

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KROMİT, MANYETİT VE KUVARSA İNCE AGREGASININ
BETON PARKELERİN YÜZEY AŞINMA DİRENCİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI

MUSTAFA ÜÇOK

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. İLKER USTABAŞ

II. DANIŞMAN

PROF. DR. ŞAKİR ERDOĞDU

TEZ JÜRİLERİ

PROF. DR. ŞÜKRÜ YETGİN

DOÇ. DR. MURAT YAYLACI

DOÇ. DR. AYBERK KAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

RİZE-2019

Her Hakkı Saklıdır

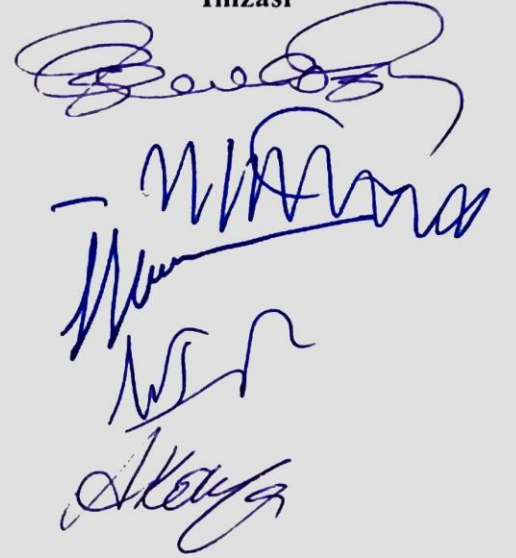
T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KROMİT, MANYETİT VE KUVARSA İNCE AGREGASININ BETON
PARKELERİN YÜZEY AŞINMA DİRENCİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Doç. Dr. İlker USTABAŞ danışmanlığında, Mustafa ÜÇOK tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 23/01/2019 tarihinde İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı
Başkan	: Prof. Dr. Şakir ERDOĞDU
Üye	: Prof. Dr. Şükrü YETGİN
Üye	: Doç. Dr. İlker USTABAŞ
Üye	: Doç. Dr. Murat YAYLACI
Üye	: Doç. Dr. Ayberk KAYA

İmzası




Doç. Dr. Ferhat KAYLACI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Kromit, manyetit ve kuvars ince agregasının beton parkelerin yüzey aşınma direncine etkisinin araştırıldığı bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Yüksek Lisans Tezi" olarak hazırlanmıştır.

Beton parkelerin yüzey aşınma direncinin artırılması konusuna katkı sağlayacak bu çalışmayı yapma olanağı sağlayan, yüksek lisans öğrenimim boyunca, tez aşamasının her anında önerileri ve paylaşımlarıyla yardımı ve desteğini esirgemeyen danışman hocalarım Doç. Dr. İlker USTABAŞ'a ve Prof. Dr. Şakir ERDOĞDU'ya teşekkürlerimi borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarımında her zaman yanımda olup yardımlarını esirgemeyen Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Teknisyeni Recai SALCI'ya teşekkür ederim.

Mustafa ÜÇOK

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Kromit, Manyetit ve Kuvars İnce Agregasının Beton Parkelerin Yüzey Aşınma Direncine Etkisinin Araştırılması” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 23/01/2019.



Mustafa ÜÇOK

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

KROMİT, MANYETİT VE KUVAR S İNCE AGREGASININ BETON PARKELERİN YÜZEY AŞINMA DİRENCİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Mustafa ÜÇOK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Doç. Dr. İlker USTABAŞ

Bu çalışmada, alt tabakasında tüm parkelerde aynı beton, yüzey tabakasında ise % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranlarında kromitli ve manyetitli ince agrega, kuvars esaslı yüzey sertleştirici ve normal agrega kullanılarak beton parkeler üretilmiştir. Üretilen beton parkeler TS 2824 EN 1338 Zemin Döşemesi için Beton Kaplama Blokları - Gerekli Şartlar ve Deney Metotları standardına göre deneylere tabi tutulmuştur. Kromitli, manyetitli ve kuvars esaslı ince agreganın parkelerin yüzey kaplamasında kullanılması parkelerin aşınma direncini artırmıştır. Çalışma kapsamında üretilen parkelerden yüzey aşınma direnci en yüksek olanlar % 40 manyetitli ve kuvars esaslı parkeler olduğu görülmüştür. Bu durum % 40 manyetitli agregalı parkelerin kuvars esaslı yüzey sertleştirici tatbik edilmiş parkelerle aşınma direnci bakımından benzer davranış gösterdiği anlamına gelmektedir. Ayrıca, su emme miktarı yüksek olan parkelerde donma çözülme deneyinde en az kütle kaybına rastlanmıştır. Parkelerin yüzey tabakasındaki malzeme değişimi parkelerin basınç dayanımında belirgin bir değişime neden olmasa da yarmada çekme dayanımlarını değiştirmiştir.

2019, 46 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kromit, Manyetit, Kuvars, Yüzey Aşınma Direnci.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CHROMITE, MAGNETITE AND QUARTZ FINE AGREGATE ON THE SURFACE ABRASION RESISTANCE OF CONCRETE PAVEMENT

Mustafa ÜÇOK

**Recep Tayyip Erdoğan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering
Master Thesis
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İlker USTABAŞ**

In this study, concrete paving blocks were produced by using the same concrete in the lower layer and 10%, 20%, 30% and 40% chromite and magnetite fine aggregate, quartz based surface hardener and normal aggregate in the surface layer. The producing concrete paving blocks were subjected to the tests according to the standard TS 2824 EN 1338 Concrete Paving Blocks - Requirements and Test Methods. The use of chromite, magnetite and quartz based fine aggregate in the surface layer of concrete paving blocks increased the abrasion resistance of the concrete paving blocks. 40% magnetite and quartz based concrete paving blocks were found to have the highest abrasion resistance. This means that aggregates with 40% magnetite have similar behaviour with respect to abrasion resistance with quartz based surface hardener applied concrete paving blocks. In addition, the least amount of mass loss at the freezing thaw test was found in the concrete paving blocks to be high water absorption. The material change in the surface layer of the concrete paving blocks changed the tensile strength of the yarns although they did not cause a significant change in the compressive strength of the concrete paving blocks.

2019, 46 pages

Keywords: Chromite, Magnetite, Quartz, Surface Abrasion Resistance.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Çalışmanın Amacı	2
1.3. Beton Parke İmalat Yöntemleri	2
1.4. Beton Parke Çeşitleri	4
1.5. Beton Parke Kullanım Yerleri	5
1.6. Beton Parkelerin Direncini Belirleme Yöntemleri	6
1.7. Beton Parkelerde Kullanılan Diğer Malzemeler.....	9
1.8. Literatür Çalışmaları	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	15
2.1. Deney Süreci.....	15
2.2. Çalışmada Kullanılan Agregaların Özellikleri	16
2.3. Parkelerde Kullanılan Beton Dizaynları	20
2.4. Uygulanan DeneYler	21
2.4.1. Buz Çözücü Tuz Etkisiyle Birlikte Donma Çözölmeye Karşı Direncin Tayini ...	21
2.4.2. Toplam Su Emmenin Tayini	23
2.4.3. Dayanımın Ölçölmesi	24
2.4.4. Aşınmaya Karşı Direncin Ölçölmesi	25
2.4.5. Cilâlanmamış Kayma Direnci Değeri (USRV) Tayini İçin Metot	27
2.4.6. Parkelerin Yüzey Sertliklerinin Schmidt Test Çekiciyle Tayini	28
3. BULGULAR.....	29
4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	33

5. ÖNERİLER.....	41
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ.....	46



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Mimari ve estetik amaçlı üretilen parke kalıbı	3
Şekil 2.	Beton parke makinası	4
Şekil 3.	Farklı şekil ve boyutlarda üretilmiş beton parke taşları	5
Şekil 4.	Kaldırım taşı olarak döşenmiş beton parke taşlar	6
Şekil 5.	Laboratuvarda üretilen bir beton parke görüntüsü	15
Şekil 6.	Parkelerin üretiminde kullanılan kalıbın görüntüsü	16
Şekil 7.	Parkelerin alt tabakasında kullanılan agreganın granülometri eğrisi	18
Şekil 8.	Parkenin üst tabaka betonunda kullanılan agreganın granülometri eğrisi.....	18
Şekil 9.	Beş yüzü yalıtım malzemesiyle kaplanmış parke görüntüsü.....	21
Şekil 10.	Havada donma çözülme iklimlendirme kabini.....	22
Şekil 11.	Sıcaklık-Süre çevrimleri.....	23
Şekil 12.	Dayanım ölçüm düzeneği.....	24
Şekil 13.	Dikey aşındırma cihazı.....	26
Şekil 14.	Dikey aşınma deneyinden sonra parkede ölçülen mesafe görüntüsü	26
Şekil 15.	Pandüllü sürtünme (sarkaçlı) deney donanımı	27
Şekil 16.	Schmidt test çekiciyle parkelerde yüzey sertliği ölçümü	28
Şekil 17.	Parkelerde ölçülen dikey aşınma uzunlukları.....	33
Şekil 18.	Parkelerde ölçülen yarmada çekme dayanımları.....	35
Şekil 19.	Parkelerde ölçülen basınç dayanımları.....	36
Şekil 20.	Donma çözülmeye maruz parkelerdeki birim alandaki kütle kaybı değerleri.	37
Şekil 21.	Parkelerin cilalanmamış kayma direnci değerleri	38
Şekil 22.	Parkelerde ölçülen Schmidt test çekici değerleri	39
Şekil 23.	Parkelerde ölçülen su emme değerleri.....	40

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Chaplin aşınma deney aleti esasına ve etkiyen trafiğe göre izin verilebilen aşınma derinliği (ACI 302.1R-15, 2015)	7
Tablo 2. Aşınmaya bağlı olarak zemin betonu sınıfları (BS 8204-1:2003+A1:2009)...	8
Tablo 3. Parkelerin alt tabakasında kullanılan agreganın elekten geçen yüzdeleri ve TS802'deki Dmax=16 mm için yüzde geçen değerleri.....	17
Tablo 4. Üst tabaka betonunun agregası elekten geçen yüzdeleri ve TS802'deki Dmax=8 için yüzde geçen değerleri.....	17
Tablo 5. Kromitli agregası, manyetit agregası ve kuvars esaslı yüzey sertleştiricisinin eleklerden geçen (%) değerleri.....	19
Tablo 6. Parkenin alt ve üst tabaka betonlarında kullanılan agregaların özgül kütle ve su emme değerleri.....	19
Tablo 7. Kromitli ve manyetit agregasının kimyasal bileşimi ve oranları (%) (Yavaş, 2018).....	20
Tablo 8. 1 m ³ için parke betonlarında kullanılan malzeme miktarları (kg)	20
Tablo 9. Parke kalınlığına göre k düzeltme katsayısı	25
Tablo 10. Parkelerde ölçülen dikey aşınma uzunlukları	29
Tablo 11. Parkelerin kırılma yükü, yarmada çekme dayanımları ve birim boy kırılma yükleri.....	30
Tablo 12. Donma çözülme ile parkelerde oluşan kütle kaybı ve birim alan kütle kaybı değerleri.....	31
Tablo 13. Parkelerde pandül ayakla ölçülen sürtünme değerleri	31
Tablo 14. Schmidt test çekici ile ölçülen yüzey sertliği değerleri, basınç dayanımı ve su emme değerleri	32

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
cm	Santimetre
cm ²	Santimetre Kare
cm ³	Santimetre Küp
mm	Milimetre
F	Birim Boy Kırılma Yüğü (N/mm)
kg	Kilogram
kN	Kilo Newton
MPa	Mega Paskal
A	Parkenin Yüzey Alanı (m ²)
P	Kırılma Yüğü (N)
T	Dayanım
L	Birim Alandaki Kütle Kaybını (kg/mm ²)
l	Beton Bloğun Üst ve Altında Yapılan İki Ölçmenin Ortalaması Olarak Kırılma Kesitinin Uzunluğu (mm)
M	Parkedeki Kütle Kaybını (kg)
M1	Suya Doygun Kütle
M2	Etüv Kurusu Kütle
t	Beton Bloğun, Biri Ortada, Diğer İki Uçlarda Yapılan Üç Ölçmenin Ortalaması Olarak Kırılma Düzlemindeki Kalınlığı (mm)
S	Kırılma Alanı (mm ²)
W _a	Parkenin Su Emmesi
EN	Avrupa Standardı
TS	Türk Standardı
NaCl	Sodyum Klorür

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Beton kaplama blokları (parkeler) uzun yıllar doğa şartlarına ve ağır trafik yüklerine dayanabilen, imalatından sonra da gerektiğinde sökülüp tekrar kullanılabilen yapı elemanlarıdır. Beton kaplama bloklarının, beton, asfalt, doğal taş kaplamalar, yer karoları gibi yapı malzemelerine göre üstün olduğu yönleri vardır. Parkelerin, prefabrike olarak önceden üretilmesi sayesinde inşaat sahasında hızlı döşenmekte ve böylelikle kullanılacak sahanın trafiğe erken açılması sağlanmaktadır. Çevrenin bozucu etkisiyle hasar gören parkelerin kolaylıkla değiştirilme imkânı sunmaktadır. Alt yapı imalatlarında, tesisat borularının tamir veya yeni imalatlarında önceden döşenmiş parkelerin sökülüp tekrar aynı sahada kullanma imkânı sunması diğer yer kaplamalarına karşı parkelerin başlıca üstünlükleridir.

Kilitli beton parke taşları ve dekoratif taşlar % 5-6'dan daha az bir emiciliğe sahip olduğundan asfalt ve diğer kaplama malzemelerinden daha uzun ömürlüdür (Canpolat, 2018). Bu sayede yer kaplama malzemelerinin ömrüne ve görüntüsüne en çok zarar veren tuzlar ve kimyasal maddelerin zararlı etkileri en aza inmiş olur. Donma çözülme etkisine maruz bölgelerde parkelerin kullanılması soğuk havalara karşı dayanıklılık açısından tercih edilmektedir. Kolayca uygulanabilirliği, estetik ve sağlamlığı, yerli malzeme ile üretilmesi, alt yapı çalışmalarında tekrarlı kullanılması parkelerin diğer kaplama malzemelerine göre üstün yönleridir. Yeni ve eski malzeme ile uyum sorunu olmaması, çeşitli renk, doku ve desen seçeneği olması, su birikintisini önlemesi, çevre ile uyum sağlamasından dolayı parkeler en düşük maliyetli kaplama elemanlarından biridir.

Beton parkeler üretilirken alt ve üst tabaka şekilde iki tabakalı üretilirler. Beton parkelerin alt tabakaları taşıyıcı tabakadır. Alt tabaka, betonun donma, çözülmeye karşı dayanıklılığını arttırmak, üst tabakanın var oluş nedeni ise aşınma ve estetik sağlanması içindir.

Beton parkede üst tabakanın aşınma direncinin sağlanması için yüzey sertleştirici katkı maddeleri geliştirilmekte ve üretilmektedir. Bu malzemeler, çok ağır hizmet ve ağır hareketli yüklerden çok daha hafif ve basit kullanımlara maruz kalacak beton yüzeylerin korunması ve betonların tozuma ve aşınma sorunlarını durdurmak ve/veya kullanım sürelerini uzatmak amacıyla üretilmektedirler. Parkelerle çok yüksek aşınma dayanımı istenen özel yüzeyler, standart tip fabrika zemin trafiği, orta ve az trafiğe maruz kalan zeminler, kısmen kimyasal dayanım istenen yüzeyler, sülfata dayanıklı yüzeyler üretilebilmektedir. Dış mekânlarda tabiat şartlarına maruz kalan, donma çözülmelere dayanımlı, deniz suları veya deniz kenarlarına yakın bölgelerde, sürekli çeşitli dış etkenler ve farklı korozyona uğrama ihtimali altında kullanılabilen beton yüzeyler elde edilebilmektedir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı kromit, manyetit ve kuvars tozu içeren ince agregaların beton parkelerin yüzey aşınma direncini nasıl etkilediğini araştırmaktır. Beton parkeler yaya ve taşıt trafiğine direk temas halinde olan yüzeylerdir ve aşındırıcı kuvvetlerin etkisindedirler. Beton dizaynı ile uygun agrega gradasyonu ve su/çimento oranı ile aşınmaya dayanıklı betonlar üretilmesi yanında yüzey sertleştiriciler kullanılmak suretiyle beton parkelerin aşınma direnci artırılarak daha uzun süre hizmet görmeleri sağlanmaktadır. Bu çalışma ile beton parkelerin yüzey aşınma direncinin artırılması hedeflenmektedir. Yüzey direncinin artırılmasına yönelik, TS 2824 EN 1338 - Zemin Döşemesi için Beton Kaplama Blokları - Gerekli Şartlar ve Deney Metotları standardına uygun olarak farklı yüzey sertleştirici katkı maddeleri kullanılarak beton karışım dizaynı yapılmış ve beton parkeler ile bu standartta belirtilen deneyler doğrultusunda katkı maddeleri arasında kıyaslama yapılmıştır.

1.3. Beton Parke İmalat Yöntemleri

Beton parkeler imal edilirken, üretim amacına uygun olarak iki farklı üretim şekli vardır. Bu üretim şekillerinden ilki, özel dizayn ve yüksek dayanım istenmeyen, sadece mimari ve estetik amaçlı yüzeyler elde etmek için yapılan üretimlerdir. Bu

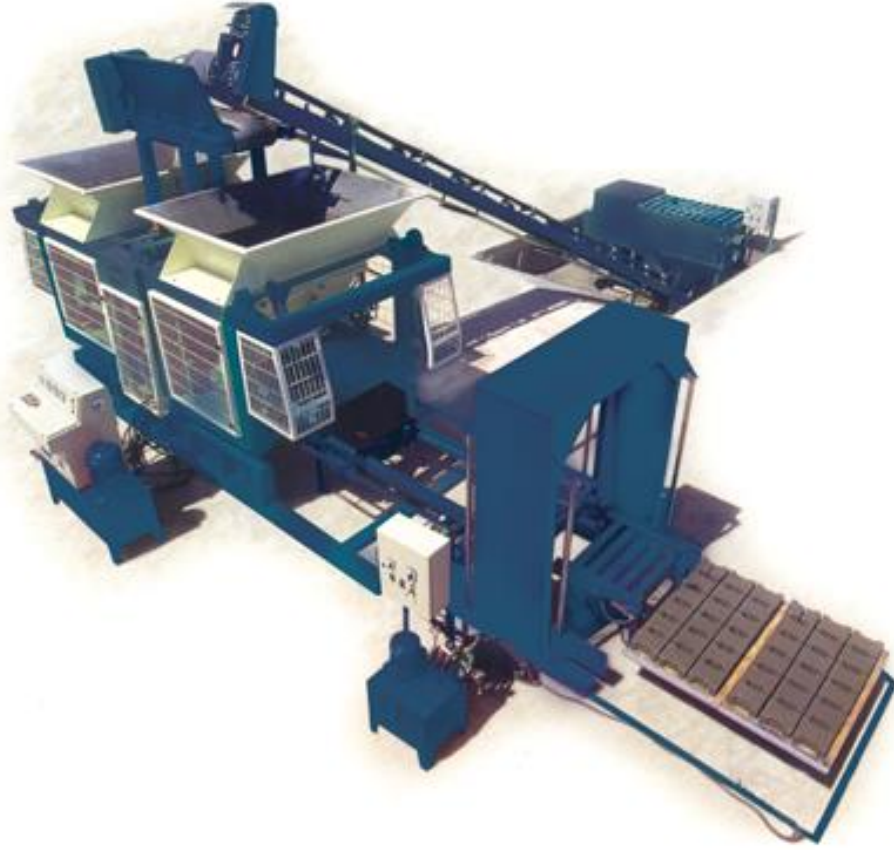
imalat ürünü beton parkeler, daha çok park ve bahçelerde, yürüyüş yollar ve patika gibi alanlar için üretilirler. Daha çok üretim aşamasında, parkelerin beton karışımı sırasında içerisine renklendirici ürünler ilave edilerek üretilirler. Renkli ürünlerin tasarımı boya ile yapılmaktadır. Kullanılan boya dayanıklılığı düşürücü özelliği en az olan, insan sağlığına zararlı olmayan, çevre kirliliğine yol açmayan ve ışığa dayanımı deneylerle kontrol edilen granül boyalardır (URL-1, 2014).

Peyzaj çalışmaları sırasında sadece mimari ve estetik amacıyla üretilen yüzeylere farklı renklendirici şekiller ve desenler uygulanabilmektedir. Bu üretim şeklinde, özel olarak mimari ve estetik amaçla üretilmiş kalıplar kullanılarak beton parke yüzeyler imal edilebilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Mimari ve estetik amaçlı üretilen parke kalıbı

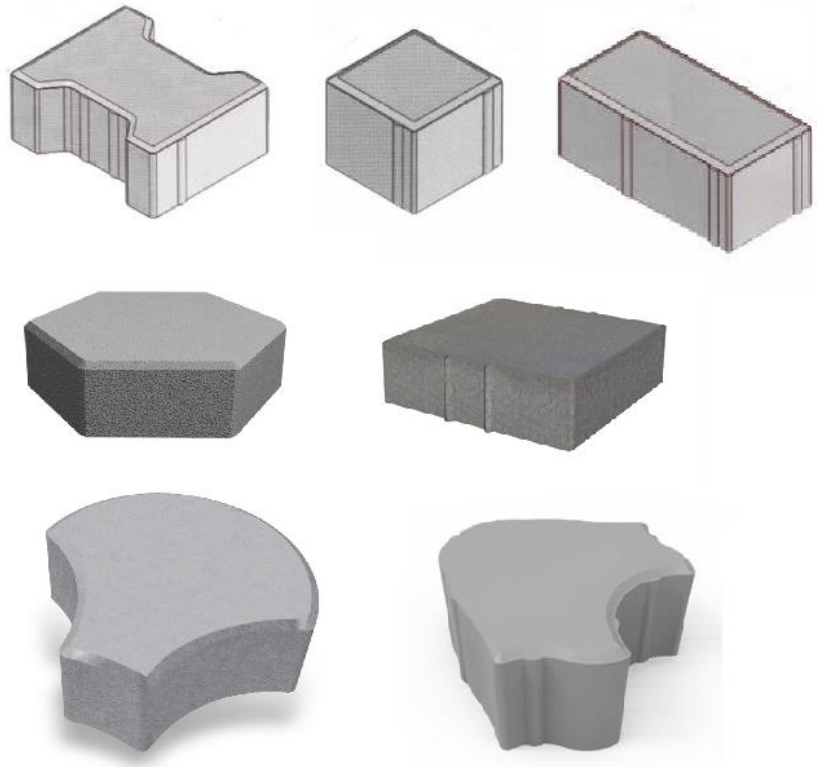
Beton parkelerin diğer üretim şekli ve amacı ise yüksek dayanım elde etmektir. Bu amaçla beton parke taşlar, bilgisayar destekli tam otomatik beton santrallerde yüksek dayanımlı sıfır slampa sahip betonun, parke makinalarında yüksek vibrasyonla istenilen şekil ve tipteki kalıplarda preslenerek imal edilirler. Şekil 2’de bu amaçlı kurulmuş bir beton santralindeki beton parke üretim makinası görülmektedir.



Şekil 2. Beton parke makinası

1.4. Beton Parke Çeşitleri

Beton parke taşları; kilit taşı (aşık taşı), küp taşı, kare taş, dikdörtgen taş, sekizgen taş, üçgen taş, kesik I taşı, S taşı, kare L taş ve çim taşı gibi birçok farklı şekil ve renk seçenekleriyle üretilmektedir. Şekil 3'te farklı şekil ve boyutlarda üretilmiş beton parke taşları görülmektedir.



Şekil 3. Farklı şekil ve boyutlarda üretilmiş beton parke taşları

Park, bahçe ve yaya yollarında 6 cm'lik, hafif araç trafiği olan bölgelerde 8 cm'lik ve ağır araç trafiği olan bölgelerde ise 10 cm'lik parkeler kullanılmaktadır (URL-1, 2014).

1.5. Beton Parke Kullanım Yerleri

Beton parke taşlar, şehir içi yollarında, tretuvar (kaldırım) kaplamalarında, sanayi bölgelerinde fabrika çevreleri ve yollarında, araç park yerlerinde, ticaret merkezlerinin peyzaj çalışmalarında, fabrika sahalarında ve yaya ile araç trafiğinin bulunduğu birçok yerde beton kaplama bloklar, servis ömürleri uzun yıllar bozulmadan kullanılmaktadır. Şekil 4'te peyzaj amacıyla kaldırım taşı olarak döşenmiş beton parke görülmektedir.



Şekil 4. Kaldırım taşı olarak döşenmiş beton parke taşlar

1.6. Beton Parkelerin Direncini Belirleme Yöntemleri

Beton parkelerin direnç düzeylerinin belirlenmesi ile ilgili birçok deney ve yöntem bulunmaktadır. Ancak öncelikle, beton santrallerde üretilirken beton parkelerin üretimi sonucunda ürünlerin daha iyi özellikte olması için üretilecek ürünlerin, uygun malzeme seçimi, su dâhil olmak üzere bu malzemelerin bileşimi ve karışımı (beton dizaynı), uygun şekilde sıkıştırma, kür, priz alma sürecinde yeterli hidrasyon ısısına sahip olması ve daha sonra sıcaklık farklarından kaynaklanan kusurlardan da etkilenmemiş olması gerekir (TS EN 206-1, 2002). Bu hususlara dikkat edildikten sonra üretilen beton parkelerin istenilen dayanımlarda üretilip üretilmedikleri ilgili Türk Standartlarında verilen şartlara bağlı olarak deney ve yöntemlerle ölçülmektedir.

Cisimlerde meydana gelen mekanik aşınma kaybı, başka bir maddeyle hareketli teması sebebiyle aradaki sürtünmeden dolayı oluşur. Bu kayıp, yol yüzeylerinde çoğunlukla kar küreme bıçakları, lastik zincirleri ve çivili lastikler kullanılmasından dolayı oluşur. Yavaş gelişen fiziksel ve mekanik bir olay olmasına rağmen zaman içindeki süreklilik, aşınma olayını büyük boyutlara taşıdığından ve yolun yüzey özellikleri araçların seyir güvenliği açısından yetersizlik gösterdiğinden, konu son derece önemlidir. Kompozit bir malzeme olan beton, iri agrega fazı ve ince agregayla beraber çimentonun oluşturmuş olduğu hamur fazı olmak üzere iki ana fazdan oluşmaktadır. Betonun aşınma direnci bu ikisinden daha dirençli olana göre gelişmektedir (Baradan ve Felekoğlu, 2004).

ASTM C 936-01 standardına göre, 50 tekrarlı donma çözülme tekrarından sonra, parke taşlarındaki kütle kaybının % 1'den fazla olmaması istenmektedir. ASTM C 936-01 standardında, en fazla aşınma miktarının $15 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$ olması istenmektedir (ASTM C 936-01, 2001). Tablo 1'de, Chaplin aşınma deney aleti esasına ve etkiyen trafiğe göre izin verilebilen aşınma derinlikleri, Amerikan sınıflandırılması verilmiştir (ACI 302.1R-15, 2015). Ayrıca Tablo 2'de ise, aşınmaya bağlı olarak zemin betonu sınıfları, İngiliz sınıflandırılması verilmiştir (BS 8204-1 2003+A1 2009) (URL-2, 2006).

Tablo 1. Chaplin aşınma deney aleti esasına ve etkiyen trafiğe göre izin verilebilen aşınma derinliği (Amerikan sınıflandırması) (ACI 302.1R-15, 2015)

Sınıf	Maruz Kaldığı Trafik	Kullanımı	Maksimum Aşınma Derinliği* (mm)
1	Hafif yaya	Konutlar veya karoyla kaplı mekanlar	0.80
2	Yaya	Ofisler, okullar ve hastaneler	0.80
3	Yaya ve hafif tekerlekler	Garajlar ve araba alanları	0.40
4	Yaya ve tekerlekler	Hafif yoğunlukta endüstriyel ve ticari alanlar	0.20
5	Yaya, tekerlekler ve yıpratıcı aşınma	Endüstriyel alanlar ve monolitik topingler	0.10
6	Yaya ve sert tekerlekler	Ağır endüstri için bağlantılı topingler	0.05
7	Sınıf 3, 4, 5, 6	Bağlanmamış topingler	0.40-0.05

Tablo 2. Aşınmaya bağlı olarak zemin betonu sınıfları (BS 8204-1:2003+A1:2009)

Özellik	Döşeme Sınıfı				
	Özel	AR1	AR2	AR3	Nominal
Aşınma direnci derecesi	Aşırı yüksek	Çok yüksek	Yüksek	İyi	Normal
Aşınan maksimum derinlik* (mm)	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80
Tipik kullanımı	Çok yoğun kullanımdaki fabrikalar	Yoğun kullanımdaki fabrikalar ve depolar	Orta yoğunlukta kullanılan fabrikalar ve depolar	Az kullanılan fabrikalar ve depolar	İnşaat trafiğine maruz kalan alanlar
Maruz kalınan tipik trafik	Ağır yüklü çelik tekerlekler, darbe ve sürüklenme yükleri	Çelik tekerlekler ve darbe	Hafif yüklü çelik tekerlekler ve sert plastik tekerlekler	Lastik tekerlekler	Lastik tekerlekler ve yürüyüş trafiği
Beton basınç dayanımı	Özel karışımlar	60 MPa	50 MPa	40 MPa	40 MPa
Maksimum çimento miktarı	Özel karışımlar	475 kg/m ³	400 kg/m ³	325 kg/m ³	325 kg/m ³
İnce agrega	Özel karışımlar	Standarta uygun doğal kum, ancak yumuşak kalker veya kumtaşı olmamalı		Standarta uygun doğal kum	Özel talep yok
Son düzeltme	Özel karışımlar	Düzenli mala düzeltmesi	Düzenli mala düzeltmesi	Düzenli mala düzeltmesi veya erken yaş zımparalanması	Mala düzeltmesi veya erken yaş zımparalanması

Parke taşlarının diğer teknik özellikleri, yüzey aşınmasına karşı direnci 20cm³/50cm², ortalama su emme oranı % 6, donma çözülme etkisine karşı direnci 1kg/m², ortalama karakteristik yarmada çekme dayanımı 3,6 MPa'dır. TS 2824 EN 1338 Zemin Döşemesi için Beton Kaplama Blokları - Gerekli Şartlar ve Deney Metotları standardına göre belirlenmiş deney ve yöntemler kullanılarak, beton parkelerin dayanım düzeyleri belirlenmektedir. Bu deney ve yöntemler, buz çözücü tuz etkisiyle birlikte donma çözülmeye karşı direncin tayini, toplam su emmenin tayini, dayanımın ölçülmesi (kırılma yükleri, yarmada çekme dayanımları ve birim boy kırılma yükleri), dikey aşınmaya karşı direncin ölçülmesi, cilâlanmamış kayma direnci değerinin (USRV) tayini, parkelerin yüzey sertliklerinin Schmidt test çekiciyle tayini deneyleridir (TS 2824 EN 1338, 2005; TS EN 12390-3, 2010).

1.7. Beton Parkelerde Kullanılan Diğer Malzemeler

Beton parkeler üretilirken agrega, su ve çimento dışında parkelerde istenilen özelliklerin sağlanabilmesi için birçok katkı malzemeleri kullanılmaktadır. Katkı malzemeleri olarak tesviye şapları, dekoratif zemin kaplamaları, endüstriyel zemin kaplamaları, yüzey sertleştiriciler, zemin astarları, kür malzemeleri ve koruyucu kaplamalar sayılabilir. Dekoratif zemin kaplamaları, çift komponentli (bileşenli), su bazlı zemin cilası şeklinde üretilmişlerdir. Endüstriyel zemin kaplamaları, kendiliğinden yayılan kaplamalar ve tesviye şaplarıdır. Yüzey sertleştiriciler, çimento esaslı, silisyum karbür agregalı, korunt agregalı ve kuvars agregalı katkılı olarak üretilmiş malzemelerdir. Zemin astarları, tek bileşenli, stiren/akrilat esaslı, çok amaçlı konsantre zemin astarlarıdır. Kür malzemeleri, taze veya sertleşmiş betonun kürlenmesi, yüzeyin sertleşmesi ve kaplanmasını sağlayan, bileşenli su dispersiyonlu (homojen yayılan) akrilik emülsiyonlardır. Koruyucu kaplamalar ise, iki parçalı, sert elastik, pigmentli, renkli, solvent içeren, epoksi, su bazlı, poliüretan, çok düşük VOC salınımlı, keçe kaplama olarak üretilmişlerdir (URL-3, 1998).

Yukarıda sayılan katkı malzemeleri dışında, pek çok yan ürün ve atık malzeme beton parkelerin alt ve üst tabakalarına ilave edilerek performans dayanım düzeylerinin ölçülmesi deneylerle gerçekleştirilmiştir. TS EN 934-2'ye göre su azaltıcı, su tutucu, hava sürükleyici ve priz hızlandırıcı katkıları beton parkelerin üretiminde kullanılmaktadır (TS EN 934-2, 2002).

Beton kaplama blokları beton ve diğer atıkların kullanımına imkân sunmaktadır (Uygunoğlu, 2012; Özalp, 2016; Kumar, 2017). Özelliğini kaybetmiş parkelerden ve yapı atığı betonlardan elde edilen geri dönüşüm agregası beton kaplama bloklarında da kullanılabilir. Böylelikle parkeler geri dönüşümü sayesinde doğayla barışıktır. Normal betona kıyasla aynı dayanımı elde etmek için, gerekli çimento miktarını azaltarak ekonomik fayda sağlar. Aynı zamanda atık bir ürün değerlendirildiği için ilave ekonomik ve çevresel yararları hesaba katılmalıdır (Corinaldesi ve Moriconi, 2004).

1.8. Literatür Çalışmaları

Günümüzde, kaliteli ve ekonomik yapı malzemelerine olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle, bazı endüstriyel atıkların yapı malzemesi olarak değerlendirilmesi gerek ekonomiklik gerekse çevre sorunlarını çözüme bakımından büyük önem kazanmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, toplanan bazı atıkların iyi kontrol edilememesi, çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Bazı atıkların yapı malzemesi olarak değerlendirilmesi, çevre problemlerinin çözümüne ve yapıların ekonomik tasarımına yardımcı olacaktır. Atık maddelerin yapı endüstrisinde uygun bir şekilde kullanılabilmesi için, bu atık maddelerden üretilen yapı malzemeleri, ilgili standartlardaki koşulları sağlamalıdır. Ülkemizde yıllık olarak 120000 ton civarında atık cam birikmektedir (Topçu ve Canbaz, 2004). Dolayısıyla, atık bir malzeme olan camın uygun alanlarda kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Yahlizade (2007), kütlece % 10, % 20 ve % 30 oranında cam tozu parke taşları içerisinde bulunan kumla yer değiştirmiştir. Atık cam tozu içeren beton parke taşlarının donma çözülme, aşınma ve yangın dirençleri incelenmiş ve atık cam tozu içermeyen kontrol numunesi ile karşılaştırılmıştır. 50 tekrarlı donma çözülmede, beton parke taşı içerisinde bulunan atık cam tozunun herhangi bir zararlı etkisi olmamıştır. % 20 atık cam tozu oranında, beton parke taşının aşınma direnci yaklaşık % 15 kadar artmıştır. 600 °C sıcaklıkta, atık cam tozu içeren beton parke taşlarında gözle görülür bir çatlama olmamıştır. Parke taşları içerisindeki atık cam tozu hem aşınma hem de yangına karşı direnci artırmıştır (Yahlizade, 2007).

Açıkgöz (2008), yaptığı çalışmada farklı santrallerden elde edilen uçucu küllerin % 10, % 20, % 30 ve % 40 gibi oranlarda çimento yerine kullanılmasıyla üretilen beton parke taşlarında yarmada çekme dayanımı, aşınma dayanımı ve su emme tayinlerini yapmıştır. Elde edilen parke taşlarının bir kısmı tuzlu küre maruz bırakılmış ve diğer kontrol numuneleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda uçucu kül oranının artmasıyla taze betonun su ihtiyacı artmıştır. Buna bağlı olarak parke taşı numunelerinde aşınma direnci ve su emme tayini deney sonuçları yüksek çıkmış,

yarmada çekme dayanımı tayininde düşüşler görülmüştür. Özellikle yüksek oranlarda % 30 ve % 40 uçucu kül kullanılan numunelerde tüm değerler olumsuz etkilenmiştir. Sadece tuzlu su ile kürlenmiş numunelerin uçucu kül oranının yüksek oluşuna bağlı olarak aşınma ve su emme değerlerini olumlu etkilediği gözlemlenmiştir. Uçucu kül ilavesinin çimento yerine % 10 olduğu numunelerde ise 28. gün yarmada çekme dayanımının kontrol grubu numunelere göre ortalama % 40 ile % 44 daha yüksek dayanım gösterdiği, 90. gün yarmada çekme dayanımının gelişmeye devam ederek kontrol grubu numunelere göre ortalama % 7'lik bir artış gösterdiği gözlemlenmiştir (Açıkgöz, 2008).

Karpuz ve Akpınar (2009), ince agreganın aşınma direncine bağlı olarak, yollarda kullanılan betonun aşınma direnci incelemiştir. Kalker, kalker+bazalt karışık ve bazalt türünde kırmataş ince agregalarla betonlar üretilmiştir. Beton numunelere Böhme aşınma deneyi uygulanmıştır. Deney verilerine göre, ince agreganın aşınma direncinin yükseltilmesi betonun aşınma direncini önemli derecede arttırabilmektedir. Aşınma direnci yüksek sert agregaya temininin güçleştiği koşulunda, beton yol kaplama karışımlarında, ülkemizde yaygınlıkla kullanılan ve her yerde rahatlıkla bulunabilen kalker kayalık türünden elde edilen iri agregaya, daha sert mineralli kayalardan elde edilen ince agregaya olarak kullanmak, beton yol kaplama yüzeylerinin aşınma direncine önemli faydalar sağlayabilecektir. Basınç dayanımında da bir olumsuzluk oluşmayacaktır. Yollar Fenni Şartnamesi'nde agregaya aşınma sınırı, kaplama tabakasında kaba ve ince agregaya için ayrı ayrı tanımlanmalıdır. İnce agregaya için üst sınırın % 35'den % 30'a çekilmesi aşınmaya direnci yükseltilmiş daha kaliteli beton kaplamaların ortaya çıkmasına katkı sağlayabilecektir (Karpuz ve Akpınar, 2009).

Şahbaz (2010), Afyonkarahisar İncehisar andezit, Beyyazı dolomitik kireçtaşı ve Kütahya Ilıca bölgesel bazalt hammaddelerinin özelliklerini araştırarak 0-4 mm, 4-12 mm, 12-22 mm elek çapına sahip doğal agregaları beton içerisinde yaklaşık % 75 oranında kullanarak beton parke blokları yapmıştır. Kullanılan agregaların kimyasal ve fiziksel özelliklerine bakılmış, elek analizi yapılarak granülometre eğrileri çizilmiştir. Özgül kütle, su emme, Los Angeles aşınma direnci vb. deneyler yapılarak agregaların

birbirlerine göre kıyaslanması ve TSE standartlarına uygunlukları araştırılmıştır. Kullanılan bu agregalarda alkali silika reaktivitesi dolomitik, kireçtaşı ve bazalt için % 0,1'in altında çıkmış ve güvenli bölge olduğu kabul edilmiş, andezit numunesinde ise alkali silika reaksiyonu % 1,53 gibi yüksek bir değer olduğu bulunmuştur. Bu agregalarla yapılan 10 farklı reçete için su/çimento oranı yaklaşık 0,40 kabul edilerek yapılan beton parke blokları numunelerinde yarmada çekme dayanımı, su emme, aşınma dayanımı tayini ve donma çözölmeye karşı dayanımı deneyleri yürütülmüştür. Yapılan beton parke taşı numunelerinde 3. gün ortalama yarmada çekme dayanımı sonuçları andezit için 2,39 MPa, bazalt için 2,94 MPa ve dolomitik kireçtaşı için 2,75 MPa sonuçlarını bulmuştur. Ortalama yarmada çekme dayanımı 7. gün sonuçları andezit için 2,96 MPa, bazalt için 3,85 MPa ve dolomitik kireçtaşı için 3,67 MPa bulunmuştur. Buna göre 7. gün kırım sonuçlarına bakıldığında dolomitik kireçtaşı ve bazalt agregası parke numunelerinin TS 2824 EN 1338 standardı yarmada çekme dayanımı değeri olan 3,6 MPa'yı sağladığı devamında ise 28. gün analizlerinde yarmada çekme dayanımlarının her üç agrega tipi için de sağladığı gözlemlenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda ise dolomitik kireçtaşı ocağının ve bazalt ocağının kökenlerinin farklı olmasına rağmen kırım sonuçlarının uygun olduğu ancak bazalt agregasının yüksek sertliğe sahip olması ve rezervlerinin az olması nedeniyle kullanım şansının az olduğu belirtilmiştir. Dolomitik kireçtaşının ise rezerv bakımından yeterli olduğu, deney sonuçları yönünden standardın gereklerini yerine getirmesi ve maliyetleri göz önünde alındığında kullanılmasının uygun olan agrega tipi olduğu belirtilmiştir. Fakat andezit ocağı agregasının geç dayanım alması, kırım sonuçlarının yeterince yüksek değerlere ulaşmaması ve alkali silika reaksiyonunun yüksek olmasına bağlı olarak muhtemel çatlakların oluşacağı gibi nedenler düşünüldüğünde parke taşı üretiminde kullanılmasının riskli olacağı kabul edilmiştir (Şahbaz, 2010).

Yıldız (2013) yaptığı çalışmada, Elazığ ferrokrom cürufunun beton parke yapımında agrega olarak kullanılmasını araştırmıştır. Elazığ ferrokrom cürufu % 30'a yakın MgO içermektedir. TS EN 197-1 standardında (TS EN 197-1, 2012) çimento içerisinde MgO oranının % 5'in üzerinde olmaması gerektiği belirtilmiştir. Betona çimento inceliğinde mineral katkı olarak granül cüruf katılması durumunda MgO oranının yüksek oluşuna bağlı olarak priz süresinin 4-5 yıla kadar devam edip geç

dönem hidrasyonuna sebep olacağı ve bu durumun özellikle kütle betonlarda büyük risklere sebep olacağı belirtilmiştir. Granül cüruf kullanılması durumunda yüksek orandaki MgO etkisinin genleşmeye yol açacağı bilindiği için parke beton üretiminde Elazığ ferrokrom cürufu 0-5 mm ince ve 5-12 mm iri agrega olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada cürufun beton agregası yerine kullanılmasıyla üretilen kalınlığı 8 cm ve su/çimento oranı 0,59 olan beton parke numunelerinde 28. ve 90. gün yarmada çekme tayini yapılmış ve beton agregasıyla üretilen beton parke numuneleri kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonunda Elazığ ferrokrom cürufu ile üretilen beton parkelerde özellikle 90 günlük beton parke numunelerin yarmada çekme dayanımlarının ortalama 5,4 MPa, kontrol grubu numunelerinde ise bu değer ortalama 3,4 MPa olduğu gözlemlenmiştir (Yıldız, 2013).

Çimen (2015), püskürtme beton uygulaması sırasında beton yüzeyine uygulama esnasında agregayla beton liflerinin yüzeyden geri sekmesi sonucu elde edilen geri dönüşüm malzemesinin parke taşı üretiminde kullanılmasını araştırmıştır. Bu çalışmada herhangi bir katkı kullanılmadan üretilen, 5 kg/m³ ve 9 kg/m³ polipropilen lif ilaveli olmak üzere 3 tip parke taşı numunesi hazırlanmıştır. Püskürtme esnasında geri seken malzemenin kullanılmasıyla elde edilen parke taşı numuneleri üzerinde boyut ölçümleri, aşınma dayanımı, yarmada çekme dayanımı ve su emme oranı tayini deneyleri yapılmıştır. Çalışmanın sonunda referans parke taşı numuneleri ile yapılan deney çalışmalarında su emme ve aşınma deneyleri standart değerlerden daha düşük çıkmış yarmada çekme deney sonucu ise ortalama 3,7 MPa \geq 3,6 MPa şartını sağladığı görülmüştür. 5 kg/m³ ve 9 kg/m³ polipropilen lif ilave edilmiş parke taşı numunelerinde de deney sonuçları su emme ve aşınma yönünden uygun çıkmış ancak görünüm olarak numunelerin yüzeylerinde çatlak ve kusurlar oluşmuştur. Buna bağlı olarak 5 kg/m³ lif ilaveli parke taşı için yarmada çekme dayanımı ortalama 3,2 MPa, 9 kg/m³ lif ilaveli parke taşı için yarmada çekme dayanımı ortalama 3,2 MPa bulunmuş olup bu değerler standart yarmada çekme dayanımı değeri olan 3,6 MPa'dan düşük olduğu görülmüştür. Elde edilen verilere bakıldığında referans numunelerin daha fazla su emdiği, lif katkısının parke taşı numunelerinde su emme değerini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Ancak polipropilen liflerin parke taşı yüzey özellikleri, yüzey pürüzlülüğünü ve

kusurları artırdığı, yarmada çekme dayanımlarına da önemli bir katkısının olmadığı gözlemlenmiştir (Çimen, 2015).

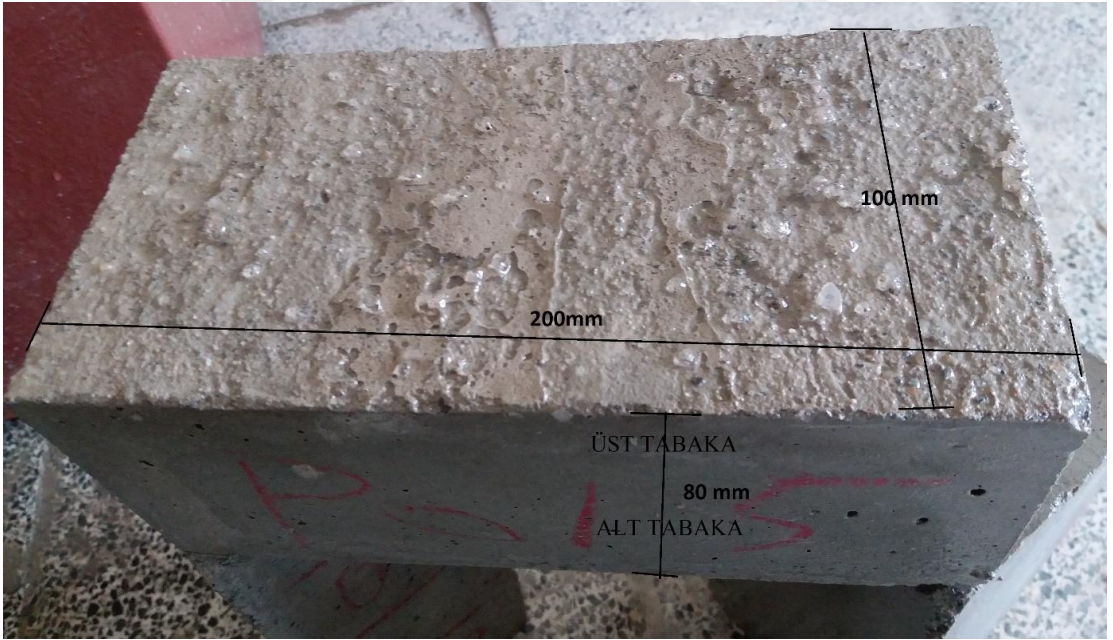
Canpolat (2018), Kayseri çinko-kurşun üretim tesisi atık agregası ile üretilen beton parke taşlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırılmıştır. Beton parke taşı yapımında su/çimento oranı 0,30 olan biri kontrol grubu olmak üzere üç grup beton parke taşı üretilmiştir. Kayseri çinko-kurşun üretim tesisi atıkları ve kimyasal katkı malzemesi çalışmada değişken parametreler olarak alınmıştır. Kayseri çinko-kurşun tesisi atıkları kullanılarak üretilen beton parke taşları üzerinde birim hacim ağırlıkları, su emme ve boşluk oranları, yarmada çekme dayanımları, aşınma dirençleri ve donma çözülme dirençleri belirlenmiştir. Kayseri çinko-kurşun tesisi atıkları kullanılarak üretilen beton parke taşları kontrol grubuna göre kıyaslandığında birim hacim ağırlıklarının azaldığı, su emme ve boşluk oranlarını arttırdığı, yarmada çekme dayanımlarını düşürdüğü, aşınma dayanımlarını ve donma çözülmeye karşı dirençlerini azalttığı tespit edilmiştir. 90 günlük sonuçların 28 günlük sonuçlara kıyasla daha iyi değerler gösterdiği görülmüştür. Ayrıca kimyasal katkı içermeyen, kontrol ve çinko-kurşun atık agregalı beton parke taşlarına ait tüm deneyler sonuçları açısından daha iyi olduğu bulunmuştur (Canpolat, 2018).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Deney Süreci

Bu çalışmada TS 2824 EN 1338 standardına uygun beton kaplama blokları (parke) katkısız, kromit katkılı, manyetit katkılı ve kuvars katkılı olmak üzere dört grup olarak laboratuvar ortamında üretilmiştir.

Şekil 5'te üretilen parkelerden bir tanesi görülmektedir. Şekil 5'te alt tabaka ve üst tabaka olarak görülen kısımların betonları farklı beton dizaynlarında üretildi ve iki seferde dökülmüştür. Şekil 5'te görüldüğü üzere parkelerin boyutları 200x100x80 mm'dir.



Şekil 5. Laboratuvarda üretilen bir beton parke görüntüsü

Üretilen bütün parkeler Şekil 6'da görülen numune kalıbıyla sarsma cihazı kullanılarak kalıplanmıştır. Şekil 6'da görülen ve parkelerin üretiminde kullanılan kalıplar sekiz gözlüdür ve bu çalışma için özel olarak imal edilmiştir.



Şekil 6. Parkelerin üretiminde kullanılan kalıbın görüntüsü

2.2. Çalışmada Kullanılan Agregaların Özellikleri

Parkelerin alt ve üst tabaka betonlarında iki farklı granülometriye ve mineralojik özelliğe sahip agregalar kullanılmıştır. Tablo 3'te elekten geçen yüzdeleri görülen agrega parkelerin alt tabaka betonlarında, Tablo 4'te elekten geçen yüzdeleri görülen agrega ise parkelerin üst tabaka betonlarında kullanılarak katkısız parkeler üretilmiştir. Kromitli ve manyetitli parkelerde ise parkelerin sadece üst tabaka betonlarında Tablo 4'te elekten geçen yüzdesi görülen agrega ile bu agrega kütesine göre % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranlarında azaltılıp azalan kütle yerine kromitli ve manyetitli agrega ikame edilerek üretilmiştir. Böylelikle % 10, % 20, % 30 ve % 40 kromitli ve manyetitli agrega ilaveli dörder grup katkılı parkeler elde edilmiştir. Ayrıca piyasada kuvars esaslı yüzey sertleştirici olarak satılan bir üründe kullanım kılavuzunda belirtilen miktar ve uygulama tarifine göre parkelerin üst tabakasına tatbik edilerekten diğer bir grup kuvarslı parkelerde üretilmiştir.

Tablo 3'te görüldüğü üzere parkelerin alt tabaka betonunda kullanılan agreganın maksimum tane çapı 16 mm'dir. Tablo 4'te görüldüğü üzere ise de parkelerin üst tabaka betonunda kullanılan agreganın maksimum tane çapı 8 mm'dir.

Tablo 3. Parkelerin alt tabakasinda kullanılan agreganın elekten geçen yüzdeleri ve TS802'deki Dmax=16 mm için yüzde geçen değerleri

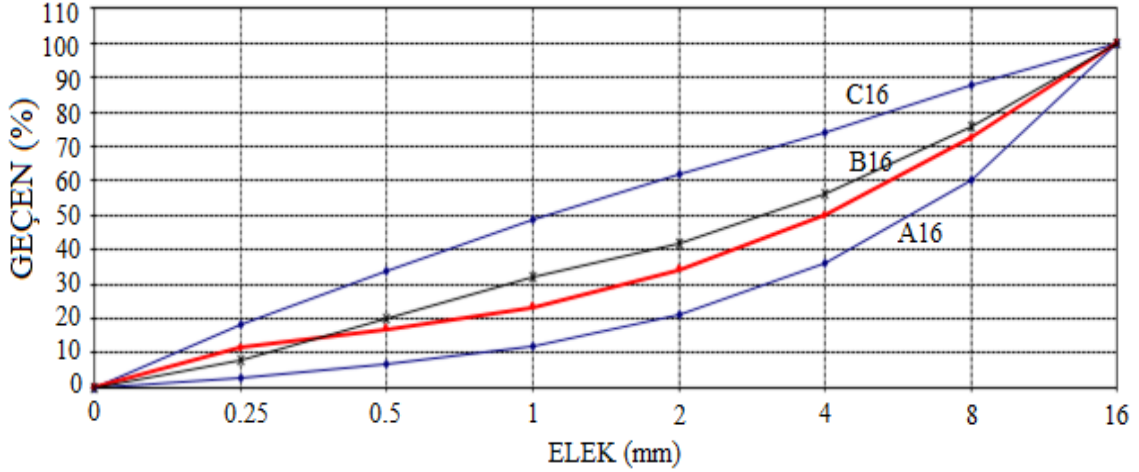
Elek Gözü Açıklığı (mm)	Karışım Elekten Geçen (%)	A16	B16	C16
16.00	100.0	100	100	100
8.00	72.3	60	76	88
4.00	50.1	36	56	74
2.00	34.3	21	42	62
1.00	23.4	12	32	49
0.50	16.9	7	20	34
0.25	11.6	3	8	18
Kap	0	0	0	0

Tablo 4. Üst tabaka betonunun agrega elekten geçen yüzdeleri ve TS802'deki Dmax=8 mm için yüzde geçen değerleri

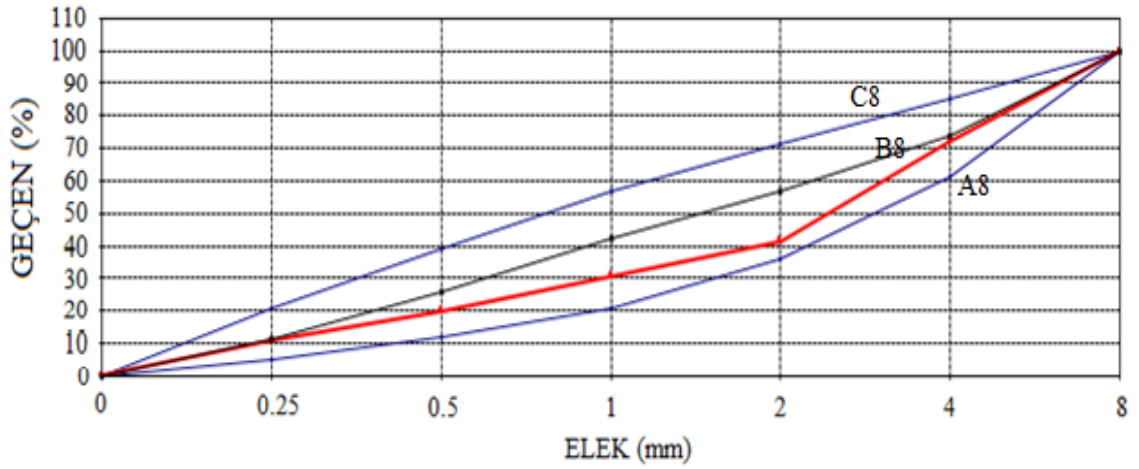
Elek Gözü Açıklığı (mm)	Karışım Elekten Geçen (%)	A8	B8	C8
8.00	100.0	100	100	100
4.00	72.3	61	74	85
2.00	41.5	36	57	71
1.00	30.5	21	42	57
0.50	20.1	12	26	39
0.25	10.6	5	11	21
Kap	0.0	0	0	0

Parkelerin alt tabakasinda kullanılan agreganın granülometri eğrisi Şekil 7'de görülmektedir. Şekil 7'de A16 ve B16 eğrileri arasında en uygun bölgeye düşen granülometri eğrisi parkenin alt tabakasinda kullanılan karışım agregasına aittir. Şekil 8'de ise A8 ile B8 arasında görülen granülometri eğrisi parkelerin üst tabaka betonunda kullanılan agregaya aittir. Şekil 8'de granülometri eğrisi görülen agrega katkısız betonların üst tabaka betonunda kullanılmıştır. Kromit, manyetit ve kuvars esaslı yüzey sertleştirici kullanılan parkelerde ise Şekil 8'deki granülometriye sahip agrega ile

kromitli ve manyetiteli agregalarla % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranlarında karıştırılarak katkılı beton parkeler üretilmiştir.



Şekil 7. Parkelerin alt tabakasında kullanılan agreganın granülometri eğrisi



Şekil 8. Parkenin üst tabaka betonunda kullanılan agreganın granülometri eğrisi

Tablo 5'te kromitli, manyetiteli agreganın ve kuvars esaslı yüzey sertleştiricisinin eleklerden % geçen değerleri görülmektedir. Tablo 6'da ise bu çalışmada kullanılan agregaların özgül kütleleri ve su emme değerleri görülmektedir. Tablo 6'daki alt tabaka ve üst tabaka agregası dört agreganın karışımından elde edildi. Kromitli ve manyetiteli agregalar ise iri ve ince olmak üzere iki agrega karışımından elde edildi. Bu agregalara

kromitli ve manyetitli denmesinin nedeni çeneli kırıcıdan kırılarak üretilen agregalarının ana kayaç içerisinde kromit ve manyetit ihtiva etmeleridir.

Tablo 5. Kromitli agrega, manyetitli agrega ve kuvars esaslı yüzey sertleştiricisinin eleklerden geçen (%) değerleri

Elek Gözü Açıklığı (mm)	Kromitli Agrega Elekten Geçen (%)	Manyetitli Agrega Elekten Geçen (%)	Kuvars Esaslı Yüzey Sertleştirici Geçen (%)
8	100.0	100.0	100.0
4	72.3	80.4	100.0
2	41.5	49.5	97.8
1	30.5	33.6	72.0
0.5	20.1	24.2	39.8
0.25	10.6	17.7	34.8
Kap	0.0	0.0	0.0

Tablo 6. Parkenin alt ve üst tabaka betonlarında kullanılan agregaların özgül kütle ve su emme değerleri

Alt Tabaka Agregası	İri 1	İri 2	İnce 1	İnce 2
Özgül Kütle	2,72	2,71	2,47	2,41
Su Emme (%)	1,27	0,89	3,74	7,06
Üst Tabaka Agregası	İri 1	İri 2	İnce 1	İnce 2
Özgül Kütle	2,99	2,59	2,55	2,46
Su Emme (%)	4,2	2,72	4,63	2,94
Kromitli Agrega	İri 1	-	İnce 1	-
Özgül Kütle	3,22	-	3,11	-
Su Emme (%)	0,93	-	1,20	-
Manyetitli Agrega	İri 1	-	İnce 1	-
Özgül Kütle	3,33	-	3,06	-
Su Emme (%)	1,72	-	2,12	-

Tablo 7’de kromitli ve manyetitli agreganın kimyasal bileşimi ve oranları görülmektedir. Kromitli agregada % 35,8 oranında krom-oksit, demirli agregada % 35,8 oranında demir-oksit bulunmaktadır.

Tablo 7. Kromitli ve manyetitli agreganın kimyasal bileşimi ve oranları (%)
(Yavaş, 2018)

	Kromit	Manyetit
Al ₂ O ₃	7.15	1.76
BaO	0	0.02
CaO	0.5	20.5
Cr ₂ O ₃	35.8	0.082
Fe ₂ O ₃	16.9	35.8
K ₂ O	0.01	0.02
MgO	23	2.17
MnO	0.19	1.05
Na ₂ O	0	0.21
P ₂ O ₅	0.001	0.23
SO ₃	0.06	0.24
SiO ₂	10.9	31.8
TiO ₂	0.1	0.04
V ₂ O ₅	0.083	0.006
ZnO	0.066	0.954
ZrO ₂	0	0
Kızdırma Kaybı	5.1	5.2
Toplam	99.86	100.02

2.3. Parkelerde Kullanılan Beton Dizaynları

Tablo 8’de karışıma giren malzeme miktarlarına göre parkelerin betonları Pan tipi mikserde üretildiler. Parkelerde CEM I 42,5 R sınıfı çimento kullanıldı.

Tablo 8. 1 m³ için parke betonlarında kullanılan malzeme miktarları (kg)

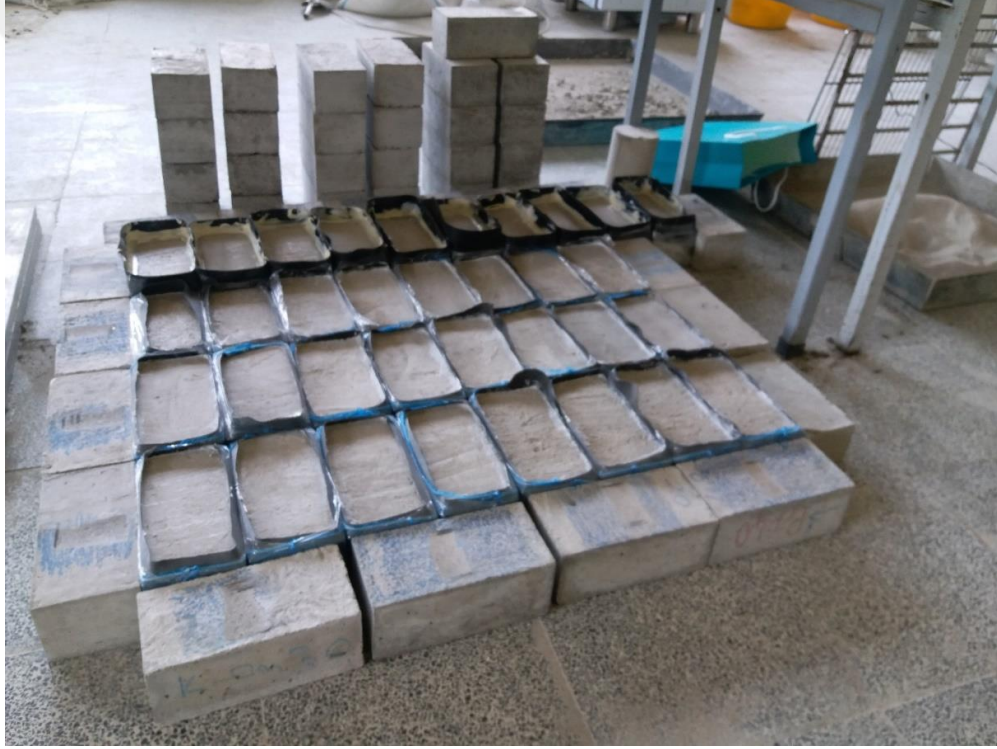
	Çimento	Su	İri Agrega	İnce Agrega
Alt Tabaka	250	159	1497	405
Üst Tabaka	470	235	947	591

Parkelerin üst tabaka (yüzey betonu) betonunda ince malzeme miktarı % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranında azaltıldı azalan kütle yerine kromitli ve manyetitli agrega ilave edilerek dört grup farklı yüzdelerde kromitli ve manyetitli agregalı parkeler üretilmiştir.

2.4. Uygulanan Deneyler

2.4.1. Buz Çözücü Tuz Etkisiyle Birlikte Donma Çözölmeye Karşı Direncin Tayini

28 gün kür uygulanan parkeler Şekil 9'daki gibi yan yüzeyleri kaplandıktan sonra yüzeyine % 3 NaCl konsantrasyonuna sahip su döküldükten sonra Şekil 10'da görölen havada donma çözüme deneyi uygulanan iklimlendirme kabinine yerleştirilmiştir. Daha sonra 28 gün donma çözüme döngüsüne tabi tutulup metre karede kaybolan kütle kaybı ölçölmüştür.

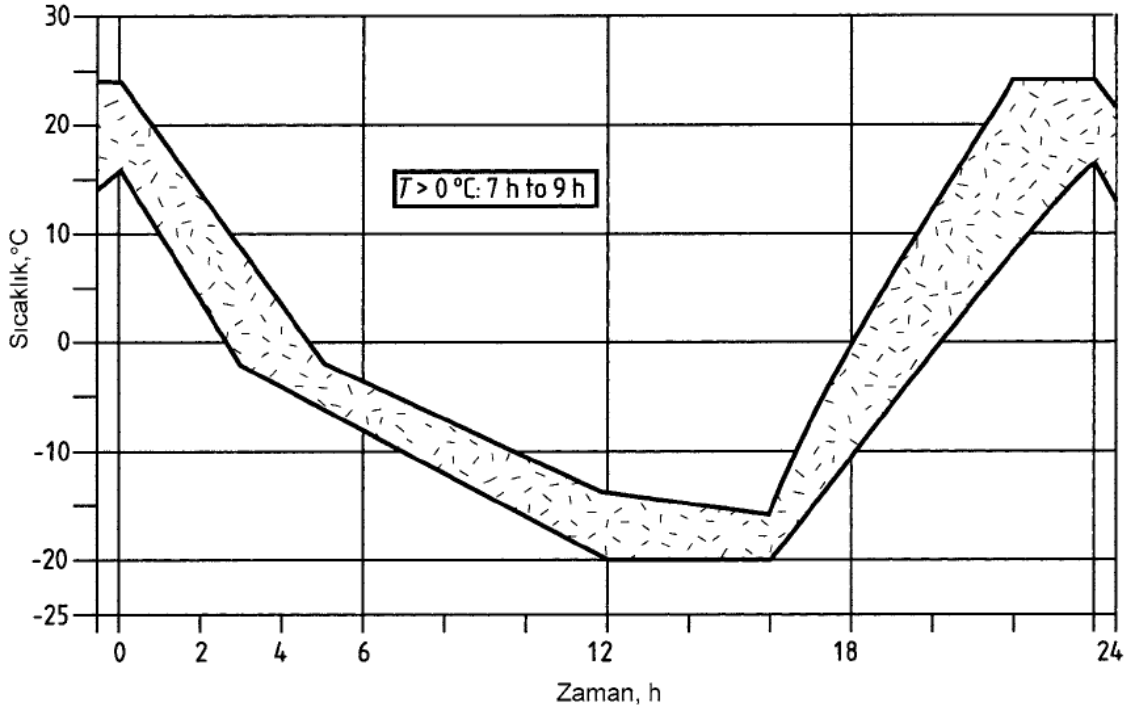


Şekil 9. Beş yüzü yalıtım malzemesiyle kaplanmış parke görüntüsü

Şekil 9'daki parkelerin yüzeylerine 5 ± 2 mm yükseklikte içilebilir su kullanılarak hazırlanan % 3'lük NaCl çözültisi konulmuştur. Şekil 10'daki iklimlendirme kabini, Şekil 11'deki sıcaklık-zaman döngüsü ayarlanmış ve 24 saatlik zaman diliminde $+20$ °C ile -20 °C sıcaklıkları arasında 28 günlük çevrime maruz bırakılmışlardır.



Şekil 10. Havada donma çözülme iklimlendirme kabini



Şekil 11. Sıcaklık-Süre çevrimleri

Çevrim sonucunda malzeme yüzeyi su ile yıkanıp kayıp malzeme kütlesi ölçülmüştür. Parkelerden kopan parçalar tartılarak oluşan kütle kaybı ölçülüp numune yüzey alanına bölünmüştür.

$$L=M/A \quad (1)$$

Bağıntısıyla birim alandaki kütle kaybı ölçüldü. Bağntıdaki L birim alandaki kütle kaybını (kg/mm^2), M parkedeki kütle kaybını (kg), A ise parkenin yüzey alanını (m^2) göstermektedir.

2.4.2. Toplam Su Emmenin Tayini

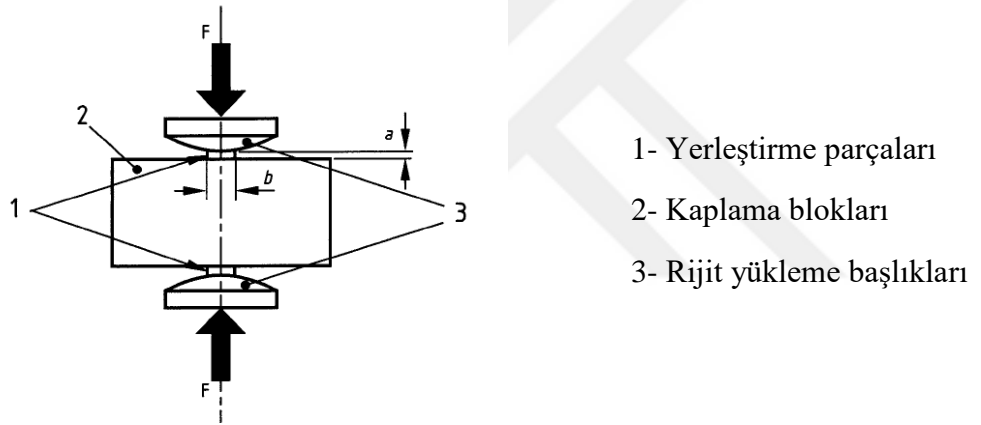
Parkeler, (20 ± 5) °C sıcaklıktaki ortamda şartlandırıldıktan sonra, sabit kütleyle ulaşınca kadar suya batırıldılar ve daha sonra da kurutularak değişmez kütleyle

ulaşması sağlanmıştır. Parkelerdeki kütlece kayıp, numunenin kuru kütleline oranla yüzde olarak aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanmıştır.

$$W_a = \frac{M1 - M2}{M1} \quad (2)$$

Bağıntıdaki W_a parkenin su emmesini, $M1$ suya doymuş kütle, $M2$ etüv kurusu kütle göstermektedir.

2.4.3. Dayanımın Ölçülmesi



Şekil 12. Dayanım ölçüm düzeneği

Şekil 12’de parkelere uygulanan dayanım ölçüm düzeneği görülmektedir. Yüzey pürüzlülükleri düzeltilen parkeler, (20 ± 5) °C sıcaklıktaki suya (24 ± 3) saat süre ile daldırılıp çıkarıldıktan sonra bir bezle kurutuldu ve hemen deneye tâbi tutulmuştur. Deney uygulanan beton blokların kırılma düzlem alanları aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$S = lt \quad (3)$$

Burada; S kırılma alanı (mm^2), l beton bloğun üst ve altında yapılan iki ölçmenin ortalaması olarak kırılma kesitinin uzunluğu (mm), t beton bloğun, biri ortada, diğer ikisi uçlarda yapılan üç ölçmenin ortalaması olarak kırılma düzlemindeki kalınlığını (mm) göstermektedir.

Deney uygulanan parkelerin dayanımı T, aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır. Burada; T dayanımı (MPa), P kırılma yükü (N), $k=1,3-30(0,18-t/1000)^2$ ($140\text{mm}<t\leq 180\text{mm}$ ise) bağıntısından hesaplanan veya Tablo 9'dan alınan parke taşı kalınlığı için alınan düzeltme katsayısıdır.

$$T = 0,637 \text{ kP/S} \quad (4)$$

Tablo 9. Parke kalınlığına göre k düzeltme katsayısı

t (mm)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
K	0,71	0,79	0,87	0,94	1,00	1,06	1,11	1,15	1,19	1,23	1,25

Birim uzunluk başına kırılma yükü aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

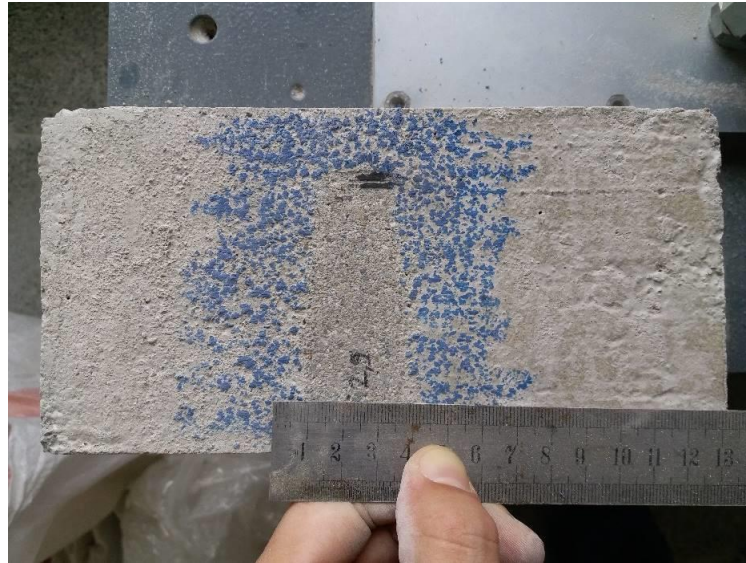
$$F = P/L \quad (5)$$

2.4.4. Aşınmaya Karşı Direncin Ölçülmesi

Parkelerin aşınmaya karşı direnci Şekil 13'te görülen dikey aşındırma cihazı ile hesaplanmıştır. Şekil 13'te görüldüğü gibi parke cihaza yerleştirildikten sonra yüzeyi geniş aşındırma diskine temas edecek şekilde yaklaştırılmıştır. Aşınma tozu kontrol vanası açılmış ve aynı anda motor, geniş aşındırma diski, (60 ± 3) saniye sürede 75 dönüş yapacak şekilde çalıştırılmıştır. Diskin 75 dönüş yapmasından sonra, aşındırma tozu akışı ve disk otomatik olarak cihaz tarafından durdurulmuştur. Şekil 14'te görüldüğü gibi parkede oluşan aşınma izinin yüksekliği ölçülmüştür.



Şekil 13. Dikey aşındırma cihazı



Şekil 14. Dikey aşınma deneyinden sonra parkede ölçülen mesafe görüntüsü

2.4.5. Cilâlanmamış Kayma Direnci Değeri (USRV) Tayini İçin Metot

Parkelerin cilâlanmamış kayma direnci değeri (USRV), Şekil 15'te görülen pandüllü sürtünme (sarkaçlı) deney donanımı kullanılarak, numunenin üst yüzeyinde kayma özelliklerinin değerlendirilmesi yoluyla tayin edilmiştir. Şekil 15'te görülen pandüllü sürtünme cihazına deney numunesi yerleştirildikten sonra pandülü serbest bırakan düğmeye basınca pandül serbest olarak hareket eder. Pandülün dönüşü el ile tutularak engellendi ve göstergedeki sürtünme değeri okunmuştur. Aynı işlem beş kez tekrarlanıp kaymaya direnç değeri hesaplanmıştır.



Şekil 15. Pandüllü sürtünme (sarkaçlı) deney donanımı

2.4.6. Parkelerin Yüzey Sertliklerinin Schmidt Test Çekiciyle Tayini

Parkelerin yüzey sertlikleri Schmidt test çekiciyle Şekil 16’da görüldüğü gibi beton yüzeyine konulan parkede düşey doğrultuda vuruş yapılarak ölçülmüştür.



Şekil 16. Schmidt test çekiciyle parkelerde yüzey sertliği ölçümü

3. BULGULAR

Tablo 10’da parkelerde ölçülen dikey aşınma uzunlukları görülmektedir. Tablo 10’daki ölçümler her parke grubundan altışar parke üzerinde yapılan 12 ölçümün ortalama değerleridir.

Tablo 10. Parkelerde ölçülen dikey aşınma uzunlukları

Numune İsmi	Dikey Aşınma Uzunluğu (mm)	Örneklem Standart Sapması
Normal	29,7	0,546
% 10 Kromitli	28,6	0,304
%20 Kromitli	29,1	0,290
%30 Kromitli	27,3	0,442
%40 Kromitli	26,5	0,223
% 10 Manyetiteli	28,2	0,256
%20 Manyetiteli	27,7	0,140
%30 Manyetiteli	26,7	0,422
%40 Manyetiteli	24,1	0,397
Kuvars esaslı	24,1	0,276

Tablo 10’da her bir grup için altışar parkeden okunan on iki tane dikey uzunluk okumasının örneklem standart sapması görülmektedir. Tablo 10’da en fazla aşınmanın olduğu betonların katkı içermeyen betonlar olduğu katkılı parkelerde ise dikey aşınma uzunluğunun katkı oranı arttıkça azaldığı görülmektedir. Tablo 11’de ise dayanım ölçümlerinde tespit edilen kırma yükü, eğilme dayanımı ve birim uzunluk başına düşen kırılma yükü değerleri görülmektedir. Tablo 11’deki yarmada çekme dayanımları (4) nolu, birim boy kırılma yükü (5) nolu bağıntılarına göre hesaplanmıştır. TS 2824 EN 1338 standardına göre karakteristik yarmada çekme dayanımı (T) 3,6MPa’dan, tek deney sonuçlarından hiçbirisi 2,9 MPa’dan ve numune kırılma yüklerinden hiçbirisi de 250 N/mm’den daha küçük olmamalıdır. Tablo 11’deki değerlerin hepsi standardın belirttiği şartları sağlamaktadır.

Tablo 11. Parkelerin kırılma yükü, yarmada çekme dayanımları ve birim boy kırılma yükleri

Numune İsmi	Kırılma Yükü (kN)			Yarmada Çekme Dayanımı (T) (MPa)				Birim Boy Kırılma Yükü (F) (N/mm)			
	1	2	3	1	2	3	Ort	1	2	3	Ort
Normal	32,8	34,9	34,1	4,1	4,4	4,3	4,2	328	349	341	339,33
%10 Kromitli	36,4	36,7	36,6	4,6	4,6	4,6	4,6	364	367	366	365,67
%20 Kromitli	38,5	35,4	36,6	4,8	4,4	4,6	4,6	385	354	366	368,33
%30 Kromitli	37,7	34,6	36,2	4,7	4,3	4,5	4,5	377	346	362	361,67
%40 Kromitli	34,1	33,1	33,8	4,3	4,1	4,2	4,2	341	331	338	336,67
%10 Manyetitli	35,4	37	36,3	4,4	4,6	4,5	4,5	354	370	363	362,33
%20 Manyetitli	34,9	34,1	34,5	4,4	4,3	4,3	4,3	349	341	345	345,00
%30 Manyetitli	37,9	31,8	34,7	4,7	4,0	4,3	4,4	379	318	347	348,00
%40 Manyetitli	37,3	36,5	38	4,7	4,6	4,8	4,7	373	365	380	372,67
Kuvars Esaslı	34,6	38,5	36,4	4,3	4,8	4,6	4,6	346	385	364	365,00

Tablo 12’de donma çözülme uygulanan parkelerde ölçülen kütle kaybı ve birim alanda meydana gelen kütle kaybı değerleri görülmektedir. Tablo 12’deki birim alandaki kütle kaybı (L) (1) nolu bağıntıya göre hesaplanmıştır. Deneye tabi tutulan numune yüzey alanı $200 \times 100 = 20000 \text{ mm}^2$ ’dir. Bu değer TS 2824 EN 1338 standardında belirtilen deneye tabi tutulacak numunenin olması gereken alan şartını sağlamaktadır ($A < 25000 \text{ mm}^2$). TS 2824 EN 1338 standardı buz çözücü tuz etkisiyle birlikte donma çözülmeye dirençli blokları Sınıf 3, sınıf gösterimi D ile ifade etmekte ve bu özellikteki parkelerin ortalama birim alandaki kütle kaybının $1,0 \text{ kg/m}^2$ ’den az ve her bir tek değer ise $1,5 \text{ kg/m}^2$ ’den küçük olması istemektedir. Tablo 12’deki değerler üç numune üzerinden hesaplanan ortalama değerler olup standardın belirttiği şartları sağlamaktadır. Tablo 12’deki % 30 kromitli numunelerde görülen 1,68 değeri diğer değerlerle uyumlu olmayışından dolayı numune üretimi sırasındaki hatadan kaynaklı ölçüm hatası olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 12. Donma çözülme ile parkelerde oluşan kütle kaybı ve birim alan kütle kaybı değerleri

Numune İsmi	Kütle Kaybı (kg)	Birim Alandaki Kütle Kaybı (L) (kg/m²)
Normal	14,70	0,74
%10 Kromitli	19,75	0,99
%20 Kromitli	11,95	0,60
%30 Kromitli	33,60	1,68
%40 Kromitli	11,10	0,56
%10 Manyetitli	14,00	0,70
%20 Manyetitli	10,95	0,55
%30 Manyetitli	10,25	0,51
%40 Manyetitli	9,50	0,48
Kuvars esaslı	11,65	0,58

Tablo 13'te pandül ayakta ölçülen sürtünme değerleri görülmektedir. Tablo 13'teki sürtünme değerleri her grup için üç parke üzerinde ölçülüp ortalaması alınan değerlerdir.

Tablo 13. Parkelerde pandül ayakla ölçülen sürtünme değerleri

Numune İsmi	Pandül Ayakta Ölçülen Sürtünme Değerleri
Normal	0,451
%10 Kromitli	0,552
%20 Kromitli	0,518
%30 Kromitli	0,542
%40 Kromitli	0,543
%10 Manyetitli	0,556
%20 Manyetitli	0,548
%30 Manyetitli	0,562
%40 Manyetitli	0,552
Kuvars Esaslı	0,607

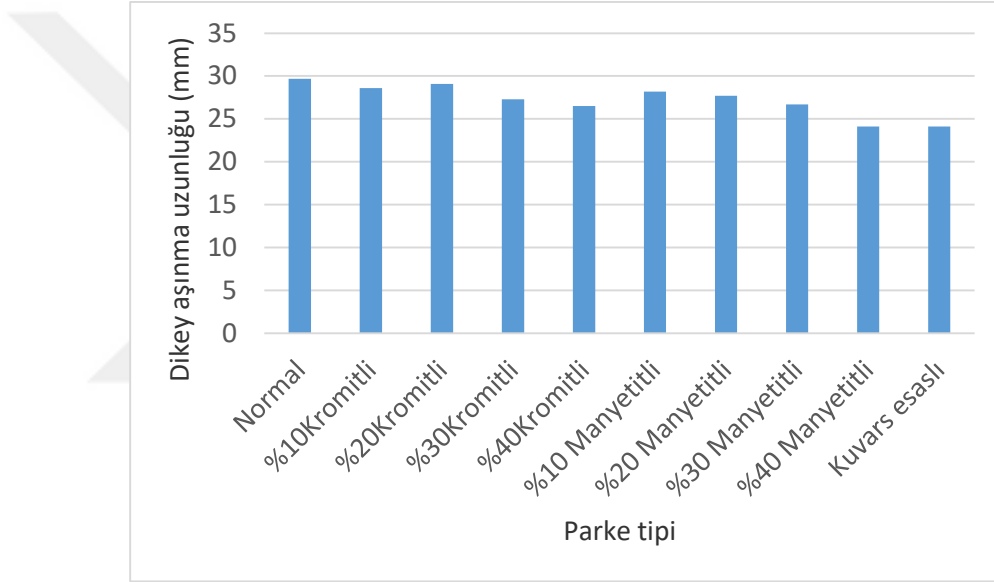
Tablo 14'te Schmidt test çekiciyle ölçülen yüzey sertliği değerleri basınç dayanımı ve su emme değerleri görülmektedir. Tablo 14'teki değerler üç numune üzerinde otuz test çekici okumasının ortalamasıdır. Basınç dayanımı 100x100x80 mm ölçülerine sahip blokun 100x100 mm yüzeyine kuvvet uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Su emme değerleri ise üç numuneden hesaplanan ortalama değerdir.

Tablo 14. Schmidt test çekici ile ölçülen yüzey sertliği değerleri, basınç dayanımı ve su emme değerleri

Numune İsmi	Ortalama Test Çekici Okumaları	Basınç Dayanımı (MPa)	Su Emme (%)
Normal	22,4	28,5	1,72
%10 Kromitli	22,6	27,3	1,77
%20 Kromitli	22,4	27,9	2,43
%30 Kromitli	22,3	28,0	1,85
%40 Kromitli	22,1	27,2	1,62
%10 Manyetitli	23,1	27,3	4,31
%20 Manyetitli	23,3	27,5	4,31
%30 Manyetitli	24,3	28,3	4,75
%40 Manyetitli	25,9	26,9	4,64
Kuvars Esaslı	22,3	29,1	2,24

4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu çalışmada kromit, manyetit ve kuvars esaslı ince agregalar ile parkelerin yüzey aşınma direncini artırmak hedeflenmiştir. Kuvars esaslı yüzey sertleştiriciler piyasada başta saha betonları olmak üzere beton yüzeyinin aşınma direncini artırmak için kullanılmaktadır. Kromitli ve manyetitle agregalar mineralojik bakımdan ekonomik değeri olan minerallerdir. Ancak kromit ve manyetit içeren krom ve demir sanayisi bakımından ekonomik değeri olmayan miktardaki kayalar beton veya bu çalışmadaki gibi parkelerin yüzey tabakalarında kullanım sahası bulabilir.



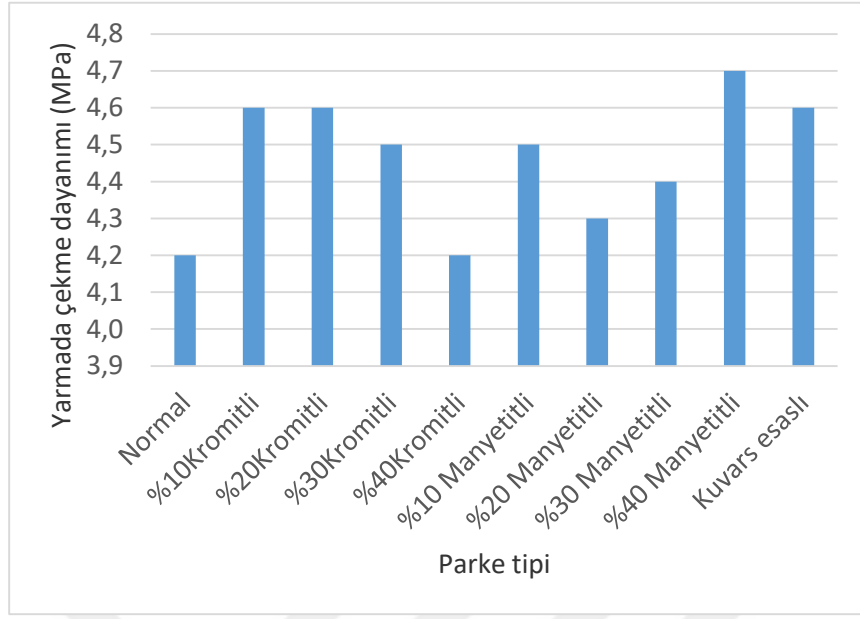
Şekil 17. Parkelerde ölçülen dikey aşınma uzunlukları

Şekil 17’de dikey aşınma cihazıyla aşınma uygulanan parkelerde ölçülen dikey aşınma uzunlukları görülmektedir. Şekil 17’deki parke tiplerinde en fazla dikey aşınma uzunluğuna katkı içermeyen normal parkelerde rastlanmıştır. Parkenin üst tabakasına (yüzey tabakası) kromitli, manyetitle ince agrega ve kuvars esaslı yüzey sertleştirici tatbik edilmesi parkenin dikey aşınma uzunluğunu azaltmıştır. Yüzey tabakasına katılan kromit ve manyetitle agreganın katılma oranı arttıkça dikey aşınma uzunluğu azalmıştır. Bu durum kromit ve manyetitle agregaların parkenin yüzey aşınma direncini artırdığını göstermektedir. En az dikey aşınma uzunluğu % 40 manyetitle argaga kullanılan parkeler ve kuvars esaslı yüzey sertleştiricili parkelerde tespit edilmiştir. Kuvars esaslı

yüzey sertleştiricisi piyasa betonlarında kullanılan ve yüzey sertleştirme özellikleri bilinen bir malzemedir. Bu çalışmadaki % 40 oranında manyetit içeren ince agregalı parke ile kuvars esaslı yüzey sertleştirici kullanılan parkede ölçülen dikey aşınma uzunluklarının birbirine eşit olması % 40 manyetiteli agregayı yüzey sertleştirici ürün olarak parkelerde kullanılabilceğini göstermektedir.

Uygunoğlu (2012), kırma agrega, geri dönüşüm beton agregası ve mermer atığı agregalı betonlarla ürettiği parkelerde dikey aşınma uzunluklarını 23 mm ile 30 mm uzunluğunda ölçtü. Kırma taş agregasıyla yarmada çekme dayanımı 5 MPa, basınç dayanımı 29 MPa dayanıma sahip parkelerde 23 mm civarında dikey aşınma uzunluğu tespit etmiştir. Bu çalışmadaki normal agregalı betonlarda ölçülen 29 mm civarındaki dikey aşınma uzunluğunun Uygunoğlu'nun (2017) çalışmasındaki parke betonlarıyla karşılaştırıldığında birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir.

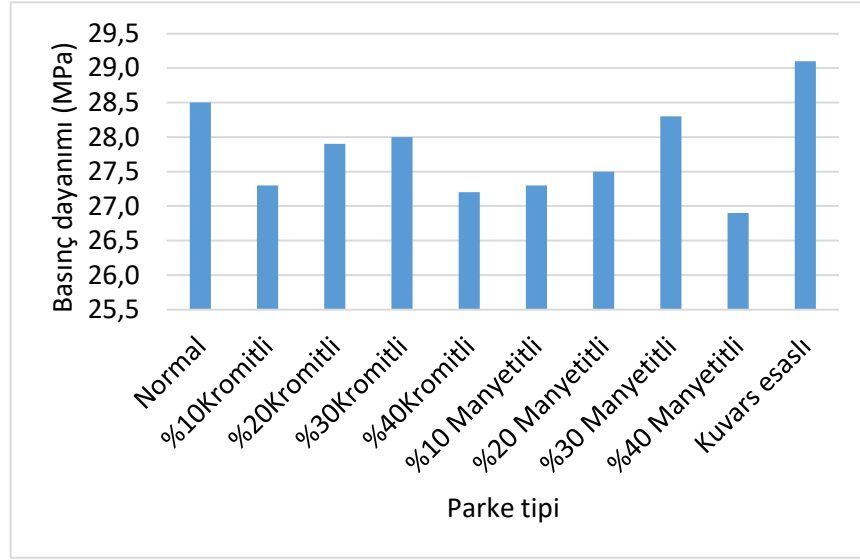
Özalp (2017), araştırmasında geri dönüşüm ve normal agregalı beton parkeler üretti ve normal agregalı betonlarda 23 mm civarında dikey aşınma uzunlukları ölçtü. Özalp'in (2017) çalışmasındaki parke betonu ile bu çalışmadaki parke betonları kıyaslandığında dikey aşınma uzunluklarının birbirine yakın uzunluklar olduğu görülmüştür. Bu durum bu çalışmada üretilen parkelerde ölçülen dikey aşınma uzunlukları kullanılan beton özellikleri düşünüldüğünde literatürle uyumlu değerler olduğunu göstermektedir. Parkelerin yüzey tabakasında kromitli agrega, manyetiteli agrega ve kuvars esaslı yüzey sertleştirici kullanılması parkelerin aşınma direncini artırmaktadır.



Şekil 18. Parkelerde ölçülen yarmada çekme dayanımları

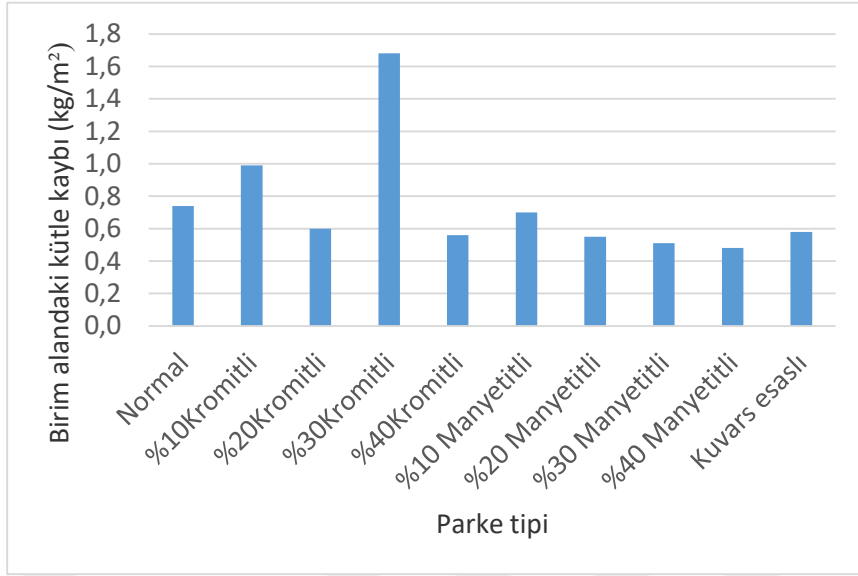
Şekil 18’de parkelerde ölçülen yarmada çekme dayanımları görülmektedir. Şekil 18’de görülen yarmada çekme dayanımları 4,2 ile 4,7 MPa arasında değerlere sahiptirler. Şekil 18’teki mineral agrega katkılı parkelerin eğilme dayanımları katkısız normal parkelerden daha fazladır. Parkelerin yüzey tabakasına katılan mineralli agregaların katkı oranı arttıkça yarma dayanımlarında belirgin lineer bir artış meydana gelmemiştir. Şekil 18’de en yüksek yarmada çekme dayanımları % 40 manyetitli parkelerde olduğu, bunu sırasıyla % 10 kromitli, % 20 kromitli ve kuvars esaslı parkeler takip etmiştir. Bu çalışmada kullanılan parkelerin çoğunda, yüzey aşınma direnci yüksek olan parkelerin yarmada çekme dayanımları da yüksek olduğu görülmüştür.

Yıldız (2013) yaptığı çalışmalarda, 3,4 MPa yarmada çekme dayanımına sahip parkelerde ferrokrom kullanımı % 59 oranında artışla yarmada çekme dayanımını 5,4 MPa’ya yükseltmiştir (Yıldız, 2013). Bu çalışmada % 20 kromitli agrega ikameli parkelerde ve % 40 manyetitli agrega ikameli parkelerde % 10 ile % 13 arasında yarmada çekme dayanımlarında artış tespit edilmiştir.



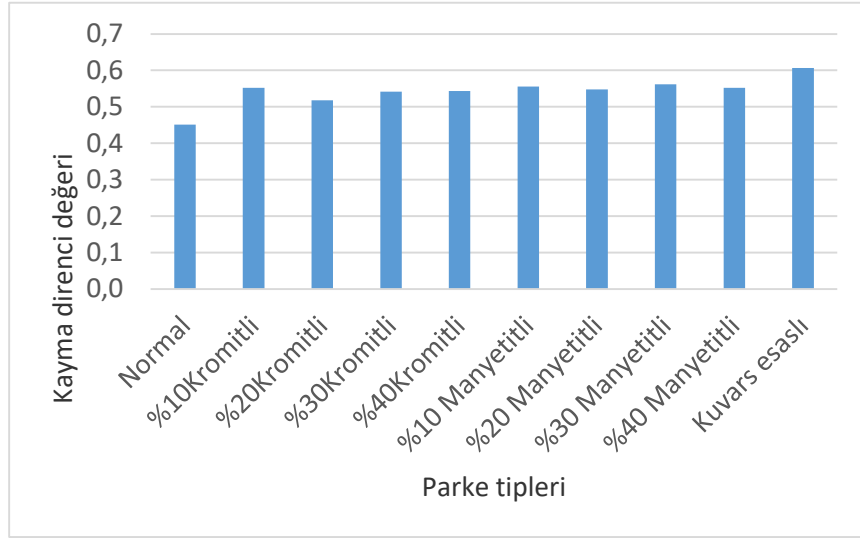
Şekil 19. Parkelerde ölçülen basınç dayanımları

Şekil 19’da parkelerde ölçülen basınç dayanımları görülmektedir. Parkelerin üst tabakasına kromitli, manyetitli agrega ve kuvars esaslı yüzey sertleştirici ikamesi basınç dayanımında azalma ya da artış türünde belirgin bir değişime yol açmamıştır. Şekil 19’daki parkelerin basınç dayanımlarındaki farklılıklar parke betonlarının dökümü, kalıplanması, kuru ve basınç testi uygulanması sırasında üretimden ve deneysel yöntemlerden kaynaklanan aynı beton sınıfına ait betonlar arasında görülebileceği farklılıklardır.



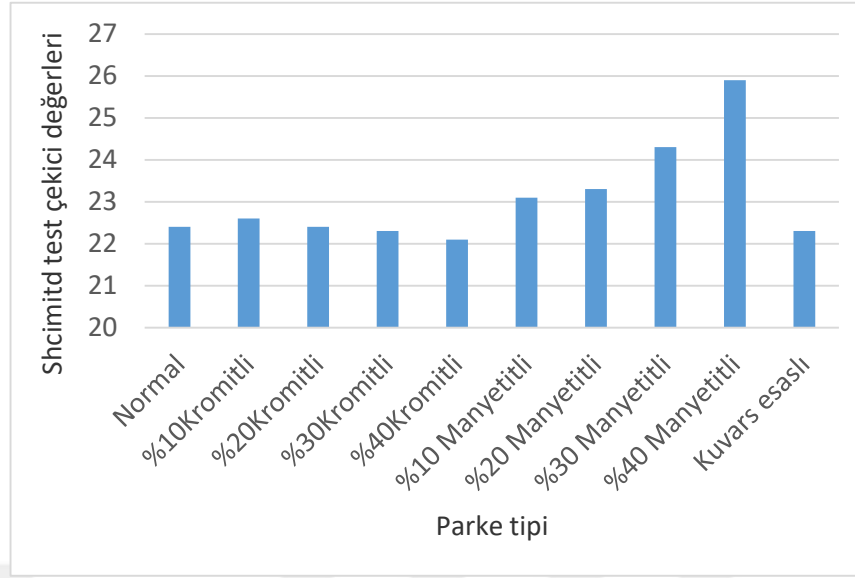
Şekil 20. Donma çözülmeye maruz parkelerdeki birim alandaki kütle kaybı değerleri

Şekil 20’de donma çözülmeye maruz bırakılan parkelerde birim alanda meydana gelen kütle kayıpları görülmektedir. Şekil 20’de % 30 kromitli agrega ikameli parkelerde diğer parkelerde tespit edilen kütle kaybından daha fazla kütle kaybı meydana gelmiştir. Bu parkelerdeki kütle kaybının üretiminden dolayı heterojen yapıdan dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir. % 30 kromitli agregalı parkeler ve % 10 kromitli parkeler hariç diğer parkelerde mineral katkı oranı artıktıkça donma çözülmeye maruz parkelerde kütle kaybında azalma olmuştur. Kuvars esaslı yüzey sertleştirici kullanılan parkelerdeki donma çözülme kütle kayıpları normal parkelere göre daha az miktardadır. Bu durum mineral katkılı ve kuvars esaslı yüzey sertleştiricili parkelerin trafik görececek yüzeylerinin donma çözülmeye karşı direncinin katkısız parkelerden daha fazla olduğunu göstermektedir. Mineral katkılı agrega ikameli ve kuvars esaslı yüzey sertleştiricili parkelerin yüzey aşınma direncindeki ve yarmada çekme dayanımlarındaki artış donma çözülmeye karşıda parkelerin dayanıklılığını artırmıştır.



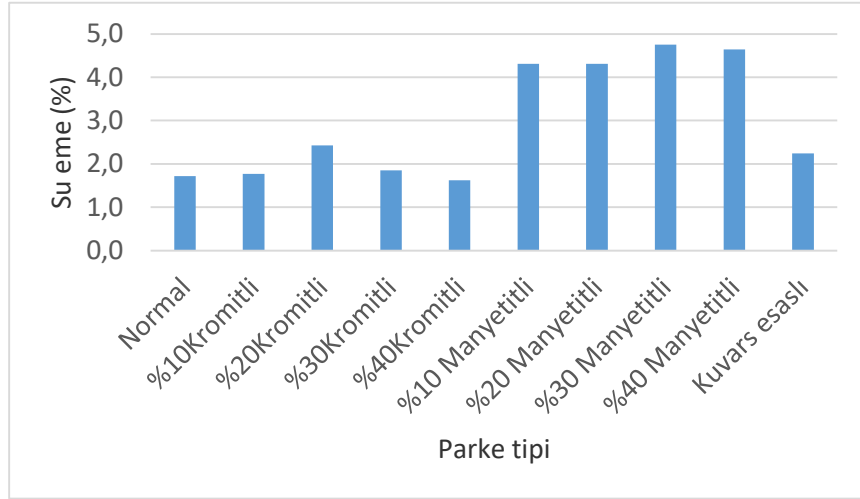
Şekil 21. Parkelerin cilalanmamış kayma direnci değerleri

Şekil 21’de parkelerin cilalanmamış kayma direnci değerleri (USR), pandüllü sürtünme (sarkaçlı) deney donanımı kullanılarak, numunelerin üst yüzeyinde kayma özelliklerinin değerlendirilmesi yoluyla tayin edilen sayısal değerler grafik halinde verilmektedir. Şekil 21’de parkelerin yüzey pürüzlülüğü arttıkça parkenin kayma direnci değeri artmaktadır. Şekil 21’deki parkelerde sarsma tablasıyla tabakalı betonları yerleştirildikten sonra mala ile parkelerin yüzeyleri el ile düzeltilmiştir. Şekil 21’de kuvars esaslı yüzey sertleştirici katkılı parkelerin cilalanmamış kayma direnci değerinin (USR), normal (katkısız), kromitli ve manyetitli katkılı parkelerin cilalanmamış kayma direnci değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum kuvars esaslı yüzey sertleştiricisi tatbik edilmiş parkelerin yüzeyinin diğer parkelerden daha pürüzlü olduğunu göstermektedir. Parkelerin yüzey düzeltmesi el ile değil de uygun makinelerle yapılması Şekil 21’deki değerleri etkileyeceği muhakkaktır.



Şekil 22. Parkelerde ölçülen Schmidt test çekici değerleri

Şekil 22’de parkelerde ölçülen Schmidt test çekici değerleri görülmektedir. Şekil 22’de kromit ikame oranı arttıkça parkenin Schmidt test çekici değerlerinde belirgin bir değişim meydana gelmemiştir. Parkelerdeki manyetit ikame oranı arttıkça Schmidt test çekici değerleri artmıştır. En yüksek Schmidt test çekici değerlerine % 40 manyetit ikameli parkelerde rastlanmıştır. Parkelerin Schmidt test çekici değerlerinin artması parkenin yüzey sertliğinin artması sonucu parkenin yüzey direncinin artması şeklinde yorumlanacaktır. Ancak magnetili parkeler hariç diğer parkelerin Schmidt test çekici değerlerinde belirgin farklar tespit edilemedi. Parkelerin yüzey tabakalarında malzeme değişiklikleriyle oluşturulan farklılıkların parkelerin yüzey aşınma direnci arasındaki ilişki tespit edilirken dikey aşınma uzunluklarının Schmidt test çekici değerlerine göre yüzey aşınma direncinin değerlendirmesinde daha iyi yöntem olduğu görülmüştür.



Şekil 23. Parkelerde ölçülen su emme değerleri

Şekil 23'te parkelerde ölçülen su emme değerleri görülmektedir. Şekil 23'te katkı içermeyen normal parkelerin, kromitli ve kuvars esaslı parkelerin su emme değerlerinin birbirine yakın değerlerde çıktığı görülmektedir. Manyetitli parkelerin su emme oranlarının ise diğer parkelere göre belirgin bir yükseklik göstermiştir. % 40 manyetitli parkenin su emme oranı normal tip parkeden 2,76 kat daha fazladır. Bu durum manyetitli agreganın su emme miktarının diğer agregalardan fazla olmasından kaynaklanmıştır. Su emme miktarı fazla olan manyetitli parkelerin boşluk oranının fazla olması anlamına gelmektedir. Bu durum donma çözülmeye maruz kalan parkelerden en yüksek dirence sahip parkelerin manyetit içerikli parkeler olmasının nedenlerinden biridir. Su emme değeri yüksek olan manyetitli agrega ikameli parkenin hava boşluğu miktarının fazla olduğu, bu durum da donma çözülmeye maruz kalan parkedeki yüzeyde parça kopması şeklinde oluşacak kütle kaybını azaltmıştır.

5. ÖNERİLER

Bu çalışmada aşağıda belirtilen öneriler tespit edilmiştir.

1. Bu çalışmadaki özellikte kromitli, manyetitli ve kuvars esaslı ince agreganın parkelerin yüzey kaplamasında kullanılması parkelerin aşınmaya karşı direncini artırmıştır. Bu çalışmada üretilen parkelerden yüzey aşınma direnci en yüksek olanlar % 40 manyetitli ve kuvars esaslı parkeler olduğu görülmüştür. Dikey aşınma deneyi uygulanan, üst tabakasında % 40 oranında manyetit içerikli agrega kullanılan parkelerle piyasada kuvars esaslı yüzey sertleştirici olarak satılan ürünle üretilen parkelerin dikey aşınma derinlikleri birbirine eşit düzeyde ölçülmüştür.

2. En yüksek yarmada çekme dayanımları % 40 manyetitli parkeler, daha sonra % 10 ve % 20 kromitli parkeler ve kuvars esaslı parkelerde görülmüştür.

3. Yarmada çekme dayanımları yüksek olan parkelerin yüzey aşınma direncinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yarmada çekme dayanımının artması parkelerin aşınma direncinin artmasına yol açtığı şeklinde yorumlanmıştır.

4. Yüzey tabakasında mineral katkı ikamesi ve kuvars esaslı yüzey sertleştirici kullanılması parkelerin basınç dayanımlarında belirgin değişimlere yol açmamıştır. Parkelerin basınç dayanımlarında küçük ölçekli oluşan farklılıkların ise beton üretiminden ve basınç dayanım deneyi uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. Kuvars esaslı yüzey sertleştirici katkılı parkelerin cilalanmamış kayma direnci değerinin (USRV) normal (katkısız) parkeler, kromitli ve manyetitli katkılı ikameli parkelerin cilalanmamış kayma direnci değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

6. Manyetitli katkılı parkelerin ince agrega ikamelerinde, ikame oranı arttıkça Schmidt test çekici değerlerinin de arttığı görülmüştür. Manyetitli katkılı parkelerin ince agrega ikamelerinin normal (katkısız), kuvars esaslı ve kromitli katkılı ince agrega ikameli parkelerin Schmidt test çekici değerlerine kıyasla daha yüksek sonuçlar verdiği görülmüştür.

7. Su emme miktarı yüksek olan manyetitli parkelerin boşluk yapısının fazla olması, donma çözülme deneyinden sonraki birim alandaki kütle kaybının en az olan parkelerin manyetit içerikli parkeler olmasının nedenlerinden biri olduğunu göstermiştir. Manyetitli parkelerin boşluklu yapısı nedeniyle, manyetit ikameli parkelerin Schmidt test çekici değerlerinin yüksek olmasının sebebi olabileceği görülmüştür. Ayrıca en yüksek yarmada çekme dayanımının % 40 manyetit ikameli parkelerde görülmesi, manyetitli parkelerin boşluklu olmasından kaynaklanabileceğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

ACI 302.1R-15, 2015. Guide to Concrete Floor and Slab Construction, American Concrete Institute.

Açıkgöz, Y., 2008. Uçucu Küllerin Beton Kilitli Parke Taşı Üretiminde Kullanımının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 57 s., 61.

ASTM C 936-01, 2001. Standart specification for solid concrete interlocking paving units. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA

Baradan, B. ve Felekoğlu, B., 2004. Kendiliğinden Yerleşen Betonların Mekanik Özellikleri, Türkiye Hazır Beton Dergisi, No. 222.

BS 8204-1 2003+A1, 2009. Screeds, bases and in situ floorings. Concrete bases and cementitious levelling screeds to receive floorings. Code of practice, Standard of BSI Group.

Canpolat, H., 2018. Kayseri Çinko - Kurşun Üretim Tesisi Atıklarının Beton Parke Taşlarında Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye, 46 s., 52.

Corinaldesi, V., and Moriconi G., 2004. Durable fiber reinforced selfcompacting concrete. Cement and Concrete Research, Vol. 34 pp. 249-254.

Çimen, O., 2015. Püskürtme Beton Uygulamasında Geri Seken Malzemenin Parke Taşı Olarak Kullanılmasının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 11-12 s., 93.

Karpuz, O. ve Akpınar, M.V., 2009. İnce Agrega Türünün Kaplama Betonunun Aşınma Direncine Etkisi, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5 (2), 1-8.

- Özalp, F., Yılmaz, H., Kara, M., Kaya, Ö. ve Sahin, A., 2016.** Effects of recycled aggregates from construction and demolition wastes on mechanical and permeability properties of paving stone, kerb and concrete pipes. *Construction and Building Materials*, 110, 17–23.
- Rakesh, K., 2017.** Influence of recycled coarse aggregate derived from construction and demolition waste (CDW) on abrasion resistance of pavement concrete. *Construction and Building Materials*, 142, 248-255.
- Shao, Y., Lefort, T., Moras, S., and Rodriguez, D., 2000.** Studies on concrete containing ground waste glass. *Cement and Concrete Research*, 30, 91-100.
- Shayan, A., and Xu, A., 2004.** Value-added utilization of waste glass in concrete. *Cement and Concrete Research*, 34, 81-89.
- Shi, C., Wu, Y., Riefler, C., and Wang, H., 2005.** Characteristic and pozzolanic reactivity of glass powders. *Cement and Concrete Research*, 35, 987-993.
- Şahbaz, A., 2010.** Değişik Doğaltaş Agregaların, Beton Blokların ve Kilitli Parke Taşının Fiziko-Mekanik Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, Türkiye, 142 s., 156.
- Topçu, I.B. ve Canbaz, M., 2004.** Properties of concrete containing waste glass. *Cement and Concrete Research*, 34, 267-274.
- TS EN 206-1, 2002.** Beton - Özellik, performans, imalat ve uygunluk. TSE., Ankara.
- TS EN 934-2, 2002.** Kimyasal katkılar - Beton, harç ve şerbet için - Bölüm 2: Beton katkıları - Tarifler, özellikler, uygunluk, işaretleme ve etiketleme. TSE., Ankara.
- TS 2824 EN 1338, 2005.** Zemin Döşemesi için Beton Kaplama Blokları - Gerekli Şartlar ve Deney Metotları. TSE., Ankara.
- TS 3530 EN 933-1/A1, 2007.** Agregaların Geometrik Özellikleri için deneyler - Bölüm1: Tane büyüklüğü dağılımı tayini - eleme metodu, TSE., Ankara.

TS EN 12390-3, 2010. Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 3: Deney Numunelerinin Basınç Dayanımının Tayini, TSE., Ankara.

TS EN 197-1, 2012. Çimento - Bölüm 1: Genel Çimentolar - Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri. TSE., Ankara.

TS EN 480-1, 2014. Kimyasal Katkılar - Beton, Harç ve Şerbet için - Deney Yöntemleri - Bölüm1: Deneyler için şahit beton ve şahit harç, TSE., Ankara.

TS 802, 2016. Beton Karışım Tasarımı Hesap Esasları. TSE., Ankara.

URL-1, 2014. <http://betonparke.net/neden-beton-parke.asp> (27 Ekim 2018).

URL-2, 2006. www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/11224.pdf (27 Ekim 2018).

URL-3, 1998. https://www.tr.weber/search-content/content_type/product/activities/zemin-uygulamalari-33/area/zemin-68 (27 Ekim 2018).

Uygunoğlu, T., Topcu, İ.B., Gencil, O. ve Brostow, W., 2012. The effect of fly ash content and types of aggregates on the properties of pre-fabricated concrete interlocking blocks (PCIBs), Construction and Building Materials, 30, 180–187.

Yahlızade, E.S., 2007. Atık Cam İçeren Parke Taşlarının Yangın, Donma - Çözülme ve Aşınma Dayanımlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 21 s., 25.

Yıldız, İ., 2013. Elazığ Ferrookrom Cürufunun Beton Parke Taşı ve Tuğla Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 190 s., 206.

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa ÜÇOK, 23.11.1991 tarihinde Fethiye/Muğla'da doğdu. İlköğretimini 2002 yılında Isparta ilinde İYAŞ Selçuklu İlköğretim Okulu'nda, ortaöğretimini 2005 yılında Muğla ilinde Fethiye Merkez Atatürk İlköğretim Okulu'nda ve lise öğretimini 2009 yılında Muğla ilinde Fethiye Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini Ocak, 2016'da Karadeniz Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. 2016 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans öğrenimini halen devam ettirmektedir. Ayrıca, 2016 yılında başlamış olduğu Harita Mühendisliği öğrenimine devam etmektedir.