlaklı (0,5-1mm genişlikte), çok ince kalsit kristalinden meydana gelmiş rekristalize kireçtaşı özelliğinde olup [27]'ye göre kristalin karbonat olarak tanımlanmıştır. Koçalı Karmaşığına (Kçt-3) ait kireçtaşları kahverengimsi sarı renkli, yuvarlak şekilli

planktik foraminiferler, ostrakod parçaları, kökeni belirsiz olasılıkla fosil kavkılarında türemiş iyi boylanmış kalsit parçaları gözlenmiştir. Özşekilli-yarı özşekilli demirli opak mineralleri ve kuvars taneleri bileşime ekstraklast olarak katılmıştır. 3 adet yukarıda belirtilen bileşenleri içeren intraklast tespit edilmiştir. [26]'ye göre sık paketlenmiş biyostraklast mikrit olarak tanımlanmıştır. Ağırdağı Formasyonuna ait kireçtaşıdan alınan örnek (Kçt-4), kirli beyaz krem renkli birimde, tek yönde belli belirsiz gelişmiş çatlak gözlenmiştir. Birimde gözlenen kırmızı tonların muhtemelen demir minerallerinin bozunmasından kaynaklanan renklenme olduğu düşünülmüştür. Ağırlıklı olarak pelesipod kavkı parçalarının yanı sıra birimde ekinit plakaları, bentik foraminiferler ve pelletler bulunmuştur. [26]'ye göre boylanmamış biyosparit olarak tanımlanmıştır. Perpiyayla Formasyonuna ait kireçtaşıdan alınan örnek (Kçt-5) tek yönde gelişmiş, genişliği 0,5-2 mm olan, iri kalsit kristalleri ile doldurulmuş kırık çatlaklar mevcuttur. Kirli beyaz-krem renkli birimde çatlakların fosil parçalarını da kesmesi çökme sonrası gelişmelerini ortaya koymuştur. Yersel olarak gelişen fosillerin yanı sıra çok sayıda taşınma sonucu kırılmış ve parçalanmış fosil kavkı parçası da gözlenmiştir. Örnekte ağırlıklı olarak kaplayıcı ve sarıcı nitelikte kırmızı algler, daha az oranlarda bentik foraminiferler, gastropod, ostrakod ve bryozoa parçaları bulunmuştur. [26]'ye göre biyolitit olarak tanımlanmıştır.

#### 4. KİREÇTAŞLARININ FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

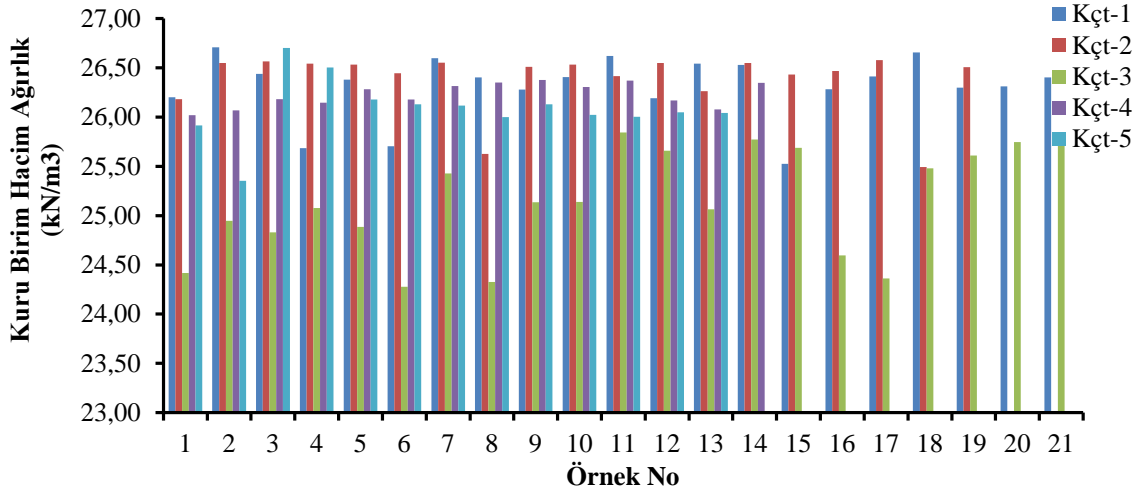
Farklı litolojik bileşimdeki kireçtaşlarının fiziko-mekanik özellikleri Çizelge 2'de verilen BX boyutundaki örnek sayıları kullanılarak laboratuarda kuru-doygun birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, görünür gözeneklilik, ağırlıkça su emme, kuru ve doymuş tek eksenli sıkışma dayanımı ve suda dağılma dayanımı değerleri ISRM [28]'de önerilen yöntemler gözönüne alınarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler Çizelge 3'de sunulmuştur.

Kireçtaşlarının kuru ve doymuş birim hacim ağırlık değerleri incelendiğinde Kçt-3 en düşük, Kçt-2 en yüksek birim hacim ağırlık değerlerine sahiptir (Şekil 3-4). Kçt-3 en yüksek görünür gözeneklilik ve ağırlıkça su emme değerlerine sahip olup, diğer kireçtaşları daha düşük ve nispeten benzer gözeneklilik ve ağırlıkça su emme değerlerine sahiptir (Şekil 5-6). Özgül ağırlık değerleri geniş bir alanda değişim göstermekte olup, genel anlamda en düşük değer Kçt-3'te belirlenmiştir (Şekil 7). Kuru ve doymuş tek eksenli sıkışma dayanımı açısından en yüksek tek eksenli sıkışma dayanımı değeri Kçt-2'de, en düşük değer ise Kçt-3'te gözlenmiştir (Şekil 8-9). İnceleme alanındaki kireçtaşlarının her türü için 3'er adet suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi yapılmıştır. Deneyde kullanılan örneklerin 5. Çevrim sonundaki suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi değerleri belirlenmiştir. Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi kçt-3'te en düşük, Kçt-2'de en yüksek olarak belirlenmiştir (Şekil 10).

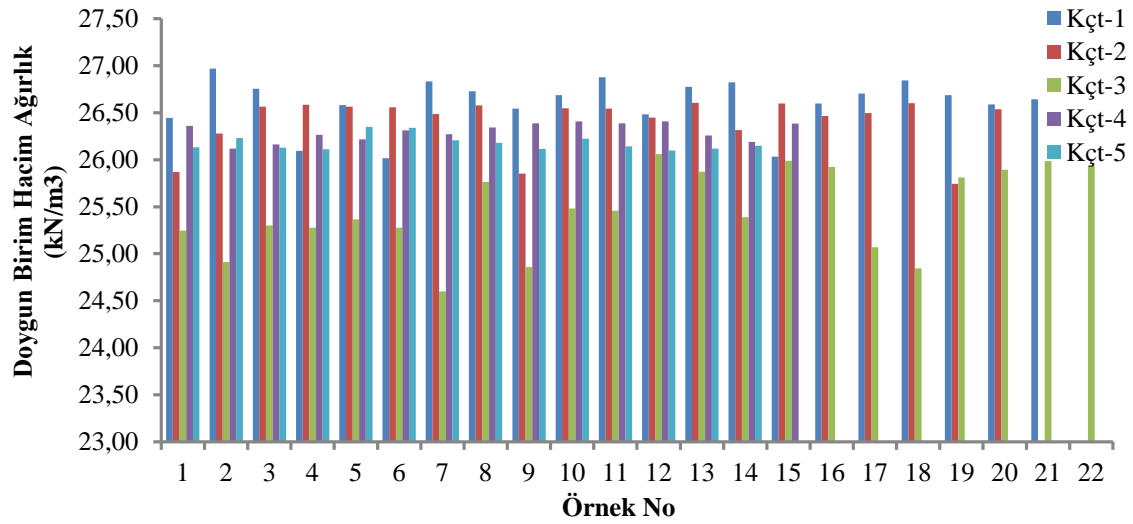
İnceleme alanındaki kireçtaşlarından Kçt-1, Kçt-2, Kçt-4, Kçt-5 fiziksel ve mekanik özellikler açısından benzer özelliklere sahip değerler verirken sadece Kçt-3 genel olarak daha düşük birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri göstermektedir. Benzer şekilde Kçt-3 yüksek su emme ve görünür gözeneklilik değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Kireçtaşlarının fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimlerin petrografik özellikleri ile ilişkili olduğunu [29-33] vb. araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. İnceleme alanındaki kireçtaşları incelendiğinde Koçali karmaşığına ait kireçtaşlarının (Kçt-3) düşük dayanım özellik göstermesi petrografik özelliklerinin mühendislik özellikleri üzerine olan etkisiyle açıklanabilir. Koçali Karmaşığına ait kireçtaşlarında (Kçt-3) mikrit içeriğinin (kil boyu bağlayıcı) diğer kireçtaşlarına oranla daha fazla bulunması, ayrıca karmaşık içinde yer alması nedeniyle daha fazla tektonik kuvvetlere maruz kalması ve buna bağlı olarak bol kırıklı çatlaklı bir yapı oluşturması dayanımının daha düşük olarak gelişmesine neden olmuştur.

**Çizelge 2.** Deneylerde kullanılan numune sayıları

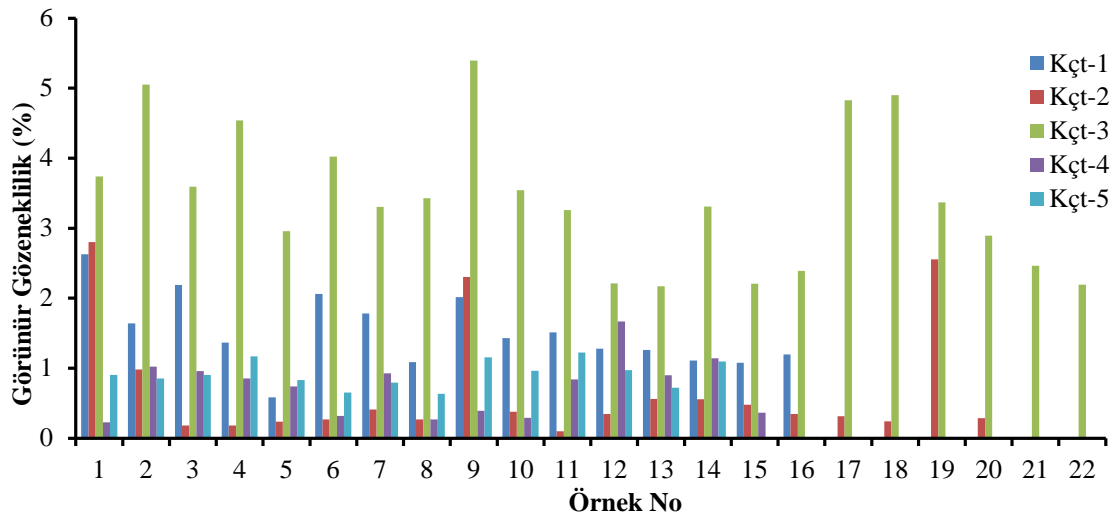
Deney Adı	Kçt-1	Kçt-2	Kçt-3	Kçt-4	Kçt-5
	Örnek Sayısı				
Kuru Birim Hacim Ağırlık $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	21	20	22	15	14
Doygun Birim Hacim Ağırlık $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	21	20	22	15	14
Özgül Ağırlık G <sub>s</sub>	9	9	9	9	9
Görünür Gözeneklilik n %	16	20	22	15	14
Ağırlıkça Su Emme A <sub>w</sub> (%)	16	20	22	15	14
Kuru Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı $\sigma_c$ (MPa)	10	10	10	10	10
Doygun Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı $\sigma_c$ (MPa)	10	10	10	10	10
Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeksi	3	3	3	3	3



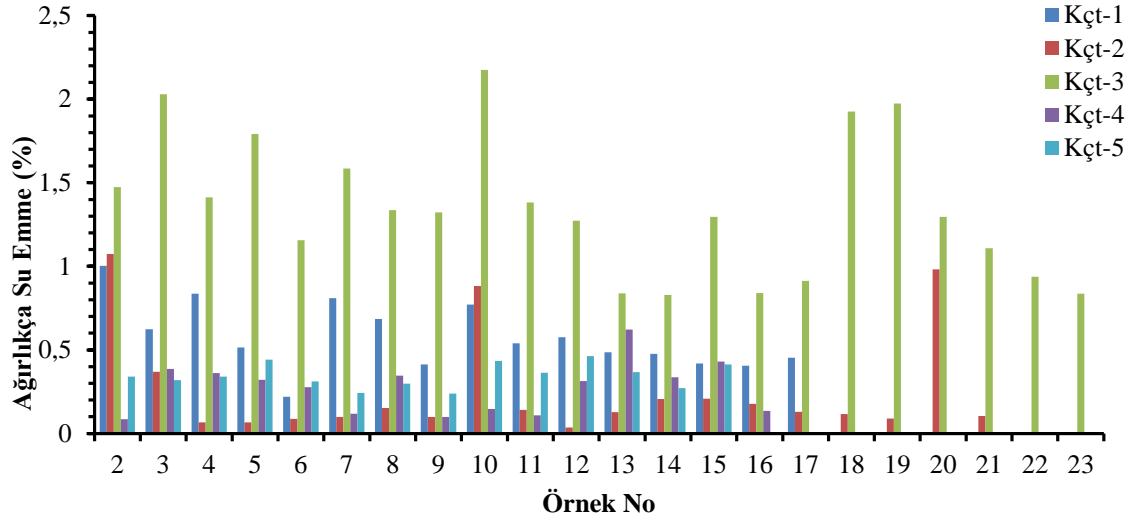
Şekil 3. Kireçtaşlarının Kuru Birim Hacim ağırlık değerleri arasındaki değişim



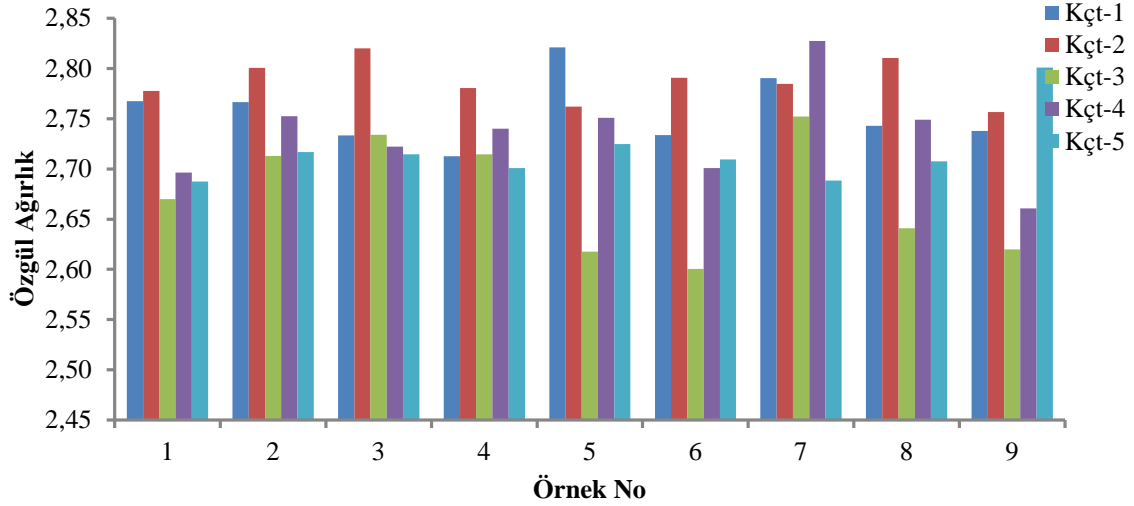
Şekil 4. Kireçtaşlarının Doymun Birim Hacim ağırlık değerleri arasındaki değişim



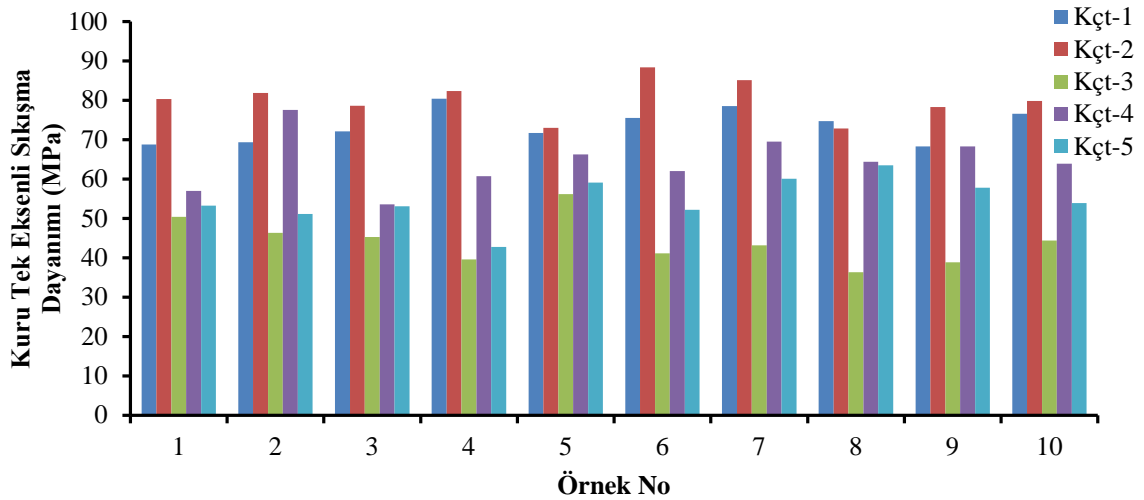
Şekil 5. Kireçtaşlarının Görünür Gözeneklilik değerleri arasındaki değişim



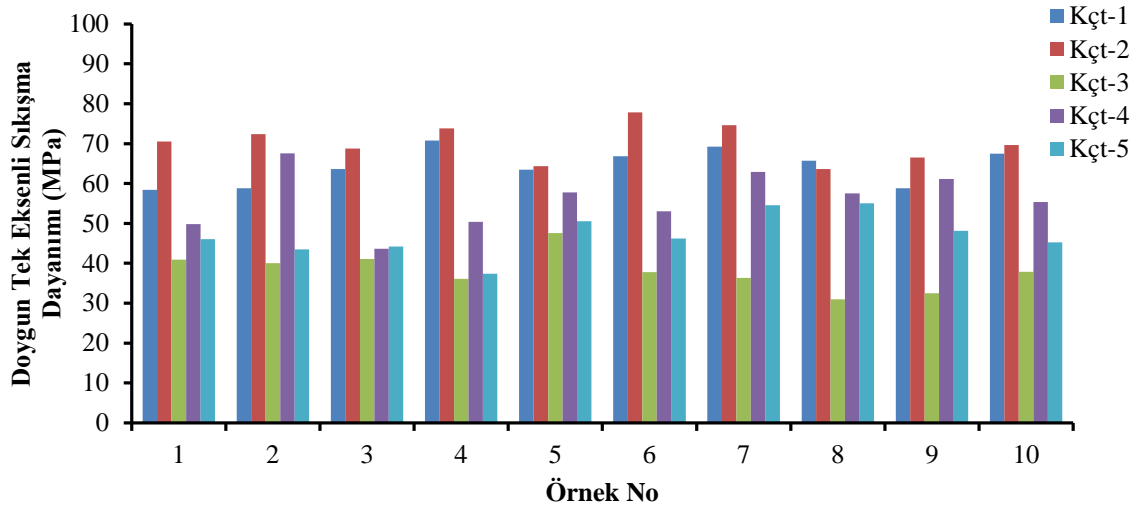
Şekil 6. Kireçtaşlarının Ağırlıkça Su Emme değerleri arasındaki değişim



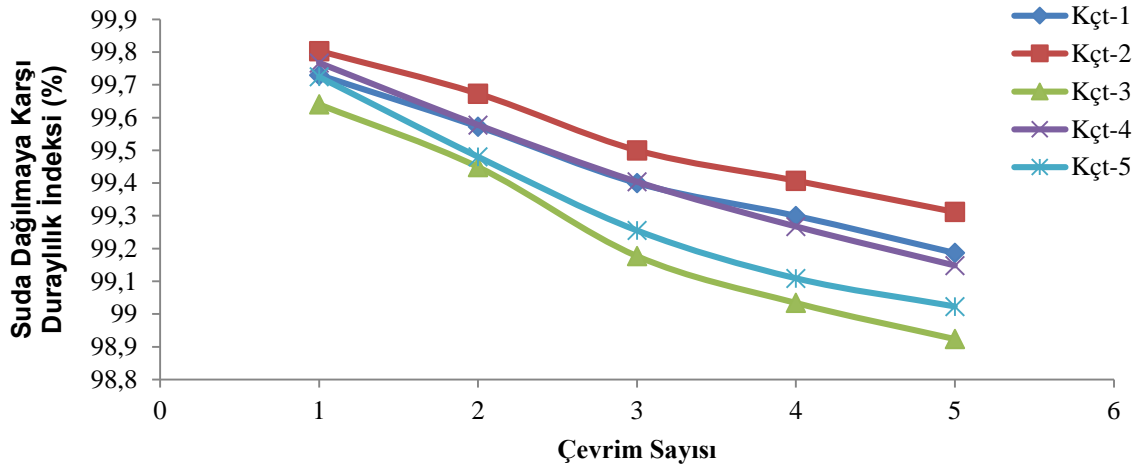
Şekil 7. Kireçtaşlarının Özgül ağırlık değerleri arasındaki değişim



Şekil 8. Kireçtaşlarının Kuru Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı değerleri arasındaki değişim



Şekil 9. Kireçtaşlarının Doymun Tek Eksenli Sıkışma Değerleri Arasındaki Değişim



Şekil 10. Kireçtaşlarının Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeksi Değerleri Arasındaki Değişim

Kireçtaşlarının ortalama kuru birim hacim ağırlık değerleri 25,14-26,38 kN/m<sup>3</sup>, ortalama doymun birim hacim ağırlık değerleri 25,47-26,60 kN/m<sup>3</sup>, ortalama özgül ağırlık değerleri ise 2,67-2,79 arasında değişmektedir (Çizelge 3). TSE [34] standartlarına göre birim hacim ağırlık değerlerinin yapı ve kaplama taşı olarak kullanılması için >21.19 kN/m<sup>3</sup> olması istenmektedir. Tüm kireçtaşları TSE [34] tarafından belirtilen sınır değerlerin üzerinde birim hacim ağırlık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Gözeneklilik özellikle kayaçların bünyesine suyu alması ve buna bağlı olarak kayaç dayanımını azalmasından dolayı oldukça önemli bir fiziksel özelliktir. Bu çalışma kapsamında incelenen kireçtaşlarının gözenekliliği 0,69-1,51 % arasında belirlenmiştir (Çizelge 3). [35] tarafından öneriler sınıflamaya göre inceleme alanındaki kayaçlar gözeneklilik açısından Kçt-1 “az boşluklu”; Kçt-2, Kçt-3, Kçt-4, Kçt-5 ise “Çok kompakt” olarak tanımlanmışlardır. TSE [34]’e göre yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan kireçtaşlarının ağırlıkça su emme

değeri <4 olmalıdır. Kireçtaşı örneklerinin ağırlıkça su emme değeri %0,26-1,35 arasında değiştiğinden, tüm kireçtaşları standartlarca belirtilen değerlere uygunluk göstermektedir (Çizelge 3).

Kireçtaşlarının kuru tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri 44.16-80.05 MPa arasında, doymun tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri ise 38.11-70,21 MPa arasında değişmektedir (Çizelge 3). TSE [34]’e göre yapı ve kaplama taşı için kullanılan kayaçların tek eksenli sıkışma dayanımlarının >29.40 MPa olması istenmektedir. Tüm kireçtaşı örnekleri belirtilen standartların üzerinde değerler verdiğinden yapı ve kaplama taşı için uygundur. [36]’ya göre Kçt-3 “Düşük dayanımlı kayaç”, diğer kireçtaşları ise “Orta dayanımlı kayaç”, olarak tanımlanmıştı. [37]’e göre kireçtaşları “Çok yüksek” suda dağılmaya karşı duraylılık indeksine sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 3).

## 5. AGREGA DENEYLERİ

Çeneli kırıcı kullanılarak elde edilen kırmataş agregalar üzerinde laboratuvarda kuru özgül ağırlık, doymun-yüzey kuru özgül ağırlık, görünür özgül ağırlık, ağırlıkça su emme, yassılık indeksi, Los Angeles aşınma değeri, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'a dayanıklılık deneyleri ASTM ve BS standartlarına göre yapılmıştır. Beton üretiminde oldukça önemli olan agregaların kalitesi beton dayanımını etkileyen önemli parametrelerden biridir.

Kireçtaşı agregaları için deneyler her bir numune için en az 3 kez tekrarlanmıştır. Deneylerden elde edilen ortalama değerler Çizelge 4'te verilmiştir. Agregataneleri azda olsa boşluklu bir yapı sunmaktadır. Bu boşlukların ne oranda su aldığı agregaların kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Boşlukların az olması agregat özgül ağırlığını artırdığından betonda kullanılması durumunda beton dayanımını da arttıracaktır. Benzer şekilde su emme oranının düşük olması beton dayanımına olumlu etki yapmaktadır. Agregat özgül ağırlık ve su emme deneyleri laboratuvarda ASTM [38] yöntemi esas alınarak yapılmıştır. Buna göre agregat kuru özgül ağırlık değeri 2,69-2,78, doymun-yüzey kuru özgül ağırlık 2,72-2,80, görünür özgül ağırlık 2,78-2,83 ve su emme değeri ise %0,33-1,21 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4). BS [39] 'e göre beton agregaları için kuru özgül ağırlık en az 2,65, ASTM [38].'ye göre görünür özgül ağırlık en az 2,65 olması istenmektedir. Aynı şekilde agregat su emme değerinin BS [40]'ye göre <%3, ASTM [38]'ye göre ise <% 2,5 olması istenmektedir. İnceleme alanındaki tüm kireçtaşlarının özgül ağırlık ve su emme değerleri beton agregası için istenen standartlara uymaktadır.

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'a dayanım deneyi ASTM [41] esaslarına göre belirlenmiştir. Bu deneyde agregaların sülfat çözeltisine daldırılması ve takiben etüvde kurutularak periyodik işleme maruz bırakılarak agregaların termal bozunma özellikleri saptanmaktadır. ASTM [41] standartlarına göre iri agregaların beton agregası olarak kullanılabilirliği için Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> değerinin <%12 olması istenmektedir. İnceleme alanındaki kireçtaşlarının Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> değeri 0,85-2,13% arasında değiştiğinden beton agregaları için kullanılabilir özelliktedir (Çizelge 4). Bu değerler göz önüne alındığında inceleme alanındaki kireçtaşı agregaları için donma-çözülme, ıslanma-kuruma olayları sonucunda agreganın parçalanma ve gradasyonun değişmesi riski bulunmamaktadır.

Kireçtaşı agregalarının aşınma dayanımlarının belirlenmesi için 100 ve 500 devir için Los Angeles aşınma dayanımı deneyi ASTM [42]'de belirtilen yöntem kullanılarak yapılmıştır. Agregaların 100 devir için aşınma değeri 93,20-95,70% arasında değişirken, 500 devir için aşınma değeri ise 21,4-34% arasında değişmektedir (Çizelge 4). ASTM [42] standardına göre betonda kullanılacak agregalar için 500 devir sonundaki Los Angeles aşınma dayanımı değerinin %30'un altında

olması istenmektedir. İnceleme alanındaki kireçtaşlarından Kçt-1, Kçt-2, Kçt-4, Kçt-5 istenen standartlara uygun değerler verirken sadece Kçt-3 belirtilen sınır değerden biraz yüksek aşınma dayanımına sahip olduğu belirlenmiştir.

[43] kırıcı ile elde edilen agregatanelerinin Uzun ve yassı olması durumunda kötü paketlenmeye neden olacağından beton basınç dayanımını olumsuz yönde etkilediklerini belirtmiştir. Kireçtaşları, kırıldıkları zaman köşeli parçalar verme eğilimi gösterir [43]. BS [44]'e göre Yassılık indeksi değerleri her bir kireçtaşı için belirlenmiştir. BS [44] standartlarına göre yassılık indeksinin en fazla % 40 olması istenmektedir. İncelenen kireçtaşlarının yassılık indeksi değerleri 19,32-25,83% aralığında değişmektedir (Çizelge 4). Bu verilere göre kireçtaşlarının yassılık indeksi açısından uygun olduğu söylenebilir.

Türkiye'de Kireçtaşlarının agregat olarak kullanılabilirliği ile ilgili yapılan bazı çalışmalar ile Kahramanmaraş ve çevresinde incelenen kireçtaşlarının agregat özellikleri Çizelge 5'te karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Yapılan çalışmalar kapsamında [2] İstanbul'daki farklı bileşim ve dokudaki 12 ayrı lokasyondaki kireçtaşlarının agregat olarak kullanılabilirliğini araştırmış ve standartlarda belirtilen kabul edilebilir limitler içinde bulunması veya bu limit değerlere çok yakın olması nedeniyle birçok alanda kullanılabilirliğini, [3] Kırşehir yöresi taş ocaklarından 8 farklı ocaktan elde edilen kırmataş agregalarının mühendislik özelliklerini incelemiştir, Seyfe, Demirli ve Kızıllırmak agregalarının su emme oranlarının yüksek olduğu ayrıca Seyfe agregasında aşınma kaybının da yüksek olduğu, bu agregaların diğer özellikleri bakımından standartlara uygun olduğunu, [8] İzmir Karaburun Yarımadası Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarının fasiyes ve kimyasal özelliklerini araştırmış ve bu özelliklerinin, beton agregası olarak kullanılabilirliklerine olan etkisi değerlendirmiş ve farklı litolojik özellik gösteren Mesozoyik yaşlı Karaburun kireçtaşlarının beton agregası olarak kullanılabilirliğini etkileyen en önemli özelliğin, betonda alkali silika reaksiyonuna da neden olabilen silis miktarı olduğunu, [9] Karaöz (Antalya) civarındaki dolomitik kireçtaşlarının beton agregası olarak kullanılabilirliğini araştırmış, standartlara göre yapılan değerlendirmelerde Karaöz civarındaki dolomitik kireçtaşlarının betonda agregat olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir.



**Çizelge 3.** Kireçtaşlarının Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Özellikler	Kçt-1			Kçt-2			Kçt-3			Kçt-4			Kçt-5		
	En Büyük	En Küçük	Ort.	En Büyük	En Küçük	Ort.	En Büyük	En Küçük	Ort.	En Büyük	En Küçük	Ort.	En Büyük	En Küçük	Ort.
Kuru Birim Hacim Ağırlık $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	26,71	25,52	26,31	26,58	25,49	26,38	25,84	24,28	25,14	26,38	26,02	26,23	26,70	25,35	26,09
Doygun Birim Hacim Ağırlık $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	26,97	26,01	26,60	26,60	25,74	26,41	26,06	24,60	25,47	26,41	26,12	26,30	26,35	26,10	26,18
Özgül Ağırlık Gs	2,82	2,71	2,76	2,82	2,76	2,79	2,75	2,60	2,67	2,83	2,66	2,73	2,80	2,69	2,72
Görünür Gözeneklilik n %	2,63	0,58	1,51	2,80	0,10	0,69	5,39	2,17	3,44	1,67	0,23	0,73	1,23	0,63	0,92
Ağırlıkça Su Emme Aw (%)	1,00	0,22	0,58	1,07	0,04	0,26	2,18	0,83	1,35	0,62	0,08	0,27	0,46	0,24	0,35
Kuru Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı $\sigma_c$ (MPa)	80,40	68,25	73,58	88,33	72,82	80,05	56,16	36,31	44,16	77,53	53,60	64,33	63,45	42,75	54,67
Doygun Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı $\sigma_c$ (MPa)	70,77	58,42	64,33	77,83	63,62	70,21	47,61	30,97	38,11	67,59	43,63	55,91	55,01	37,41	47,09
Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeksi (5 çevrim)	99,73	99,19	99,44	99,80	99,31	99,54	99,64	98,92	99,24	99,77	99,15	99,43	99,72	99,02	99,32

Ort: Ortalama; Stds: Standart Sapma

**Çizelge 4.** Kireçtaşı agregalarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri

Deney Adı	Kçt-1	Kçt-2	Kçt-3	Kçt-4	Kçt-5
Kuru Özgül Ağırlık (Gs)	2,78	2,78	2,69	2,76	2,77
Doygun-yüzey kuru Özgül Ağırlık (Gs)	2,80	2,79	2,72	2,77	2,78
Görünür Özgül Ağırlık (Gs)	2,83	2,81	2,78	2,80	2,80
Ağırlıkça Su Emme Aw (%)	0,69	0,33	1,21	0,51	0,40
Yassılık İndeksi (IF) (%)	19,87	20,82	22,87	19,32	25,83
Los Angeles aşınma değeri (100 devir) (%)	95,20	95,70	93,20	94,90	95,70
Los Angeles aşınma değeri (500 devir) (%)	23,70	21,40	34,00	23,00	21,40
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 'a Dayanıklılık (%)	1,40	1,43	1,70	2,13	0,85

**Çizelge 5.** İnceleme alanındaki kireçtaşlarının farklı bölgelerdeki kireçtaşları ile karşılaştırılması

Deney Adı	Kahramanmaraş ve Çevresindeki Kireçtaşları	Aslan ve Demir (2005)	Zarif ve diğ. (2003)	Elçi ve diğ. (2014)	Tuncay ve diğ. (2015)
		Kırşehir	İstanbul	İzmir Karaburun	Antalya Karaöz
Kuru Özgül Ağırlık (Gs)	2,69-2,78	2,56-2,78	22,20-27,42 kN/m <sup>3</sup>	2,67-2,74	2,81
Doygun-yüzey kuru Özgül Ağırlık (Gs)	2,72-2,80	-	22,80-27,95 kN/m <sup>3</sup>	-	-
Görünür Özgül Ağırlık (Gs)	2,78-2,83	-	23,60-28,33 kN/m <sup>3</sup>	-	-
Ağırlıkça Su Emme Aw (%)	0,33-1,21	0,59-1,31	0,40-2,74	0,12-1,12	0,67
Yassılık İndeksi (IF) (%)	19,32-25,83	-	17,90-29,90	20,51-42,00	5,74
Los Angeles aşınma değeri (500 devir) (%)	21,40-34	22,77-54,90	19,20-37,70	10,25-20,22	10,80
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 'a Dayanıklılık (%)	0,85-2,13	0,48-6,34	0,35-3,50	-	0,27

Genel anlamda bu çalışma kapsamında incelenen kireçtaşları ile diğer çalışmalarda incelenen kireçtaşlarının agregası olarak kullanılabilirliğinin standartlara uygun olduğu saptanmıştır. Kireçtaşları ile ilgili yapılan bu çalışmalar değerlendirildiğinde genel anlamda Türkiye'de yaygın bir yayılıma sahip

kireçtaşlarının büyük oranda agregası açısından uygun özelliklere sahip olduğu gözlenmektedir. Ülke ihtiyaçları açısından çok önemli rezervlere sahip bu kaynak doğru şekilde işletilip kullanıldığında ekonomik açıdan önemli bir girdi sağlayacağı düşünülmektedir.

## 6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Kahramanmaraş ve çevresinde farklı yaş ve özellikteki 5 farklı kireçtaşının fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Fiziksel ve mekanik özellikler açısından Kçt-3 en düşük kuru ve doymuş birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, kuru ve doymuş tek eksenli sıkışma dayanımı ve suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi değerleri ile en yüksek gözeneklilik ve ağırlıkça su emme değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum petrografik özelliklerin kireçtaşlarının fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisinden kaynaklanmaktadır.

Bölgedeki kireçtaşları genel olarak orta dayanımlı ve düşük gözenekliliğe sahip olması nedeniyle yol dolgusu, beton üretimi, asfalt agregası vb. alanlarda tercih edilen ideal bir inşaat malzemesidir. Kahramanmaraş'taki kireçtaşlarının yapı malzemesi ve beton agregası olarak kullanılabilmesi için belirleyici etmen olan petrografik, fiziksel ve mekanik özellikleri standartlarca belirtilen kabul edilebilir sınırlar içerisinde olması nedeniyle, başta beton agregası olmak üzere diğer alanlarda doğal yapı malzemesi olarak kullanılmalari uygundur. Sonuç olarak dünyada ve ülkemizde günden güne doğal yapıtaşı ve agregaya olan talebin artması yeni alanların araştırılıp belirlenmesi ihtiyacını ortaya koymaktadır. Bundan dolayı Kahramanmaraş ve çevresinde yüzeylenen 5 farklı yaş ve özellikteki kireçtaşlarının hem Kahramanmaraş hemde ülkemizde yapıtaşı ve agregası olarak kullanılabilmesi için oldukça önemli kaynak rezerv oluşturacaktır. Ayrıca bu çalışmada yer alan bilgiler kireçtaşlarından yararlanmak isteyen özel sektör ve kamu kuruluşları için önemli bir altlık oluşturması beklenmektedir.

## 7. TEŞEKKÜR

Bu çalışma KSÜ-BAP birimi tarafından desteklenen 2007/4-10 nolu proje verilerinden yararlanılarak yazılmış olup, KSÜ BAP proje birimine desteklerinden dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

## 8. KAYNAKLAR

- [1]. Korkmaz E., (2016), Türkiye'de doğal taş ve mermer madenciliği ile dış ticaret ilişkisi, *Paradigma C.1 S.1*, s35-46
- [2]. Zarfı, I. H., Tuğrul, A., ve Dursun, G., (2003), İstanbul'daki Kireçtaşlarının Agregası kalitesi yönünden değerlendirilmesi, *İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, C. 16, S.2, s. 61-70.
- [3]. Arslan, M. ve Demir, İ., (2005), Kırşehir yöresi kırmataş agregalarının mühendislik özellikleri, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, Cilt 20, No 3, 335-346.
- [4]. Piotevin, P. (1999), Limestone aggregate concrete, usefulness and durability, *Cement and Concrete Composites*, 21, 89-97.
- [5]. Yaşar, E., and Erdoğan, Y., (2003), Ceyhan (Adana) Kireçtaşlarının Agregası olarak Betonda Kullanılabilirliği, III Ulusal Kırmataş Sempozyumu, İstanbul, s. 205-2011.
- [6]. Carlos, A., Masumu, I., Hiroaki, M., Maki, M., Takahisa, O., (2010), The effects of limestone aggregate on concrete properties, *Construction and Building Materials*, 24, 2363-2368.
- [7]. Yılmaz, A., Saltan, M., Akıllı A., (2012), Göller Yöresinde İşletilen Kireçtaşı Agregalarının Yol İnşaatı Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 18, Sayı 3, s. 199-207
- [8]. Elçi, H., Türk, N., ve İşintek, İ., (2014), İzmir Karaburun Yarımadasındaki Farklı Kireçtaşlarının Beton Agregası Olarak Değerlendirilmesi, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* 38 (2), s. 103-134.
- [9]. Tuncay, E.B., Yağmurlu, F., Ceylan, H., (2015), Karaöz (Antalya-Türkiye) Civarındaki Dolomitik Kireçtaşlarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği, *SDU Teknik Bilimler Dergisi*, C.5, 1, s. 48-57.
- [10]. Palchik, V. & Hatzor, Y.H., (2000). Correlation between mechanical strength and microstructural parameters of dolomites and limestones in the Judea Group, Israel. *Israel Journal of Earth Science*, 49 (2): 65- 79.
- [11]. Andriani, G.F. & Walsh, N. (2002), Physical properties and textural parameters of calcarenitic rocks: ualitative and quantitative evaluation, *Engineering Geology*, 67: 5-15.
- [12]. Tarawneh, K., Thyabat, S.A., Harahsheh, m. A., (2007), Mineralogical, Physical And Mechanical Properties Of Limestone Rocks In Ma'an Area, South Jordan, *Geology and Geophysics*, Vol. 50, Part I, s. 123-128.
- [13]. Paki, T., Yesilnacar, M.I., Bulut, H., (2008), Physico-thermal and mechanical properties of Sanliurfa limestone, Turkey, *Bull Eng Geol Environ*, 67:485-490
- [14]. Sengün, N., Altındag, A., Mutlutürk, M., Karagüzel, R., Kıstır, R., (2008), Kireçtaşlarında Donma-Çözünme (F-T) Çevrimlerinin Fiziksel ve Mekanik Özelliklere Etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12-2, 128-134
- [15]. Gajic, V., Matovic, V., Vasic, N., and Batocanin, D.S., (2011), Petrophysical and mechanical properties of the Struganik limestone (Vardar Zone, Western Serbia), *Annales Geologiques de la Peninsula Balkanique*, 72, 87-100.
- [16]. Babacan, A.E., Ersoy, H., Kenan Gelişli, K., (2012), Kayaçların Fiziksel, Mekanik ve Elastik Özelliklerinin Ultrasonik Hız Tekniği ve Zaman-Frekans Analiziyle Belirlenmesi: Bej Kireçtaşları

- (KD Türkiye) Üzerine Örnek Bir Çalışma, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 36 (1), s. 63-73.
- [17]. Hatem, T.A., (2015), Physical and Mechanical Characteristics of Helwan Limestone: For Conservation Treatment of Ancient Egyptian Limestone Monuments, *Journal of American Science*, 11(2), s. 136-151.
- [18]. Bozkurt, A., ve Kurtuluş, C., (2008), Yukarı Hereke Bölgesi'nde Yer Alan Killi Kireçtaşlarının Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi, *Uygulamalı Yerbilimleri Sayı:1*, s. 1-15.
- [19]. Yılmaz, E., Kesimal, A., Erçikdi, ve Yılmaz K., 2010, Seslidere Taşocağı'ndan Üretilen Kayanın Üstyapı Malzemesi Olarak Kullanılabilirliği, *III Ulusal Kırmataş Sempozyumu*, s.159-165.
- [20]. Bala'awi F.A., Alawneh F. M., Alshawabkeh Y. S., and Hadad N. A., (2012), Physical and Mechanical Properties of Historic Building Materials: Towards Documentation and Conservation of Qusayr Amra in Jordan, Volume VI, No.1.
- [21]. Al-naddaf M, W. F., and A. A. Y., (2013), Micro-Drilling Resistance Measurement: A New Technique To Estimate The Porosity Of A Building Stone, *13(1)*, 225–233.
- [22]. Ateş, Ş., Osmañcelebiođlu, R., Özata, A., Karakaya, F.G., Aksoy, A., Mutlu, G., Duman., T.Y., Özerk, O.C., Yeleser, L. ve Çiçek, İ., (2008), Kahramanmaraş İli ve Kentsel Alanların (İl-İlçe Merkezleri) Yerbilim Verileri, Ankara.
- [23]. Ketin, İ., (1966), Güneydoğu Anadolu' nun Kambriyen teşekkülleri ve bunların Dođu İnan Kambrieni ile mukayesesi: *MTA Derg. No. 66*, Ankara.
- [24]. Kozlu, H., (1987), Misis Andırın dolaylarının stratigrafisi ve yapısal evrimi: Türkiye 7. Petrol Kong. Teb., 104-116, Ankara
- [25]. Perinçek, D., and Kozlu, H., (1984a), Stratigraphy and stuctural relation of the units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir region, Tekeli, O. and Göncüođlu, C. (Eds.), *International Symposium on the Taurus Belt. 1983, Miner. Res. Explor. Enst.*, Ankara.
- [26]. Folk, RL., (1962), Spectral subdivisions of limestone types. In: Ham WG (ed) *Classification of carbonate rocks. Am Assoc Petrol Geol Mem 1:62–84*
- [27]. Dunham, RJ., (1962), Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham WG (ed) *Classification of carbonat rocks. Am Assoc Petrol Geol Mem 1:108–121*
- [28]. ISRM, (2007). The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring. In: Ulusay, R., Hudson, J.A. (Eds.), (Ankara).
- [29] Johnson, R.B. and De Graff, J.V., (1988), *Principles of Engineering Geology*, John Wiley and Sons, New York, 497 p.
- [30] Gupta, V., Sharma, R., (2012). Relationship between textural, petrophysical and mechanical properties of quartzites: a case study from northwestern Himalaya. *Eng. Geol.* 135– 136, 1–9.
- [31] Cantisani, E., Garzonio, C.A., Ricci, M., Vettori, S., (2013), Relationships between the petrographical, physical and mechanical properties of some Italian sandstones. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* 60, 321–332.
- [32] Tandon, R.S., Gupta, V., (2013), The control of mineral constituents and textural characteristics on the petrophysical & mechanical (PM) properties of different rocks of the Himalaya. *Eng. Geol.* 153, 125–143.
- [33] Ündül, Ö., (2016). Assessment of mineralogical and petrographic factors affecting petro-physical properties, strength and cracking processes of volcanic rocks, *Eng. Geol.* 210, 10–22
- [34] TSE 11137, (1993), “Kireçtaşı Yapı ve Kaplama Taşı olarak Kullanılan”, TSE, Ankara.
- [35] Anon, (1979), Classification of rocks and soils for engineeringgeological mapping. Part 1-rock soil materials, *Bull.Int. Assoc. Eng.Geol.*, 19:364-371.
- [36]. Deere, D.U. and Miller, R.P., (1966) Engineering classification and index properties for intact rocks. Technical Report Air Force Weapons Laboratory, New Mexico, No. AFNL-TR, 65–116.
- [37]. Gamble JC (1971), Durability–plasticity classification of shales and other argillaceous rocks. Ph.D. thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign, Champaign
- [38]. ASTM C127-88, (2001), Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of coarse aggregate, *Annual Book of ASTM Standards*.
- [39] BS 812 Part 2, (1975), Testing Aggregates, Methods for determination of physical properties, *British Standards Institution*.
- [40] BS 8007, (1987), Code of practice for design of concrete structures for retaining aqueous liquids, *British Standards Institution*
- [41] ASTM C 88 (2001), Standard test for soundness of aggregates by use of sodium sulphate or magnesium sulphate, *Annual Book of ASTM Standards*.
- [42] ASTM C131-96, (1996), Standard test method for resistance to abrasion of small size coarse aggregate by use of the Los Angeles machine, *Annual Book of ASTM Standards*.
- [43] Bell, F. G., (2006), *Mühendislik Jeolojisi ve İnşaat (Çeviren K. Kayabalı, Engineering Geology and Construction, 2004)*. Ankara, Sistem Ofset.
- [44] BS 812: Part 105-1, (1985), Testing aggregates, methods for determination of particle shape, Flakiness index, *British Standards Institution*.