

Ceyhan (Adana) Kireçtaşlarının Agrega olarak Betonda Kullanılabilirliği

Usability of Ceyhan (Adana) Limestone as Aggregate in Concrete

Ergül YAŞAR, Yasin ERDOĞAN

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 01330, Adana
eyasar@cukurova.edu.tr; yasinerd@cukurova.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada Ceyhan (Adana) civarındaki taşocaklarından üretilmekte olan kireçtaşının agrega olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Kayacın fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri yapılan laboratuvar deneyleri ile saptanmıştır. Kireçtaşları ilk etapta kimyasal analizlere tabii tutularak yapısında bulunan kimyasal bileşimler tespit edilmiştir. Daha sonra fiziksel özelliklerinden özgül ağırlık, birim hacim ağırlık, porozite, ağırlıkça ve hacimce su emme deneyleri yapılmış ve deney sonuçlarının agrega olma açısından standartlara uygunluğu irdelenmiştir. Fiziksel özellikleri belirlenen agregaların mekanik özellikleri tespit edilmiştir. Tek eksenli basma dayanımı, nokta yük direnci ve Schmidt çekici sertlik indeks ve porozite değerlerine göre kaya sınıflaması yapılmıştır. Ayrıca kireçtaşının farklı boyutlardaki karışımı ve su-çimento oranının (w/c)değiştirilmesi ile elde edilen betonun dayanımlılığı araştırılmıştır. Farklı granülometriye sahip betonda yeterince dayanım ve homojen karışımı sağlayacak su-çimento oranı karışım hesapları mutlak hacim hesaplarına göre yapılmıştır. Farklı su-çimento oranlarında silindirik beton numuneler üretilmiş ve su içinde 7-14-28 gün kür edilmiştir. Bu numunelerin basma dayanım değerleri ile diğer fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Kayaların basma dayanımlarının w/c oranına ve agrega boyutlarına bağlı olduğu görülmüş olup Ceyhan kireçtaşları istenen boyutlarda ve w/c oranında rahatça agrega olarak kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kireçtaşı, Agrega, Su/Çimento Oranı, Beton, Tek Eksenli Basma Dayanımı

ABSTRACT: In this study, Ceyhan (Adana) limestone produced in quarries was used as aggregate material, and its physical, chemical and mechanical properties were determined. Firstly, the chemical properties of limestone were analysed for chemical composition. Secondly, unit weight, density, porosity, water absorption by weight and volumetric methods of physical properties were tested. Also, Schmidt hammer hardness index, abrasion, uniaxial compressive strength, and point load of limestone mechanical properties were determined for the aggregates used. The rock was classified due to uniaxial compressive strength, point load index, porosity and Schmidt hammer hardness test method. Concrete samples were obtained from different granulometric mixes and changing water/cement ratio that provided to homogeneity and sufficient strength in the concrete. Optimum water/cement ratio was determined using vibrating slump for the same concrete mixture proportions. Cylindrical concrete samples were prepared with these fresh mixtures. The concrete produced was cured at 7, 14 and 28 days in water to obtain its properties. It was seen that the compressive strength of concrete depends upon water-cement ratio and aggregate size and also Ceyhan limestone can be used as aggregate material due to required aggregate dimension and w/c ratio.

Keywords: Limestone, Aggregate, Water/Cement ratio, Concrete, Uniaxial compressive strength

Çizelge 1. Adana-Ceyhan Kireçtaşlarının Kimyasal Analiz Sonuçları

Kimyasal Bileşim-%	1 Num	2. Num.	3. Num.	Ortalama
SiO ₂	0,30	0,32	0,33	0,32
Fe ₂ O ₃	0,11	0,17	0,14	0,14
CaCO ₃	96,20	95,70	95,81	95,87
MgCO ₃	0,69	0,78	0,75	0,74
Diğer	2,70	3,03	2,97	2,90

2.3. Kireçtaşlarının Fiziksel Özellikleri

Adana-Ceyhan yöresinde yüzeylemekte olan kireçtaşlarından alınan numuneler Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarına getirilmiş ve TS-699 "Tabii Yapı Taşları Muayene ve Deneysel Metotları" [2] ile ISRM [3] "Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği" standartlarına uygun olarak deneyleri yapılmıştır.

Kaya bloklarından alınan karot örnekleri etüvde 105°C'de 24 saat kurutulup saf suda 48 saat bekletildikten sonra tartılmıştır. Böylece bulunan kuru ve suya doygun ağırlık değerleri kullanılarak kireçtaşının özgül ağırlık değeri, kuru birim hacim ağırlığı, doygun birim hacim ağırlığı, porozitesi, ağırlıkça ve hacimce su emme değerleri belirlenmiştir (Çizelge 2).

Kireçtaşlarının fiziksel özelliklerinden poroziteye göre yapılan sınıflandırmaya göre, Ceyhan kireçtaşının % 0,64±0,5'lik porozite değeri ile "Çok Kompakt" kaya sınıfında yer aldığı görülmüştür (Çizelge 3).

2.4. Kireçtaşlarının Mekanik Özellikleri

2.4.1. Sertlik

Çalışma sahasından alınan blok yüzeylerinde L tipi Schmidt çekici yardımı ile sertlik ölçümü yapılmıştır. ISRM standartlarına uygun olarak, 7 farklı blok üzerinde her blok için 5 farklı noktada 20 okuma yapılmış ve elde edilen geri tepme sonuçlarının ortalamaları Çizelge 4'te verilmiştir.

Yapılan Schmidt Sertlik Sınıflaması'na göre (Çizelge 5) Ceyhan kireçtaşlarının sınıflamada 49,20±1,70 lik Schmidt çekici değeri ile "Çok Sert Kaya" sınıfında yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 2. Ceyhan Kireçtaşlarının Fiziksel Özelliklerinin Deneysel Sonuçları

Deneysel	Ortalama
Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	2,69±0,01
Kuru Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)	2,66±0,01
Doygun Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)	2,67±0,01
Porozite (%)	0,64±0,50
Ağırlıkça Su Emme (%)	0,09±0,04
Hacimce Su Emme (%)	0,20±0,11

Çizelge 3. Kayaçların Poroziteye Göre Sınıflandırılması [4]

Kaya Sınıfı	Porozite
Çok Kompakt	<1
Az Boşluklu	1-2,5
Orta Boşluklu	2,5-5
Oldukça Boşluklu	5-10
Çok Boşluklu	10-20
Çok Fazla Boşluklu	>20

Çizelge 4. Schmidt Çekici Sertlik Değerleri

Minimum	Maksimum	Ortalama
46,25	53	49,20±1,70

Çizelge 5. Kayaçların Schmidt Sertlik Değerlerine Göre Sınıflandırılması [5]

Kaya Sınıfı	Schmidt Çekici Sertlik Değeri
Fevkalade Yumuşak	16-20
Çok Yumuşak Kaya	20-24
Yumuşak Kaya	24-30
Sert Kaya	30-45
Çok Sert Kaya	45-60
Fevkalade Sert Kaya	>60

2.4.2. Tek Eksenli Basma Dayanımı

Tek eksenli basma dayanım deneyleri araziden alınan bloklardan TS 699 ve ISRM (1981) standartlarına göre karot numuneler üzerine uygulanmıştır. Deneyler 7 kuru ve 7 doygun olmak üzere toplam 14 numune üzerinde gerçekleştirilmiştir. Deneysel sonuçlarından elde edilen veriler, kayaçların sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Yapılan deneylerde kırılma, yüksek dayanım değerlerine ulaştığından dolayı

ani ve oldukça şiddetli olmuştur. Kuru ve doymun numuneler üzerinde aynı ortam şartlarında, kireçtaşının doymun durumdaki tek eksenli basma dayanım değerinin kuru haldeki durumundan yaklaşık olarak % 10 daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Tek Eksenli Basma Dayanımı Sonuçları (MPa)

Kayaç Durumu	Minimum	Maksimum	Ortalama
Kuru	89,6	109,5	96,3±8,4
Doymun	78,9	100,4	88,9±7,8

Yapılan sınıflandırmalar sonucunda Ceyhan kireçtaşlarının kuru olarak 96,33±8,40 MPa, doymun olarak 88,96±7,89 MPa'lık değerleri ile Çizelge 7'deki sınıflamaya göre "Orta dirençli kaya" sınıfına girdiği görülmektedir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Tek Eksenli Basma Dayanım Değerlerine Göre Sınıflandırılması [6]

Kaya Sınıfı	Tek Eksenli Basma Dayanımı (MPa)
Çok Düşük Dirençli	<25
Düşük Dirençli	25-50
Orta Dirençli	50-100
Yüksek Dirençli	100-200
Çok Yüksek Dirençli	>200

2.4.3. Nokta Yük İndeksi

Nokta yük indeksi deneyleri TS 699'da belirtilmiş standartlara göre karot numuneler üzerine uygulanmıştır. Deneyler 7 kuru ve 7 doymun olmak üzere toplam 14 numune üzerinde yapılmış olup deney sonuçları ve Bieniawski'nin [7] yapmış olduğu sınıflamalar Çizelge 8 ve 9'da verilmiştir.

Çizelge 8. Nokta Yük İndeksi Sonuçları (MPa)

Kayaç Durumu	Minimum	Maksimum	Ortalama
Kuru	3,08	5,12	4,01±0,70
Doymun	2,89	4,69	3,61±0,69

Çizelge 9. Kayaçların Nokta Yük Direncine Göre Sınıflandırılması [7]

Kaya Sınıfı	Nokta Yük indeksi (MPa)
Çok Düşük Dirençli	<1
Düşük Dirençli	1-2
Orta Dirençli	2-4
Yüksek Dirençli	4-8
Çok Yüksek Dirençli	>8

Yapılan nokta yük indeksi deneylerinin sonucunda, Ceyhan kireçtaşlarının tek eksenli basma dayanımları, nokta yük indeksi değerlerinin yaklaşık 24 katı olduğu saptanmıştır. Kayaçların kuru haldeki dayanım değerleri doymun haldeki durumlarından % 11 daha yüksek olduğu görülmüştür. Bieniawski'nin nokta yük indeksi sınıflamasına göre, Ceyhan kireçtaşlarının "Orta Dirençli Kaya" grubunda olduğu görülmektedir.

3. BETON YAPIMINDA KULLANILAN MALZEMELER

3.1. Çimento

Çalışmada kullanılan Portland çimentosu Adana Çimento Fabrikası'nda üretilmiş olup 7,14 ve 28 günlük basma dayanımları 267 kg/cm², 298 kg/cm² ve 344 kg/cm² olarak tespit edilmiştir. Çimentonun kimyasal bileşimi ve fiziksel özellikleri sırası ile Çizelge 10 ve 11'de sunulmuştur.

Çizelge 10. Portland Çimentonun Kimyasal Analizi

Kimyasal Bileşim	-%-
SiO ₂	26,97
Al ₂ O ₃	8,79
Fe ₂ O ₃	4,21
Mn ₂ O ₃	0,75
CaO	47,83
MgO	4,72
SO ₃	2,33
Na ₂ O	0,44
K ₂ O	1,03
KK	1,20

Çizelge 11. Portland Çimentosunun Fiziksel Özellikleri

Fiziksel özellikler		
Özgül Ağırlık (gr/cm ³)		2,97
Piriz Süresi	ilk (saat:dakika) son (saat:dakika)	3:20 3:57
incelik	Özgül yüzey (cm ² /gr) 0,2 mm. elekte kalıntı (%) 0,09 mm. elekte kalıntı (%)	3960 0,0 0,03

3.2. Agregalar

Ceyhan kireçtaşından kırılmış, temizlenmiş ve yıkanmış agregalar hazırlanmıştır. TS 3526'ya [8] göre ince agregalar için kuru yüzey doygun özgül ağırlığı 2,63 gr/cm³ ve su emme derecesi (Sr) % 1,7 bulunmuştur. İri agregalar için kuru yüzey doygun özgül ağırlığı 2,70 gr/cm³ ve su emme derecesi (Sr) % 1,05'tir. TS 3694'e [9] göre yapılan Los Angeles aşınma testi sonucu ise 100 dönüş sonunda % 6 ve 500 dönüş sonunda % 32 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar standartlar dahilinde olması nedeni ile agregalar standartları ile uyumlu oldukları görülmüştür. Agregalar 105 °C lik fırında 24 saat tutularak kurutulmuştur. 0-5, 0-10, 0-20, 5-10, 10-20 mm'lik eleklerden elenmiş ve 5 gruba ayrılmıştır. Ayrılan bu gruplar gerekli miktarlarda alınarak TS 706'da [10] belirtilen sınırlarda agregalar karışımları elde edilmiştir.

3.3. Beton Karışımı

Deneyisel çalışmada üretilen betonların karışım hesaplarının işlenebilirliklerinin 7 cm'lik çökme değeri ve silindirik basma dayanımlarının 28 günde 400 kg/cm² olması amaçlanmıştır.

Çizelge 12. Ayarlanmış Karışım Oranları

Agrega Boyutu	Agr. Miktarı	Su Mikt.	Çimento M	Su/Çimento Oranı	Karot Boyutları
0-5 mm	9 Kg	1 Kg	2Kg	0,5	D= 7,2 cm
0-10 mm. 0-20mm 5-10 mm. 10-20mm	Her agregalar boyutu için toplam 12 kg beton dökülmüş ve belirlenen karot boyutuna görede 9 adet numune hazırlanmıştır.				L= 14,4 cm

Belirli dayanım ve işlenebilirliği sağlayacak şekilde üç farklı agregalar gradasyonu için ayrı ayrı teorik beton karışım hesapları TS 802'ye [11] göre yapılmıştır. Teorik olarak bulunan beton karışım oranları için ön denemeler yapılmıştır. Ön denemeler sonucu istenilen işlenebilirliği elde etmek için gerektiğinde karışıma su ilavesi yapılmış ve daha sonra sabit dayanımı korumak amacıyla su-çimento oranı sabit tutulacak şekilde karışım oranlarında düzeltmeler yapılmıştır. Elde edilen beton karışımları ve kullanılan su-çimento oranları Çizelge 12'de verilmiştir.

Hazırlanan betonların tek eksenli basma ve çekme dayanımlarının tespiti için L/D = 2 oranında silindirik numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler 24 saat sonra kalıplardan alınmış ve deneye tabi tutulacağı güne kadar su içinde kür edilmiştir.

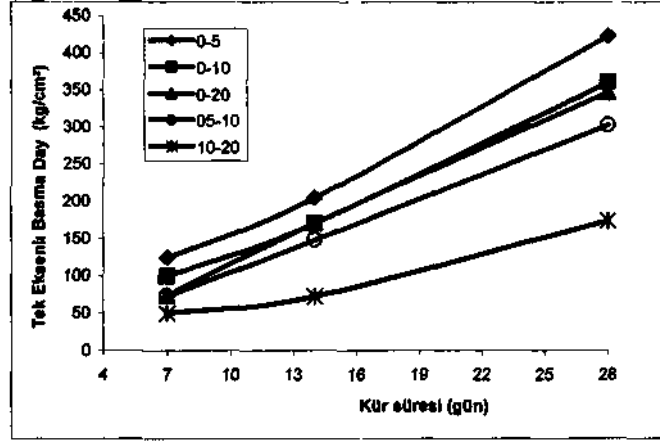
Optimum su-çimento oranlarının bulunması TSE standartlarına göre yapılmıştır. Maksimum sarma ile çökmeyi veren su-çimento oranının 0,33-0,36 civarında değiştiği tespit edilmiştir.

Sarma çökme deneyi sonuçlarına göre istenilen işlenebilirliğin sağlanmadığı ve suyun artırılması gerekliliği anlaşıldığından su/çimento oranı 0,35; 0,4 ve 0,5 oranları için beton numuneler hazırlanmıştır.

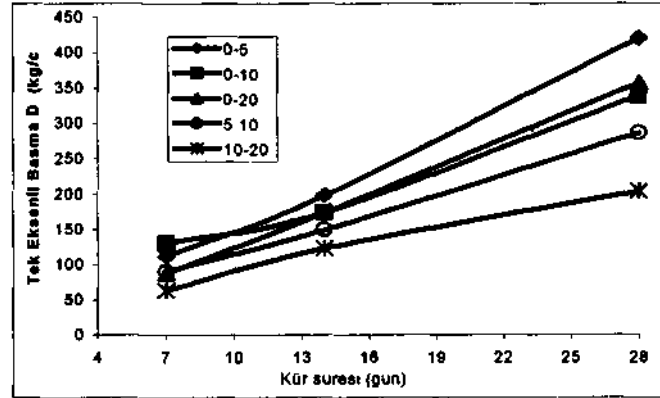
İşlenebilirlik, su miktarının dışında agregalar yüzey dolumu ve su emme kapasitesi tarafından etkilenmektedir. İstenilen işlenebilirliği sağlamak için karışımların su oranı artırılmıştır.

Çizelge 13. Farklı Su-Çimento Oranlarındaki Numunelerin Tek Eksenli Basma Dayanımları (kg/cm³)

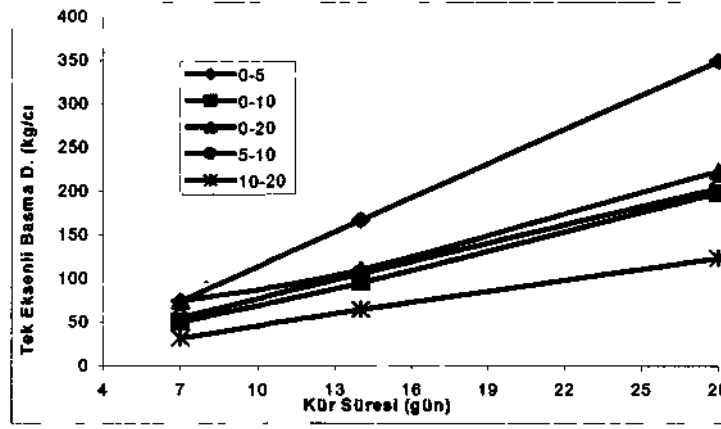
Agrega Boyutu	0,3 (Su/Çimento Oranı)			0,4 (Su/Çimento Oranı)			0,5 (Su/Çimento Oranı)		
	7 gün	14 gün	28 gün	7 gün	14 gün	28 gün	7 gün	14 gün	28 gün
0-5 mm	124,37	205,01	423,41	112,08	198,16	420,81	74,76	166,93	349,53
0-10 mm	99,90	170,98	361,37	130,30	174,23	339,03	51,25	95,63	198,38
0-20 mm	74,56	171,20	347,84	87,86	173,78	357,30	74,80	110,84	223,52
5-10 mm	72,97	148,15	303,29	90,59	149,54	286,91	55,82	106,05	203,86
10-20 mm	49,91	72,72	174,03	63,29	123,10	204,26	32,39	64,63	124,24



Şekil 2. Su/Çimento Oranının 0,3 Olduğu Durumda Farklı Agregat Boyutlarına Göre Tek Eksenli Basma Dayanım Sonuçları



Şekil 3. Su/Çimento Oranının 0,4 Olduğu Durumda Farklı Agregat Boyutlarına Göre Tek Eksenli Basma Dayanım Sonuçları



Şekil 4. Su/Çimento Oranının 0,5 Olduğu Durumda Farklı Agrega Boyutlarına Göre Tek Eksenli Basma Dayanım Sonuçları

4. SONUÇLAR

Ceyhan(Adana) dolomitik kireçtaşı genellikle sağlam, masif ve gri renkli olup kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri bulunmuş ve beton dayanımına bu özelliklerin etkileri araştırılmıştır.

Su-çimento oranı 0,4 ve optimum su içeriği olan 0,33-0,36 oranları ile yapılan 28 günlük kür sonuçları karşılaştırıldığında % 20'lik bir basma dayanımı artışı tespit edilmiştir. Su/çimento oranının azalması ile basınç dayanımında artış olduğu görülmekte ancak işlenebilirlik açısından problem oluşturmaktadır. Bunun için akışkanlaştırıcı kutlanıp betonun akıcı hale gelmesinin gerekli olduğu anlaşılmıştır.

Agrega tane dağılımının ve su/çimento oranının değişiminde basma dayanımlarında büyük değişimler olmuştur. Agrega tane dağılımı ve işlenebilirlik, karışım oranlarını özellikle çimento miktarını etkilemektedir.

Agreganın incelik modülü düştüğünde agreganın incelik oranının arttığı ve dolayısıyla özgül yüzeyin arttığından işlenebilirliği etkilenmiştir. Tane yüzeyinin ıslatılması ve kolay işlenebilmesi için ihtiyaç duyulan su miktarı ince taneli agregalarda artırılmıştır.

Ayrıca beton dayanımlarında numune şeklinin etkisi ve numune boy/çap oranı ilişkilerinin araştırılması gerekir.

Kaynaklar

- [1] Kocal, F., Trabzon-Maçka Başar Taşocağı 'ndaki Kireçtaşının Agrega Olma Açısından İncelenmesi, Türkiye 16. Madencilik Kongresi, Ankara, 279-285,1999.
- [2] TSE, Tabii Yapı Taşları-Muayene ve Deneysel Metotları, TS 699, 1987.
- [3] ISRM Rock Characterisation Testing And Monitoring Suggested Methods, *International Society for Rock Mechanics*, Pergamon Press, Oxford, 21 Is. 1981.
- [4] Tarhan, F., "Mühendislik Jeolojisi Prensipleri", KTÜ Yayınları, Trabzon, 1989.
- [5] Schmidt, E., A Non-Destructive Concrete Tester, *Concrete*, 59 (8), 34-5,1951
- [6] Deere, D.U., and Miller, R.P., Engineering Classification and Index Properties of Intact Rock. Tech. Rept. No. AFNL-TR-116, Air Force Weapons Laboratory, N.M., 1966.
- [7] Bieniawski, Z.T., Point Load Test m Geotechnical Practise, *Engineering Geology*, 9T-11,1975.
- [8] TS 3526, Test Method Specific Gravity And Water Absorption Of Aggregates For Concrete, TSE, Ankara, 1980
- [9] TS 3694, Test Method for Abrasion Resistance of Aggregates for Concrete, TSE, Ankara, 1981
- [10] TS 706, Beton Agregaları, TSE, Ankara, 1980.
- [11] TS 802, Beton Karışım Hesapları, TSE, Ankara, 1985.

