

Kırşehir-Kaman Yöresi Granit Agregalarının Mühendislik Özellikleri

İlhami DEMİR*, M. Mustafa ÖNAL**

*Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği 71450 Yahşihan KIRIKKALE

**Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Meslek Yüksekokulu 40100 KIRŞEHİR

ÖZET

Bu araştırmada, Kırşehir-Kaman yöresi blok taş ocaklarından elde edilen granit kırmataş agregaların mühendislik özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla yöredeki; Yelek, Savcılı I, Ömerhacılı ve Savcılı II taş ocaklarından deney numuneleri alınmıştır. Numuneler üzerinde tane dağılımı, yoğunluk, su emme, birim ağırlık, donma- çözülme, aşınma dayanımı, sülfat miktarı, klorür miktarı, tane şekli ve alkali-agrega reaksiyonu deneyleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak bu agregalar arasında en iyi mühendislik özelliklerin Savcılı I yöresi numunelerini ne ait olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Granit, Agregası, Kırmataş, Beton

Engineering Properties of Granite Aggregates in Kaman, Kırşehir Region

ABSTRACT

In this research, the engineering properties of granite crushed stone aggregates obtained from block stone quarries in Kaman, Kırşehir region were examined. For this aim; samples were taken from Yelek, Savcılı I, Ömerhacılı and Savcılı II stone quarries. Granulometry, specific density, water absorption, unit weight, freeze-thaw, abrasion resistance, sulphate, and chloride quantity, particle shape and alkali-aggregate reaction properties of the samples were tested. As a result it was seen that Savcılı I region samples had the most convenient engineering properties among all sample aggregates.

Keywords: Granite, Aggregate, Crushed stone, Concrete

1. GİRİŞ

Agregaların dayanıklı ve ekonomik olmaları beton yapımında kullanılmalarının en önemli nedenlerindedir. Agregası, betonun dayanımı ile birlikte, davranışını da etkilemektedir. Beton yapımında kullanılan agreganın mineral yapısı, tane şekli, tane dağılımı, donma dayanıklılığı, aşınma dayanımı, birim ağırlığı, yoğunluğu, su emmesi ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılığı beton dayanıklılığını etkileyen en önemli özellikler olarak görülmektedir. Ana kayaç özelliklerinin bilinmesinin kaliteli kırmataş üretiminde önemi büyüktür. Örneğin silis içeren tridimit ve andezit gibi mineraller alkali-agrega reaksiyonuna neden olduğundan, beton için uygun görülmemektedir. Siyah ve beyaz kireçtaşı, granit, bazalt, siyenit gibi doğal taşlardan da kaliteli beton agregası elde edilebilmektedir (1,7).

Murdock vd.'nin (4) yaptıkları çalışmada; kireçtaşının, tortul kayaç olduğu, esas olarak kalsiyum karbonattan oluştuğu, sert ve yoğun olan türlerinin betonda en uygun kayaç türü olduğu belirtilmiştir. Daha yumuşak ve yoğunluğu daha düşük olan olitik kireçtaşlarının, aşınmaya ve donma karşı dayanıklılıklarının düşük olması nedeniyle; özellikle aşınmaya ve atmosfer etkilerine maruz karayolu kaplama betonları, dolu savak betonları ile köprü tabliye betonları için uygun olmadığı, tebeşir türü kireçtaşının ise çok yumuşak olması

nedeniyle betonda kullanılamayacağı ifade edilmektedir (4).

Alexander ve Milne (5) tarafından yapılan çalışmada; dört çeşit çimento karışımı ile yapılan betonlarda, agregası çeşitlerinin beton mukavemetine etkisi incelenmiştir. Agregası çeşidine bağlı olarak, betonun basınç mukavemetlerinin de değiştiği gözlemlenmiştir. Dört farklı agregası kullanılarak yapılan betonlarda, agregası ile çimento geçiş bölgelerinin, agreganın doğal yapısına göre değişik özellikler gösterdiği ifade edilmektedir (5).

Tasong vd. (6) yaptıkları çalışmada; agregası yüzey yapısı için bahsedilen yüzey parametrelerinin ölçümleri, agregası yüzeylerinin kırılma veya çatlak olup olmadığına bağlı olarak, farklı mineral yapısına sahip agregalar arasında önemli farklılıklar gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Kayaç yapısı ve kimyasal reaksiyonların beton dayanımında önemli bir fonksiyon oluşturduğunu belirtmişlerdir (6).

Özkahraman ve Işık (8) yaptıkları çalışmada; karışım oranları ve kullanılan malzemeleri aynı, fakat kimyasal ve mineralojik yapıları değişik 10 farklı agregası grubuyla oluşturulan numunelerde en iyi beton özelliklerini % 80 - 95 SiO₂ (silisyum dioksit) ve en az % 0,5 - 3,4 CaCO₃ (Kalsiyum karbonat) içeren agregaların verdiğini belirtmişlerdir (8).

2.2.1.1. Tane dağılımı

Agrega numuneleri; “TS 707; Beton Agregalarından Numune Alma ve Deney Numunesi Hazırlama Yöntemi” de belirtilen esaslara uygun olarak alınmıştır (15).

Agrega numunelerinde tane büyüklüğüne göre dağılımını, tane sınıflarını ve incelik modülü “TS 3530 EN 933-1; Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 1; Tane Büyüklüğü Dağılımı – Eleme Metodu” standardında belirtilen esaslara uygun olarak her grup için 3 deney numunesi üzerinde yapılmıştır (16).

2.2.1.2. Yoğunluk ve su emme oranı tayini

Agrega yoğunluk ve su emme oranı tayini; “TS EN 1097-6/A1 Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 6: Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranının Tayini” standardında belirtilen esaslara uygun olarak ve istatistiksel modelleme kurabilmek için her gruptan 30 adet deney numunesi üzerinde yapılmıştır (17).

2.2.1.3. Gevşek ve sıkışık birim ağırlık deneyi

Agrega numunelerinde gevşek ve sıkışık birim ağırlığı; “TS 3529; Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini” standardında belirtilen esaslara uygun olarak ve istatistiksel modelleme kurabilmek için her gruptan 30 adet deney numunesi üzerinde yapılmıştır (18).

2.2.1.4. Donma-çözölmeye karşı direncin tayini

Agrega numunelerinde donma-çözölmeye karşı direncin tayini; “TS EN 1367-1 Agregaların Termal ve Bozunma Özellikleri İçin Deneyler- Bölüm 1: Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini” Türk Standardında belirtilen donma-çözölmeye esasına uygun olarak ve istatistiksel modelleme kurabilmek için her gruptan 30 adet deney numunesi üzerinde yapılmıştır (19).

2.2.1.5. Agreganın aşınma dayanımı

Agrega numunelerinde parçalanma direncinin tayini; “TS EN 1097-2 Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 2: Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metotlar” Türk Standardı esas alınarak Bilyeli Tambur (Los-Angeles deney) yönteminde belirtildiği gibi aşınma tamburunda 500 dönüş yapma esasına uygun olarak ve istatistiksel modelleme kurabilmek için her gruptan 30 adet deney numunesi üzerinde yapılmıştır (20).

2.2.1.6. Sülfat ve klorür miktarı tayini

Agrega numunelerinde sülfat ve klorür miktarı tayini; “TS EN 1744-1 Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 1: Kimyasal Analizi” Türk Standardında belirtilen alternatif metoda göre 3'er adet deney numunesi üzerinde yapılmıştır (21).

2.2.1.7. Tane şekli tayini

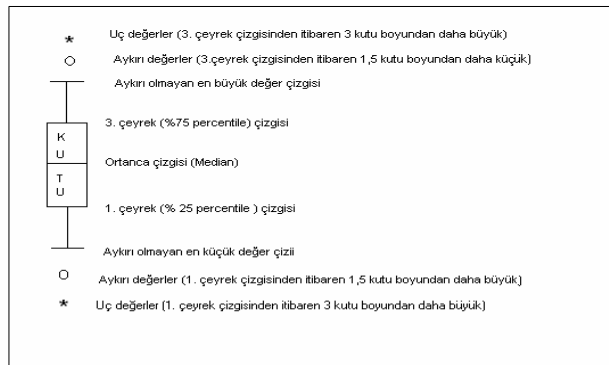
Agrega numunelerinde tane şekli tayini; “TS 3814 EN 933-4; Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler-Bölüm 1: Tane Şeklinin Tayini-Şekil İndisi” Türk Standardında belirtilen esaslara uygun olarak her grup için 3 adet deney numunesi üzerinde yapılmıştır (22).

2.2.1.8. Alkali agreganın reaktivitesi

Agrega numunelerinde alkali agreganın reaktivitesi; “TS 2517; Alkali agreganın reaktivitesinin kimyasal yolla tayini metodu” isimli Türk Standardında belirtilen esaslara göre her gruba ait 3 adet deney numunesi üzerinde yapılmıştır (23).

2.2.2. İstatistik metotları

Agrega numunelerinden sekiz ayrı deney türü için dört gruba ait veriler elde edilmiştir. Gruplara ait verilerin aritmetik ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri açıklayıcı istatistikler şeklinde verilmiştir. Deneysel çalışmalardan elde edilen veriler üzerinde veri dağılımları ve gruplar arasında dağılım farklılıklarını göstermek amacıyla kutu grafikleri çizilmiştir (24). Şekil 2’de verilen kutu grafiğinde; Ortanca çizgisi ile merkezi eğilimler arasındaki ilişki kutunun boyu ile verilerin yayılma veya değişkenliği belirtilmektedir (25).



Şekil 2. Kutu grafiğinin (boxplot) yapısı ve özellikleri

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Saha Özellikleri

Yelek, Savcılı I, Ömerhacılı ve Savcılı II taş ocaklarının granitten oluştuğu görülmüştür. Mineralojik olarak bileşiminde kuvars, feldispat ve plajiyoklaz mineralleri gözlenmiştir (26).

3.2. Tane Dağılımı

Gruplara ait agreganın numunelerinin tane dağılımı sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Sahalara ait agreganın numuneleri tane dağılımı çizelgeleri oluşturulmuştur.

Çizelge 2. Kullanılan agrega numunelerinin tane dağılım verileri

Elek Göz Açıklığı (mm)	Geçen (%)			
	Yelek	Savcılı I	Ömerhacılı	Savcılı II
31,5	0,64	0,88	0,90	1,01
16	18,82	15,30	16,48	15,45
8	18,76	15,96	19,56	16,10
4	16,68	27,32	15,00	26,42
2	8,66	8,31	10,48	8,51
1	8,33	10,33	10,24	10,21
0,5	20,64	8,91	9,56	9,05
0,25	7,47	12,99	17,78	13,2
Toplam	100	100	100	100

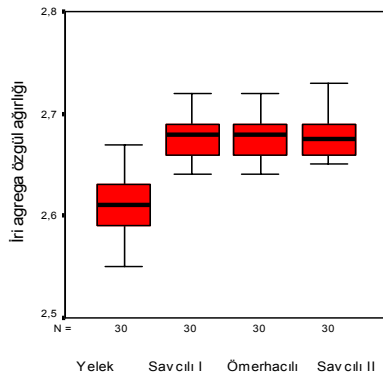
3.3. Agrega Yoğunluğu

Gruplara ait agrega deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilen iri agrega yoğunluk deney verilerine ilişkin açıklayıcı istatistiksel bilgiler Çizelge 3'de verilmiştir.

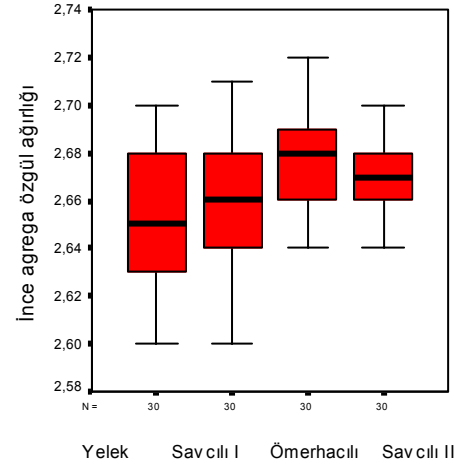
Çizelge 3. İri agrega (4/32) yoğunluk verilerinin açıklayıcı istatistikleri

Ocak	Maksimum değer	Minimum değer	Standart sapma	Aritmetik ortalama
Yelek	2,67	2,55	0,031	2,61
Savcılı I	2,74	2,64	0,024	2,68
Ömerhacılı	2,74	2,64	0,022	2,68
Savcılı II	2,73	2,65	0,020	2,68

Gruplara ait iri agrega numunelerinin yoğunluk verileri, açıklayıcı istatistikler ve kutu grafiğinden elde edilen sonuçlara göre; en büyük iri agrega yoğunluk değeri Ömerhacılı 2,68, en küçük iri agrega yoğunluk değeri Yelek 2,61 numunelerine ait olduğu (Çizelge 3), Yelek ve Savcılı II iri agrega yoğunluk verileri dağılımının normal olduğu, Savcılı I ve Ömerhacılı iri agrega yoğunluk verilerinin negatif yönde çarpık olduğu görülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. İri agrega numunelerinin (4/32) yoğunluk verileri kutu grafiği



Şekil 4. İnce agrega numunelerinin (0/4) yoğunluk verileri kutu grafiği

Betonda kullanılacak agreganın yoğunluğunun 2,2 - 2,7 arasında olması gerekmektedir (27). Gruplara ait numunelerin ortalama iri agrega yoğunluk verilerinin bu aralıkta olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre; gruplara ait numunelerin yoğunlukları bakımından beton agregası olarak kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Gruplara ait ince agrega numunelerinin yoğunluk değerlerine ilişkin açıklayıcı istatistiksel bilgiler Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. İnce agrega (0/4) yoğunluk verilerinin istatistiksel dağılımı

Ocak	Maksimum değer	Minimum değer	Standart Sapma	Aritmetik ortalama
Yelek	2,70	2,60	0,030	2,65
Savcılı I	2,71	2,60	0,025	2,66
Ömerhacılı	2,72	2,64	0,021	2,68
Savcılı II	2,71	2,63	0,019	2,67

Gruplara ait ince agrega numunelerinin yoğunluk verilerinin açıklayıcı istatistikleri ve kutu grafiğinden elde edilen sonuçlara göre; ortalama ince agrega yoğunluk değerlerinin; Yelek 2,65, Savcılı I 2,66, Savcılı II 2,67 ve Ömerhacılı 2,68 olduğu görülmüştür (Çizelge 4.). Yelek ve Savcılı I ince agrega yoğunluk veri dağılımının pozitif yönde çarpık olduğu, Ömerhacılı ince agrega yoğunluk veri dağılımının negatif yönde çarpık olduğu, Savcılı II ince agrega yoğunluk veri dağılımının ise normal olduğu görülmüştür (Şekil 4).

Betonda kullanılacak agreganın yoğunluklarının 2,2 - 2,7 arasında olması gerekmektedir (27). Gruplara ait numunelerin ortalama ince agrega yoğunlukları Yelek 2,65, Savcılı I 2,66, Savcılı II 2,67 ve Ömerhacılı 2,68 ile bu aralıkta olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre gruplara ait numunelerin yoğunlukları bakımından beton agregası olarak kullanılabilir olduğu görülmektedir.

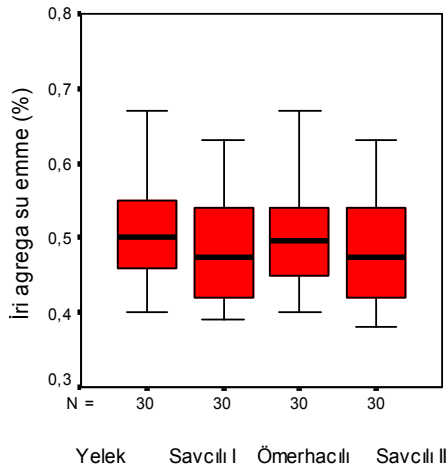
3.4. Agregası Su Emmesi

Gruplara ait deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilen İri agregası su emme değerlerine ilişkin açıklayıcı istatistiksel bilgiler Çizelge 5’de verilmiştir.

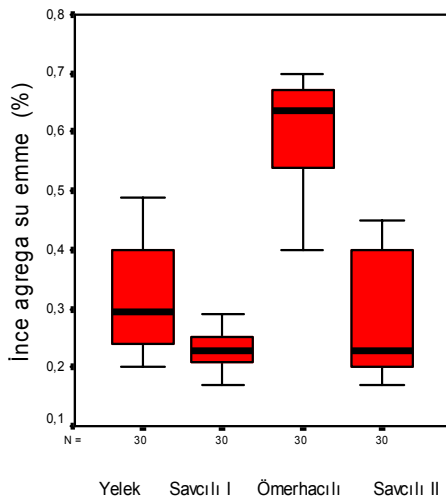
Çizelge 5. İri agregası (4/32) su emme oranlarının açıklayıcı istatistikleri

Ocak	Maksimum değer (%)	Minimum değer (%)	Standart sapma	Aritmetik ortalama (%)
Yelek	0,69	0,40	0,073	0,51
Savcılı I	0,63	0,39	0,070	0,48
Ömerhacılı	0,67	0,40	0,068	0,50
Savcılı II	0,63	0,38	0,071	0,48

Gruplara ait iri agregası su emme oranı verilerinin açıklayıcı istatistikleri ve kutu grafiğinden elde edilen sonuçlara göre; en büyük su emme oranının % 0,51 ile Yelek numunelerine, en küçük su emme oranının ise % 0,48 ile Savcılı I ve Savcılı II numunelerine aittir (Çizelge 5). Yelek, Savcılı I ve Savcılı II su emme oranı veri dağılımının pozitif yönde çarpık olduğu, Ömerhacılı iri agregası su emme veri dağılımının normal olduğu görülmüştür (Şekil 5).



Şekil 5. İri agregası (4/32) su emme oranları veri kutu grafiği



Şekil 6. İnce agregası (0/4) su emme oranları veri kutu grafiği

Beton agregasında su emme oranı % 1’den az olması gerekmektedir (27). İri agregası numunelerin tamamı % 1’den az su emmiştir. Buna göre gruplara ait numunelerin tamamı su emme oranı bakımından beton agregası olarak kullanımının uygun olduğu görülmektedir.

Gruplara ait ince agregası numunelerinin su emme değerlerine ilişkin açıklayıcı istatistiksel bilgiler Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. İnce agregası (0/4) su emme oranlarının açıklayıcı istatistikleri

Ocak	Maksimum değer (%)	Minimum değer (%)	Standart Sapma	Aritmetik ortalama (%)
Yelek	0,49	0,20	0,092	0,32
Savcılı I	0,41	0,17	0,060	0,24
Ömerhacılı	0,70	0,40	0,084	0,60
Savcılı II	0,45	0,17	0,098	0,28

Gruplara ait numunelerin ince agregası su emme oranı verileri açıklayıcı istatistikleri ve kutu grafiğinden elde edilen sonuçlara göre; en büyük ince agregası su emme oranı % 0,60 ile Ömerhacılı bölgesine, en küçük su emme oranının % 0,24 ile Savcılı I bölgesine ait olduğu görülmüştür (Çizelge 6). Yelek ve Savcılı II ince agregası su emme oranı veri dağılımının pozitif yönde çarpık olduğu, Ömerhacılı ince agregası su emme oranı veri dağılımının negatif yönde çarpık olduğu, Savcılı I ince agregası su emme veri dağılımının normal olduğu görülmüştür (Şekil 6).

Beton agregasında su emme oranının % 1’den az olması gerekmektedir (27). Su emme oranı bakımından ince agregası numunelerin tamamı % 1’den az su emmiştir. Bu sonuçlara göre grupların tamamı su emme oranı bakımından beton agregası olarak kullanımının uygun olduğu görülmektedir.

3.5. Agregası Birim Ağırlığı

Gruplara ait agregası numunelerinin gevşek birim ağırlık verileri açıklayıcı istatistiksel bilgileri Çizelge 7’de verilmiştir.

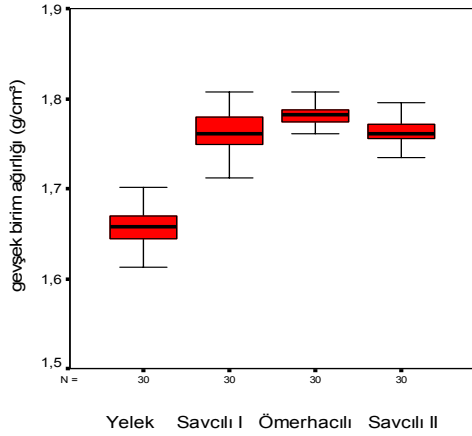
Çizelge 7. Gevşek birim ağırlık verilerinin açıklayıcı istatistikleri

Ocak	Maksimum değer (g/cm ³)	Minimum değer (g/cm ³)	Standart Sapma	Aritmetik ortalama (g/cm ³)
Yelek	1,70	1,61	0,022	1,66
Savcılı I	1,81	1,70	0,025	1,76
Ömerhacılı	1,81	1,76	0,011	1,78
Savcılı II	1,81	1,73	0,020	1,77

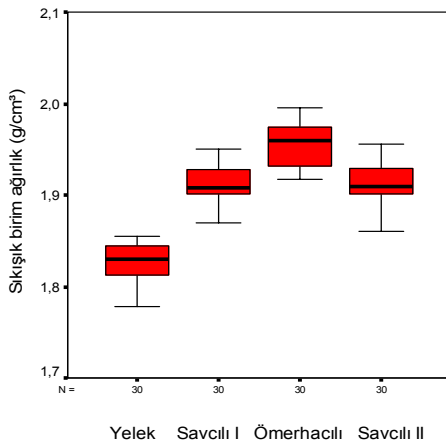
Gruplara ait agregası gevşek birim ağırlık verilerinin açıklayıcı istatistikleri ve kutu grafiğinden elde edilen sonuçlara göre; aritmetik ortalaması en küçük gevşek birim ağırlık verisinin 1,66 g/cm³ ile Yelek numunelerine, en büyük gevşek birim ağırlık verisinin ise

1,78 g/cm³ ile Ömerhacılı numunelerine ait olduğu görülmüştür (Çizelge 11.). Savcılı I ve Savcılı II numunelerinin gevşek birim ağırlık veri dağılımının pozitif yönde çarpık olduğu, Yelek ve Ömerhacılı numunelerinin gevşek birim ağırlık veri dağılımının normal olduğu görülmüştür (Şekil 7).

Beton agregalarında gevşek birim ağırlık değerinin 1,20-1,80 g/cm³ arasında (28), ortalama olarak ise 1,59 g/cm³ olması gerektiği belirtilmektedir (29). Bu verilere göre numunelerin tamamı gevşek birim ağırlık verileri bakımından 1,20-1,80 g/cm³ arasında olup ortalama değerden yüksek değer almışlardır. Agregada birim ağırlığının yüksek çıkması agregada arasındaki boşlukların az olacağını göstermektedir. Bu sonuç betonda kompasiteyi artırıcı etken olarak gruplara ait numunelerin gevşek birim ağırlık bakımından beton agregası olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.



Şekil 7. Agregada gevşek birim ağırlık verilerinin kutu grafiği



Şekil 8. Agregada sıkışık birim ağırlık verilerinin kutu grafiği

Agregada numunelerine ait sıkışık birim ağırlık değerlerine ilişkin açıklayıcı istatistikler bilgileri Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Agregada sıkışık birim ağırlık verilerinin açıklayıcı istatistikleri

Ocak	Maksimum değer g/cm ³	Minimum değer g/cm ³	Standart Sapma	Aritmetik ortalama g/cm ³
Yelek	1,86	1,78	0,024	1,83
Savcılı I	1,95	1,86	0,023	1,91
Ömerhacılı	2,00	1,92	0,025	1,96
Savcılı II	1,96	1,86	0,024	1,91

Gruplara ait agregada sıkışık birim ağırlık verilerinin açıklayıcı istatistikleri ve kutu grafiğinden elde edilen sonuçlara göre; aritmetik ortalama olarak en küçük sıkışık birim ağırlık verisinin 1,83 g/cm³ ile Yelek numunelerine ait olduğu, en büyük sıkışık birim ağırlık verisinin ise 1,96 g/cm³ ile Ömerhacılı numunelerine ait olduğu görülmüştür (Çizelge 8). Savcılı I ve Savcılı II numunelerinin sıkışık birim ağırlık veri dağılımının pozitif yönde çarpık olduğu, Ömerhacılı numunelerinin birim ağırlık veri dağılımının negatif yönde çarpık olduğu, Yelek numunelerinin sıkışık birim ağırlık veri dağılımının normal olduğu görülmüştür (Şekil 8).

Beton agregalarında sıkışık birim ağırlık değerinin 1,20 - 1,8 g/cm³ arasında (28), ortalama olarak ise 1,67 g/cm³ olması gerektiği belirtilmektedir (29). Bu verilere göre gruplara ait numunelerin tamamının sıkışık birim ağırlıkları 1,80 g/cm³ değerinin üzerinde çıkmıştır. Agregada birim ağırlığının yüksek çıkması agregada arasındaki boşlukların az olacağını göstermektedir. Bu sonuç betonda kompasiteyi artırıcı etken olarak gruplara ait numunelerin tamamının beton agregası olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

3.6. Agregaların Donma – Çözölmeye Karşı Direnci

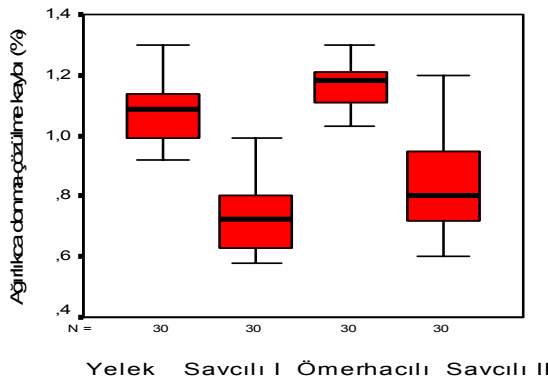
Gruplara ait agregada numunelerinin donma-çözölmeye karşı direnç verilerine ilişkin açıklayıcı istatistiksel bilgiler Çizelge 9'da verilmiştir

Çizelge 9. Ağırlıkça donma -çözölmeye verilerinin açıklayıcı istatistikleri

Ocak	Maksimum değer (%)	Minimum değer (%)	Standart Sapma	Aritmetik ortalama (%)
Yelek	1,30	0,92	0,103	1,11
Savcılı I	0,99	0,58	0,119	0,74
Ömerhacılı	1,30	1,03	0,072	1,17
Savcılı II	1,20	0,60	0,158	0,84

Gruplara ait agregada numunelerinin donma-çözölmeye ağırlık kaybı verilerinin açıklayıcı istatistikleri ve kutu grafiğinden elde edilen sonuçlara göre; aritmetik ortalama olarak en küçük ağırlıkça donma-çözölmeye kaybının % 0,74 ile Savcılı I numunelerine ait olduğu, en büyük donma-çözölmeye kaybının ise % 1,17 ile Ömerhacılı numunelerine ait olduğu görülmüştür (Çizelge 9). Savcılı II numunelerinin ağırlıkça donma-çözö-

zülme kaybı veri dağılımının pozitif yönde çarpık olduğu, Yelek, Savcılı I ve Ömerhacılı numunelerinin



Şekil 9. Agreganın donma-çözülme kaybı verilerine ilişkin kutu grafiği

ağırlıkça donma-çözülme kaybı veri dağılımının negatif yönde çarpık olduğu görülmüştür (Şekil 9).

Agregaların donma-çözülme ağırlık kaybı oranı % 15'den az olması gerekmektedir (29). Gruplara ait agreganın donma-çözülme kaybı verilerine ilişkin kutu grafiği Şekil 9'de verilmiştir. Bu sonuçlar agreganın donma-çözülme kaybı bakımından grupların tamamının beton agregası olarak kullanılabilir olduğunu göstermektedir (Çizelge 9).

3.7. Agreganın Aşınma Dayanımı

Gruplara ait agreganın aşınma dayanımı değerlerine ilişkin açıklayıcı istatistikler Çizelge 10'da verilmiştir.

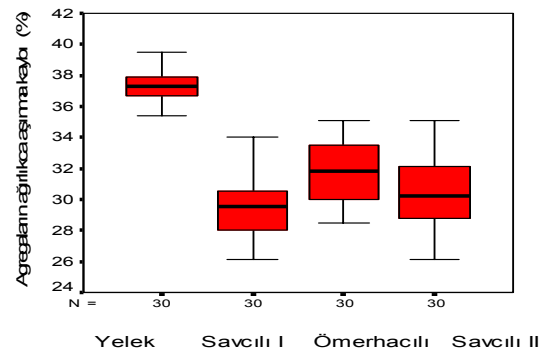
Çizelge 10. Agreganın aşınma kaybı verilerinin açıklayıcı istatistikleri

Ocak	Maksimum değer (%)	Minimum değer (%)	Standart Sapma	Aritmetik ortalama (%)
Yelek	39,50	33,90	1,243	37,12
Savcılı I	35,20	26,10	2,655	30,01
Ömerhacılı	35,30	28,50	1,970	31,64
Savcılı II	35,10	26,10	2,397	30,59

Gruplara ait agreganın aşınma kaybı verilerinin açıklayıcı istatistikleri ve kutu grafiğinden elde edilen sonuçlara göre; en küçük aşınma kaybı değerinin % 30,01 ile Savcılı I' e ait olduğu, en büyük aşınma kaybı değerinin ise % 37,12 ile Yelek numunelerine ait olduğu görülmüştür (Çizelge 10). Savcılı II numunelerinin aşınma kaybı veri dağılımının pozitif yönde çarpık olduğu, Savcılı I numunelerinin aşınma kaybı veri dağılımının ise negatif yönde çarpık olduğu, Yelek ve Ömerhacılı numunelerinin aşınma kaybı veri dağılımının ise normal olduğu görülmüştür (Şekil 10).

Aşınma (parçalanma) aletinin 500 dönüş sonrası en çok kayıp miktarı % 50 olmalıdır (27). Gruplara ait numunelerin tamamı % 50' den az aşınma kaybı vererek

agrega aşınma kaybı bakımından beton agregası olarak kullanılabilir özellik göstermişlerdir (Çizelge 10).



Şekil 10. Agreganın aşınma kaybı verilerine ilişkin kutu grafiği

3.8. Agreganın Sülfat Miktarı

Çizelge 11'e göre Yelek numunelerinde % 0,014, Savcılı I numunelerinde % 0,019 sülfat miktarı bulunduğu, Ömerhacılı numunelerinde % 0,021 ve Savcılı II numunelerinde % 0,019 oranında sülfat bulunduğu görülmüştür. TS 706 EN 12620 madde 6.3.1' de göre sülfat miktarı kütlece % 1'den az olması gerektiği belirtilmektedir (30). Gruplara ait agreganın sülfat miktarı ile ilgili öngörülen standart değere göre beton agregası olarak uygun olduğu görülmektedir (Çizelge 11).

3.9. Agreganın Klorür Miktarı

Gruplara ait deney numunelerinde gerçekleştirilen klorür miktarına ilişkin veriler Çizelge 11'de verilmiştir. Yelek numunelerinde % 1,13, Savcılı I numunelerinde % 1,21 klorür miktarı bulunduğu, Ömerhacılı numunelerinde % 1,28 ve Savcılı II numunelerinde % 1,21 oranında klorür bulunduğu görülmüştür (Çizelge 11). Agregalarda klorür içeriği agreganın kütlesinin % 0,05' i aşmaması önerilmektedir (31). Bu sonuçlara göre gruplara ait numunelerin tamamının klorür miktarı öngörülen miktardan fazla çıktığı görülmektedir. Bu nedenle klorür miktarı bakımından beton agregası olarak uygun görülmemektedir.

3.10. Agregaların Tane Şekli - Yassılık Endeksi

Gruplara ait agreganın deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilen agreganın tane şekli deneyine ilişkin veriler ise şöyledir; silindirik çubuklarla eleme sonucu toplam yassılık endeksi Yelek için % 28, Savcılı I % 27, Ömerhacılı % 32, Savcılı II ise % 28 olduğu görülmüştür (Çizelge 11). Tane büyüklüğü 8mm ve daha fazla iri agregalardaki şekilce kusurlu (yassı veya uzun) tanelerin oranının % 50' den az olması gerektiği belirtilmektedir (30). Gruplara ait numunelerin tamamının agregaların tane şekli bakımından öngörülen standarda göre uygun olduğu görülmektedir (Çizelge 11).

3.11. Alkali Agregası Reaktivitesi

Gruplara ait agrega numunelerinde gerçekleştirilen alkali agrega reaktivitesi deney sonuçlarına göre; minimum alkali azalması 60 mmol/L ile Yelek numunelerine ait, maksimum alkali azalması 80 mmol/L ile Ömerhacılı numunelerine ait olduğu görülmektedir (Çizelge 11). Çözünen silika ise; minimum 10,15 mmol/L ile Savcılı numunelerine, maksimum 12,34 mmol/L ile Yelek numunelerine ait olduğu görülmüştür (Çizelge 11).

TS 2517 madde 4. Şekil 2'deki grafik yardımı ile; alkali azalması (Rc) ve çözünmüş silis (Sc) değerleri kullanılarak söz konusu agreganın yeri saptanır (23). Gruplara ait numunelerin tamamı alkali azalması bakımından standartta belirtilen zararsız agregalar (I bölge içerisinde) bölümünde olduğu görülmektedir.

özellikleri taşıdığı fakat klorür miktarı bakımından beton agregası olarak uygun olmadığı görülmüştür. Gruplar arasında beton agregası olarak iyi özellikler Ömerhacılı, Savcılı I ve Savcılı II granit kırmataş agregalarının iyi beton agregası özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu gruplar arasında beton agregası olarak en iyi özellikler Savcılı I numunelerine aittir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı 37/2004-01 kodlu proje ile destekleyen Gazi Üniversitesi Rektörlüğüne teşekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

1. Erdoğan, Y, T., "Betonu Oluşturan Malzemeler, Agregalar", THBB, s.10,11,17, Ankara, 1995.

Çizelge 11. Kırşehir-Kaman yöresi agregaların fiziksel ve kimyasal özellikleri

Agrega ocağı	Yelek	Savcılı I	Ömerhacılı	Savcılı II
İri agrega yoğunluğu	2.61	2.68	2.68	2.68
İnce agrega yoğunluğu	2.65	2.66	2.68	2.67
İri agrega su emme (%)	0.51	0.48	0.50	0.48
İnce agrega su emme (%)	0.32	0.24	0.60	0.28
Gevşek birim ağırlık (gr/cm ³)	1.66	1.76	1.78	1.76
Sıkışık birim ağırlık (gr/cm ³)	1.82	1.91	1.96	1.91
Don kaybı (%)	1.11	0.74	1.17	0.84
Aşınma oranı (%)	37.11	30.01	31.64	30.59
Sülfat miktarı (%)	0.014	0.019	0.021	0.019
Klorür miktarı (%)	1.13	1.20	1.28	1.21
Rc alkali azalması M mol/l	60	70	80	70
Sc çözünen silika M mol/l	12.34	10.15	10.87	10.05

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kırşehir ili Kaman yöresinde granit olarak kullanılan Yelek, Savcılı I, Ömerhacılı ve Savcılı II sahalarından elde edilen kırmataş agrega grupları üzerinde gerçekleştirilen agrega deney sonuçlarına göre; yoğunlukları yüksek olan agregaların su emmeleri düşük, birim ağırlıkları yüksek, donma-çözülme ve aşınma oranları düşük çıkmıştır. Sülfat, miktarı ve alkali azalması bakımından grupların tamamının standartlara uygun olduğu görülmektedir. Kayaçların mineralojik olarak granit ve esas mineral bileşenlerinin feldispat, plajiyoklaz ve kuvars minerallerinden oluştuğu görülmüştür. Ana minerallerin kuvars olması yüksek kalitede betonda kaliteyi arttıracaktır. Fakat yumuşak dokulu plajiyoklaz mineralleri ile Feldispat minerallerinin beton içerisindeki zamanla oluşabilecek tahribatlarına dikkat etmek gerekir.

Sonuç olarak Yelek, Savcılı I, Ömerhacılı ve Savcılı II granit kırmataş agregalarının tane dağılımı, yoğunluk, su emme, birim ağırlık, dona dayanıklılık, aşınma oranı, sülfat miktarı, tane şekli ve alkali agrega reaktivitesi bakımından beton yapımında kullanılabilir

2. Postacıoğlu, B., "Bağlayıcı Maddeler, Agregalar, Beton", Matbaa Teknisyenleri Basımevi, Cilt II, s. 211,323, İstanbul, 1987.
3. Arslan, M. ve Demir, İ., "Kırşehir Yöresi Kırmataş Agregalarının Mühendislik Özellikleri", Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der., no:3, Ankara, 2005.
4. Murdock, L, J., et al., Concrete Materials and Practice, no:26, London, 1991.
5. Alexander, M.G., Milne, T.I., "Influence Of Cement Blent and Aggregate Type On Stress Strain Behavior and Elastic Modulus Of Concrete", ACI Materials Journal, no:92, May - June, pp.227-235, 1995.
6. Tasong, W. A., Lynsdale, C. J., Crpp, C., "Aggregate-cement paste interface II: Influence of aggregate physical properties", Cement and Concrete Research., no:28, pp.1453-1465, 1998.
7. Giaccio, G., et al., "High-Strength Concretes Incorporating Different Coarse Aggregates", ACI Materials Journal, no 89, May-June, pp.242-247, 1992.
8. Özkahraman, H. T., and Işık, E. C., "The Effect of Chemical and Mineralogical Composition of Aggregates on Tensile adhesion strenght of Tiles", Construction and Building Materials, Vol:9, No:4, pp. 251-255, 2005.

9. Çalışkan, S., “Agrega Cinsi ve Tane boyunun Ara yüzey Aderans Dayanımına Etkisi”, Çimento ve Beton Dünyası, sayı: 41, s. 65-66, Ankara, 2003.
10. Yeğinobalı, A., “Betonun İç Yapısı”, Türkiye Çimento Mustahsilleri Birliği Notları, no:3, Ankara, 1999.
11. Neville A.M., “Properties Of Concrete”, Forth and Final Edit ., John Wiley, G. Sons, pp.56-80, 1996.
12. Çapan, U., J.P. ve Whitechurch, H., Ankara Melanjı (Orta Anadolu) Tetis Kapanışını Belirlemede Önemli Bir Eleman, Yerbilimleri, no:10, s.35-43, 1983.
13. Önen, P. ve Unan, C., Kaman (Kırşehir) Kuzeydoğusunda Bulunan Gabroların Mineralojisi, Petrografisi ve Jeokimyası. T.J.K. Kur. Bült., no:31, s.23-28, 1988.
14. Seymen , İ., Kırşehir Masifi Metamofitlerinin Jeolojik Evrimi: T.J.K.yayını, Ketin Sempozyumu, s.133-148, 1984.
15. TS 707, “Beton Agregalarından Numune Alma ve Dene Numunesi Hazırlama Yöntemi”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
16. TS 3530 EN 933-1, “Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 1; Tane Büyüklüğü Dağılımı – Eleme Metodu”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
17. TS EN 1097-6/A1, “Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 6: Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranının Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2006.
18. TS 3529, “Beton Agregalarının Birim Ağırlıkları Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
19. TS EN 1367-1, “Agregaların Termal ve Bozunma Özellikleri İçin Deneyler- Bölüm 1: Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2001.
20. TS EN 1097-2, “ Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 2 : Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metotlar ”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.
21. TS EN 1744-1, “Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 1: Kimyasal Analiz” , Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.
22. TS 3814 EN 933-4, “Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler-Bölüm 1: Tane Şeklinin Tayini-Şekil İndisi”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2001.
23. TS 2517, “Alkali Agrega Reaktivitesinin Kimyasal Yolla Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1977.
24. Neter, J., et al., “Applied Statistics, 3th edition”, Allyn and Baconinc., London, 1988.
25. Norusis, M., J., “SPSS for Windows Base System Users Gudie Relase 6.”, SPSS Inc., Chicago, 1993.
26. Demir, İ., 37/2004-01 G.Ü.Bilimsel Araştırma Projeleri, Ankara, 2004.
27. Şimşek, O., Yapı Malzemesi-2, Ankara Üniversitesi Basımevi, s.51, Ankara, 2000.
28. Akman, M.S., “Yapı Malzemeleri ”, İ.T.Ü: İnşaat Fakültesi Ders Notları, no:1408, İstanbul, 1990.
29. Erdoğan, Y, T., “Beton”, Metu, s.98,105, Ankara, 2003.
30. TS 706 EN 12620, “Beton Agregaları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2005.
31. Baradan, B., “Yapı Malzemesi II”, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, s.76, İzmir, 2000.