

## ENDÜSTRİYEL DEMİR TALAŞI ATIĞININ BETONUN BAZI MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Hasan Hüseyin TAŞ\*, Ömer ÇOBAN, Bülent TOPBAŞLI

### Özet

Bu çalışmada, endüstriyel demir talaşı atığının, beton basınç dayanımı ve yüzey sertliği üzerindeki etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Bu amaçla, TS 802 ye göre C25 ve C30 beton mukavemet özelliklerini sağlayan şahit beton (katkısız beton) örnekleri ile demir talaşı atığından oluşan üç deney grubu oluşturulmuştur. Demir talaşı atıklı deney örnekleri, şahit betonların 0–2 mm aralığındaki agrega ağırlığının %50 oranında azaltılması ve yerine atık demir talaşının ilave edilmesi ile hazırlanmıştır. Küp şeklindeki (15x15x15cm) 24 adet deney örneği, 7 ve 28 gün sonunda TS EN 12390–3 e göre basınç dayanımı ve DIN 1048'e göre yüzey sertliği deneylerine tabii tutulmuştur. Deneyler sonucunda %50 demir talaşı atığı kullanılan numunelerin basınç dayanımları ve yüzey sertliklerinin, şahit betonlara göre daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstriyel atıklar, beton basınç dayanımı, yüzey sertliği

## EFFECTS OF INDUSTRIAL IRON CHIP WASTES ON SOME MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE

### Abstract

In this study, the effects of industrial iron chip wastes on concrete pressure strength and surface hardness were investigated experimentally. For this purpose, deponent concrete samples (pure concrete or additive free concrete) which provide concrete strength properties of C25 and C30 according to TS 802 and three experiment groups consisting of iron chip wastes were formed. Experiment samples with iron chip wastes were prepared by reducing the aggregate weight, in the range of 0-2 mm, of deponent concretes with the rate of 50% and by replacing it with waste iron chip. 24 experiment samples in shape of cubes (15x15x15cm), after 7 and 28 days, were subjected to pressure strength experiments according to TS EN 12390–3 and subjected to surface hardness experiments according DIN 1048. As a result of the experiments, it was found that surface hardness and pressure strengths of the samples having 50% iron chip is greater than deponent concretes.

**Keywords:** Industrial wastes, concrete pressure strength, surface hardness

### 1. Giriş

Dünya nüfusundaki artış, yapılaşma ve endüstrinin büyümesi neticesinde, doğal kaynakları tehdit eden kirlenmeler, insanlığın önemli sorunlarından biri olmuştur. Dünya ekolojik dengesinin korunması, öncelikle bu sorunların bilinmesi ve tanınmasından geçmektedir.(Alparslan vd.2009; Esin ve Yüksek 2009).

Bu amaçla, ekolojik denge üzerinde önemli bir sorun oluşturan endüstriyel atıkların geri dönüşümü üzerinde, bir çok sektörde olduğu gibi yapı sektöründe de bilimsel araştırmalar yapılmaya devam etmektedir.

\* SüleymanDemirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü/Isparta  
E-posta: huseyintas@sdu.edu.tr

Atık Polietilen Tereftalat plastik malzemelerinin, beton karışımında agrega yerine farklı oranlarda kullanılmasının, betonun mekanik ve fiziksel özelliklerini olumsuz etkilediğini ancak piyasada kullanılan Polipropilen fiberlere alternatif olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.(Özel vd.2011).

Kalay kaplı farklı sertlik derecelerine sahip atık tenke ambalajlarının, C20 sınıfı beton karışımına farklı oranlarda küçültülerek eklenmesinin beton dayanımını arttırdığını bildirmişlerdir.(Alkan vd.2011).

Atık mermer tozlarının belirli oranlarda beton karışımına ilave edilmesinin, beton basınç dayanımına, ultra ses hızı ve su emme özelliklerine olumlu etkiler sağladığını bildirmişlerdir.(Ünal ve Kibici 2001).

Atık silis dumanı ile üretilen betonun taze iken işlenebilirliğinin azaldığını, priz süresinin uzadığını, basınç dayanımını ise bir miktar arttırdığını bildirmişlerdir.(Beycioğlu vd. 2010).

Atık uçucu külün bağlayıcı çimento malzemesi yerine belirli oranlarda kullanılmasının beton basınç dayanımını düşürdüğünü, atık miktarının biraz daha arttırılmasının priz süresini uzattığını ancak uçucu külün beton üretiminde kullanılmasının beton maliyetini düşürdüğünü bildirmişlerdir. (Topçu ve Canbaz 2001).

İnce öğütülmüş atık lastiklerin beton karışımı içerisinde agrega olarak kullanılmasının beton basınç ve çekme dayanımlarını azalttığını bildirmişlerdir.(Koçak ve Alpaslan 2011; Pelisser vd.2011; Ganjian vd 2009; Sadioğlu 2006).

Bu çalışmada, demir doğrama makinelerinin haznesinde toplanan toz demir atıklarının beton karışımında ince agrega yerine kullanılmasının betonun mekaniksel ve bazı fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenecektir.

## 2. MATERYAL ve METOT

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Çimento

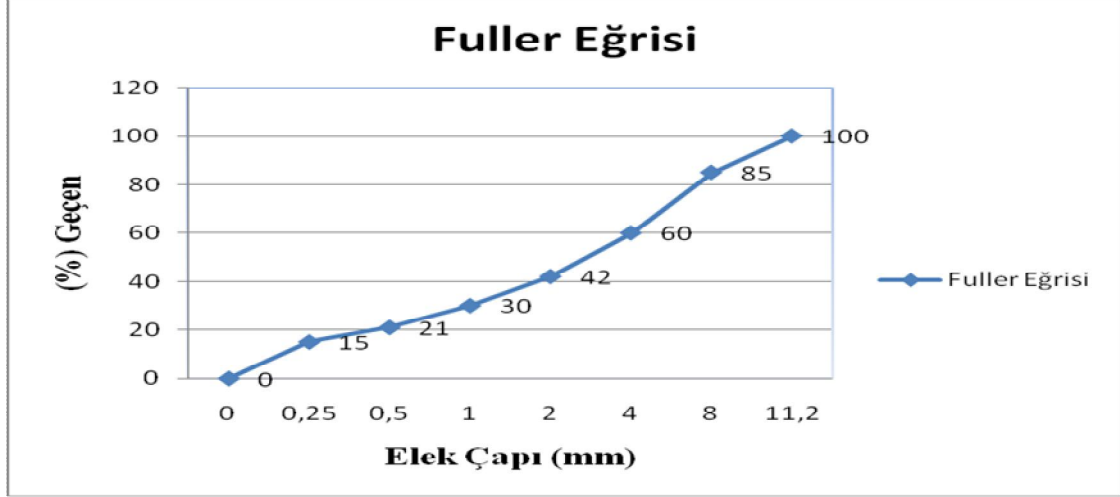
Bu çalışmada, Isparta Göltaş Çimento Fabrikasında üretilen, özgül ağırlığı  $3,16 \text{ gr/cm}^3$  ve özgül yüzeyi  $3440 \text{ cm}^2/\text{gr}$  olan diğer fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 2.1'de belirtilen CEM I 42,5 R Portland Çimentosu kullanılmıştır.

**Tablo 2.1.** CEM I 42,5 R Portland Çimentosunun kimyasal ve fiziksel özellikleri (Göltaş AŞ, 2008)

<b>Kimyasal Özellikleri</b>	<b>CEM I 42,5 R</b>	<b>TS EN 197-1</b>
Çözünmeyen Kalıntı (%)	0,35	Max 5
Kızdırma Kaybı (%)	3,21	Max 5
CF (%)	0,004	Max 0,1
SO <sub>3</sub> (%)	2,53	Max 4
<b>Mekanik ve Fiziksel Özellikler</b>	<b>CEM I 42,5 R</b>	<b>TS EN 197-1</b>
Basınç dayanımı 2 günlük (N/mm <sup>2</sup> )	23,6	Min 20
Basınç dayanımı 28 günlük (N/mm <sup>2</sup> )	50,2	42,5-62,5
Priz başlama süresi (Dakika)	155	Min 60
Genleşme (mm)	0,8	Max 10

### 2.1.2. Agregası

Beton karışımında, Isparta Atabey ilçesinden temin edilen kırma taş agregası kullanılmıştır. Maksimum dane çapı 11.2mm olarak belirlenen agreganın granülometrisi, beton basınç dayanımı C25 ve C30 standartlarını sağlayacak biçimde Fuller Parabolü prensibine göre hesap edilen değerleri Şekil 2.1’de, agreganın fiziksel özellikleri Tablo 2.2’de, tane dağılımı Tablo 2.3’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Agregası granülometrisi Fuller eğrisi

Tablo 2.2. Agreganın bazı fiziksel özellikleri

Agregası Aralığı (mm)	Agregası Özgül Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )	Ağırlıkça Su emme (%)
11,2- 4 mm (İri Agregası)	2,67	3
4-2 mm (İnce Agregası)	2,61	2
2-0 mm (İnce agregası)	2,53	0,6

Tablo 2.3. Beton karışımında kullanılan agregası tane dağılımı

Eleğ Aralığı (mm)	11,2- 8 mm aralığı (% Geçen)	4- 2 mm aralığı (% Geçen)	2- 0 mm aralığı (% Geçen)
11,2	100	100	100
8	64	100	100
4	0	100	100
2	0	0	100
1	0	0	95
0,5	0	0	56
0,25	0	0	16
PAN	0	0	0

### 2.1.3. Atık demir talaşı

Deneysel çalışmalarda kullanılan atık demir talaşı(Şekil2.2), Isparta yeni sanayi sitesi demir doğrama atölyelerinden temin edilmiştir. Atık demir talaşının 2mm'lik eleğe göre tane dağılımı Tablo 2.4'te verilmiştir.



**Şekil 2.2. Atık demir talaşı**

**Tablo 2.4. Atık demir talaşı agregasının tane dağılımı**

Elek Aralığı (mm)	2- 0 mm aralığı (%) Geçen
2	100
1	67
0,5	33
0,25	8
PAN	0

### 2.1.4. Karma suyu

Beton karışımlarında, Süleyman Demirel Üniversitesi, Yapı Eğitimi Beton Laboratuvarında bulunan içilebilir nitelikte olan Isparta şebeke suyu, karma suyu olarak kullanılmıştır.

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Deney örneklerinin hazırlanışı

Bu çalışmada, şahit beton sınıfı C25 ve C30 olarak belirlenerek, atık demir talaşı deney örnekleri ile birlikte toplam 18 adet deney örneği için, TS 802'ye göre beton karışım hesabı yapılmıştır. Karışımda kullanılan malzemeler Şekil 2.3'deki düşey eksenli beton mikserinde 120 sn karıştırıldıktan sonra, 15x 15x15cm'lik kalıplara dökülmüş ve Şekil 2.4'de görülen sarsma tablasında sarsılarak kalıba iyice yerleşmesi sağlanmıştır.



Şekil 2.3. Beton Mikseri



Şekil 2.4. Sarsma Tablası

### 2.2.2. Taze beton slump deneyi

Beton mikserinde hazırlanan taze betonun çökme miktarını tespit etmek amacı ile TS EN 12350-2 standartlarına uygun biçimde slump deneyi yapılmıştır. Deney için kullanılan çökme hunisi Şekil 2.5'te, huniden çıkarılan taze betonun çökme değerlerinin belirlenmesi Şekil 2.6'te verilmiştir.



Şekil 2.5. Çökme hunisi (Binici vd.,2010)



Şekil 2.6. Çökme değerinin belirlenmesi

### 2.2.3. Taze ve sertleşmiş beton yoğunluk tayini

Taze beton yoğunluğu, betonun döküleceği kalıpların boş ağırlıkları ile kalıplanmış beton ağırlıkları tartılarak, aşağıda verilen formülü (1) göre hesaplanmıştır (TS EN 12350-6, 2010).

$$D = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad (1)$$

$D$  = Taze beton yoğunluğu (kg/m<sup>3</sup>),

$m_1$  = Kalıp kütlesi (kg),

$m_2$  = Kalıplanmış taze beton kütlesi (kg),

$V$  = Kalıp hacmi (m<sup>3</sup>).

Sertleşmiş beton yoğunluğu, 7 ve 28 günlük kür havuzlarında (Şekil 2.7) geçen süreleri sonunda, doygun kuru yüzey ağırlıkları (DKY) tespit edilen deney örneklerinin, Arşimed

terazisindeki (Şekil 2.8) tartımlarından sonra aşağıda verilen formüllere göre (2,3) hesaplanmıştır(TS EN 12390–7, 2010).



Şekil 2.7. Kür Havuzu



Şekil 2.8. Arşimed terazisi

$$V = \frac{m_a - [(m_{st} - m_w) - m_{st}]}{\rho_w} \quad (2)$$

$$D = \frac{m}{V} \quad (3)$$

$V$  = Numune hacmi ( $m^3$ ),

$m_a$  = Numunenin havadaki kütlesi (kg),

$m_{st}$  = Kefenin su içerisindeki görünür kütlesi (kg),

$m_w$  = Numunenin su içerisindeki görünür kütlesi (kg),

$\rho_w$  = Suyun  $998 \text{ kg/m}^3$  olarak kabul edilen,  $20^\circ\text{C}$  sıcaklıktaki yoğunluğu,

$D$  = Numunenin nem ve hacim tayini metoduna bağlı birim hacim kütlesi ( $\text{kg/m}^3$ ),

$m$  = Numunenin deney esnasındaki durumuna bağlı kütlesi.

#### 2.2.4. Beton yüzey sertliği ve basınç dayanımı tayini

Yoğunlukları tespit edilen deney örneklerinin, yüzey sertlikleri DIN 1048'e (Şimşek, 2011) göre Şekil 2.9'da görünen Schmidt Çekici ile kırılma yükleri ise, Şekil 2.10'daki basınç test cihazı ile tespit edilmiştir.



Şekil 2.9. Schmidt Çekici



Şekil 2.10. Basınç dayanımı test cihazı

Deney örneklerinin basınç dayanımları aşağıda verilen formüle göre (4) hesaplanmıştır (TS EN 12390–3, 2010).

$$f_c = \frac{F}{A_c} \quad (4)$$

$f_c$  = Deney numunesi basınç dayanımı (N/mm<sup>2</sup>),

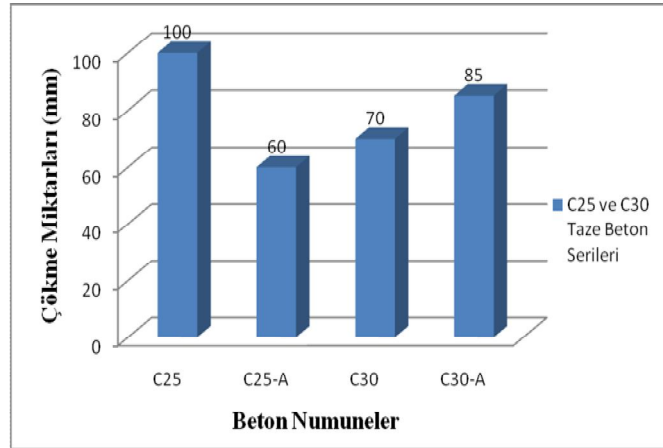
$F$  = Kırılma yükü (N),

$A_c$  = Deney numunesi kesit ortalama alanını (mm<sup>2</sup>) belirtmektedir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Taze beton slump deney verileri

Taze beton Slump deneylerinden elde edilen değerler Şekil 3.1’de grafik olarak verilmiştir.

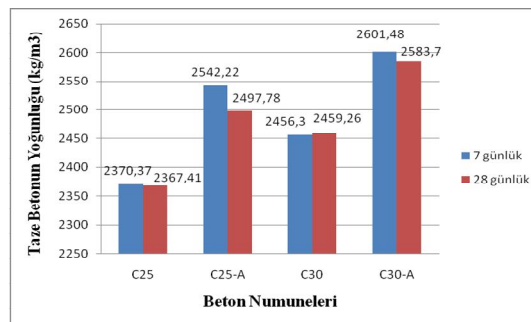


Şekil 3.1. Deney örnekleri Slump değerleri

Şekil 3.1’deki grafik incelendiğinde; endüstriyel demir talaşı atıklı beton örneklerinin, C25 betonunda işlenebilirliği %40 azalttığı, C30 betonda ise %20 artırdığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre, endüstriyel demir tozu atığının, taze betonunun işlenebilirlik özelliklerine etkisinin, beton karışımlarını oluşturan parametrelerin oranlarına bağlı olarak farklılaştığı ve beton sınıfının kalitesinin yükselmesine bağlı olarak işlenebilirlik özelliklerinin artabileceği düşünülebilir.

#### 3.2. Taze beton yoğunluk verileri

Taze beton numunelerden elde edilen yoğunluk verileri Şekil 3.2’de grafik halinde verilmiştir.

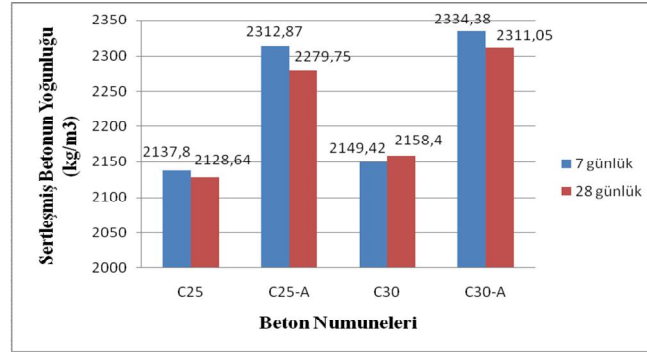


Şekil 3.2. Taze beton yoğunluk değerleri (kg/m<sup>3</sup>)

Şekil 3.2'deki taze beton numunelerinin 7 ve 28 günlük yoğunluk grafiği incelendiğinde; şahit betonlarda bir değişiklik olmadığı, endüstriyel demir talaşı atıklı beton örneklerinin, şahit örneklere göre taze betonun yoğunluğunu, C25 betonda 7 günlüklerde %7.25, 28 günlüklerde % 5.51, C30 betonu için ise 7 günlüklerde %5.01, 28 günlüklerde %5.06 oranında arttığı görülmüştür. Bu artışın, endüstriyel demir talaşı atık yoğunluğunun, agregaya yoğunluğundan daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 3.3. Sertleşmiş beton yoğunluk verileri

Sertleşmiş beton numunelerden elde edilen yoğunluk verileri Şekil 3.3'de grafik halinde verilmiştir.



Şekil 3.3. Sertleşmiş beton yoğunluk değerleri (kg/m<sup>3</sup>)

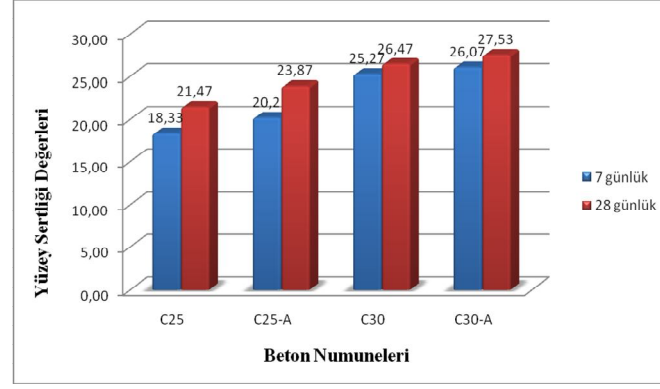
Şekil 3.3'deki sertleşmiş beton numunelerinin 7 ve 28 günlük yoğunluk grafiği incelendiğinde; şahit beton yoğunluklarında bir değişiklik olmadığı, endüstriyel demir talaşı atıklı beton örneklerinin, şahit beton örneklerine göre sertleşmiş betonun yoğunluğunu, C25 betonlarının 7 günlüklerinde % 8.19, 28 günlüklerinde ise % 7.10 oranında bir artış sağladığı, aynı şekilde C30 betonlarının 7 günlüklerinde % 5.78, 28 günlüklerinde ise % 7.07 oranında bir artış sağladığı görülmüştür. Bu artışın, taze beton yoğunluğunda açıklandığı gibi endüstriyel demir tozu atığının, agregaya göre daha yüksek yoğunluğa sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Grafikteki endüstriyel demir talaşı atığı ile üretilen betonların yoğunlukları incelendiğinde; C25 betonunun ortalama 2296 kg/m<sup>3</sup>, C30 betonunun ortalama 2322 kg/m<sup>3</sup> lük yoğunluk değerleri ile 2000–2600 kg/m<sup>3</sup> aralığında tanımlanan (Şimşek, 2009) normal beton sınıfına girdiği söylenebilir.

### 3.4. Sertleşmiş betonun yüzey sertliğine bağlı basınç dayanım verileri

Sertleşmiş beton numunelerden elde edilen yüzey sertliğine bağlı basınç dayanım verileri Şekil 3.4'de grafik halinde verilmiştir.



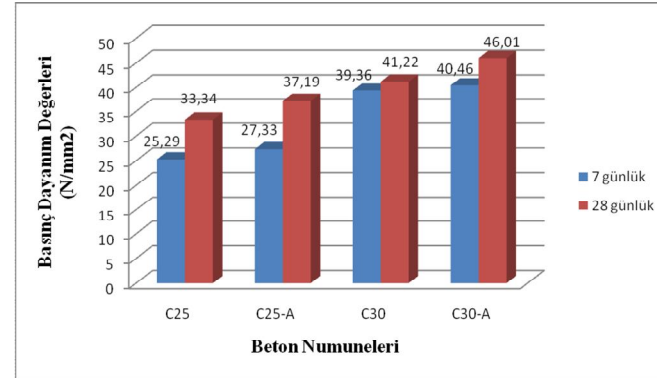


**Şekil 3.4.** Sertleşmiş betonun yüzey sertliğine bağlı basınç dayanım değerleri

Şekil 3.4'deki sertleşmiş beton numunelerinin 7 ve 28 günlük yüzey sertliklerine bağlı basınç dayanımları incelendiğinde; endüstriyel demir talaşı atıklı beton örneklerinin, şahit örneklerle göre yüzey sertliğini, C25 betonlarında 7 günlüklerde % 10,20, 28 günlüklerde % 10,18 oranında; C30 betonlarında 7 günlüklerde % 3,17, 28 günlüklerde ise % 4,04 oranında bir artış sağlamıştır. Bu artış, endüstriyel demir tozu atığının doğal agregaya göre, daha yüksek yoğunluğa ve yüzey sertliğine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 3.5. Sertleşmiş betonun basınç dayanım verileri

Sertleşmiş beton numunelerden elde edilen basınç dayanım verileri Şekil 3.5'de grafik halinde verilmiştir.



**Şekil 3.5** Sertleşmiş betonun basınç dayanım verileri

Şekil 3.4'deki sertleşmiş beton numunelerinin 7 ve 28 günlük basınç dayanımları incelendiğinde; endüstriyel demir talaşı atıklı beton örneklerinin, şahit beton örneklerine göre basınç dayanımlarını, C25 betonlarında 7 günlüklerde %8,07, 28 günlüklerde %11,55; C30 betonlarında ise 7 günlüklerde % 2,79, 28 günlüklerde ise %11,62 oranında artış sağlamıştır. Bu artışın endüstriyel toz demir talaşı atığının yalnızca yoğunluk ve yüzey sertliği açısından doğal agregadan daha yüksek değerlere sahip olmasından değil aynı zamanda beton içerisinde iyi bir aderansa da sahip olmasından kaynaklandığı sonucuna varılabilir.

## 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, C25 ve C30 beton karışımında 0–2 mm aralığındaki agrega ağırlığının %50 oranında azaltılması ve yerine endüstriyel demir talaşı atığının ilave edilmesinin, betonun bazı mekanik ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

Yapılan deneysel çalışmaların sonuçlarına göre, endüstriyel demir talaşı atığının, taze betonunun işlenebilirlik özelliğini, beton karışımlarını oluşturan parametrelerin oranlarına bağlı olarak olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebildiği, taze beton yoğunluklarını C25 betonu için 7 günlüklerde %7.25, 28 günlüklerde % 5.51, C30 betonu için ise 7 günlüklerde %5.01, 28 günlüklerde %5.06; sertleşmiş beton yoğunluklarını, C25 betonu için 7 günlüklerde % 8.19, 28 günlüklerde ise % 7.10, C30 betonu için 7 günlüklerde % 5.78, 28 günlüklerde ise % 7.07; sertleşmiş beton yüzey sertliklerine bağlı yaklaşık basınç dayanımını C25 betonu için 7 günlüklerde % 10.20, 28 günlüklerde % 10.18 oranında, C30 betonu için C30 betonlarında 7 günlüklerde % 3.17, 28 günlüklerde ise % 4.04; sertleşmiş beton basınç dayanım değerlerini C25 betonu için 7 günlüklerde %8.07, 28 günlüklerde %11.55, C30 betonu için 7 günlüklerde % 2.79, 28 günlüklerde ise %11.62 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, endüstriyel demir talaşı atığının, C25 ve C30 beton üretiminde 0-2 mm aralığındaki agrega ağırlığının yerine % 50 oranında yapı malzemesi olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

#### 4. Teşekkür

Bu makaleyi, 3118-YL-12 nolu proje ile finansal olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (BAP) tüm yazarlar olarak teşekkür ederiz.

#### 5. KAYNAKLAR

Alparslan, B., Gültekin A, B., Dikmen, Ç, B.(2009). Ekolojik Yapı Tasarım Ölçütlerinin Türkiye’deki Güneş Evleri Kapsamında İncelenmesi.5.Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük-Türkiye.

Beycioğlu, A.,Doğan, D., Çakır, C., Subaşı, S., Başığit, C.(2010). Silis Dumanının Beton Teknolojisinde Kullanımı, Ulusal Meslek Yüksek Okulları Öğrenci Sempozyumu,1-9 s., Düzce.

Binici H., Sevinç H.A., Durgun Y.,M.(2010). Barit, Bazaltik Pomza, Kolemanit, Yüksek Fırın Cürufu Katkılı Betonların Özellikleri, KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, s.1-13, Kahraman Maraş.

Çakıroğlu, A, M., Kasap, S.,Keskin, N.(2011). Betona Atık Teneke Ambalajlarının İlave Edilmesinin Basınç Dayanımına Etkisinin İncelenmesi Üzerine Deneysel Bir Çalışma.İnternational Advanced Technologies Symposium, 92-95 s., Elazığ-Türkiye.

Esin, T., Yüksek, İ.(2009). Çevre Dostu Ekolojik Yapılar.5.Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük-Türkiye.

Ganjian, E., Khorami, M., Maghsoudi, A, A.(2009). Scrap-Type-Rubber Replacement For Aggregate and Filler in Concrete , Construction and Building Materials, 23:1828-1836.

- Koçak, Y.,Alpaslan, L.(2011). Atık Lastiklerin Çimento ve Beton Sektöründe Kullanım Potansiyelleri. International Advanced Technologies Symposium, 118-122 s., Elazığ-Türkiye.
- Özel, C., Filiz, M., Sevinç, A., Kıran, C.(2011). Betonda Fiber Katkı Olarak Polietilen Tereftalatın Kullanılabilirliğinin Araştırılması, SDU International Technologic Science, Vol:3, No:2, 17-28 s.
- Pelisser, F., Zavarise, N.,Longo, T.,Bernardin, A.(2011). Concrete Made with Recycled Tire Rubber, Journal of Cleaneer Production, Vol:19, Issues:6-7, 757-763.
- Sadioğlu, O.(2006). Lastik Agregalı Betonları Üç Fazlı Kompozit Malzeme Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Osman Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Şimşek O., (2009), Beton ve Beton Teknolojisi, 3. baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Şimşek O.,(2011), Beton Bileşenleri ve Beton Deneyleri, 4. baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- TS EN 12350-2, (2010), Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 2: Çökme (slump) deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12350-6, (2010), Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 6: Yoğunluk, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12390-7, (2010), Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 7: Sertleşmiş beton yoğunluğunun tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12390-3, (2010), Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Topcu, İ, B., Canbaz, M.(2001). Uçucu Kül Kullanımının Betondaki Etkileri, Osman Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Vol.XIV, No:2.
- Ünal, O., Kibici, Y.(2001).Mermer Tozu Atıklarının Beton Üretiminde Kullanılmasının Araştırılması, Türkiye 3. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 317-325 s., Afyon.