

T.C
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PÜSKÜRTME BETON UYGULAMASINDA
GERİ SEKEN MALZEMENİN
PARKE TAŞI OLARAK KULLANILMASININ İNCELENMESİ

Ozan ÇİMEN

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Melda ALKAN ÇAKIROĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ BÖLÜMÜ

ISPARTA, 2015

© 2015 [Ozan ÇİMEN]

TEZ ONAYI

Ozan ÇİMEN tarafından hazırlanan “**Püskürtme Beton Uygulamasında Geri Seken Malzemenin Parke Taşı Olarak Kullanılmasının İncelenmesi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Yapı Eğitimi Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Melda ALKAN ÇAKIROĞLU
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi

.....

Jüri Üyesi

.....

Jüri Üyesi

.....

Jüri Üyesi

.....

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Ahmet ŞAHİNER

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Ozan ÇİMEN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Atık Malzemeler	8
2.1.1. İnşaat Atıklarının Geri Dönüşümü.....	9
2.2. Beton Parke Taşı	12
2.3. Püskürtme Betonun Tanımı ve Tarihçesi.....	14
2.4. Püskürtme Beton Üretim Sistemleri	15
2.4.1. Kuru Karışım	16
2.4.2. Yaş (Islak) Karışım.....	17
2.5. Püskürtme Betonda Lif Kullanımı.....	18
2.5.1. Sentetik Lifler	19
2.5.2. Polipropilen Lif.....	20
2.6. Püskürtme Betonda Geri Sekme.....	22
3. MATERYAL VE METOD	24
3.1. Materyal	24
3.1.1. Kuru Karışım Püskürtme Beton	26
3.1.2. Beton Parke Taşı Kalıbının Hazırlanması.....	29
3.2. Deneysel Çalışma	32
3.2.1. Su Emme Tayini	33
3.2.2. Boyut Muayenesi.....	37
3.2.3. Yarmada Çekme Dayanımı	40
3.2.4. Aşınma Dayanımı	43
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	48
4.1. Yalın Parke Taşı Numuneleri (Y0).....	48
4.1.1. Su Emme Tayini	48
4.1.2. Boyut Muayenesi	49
4.1.3. Yarmada Çekme Dayanımı	50
4.1.4. Aşınma Dayanımı	52
4.2. 5 kg/m ³ Polipropilen Lif Katkılı Parke Taşı Numuneleri (P5)	54
4.2.1. Su Emme Tayini	54
4.2.2. Boyut Muayenesi.....	55
4.2.3. Yarmada Çekme Dayanımı	56
4.2.4. Aşınma Dayanımı	58
4.3. 9 kg/m ³ Polipropilen Lif Katkılı Parke Taşı Numuneleri (P9)	61
4.3.1. Su Emme Tayini	61
4.3.2. Boyut Muayenesi	62
4.3.3. Yarmada Çekme Dayanımı	63

4.3.4. Aşınma Dayanımı	65
4.4. Karşılaştırmalar	68
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	71
6. KAYNAKLAR.....	74
ÖZGEÇMİŞ.....	77

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PÜSKÜRTME BETON UYGULAMASINDA GERİ SEKEN MALZEMENİN PARKE TAŞI OLARAK KULLANILMASININ İNCELENMESİ

Ozan ÇİMEN

Süleyman Demirel Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Melda Alkan ÇAKIROĞLU

Günümüzde uygulama alanı gittikçe artmakta olan püskürtme beton özellikle şev stabilitesi ve onarım amaçlı kullanılmakta ve daha az kalıp masrafı gerektirdiğinden avantajlı olabilmektedir. Ancak tüm avantajlarına rağmen püskürtme betonunda uygulama sırasında ve sonrasında bazı problemler ortaya çıkmaktadır. Püskürtme uygulaması esnasında karşılaşılan en önemli sorun, betonun ya da ilave edilen liflerin püskürtülen betonun uygulama yüzeyine ve daha önce püskürtülen tabakalara yapışmadan geri sekmesidir.

Geri seken bu malzeme asla beton karışımına karıştırılmaz ve atık malzeme olarak nitelendirilir. Bu tez çalışmasında atık malzeme olan geri seken malzemenin kilitli parke taşı üretiminde kullanılması araştırılmıştır. Çalışmada yalın, elyaf oranları sabit olmak üzere 5 kg/m^3 polipropilen lifli ve 9 kg/m^3 polipropilen lifli olmak üzere 3 seri halinde kuru karışım püskürtme beton karışımları hazırlanmıştır. Hazırlanan bu karışımların püskürtme esnasında geri seken malzemesi her seride 10 numune olmak üzere toplam 30 kilitli parke taşı numunesinin üretiminde kullanılmıştır. Üretilen parke taşı numunelerin üzerinde çalışma boyutunun ölçülmesi ve boyut muayenesi, yarmada çekme dayanımı, aşınma dayanımı, su emme oranı tayini deneyleri yapılmıştır.

Sonuç olarak, püskürtme beton uygulaması esnasında geri seken malzemenin kilitli parke taşı üretiminde kullanılabileceği ve böylelikle atıl durumdaki malzemenin hem

Çevreye olan olumsuz etkisinin azalacağı hem de ekonomik kazanım sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Geri Sekme, Kuru Karışım Püskürtme Beton, Beton Kilitli Parke Taşı

2015, 77 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

INVESTIGATION TO USING OF REBOUND MATERIALS DURING SHOTCRETE APPLICATION AS A CONCRETE PAVE

Ozan ÇİMEN

Süleyman Demirel University

Graduate School of Applied and Natural Sciences

Department of Construction Education

Supervisor: Asst. Yrd. Doç. Dr. Melda Alkan ÇAKIROĞLU

Today the shotcrete applications are increasingly being used particularly for slope stability and repair, and it may be advantageous because it requires less mold costs. However, despite all the advantages during and after the application of shotcrete there are some problems. The most important problem encountered during spray application, concrete or sprayed concrete application of the added fiber surface and the rebound without adhering to the layer sprayed before.

This rebounded material is never mixed with the concrete mix and considered as a waste material. In this thesis work was investigated using in manufacture of concrete paving blocks which rebounded waste material. In study were prepared dry mix shotcrete mixtures 3 series which lean, constant fiber content, including 5 kg/m³ polypropylene fiber and 9 kg/m³ polypropylene fibers. This mixture which the rebound material during spraying was used in the manufacture of concrete paving blocks total of 30 samples including 10 samples in each series. On the paving block sample produced was made experimental determination of size measuring and dimension inspection, splitting tensile strength, abrasion resistance and water absorption rate.

As a result, the rebound materials during shotcrete application can be used in concrete paving blocks production and thus will decrease the negative effects of the environment on the inactive material is intended to provide both economic gain.

Keywords: Rebound, Dry-Mix Shotcrete, Concrete Paving Block

2015, 77 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisansım süresince tüm desteğini hissettiğim, her zaman yanımda olan ve bu tezin hazırlanmasında her aşamada beni yönlendirerek bulunduğum noktaya gelmemde en büyük katkıyı sağlayan çok değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Melda Alkan ÇAKIROĞLU'na öncelikle teşekkür eder sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarımız sırasında beni ve arkadaşlarımı yönlendiren desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Hamide TEKELİ hocama teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarımız sürecinde her an yanımda olan Yük. İnş. Müh. Murat Gökhan ÇAKIROĞLU'na yüksek lisansım başlangıcından beri desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli arkadaşlarım Çiğdem YİĞİT'e, Uğur DEMİRTAŞ'a ve Fatih KAYA'ya, bana bu süreç boyunca yardımcı ve destek olan tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Proje kapsamındaki deneysel çalışmalarımızı destekleyen BAP'a 3531-YL-13 (Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi) ve 3531-YL-13 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim. Ayrıca bu tez çalışmasında TÜBİTAK 1001 111M335 nolu "Düzlem Dışı Yüklenen Yığma Yapıların Polipropilen Lifli Kuru Karışım Püskürtme Betonla Güçlendirilmesi" isimli projede tuğla duvar numunelerin güçlendirilmesi amaçlı uygulanan kuru karışım püskürtme betonun uygulama esnasında geri seken malzemesi parke taşı üretiminde kullanılmıştır. Bu nedenle TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Ozan ÇİMEN
ISPARTA, 2015

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Üretilen Parke Serileri.....	25
Şekil 3.2. Agrega Dane Dağılım Eğrisi.....	27
Şekil 3.3. Kuru Karışım Püskürtme Beton Makinesi.....	27
Şekil 3.4. Tuğla Duvar Numunelerine Kuru Karışım Püskürtme Beton Uygulanması.....	28
Şekil 3.5. Geri Seken Malzeme	28
Şekil 3.6. Beton Kilitli Parke Taşı Kalıpları	29
Şekil 3.7. Parke Taşı Kalıplarına Astar Çekilmesi	29
Şekil 3.8. Parke Taşı Kalıplarının Silikonlanması.....	30
Şekil 3.9. Parke Taşı Kalıplarının Yağlanması	30
Şekil 3.10. Geri Seken Malzemenin Kalıplara Doldurulması.....	30
Şekil 3.11. Kalıpların Sarsma Tablasına Alınması.....	31
Şekil 3.12. Numunelerin Kalıptan Çıkarılması	31
Şekil 3.13. Yalın, P5 Ve P9 Parke Taşı Numuneleri	31
Şekil 3.14. Numunelerin Tartılması.....	31
Şekil 3.15. Numunelerin Kür Havuzuna Yerleştirilmesi	32
Şekil 3.16. Y0 Numunesi	34
Şekil 3.17. P5 Numunesi.....	35
Şekil 3.18. P9 Numunesi.....	35
Şekil 3.19. Parke Taşı Numunelerinin Etüve Yerleştirilmesi	36
Şekil 3.20. Y0 Numunesinin Etüv Sonrası Tartımı	36
Şekil 3.21. P5 Numunesinin Etüv Sonrası Tartımı.....	36
Şekil 3.22. P9 Numunesinin Etüv Sonrası Tartımı.....	37
Şekil 3.23. Numune Ölçülendirme Yöntemi.....	38
Şekil 3.24. Numunelerin Çalışma Boyutunun Ölçülmesi	38
Şekil 3.25. Numune Kalınlıklarının Ölçülmesi	39
Şekil 3.26. Numunelerin Düzlük ve Bombelerinin Ölçülmesi.....	39
Şekil 3.27. Yarmada Çekme Deney Aleti.....	41
Şekil 3.28. Numunelerin Deneye Hazırlanması	41
Şekil 3.29. Numunelerin Deney Düzeneğine Yerleştirilmesi	41
Şekil 3.30. Deneyin Uygulanması	42
Şekil 3.31. Yarmada Çekme Deneyi Sonrası Parke Taşı Numunelerinin Görünümü	42
Şekil 3.32. Beton Parke Taşı Kesme Makinası	44
Şekil 3.33. Kesilen Parke Taşı Numuneleri	44
Şekil 3.34. Kesilen Parke Taşı Numunelerinin Ölçülmesi.....	45
Şekil 3.35. Numunelerin Ağırlıklarının Hesaplanması.....	45
Şekil 3.36. Numune Yüzeylerinin Temizlenmesi.....	46
Şekil 3.37. Aşındırıcı Malzemenin Konulması	46
Şekil 3.38. Deneyin Uygulanması	46
Şekil 4.1. Yalın Serinin Su Emme Oranı	49
Şekil 4.2. Y0 Serisinin Yarmada Çekme Dayanımı	51
Şekil 4.3. Y0 Serisinin Yarmada Çekme Kırılma Yüğü	52
Şekil 4.4. P5 Serinin Su Emme Oranı.....	55
Şekil 4.5. P5 Serisinin Yarmada Çekme Dayanımı.....	57

Şekil 4.6. P5 Serisinin Yarmada Çekme Kırılma Yüğü.....	58
Şekil 4.7. P9 Serisinin Su Emme Oranı	62
Şekil 4.8. P9 Serisinin Yarmada Çekme Dayanımı	64
Şekil 4.9. P9 Serisinin Yarmada Çekme Kırılma Yüğü.....	65
Şekil 4.10. Yalın ve Polipropilen Lifli Numunelerin Su Emme Oranları.....	68
Şekil 4.11. Yalın ve Polipropilen Lifli Numunelerin Yarmada Çekme Dayanımı.....	69
Şekil 4.12. Yalın ve Polipropilen Lifli Numunelerin Yarmada Çekme Kırılma Yüğü.....	70

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kategorileri.....	11
Çizelge 2.2. Geri Kazanılabılır Malzemelerin Yeniden Kullanılabileceği Alanlar....	11
Çizelge 2.3. Değişik lif tiplerine ait mekanik büyüklükler	18
Çizelge 2.4. Polipropilen Liflerin Teknik Özellikleri	22
Çizelge 3.1. Serilerde yer alan numuneler	25
Çizelge 3.2. Numunelere Uygulanan Deneyleler	33
Çizelge 3.3. Su Emme Tayini.....	34
Çizelge 3.4. Gözlem İle Yüzey Tayini Sınıflandırması.....	37
Çizelge 3.5. Boyut Tayini İçin İzin Verilen Sapmalar.....	39
Çizelge 3.6. Boyut Tayini İçin İzin Verilen En Büyük Farklar	40
Çizelge 3.7. Düzlük ve Bombeler İçin İzin Verilen Sapmalar.....	40
Çizelge 3.8. Düzeltme Katsayısı Hesabı	43
Çizelge 3.9. Aşınmaya Karşı Direnç Sınıfları	43
Çizelge 4.1. Y0 Serisinin Su Emme Tayini Sonuçları.....	48
Çizelge 4.2. Y0 Serisinin Yüzey Tayini Sonuçları.....	50
Çizelge 4.3. Y0 Serisinin Ortalama Boyut Tayini Sonuçları.....	50
Çizelge 4.4. Y0 Serisinin Yarmada Çekme Dayanımı Sonuçları.....	51
Çizelge 4.5. 1 No'lu Yalın Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri.....	52
Çizelge 4.6. 2 No'lu Yalın Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri.....	53
Çizelge 4.7. 3 No'lu Yalın Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri.....	53
Çizelge 4.8. P5 Serisinin Su Emme Tayini Sonuçları	54
Çizelge 4.9. P5 Serisinin Yüzey Tayini Sonuçları	56
Çizelge 4.10. P5 Serisinin Ortalama Boyut Tayini Sonuçları.....	56
Çizelge 4.11. P5 Serisinin Yarmada Çekme Dayanımı Sonuçları	57
Çizelge 4.12. 1 No'lu P5 Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri	58
Çizelge 4.13. 2 No'lu P5 Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri	59
Çizelge 4.14. 3 No'lu P5 Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri	59
Çizelge 4.15. 4 No'lu P5 Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri	60
Çizelge 4.16. 5 No'lu P5 Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri	60
Çizelge 4.17. P9 Serisinin Su Emme Tayini Sonuçları.....	61
Çizelge 4.18. P9 Serisinin Yüzey Tayini Sonuçları	63
Çizelge 4.19. P9 Serisinin Ortalama Boyut Tayini Sonuçları.....	63
Çizelge 4.20. P9 Serisinin Yarmada Çekme Dayanım Sonuçları.....	64
Çizelge 4.21. 1 No'lu P9 Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri	65
Çizelge 4.22. 2 No'lu P9 Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri	66
Çizelge 4.23. 3 No'lu P9 kg/m ³ Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri	66
Çizelge 4.24. 4 No'lu P9 Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri	67
Çizelge 4.25. 5 No'lu P9 kg/m ³ Grup Aşınma Dayanımı Ortalama Değerleri	67

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a	Bir Köşe Çatlak (Yüzey Tayini Sınıflandırma)
A/C	Yüzdece Agrega Çimento Oranı
AD	Aşınma Dayanımı
b ₁	Parke Uzun Kenar Ölçüsü (en)
b ₂	Parke Kısa Kenar Ölçüsü (en)
b ₃	Parke Uzun Kenar Ölçüsü (en)
c	İki Köşe Çatlak (Yüzey Tayini Sınıflandırma)
CEM I 42.5 R	Portland Çimentosu (Erken Dayanımı Yüksek)
CEM I 42.5 N	Portland Çimentosu
CEM II	Portland Kompoze Çimento
cm ³	Santimetre küp
ÇBM	Çalışma Boyutu Muayenesi
d	Üç Köşe Çatlak (Yüzey Tayini Sınıflandırma)
e	Dört Köşe Çatlak (Yüzey Tayini Sınıflandırma)
f	Çatlak Yok (Yüzey Tayini Sınıflandırma)
g	Yüzey Pürüzlü (Yüzey Tayini Sınıflandırma)
GPa	Giga Paskal (1000 N/mm) ²
GKA	Geri Kazanılmış Agrega
GKB	Geri Kazanılmış Beton
GYFC	Granüle Yüksek Fırın Cürufu
h ₁ -h ₂ -h ₃ -h ₄	Parke Derinlik Ölçüsü
i	Yüzey Hava Boşluklu (Yüzey Tayini Sınıflandırma)
İYA	İnşaat ve Yıkıntı Atıkları
j	Yüzey Bombeli (Yüzey Tayini Sınıflandırma)
k	Yüzey Düzgün (Yüzey Tayini Sınıflandırma)
k	Düzeltilme Katsayısı
KAK	Kazan Altı Külü
KBPB	Kilitli Beton Parke Blokları
kN	Kilo Newton
l	Beton Bloğun, Üst ve Altından Yapılan İlk Ölçmenin Ortalaması Olarak Kırılma Kesitinin Uzunluğu
L ₁ -L ₂ -L ₃	Parke Boyuna Kenar Ölçüsü
mm	Milimetre
MPa	Megapascal (N/mm ²)
MT	Mermer Tozu
M ₁	Deney Numunesinin İlk Kütlesi
M ₂	Deney Numunesinin Son Kütlesi
P	Kırılma Yüğü
P5	5 kg/ m ³ Polipropilen Lif
P9	9 kg/ m ³ Polipropilen Lif
S	Kırılma Alanı
SET	Su Emme Tayini
t	Beton Bloğun, Biri Ortada, Diğer İki Uçlarda Yapılan Üç Ölçmenin Ortalaması Olarak Kırılma Düzlemindeki Kalınlığı
T	Çekme Dayanımı
TTK	Türkiye Taşkömürü Kurumu

V	Hacim
W_a	Yüzdece Su Emme Oranı
Y_0	Yalın (Polipropilen Lif Katkısız)
Δl	Çevrim Sonrası Kalınlık Azalma Miktarı
Δm	Çevrim Sonrası Kütle Kaybı
Δv	Çevrim Sonrası Hacim Kaybı
ρ_r	Numunenin Yoğunluğu

1. GİRİŞ

Katı atıkların kontrolü ve yönetimi, modern toplumların en büyük sorunlarından biridir. Günümüzde oranları ülkeye ve şehre göre değişmekle birlikte, inşaat ve yıkıntı atıkları katı atıklar içerisinde büyük bir pay tutmaktadır. Bu atıkların yeniden kullanımı ve geri kazanımı çevresel ve ekonomik açıdan büyük öneme sahiptir.

İnşaat ve yıkıntı atıklarından (İYA) yapı malzemelerinin geri kazanımına ait ilk çalışmalar İkinci Dünya Savaşı sonrasında başlamıştır. Günümüzde İYA değerlendirilmesi taşıma, depolama maliyetleri ve vergi yükünün artışı gibi unsurların yanı sıra, çevreye olan duyarlılığın artması, çoğu yerde inşaat sektöründe kullanılabilir doğal kaynakların sınırlı olması gibi koşullar sebebi ile çok önemli hale gelmiştir (Demir, 2010).

Yapısal inşaat atıklarının yaklaşık % 40'ını beton atıkları oluşturmaktadır. İnşaat atıklarının, özellikle atık betonların beton üretiminde agrega olarak kullanımı, bu atıkların çevreye verdiği zararları azaltacaktır. Bununla birlikte betonunun yaklaşık % 55-% 80'ini oluşturan agregaların tekrar kullanımı, doğal agrega kaynaklarının tüketimini ve bunların çevresel etkilerini de azaltacaktır (Koroğlu ve Köken, 2008).

İnşaat sektöründe olduğu gibi özel üretim teknikli betonlardan olan püskürtme beton uygulaması esnasında meydana gelen geri sekmede de atık malzeme sorunu yaşanmaktadır. Püskürtme beton uygulaması esnasında da betonun bir kısmı yüzeye, donatıya veya daha önceden püskürtülen betona çarparak geri seker. Bu geri seken malzeme kesinlikle karışıma katılmayarak atık olarak nitelendirilmektedir.

Püskürtme beton teknolojisi eskiye nazaran günümüz yapılarının inşa, onarım ve güçlendirme aşamalarında sıklıkla kullanılmaya başlamıştır. Özellikle kalıp çakmanın ve beton dökmenin zor olduğu alanlarda sağladığı uygulama kolaylığından dolayı giderek daha çok tercih edilen bir yöntem olarak yerini almıştır. Her gün gelişen teknoloji ve yeniliklerle birlikte püskürtme beton sistemleri de yapılan uygulamalardan maksimum verimi alabilmek için giderek gelişmiştir. Ne var ki sağladığı tüm bu kolaylıklara rağmen uygulama esnasında geri seken malzemenin fazla oluşu bu sistemin en büyük sorunlarında biri haline gelmiştir.

Her ne kadar hava sürükleyici, aderans arttırıcı, priz hızlandırıcı vb. katkı malzemeleri ile geri sekme oranı azaltılmaya çalışılsa da tüm bu yeniliklere rağmen püskürtme beton uygulamasının en büyük sıkıntılarından biri olan ve atık olarak geri dönüşümde kullanılabilirliği yeterince araştırılmamış geri sekme sorunu tam olarak çözülememiştir.

Bu malzemelerin geri dönüştürülerek tekrar kullanılabilir hale getirilmesi önemli bir konu haline gelmiştir. Bu tez çalışmasında geri sekme sonucu kullanılmaz hale gelen atık beton kilitli parke taşı üretiminde kullanılmıştır. Dolayısıyla geri seken malzemenin parke taşı üretiminde kullanılmasıyla hem atık malzemenin değerlendirilmesi açısından ekonomiklik hem de dayanım açısından incelenmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür.

Parke taşlarının üretiminde TÜBİTAK 111M335 nolu “Düzlem Dışı Yüklene Yığma Yapıların Polipropilen Lifli Kuru Karışım Püskürtme Betonla Güçlendirilmesi” isimli projede tuğla duvar numunelerin güçlendirilmesi amaçlı uygulanan kuru karışım püskürtme betonun geri seken malzemesi kullanılmıştır.

Bu nedenle püskürtme beton karışımları yalın, elyaf oranları sabit olmak üzere 5 kg/m³ polipropilen lifli ve 9 kg/m³ polipropilen lifli olmak üzere 3 seri halinde kuru karışım püskürtme beton karışımları hazırlanmıştır. Hazırlanan bu karışımların püskürtme esnasında geri seken malzemesi her seride 10 numune olmak üzere toplam 30 kilitli parke taşı numunesinin üretiminde kullanılmıştır. Üretilen parke taşı numunelerin üzerinde TS 2824 EN 1338, 2005 “Zemin Döşemesi için Beton Kaplama Blokları-Gerekli Şartlar ve Deney Metotları” standardına göre, çalışma boyutunun ölçülmesi ve boyut muayenesi, yarmada çekme dayanımı, aşınma dayanımı, su emme oranı tayini deneyleri yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Aka ve Celep (1978), püskürtme beton ve uygulaması üzerine yaptıkları araştırmada bu uygulamanın çeşitli ülkelerdeki şartnamelerini göz önünde bulundurarak teknik özelliklerini ve avantajlarını açıklamak suretiyle Türkiye'deki çalışmalara yardımcı olmayı hedeflemişlerdir.

Bekişoğlu (1993), çalışmasında beton kaplamalı kanallarda sızdırmazlık önlemleri mastik asfalt ve püskürtme beton uygulamasını incelemiştir. Çalışmasında püskürtme hızındaki artışın malzeme kaybını arttırdığını, hava hızındaki azalmanın ise malzeme kaybını azalttığını belirtmiştir. Bunun yanı sıra karışımdaki su miktarının artmasıyla yapışmanın arttığı ve kayıpların azaldığı ancak yüzeyden akma meydana geldiğini belirtmiştir. Uygulama esnasında kum, çakıl, çimento ve su miktarlarının sürekli kontrol edilmesi gerektiği ve deneyimli bir ekibin bu uygulamayı yapmasının daha yararlı olacağını ifade etmiştir.

Celep ve Kumbasar (2000), püskürtme beton üzerine yapmış oldukları çalışmalarında geri sekme sorununa değinmişlerdir. Püskürtme esnasında geri sekmenin en büyük dane büyüklüğüne, donatı miktar ve şekli ile püskürtme tabakası kalınlığına bağlı olduğunu ve bunlarda değişiklik yapılarak geri sekmenin azaltılabileceğini ancak yüzeyin eğiminin de önemli bir unsur olduğunu belirtmişlerdir. Başlangıçta geri seken malzeme miktarı fazla bile olsa zamanla betonun yüzeye yapışmasıyla bu oran giderek azalmaktadır. Ayrıca püskürtme tabancasının yüzeye dik tutulmamasının, sallanmasının ve karışım suyunun az olmasının sıçramayı arttırıcı bir etken olduğunu ifade etmişlerdir.

Akman (2000), yapmış olduğu çalışmada yapı hasarlarının onarımında kullanılan yöntemler içerisinde püskürtme beton uygulamasına da yer vermiştir. Bu uygulamanın yüzeysel hasarlı durumlarda daha çok kullanıldığında bahsetmiştir. Donatının pas payı betonunun patlaması durumundaki hasarlı haller için yararlı olacağından bahsetmiş ancak malzemenin boşluklu olacağı, normal betona göre daha fazla rötre yapacağı ve işçiliğin önemli bir etken olacağını belirtmiştir.

Ballou (2003), püskürtme beton üzerine yapmış olduğu çalışmada, bu uygulamada karşılaşılan en büyük sorunlardan biri olan geri sekmeyi incelemiştir. Geri sekmeyi beton hamuru ile kaplanmış bir beysbol topunun düz bir duvara fırlatılması ile duvarda kalan ve geri sekerek ayrılan beton miktarı ile örneklendirmiştir. Burada fırlatma açısı ve fırlatma hızının duvar yüzeyinde kaplama oluşturacak beton miktarındaki etkisine değinmiştir. Yaptığı araştırmalar sonunda yüzeyde daha iyi bir tutunma sağlamak ve geri sekme miktarını en aza indirebilmek için püskürtmeyi 90° lik bir açıyla ve püskürtme hızını azaltmadan yüksek basınçla yapmanın gerektiği, aynı zamanda dairesel hareketler ile çimento ve agreganın yüzeye daha sağlam yerleşeceği sonuçlarına varmıştır.

Aslantaş (2004), tarafından bir deneysel çalışmada parke taşlarının aşınma direncini araştırmıştır. Beyaz portland çimentosu ile hazırlanan farklı karışımlardan oluşmuş parke taşlarının performanslarını belirlemeyi amaçlamış ve farklı çimento miktarları ve su çimento oranlarında 10 karışım ve bir parke taşı üreticisinin 2 karışımını test etmiştir. Basınç dayanımı, yarma dayanımı, aşınmaya karşı direnç, yoğunluk ve % su emme testleri bütün karışımlarda 7, 14 ve 28. günlerinde yapmıştır. Sonuç olarak karışımdaki çimento miktarı, belirli bir çimento miktarı için en uygun su hacmi, üretim aletinin nasıl işletildiği ve bunlar arasındaki etkileşimin, parke taşlarının mekanik özellikleri üzerinde etkili olduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca aşınmaya karşı direnç testinin TS 2824 EN 1338, 2005' de belirtilen 16x22 devir yerine 8x22 devirde durdurulmasında hiçbir dezavantaj olmadığını da gözlemlemiştir.

Yüksel ve Bilir (2005), yaptıkları çalışmada granüle yüksek fırın cürufunun (GYFC) parke taşı ve bordür üretiminde kısmen ince agrega yerine kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Öğütülmüş yüksek fırın cürufu çeşitli oranlarda kum ile yer değiştirilerek parke taşı ve bordür numunesi üretilmiştir. Numuneler üzerinde basınç dayanımı, donma-çözülme, ağırlıkça su emme, yüzey aşınması ve aşınma-eğilme deneyleri yapılmıştır. Deney sonuçlarında numunelerinin basınç dayanımının bir miktar düştüğü fakat donma-çözünme ve aşınma dayanımı özelliklerinin arttığı gözlenmiştir.

Semiz (2006), yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında Ankara kent içi çevre düzenlemesinde kullanılan beton kilit taşlarının fiziksel özellikleri ve alternatif

üretimini araştırmıştır. alışmasında beton kilit taşı üretimini yapan farklı firmalardan aldığı ve alternatif olarak üretilen beton kilit taşı numunelerine biçim ve boyut muayenesi, yarmada çekme dayanımı, aşınma dayanımı ve su emme oranı tayini deneyleri yapmıştır. Alternatif beton kilit taşı üretiminde sıkıştırma süresi değişken olarak alınmış, beton kilit taşları 4, 6, 8 ve 10 sn. titreşim uygulanarak üretilmiştir. Sonuç olarak, 8 ve 10 sn. titreşim uygulanarak üretilen beton kilit taşları 4 ve 6 sn. titreşim uygulanarak üretilenlere göre bütün deneylerde daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemiştir.

Tekmen (2006), kireçtaşlarından üretilen kilitli beton parke bloklarının mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Üretilen kilitli beton parke bloklarının jeomekanik özelliklerini ve ultra ses dalgalarını incelemiştir. Numunelere tek eksenli basınç dayanımı, çekme dayanımı, Schmidt sertliği ve aşınma indeksinin 3, 7, 28, 90 ve 180 günlük kür sürelerinde testleri uygulamış, agrega malzemelerinin kimyasal analizleri ve mikroskobik incelemelerini yapmıştır. Ayrıca pundit cihazı ile ultra ses özelliklerinden P dalgasının malzeme içinden geçiş hızını belirlemiştir. Bu çalışmada agrega boyutu olarak 0–5, 5–10 ve 10–20 mm ’lik agrega boyutları kullanmıştır. Yapılan deney sonuçları esas alınarak en uygun su imento oranı 0.32, imento dozaj miktarı olarak 300 dozaj bulmuştur. Kilitli beton parke bloklarının mühendislik özelliklerini temel alarak optimum agrega boyutları ve miktarlarını içeren karışım reçetesini belirlemiştir. Sonuç olarak, en az aşınan, en yüksek dayanım ve sertliğe sahip olan kilitli beton parke blok üretimini belirlemiştir.

Lüý, Varınca ve Kemirtlek (2007), yaptıkları araştırmada modern hayatın en büyük sorunlarında biri haline gelmiş olan atık problemini ele almışlar ve katı atıkların azaltılmasından tekrar kullanımına, geri kazanılmasından geri dönüşümüne kadar, atık azaltma ve değerlendirme yöntemlerini incelemişlerdir. İstanbul örneği üzerinde ülkemizin mevcut durumu ile diğer ülkelerin durumlarını kıyaslamaya çalışmışlardır.

Durmuş ve şimşek (2008), çalışmalarında % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranlarında uçucu külü imento yerine ikame ederek parke taşı üretiminde kullanmışlardır. Üretilen parke taşlarına standart ve tuzlu su kürü uygulaması yapılmıştır. Kilitli parke taşlarına yarmada çekme dayanımı, su emme tayini ve aşınma dayanımı deneyleri yapılmıştır. Sonuç olarak tuzlu su küründe erken yaşlarda yarmada çekme

dayanımı artarken, ileriki yaşlarda düşmüştür. Uçucu kül oranı arttıkça aşınma kaybı değeri artarken su emme oranının azaldığı tespit edilmiştir.

Beycioğlu, Başyiğit ve Subaşı (2008), endüstriyel atıkların inşaat sektöründe kullanımı ile geri kazanılması ve çevresel etkilerinin azaltılması üzerine bir çalışma yapmışlar ve çevre için büyük bir sorun haline gelen endüstriyel atıklardan atık araç lastikleri, uçucu küller, silis dumanı, granüle yüksek fırın cürufu ve mermer toz atıklarının inşaat sektöründe kullanılabilirliğini incelenmişlerdir. Önemli çevre sorunları oluşturan bu atık malzemelerin inşaat sektöründe kullanılabilirliği üzerine yapılan çalışmalarda başarılı sonuçlar alındığı görmüşlerdir. Endüstriyel gelişime paralel olarak ortaya çıkabilecek atık malzemelerin faydalı geri kazanım mekanizmaları ile tekrar kullanılabilirliği ve olumsuz çevresel etkilerinin azaltılması üzerine yapılacak çalışmaların çevresel korunum ve insanlığın geleceği açısından çok önemli olduğunu belirlemişlerdir.

Demir (2010), bir çalışmasında inşaat ve yıkıntı atıklarının (İYA) geri kazanılması üzerine araştırmalar yapmış bu atıkların geri dönüşümü ve kullanımını gerektiren ekonomik, teknik ve çevresel sebepleri incelemiştir. Geri kazanılmış agreganın (GKA) bazı teknik özellikleri ve kullanım alanları, GKA ile yapılan betonların özelliklerini iyileştirmeye yönelik çalışmaları araştırmıştır. Son olarak geri kazanılmış beton (GKB) atıklarının değerlendirilmesi önündeki zorluklar ve bunların çözümüne ilişkin öneriler sunmuştur.

Çakıroğlu, Terzi ve Çakıroğlu, (2009), çalışmalarında püskürtme beton uygulamasının avantajları ve dezavantajlarından bahsederek uygulama esnasında ve sonrasında görülen problemleri araştırmış, çalışmalarında bu sorunların ortadan kaldırılması ya da minimuma indirilebilmesi için gereken yöntem ve metotlara yer vermişlerdir.

Filiz, Özel, Soykan ve Ekiz (2010), atık mermer tozunun parke taşlarında kullanılmasını incelemiş, bunun için iki farklı çimento tipi (CEM II/B-M (P-LL) 32.5 N ve CEM I 42.5 R) ve iki farklı su/çimento oranında (0.50 ve 0.55) hazırlanmış olan karışımlara mermer tozunun hacim oranınca agrega ile yer değiştirmesinin, mekanik ve fiziksel özelliklere etkisi araştırmışlardır. Elde edilen verilere göre mermer tozu

atığının parke taşı imalatında kullanılabilirliğini TS 2524 EN 1338 standardına göre değerlendirmişlerdir. Çalışmada mermer tozu kullanımının betonların mekanik ve fiziksel özelliklerini şahit betona göre yükselttiği gözlenmiştir. Üretilen numunelerin ilgili standartta belirtilen şartları sağladığı ve mermer tozunun parke üretiminde kullanılabilmesi sonucuna varmışlardır.

Topçu ve Uygunoğlu (2011), çalışmalarında atık malzeme olan mermer agregası ve uçucu külün kilitli parke taşı üretiminde kullanılmasını araştırmışlardır. Çalışmada parke taşı üretimindeki iri agrega olan kırma-taş, benzer dane dağılımına sahip mermer agregasıyla yer değiştirmiştir. Her iki tip agregayla üretilen parkelerde, çimento ağırlıkça % 0, % 10, % 20 ve % 30 oranında diğer bir atık olan uçucu kül ile yer değiştirilmiştir. Hazırlanan numunelere basınç dayanımı, yarmada çekme dayanımı, aşınma dayanımı ve su emme deneyleri yapılmış, yoğunluk ve görünür porozite değerleri alınarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre mermer atıklarının kırma-taş agregası yerine kullanılabilmesi ve % 20'ye kadar uçucu külün çimento ile yer değiştirilerek kullanılabilmesi ve mekanik özelliklerinin geliştirilebileceği belirtilmiştir.

Kılıç (2012), yayımladığı çalışmasında kentsel dönüşüm projesi kapsamında inşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüşümü ve tekrar kullanımı üzerine bir araştırma yapmış, atık olarak belirlenen malzemelerin dönüştürülerek ya da tekrar kullanılmak suretiyle hangi alanlarda değerlendirilebileceğine ilişkin incelemelerde bulunmuştur. Yabancı ülkelerde ve ülkemizde bu atıkların değerlendirilmesini kıyaslayarak hedeflenen oranları belirtmiştir.

Kaufmann, Frech, Schuetz ve Münch (2013), yapmış oldukları çalışmada lif takviyeli püskürtme betonun mekanik performansı, lif miktarı, dağılımları ve yönelimleri gibi değişkenlik gösteren parametrelerini araştırmışlardır. Bunun için yüksek hızla püskürtülen yaş karışım betonda, çelik ve makro-sentetik liflerin geri sekme esnasındaki hareketlerini gözlemlemek amacıyla laboratuvar ortamında taş kaplamalar üzerine uygulama yaparak geri seken malzemeyi toplayıp analiz etmişlerdir. Yüksek hızlı kameralar kullanarak betondaki lif yönelimleri X ışınli bilgisayarlı tomografi vasıtasıyla incelenmiş ve özel morfolojik filtreleme yöntemleri

ile plastik liflerin püskürtme yüzeyi boyunca belli bir yönelime sahip oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

2.1. Atık Malzemeler

Atık en basit tanımı ile ihtiyaçlarımızı karşılamak için kullandığımız maddelerin, o an için kullanılmayan veya kullanıldıktan sonra atılan kısmıdır. Sanayide, ulaşımda, tarımda, turizmde, inşaat sektöründe, üretim yaparken, hizmet verirken, çok sayıda madde ve malzeme biçim değiştirir. Bu faaliyetler için enerji sağlarken ve enerji kullanırken, gaz, sıvı ve katı halde çeşitli atıklar ve artıklar ortaya çıkar. Bu atıkların bir bölümü nihai olarak bertaraf edilirken, bir bölümü geri kazanılarak, yeniden kullanılabilir. Atık yönetiminde ana ilke; atıkların kaynağında azaltılması, kaçınılmaz olarak çıkan atıkların da mümkün olan en yüksek oranda geri kazanılarak, yeniden kullanılması olmalıdır (www.atikborsasi, 2014).

Geri dönüşüm; atıkların fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçirildikten sonra ikinci hammadde olarak üretim sürecine sokulmasıdır (MEGEP, 2009). Katı atıkların toplama ve temizleme dışında her bir işleme tabi tutulmadan aynı şekli ile ekonomik ömrü doluncaya kadar defalarca kullanılmasına “**Tekrar Kullanım**” denir. Tekrar kullanım ve geri dönüşüm kavramlarını da kapsayan atıkların özelliklerinden yararlanılarak içindeki bileşimlerinin fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal yöntemlerle başka ürünlere veya enerjiye çevrilmesine “**Geri Kazanma**” denir. (MEGEP, 2009). Demir, çelik, bakır, kurşun, kâğıt, plastik, kauçuk, cam gibi atık maddelerin hammadde gibi kullanılarak çeşitli işlemler sonucunda şişe, kutu, plastik, kâğıt, gübre gibi yeni bir maddeye dönüştürülerek kullanılır hâle getirilmesine geri kazanım denir (MEGEP, 2014). Geri kazanım süreci; geri kazanılabilir maddelerin katı atık yönetimi içinde toplama, taşıma, aktarma, ayırma ve pazarlama fonksiyonlarının da yer aldığı, artık kullanım dışı kalmış geri kazanılabilir maddelerin yeni bir ürün olarak geri kazanılmasıdır (Palabıyık ve Altunbaş, 2004).

Geri kazanım işleminin önem ve gereği aşağıdakileri söylemek mümkündür.

- Katı atık miktarını ve hacmini azaltır.
- Depolama sahalarının kullanım ömrü uzar.

- Ham maddeden tasarruf sağlanır.
- Doğal kaynaklar korunur.
- Enerjiden tasarruf sağlanır.
- Çevre duyarlılığı artar (MEGEP, 2009).

Teknolojik gelişmeler, hızlı nüfus artışı, tüketim alışkanlıklarının değişmesi ve buna benzer birçok nedenden dolayı doğal kaynaklar hızla azalmaktadır. Doğal kaynaklardaki bu azalmaya karşın doğaya bırakılan atık miktarı da hızla artmaktadır. Bu atıkların önemli bir kısmını da katı atıklar oluşturmaktadır (www.belga.com, 2014). Katı atıklar, ülkemizde uygulamada olan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplum huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeleri ve arıtma çamurlarını ifade etmektedir.

Teknolojinin ve dolayısıyla hayat standardının her geçen gün artması sonucunda katı atıkların miktar ve çeşidinde çok büyük artış olmuş ve bu atıkların yönetilmesi başlı başına bir iş, sektör olmuştur. İnsanların yaşam tarzından gelişmişlik derecesine kadar her türlü sosyal ve ekonomik göstergeler katı atıkların miktar ve çeşitlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Gelişmiş ülkelerde kişi başına düşen atık miktarları gelişmekte olan ya da gelişmemiş ülkeler ile kıyaslandığında çok büyük farklar ortaya çıkmaktadır (Lüy vd., 2007).

2.1.1. İnşaat atıklarının geri dönüşümü

Çevreye bırakılan atıkların önemli bir bölümü de yapısal inşaat atıklarından meydana gelmektedir (Köroğlu ve Köken, 2008). İnşaat ve yıkıntı atıkları, konut, köprü, yol ve benzeri yapıların tamiratı, tadilatı, yenilenmesi, yıkımı ve doğal afetler sonucu oluşan atıklardır. Bu atıklar, inşaat tekniği seçimine ve kullanılan malzemelerin cinsine bağlı olarak değişmekle birlikte tipik olarak betonarme, beton, sıva, tuğla, briket, tahta, cam, metal parçası(çelik, alüminyum, bakır, pirinç) alçı kartonpiyer, kiremit, plastik, elektrik malzemeleri, borular ve asfalt gibi malzemeleri içermektedir (Ölmez ve Yıldız, 2008). Bunların dışında; yangınların neden olduğu yıkıntıların atıkları,

inşaat firmalarının çeşitli sebeplerle ortaya çıkardıkları atıklar ile doğal afetler sonucunda inşaat ve yıkıntı atıkları ortaya çıkabilmektedir (Demir, 2010).

Günümüzde oranları ülkeye ve şehre göre değişmekle birlikte, inşaat ve yıkıntı atıkları (İYA) katı atıklar içerisinde büyük bir pay tutmaktadır. Bu atıkların yeniden kullanımı ve geri kazanımı çevresel ve ekonomik açıdan büyük öneme sahiptir (Demir, 2010). Kentsel katı atıkların yaklaşık % 13-30'luk gibi önemli kısmını oluşturan inşaat yıkıntı atıkları, kontrol altına alınmadığı takdirde çevresel açıdan önemli riskler doğurmaktadır (Ölmez ve Yıldız, 2008).

Bir inşaat projesinde ilk kazmanın vurulması ile beraber hafriyat toprağı, inşaat molozu gibi bertarafı gereken atıklar oluşmaya başlamaktadır. İnşaat, yıkıntı atıklarının geri dönüşümü; atıkların azaltılması, kullanılabilir malzemelerin yeniden kullanımı ve geri kazanımı, geri kalan kısmın depolama alanlarında toplanması şeklindeki bir düzen içerisinde değerlendirilmektedir. İnşaat ve moloz atıkları geri kazanılabilir ve ikinci hammadde olarak kullanılabilir. Bu atıkların geri kazanımı, mobil, yarı mobil ve sabit tesisler ile gerçekleştirilebilmektedir. Elde edilen materyaller yol ve bina inşaatlarında kullanılabilir. İnşaat atıklarının ayrıştırmasında iki ekonomik neden öne çıkmaktadır:

Birincisi, temizlenmiş inşaat atıklarının bertarafı; (karışık inşaat atıklarının (inşaat atığı, yabancı maddeler) bertarafından daha ucuz olması), ikincisi de tekrar işlenmiş olan inşaat atığının geri dönüşüm ürünü olarak üretim zincirine gönderilmesidir. İnşaat ve yıkıntı atıklarının geri kazanımı ekonomik ve doğal çevrenin korunmasına yönelik yararları nedeni ile ilginin giderek arttığı bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu malzemelerden en büyük faydayı sağlamak için çeşitli sektörlerde kullanılabilirliği son yıllarda üzerinde yoğun bir şekilde çalışılan konulardandır (Kılıç, 2012).

Yapılan her türlü inşaat faaliyeti sonrasında oluşan inşaat ve yıkıntı atıkları 4 kategoriye ayrılmaktadır. Kategoriler ve oluşturduğu atık türleri Çizelge 2.1'de verilmektedir (Ölmez ve Yıldız, 2008).

Çizelge 2.1. İnşaat ve yıkıntı atıklarının kategorileri (Ölmez ve Yıldız, 2008)

Kategoriler	Atık Türleri
Yol Yapım ve Bakım Malzemeleri	Asfalt, beton, örtü toprağı
Kazı Malzemeleri	Toprak, taş, mıcır
Bina Yıkıntı Atıkları	Beton, karışık moloz, çelik, tuğla, demir, kereste
Yapı Yenileme ve Çalışma Bölgesi Malzemeleri	Odun, çatı malzemesi, boru, halı, plastik, cam, metal, izolasyon malzemesi,

İnşaat ve yıkıntı atıklarının önemli bir kısmı geri dönüştürülebilir niteliktedir. Geri dönüştürülen inşaat ve yıkıntı atıkları, aynı veya farklı sektörlerde tekrar kullanılarak ekonomik bir anlam kazanmaktadır. Geri dönüştürülerek tekrar kullanılabilen malzemeler ve kullanıldığı yerler Çizelge 2.2’de verilmiştir (Ölmez ve Yıldız, 2008).

Çizelge 2.2. Geri kazanılabilir malzemelerin yeniden kullanılabilceğı alanlar (Ölmez ve Yıldız, 2008).

Geri Kazanılabilir Malzeme	Kullanım Alanı
Asfalt Döşeme Malzemesi	Kırılmış asfalt parçaları, yeni asfalt döşeme malzemesi için agrega olarak kullanılabilir.
Beton	Beton parçaları yapı dolgu malzemesi olarak, demirle güçlendirilmiş betonarme malzemelerdeki demiri ayrıştırıldıktan ve beton parçalandıktan sonra inşaatlarda alt yapı malzemesi olarak tekrar kullanılabilir. Kırılmış betonlar yürüyüş yollarında, kaldırım yapımında, drenaj sisteminde ve kanalizasyon borusu döşemede dolgu çakıl yollarda yüzey örtücü ve açık park (garaj) alanlarında alt yapı dolgu malzemesi olarak değerlendirilebilir.
Tahta Çerçeveler	Kırılmış, demiri giderilmiş olarak yapı dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. Temizlenmiş, yongalanmış olanlar enerji cogerasyonu amacı ile ince tahtalar halinde olanlar park bahçelerde çit malzemesi olarak, temizlenmiş tahtalar demir yolu döşeme ve telefon direği olarak kullanılabilir. Kaba olanlar compost tesisine gönderilebilir.
Alçı Taşı	Kâğıdı giderilmiş alçı taşı levhaları yeni alçı taş levhası yapımında ve absorbent ürünlerinde kullanılır.
Briket	Geri kazanılmış briketler spor sahalarında ve parklarda, yürüyüş yolu malzemesi olarak kullanılabilir.

2.2. Beton Parke Taşı

Parke taşları, özellikle kentleşmenin gelişmesiyle ağır taşıt trafiğinin bulunmadığı yollarda ulaşım ve peyzaj amaçlı olarak kullanımı her geçen gün artan doğal veya yapay olarak elde edilen zemin kaplama malzemesidir (Filiz vd., 2010).

Beton kilit taşları; çimento, agrega, su ve gerektiğinde katkı maddelerinin belirli oranlarda karıştırılması ve beton parke makinesi vasıtasıyla üretilen yapı elemanlarıdır.

Yapay (beton) parke taşları; kilitli parke taşı, küp parke taşı, damla taşı, S tipi tırtıl parke taşı, süper dekor parke taşı, kupa parke taşı, yelpaze parke taşı, beşgen parke taşı, kare parke taşı, baklava parke taşı, delta parke taşı, çim dekor parke taşı, yapraktaş, çimtaş ve yuvarlak çimtaş olarak sınıflandırılabilirler (Semiz, 2006).

Parke yol yapımı Romalılardan beri kullanılagelmiş bir üst yapı tipidir. Taş parke kaplama uygulaması, dayanıklılık, temiz ve tekerlek yuvarlanmasına elverişli bir yüzey oluşturma yönleri açısından avantajlı olduğu görünmektedir. Zamanla estetiğin daha fazla istenmesi sonucu, belirli bir işçilik isteyen düzgün boyutlu doğal taş malzemeli parke taşları kullanılmaya başlamıştır. Fakat doğal kaynaklardan sağlanan taş parkelerinin ekonomikliği üretimi ve kalitesi tartışılır hale gelmesi, betonun parke taşını gündeme getirmiştir. Bu yüzden hızlı ve dayanıklı betonarme parke taşı imalatı ön plana çıkmıştır (Durmuş ve Şimşek, 2008).

Kilitli parke taşlarının tercih edilmesini sağlayan başlıca özellikleri aşağıda verilmektedir.

- Kilitli parke taşları ön-üretimli elemanlar olduğu için sürekli denetim altında olup, kaliteleri kontrol edilebilmektedir.
- Parke taşı gibi prefabrike elemanlar, boyut açısından hassa ölçülerde ve sayıda kısa sürede üretilebilir. Üretim hız ve kapasiteleri yüksektir.
- Beton yollarda derz kontrolünün ve derz dolgusu değişiminin 4-5 yılda yapılması gerekir. Asfalt yollarda ise ortaya çıkabilecek çatlama, çukurlaşma veya ayrışmalardan ileri gelen bozuklukların onarımının daha kısa

periyotlarda yapılması gerekmektedir. Oysa kilitli beton parke kaplamanın, yapımından itibaren 25 yıl boyunca bakım gerektirmediği saptanmıştır.

- En pahalı malzemesi çimento olmakla birlikte, yerli malzeme kullanılması nedeni ile ekonomiktir.
- Şehir içinde yol, kaplamanın yapımında hemen sonra trafiğe açılabilir. Oysa bu süre beton asfalt kaplamalı yollarda birkaç saat, beton yollarda ise birkaç haftadır.
- Parkelerin yan yana getirilmesinde birbirine uyum sağlayan girinti ve çıkıntılar taşıtların frenlemesinden veya hızlanmasından doğan teğetsel ve yatak kayma gerilmeleri kolayca ve kırılmadan aktarılmaktadır.
- Su, telefon, elektrik, kanalizasyon gibi altyapı çalışmalarının malzeme kaybı olmadan kolaylıkla yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bozulan yüzeyin aynı malzeme ile onarılması olasıdır. Ancak bu durum asfalt veya beton yolda, yama gerektirmektedir.
- Çeşitli renk ve değişik geometrik şekillerde üretilebilir. Bu nedenle mekânların çeşitli renk ve desenlerde döşenmesi, mekân sınırlarının çizilmesi, trafik işaretlerinin belirlenmesi, çevreye estetik yönden uyum sağlanması, ayrıca kendi başına estetik eleman durumunda bulunması, önemli bir avantaj ve üstünlük olarak sayılmaktadır (Topçu ve Uygunoğlu, 2011).

Kilitli beton parke taşlarının fiziksel ve mekanik özellikleri, aşağıda belirtilmektedir.

- Genelde basınç direnci en az 50 MPa olması gereken parke elemanların, 80 mm kalınlıktakilerin de bu değer 63.6 MPa, 100 mm kalınlıktakilerde 63 MPa ve 120 mm kalınlıktakilerde de 62 MPa olduğu basınç deneyleri ile saptanmıştır.
- Kırılma-kopma modülü (çekme direnci) en az 4 MPa'dır.
- Su emme miktarı (yüzdesi) en çok % 6–7 kadardır.
- Aşınma dayanımı deneyi sonunda kalınlıkta 0.3 cm'lik bir azalma gözlenmektedir (Semiz, 2006).

2.3. Püskürtme Betonun Tanımı ve Tarihçesi

Püskürtme beton, onarım veya yapım amacı ile önceden hazırlanmış olan betonun hava basıncı yardımı ile yüksek hızla uygulama yüzeyi veya uygulama alanına püskürtülerek elde edilen betondur (TS 11747, 1995).

20. yüzyılın başında, Amerika'nın sanayi devriminin kuruluşundaki en önemli kısımları doğu Pensilvanyanın Lehigh vadisinde kurulmuştu. Allentown da çimento, beton ve betonarme inşa yöntemlerine olan ilgi büyüktü ve Carl E. Akeley tarafından fabrikasyon işler için bir püskürtme makinesi dizayn edildi. Akeley ve Dewey birkaç hayal kırıklıklarından sonra Akeley tarafından "sıva atıcı" olarak adlandırılan hortum ile sıkıştırılmış basınçlı hava yoluyla kuru sıvayı fırlatan tam gelişmemiş bir makineyi 24 Haziran 1907'de gururla sundular. Harç püskürtme ucuna ulaştığı zaman gerekli su başka bir hortumdan eklendi. Makine iki ilke üzerine çalışmaktaydı: İki depodan gelen malzemeler hortumla iletilerek birbirine karıştırıldı ve sırayla basınç uygulandı. 1910 da püskürtme harç olarak adlandırılan bir çimento-kum harcı bir çift tabancayla yapılar üzerine püskürtmek için geliştirildi. Bu işlem, 1950'de kaba agreganın eklenmesiyle, kuru karışım püskürtme olarak tanınmaya başladı.

Püskürtme harcın gücünü ve özelliklerini doğrulamak için ilk deneyler (basınç dayanımı) Lehigh Üniversitesindeki Profesör M. O. Fuller tarafından gerçekleştirildi. Deneyler 1920 yılında başlayıp 1934 yılına kadar sürdü. Deneyleri yaparken kullanılan bilgilerin çoğu Toronto Üniversitesindeki çalışmalardan ve Bureau Standartlarından elde edildi.

Püskürtme yoluyla yerleştirilen ilk destekleme uygulamalarına yüzyılımızın başlarında 5 mm'yi geçemeyen agrega, kum ve kireç harcından oluşan karışım (gunit) kullanılarak başlamış, ancak ekipman, malzeme dayanımındaki sorunlar nedeniyle yaygınlaşmamıştır. II. Dünya Savaşı'ndan sonra daha ekonomik ve güvenli destekleme sistemleri konusunda araştırmalar yapılmış, 25 mm dane çapına kadar agrega içeren karışımları püskürtebilen makinelerin geliştirilmesi, kireç harcı yerine portland çimentosunun kullanımıyla yeraltı yapıları ve madenlerdeki destekleme sisteminde yer almaya başlamıştır.

1960'larda, pünomatik teçhizatın gelişmesiyle yaş karışım püskürtme uygulanabilmeye başlandı (Çakıroğlu, 2007).

Püskürtme beton 1970 yılına kadar yalnızca kuru sistem olarak uygulanmıştır. Bu tarihte yaş sistem devreye girmiş ancak yüksek su-çimento oranı kullanılması beton dayanımında düşme yarattığından yaygın uygulama görülmemiştir. 1975'de silikat ve plastisiteyi artırıcı katkıların püskürtme betonda başarıyla uygulanması yüksek kapasitede uygulanabilen yaş sisteme yüksek dayanım kazandırmış ve bu metotta yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Ülkemizde son yıllarda yeni Avusturya metodu olarak adlandırılan tünel açma metodunun yaygınlaşması sonucu, tünellerde ilk kaplama olarak kullanılan püskürtme beton uygulamaları artmıştır (Sümer, 1994).

Önümüzdeki dönemlerde çelik liflerle güçlendirilmiş püskürtme beton kaplamaları ulaşım tünellerinde ve yeraltı maden galerilerinde yerinde dökme klasik betonarme kaplamasının yerini alacağı kuvvetle kestirilmektedir. Ülkemizde de 1985 yılından itibaren artan altyapı yatırımları ile beraber metro tünelleri ve madenlerin ana hazırlık galerilerinde dikkat çekici boyutta püskürtme beton uygulandığı gözlenmektedir (Arioğlu ve Yüksel, 1999).

2.4. Püskürtme Beton Üretim Sistemleri

Geleneksel betona göre farklılıklar gösteren püskürtme beton kuru ve yaş karışım sistemi olarak iki şekilde uygulanır (Yurdakul ve Gerçek, 2002).

Püskürtme harca (shotcrete-gunite) adları verilir. Kuru olarak karıştırılan çimento ve kum, basınçlı havayla püskürtme başlığına gelir, burada daha yüksek basınçla sevk edilen suyla ve şok priz hızlandırıcı katkı ile karşılaşır ve basınçla püskürtülür. Sulu karışıma göre çalışan sistemler de vardır. Bunlarda püskürtme başlığına ıslak olarak gelen betona başlıkta sadece katkı ve gerekli suyun geri kalan kısmı ilave edilir.

Kullanılan kumun oldukça yaygın bir granülometrisi olması gerekir. Sert daneler, kırılmayan daneler tercih edilir. Kumun % 3~6 mertebesinde su içermesi gerekir.

Geri sekme miktarı işçiden işçiye değişmekle beraber % 10~30 arasındadır. Geri seken malzemede çakıl daneleri çoğunlukta olduğundan yüzeye yapışan beton, ilk karışımdan çimento dozajı yönünden daha zengin olur. Ancak üniform bir karışım sağlamak güçtür, yer yer değişir. 1:4'lü bir karışım yüzeyde 1:3'e inebilir. Su/çimento oranı 0.5~0.6 arasında kalabilir (Akman, 2000).

2.4.1. Kuru karışım

Kuru karışımlı püskürtme beton, beton karma suyunun betona püskürtme başlığında ilave edilerek karışımın basınçlı hava ile yüzeye püskürtülmesi sonucu elde edilen betondur (TS11747, 1995).

Kuru karışımda çimento, kum, çakıl ve katkı maddeleri susuz ortamda karıştırılıp basınçlı hava ile çıkış hortumuna basılır. Hortum ucunda karışım püskürtme suyu ile karıştırılarak 70-120 m/sn' lik bir hızla püskürtülür. Bu karışım uygulanacak yüzeye çarpınca uygulama yüzeyinde bir beton kabuk oluşur ve karışım hidrate olmaya başlar (Sümer, 1994).

Kuru karışım makinesi içerisinde ön karışım ekipmanları dağıtım elemanına gelmeden önce beton karışım elemanlarını kütle esasına göre alıp karıştıran betonyer, beton santrali, transmikser ve bunker ile taşıyıcı bantlardan oluşmuş sistemlerdir. Kesintisiz ön karışım ekipmanları agrega bunkerlerinden ve çimento silosundan ayrı ayrı gelen malzemeleri karıştırarak kesintisiz bant sistemi ile dağıtım elemanına ara vermeksizin aktaran sistemdir. Bu sistemde, beton karışım elemanları oranlarını sabit tutmak amacıyla bunkerlerden ve silolardan malzeme alış hızı ayarlanmalıdır.

Kuru karışıma giren beton malzemeleri en irisinden başlanarak ve kütle esasına göre alınmalıdır. Çimento ilavesinden sonra bütün karışım elemanları en az bir dakika süre ile karıştırılmalıdır. Karışımın homojen hale gelmesi gözle de kontrol edilmelidir.

Dağıtım elemanları ön karışım ekipmanından karışmış olarak gelen malzemenin toplanıp basınçlı hava ile sıkıştırıldığı ve püskürtülmek üzere dağıtım hortumu aracılığı ile püskürtme başlığına gönderildiği elemandır. Dağıtım elemanına basınçlı

hava temin edecek ve sistemle birlikte çalışacak bir kompresör bulunmalıdır. Bu kompresör kuru, temiz ve sabit debili basınçlı hava verebilecek özellikte olmalıdır (TS11747, 1995).

2.4.2. Yaş (Islak) karışım

Islak karışımli püskürtme beton, priz hızlandırıcı katkı maddeler hariç, bütün karışım elemanlarının püskürtme başlığına gelmeden önce birlikte karıştırılarak karışımın basınçlı hava ile yüzeye püskürtülmesi sonucu elde edilen betondur (TS11747, 1995).

Yaş sistemde çimento, çakıl, kum, katkı malzemeleri sulu ortamda karıştırılıp çıkış hortumuna basılır. Bu yoğun karışım beton pompası veya basınçlı havayla püskürtme ucundan 34-45 m/sn gibi bir hızla uygulanacak yüzeye püskürtülür (Sümer, 1994).

Yaş karışım makinesinde de yine kuru karışım sistemlerde olduğu gibi ön karışım ekipmanları bulunmaktadır. Bunlar dağıtım elemanına gelmeden önce beton bileşenlerini kütle esasına göre alıp karıştıran betonyer, beton santrali, transmikser ve bunker ile taşıyıcı bantlardan oluşmuş sistemlerdir. Islak karışımli püskürtme beton ön karışım ekipmanlarında dağıtım elemanının kapasitesi ve çalışma prensipleri göz önüne alınarak karılan beton hacmi tayin edilmelidir. Islak karışıma giren beton bileşenleri en irisinden başlanarak tartılıp alınmalıdır. Su ilavesinden sonra bütün karışım elemanları en az bir dakika süre ile karıştırılmalıdır. Karışımın homojen hale gelip gelmediği gözle de kontrol edilmelidir.

Islak karışımli püskürtme beton dağıtım elemanlarının bazılarında beton, ön karışım ekipmanında karıştırılmadan doğrudan dağıtım elemanının haznesinde de hazırlanabilir. Dağıtım elemanının haznesine su hariç diğer beton bileşenleri karışmış olarak yüklenir, beton karma suyu burada betona verilerek, dağıtım elemanı haznesi içerisindeki karıştırma aparatı yardımıyla beton en az bir dakika süreyle karıştırılır (TS11747, 1995).

2.5. Püskürtme Betonda Lif Kullanımı

Betonun zayıf özelliklerinin belirgin olarak iyileştirilmesi ve güçlendirilmesi için beton içerisine değişik malzemeler katılarak teknik özellikleri geliştirilebilmektedir. Beton özelliklerini olumlu yönde değiştirerek iyileştirmek amacıyla taze beton içerisine çeşitli yöntemlerle değişik miktarlarda katılan, belirli boy/çap (narinlik oranı) oranına sahip olan metalik, polimerik, mineral veya tabii yapıdaki malzemelere lif (fiber) denilir.

Lifler; çelik, plastik, cam gibi değişik malzemelerden farklı tip ve boyutlarda üretilmektedirler. ACI (Amerikan Beton Enstitüsü) komitesi bir lifi tanımlayan en iyi nümerik parametrenin lif boyunun eşdeğer lif çapına bölünmesiyle elde edilen “boy/çap” (aspect ratio) oranı olduğunu kabul eder. Bu orana kısaca “narinlik oranı” da denilmektedir. Eşdeğer lif çapı ise; alanı lifin kesit alanına eşit bir dairenin çapı olarak tanımlanmaktadır. Lifi tanımlayan diğer etkenler ise lifin geometrik yapısı ve çekme gerilmesidir. Beton içerisinde yaygın olarak kullanılan lifler; çelik, polipropilen, karbon ve alkali dirençli cam liflerdir (Kozak, 2013). Çizelge 2.3’de görülen lif tipleri içinde en yaygın kullanılan çelik lif olmakla birlikte sentetik lifler (polipropilen, polivinil alkol vb.) de püskürtme betonda yaygın olarak kullanılmaktadır (Ayış, 2010).

Çizelge 2.3. Değişik lif tiplerine ait mekanik büyüklükler (Ayış, 2010)

Lif Cinsi	Çekme Dayanımı (MPa)	Elastisite Modülü (GPa)	Maksimum Şekil Değişirme (%)	Yoğunluk (ton/m ³)
Çelik	1100-2760	200	0.5-35	7.8
Polipropilen	552-759	3.5	25	0.9
Akrilik	207-414	2.1	25-45	1.1
Asbestler	552-966	83-138	0.6	3.2
Pamuk	414-690	4.8	3-10	1.5
Cam	1035-3795	69	1.5-35	2.5
Naylon	759-828	4.1	16-20	1.1
Polyester	724-863	8.3	11-13	1.4
Pamuk-Yün	414-621	6.9	10-25	1.5

Püskürtme beton çeşitli tiplerde çelik veya sentetik lifler de içerebilir ve lifli uygulaması da oldukça yaygındır. Lifli püskürtme beton lif miktarına bağlı olarak bazı uygulamalarda hasır donatı miktarını azaltabilir veya hasır donatıya alternatif olabilir. Yüksek performanslı polipropilen liflerin püskürtme betonda kullanılmasıyla püskürtme betonun tokluk ve sünekliğinin arttığı deneysel çalışmalarla gösterilmiştir. Lifli püskürtme betonlarda yüksek performanslı polipropilen liflerin çelik liflere göre daha az geri sekme yaptığı gösterilmiştir (Yazıcı, 2014).

Püskürtme betonda çelik liflerin kullanımındaki öncelikli amaç, çelik hasır donatının yerleştirilmesindeki zorlukların ve zaman kayıplarının azaltılması, hatta ortadan kaldırılmasıdır (Ayış, 2010).

Püskürtme betonda 60 N/mm^2 gibi dayanımlar, çelik hasır kullanmadan sağlanabilmekte, böylelikle işçilik malzeme ve zamandan % 15-26'ya varan tasarruflar sağlanabilmektedir. Daha yüksek mukavemetin erken sağlanmasıyla püskürtme beton kalınlığının % 20-25 oranında azalarak ekonomi sağlanabilir. Çelik lifler püskürtme betona yüksek darbe dayanımı, kesme dayanımı ve çekme dayanımı kazandırır, bu da daha az bir kalınlıkla daha fazla yükün taşınabilmesi demektir (Sümer, 1994).

Genellikle beton karışımlarında kullanılan çelik liflerin narinlik oranı 50 ile 100 ve polipropilen liflerin boyları ise 12 ile 50 mm arasında değişmektedir. Betona katılma oranları çelik lifler için hacimce % 0.5-% 2.5 ve polipropilen lifler için ise % 0.1-% 0.5 arasında değişmektedir (Karahana, 2006).

2.5.1. Sentetik lifler

Sentetik liflerin betona katılması dayanıklılık, süneklik ve darbe direncini belirli bir ölçüde artırır. Buna karşın rötre çatlakları ve geri sızrama miktarında önemli azalma söz konusudur. Artan uygulama verimliliği, güvenlik ve kolaylaşan lojistik de diğer önemli özellikleridir. Madencilik uygulamaları için püskürtme betonda sentetik liflerin kullanılma potansiyeli, yüksek performanslı polimer liflerin geliştirilmesi ile birlikte önemli ölçüde artmıştır. Yüksek çekme dayanımı ve bazı durumlarda sıkıştırılmış şekil performansı sonuçları, çelik lifli püskürtme betona benzer özellik

göstermektedir. Sentetik lifler, püskürtme betona ağırlıkça 7.0-13.5 kg/m³ (hacimce % 0.75-1.5) oranında katılmaktadır (Ayış, 2010).

Sentetik liflerin püskürtme betonda kullanımının başlıca nedenleri: Püskürtme betonun su geçirimsizliğini kılcal çatlakları önleyerek artırır.

- Çelik liflere nazaran daha az ekipman bakım masrafı çıkarması ve püskürtme betonun büzülmesini azaltarak daha homojen bir yapı oluşturur.
- Tek tek kalın bir püskürtme beton tabakasının uygulanmasına olanak sağlayarak zaman ve işçilikten % 20'ye varan tasarruf yapılabilir.
- Çelik lifler gibi paslanma problemleri yoktur ve daha ucuzdurlar (Sümer, 1994).

2.5.2. Polipropilen lif

Polipropilen lif insanlık tarihi kadar eski olan doğal mikro donatı saman ve hayvan kılları kullanımının günümüz teknolojisine uyumlaştırılmış halidir (Karahana, 2006). Polipropilen lifler, malzeme olarak termoplastiklerin içinde yer alan ve oldukça hafif bir polimerdir. Günlük hayatta kullanılan plastiklerin hemen hemen yarısının hammaddesini oluşturur (Açıkgeç vd., 2012).

Polipropilen lif beton, sıva, harç ve püskürtme beton uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Polipropilen elyafları %100 polipropilen esaslı olup, kullanımında ilave işçilik gerektirmeyen, kolay uygulanabilen, betonun ve sıvanın kalitesini artırmak için kullanılan çürümeyen bir üründür. Polimer liflerden betona katılan ve en iyi sonucu veren ve en yaygın kullanılan polipropilen liflerdir. Polipropilen lif betonun içinde üç boyutlu bir mikro donatı ağ oluşturarak, betonda doğal olarak varlığı kabullenilen eksiklik ve zaafı azaltıp betonun bazı özelliklerini iyileştirebilirler. Polipropilen lifleri hasır demir, metal elyaf ve kümes filesi gibi alternatif donatı sistemleri ile karşılaştırıldığında en hafif mikro donatı sistemidir. Metrekare başına ağırlığı 90 gram ila 200 gram arasındadır. Bu nedenle yapıya diğer donatı sistemleri kadar ölü donatı ağırlığı vermezler (Karahana, 2006).

Beton veya sıvada polipropilen lifli betonun en önemli etkisi, beton dökümünden sonraki ilk birkaç saat içinde plastik büzülmeden dolayı oluşacak çatlakları kontrol

Çizelge 2. 4. Polipropilen liflerin teknik özellikleri (Karahana, 2006).

Tip	Fibrilize	Multifilament	Fibrilize
Polipropilen (%)	100	100	92
Ürün Tipi	Standard F	Standard M	Paint
Yoğunluk (kg/lt)	0.91	0.91	1.00
Kesit	Karesel	Yuvarlak	Karesel
Kalınlık (μ)	36	18	-
Renk	Transparent	Transparent	Renkli
Görünüm	Visible	Invisible	Visible
Gerilme Dayanımı (N/mm ²)	500	700	500
Young Modülü (N/mm ²)	7161.20	7161.20	7161.20
Uzama (%)	Max 10	Min 100	-
Uzunluk (mm)	3-6-9-12-15-19-25-31-37-46-51		

Püskürtme sıva ve beton (shotcrete) uygulamalarında çelik hasır her zaman iyi sonuç vermeyebilir. Polipropilen lif kullanmak, geri düşmeyi azaltarak kaliteyi artırır ve malzeme israfını önler. Oluşturduğumuz tabaka sürekli, çatlaksız ve yarıksız olur. Tutunma kabiliyeti yüksek ve geçirimsiz bir yapı elde edilebilir. Özellikle büyük kot farklarında çalışmayı kolaylaştırır, kimyasallara karşı dayanım sağlar. Betonunuzu ve içindeki donatıyı korozyona karşı korunmasına yardımcı olurlar. Uygulamada oluşan çatlak ve yarıklar yapının ömrünü kısaltır. Buralardan sızan sular ek maliyetlere ve iş zorluğuna sebep olur. Bu etki zaman zaman yapının zarar görmesine ve yeniden inşa edilmesine sebep olabilir (Karahana, 2006).

2.6. Püskürtme Betonda Geri Sekme

Kuru çimento ve kum karışımı hortumun ucundan geçerken su, aradaki ışmsal (radyal) geçişler boyunca itilir ve geçen malzemeyi ıslatır. Malzemenin hortumun ucundan aktığı andaki hızının yüksek olması nedeniyle tam ve üniform ıslatma mümkün değildir. Homojen bir bileşim oluşturmak için hortumun ucu sürekli elle

idare edilmelidir ki böylece dağıtılsın ve yüzeye çarptığında karışsın. Bu yüzden hortumu tutan kişinin, elle idaresi zor olmasına rağmen, hortumun ucunu sürekli küçük daireler şeklinde döndürmesi yaygın bir uygulamadır. Sonuç olarak işin kalitesi hortumu tutan kişinin özen ve yeteneğine bağlıdır.

Uygulama başladığında, karışımda ve yerleştirmede tutarlılık olmayabilir. Püskürtmenin fiziksel özellikleri hem alt tabakaya, hortum ucunun yönüne hem de yerleştirme anında malzemenin çarpma hızına önemli derecede bağlıdır. Tabanca, uygulamaya göre değişmek üzere 0.50 m–1.50 m mesafede tutularak uygun sonuç alınabilir. Uzak tutulan tabanca donatının arkasını yeterli betonla dolduramayacağı için, zayıf kesitler meydana gelir ve buralarda kalan malzeme ilerde beton yüzünde çatlaklara sebep olabilir. Fazla yakın tutulan tabancada ise, yüzeye yapışmadan sıçrayan beton fazla olur (Çakıroğlu vd., 2009).

Püskürtülen betonun bir kısmı püskürtme yerindeki sert yüzeye, donatıya veya daha evvel yapılan betona çarparak geri sıçrar. Bu geri sıçrayarak kullanılamaz hale gelen beton oranı püskürtme basıncı, çimento ve su miktarı, agreganın en büyük dane büyüklüğü, donatının miktar ve şekli ile püskürtme tabakasının kalınlığına bağlıdır. Bunlarda değişiklik yapılarak azaltılabilirse de, püskürtme yüzeyinin eğimi önemlidir.

Genel olarak sıçrama oranı döşeme gibi yatay yüzeyler için % 5~15, duvar gibi düşey yüzeyler için % 15~30 iken, tavanlarda yapılan uygulamada bu oran % 25~50 arasında değişir. Sıçrama başlangıçta büyük olursa da, daha sonra ilk betonun yüzeye yapışmaya başlamasıyla azalır. Daha çok iri veya çimento hamuru ile sarılmamış malzeme geri sıçradığı için, yüzeyde kalan betonun çimento miktarı yüksektir. Bu, betonun dayanımını arttırsa da, betonu büzülme çatlaklarına karşı hassas duruma getirir. Ayrıca, danelerin sıçraması sonucu betonda daha ince daneli agrega çoğalır, az da olsa elek eğrisi değişir. Geri sıçrayan çimento miktarı az olup 50 kg/m³ civarında değişir. Tabancanın püskürtme yüzeyine dik tutulmaması veya sallanması, karışım suyunun az olması sıçramayı arttırıcı yönde etkiler. Sıçrayan beton, ne yapışan betona katılmalı ve ne de püskürtme betonun hazırlanmasında kullanılan malzemeye karıştırılmamalıdır (Celep ve Kumbasar, 2000).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında TÜBİTAK 111M335 nolu “Düzlem Dışı Yüklenen Yığılma Yapıların Polipropilen Lifli Kuru Karışım Püskürtme Betonla Güçlendirilmesi” isimli projede tuğla duvar numunelerin güçlendirilmesi amaçlı uygulanan kuru karışım püskürtme betonun uygulama esnasında geri seken malzemesi parke taşı üretiminde kullanılmıştır.

TÜBİTAK projesi kapsamında üç seri halinde püskürtme beton uygulaması yapılmıştır. Birinci seri yalın, ikinci seri 5 kg/m³ polipropilen lif katkı ve 2 kg/m³ püskürtme elyafı ilaveli ve üçüncü seri 9 kg/m³ polipropilen lif katkı ve 2 kg/m³ püskürtme elyafı ilaveli olmak üzere 3 farklı kuru karışım püskürtme beton karışımı yapılmıştır.

Tez çalışmasında öncelikle kuru karışım püskürtme beton uygulamasında geri seken malzemenin parke taşı üretiminde kullanılabilirliğini belirleyebilmek amacıyla standartlara uygun olarak her biri 5 gözlü olacak şekilde 2 adet beton parke taşı kalıbı üretilmiştir. Üretilen kalıplara geri seken malzeme doldurularak toplamda 29 adet beton parke taşı numunesi elde edilmiştir. Numunelerden 10 tanesi 5 kg/m³ polipropilen lif katkı, 10 tanesi 9 kg/m³ polipropilen ve 9 tanesi ise yalın olacak şekilde tayin edilmiştir.

Birinci seri olarak üretilen 9 adet yalın numunenin 4 adedi aşınma dayanımı için 5 adedi ise yarmada çekme dayanımı için ayrılmış ve buna göre kodlanmıştır. İkinci serideki 10 adet 5 kg/m³ polipropilen lif katkı numunelerden 5 adedi aşınma dayanımında geri kalan 5 adet ise yarmada çekme dayanımı deneyinde kullanılmak üzere ayrılmış ve kodlanmıştır. Üçüncü serideki 10 adet 9 kg/m³ polipropilen lif katkı numunelerde ikinci seride olduğu gibi, 5 adedi aşınma dayanımı için geri kalan 5 adedi de yarmada çekme dayanımı için ayrılmış ve kodlanmıştır. Aşınma dayanımı deneyi uygulanacak numuneler (AD) yarmada çekme dayanımı deneyi uygulanacak numuneler ise (YÇD) şeklinde isimlendirilmiştir. Aşınma dayanımı deneyi uygulanacağı sırada yalın numunelerden 1 tanesi zarar görmüş ve

kullanılmaz hale gelmiştir. Kalan 3 numune deney için kesilerek 6 parçaya toplamda ise 18 parçaya ayrılmıştır. Yine 5 kg/m³ ve 9 kg/m³ polipropilen lif katkılı numuneler de deney için kesilerek 6'şar parçaya toplam ise her biri 30 adet olmak üzere toplam 60 parçaya ayrılmıştır. Parke taşı numuneleri TS 2824 EN 1338, 2005'e uygun olarak başta su emme tayini olmak üzere sırasıyla boyut muayenesi, yarmada çekme dayanımı ve aşınma dayanımı deneylerine tabi tutulmuştur. Tez çalışması kapsamında yapılan tüm deneyler ve her bir serideki numunelere ait yapılan kodlamalar Çizelge 3.1 ve Şekil 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Serilerde yer alan numuneler

Seri No	Numune Tipi	Üretilen Adet	Kod No	Yapılan Deneyler	Kod No
1	Yalın	9 Adet	Y0	Yarmada Çekme Dayanımı	YÇD
2	5 kg/m ³ polipropilen lif katkılı	10 Adet	P 5	Aşınma Dayanımı Su Emme Tayini	AD SET
3	9 kg/m ³ polipropilen lif katkılı	10 Adet	P 9	Çalışma Boyutu Muayenesi	ÇBM



Şekil 3.1. Üretilen parke serileri

3.1.1. Kuru karışım püskürtme beton

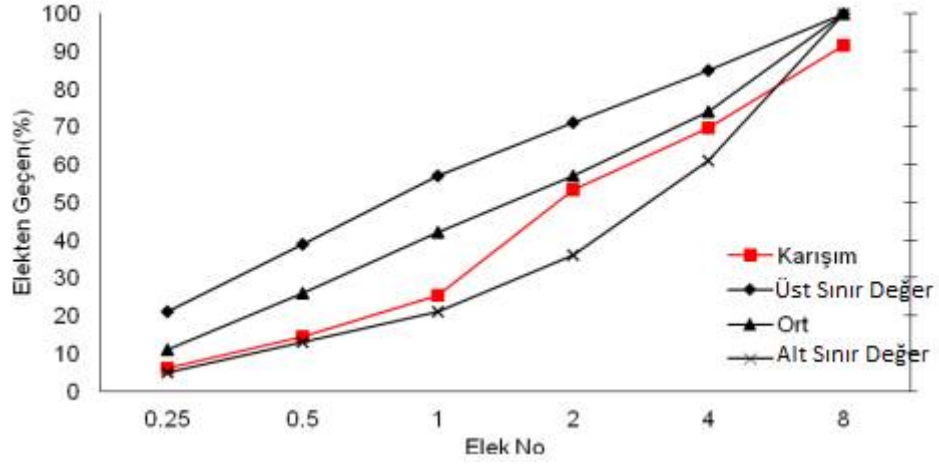
Parke taşlarının üretiminde TÜBİTAK 111M335 nolu “Düzlem Dışı Yüklene Yığma Yapıların Polipropilen Lifli Kuru Karışım Püskürtme Betonla Güçlendirilmesi” isimli projede tuğla duvar numunelerin güçlendirilmesi amaçlı uygulanan kuru karışım püskürtme betonun geri seken malzemesi kullanılmıştır.

TÜBİTAK Projesi çalışmasında; tuğla duvarların polipropilen lifli kuru karışım püskürtme beton ile çelik hasır uygulaması üzerine kuru karışım püskürtme betonla güçlendirilmesinin duvar davranışı ve dayanımı üzerindeki etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. Deneysel çalışmada yalın, 5 kg/m³ polipropilen lif ve 2 kg/m³ püskürtme elyafı ilaveli ve 9 kg/m³ polipropilen lif ve 2 kg/m³ püskürtme elyafı ilaveli kuru karışım püskürtme beton ile güçlendirme uygulaması yapılmıştır. Çalışmada polipropilen lif olarak kohezyonu arttıran, segregasyonu azaltan, alkaliye dayanıklı ve pompa ve hortumda aşınmayı azaltan makro/monofil (tek filament) tip kullanılmıştır. Elyaf olarak ise, ENDURO HPP45 polyolefin yüksek performanslı makro-mono filament elyaf kullanılmıştır. Güçlendirme çalışmalarında kullanılan kuru karışım püskürtme betonun uygulanması esnasında geri sıçrayarak atık olarak nitelendirilen beton bu tez çalışmasında parke taşı üretiminde kullanılmıştır.

Kuru karışım püskürtme beton TS11747, 1995 standardına uygun olarak Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı ve Deprem Mühendisliği Laboratuvarında üretilmiştir.

Püskürtme beton uygulamasında en büyük agrega dane boyutu hortumdaki tıkanmaları önlemek ve en büyük agrega dane çapının, dağıtım hortum çapının 1/3'ünden büyük olmamasına dikkat edilerek 8 mm olarak seçilmiştir. Karışım kuru olduğu için, hortumda tıkanıklık yaşanmaması ve uygulama esnasında fazla toz oluşumunu engellemek amacıyla agrega mikserde % 4 civarında nemlendirilmiştir. Püskürtme betonun çimento miktarı 500 kg/m³ olarak seçilmiştir. Agreganın % 70'i 0-5 mm, % 30'u ise 5-8 mm arasında olacak şekilde düzenlenmiştir. Kuru karışımın hazırlanmasında ağırlık esas alınmıştır. Su/çimento oranı hortum ucundaki vana vasıtasıyla operatör tarafından ayarlanmıştır. Püskürtme beton uygulamasında kullanılan çimento CEM II 42.5 olup Göлтаş Çimento tarafından üretilmiştir. Katkı

olarak kuru karışım püskürtme sistemine uygun, geri sekme miktarını önemli ölçüde azaltan Sigunit Toz AL çimento dozajının % 5.5 olarak kullanılmıştır. Uygulamasında kullanılan su, içilebilir sudur. Kuru karışım püskürtme betonda kullanılan agrega dane dağılımı eğrileri Şekil 3.2’de verilmiştir (TÜBİTAK 111M335, 2013).



Şekil 3.2. Agrega dane dağılım eğrisi (TÜBİTAK 111M335, 2013)

Kuru karışım püskürtme beton uygulamasında kullanılan kuru karışım püskürtme beton makinesi Şekil 3.3’de görülmektedir.



Şekil 3.3. Kuru karışım püskürtme beton makinesi (TÜBİTAK 111M335, 2013)

Uygulama öncesinde karışımın iletiminde sabit bir basınç olması ve yeterli bir püskürtme hızı ile çalışabilmesi için kompresörden alınacak basınçlı hava ve su akışı kontrol edilmiştir. Bu işlemler uygulama aşamasında da devam etmiştir. Çimento ve

agrega beton mikserinde homojen olarak karıştırılmıştır. Kuru karışım, homojen olacak şekilde karıştırıldıktan sonra katkı ilavesiyle püskürtme ekipmanının kovasına dökülerek basınçlı hava ile dağıtım elemanına gönderilmiş ve iç çapı 58 mm olan bir hortum içinde püskürtme ucuna iletilmiştir. Püskürtme tabancasının ucuna gelen kuru karışıma giren su miktarı püskürtme operatörü tarafından beton püskürtülürken hortum ucundan ayarlanarak verilmiştir. Püskürtme tabancası tuğla duvar numunesi üzerine dik ve uygun mesafede tutularak yapılmıştır (Şekil 3.4) (TÜBİTAK 111M335, 2013).



Şekil 3.4. Tuğla duvar numunelerine kuru karışım püskürtme beton uygulanması (TÜBİTAK 111M335, 2013)

Tuğla duvarların yüzeyine yapışmayıp geri seken malzeme, karışıma ilave edilmeyerek toplanmış ve daha önceden hazırlanan parke taşı kalıplarına doldurulmuştur (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Geri seken malzeme

3.1.2. Beton parke taşı kalıbının hazırlanması

Çalışmada ilk olarak; TS 2824 EN 1338 2005'e uygun olarak 198 x 163 mm ebatlarında ve 80 mm yüksekliğinde her birinde 5 adet göz olmak üzere toplam 10 gözlü saç malzemedeki kilitli parke taşı kalıpları yaptırılmıştır. Hazırlanan bu kalıplara püskürtme beton uygulaması esnasında geri seken beton malzeme doldurulmuştur. Kalıpların görünüşleri Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6. Beton kilitli parke taşı kalıpları

Üretilen parke taşı kalıplarına astar çekilmiş ve köşe-kesişim noktaları silikonlanarak numunelerin kalıptan düzgün çıkması amaçlanmıştır. Yağlanarak numune almaya hazır hale getirilen parke taşı kalıpları püskürtme beton uygulaması sırasında geri seken malzeme ile doldurularak sarsma tablasına alınmış ve sarsma işlemine tabi tutulmuştur. Serin ve nemli bir yerde muhafaza edilen kalıplar 24 saat sonra açılarak parke taşı numuneleri çıkarılmış ve kalıptan çıktıktan sonra ilk tartımları yapılarak kür havuzuna yerleştirilmiştir. Yapılan çalışmaların aşamalarını gösteren fotoğraflar Şekil 3.7-3.15'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Parke taşı kalıplarına astar çekilmesi



Şekil 3.8. Parke taşı kalıplarının silikonlanması



Şekil 3.9. Parke taşı kalıplarının yağlanması



Şekil 3.10. Geri seken malzemenin kalıplara doldurulması



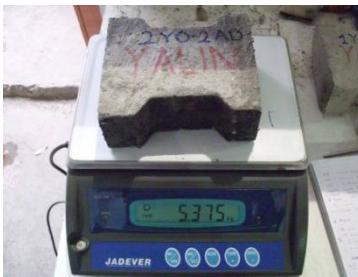
Şekil 3.11. Kalıpların sarsma tablasına alınması



Şekil 3.12. Numunelerin kalıptan çıkarılması



Şekil 3.13. Yalın, P5 ve P9 parke taşı numuneleri



Şekil 3.14. Numunelerin tartılması



Şekil 3.15. Numunelerin kür havuzuna yerleştirilmesi

Kuru karışım püskürtme beton uygulaması esnasında geri seken malzeme ile üretilen parke taşı numuneleri kür havuzundan çıkartıldıktan sonra;

- Yalın (Y0),
- 5 kg/m³ polipropilen lif katkılı (P5) ve 9 kg/m³ polipropilen lif katkılı (P9) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.

3.2. Deneysel Çalışma

Deneysel çalışma kapsamında yalın (Y0), elyaf oranları sabit olmak üzere 5 kg/m³ polipropilen lifli (P5) ve 9 kg/m³ polipropilen lifli (P9) olmak üzere üç gruba ayrılan parke taşı numunelerine su emme tayini, boyut muayenesi, yarmada çekme dayanımı ve aşınma dayanımı deneyleri sırası ile uygulanmıştır.

Deneylerden elde edilen bulgular standartlar ile karşılaştırılmış ve geri seken malzemenin parke taşı üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Numunelere uygulanan deneyler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Numunelere uygulanan deneyler

Deneyler	Yalın	5 kg/m ³	9 kg/m ³
		Polipropilen Lifli	Polipropilen Lifli
AD ÇBM SET	1Y0-1AD	1P5-1AD	1P9-1AD
	2Y0-2AD	2P5-2AD	2P9-2AD
	3Y0-3AD	3P5-3AD	3P9-3AD
	4Y0-4AD	4P5-4AD	4P9-4AD
	-	5P5-5AD	5P9-5AD
AD ÇBM SET	6Y0-1YÇD	6P5-1YÇD	6P9-1YÇD
	7Y0-2YÇD	7P5-2YÇD	7P9-2YÇD
	8Y0-3YÇD	8P5-3YÇD	8P9-3YÇD
	9Y0-4YÇD	9P5-4YÇD	9P9-4YÇD
	10Y0-5YÇD	10P5-5YÇD	10P9-5YÇD

3.2.1. Su emme tayini

Üretilen parke taşı numunelerine TS 2824 EN 1338, 2005'e uygun olarak su emme tayini deneyi yapılmıştır. Bu deneyde numuneler (20±5)°C sıcaklıktaki ortamda bekletildikten sonra sabit kütleye ulaşmaya kadar suya batırılmış ve daha sonra kurutularak değişmez kütleye ulaşması sağlanmıştır. Numunelerin su emme değerlerinin hesaplanmasında Formül 3.1. kullanılmıştır.

$$W_a = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \% \quad (3.1)$$

Burada;

W_a = Su emme oranı

M_1 = Deney numunesinin ilk kütlesi, (g)

M_2 = Deney numunesinin son kütlesi, (g)

Su emme miktarı Çizelge 3.3'e göre tayin edilmiştir. Elde edilen değerler buradaki su emme miktarını geçmemelidir (TS 2824 EN 1338, 2005).

Çizelge 3.3. Su emme tayini (TS 2824 EN 1338, 2005)

Sınıf	Sınıf Gösterimi	Su Emme Kütlece (%)
1	A	> % 6 Performans Ölçülmez
2	B	≤ 6 (Ortalama Olarak)

Üretilen parke taşı numuneleri (20 ± 5)°C sıcaklıktaki kür havuzunda suya batırma süresi en az 3 gün olacak şekilde bekletilmiştir. Numunelerin üzerindeki su 20 mm ve numune arası mesafe en az 15 mm olacak şekilde tayin edilmiştir. 24 saat arayla yapılan tartım arası kütle farkı % 0.1' den düşük kaydedilmiş ve numunelerin sabit doygun kütleye ulaştığı kabul edilmiştir. Her bir tartımdan önce numuneler nemli bir bez ile silinerek kurulanmıştır. Su emme sonrası tartım yapılan numuneler Şekil 3.16-3.18'de gösterilmiştir.



Şekil 3.16. Y0 numunesi



Şekil 3.17. P5 numunesi



Şekil 3.18. P9 numunesi

Tartım sonuçları kaydedilen parke taşı numuneleri etüv içerisine yerleştirilmiş ve $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta değişmez sabit kuru kütleye ulaşıncaya kadar kurutulmuştur (Şekil 3.19). Kurutma süresi en az 3 gün olacak şekilde tayin edilmiş ve 24 saat arayla art arda yapılan tartım sonuçları arasındaki kütle farkı % 0.1 den düşük olunca sabit kütleye ulaştığı kabul edilmiştir (Şekil 3.20-3.22). En son tartma işlemi yapılmadan önce numuneler oda sıcaklığında soğuyuncaya kadar bekletilmiştir.



Şekil 3.19. Parke taşı numunelerinin etüve yerleştirilmesi



Şekil 3.20. Y0 numunesinin etüv sonrası tartımı



Şekil 3.21. P5 Numunesinin etüv sonrası tartımı



Şekil 3.22. P9 Numunesinin etöv sonrası tartımı

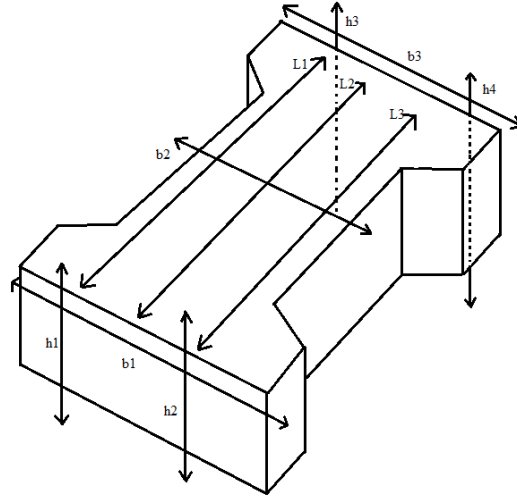
3.2.2. Boyut muayenesi

Üretilen parke taşı numuneleri boyutlarının standartlara uygun olması açısından bu numunelerin çalışma boyutları ölçülmüş ve boyut muayenesi yapılmıştır. Numuneler üzerindeki hasarlı, çatlak ve deforme bölgelerin tanımlanabilirliği açısından gözlem ile yüzey tayini yapılmış ve sınıflandırılmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Gözlem ile yüzey tayini sınıflandırması (Semiz 2006).

YÜZEY TAYİNİ SINIFLANDIRMASI	
Kodlama	
a	Bir Köşe Çatlak
c	İki Köşe Çatlak
d	Üç Köşe Çatlak
e	Dört Köşe Çatlak
f	Çatlak Yok
g	Yüzey Pürüzlü
i	Yüzey Hava Boşluklu
j	Yüzey Bombeli
k	Yüzey Düzgün

Numune ölçülendirme yöntemi Şekil 3.23'de gösterilmiştir.



Şekil 3.23. Numune ölçülendirme yöntemi

Deneye öncesinde parke taşı numunelerinin yüzeyindeki çıkıntı ve çapaklar temizlenerek olabildiğince pürüzsüz bir yüzey elde edilmeye çalışılmıştır. TS 2824 EN 1338, 2005 standartlarına uygun olarak, numuneler 0.01 mm ölçüm yapabilen dijital kumpas ve metal gönye yardımı ile ölçülmüştür. İlk ölçümler köşegenlerden ve farklı noktalardan alınmış ve kaydedilmiştir. Blok kalınlığı yine zıt kenarlardan ve farklı noktalardan alınarak ölçülmüş ortalama kalınlık hesaplanarak kaydedilmiştir. Çalışmada yapılan işlemler Şekil 3.24-3.26’da verilmiştir.



Şekil 3.24. Numunelerin çalışma boyutunun ölçülmesi



Şekil 3.25. Numune kalınlıklarının ölçülmesi



Şekil 3.26. Numunelerin düzlük ve bombelerinin ölçülmesi

Boyut tayini için izin verilen sapmalar Çizelge 3.5’de verilmiştir. Boyut tayini için izin verilen en büyük farklar Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.5. Boyut tayini için izin verilen sapmalar (TS 2824 EN 1338, 2005)

Blok Kalınlığı (mm)	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)
< 100	± 2	± 2	± 3
≥ 100	± 3	± 3	± 4

Bir bloğun kalınlığındaki herhangi iki ölçme değeri arasındaki fark ≤ 3 mm olmalıdır.

Çizelge 3.6. Boyut tayini için izin verilen en büyük farklar (TS 2824 EN 1338, 2005)

Sınıf	Sınıf Gösterimi	En Büyük Fark (mm)
1	J	5
2	K	3

Düzlük ve bombeler için izin verilen sapmalar Çizelge 3.7' de verilmiştir (TS 2824 EN 1338, 2005).

Çizelge 3.7. Düzlük ve bombeler için izin verilen sapmalar (TS 2824 EN 1338, 2005)

Mastar Uzunluğu (mm)	En Büyük Dış Bükeylik (mm)	En Büyük İç Bükeylik (mm)
300	1.5	1.0
400	2.0	1.5

3.2.3. Yarmada çekme dayanımı

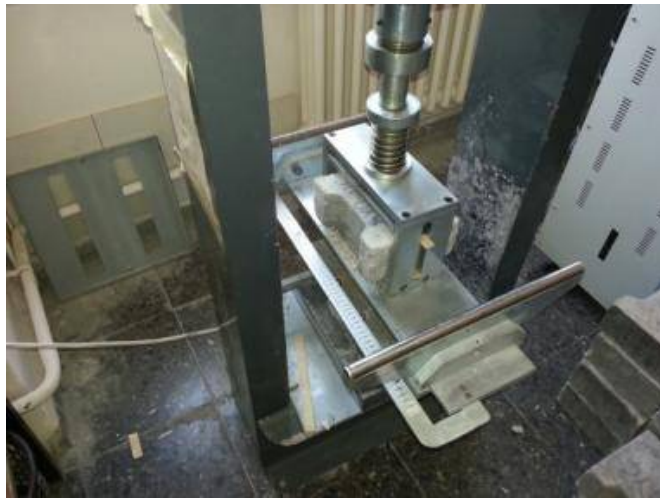
Parke taşı numuneleri üzerinde yapılan bir diğer deney ise yarmada çekme dayanımı deneyidir. Aşınma dayanımı ve yarmada çekme dayanımı için iki gruba ayrılan numunelerden 15 tanesi belirlenerek kodları üzerine yazılmıştır. Numunelerin yüzeyi boyut muayenesinde olduğu gibi çapak ve çıkıntılardan temizlenerek deneye hazırlanmıştır. Parke taşı numuneleri (20 ± 5) °C sıcaklıktaki suya (24 ± 3) saat bırakılıp çıkarılmış ve bir bezle kurularak son aşamaya hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan numune blokları yerleştirme parçaları kullanılarak alt ve üst yükleme başlıklarına temas edecek şekilde deney aletine yerleştirilerek deneye başlanmıştır. Deneysel çalışmada kullanılan test cihazı Şekil 3.27'de yarmada çekme deneyinin aşamaları ise Şekil 3.28-3.31'de gösterilmiştir. Yarmada çekme dayanımı deneyleri Isparta Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Beton Laboratuvarında yapılmıştır.



Şekil 3.27. Yarmada çekme deney aleti



Şekil 3.28. Numunelerin deneye hazırlanması



Şekil 3.29. Numunelerin deney düzeneğine yerleştirilmesi



Şekil 3.30. Deneyin uygulanması



Şekil 3.31. Yarma çekme deneyi sonrası parke taşı numunelerinin görünümü

Numunelerin yarmada çekme dayanım alanını hesaplamak için Formül 3.2 kullanılmıştır.

$$S = l.t \quad (3.2)$$

S: Kırılma Alanı (mm²)

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 kalınlığı, (mm)

Parke numunelerin T dayanımını hesaplamak için Formül 3.3 kullanılmıştır

$$T = 0,637 \text{ kP/S} \quad (3.3)$$

T: Dayanım, (MPa)

P: Kırılma yükü, (N)

k: Düzeltme katsayısı

Düzeltme katsayısı (k) Çizelge 3.7’de verilen değerlere göre hesaplanmıştır. Beton blok kalınlığı; $140 \text{ mm} < t \leq 180 \text{ mm}$ ise $k = 1,3 - 30 (0,18 - t/1000)^2$ eşitliği ile hesaplanır; Beton blok kalınlığı; $t > 180 \text{ mm}$ ise $k=1,3$ alınır veya $t \leq 140 \text{ mm}$ ise k, Çizelge 3.8’den alınır (TS 2824 EN 1338, 2005).

Çizelge 3.8. Düzeltme katsayısı hesabı (TS 2824 EN 1338, 2005).

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

3.2.4. Aşınma dayanımı

Parke taşı numunelerine son olarak aşınma dayanımı deneyi yapılmıştır. Bu deney için öncelikle iki gruba ayrılan parke taşı numunelerinden 13 tanesi belirlenerek üzerlerine kodları yazılmıştır. Aşındırma deney aletine yerleştirilmek üzere numuneler beton kesme makinesinde tutucu plaka ölçülerine uygun olacak şekilde kesilmiştir. Yapılan işlemler Şekil 3.32 – 33’de fotoğraflarla gösterilmiştir.

Aşınmaya karşı direnç sınıfları Çizelge 3.9’da verilmiştir. Deney sonuçlarından hiçbirisi, gerekli değerden daha büyük olmamalıdır (TS 2824 EN 1338, 2005).

Çizelge 3.9. Aşınmaya karşı direnç sınıfları (TS 2824 EN 1338, 2005)

Sınıf	Sınıf Gösterimi	Böhme Deneyi Sonucu Elde Edilen Değer
1	F	> 4 mm Performans Ölçülmez
2	H	$\leq 20\ 000 \text{ mm}^3 / 5\ 000 \text{ mm}^2$
3	I	$\leq 18\ 000 \text{ mm}^3 / 5\ 000 \text{ mm}^2$



Şekil 3.32. Beton parke taşı kesme makinesi



Şekil 3.33. Kesilen parke taşı numuneleri

Numunelerin hacminde meydana gelen azalma oranı aşınma kaybı olarak nitelendirilir bu sebeple deney öncesinde numunelerin her birinin ölçüleri hassas bir ölçüm aleti kullanılarak hesaplanmış ve ağırlıkları kaydedilmiştir. Yapılan işlemler Şekil 3.34 - 35'de sunulmuştur.



Şekil 3.34. Kesilen parke taşı numunelerinin ölçülmesi



Şekil 3.35. Numunelerin ağırlıklarının hesaplanması

Kesilip hazırlanan parke taşı numuneleri cihazın tutucu plakasına yerleştirilip tutucu ağırlık yüklenmiş ve deneye başlanmıştır. Döner diskin üzerindeki deney izinin üzerine 20 gr standart aşındırıcı malzeme konulmuş ve her bir numunenin 4 farklı kenarı için 22 tam tur dönüşte 5 çevrim uygulanmıştır. Her çevrimden sonra disk yüzeyi ve temas eden yüzey temizlenmiştir. Deney sonuçları kaydedilmiş ve sonlandırılmıştır. Yapılan deneysel çalışmanın aşamaları Şekil 3.36-3.38'de gösterilmiştir.



Şekil 3.36. Numune yüzeylerinin temizlenmesi



Şekil 3.37. Aşındırıcı malzemenin konulması



Şekil 3.38. Deneyin uygulanması

Deney sonuçları hesaplanırken numunenin hacmindeki azalma ΔV olarak aşağıda verilen Formül 3.4'den hesaplanır (TS 2824 EN 1338, 2005).

$$\Delta V = \frac{\Delta m}{\rho r} \quad (3.4)$$

Burada:

ΔV = 5 çevrimden sonra hacim kaybı, (mm³)

Δm = 5 çevrimden sonra kütle kaybı, (g)

ρr = Numunenin yoğunluğu, (mm³)

Δl = 5 çevrimden sonra kalınlık azalması, (cm)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Yalın Parke Taşı Numuneleri (Y0)

4.1.1. Su emme tayini

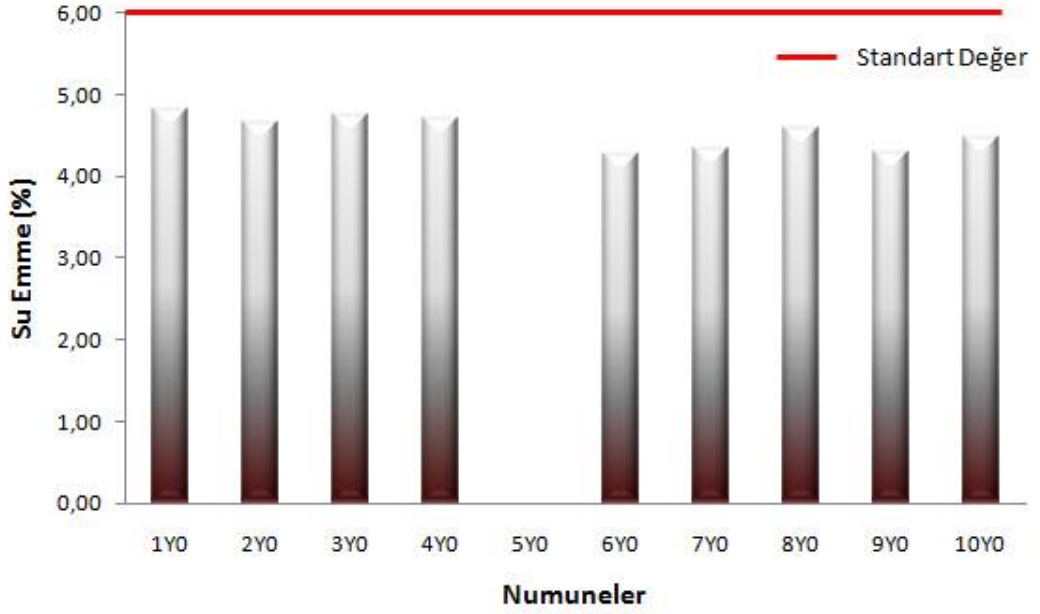
Yalın parke taşı numunelerine yapılan su emme tayini deney sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Y0 serisinin su emme tayini sonuçları

SU EMME TAYİNİ		Grup Ort. (%)	STANDART DEĞER (%)
Numune Kodu	Wa (%)		
1Y0	0.0482	4.55	6
2Y0	0.0466		
3Y0	0.0475		
4Y0	0.0472		
5Y0	-		
6Y0	0.0428		
7Y0	0.0435		
8Y0	0.0460		
9Y0	0.0431		
10Y0	0.0448		

Yapılan deney sonucunda parke taşı numunelerinin su emme oranlarının (TS 2824 EN 1338 2005)’e uygun olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak numunelerin ortalama su emme oranı % 6 değerinden düşük çıkmış ve bir sonraki adıma geçilmeye uygun görülmüştür.

Y0 serisine ait parke taşı numunelerine ait su emme oranlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.1’de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Yalın serinin su emme oranı

4.1.2. Boyut muayenesi

Üretilen parke taşı numuneleri boyutlarının standartlara uygun olması açısından bu numunelerin çalışma boyutları ölçülmüş ve boyut muayenesi yapılmıştır. Numuneler üzerindeki hasarlı, çatlak ve deforme bölgelerin tanımlanabilirliği açısından gözlem ile yüzey tayini yapılmış ve sınıflandırılmıştır. Y0 serisine ait yapılan yüzey tayini Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Y0 serisinin yüzey tayini sonuçları

GÖZLEM İLE YAPILAN YÜZEY TAYİNİ								
Numune Kodu	Yüzey Tayini Kodu							
1Y0	c	-	-	-	-	-	-	-
2Y0	c	-	-	-	-	-	-	-
3Y0	g	-	-	-	-	-	-	-
4Y0	c	g	-	-	-	-	-	-
6Y0	d	-	-	-	-	-	-	-
7Y0	a	-	-	-	-	-	-	-
8Y0	a	-	-	-	-	-	-	-
9Y0	f	-	-	-	-	-	-	-
10Y0	f	-	-	-	-	-	-	-

Yalın parke taşı numunelerine ait ortalama boyut tayini sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Y0 serisinin ortalama boyut tayini sonuçları

BOYUT TAYİNİ ORT.										
(cm)										
Numune Kodu	b1	b2	b3	L1	L2	L3	h1	h2	h3	h4
Yalın	16.60	11.90	16.53	19.70	19.75	19.69	8.23	8.21	8.28	8.23

Yapılan çalışmalar sonunda üretilen parke taşı numunelerinin TS 2824 EN 1338, 2005’e uygun olduğu ve ilerleyen aşamalardaki deneylere başlama açısından herhangi bir sorun teşkil etmediği anlaşılmıştır.

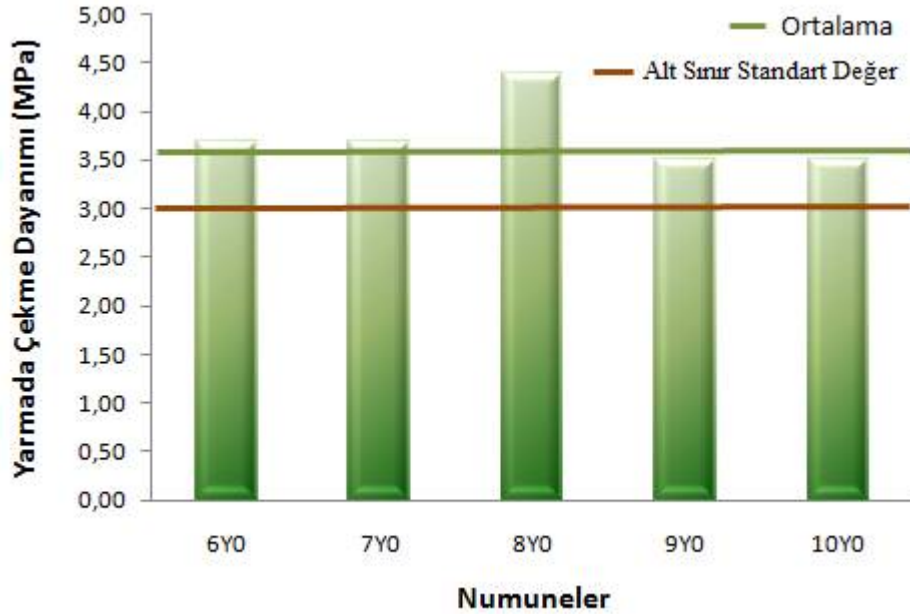
4.1.3. Yarmada çekme dayanımı

Gruplandırılarak kodlanan 15 adet parke taşı numunesine yarmada çekme dayanımı deneyi yapılmış ve numunelerin TS 2824 EN 1338, 2005’e uygun olup olmadığı araştırılmıştır. Yalın numunelere ait sonuçlar Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Y0 serisinin yarmada çekme dayanımı sonuçları

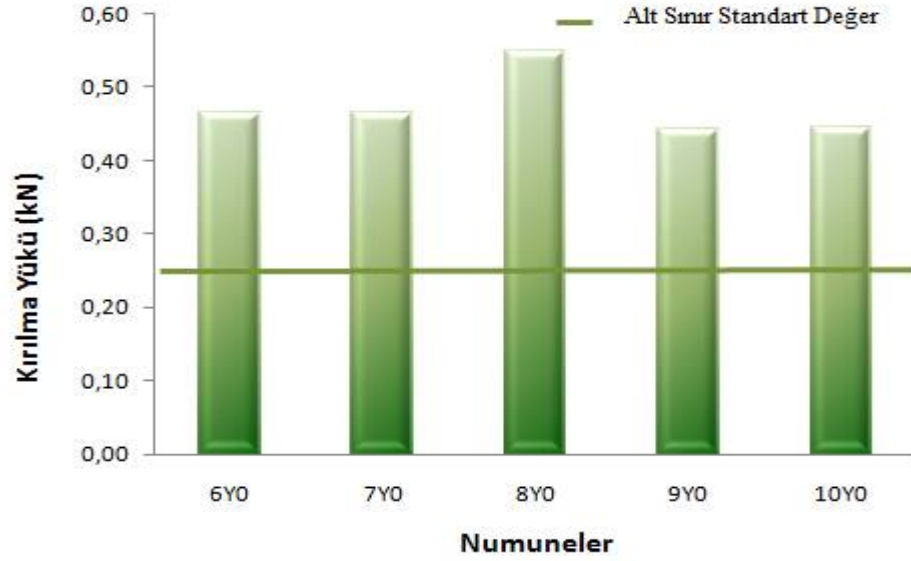
DENEY SONUCU BULUNAN DEĞERLER			STANDART SINIR DEĞERLERİ		
Numune Kodu	Kırılma Yüğü (kN)	Çekme Dayanımı T (MPa)	Çekme Dayanımı T (MPa)		Kırılma Yüğü (kN)
			Ortalama	Alt Sınır	Alt Sınır
6Y0	0.466	3.7	3.6	2.9	0.250
7Y0	0.466	3.7			
8Y0	0.550	4.4			
9Y0	0.442	3.5			
10Y0	0.446	3.5			
ORT.	0.474	3.7	3.7 > 3.6	3.7 > 2.9	0.47 > 0.25

Y0 Serisine ait yarmada çekme dayanım sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Y0 serisinin yarmada çekme dayanımı

Y0 Serisindeki numunelere ait yarmada çekme kırılma yüğü sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Y0 serisinin yarmada çekme kırılma yükü

4.1.4. Aşınma dayanımı

Hazırlanan 15 adet parke taşı numunesine aşınma dayanımı deneyi yapılmış ve sonuçları kaydedilmiştir. Bu seriden 5 adet yalın parke taşı numunesine ait grup içerisinde 2 adet numune zarar görmüş ve aşınma dayanımı deneyi uygulanamayacak hale gelmiştir. Bu sebeple deneye kalan 3 adet numune ile devam edilmiştir. 1 No'lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. 1 No'lu yalın grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	1Y0					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm ³)	ρ_r (gr/cm ³)	ΔV (cm ³)	Δm (gr)	Δl (mm)	F > 4 mm	H ≤ 4 mm	I ≤ 3.6 mm
1Y0-1	192.864	2.3307	0.21453	0.50	0.04291			0.04 mm
1Y0-2	191.835	2.3718	0.37945	0.90	0.07589			0.07 mm
1Y0-3	192.472	2.3120	0.32439	0.75	0.06488			0.06 mm
1Y0-4	191.492	2.3186	0.36660	0.85	0.07332			0.07 mm
1Y0-5	191.835	2.3067	0.39017	0.90	0.07804			0.07 mm
1Y0-6	192.374	2.3054	0.39039	0.90	0.07808			0.07 mm

2 No' lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. 2 No' lu yalın grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	2 Y0					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm ³)	ρ_r (gr/cm ³)	ΔV (cm ³)	Δm (gr)	Δl (mm)	F > 4 mm	H ≤ 4 mm	I ≤ 3.6 mm
2Y0-1	192.325	2.3008	0.36944	0.85	0.07388			0.07 mm
2Y0-2	192.815	2.3131	0.32424	0.75	0.06484			0.06 mm
2Y0-3	193.452	2.2926	0.37077	0.85	0.07415			0.07 mm
2Y0-4	192.815	2.3053	0.39040	0.90	0.07808			0.07 mm
2Y0-5	192.619	2.2921	0.37084	0.85	0.07416			0.07 mm
2Y0-6	192.570	2.3108	0.38947	0.90	0.07789			0.07 mm

3 No' lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. 3 No' lu yalın grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	3Y0					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm ³)	ρ_r (gr/cm ³)	ΔV (cm ³)	Δm (gr)	Δl (mm)	F > 4 mm	H ≤ 4 mm	I ≤ 3.6 mm
3Y0-1	192.619	2.3077	0.39000	0.90	0.07800			0.07 mm
3Y0-2	193.893	2.2977	0.36994	0.85	0.07398			0.06 mm
3Y0-3	194.334	2.2950	0.41394	0.95	0.08278			0.08 mm
3Y0-4	193.501	2.2661	0.37508	0.85	0.07501			0.07 mm
3Y0-5	193.599	2.2624	0.39780	0.90	0.07956			0.07 mm
3Y0-6	194.874	2.1989	0.38656	0.85	0.07731			0.07 mm

4.2. 5 kg/m³ Polipropilen Lif Katkılı Parke Taşı Numuneleri (P5)

4.2.1. Su emme tayini

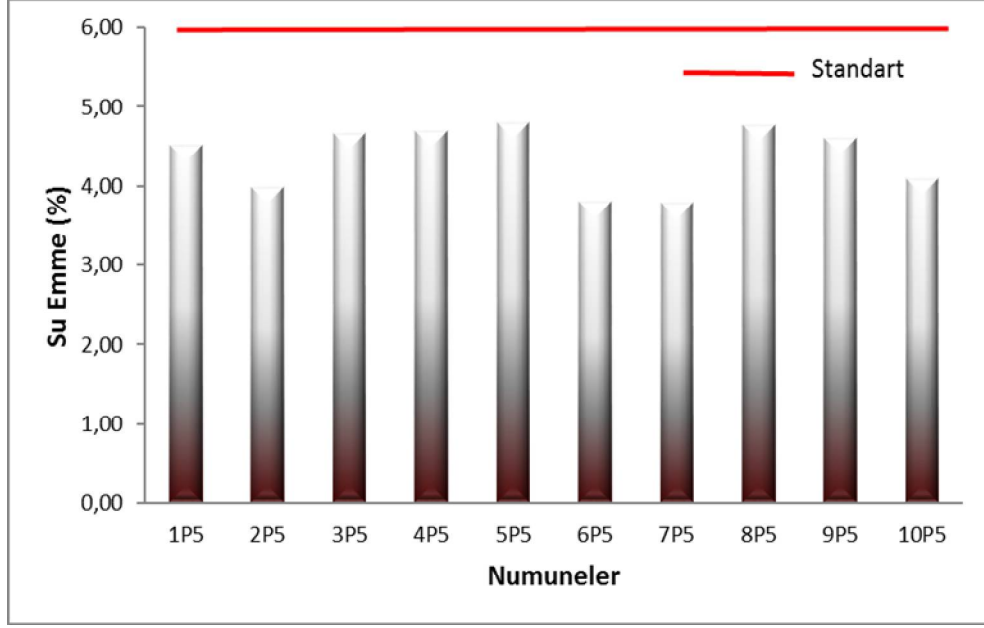
5 kg/m³ polipropilen lif katkılı parke taşı numunelerine ait su emme tayini sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. P5 serisinin su emme tayini sonuçları

SU EMME TAYİNİ		Grup Ort. (%)	STANDART DEĞER (%)
Numune Kodu	Wa (%)		
1P5	0.0451	4.37	6
2P5	0.0399		
3P5	0.0467		
4P5	0.0470		
5P5	0.0488		
6P5	0.0380		
7P5	0.0379		
8P5	0.0477		
9P5	0.0461		
10P5	0.0410		

Yapılan deney sonunda 5 kg/m³ polipropilen lif katkılı parke taşı numunelerine ait su emme tayini sonuçları % 6’dan düşük çıkmış ve TS 2824 EN 1338, 2005’e uygun olduğu tespit edilmiştir.

P5 serisine ait parke taşı numunelerine ait su emme oranlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.4’de sunulmuştur.



Şekil 4.4. P5 serinin su emme oranı

4.2.2. Boyut muayenesi

Üretilen 5 kg/m^3 polipropilen lif katkılı parke taşı numunelerinin boyutlarının standartlara uygun olması açısından bu numunelerin çalışma boyutları ölçülmüş ve boyut muayenesi yapılmıştır. Numuneler üzerindeki hasarlı, çatlak ve deforme bölgelerin tanımlanabilmesi açısından yüzey tayini yapılmış ve sınıflandırılmıştır. (bkz. Çizelge 4.2).

5 kg/m^3 polipropilen lif katkılı parke taşı numuneleri yüzey tayinine ait sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. P5 serisinin yüzey tayini sonuçları

GÖZLEM İLE YAPILAN YÜZEY TAYİNİ									
Numune Kodu	Yüzey Tayini Kodu								
1P5	a	k	-	-	-	-	-	-	-
2P5	a	i	g	-	-	-	-	-	-
3P5	k	i	f	-	-	-	-	-	-
4P5	a	i		-	-	-	-	-	-
5P5	i	k	f	-	-	-	-	-	-
6P5	i	k	f	-	-	-	-	-	-
7P5	i	k	f	-	-	-	-	-	-
8P5	i	k	f	-	-	-	-	-	-
9P5	i	k	f	-	-	-	-	-	-
10P5	i	k	f	-	-	-	-	-	-

5 kg/m³ polipropilen lif katkılı parke taşı numunelerine ait ortalama boyut tayini sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. P5 serisinin ortalama boyut tayini sonuçları

BOYUT TAYİNİ ORT.										
(cm)										
Numune Kodu	b1	b2	b3	L1	L2	L3	h1	h2	h3	h4
P5	16.64	11.99	16.64	19.51	19.67	19.67	8.29	8.29	8.22	8.33

Yapılan çalışmalar sonunda üretilen 5 kg/m³ polipropilen lif katkılı parke taşı numunelerinin TS 2824 EN 1338, 2005'e uygun olduğu ve ilerleyen aşamalardaki deneylere başlama açısından herhangi bir sorun teşkil etmediği anlaşılmıştır.

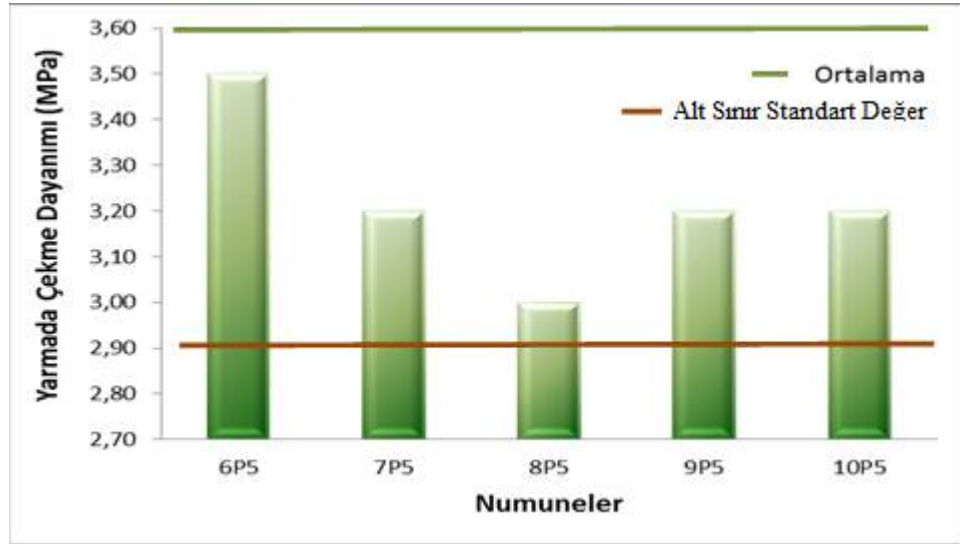
4.2.3. Yarmada çekme dayanımı

Yarmada çekme deneyi için ayrılmış 15 adet parke taşı numunesinden 5 kg/m³ polipropilen lif katkılı olan 5 tanesi deneye tabi tutulmuş ve aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir. 5 kg/m³ polipropilen lif katkılı numunelere ait sonuçlar Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. P5 serisinin yarmada çekme dayanımı sonuçları

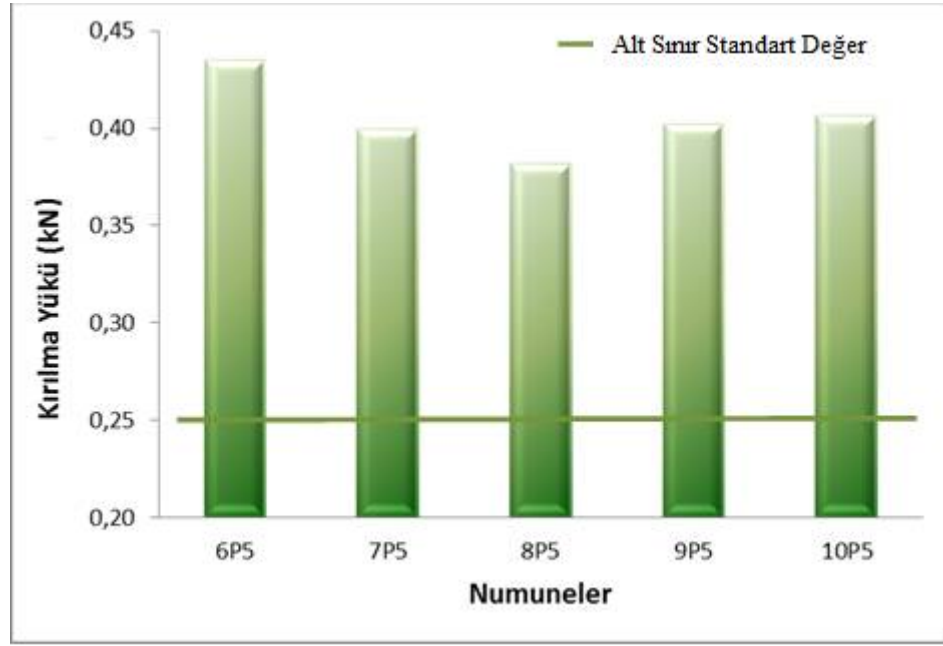
DENEY SONUCU BULUNAN DEĞERLER			STANDART SINIR DEĞERLERİ		
Numune Kodu	Kırılma Yüğü (kN)	Çekme Dayanımı T (MPa)	Çekme Dayanımı T (MPa)		Kırılma Yüğü (kN)
			Ortalama	Alt Sınır	Alt Sınır
6P5	0.435	3.5	3.6	2.9	0.250
7P5	0.400	3.2			
8P5	0.382	3.0			
9P5	0.402	3.2			
10P5	0.407	3.2			
ORT.	0.405	3.2	3.2 < 3.6	3.2 > 2.9	0.405 > 0.250

P5 Serisine ait yarmada çekme dayanım sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5. P5 serisinin yarmada çekme dayanımı

P5 Serisindeki numunelere ait yarmada çekme kırılma yüğü sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. P5 serisinin yarmada çekme kırılma yükü

4.2.4. Aşınma dayanımı

Bu seriden 5 adet 5 kg/m^3 parke taşı numunesine ait gruplardan 1 No'lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. 1 No' lu P5 grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	1 P5					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm ³)	ρ_r (gr/cm ³)	ΔV (cm ³)	Δm (gr)	Δl (mm)	F > 4 mm	H ≤ 4 mm	I ≤ 3.6 mm
1P5-1	194.579	2.3101	0.216439	0.50	0.04328			0.04 mm
1P5-2	194.873	2.2758	0.307579	0.70	0.06151			0.06 mm
1P5-3	194.285	2.2107	0.339264	0.75	0.06785			0.06 mm
1P5-4	191.982	2.2841	0.350252	0.80	0.07000			0.07 mm
1P5-5	191.198	2.2437	0.222841	0.50	0.04456			0.04 mm
1P5-6	194.971	2.3157	0.323872	0.75	0.06477			0.06 mm

2 No'lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4. 13 2 No' lu P5 grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	2 P5					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm ³)	pr (gr/cm ³)	ΔV (cm ³)	Δm (gr)	Δl (mm)	F > 4 mm	H ≤ 4 mm	I ≤ 3.6 mm
2P5-1	187.964	2.3409	0.256315	0.60	0.05126			0.05 mm
2P5-2	187.719	2.3146	0.259221	0.60	0.05184			0.05 mm
2P5-3	193.011	2.2874	0.327878	0.75	0.06557			0.06 mm
2P5-4	192.766	2.3344	0.278440	0.65	0.05568			0.05 mm
2P5-5	195.314	2.3193	0.282252	0.65	0.05605			0.05 mm
2P5-6	194.530	2.2927	0.261700	0.60	0.05234			0.05 mm

3 No' lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. 3 No'lu P5 grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	3 P5					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm ³)	pr (gr/cm ³)	ΔV (cm ³)	Δm (gr)	Δl (mm)	F > 4 mm	H ≤ 4 mm	I ≤ 3.6 mm
3P5-1	194.824	2.2867	0.262389	0.60	0.05247			0.05 mm
3P5-2	194.285	2.2956	0.261370	0.60	0.05227			0.05 mm
3P5-3	193.599	2.2572	0.265811	0.60	0.05316			0.05 mm
3P5-4	196.098	2.2463	0.267103	0.60	0.05342			0.05 mm
3P5-5	193.207	2.2489	0.333499	0.75	0.06670			0.06 mm
3P5-6	195.069	2.2992	0.239215	0.55	0.04784			0.04 mm

4 No'lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. 4 No' lu P5 grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	4 P5					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm ³)	ρ_r (gr/cm ³)	ΔV (cm ³)	Δm (gr)	Δl (mm)	F > 4 mm	H ≤ 4 mm	I ≤ 3.6 mm
4P5-1	195.020	2.2664	0.286794	0.65	0.05735			0.05 mm
4P5-2	194.285	2.2621	0.243133	0.55	0.04862			0,04 mm
4P5-3	195.069	2.2761	0.285574	0.65	0.05711			0.05 mm
4P5-4	196.343	2.2461	0.311656	0.70	0.06233			0.06 mm
4P5-5	192.913	2.2394	0.334918	0.75	0.06698			0.06 mm
4P5-6	195.657	2.2642	0.264998	0.60	0.05300			0.05 mm

5 No' lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. 5 No'lu P5 grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	5 P5					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm ³)	ρ_r (gr/cm ³)	ΔV (cm ³)	Δm (gr)	Δl (mm)	F > 4 mm	H ≤ 4 mm	I ≤ 3.6 mm
5P5-1	193.648	2.2076	0.249138	0.55	0.04982			0.04 mm
5P5-2	193.060	2.2454	0.267211	0.60	0.05344			0.05 mm
5P5-3	192.766	2.2540	0.310555	0.70	0.06211			0.06 mm
5P5-4	193.207	2.2230	0.247413	0.55	0.04948			0.04 mm
5P5-5	195.412	2.2593	0.265566	0.60	0.05311			0.05 mm
5P5-6	195.118	2.2755	0.241700	0.55	0.04834			0.04 mm

4.3. 9 kg/m³ Polipropilen Lif Katkılı Parke Taşı Numuneleri (P9)

4.3.1. Su emme tayini

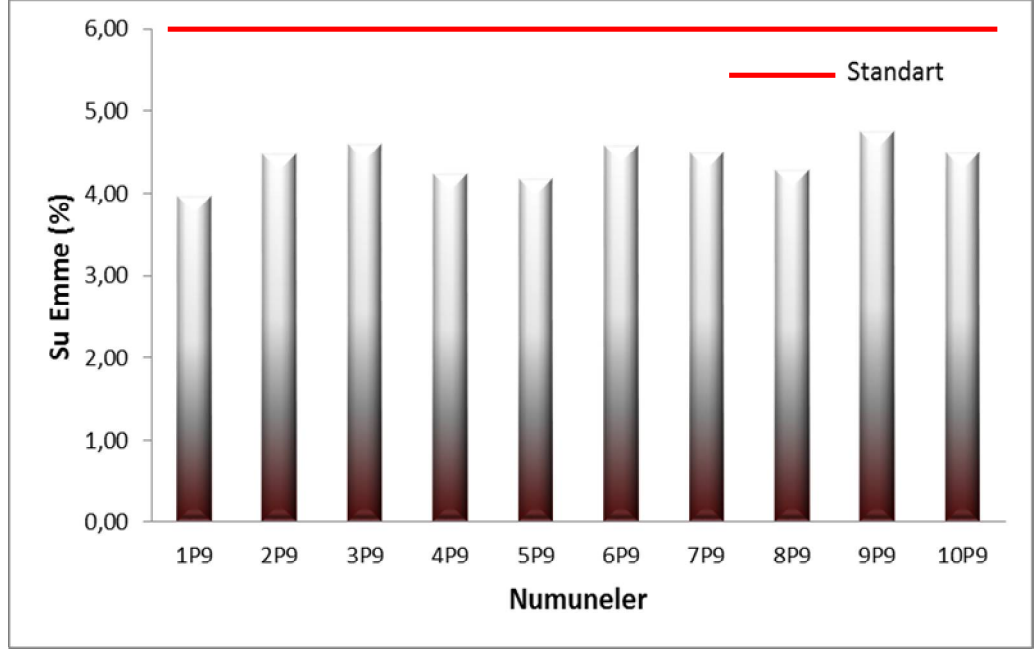
9 kg/m³ polipropilen lif katkılı parke taşı numunelerine ait su emme tayini sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. P9 serisinin su emme tayini sonuçları

SU EMME TAYİNİ		Grup Ort. (%)	STANDART DEĞER (%)
Numune Kodu	Wa (%)		
1P9	0.0397	4.41	6
2P9	0.0449		
3P9	0.0461		
4P9	0.0424		
5P9	0.0419		
6P9	0.0459		
7P9	0.0450		
8P9	0.0429		
9P9	0.0476		
10P9	0.0450		

Yapılan deney sonunda 9 kg/m³ polipropilen lif katkılı parke taşı numunelerine ait su emme tayini sonuçları % 6’ dan düşük çıkmış ve TS 2824 EN 1338, 2005’ e uygun olduğu tespit edilmiştir.

P9 serisine ait parke taşı numunelerine ait su emme oranlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.7’de sunulmuştur.



Şekil 4.7. P9 serisinin su emme oranı

4.3.2. Boyut muayenesi

Üretilen 9 kg/m^3 polipropilen lif katkılı parke taşı numunelerinin boyutlarının standartlara uygun olması açısından bu numunelerin çalışma boyutları ölçülmüş ve boyut muayenesi yapılmıştır. Numuneler üzerindeki hasarlı, çatlak ve deforme bölgelerin tanımlanabilmesi açısından yüzey tayini yapılmış ve sınıflandırılmıştır.

9 kg/m^3 polipropilen lif katkılı parke taşı numuneleri yüzey tayinine ait sonuçlar Çizelge 4.18'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. P9 serisinin yüzey tayini sonuçları

GÖZLEM İLE YAPILAN YÜZEY TAYİNİ									
Numune Kodu	Yüzey Tayini Kodu								
1P9	i	k	f	-	-	-	-	-	-
2P9	c	g	i	-	-	-	-	-	-
3P9	c	g		-	-	-	-	-	-
4P9	a	g	j	-	-	-	-	-	-
5P9	a	j		-	-	-	-	-	-
6P9	i	k	f	-	-	-	-	-	-
7P9	a	i	k	-	-	-	-	-	-
8P9	a	g	i	-	-	-	-	-	-
9P9	i	f		-	-	-	-	-	-
10P9	i	f		-	-	-	-	-	-

9 kg/m³ polipropilen lif katkılı parke taşı numunelerine ait ortalama boyut tayini sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. P9 serisinin ortalama boyut tayini sonuçları

BOYUT TAYİNİ ORT.			BİRİM (cm)							
Numune Kodu	b1	b2	b3	L1	L2	L3	h1	h2	h3	h4
P9	16.59	12.01	16.62	19.67	19.72	19.84	8.59	8.53	8.53	8.53

Yapılan çalışmalar sonunda üretilen 9 kg/m³ polipropilen lif katkılı parke taşı numunelerinin TS 2824 EN 1338, 2005’e uygun olduğu ve ilerleyen aşamalardaki deneylere başlama açısından herhangi bir sorun teşkil etmediği anlaşılmıştır.

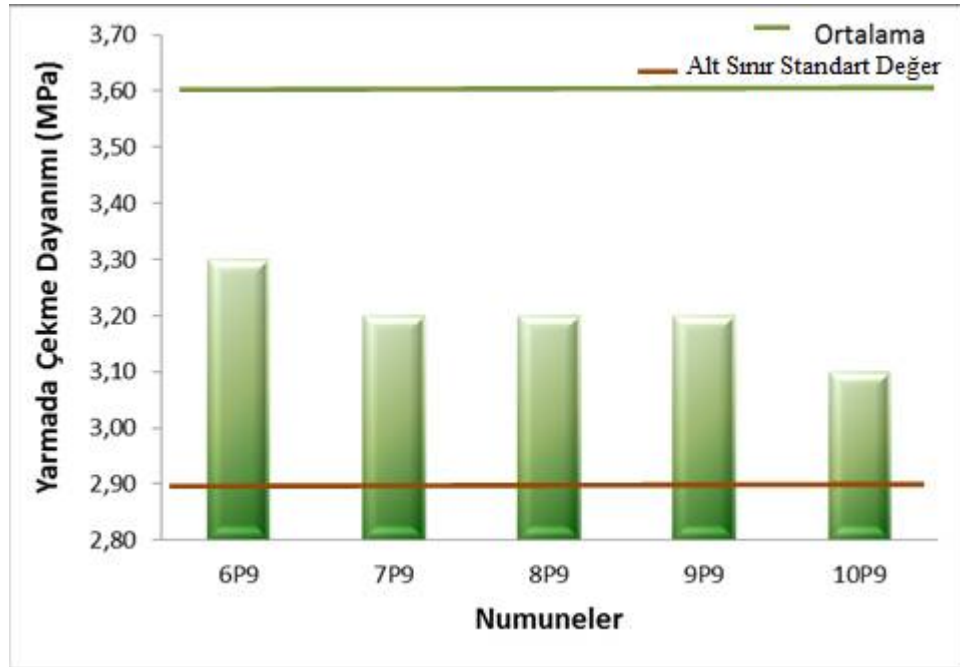
4.3.3. Yarmada çekme dayanımı

Yarmada çekme deneyi için ayrılmış 15 adet parke taşı numunesinden 9 kg/m³ polipropilen lif katkılı olan 5 tanesi deneye tabi tutulmuş ve aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir. 9 kg/m³ polipropilen lif katkılı numunelere ait sonuçlar Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. P9 serisinin yarmada çekme dayanım sonuçları

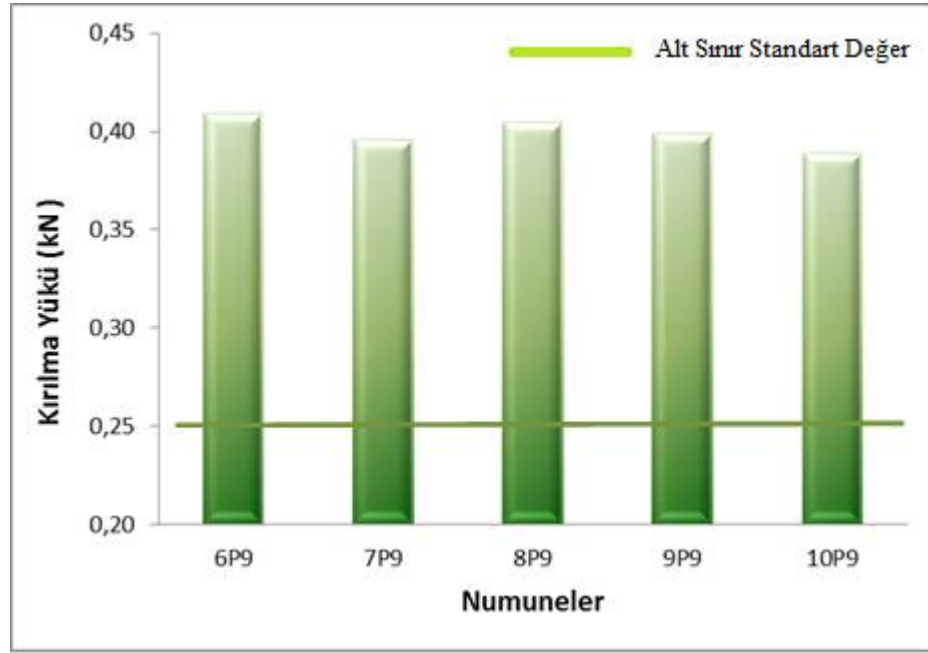
DENEY SONUCU BULUNAN DEĞERLER			STANDART SINIR DEĞERLERİ		
Numune Kodu	Kırılma Yüğü (kN)	Çekme Dayanımı T (MPa)	Çekme Dayanımı T (MPa)		Kırılma Yüğü (kN)
			Ortalama	Alt Sınır	Alt Sınır
6P9	0.409	3.3	3.6	2.9	0.250
7P9	0.396	3.2			
8P9	0.405	3.2			
9P9	0.399	3.2			
10P9	0.389	3.1			
ORT.	0.400	3.2	3.2 < 3.6	3.2 > 2.9	0.400 > 0.250

P5 Serisine ait yarmada çekme dayanım sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.8’de verilmiştir



Şekil 4.8. P9 serisinin yarmada çekme dayanımı

P9 Serisindeki numunelere ait yarmada çekme kırılma yüğü sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9. P9 serisinin yarmada çekme kırılma yüğü

4.3.4. Aşınma dayanımı

Bu seriden 5 adet 9 kg/m^3 parke taşı numunesine ait gruplardan 1 No' lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. 1 No' lu P9 grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	1 P9					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm^3)	ρ_r (gr/cm^3)	ΔV (cm^3)	Δm (gr)	Δl (mm)	F	H	I
						> 4 mm	$\leq 4 \text{ mm}$	$\leq 3.6 \text{ mm}$
1P9-1	194.138	2.2432	0.245180	0.55	0.04903			0.04 mm
1P9-2	194.922	2.3061	0.260185	0.60	0.05203			0.05 mm
1P9-3	196.588	2.2763	0.285547	0.65	0.05710			0.05 mm
1P9-4	195.559	2.2858	0.284370	0.65	0.05687			0.05 mm
1P9-5	196.049	2.2188	0.270412	0.60	0.05408			0.05 mm
1P9-6	196.441	2.3009	0.282493	0.65	0.05649			0.05 mm

2 No' lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. 2 No'lu P9 grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	2 P9					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm ³)	ρ_r (gr/cm ³)	ΔV (cm ³)	Δm (gr)	Δl (mm)	F > 4 mm	H ≤ 4 mm	I ≤ 3.6 mm
2P9-1	193.893	2.2048	0.294808	0.65	0.05896			0.05 mm
2P9-2	195.412	2.2977	0.261130	0.60	0.05226			0.05 mm
2P9-3	193.648	2.2696	0.242335	0.55	0.04846			0.04 mm
2P9-4	188.748	2.2358	0.313089	0.70	0.06261			0.06 mm
2P9-5	187.817	2.2549	0.266093	0.60	0.05321			0.05 mm
2P9-6	189.434	2.2066	0.317234	0.70	0.06344			0.06 mm

3 No' lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. 3 No' lu P9 grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	3 P9					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm ³)	ρ_r (gr/cm ³)	ΔV (cm ³)	Δm (gr)	Δl (mm)	F > 4 mm	H ≤ 4 mm	I ≤ 3.6 mm
3P9-1	196.343	2.2613	0.309550	0.70	0.06191			0.06 mm
3P9-2	195.951	2.2863	0.306173	0.70	0.06123			0.06 mm
3P9-3	196.196	2.2197	0.270304	0.60	0.05406			0.05 mm
3P9-4	197.176	2.2442	0.245078	0.55	0.04901			0.04 mm
3P9-5	197.225	2.2994	0.217448	0.50	0.04349			0.04 mm
3P9-6	194.726	2.3186	0.258772	0.60	0.05175			0.05 mm

4 No' lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. 4 No' lu P9 grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	4 P9					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm ³)	ρ_r (gr/cm ³)	ΔV (cm ³)	Δm (gr)	Δl (mm)	F > 4 mm	H ≤ 4 mm	I ≤ 3.6 mm
4P9-1	194.579	2.2896	0.262059	0.60	0.05241			0.05 mm
4P9-2	196.000	2.2755	0.263677	0.60	0.05273			0.05 mm
4P9-3	196.980	2.2794	0.285160	0.65	0.05703			0.05 mm
4P9-4	196.490	2.2775	0.219542	0.50	0.04390			0.04 mm
4P9-5	197.078	2.3011	0.195557	0.45	0.03911			0.03 mm
4P9-6	197.029	2.2256	0.247129	0.55	0.04942			0.04 mm

5 No' lu gruba ait aşınma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 4.25'de verilmiştir.

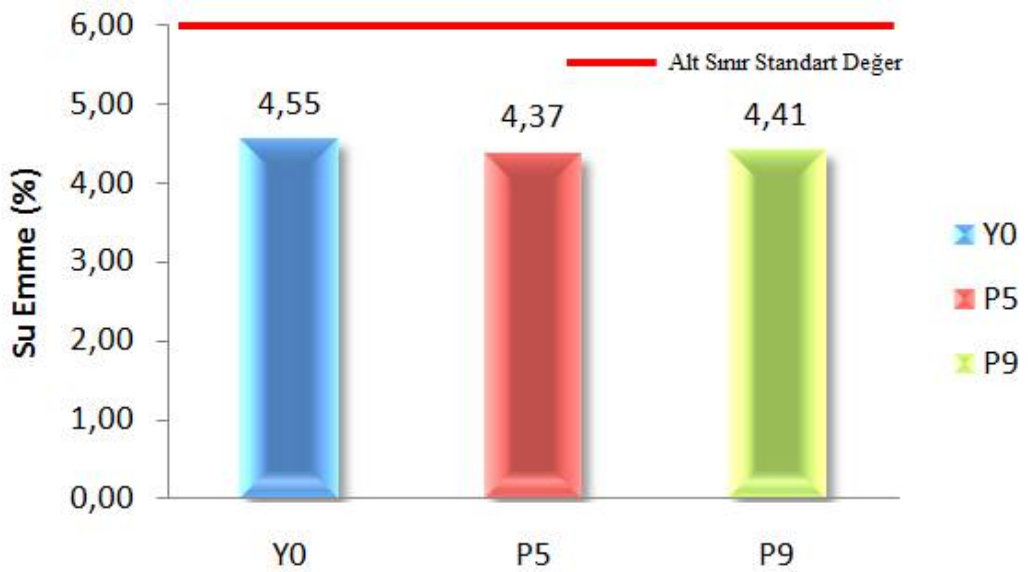
Çizelge 4.25. 5 No' lu P9 grup aşınma dayanımı ortalama değerleri

Numune Kodu	5 P9					TS 2824 EN 1338, 2005 Standartları		
	V (cm ³)	ρ_r (gr/cm ³)	ΔV (cm ³)	Δm (gr)	Δl (mm)	F > 4 mm	H ≤ 4 mm	I ≤ 3.6 mm
5P9-1	195.461	2.3125	0.259462	0.60	0.05189			0.05 mm
5P9-2	195.902	2.2971	0.239436	0.55	0.04788			0.04 mm
5P9-3	195.755	2.2579	0.287875	0.65	0.05757			0.05 mm
5P9-4	195.118	2.2884	0.240347	0.55	0.04806			0.04 mm
5P9-5	193.354	2.2627	0.198878	0.45	0.03977			0.03 mm
5P9-6	195.559	2.2755	0.307621	0.70	0.06152			0.06 mm

4.4. Karşılaştırmalar

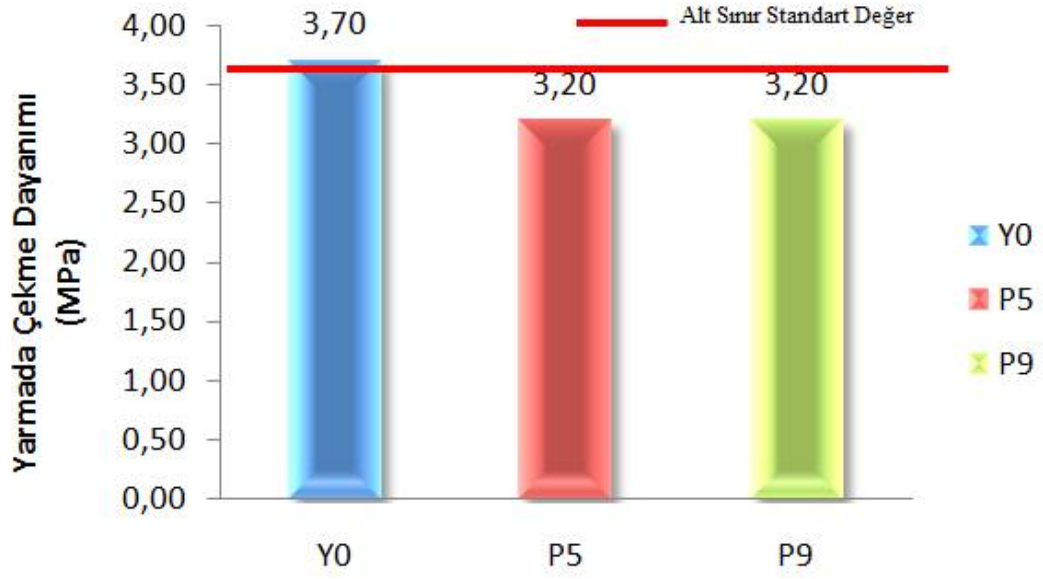
Bu çalışmada kuru karışım püskürtme beton uygulaması esnasında geri seken malzemenin kilitli parke taşı üretiminde kullanılabilirliği deneysel olarak incelenmiştir. Bu inceleme esnasında yapılan karşılaştırmalar yalın, elyaf oranları sabit olmak üzere 5 kg/m^3 polipropilen lifli ve 9 kg/m^3 polipropilen lif ilaveli parke taşı numunelerinin su emme, yarmada çekme dayanımı ve yarmada çekme kırılma yükleri birbirleriyle ve TS 2824 EN 1338, (2005) standardında verilen değerlerle karşılaştırılmıştır.

Parke taşlarının mekanik ve fiziksel özelliklerine geri seken malzemenin ve polipropilen lifin etkisinin kıyaslanabilmesi için deney sonuçlarından elde edilen su emme oranları değerleri Şekil 4.10'da, yarmada çekme dayanımları Şekil 4.11'de, yarmada çekme kırılma yükleri ise Şekil 4.12'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



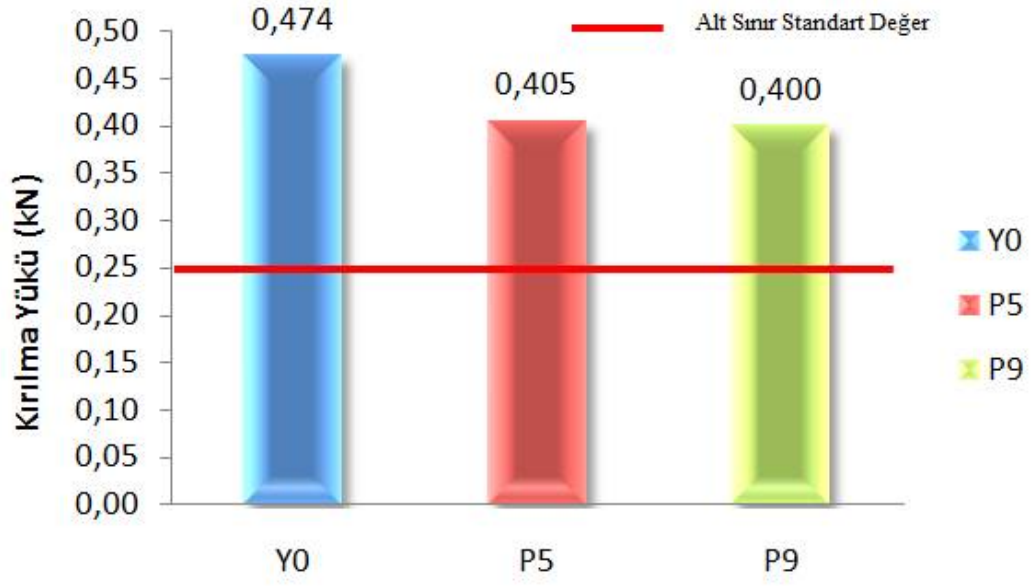
Şekil 4.10. Yalın ve polipropilen lifli numunelerin su emme oranları

Tüm numunelerde su emme oranı standartta belirtilen değerinin altında kalmıştır. Ayrıca polipropilen lifli numuneler yalın numuneye nazaran daha az su emme değerine sahip çıkmıştır. Yalın numunenin su emme oranı P5 serisine göre % 4.12 ve P9 serisine göre ise % 3.17 artış göstermiştir.



Şekil 4.11. Yalın ve polipropilen lifli numunelerin yarmada çekme dayanımı

Yalın numune serisinden elde edilen yarmada çekme dayanımı polipropilen lifli numunelere göre gözle görülebilir bir artış sergilemiştir. Ancak polipropilen lifli seriler standartta belirtilen değer altında kalmıştır. P5 serisinden elde edilen yarmada çekme dayanımı değeri P9 serisi ile aynı değere sahiptir. Numunelerdeki lif miktarının farklı olmasına rağmen P5 ve P9 serilerinin yarmada çekme dayanımı eşit çıkmıştır. Yalın serinin yarmada çekme dayanımı P5 ve P9 serilerine nazaran % 15.63 bir artış göstermiştir.



Şekil 4.12. Yalın ve polipropilen lifli numunelerin yarmada çekme kırılma yüğü

Tüm numunelerden elde edilen yarmada çekme kırılma yüğü değerleri standartta verilen alt sınır değere göre bir artış sergilemiştir. Her bir serideki numuneler birbiriyle kıyaslandığında en büyük artış yalın seride elde edilmiştir. Yalın seri yarmada çekme kırılma yüğü için P5 serisine göre %17.04 ve P9 serisine göre % 18.50 artış göstermiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Tez çalışmasında kuru karışım püskürtme beton uygulamasında geri seken malzemenin parke taşı olarak kullanılması araştırılmıştır. Çalışmada üretilen numuneler gruplandırılarak yalın (Y0), 5 kg/m³ (P5) ve 9 kg/m³ (P9) olacak şekilde 3 seride incelenmiş ve numunelere sırasıyla su emme tayini, yüzey tayini, yarmada çekme dayanımı ve aşınma dayanımı deneyleri yapılmıştır. Deneylerde elde edilen tüm veriler TS 2824 EN 1338, (2005) standardında verilen değerlerle karşılaştırılmıştır.

Yalın (Y0) numunelere yapılan su emme tayini sonuçları standart değer olan % 6'ya karşın ortalama % 4.55 bulunmuş ve üretim açısından kabul edilebilir değerde belirlenmiştir. Yüzey tayini sonuçlarına incelendiğinde numuneler kalıptan çıkarılırken oluşan çatlak ve hasarların dışında üretilen parke taşı numunelerinin gerek boyut tayininde gerekse yüzey tayininde kullanılabilir bir yapıda olduğu tespit edilmiştir. Yarmada çekme deneyinde ise yalın numunelerin ortalama çekme dayanımı 3.7 MPa elde edilerek standart değer olan 3.6 MPa'dan yüksektir. Sadece serideki 8Y0 numunesinin çekme dayanımı ortalama değerlerin üstünde çıkmıştır. Kırılma yükü ise ortalama 0.47 kN bulunarak alt sınır standart değer 0.25 kN'den yüksek olduğu görülmüştür. Yalın numunelere son olarak uygulanan aşınma dayanımı deneyinde ise her bir seri için elde edilen ortalama aşınma sonuçları standartta verilen değerlerin oldukça altında kalmıştır.

5 kg/m³ polipropilen lif katkılı numunelere (P5) yapılan su emme tayini sonucu ortalaması % 4.37 olup standart değer olan % 6'nın altındadır. Yüzey tayini sonuçlarına bakıldığında ise yalın numunelerde olduğu gibi kalıptan çıkarma işlemi sırasında oluşan çatlaklar haricinde numunelerde herhangi bir deforme gözlenmemiştir. Ancak lif katkısı nedeni ile yüzeyin daha pürüzlü olduğu tespit edilmiştir. Yarmada çekme dayanımında numunelerin çekme dayanımı ortalaması olarak 3.2 MPa olarak saptanmış ve bu değerinde standart değer olan 3.6 MPa' dan düşüktür ancak bu serideki tüm numunelerin alt sınır çekme dayanımı standartta verilen alt sınır değerden yüksektir. Kırılma yükü ise ortalama 0.405 kN bulunarak standartta verilen alt sınır değer 0.25 kN' den yüksek olduğu tespit edilmiştir. Son olarak aşınma dayanımı deneyinde serideki her bir numunenin aşınma dayanımı

değerleri ortalamalarının ilgili standartta belirtilen sınır değerlerin oldukça altında olduğu tespit edilmiştir.

9 kg/m³ polipropilen lif katkılı numunelerde (P9) su emme tayini sonuçları diğer serilerdekine benzer şekilde standart değeri % 6'nın altında % 4.41 olarak bulunmuştur. Yüzey tayini incelendiğinde P5 serisindeki numunelerde olduğu gibi numunelerin yüzeylerinin pürüzlü olduğu görülmüştür. Çekme dayanımı ortalaması 3.2 MPa bulunmuş ve bu değer ortalama standart değer 3.6 MPa'nın altındadır. P5 serisindeki numunelerde olduğu gibi numunelerin her biri alt sınır standart değerlerinden yüksektir. Kırılma yükü ortalaması 0.400 kN bulunarak standart 0.250 kN'den fazla olduğu belirlenmiştir. Aşınma dayanımları diğer iki seriye ait numunelerde olduğu gibi standart aşınma kaybı değerlerinin altında çıkmıştır.

Elde edilen veriler incelendiğinde yalın numunelerin diğer numunelere göre daha fazla su emdiği ortaya çıkmıştır. En az su emme oranı P5 serisindeki numunelerde tespit edilmiştir. Parke taşı numuneleri içerisindeki lif katkısının betonun su emme oranını düşürdüğü gözlenmiştir. Ancak P5 serisine ait 5 kg/m³ lif katkılı numunelerin su emme oranının P9 serisine ait 9 kg/m³ lif katkılı numunelere göre daha düşük olması lif katkısındaki artışın belli bir noktadan sonra su emme miktarının artmasına sebep olduğu sonucuna varılabilir. Polipropilen lif ilaveli numunelerin düşük su emme oranına sahip olmaları geçirgenliğin azalması bakımından olumlu bir durum olarak görülmektedir. Lif oranı arttıkça su emme miktarının arttığı ancak bu artma miktarının oldukça az olduğu görülmüştür.

Parke taşı numunelerine yapılan yüzey tayini sonuçları incelendiğinde, lif katkısının parkenin yüzey pürüz ve bombelerini arttırdığı görülmüştür. Lif varlığının yanı sıra kalıpların parke üst yüzeylerini tam kapatamaması ve numunelerin kalıptan çıkarılırken hasar görmesi de yüzeyin pürüzlü olmasının etkenlerinden sayılabilir.

Polipropilen liflerin parke taşı numunelerinin yarmada çekme dayanımları üzerine önemli bir etkisi görülmemiştir. Lifli püskürtme betonlarda liflerin yüzeyden geri sekme oranı karışımın agrega/çimentolu malzeme oranıyla artmaktadır. Daha çok iri veya çimento hamuru ile sarılmamış malzeme geri sıçradığı için, yüzeyde kalan betonun çimento miktarı yüksektir. Ayrıca, danelerin sıçraması sonucu betonda daha

ince daneli agrega çoğalmakta ve az da olsa elek eğrisi değişmektedir. Yerine yerleştirilmiş püskürtme betondaki çimento miktarı geri sekmeden dolayı dizayn karışımındaki çimento miktarından daha yüksek olur. Geri sekme ayrıca yerine yerleştirildiğinde kaba agreganın büyük bir yüzdesini eleyerek daha ince agregayla sonuçlanır. Bu sebeplerinde yarmada çekme dayanımının düşük çıkması üzerine etkisi olabileceği düşünülebilir. Yarmada çekme deneyleri sonunda polipropilen lifin çekme dayanımını düşürdüğü ancak diğer özellikleri arttırdığı görülmüştür. Polipropilen lif kullanımının parke taşların çekme dayanımına önemli bir etkisinin olmadığı ancak aşınma dayanımında ise önemli derecede artış sağladığı görülmüştür. Polipropilen lif katkılı numunelerin yarmada çekme dayanımları yalın numunelere göre daha düşük bulunmuştur. Çalışmada en fazla aşınan numuneler Y0 numuneleri olurken bunu sırasıyla P5 ve P9 serilerine ait parke taşı numuneleri izlemiştir.

Çalışmada kapsamındaki yalın, P5 ve P9 serilerindeki numuneler birbiriyle karşılaştırıldığında;

- Yalın numunenin su emme oranı P5 serisine göre % 4.12 ve P9 serisine göre ise % 3.17
- Yalın serinin yarmada çekme dayanımı P5 ve P9 serilerine nazaran % 15.63
- Yalın seri yarmada çekme kırılma yükü için P5 serisine göre % 17.04 ve P9 serisine göre de % 18.50 artış göstermiştir.

Yapılan tüm deney sonuçları genel olarak incelendiğinde; elde edilen verilerin geri seken malzeme ile üretilen parke taşı numunelerinin kabul edilen üretim standartları içerisinde olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, polipropilen lifin, parke taşının aşınma dayanımı ve su emme özelliklerini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Kuru karışım püskürtme betonun geri seken malzemesinin özellikleri ve polipropilen liflerin karışım oranları değiştikçe parke taşlarının mekanik ve fiziksel özellikleri üzerinde farklı etkisi olduğu görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

- Açıkgenç, M., Arazsu, U., ve Alyamaç E. K., (2012), “Farklı Karışım Oranlarına Sahip Polipropilen Lifli Betonların Dayanım ve Durabilite Özellikleri”, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 41-54s., Elazığ.
- Aka, İ., ve Celep, Z., (1978), “Püskürtme Beton ve Uygulaması”, İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Betonarme, Ahşap ve Çelik Yapılar Kürsüsü, 19s., İstanbul.
- Akman, S. M., (2000), “Yapı Hasarları ve Onarım İlkeleri”, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, 128,132-133s., İstanbul.
- Arıoğlu, E., ve Yüksel, A., (1999), “Tünel ve Yeraltı Mühendislik Yapılarında Çözümlü Püskürtme Beton Problemleri”, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Maden Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, 1999 İstanbul.
- Aslantaş, O., (2004), “A Study On Abrasion Resistance Of Concrete Paving Blocks”, The Graduate School Of Natural And Applied Sciences Of Middle East Technical University, 93s., Ankara.
- Ayış, H.İ., (2010), Tünel Açma Sistemlerinde Çelik Lifli Püskürtme Betonun Uygulanabilirliği, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı, Yüksek Lisans Tezi, 127s., İstanbul.
- Ballou, M., (2003), “Shotcrete Rebound How Much Is Enough?” Technical Tip. 32s., Shotcrete Magazine.
- Bekişoğlu, Ş., (1993), Beton Kaplamalı Kanallarda Sızdırmazlık Önlemleri Mastik Asfalt ve Püskürtme Beton Uygulaması. Devlet Su İşleri Matbaası, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, 24-49s., Ankara.
- Beycioğlu, A., Başıyigit, C., ve Subaşı, S., (2008), “Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanımı İle Geri Kazanılması ve Çevresel Etkilerinin Azaltılması”, Çevre Sorunları Sempozyumu, 9s., Kocaeli.
- Celep, Z., ve Kumbasar, N., (2000), “Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı”, 596s. İstanbul.
- Çakıroğlu, A. M., Terzi, S., ve Çakıroğlu, M. G., (2009), Püskürtme Betonda Görülen Problemler, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, Teknolojik Araştırmalar, 5(2), 43-49s. Afyon.
- Çakıroğlu A. M., (2007), “Betonarme Kirişlerin Güçlendirilmesinde Püskürtme Betonun Alternatif Bir Yöntem Olarak Kullanılması” Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 201 s., Isparta
- Demir İ., (2010) “İnşaat Yıkıntı Atıklarının Beton Üretiminde Kullanımı ve Beton Özelliklerine Etkisi”, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2010-02 105 -114s., Afyon

- Durmuş, G., ve Şimşek, O., (2008), Uçucu Küllerin Beton Kilitli Parke Taşı Üretiminde Kullanımının Araştırılması, Türk Bilim Araştırma Vakfı Bilim Dergisi, 1 (1), 1-6s., Ankara
- Filiz, M., Özel, C., Soykan, O., ve Ekiz, Y., (2010), Atık Mermer Tozunun Parke Taşlarında Kullanılması, Teknolojik Araştırmalar, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6 (2), 57-72s., Isparta
- <http://atikborsasi.tobb.org.tr/atikborsasi/infodetail.do?infoid=3>, Atık Borsası Geri Dönüşüm, Atık Nedir, Erişim Tarihi: 19.11.2014.
- <http://www.belga.com.tr/Default.asp?K=0&K1=35>, Probiyotik Çevre Sağlığı Kullanım Alanları, Erişim Tarihi: 21.11.2014.
- Kaufmann, J., Frech, K., Schuetz, P., ve Münch, B. (2013), Rebound and Orientation of Fibers in Wet Sprayed Concrete Applications, Construction and Building Materials, ScienceDirect, (49), 15-22pp., Switzerland
- Karahan, O., (2006), “Liflerle Güçlendirilmiş Uçucu Küllü Betonların Özellikleri”, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 256s., Adana.
- Kılıç, N., (2012), “Kentsel Dönüşümde Geri Dönüşüm Atağı”, Ar&Ge Bülten. <http://www.izto.org.tr/portals/0/argebulten/6kentseldonusumatagi.pdf> Erişim Tarihi: 01.12.2014
- Kozak, M., (2013), Çelik Lifli Betonlar ve Kullanım Alanlarının Araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Teknik Bilimler Dergisi, 26-35 s., 5 (3), Isparta.
- Köroğlu A. M., ve Köken A., (2008), “Düşük Mukavemetli Atık Betonların Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği”, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 5s., Konya.
- Lüy, E., Varınca, B. K., ve Kemirtlek, A., (2007), “Katı Atık Geri Kazanım Çalışmaları; İstanbul Örneği”, Avrupa Birliği Sürecinde Türkiye’de Katı Atık Yönetimi ve Çevre Sorunları Sempozyumu 2007, 12s., İstanbul.
- MEB, (2009), Çevre Koruma, Katı Atık Toplama, Mesleki Eğitimi Geliştirme Projesi, (MEGEP), 95s., Ankara, hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/.../kati_atik_toplama.pdf, Erişim Tarihi: 21.11.2014.
- MEB, (2014), Çevre Koruma, Mesleki Eğitimi Geliştirme Projesi, (MEGEP), 95s., Ankara, megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/...pdf/Çevre%20Koruma.pdf, Erişim Tarihi: 21.11.2014.
- Ölmez, E., ve Yıldız, Ş., (2008), İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Yönetimi ve Planlanan İstanbul Modeli, Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları’08 Sempozyumu, 02-06 Kasım 2008.

- Palabıyık, H., ve Altunbaş, D. (2004). Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi. M.C. Marın, ve U. Yıldırım (Der.), Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar: Ekolojik, Ekonomik, Politik ve Yönetimsel Perspektifler, 103-124s., Beta, İstanbul.
- Semiz M., (2006), “Beton Kilit Taşlarının Fiziksel Özellikleri ve Alternatif Üretiminin Araştırılması” Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Bölümü, 53s., Ankara.
- Sümer, T., (1994), “Püskürtme Beton Malzeme, Ekipman, Katkı Seçim Kriterleri ve Maliyet Optimizasyonu”, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Haber Bülteni, 18-21s., İzmir.
- Tekmen, T., (2006), “Kireçtaşlarından Üretilen Kilitli Beton Parke Bloklarının Mekanik Özelliklerinin Değerlendirilmesi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 53s., Adana.
- Topçu İ. B., ve Uygunoğlu T., (2011), “Mermer Agregası ve Uçucu Külün Kilitli Parke Taşı Üretiminde Kullanılması” Beton Fabrikasyon, 98., 7s.,
- TÜBİTAK 111M335, (2013), Düzlem Dışı Yüklenen Yığma Yapıların Polipropilen Lifli Kuru Karışım Püskürtme Betonla Güçlendirilmesi, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, TÜBİTAK 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı, Proje No: 111M335, Proje Araştırmacıları: Çakıroğlu, A.M., Tekeli, H., ve İnce, G., Isparta.
- TS 11747, (1995), Püskürtme Beton (Shotcrete) Yapım, Uygulama ve Bakım Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, Birinci Baskı, ICS 91.100.30. Ankara.
- TS 2824 EN 1338, (2005), “Zemin Döşemesi için Beton Kaplama Blokları-Gerekli Şartlar ve Deney Metotları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yazıcı, H., (2014), Özel Betonlar, Püskürtme Beton, Ders Notları, Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, kisi.deu.edu.tr/.../OZEL%20BETON/ozelbeton-ders5-PUSKURTME_BE...Erişim Tarihi: 25.11.2014.
- Yurdakul, Ş., ve Gerçek, H., (2002), “Püskürtme Beton Tahkimatın Türkiye Taşkömürü Kurumu Ocaklarının Ana Galerilerinde Uygulanabilirliğinin Araştırılması”, Türkiye 13. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 16s., Zonguldak.
- Yüksel, İ., ve Bilir, T., (2005), “Yüksek Fırın Cürufunun Parke ve Bordür Üretiminde Kullanılması” Deprem Sempozyumu, 870-880s., Kocaeli.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : OZAN ÇİMEN



Doğum Yeri ve Yılı : ANKARA 1981

Medeni Hali : BEKÂR

Yabancı Dili : İNGİLİZCE

E-posta : cimenozan@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Mustafa Kemal Atatürk Lisesi (1996/2000)

Ön Lisans : Ankara Üniversitesi Peyzaj Teknikerliği (2001/2003)

Lisans :Süleyman Demirel Üniversitesi Yapı Öğretmenliği (2007/2011)