

## Değişik Doğaltaş Kırmataşların Kilitli Beton Parke Bloklarının Mekanik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi

### *Investigation of the Effect of Different Stone Aggregates to the Mechanical Properties of Locked Concrete Paving Stones*

M.Y. Çelik, M. Ersoy

*Afyon Kocatepe Üniv., Afyon Meslek Yüksek Okulu., Afyonkarahisar*

A. Şahbaz

*Akarbaşı Mh. Atatürk Blv. Çetin Apt. 65/2 Odunpazarı, Eskişehir.*

**ÖZET** Akarsu yataklarından üretilen agregaların azalması nedeniyle kırmataş agrega üretimi her geçen gün önem kazanmaktadır. Bu nedenle değişik doğaltaş agregaların kullanılması giderek artmaktadır. Bu çalışmada 3 farklı doğaltaş (bazalt, andezit ve mermer) agregası kullanılarak, TS 2824 EN 1338 standardına uygun olarak kilitli beton parke blokları üretilmiş ve bu agregaların kilitli beton parke bloklarının mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Çalışma kapsamında, en uygun karışım oranları ile bazalt, andezit ve mermer agregalarından üretilen kilitli parke bloklarına 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımı, aşınma dayanımı, donma-çözünmeye karşı dayanım ve su emme testleri yapılmıştır. Kilitli parke bloklarının 3, 7 ve 28 günlük ortalama basınç dayanımı sonuçları bazalt için sırasıyla 2.95, 3.68 ve 4.48 MPa, andezit için 2.08, 2.96, 3.62 MPa ve mermer agregaları için 2.76, 3.68, 4.40 MPa olarak bulunmuştur. Yapılan testlere göre her üç agreganın da kilitli beton parke blokları üretiminde kullanılabilir özellikte olduğu belirlenmiştir.

**ABSTRACT** The production of crushed stone aggregate is gaining importance every day due to the reduction of aggregate produced from river beds. Thus, the usage of different natural stone aggregates has been increasing. In this research, 3 different natural stone (basalt, andesite and marble) aggregates are used in order to produce locked concrete paving stones according to TS 2824 EN 1338 standard. The effect of these aggregates on mechanical properties of locked concrete paving stones are analysed. This analysis consists of compressive strength, abrasion resistance, resistance to freeze-thaw and water absorption tests which were conducted for 3-days, 7-days and 28-days. The tests were applied to the paving stones made from optimal mixture ratios of basalt, andesite and marble aggregates. 3-days, 7-days and 28-days compressive strength test results for locked concrete paving stones are as follows respectively: for basalt aggregates 2.95, 3.68, 4.48 MPa for andesite aggregates 2.08, 2.96, 3.62 MPa and for marble aggregates 2.76, 3.68, 4.40 MPa. According to the test results, it was determined that all of the aggregates mentioned above can be used for production of locked concrete paving stones.

### 1 GİRİŞ

Beton, Romalılardan beri kullanılan, Türkiye'de ve dünyada en yaygın kullanım alanı bulunan bir yapı malzemesidir. Joseph Aspdin'in 1824 yılında Portland Çimentosunu bulmasıyla birlikte başlayan ve

1800'lü yılların sonlarına doğru betonarme, 1930'lu yıllarda da öngörülen beton yapı sistemlerin geliştirilmeye başlanmasıyla hızlanan süreçte, beton vazgeçilmez bir yapı malzemesi olmuştur (Özkul vd., 1999).

Beton çimento, agrega, su ve bazen de katkı malzemelerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulan kompozit bir malzemedir. Çimento, su ile birleştirildiğinde oluşan çimento hamuru, agrega tanelerinin yüzeyini kaplayarak ve taneler arasındaki boşlukları doldurarak bağlayıcılık görevini yapar. Betonun iskeletini oluşturan ve doğal taş ocaklarında kırma (boyut küçültme) işlemlerinden sonra elde edilen kırmataş, kum ve çakıl gibi malzemeye agrega denilir.

Ülkemizde agrega üretimi taşocaklarından, dere yataklarından ve denizlerden yapılmaktadır. Bu çeşitlilikte, arazi yapısı önemli rol oynamaktadır. Akarsu yataklarından üretim, son yıllarda çevre koruma kanunlarının getirdiği kısıtlamalarla azalma eğilimine gitmiştir. Agregada üretimi olarak taşocakları her geçen gün önem kazanmaktadır (Yılmaz ve Arıoğlu, 2006)

Heterojen bir yapıya sahip olan betonun özellikleri, kullanılan malzemelerle yakından ilgilidir. Beton hacminin yaklaşık %60-%85'ini oluşturan agreganın kalitesi ve özellikleri oldukça önemlidir. Agreganın kalitesini belirleyici faktörler arasında kimyasal ve mineralojik bileşimi, petrografik yapısı, özgül ağırlığı, dayanımı, fiziksel ve kimyasal kararlılığı, boşluk yapısı, rengi gibi özelliklerin bulunması gerekmektedir.

Hazır betonun yanında diğer bir beton ürünü olan kilitli beton parke blokları, yurt dışından sonra ülkemizde de yer döşeme ve kaplama malzemesi olarak tercih edilmeye başlanmıştır. Hazır betonla benzer karışımlara sahip olan kilitli beton parke blokları, özel parke makinelerinde kalıplar yardımıyla üretilmektedir. Kilitli beton parke bloklarının kullanılmasındaki en önemli nedenler; işçiliğinin ve nakliyesinin kolay olması, her türlü iklim koşullarında kullanılabilmesi, onarım ve bakımının basit olması, en önemlisi de diğer kaplama malzemelerine göre daha ucuz olmasıdır. Son yıllarda özellikle belediyelerin, sitelerin, park ve bahçelerinin çevre düzenleme işlerinde kullanılmakta ve önemini her geçen gün arttırmaktadır.

Bu çalışmada değişik doğaltaş kırma agregaları (bazalt, andezit ve mermer) kullanılarak oluşturulan kilitli beton parke

bloklarının mekanik özellikleri incelenmiştir.

## 2 MALZEME VE YÖNTEM

### 2.1 Malzeme

Deneylede kullanılan numunelerden andezitler; Afyonkarahisar ili İncehisar ilçesinde bulunan İyigün Andezit Doğaltaş San. Tic. Ltd. Şti.'ne ait andezit ocağından, mermerler; Afyonkarahisar merkez Beyyazı köyünde bulunan Sağlamlar İnş. Taah. San. Tic. Ltd. Şti. firmasına ait taş ocağından ve bazaltlar; Kütahya Ilıca köyünde bulunan bazalt ocağından alınmıştır. Numune temininde TS 707 normuna uygun hareket edilmiştir. Numunelerin alındığı ocak lokasyon haritası Şekil 1'de verilmiştir.

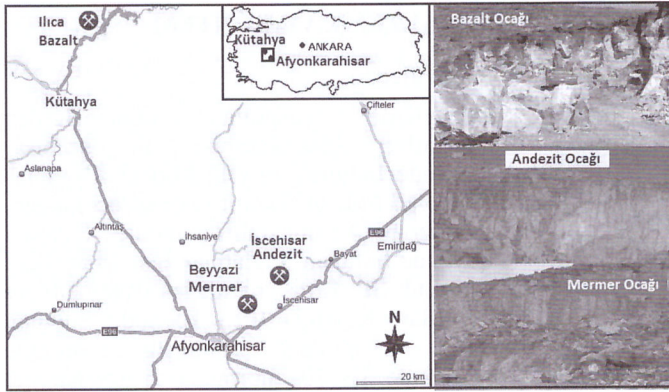
Kilitli parke bloğu üretiminde CEM I-42,5R portland çimentosu kullanılmıştır. Kilitli beton parke blokları, Yontar marka KPM-36 parke bloğu üretim makinesinde üretilmiştir. Cihaz otomatik, kilitli ya da kilitsiz parke bloklarını seri olarak üretebilen, bir tahta palet üzerinde 80 mm yüksekliğinde 10 sıra üst üste çok katlı üretim yapabilen bir beton parke makinesi olup, makinenin hareketi bir PLC mikro işlemci bilgisayarla programlanmıştır. Uygulanan maksimum basınç 200 bara (atm) ulaşmaktadır (Şahbaz, 2010). Üretilen parke blokları 80 mm yüksekliğinde, 200 mm uzunluğunda ve 160 mm genişliğindedir (Şekil 2).

### 2.2 Yöntem

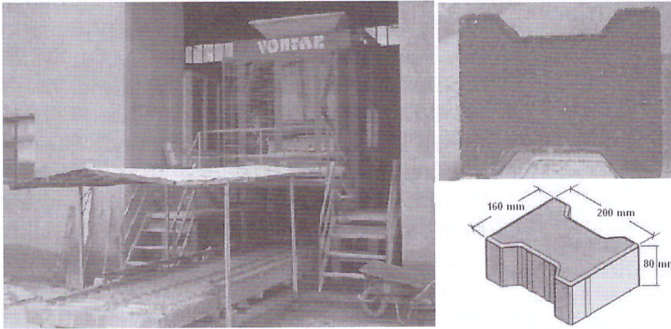
Çalışmalarda kullanılacak parke bloklarının, optimum karışım oranını belirlemek için, 10 adet değişik reçete hazırlanmıştır. Bu reçetelerde çimento miktarı, 0-4 ve 4-12 mm agrega oranlarında değiştirilmiştir. Şahit numune için mermer agregaları kullanılarak her bir reçeteden 3 adet kilitli parke bloğu üretilmiştir. Reçetelerle hazırlanan kilitli parke bloklarına 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımı testi uygulanmıştır. Reçete ağırlık (kg) oranları Çizelge 1'de verilmiştir. Reçetelerle üretilen kilitli parke bloklarının 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük



kür süreleri sonunda dayanım sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Numunelerin alındığı ocaklar ve lokasyon haritası.



Şekil 2. Parke bloğu üretim makinesi, üretilen parke bloğunun görünümü ve boyutları

Çizelge 1. Kilitli parke bloklarının optimum karışım oranını belirlemeye yönelik reçete oranları

Reçete No	Agrega 0-4 mm (kg/m <sup>3</sup> )	Agrega 4-12 mm (kg/m <sup>3</sup> )	Çimento (kg/m <sup>3</sup> )
1	1200	500	170
2	1200	500	180
3	1200	500	190
4	1300	400	180
5	1350	350	180
6	1400	300	180
7	1100	600	180
8	1000	700	180
9	1300	400	170
10	1350	350	170

Çizelge 2. Çalışmalarda kullanılacak reçeteyi belirlemeye yönelik üretilen parke bloklarının, yarmada çekme dayanımlarının ortalama değerleri

Reçete No	3 Günlük MPa	7 Günlük MPa	28 Günlük MPa
1	2.25	3.06	3.75
2	2.43	3.69	4.20
3	2.55	3.81	4.51
4	2.14	3.58	3.94
5	2.07	3.19	3.84
6	1.84	3.05	3.32
7	1.79	2.90	3.45
8	1.57	2.85	3.06
9	2.02	2.91	3.63
10	2.10	3.00	3.54

Dayanım sonuçlarına göre maliyeti ucuz ve dayanımı yüksek malzeme elde etmek için optimum karışım oranlı reçete, kilitli parke bloğu üretimi için kullanılmıştır. Şahit agregalarla yapılan 10 adet karışım oranı içerisinde 2 numaralı reçete seçilmiştir. Bunun nedeni, en iyi dayanım sonucu veren reçete 3'e göre daha az çimento ile istenilen dayanım değerlerinin elde edilmesi ve düşük maliyetli olmasıdır. Bu reçeteye göre kilitli parke bloğu üretiminde, 1500 kg/m<sup>3</sup> 0-4 mm, 500 kg/m<sup>3</sup> 4-12 mm agrega, 180 kg/m<sup>3</sup> çimento ve yaklaşık 80 lt/m<sup>3</sup> su kullanılmaktadır.

Çalışma kapsamında, en uygun karışım oranları ile bazalt, andezit ve mermer agregalarından üretilen kilitli parke bloklarına 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük kür süreleri sonunda basınç dayanımı, aşınma dayanımı, donma-çözünmeye karşı dayanım ve su emme testleri yapılmıştır. Söz konusu testler Sağlamlar İnş. Taah. San. Tic. Ltd. Şti. tesislerinde yapılmıştır.

Kilitli parke numunelerinin yarmada çekme dayanımı testleri Kalitest marka tek eksenli basınç dayanımı cihazında TS 2824 EN 1338'e (2005) uygun olarak yapılmıştır. Kıрма işlemi, kapasitesi 20 ton olan cihaz ile 200 kg/s basınç uygulanarak

gerçekleştirilmiştir. Numune takımının sekiz veya daha az sayıda bloktan oluşması ve her bir bloktan elde edilen dayanımın (T), 3,6 MPa'dan, kırılma yükünün 250 N/mm'den daha düşük olmaması hâlinde numune takımı ve tekabül eden mamul grubu kabul edilir (TS 2824 EN 1338, 2005). Numunenin dayanımı (T), eşitlik (1) ile hesaplanır:

$$T = 0,637kP/A \quad (1)$$

Kilitli parke bloğunda aşındırmaya karşı direnci TS 2824 EN 1338 (2005) standardına göre yapılmıştır. Deney, kaplama elemanı üst yüzünün standart şartlar altında aşındırıcı malzeme (zımpara tozu) kullanılarak aşındırılması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Sonuç, kalibrasyon katsayısı ile düzeltilen ve daha sonra en yakın 0,5 mm'ye yuvarlatılan miktardır (mm) (TS 2824 EN 1338, 2005).

Kilitli parke bloğunda buz çözücü tuz etkisiyle birlikte donma/çözülme karşı direncin tayini deneyinde, numune ön şartlandırmaya tâbi tutulduktan sonra 28 gün süreyle, yüzeyi % 3'lük NaCl çözeltisi ile kaplanmış şekilde, donma-çözülme çevrimlerine maruz bırakılır. Donma çözülme etkisiyle pullanma sonucu numuneden ayrılan parçalar toplanarak tartılır ve sonuç, numunenin metrekaresi başına kilogram cinsinden gösterilir. Numunenin birim alanı başına kütle kaybı (L), aşağıda verilen eşitlik (2) kullanılarak kg/m<sup>2</sup> biriminde hesaplanmıştır (TS 2824 EN 1338, 2005).

$$L = M / A \quad (2)$$

### 3 DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

#### 3.1 Kilitli Beton Parke Bloklarında Yarmada Çekme Dayanımı

Bazalt, andezit ve mermer numunelerinden oluşturulan reçetelere göre yapılan kilitli parke bloklarının yarmada çekme dayanımları deney sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Verilen değerler incelendiğinde,



kür süreleri arttıkça dayanımların her üç numunede de arttığını göstermektedir. Bazalt ve mermer agregalarından yapılan parke blokları 7 gün kür süresi sonrası gerekli dayanım sınırını aşmış fakat andezitten yapılan parke bloğu, 28 gün kür süresi sonunda bu dayanımı aşabilmiştir. Bunda andezitin gözenekli yapısı nedeniyle yüksek su emme oranına sahip olması ve aynı zamanda düşük yoğunluğa sahip olmasının etkisi büyüktür.

Üretilen kilitli parke bloklarının 3, 7 ve 28 günlük kür süresi sonunda yarmada çekme dayanımı grafikleri Şekil 3'de verilmiştir.

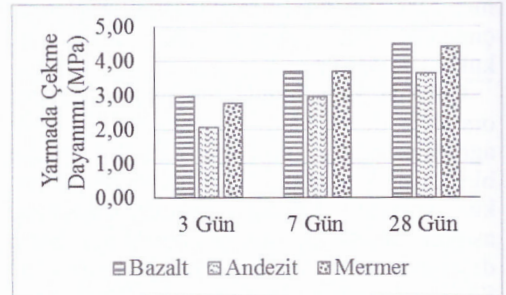
Çizelge 3. Bazalt, andezit ve mermer numunelerinden üretilen kilitli parke bloklarının 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük kür süresi sonunda yarmada çekme dayanımı verileri

Numune	Yarmada Çekme Dayanımı (MPa)		
	3 Günlük	7 Günlük	28 Günlük
Bazalt	2.96	3.75	4.56
	2.74	3.88	4.81
	3.09	3.92	4.26
	3.01	3.51	4.01
	3.05	3.84	4.55
	2.89	3.11	4.19
	2.74	3.71	4.67
	3.11	3.73	4.82
	2.00	3.01	3.64
	2.12	2.84	3.81
Andezit	2.06	2.71	3.41
	2.11	3.12	3.59
	1.98	2.97	3.12
	2.08	3.11	3.86
	2.20	2.87	3.61
	2.05	3.06	3.91
	2.55	3.77	4.48
	2.79	3.64	4.71
Mermer	2.91	3.79	4.10
	2.74	3.91	4.31
	2.65	3.66	4.05
	2.98	3.25	4.55
	2.77	3.71	4.22
	2.66	3.69	4.81

Parke bloklarının 3 günlük kür süresi sonrası dayanım sonuçlarına göre, dayanım değeri ortalama olarak 2.95 MPa ile en yüksek olan bazalt numunesidir. Bu değerlere göre andezit numunesi ortalama 2.08 MPa ile %30 oranında daha düşük dayanıma sahiptir. Mermerin dayanımı ise ortalama 2.76 MPa ile bazalta göre %7 daha düşüktür.

Parke bloklarının 7 günlük kür süresi sonunda dayanım değeri ortalama olarak 3.68 MPa ile en yüksek olan bazalt numunesidir. Bu değere göre andezit numunesi 2.96 MPa ortalama ile %20 oranında bazalta göre daha düşük dayanıma sahiptir. Mermer, ortalaması 3.68 MPa ile bazalt ile aynı dayanıma sahiptir. 7 gün kür süresi sonunda dayanım sonuçlarında, mermer ve bazalt agregalı parke blokları TSE'nin öngördüğü sınır değeri (3.6 MPa) geçmiştir.

28 gün kür süresi sonunda yapılan yüklemelerde dayanım değeri ortalama olarak 4.48 MPa ile en yüksek olan bazalt numunesidir. Bu değere göre andezit numunesi ortalama olarak 3.62 MPa ile %19 oranında daha düşük dayanıma sahiptir. Mermer ise ortalama olarak 4.40 MPa değeri ile %2 daha düşük dayanıma sahiptir. Bu sonuçlara göre her üç numune de 28 gün kür süresi sonunda TSE 2824 EN 1338 standardında belirtilen 3.6 MPa alt limitinin üzerinde bulunmaktadır.



Şekil 3. Kilitli parke bloklarının 3, 7 ve 28 günlük kür süresi sonrası yarmada çekme dayanımları.

### 3.2 Kilitli Parke Bloğunda Aşınmaya Direncin Ölçülmesi

Kilitli parke bloklarında aşınmaya direncin belirlenmesi amacıyla yapılan deneylerdeki sonuçlar Çizelge 4’de verilmiştir. Kilitli parke bloğunda aşınma direncinin ölçülmesi deneyinde malzemedeki kayıp miktarının 23 mm’den fazla olmaması istenmektedir. Görüldüğü gibi, ortalama değerler referans değer olan 23 mm’nin altında yer almaktadır (Şekil 4). Bu değerlerin üstündeki değerler ölçülmez ve parke bloğu üretilemez. En yüksek aşınma direncine dayanıklılık deneyinde, en az aşınma değeri 18.6 mm ile bazalt agregalı numunelerde iken en fazla aşınma değeri 22.13 mm ile andezitte bulunmaktadır. Andezit, 23 mm üst sınırına en yakın numune özelliğine sahiptir.

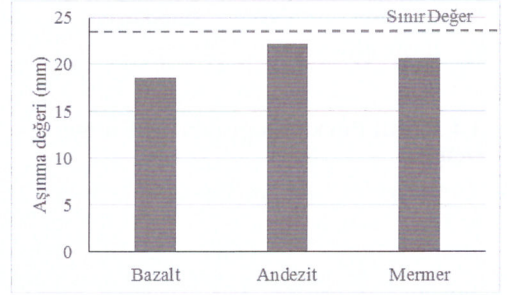
Çizelge 4 Kilitli parke bloğunda aşınmaya direnç değerleri

Numune	Aşınma Değeri (mm)	Ortalama Değer (mm)
Bazalt	17.8	18.6
	19.9	
	18.1	
Andezit	22.7	22.13
	21.7	
	22.0	
	21.0	
Mermer	20.5	20.6
	20.3	

### 3.3 Kilitli Parke Bloğunda Buz Çözücü Tuz Etkisiyle Birlikte Donma/Çözölmeye Karşı Direncin Tayini

Çözücü tuz etkisiyle birlikte donma/çözölmeye karşı direncin tayini için yapılan deney sonuçlarında, bulunan değerlerin 1.5 kg/ m<sup>2</sup> den büyük olmaması istenmektedir. Yapılan deney sonucunda bulunan değerler Çizelge 5’de verilmiştir.

Elde edilen verilere göre, üç numune de TSE standartlarına ait sınır değeri altında yer almaktadır (Şekil 5). Buz çözücü tuz etkisiyle birlikte donma/çözölmeye karşı direncin tayini değerlerine göre en fazla kütle kaybı 0.79 kg/m<sup>2</sup> ile andezit numunelerinde ölçülmüştür. Sonuç olarak bazalt, andezit ve mermer agregalarından yapılan kilitli parke blokları buz çözücü tuz etkisiyle donma/çözölmeye etkisine karşı dayanıklı olduğu söylenebilir.

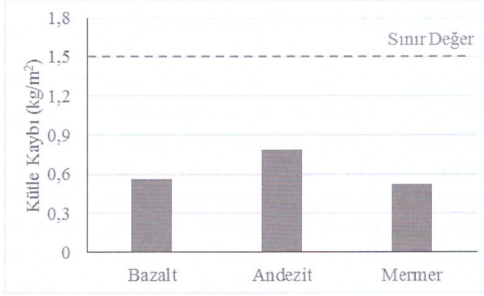


Şekil 4. Kilitli parke bloğunda aşınma direnci değerlerinin TSE standartları ile karşılaştırılması

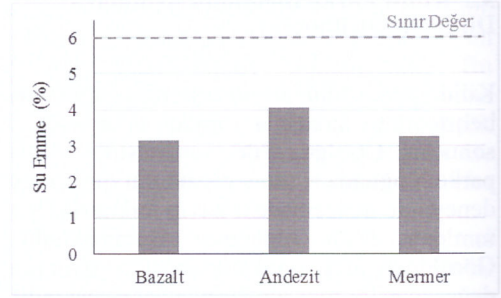
Çizelge 5. Buz çözücü tuz etkisiyle birlikte donma/çözölmeye karşı direncin tayini değerleri

Numune	Kütle Kaybı (kg/ m <sup>2</sup> )	Ortalama Kütle Kaybı (kg/ m <sup>2</sup> )
Bazalt	0.49	0.56
	0.61	
	0.57	
Andezit	0.78	0.79
	0.71	
	0.88	
	0.55	
Mermer	0.58	0.52
	0.45	





Şekil 5. Donma/çözünmeye karşı dayanım sonuçlarının TSE standartları ile karşılaştırılması



Şekil 6. Kilitli parke bloklarında su emme değerlerinin TSE standartları ile karşılaştırılması

### 3.4 Kilitli Parke Bloğunda Su Emme Deneyi

Kilitli parke bloklarında su emme değeri TSE standartlarına göre %6'yı geçmemelidir. Yapılan kilitli parke bloklarına her numune için üç adet su emme deneyi yapılmıştır. Bu değerlerin sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Her üç numunenin verileri de TSE standardında istenilen su emme limit değerinin altındadır (Şekil 6). Numuneler arasında andezitten yapılan parke bloğu %4.07 ile en yüksek su emme değerine sahiptir. Bunun sebebi andezitin diğer agregalara göre daha gözenekli bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. %3.17 su emme değeri ile bazalt numuneleri en az su emme değerine sahiptir.

Çizelge 6. Kilitli parke bloklarında su emme değerleri

Numune	Su Emme (%)	Ortalama Su Emme (%)
Bazalt	3.36	3.17
	3.14	
	3.03	
Andezit	4.11	4.07
	3.87	
	4.23	
Mermer	3.15	3.26
	3.24	
	3.38	

## 4 SONUÇLAR

Bu çalışmada bazalt, andezit ve mermer numuneleri, 0-4 mm ve 4-12 mm fraksiyonlarına sınıflandırılmış ve beton karışımı içerisinde agrega olarak kullanılmıştır. Çimento olarak 42,5 portland çimentosu kullanılmıştır. Çalışmada, TS 2824 EN 1338'e (2005) standartlarına uygun olarak kilitli beton parke blokları üretimi yapılmıştır. Bunlara, standartlara uygun mekanik test ve deneyler yapılarak en uygun agrega cinsi belirlenmeye çalışılmıştır.

Kilitli parke bloklarının 3, 7 ve 28 günlük ortalama basınç dayanımı sonuçları bazalt için sırasıyla 2.95, 3.68 ve 4.48 MPa, andezit için 2.08, 2.96, 3.62 MPa ve mermer agregaları için 2.76, 3.68, 4.40 MPa olarak bulunmuştur. 7 günlük basınç dayanımı sonuçlarına göre bazalt agregası ve mermer agregası standartlarda verilen değer (3,6 MPa) üzerine çıkmışlar, fakat andezit agregasından yapılan kilitli beton parke bloklarının dayanım sonuçları bu değer altında kalmıştır. Yapılan 28 günlük basınç dayanımı sonuçlarında ise her üç numune de sınır değer üzerinde yer alarak tüm agregaların kilitli beton parke üretimine uygun olduğu belirlenmiştir.

En yüksek aşınma direncine dayanıklılık deneyinde, en az aşınma değeri 18.6 mm ile bazalt agregalı numunelerde iken en fazla

aşınma değeri 22.13 mm ile andezitte bulunmaktadır.

Çözücü tuz etkisiyle birlikte donma/çözölmeye karşı direncin tayini deney sonuçlarının, TSE standartlarına ait sınır değeri olan 1.5 kg/ m<sup>2</sup> den büyük olması istenmez. En fazla kütle kaybı 0.79 kg/m<sup>2</sup> ile andezit numunelerinde olmasına rağmen her üç numune de standartlarda öngörölen değeri altındadır.

Kilitli parke bloklarının su emme değeri bazalt, andezit ve mermer numuneleri için sırasıyla %3.17, 4.07 ve 3.26 olarak bulunmuştur. Kilitli parke bloklarında su emme değeri açısından da TS standartları ile uyumludur.

Yapılan deneyler sonucunda mermer ve bazalt köken olarak farklı olsalar da dayanım sonuçları birbirine çok yakındır. Fakat andezit geç dayanım almakta ve aynı zamanda yüksek değeri ulaşmamaktadır. Geç dayanım alması zaman bakımından dezavantaj olduğu ve dayanım sonuçları daha düşük olduğu için üretimde kullanılması uygun sonuçlar vermeyecektir. Bazalt agregaları, dayanım bakımından yüksek dayanımlar vermektedir. Fakat agrega özelliği bakımında yüksek sertliğe sahip olması ve rezerv bakımından her bölge de olmaması nedeniyle kullanım şansı düşüktür. Mermer ise bazalta göre daha az sertliğe sahip olup kırma ve eleme maliyeti

daha düşüktür. Rezerv bakımından da bir çok bölgede bulunmaktadır. Yapılan deneylere göre de TSE kriterlerine uygun sonuç veren mermerler kalite ve maliyet bakımından üretimi en uygun hammadde olarak önerilmektedir.

Mermer ocaklarında blok elde edilemeyen kısımların kırılarak bu ve benzeri ürünler elde edilmesiyle, hem çevresel sorunlar azaltılacak hem de ekonomiye katkı sağlanış olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Özkul, H., Taşdemir, M.A., Tokyay, M., Uyan, M. 1999. *Her Yönüyle Beton*, Türkiye Hazır Beton Birliği Yayını, İstanbul, 128 s.
- TS 707, Türk Standartları, 1980. *Beton Agregalarında Numune Alma ve Deney Numunesi Hazırlama Yöntemi*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 2824 EN 1338, 2005. *Zemin Döşemesi İçin Beton Kaplama Blokları Gerekli Şartlar ve Deney Metotları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Şahbaz, A. 2010. Değişik doğaltaş agregaların, beton bloklarının ve kilitli parke bloğunun fiziko- mekanik özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 156 s.
- Yılmaz, A.O. ve Arioğlu, E., 2006. Taşocağında Üretim Maliyetlerinin Matematiksel Modelinin Oluşturulması ve Örnek Uygulama, *IV. Ulusal Kırmataş Sempozyumu*, Ed: A.E. Yüce, C. Kuzu, A. Güney ve M. Erdoğan, İstanbul, 265-276.