

Çay Atığının Doğal Lif Olarak Betonda Kullanılabilirliği

Cuma Kara^{1*}

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Borçka Acarlar Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, 08400, Artvin

Özet

Bu çalışmada, Artvin-Borçka Muratlı çay fabrikasından temin edilen çay atığının (CA) doğal lif olarak kullanımı ile betonun taze ve sertleşmiş özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, C20/25 sınıfı beton üretimi yapılarak, 1 m³ karışıma 0, 1, 3, 5, 7 ve 9 kg çay atığı takviye edilmiş ve böylece 6 farklı beton türü (CA0, CA1, CA3, CA5, CA7, CA9) hazırlanmıştır. CA takviyeli taze betonların çökme miktarı ve hava içeriği belirlendikten sonra 100 mm x 100 mm x 400 mm, 150 mm x 150 mm x 150 mm ve 70.7 mm x 70.7 mm x 70.7 mm kalıplara yerleştirilmiştir. Uygun kür ortamında bekletilen betonlara 7. ve 28. gün sonra kapiler su emme, beton test çekici, ultrases geçiş hızı, eğilme dayanımı, basınç dayanımı ve aşınma dayanımı deneyleri yapılmıştır. Sonuç olarak betonda CA takviyesinin su ihtiyacını arttırdığı, beton içerisindeki boşlukları doldurduğu ve 1 m³betonda 7 kg'a kadar atığın kullanılması ile ultrases geçiş hızı, beton test çekici, eğilme dayanımı ve basınç dayanımı değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. Atığın 1 m³betonda 5 kg'dan fazla kullanılması ise kapiler su emmeyi azaltırken aşınma miktarını arttırdığı görülmüştür. Sonuç olarak çay atığının doğal lif olarak 1 m³ betonda 7 kg'a kadar kullanılabileceği ancak aşınmaya maruz kalacak yerlerde 5 kg'a kadar kullanılmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır.

Anahtar Sözcükler

Beton, Dayanım, Çay, Atık, Lif

Usability of Tea Waste in Concrete as Natural Fiber

Abstract

In this study, the effect of tea waste (CA) obtained from Artvin-Borçka Muratlı tea factory as natural fiber on the fresh and hardened properties of the concrete was investigated. For this purpose, C20 / 25 class concrete was produced, then 0, 1, 3, 5, 7 and 9 kg tea waste was reinforced into 1 m³ mix and thus 6 different concrete types (CA0, CA1, CA3, CA5, CA7, CA9) were prepared. After determining the amount of collapse and the air content, the CA-reinforced fresh concrete was placed in molds of 100 mm x 100 mm x 400 mm, 150 mm x 150 mm x 150 mm and 70.7 mm x 70.7 mm x 70.7 mm. On the 7th and 28th day, the capillary water absorption, concrete test hammer, ultrasonic pulse velocity, flexural strength, compressive strength and abrasion resistance tests were performed to the concretes held in the appropriate curing environment. As a result, it was determined that the reinforcing concrete with CA increased the need for water, filled the gaps in the concrete and that the ultrasonic pulse velocity, concrete test hammer, flexural strength and compressive strength values were increased with the use of up to 7 kg waste in 1 m³ concrete. When more than 5 kg of waste was used in 1 m³ concrete, it was seen that the amount of abrasion was increased while the water absorption was decreased. As a result, it was concluded that up to 7 kg tea wastes in 1 m³ concrete could be used as natural fiber, but it would be appropriate to use up to 5 kg in places where there might be exposure to abrasion.

Keywords

Concrete, Strength, Tea, Waste, Fiber

1. Giriş

Beton sektörü ülkemizde gelişen ve gelecek günlerde de gelişmeye devam edecek olan bir sektördür. Betonun çeşitli avantajlara sahip olması, betonun lider bir yapı malzemesi olarak inşaat sektöründe devamını sağlayacaktır. Beton yapı malzemeleri arasında üzerinde en çok araştırma yapılan yapı malzemesidir (Akalin vd. 2013). Betonun istenen hizmet ömrüne sahip olması için uygun hammadde seçimi, standartlara uygun karıştırma, standartlara uygun taşıma, döküm, yerleştirme, sıkıştırma ve kür şartları sağlanmalıdır (Bekem vd. 2009). Çeşitli malzemeler katılarak betona farklı özellikler kazandırılmakta ve birçok atık malzemede hammadde olarak betonda kullanılabilir. (Kütük vd. 1995).

Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü verilerine göre ülkemizde çay bitkisinin üretimi ve tüketimi önemli miktarlarda yapılmaktadır. Çay işleme sonrasında fabrikalarında yaklaşık her yıl 20000 tonun üzerinde çay atığı meydana gelmekte olup özel sektöre ait fabrikalar da ele alındığında bu miktar daha fazla artmaktadır. Lif ve toz halindeki çay atıkları fabrikaların kullanım sahalarında depolandığında büyük sorunlar meydana getirmekle birlikte, çalışma düzeni bozulmakta, depolanma alanı sorunu ve atığın imha edilememesi önemli bir çevre sorunu yaratmaktadır (Kütük vd. 1995).

Günümüzde çevre sorunları tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de gündemini korumaktadır. Hızlı nüfus artışını da göz önüne alacak olursak çevre sorunları ile gelecek yıllarda da karşı karşıya kalınması muhtemeldir. Özellikle son yıllarda hem çevre sorunlarını çözümü hem de doğal kaynakların etkin kullanılması amacıyla yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Yapı inşasında geri dönüştürülmüş ve endüstriyel atıkların ayrıca suyun idareli kullanımı, yapı malzemelerinin israfını azaltmakta ve çevre kirliliğinin önlenmesi dışında ekonomi sağlamaktadır (Bekem vd. 2015). Bu amaç ile yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Atık otomobil lastiği (AOL) ile yapılan bir çalışmada, atık otomobil lastiği (AOL) ve uçucu külün (UK) birlikte kullanılarak hazırlanan harçların özellikleri araştırılmış. Çalışmada çimento miktarından % 0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında azaltılarak yerine UK ilave edilen numuneler hazırlanmıştır. Deneylerden elde edilen verilere göre en iyi sonuçların CEM II/A-L 42.5R çimentosundan elde edildiği ve %30 AOL + %5 UK'lı harç türlerinin diğerlerine göre daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir (Topçu ve Demir 2007).

Yıldız ve arkadaşları ise pirinç kabuğu yakarak külünü çimentonun ağırlığına % 0, 10, 15, 20, 25 ve 30 oranlarında beton içerisine çimento ile ikame ederek elde edilen beton numunelerinin basınç ve eğilmede çekme dayanımları araştırılmıştır. %10 pirinç kabuğu külü içeren betonların hem basınç hem de eğilmede çekme dayanımlarında deneysel çalışma sonucunda artış gözlemlenmiştir (Yıldız vd. 2007).

Mısır koçanı külünün çimentoya % 0 ile % 25 oranlarında ikamesinin betonun işlenebilirlik ve basınç dayanımının üzerine etkilerini araştırmak amaçlı yapılan bir çalışmada mısır koçanı külünün karışımlarda oranının artması ile işlenebilirliği olumsuz etkilendiği ve basınç dayanımının ise erken yaşlarda kontrol numunesinin altında sonuçlar verirken betonun 120. gün ve üzerinde ki yaşlarında kontrol betonunun üzerine çıktığını belirlemişlerdir. Ayrıca mısır koçanı külünün beton içerisinde %8'e kadar ikamesinin uygun olduğunu belirtmişlerdir (Raheem ve Adesanya 2009).

Çimento ile ikame edilmiş farklı oranlarda atık mermer tozu (MT) ikameli betonların karbonatlaşma derinliklerinin deneysel olarak belirlenmesi amacı ile yapılan bir çalışmada ise; % 0, 5, 10 ve 15 MT ile beton karışımları hazırlanmış. Sonuç olarak, MT'nun beton üretiminde çevre kirliliğinin azaltılması amacıyla ikame oranının en uygun %5 MT olduğu, betonun sürdürülebilirliğini için optimum MT kullanımının uygun olacağı kanaatine varmışlardır (Yazıcıoğlu ve Kara 2017).

Çelik ve Gürdal (2005) yaptıkları çalışmada, yerfıstığı kabuğunu hafif agregası olarak kullanarak çimento bağlayıcılı numuneler üretmiş ve yerfıstığı kabuğunun çimentolu bağlayıcılar ile kullanımı sonucu kontrol numunelerine göre daha sünek bir yapıya sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, dış hava koşullarına dayanıklı ve uyumlu olması açısından, yerfıstığı kabuğu içeren çimento bağlayıcılı kompozitlerin dış mekanlarda kaplama olarak kullanımının uygun olacağı önerilmiştir (Çelik ve Gürdal 2005).

Pirinç kabuğunun agregası ikamesi ile kullanılarak hafif beton üretilen bir çalışmada, pirinç kabuğunun su emme oranını arttırdığı, termal iletkenliği azalttığı ve örneklerden elde edilen 28 günlük basınç dayanımının 37,5 MPa'a kadar ulaştığı tespit edilmiştir. Şişman vd. (2011) üretilen malzemenin yalıtım betonu olarak bir veya iki kat olan ve düşük yük taşıyan tarımsal yapılarda kullanılabileceği sonucuna varmışlardır (Sisman vd. 2011).

Atık malzemeler beton içerisinde agregası veya çimento ikamesi ile kullanılabildiği gibi karışıma giren malzemelere takviye olarak ilave de edilebilmektedir. Miskantus bitkisinin öğütülmüş halde ve lif katkısı olarak betonun mekanik özelliklerine etkisinin deneysel incelenmesi adlı yapılan bir çalışmada beton karışımlarına % 2 ve % 4 hacimsel oranlarda toz, kesik ve toz+kesik olarak eklenerek miskantus bitkisinin lif katkısı araştırılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda ise % 2-4 arasında toz lifin kullanılmasının uygun olacağı sonucuna varmışlardır (Açıkel vd. 2005).

Çimento harçlarının doğal lifler ile güçlendirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada sisal lifleri karışımlara 25 mm ve 45 mm olarak farklı uzunluklarda eklenmiş olup, basınç dayanımı olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Sisal lifin basınç dayanımı üzerindeki olumsuz etkisi lif boyutun 45 mm olan karışımlarda daha fazla olduğu görülmüştür (Pereira vd. 2015).

Jüt lif takviyesinin %0.1, %0.3 ve %0.5 oranında olduğu çalışmada yapılan deneyler neticesinde jüt lif takviyesinin artması ile betonun mekanik özelliklerinde olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Liflerin çatlakların ucundaki gerilme yoğunluğunu azaltmada ve çatlakların büyüme hızını geciktirerek çatlakların uzamasını engellediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca betonun ağırlıkça %0.1, %0.3 ve %0.5 oranında lif takviyesiyle güçlendirilmesi, basınç, çekme ve eğilme dayanımını arttırdığı belirlenmiştir (Mirsayar ve Razmi 2017). Literatürde çay atıklarının çimento ve beton sektöründe kullanılmasına yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı ise çay fabrikalarında çay üretimi sonrasında meydana gelen çay atıklarının doğal lif olarak betonda kullanılabiliirliği ve beton üzerindeki etkilerini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

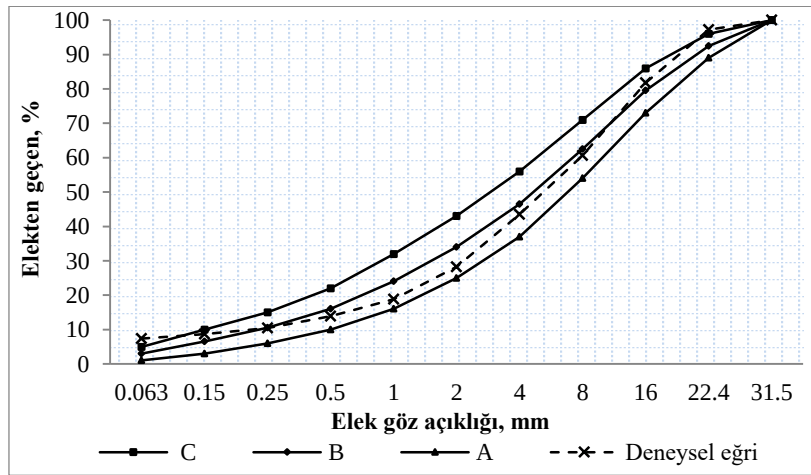
2.1. Materyal

Yapılan çalışmada; Aşkale ürünü olan CEM I 42.5 R çimentosu, Artvin-Borçka yöresine ait kırmataş agregası, şebeke suyu, çay atığı (CA) ve süper akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılmıştır. CEM I 42.5 R çimentosuna ait kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: CEM I 42.5 R çimentosuna ait kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikler

Analiz	Oksit	Değer	Analiz	Deneysel	Değer
Kimyasal (%)	CaO	62.64	Fiziksel	Özgül yüzey, cm ² /g	3269
	Al ₂ O ₃	4.56		Hacim Genleşme, mm	2.0
	Fe ₂ O ₃	3.36		Yoğunluk, g/cm ³	3.12
	SiO ₂	19.05		Priz baş. sür., dak.	150
	SO ₃	2.88		Priz bit. sür., dak.	210
	MgO	2.98	Mekanik	Gün	MPa
	Na ₂ O	0.15		2. gün	32.5
	Kızd. kaybı	3.02		7. gün	43.4
	Çöz. kalıntı	0.30		28. gün	53.6

Çalışmada kullanılan agregaların tane dağılımı TS 706 EN 12620+A1 ve TS EN 933-1 standardında belirtilen esaslara uygun şekilde belirlenmiştir (TS 706 EN 12660+A1, 2009 ve TS EN 933-1, 2012). Agregalara ait deneysel granülometri eğrisi Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1: Agregalara ait deneysel granülometri eğrisi

Agregalara ait fiziksel deneyler ilgili standardına göre yapılmıştır (TS EN 1097-6, 2013). Agregaların tane yoğunlukları ve su emme oranları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Agregalara ait teknik özellikler

Deneysel	İnce Agregaya	İri Agraga
Yoğunluk, g/cm ³	Yıkanmış Kum (0-5 mm) : 2.71	5-12 mm Agregaya : 2.70
	Yıkanmamış Kum (0-5 mm): 2.68	12-25 mm Agregaya: 2.73
Su emme, %	Yıkanmış Kum (0-5 mm) : 2.1	5-12 mm Agregaya : 1.9
	Yıkanmamış Kum (0-5 mm): 2.6	12-25 mm Agregaya: 1.5

Beton örneklerinde kullanılan CA Artvin Borçka’da bulunan Muratlı Çay Fabrikasından çay üretimi sonrası değerlendirilemeyen atık olup, atık depolama sahasından alındığı gibi kullanılmıştır. Karışımlara takviye edilen atık malzemenin ölçülen en büyük çapı 2 mm ve uzunluğu ise 25 mm’dir. Betonlarda kullanılan CA Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2: Çay fabrikasından temin edilmiş çay atığı

2.2. Yöntem

Farklı oranlarda CA lifli takviyeli beton örneklerine ait beton karışım hesabı standartlara uygun olarak belirlenmiştir (TS 802, 2016 ve TS EN 206:2013+A1, 2017). CA lifli takviyesiz 1 m³ beton karışımına gerekli malzemeler hesaplandıktan sonra sırasıyla 0 (CA0), 1 (CA1), 3 (CA3), 5 (CA5), 7 (CA7) ve 9 (CA9) kg CA lifli takviye edilerek 6 farklı beton karışımı hazırlanmıştır. CA0 karışımına ait 1 m³ malzeme miktarı Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3: Lif takviyesiz karışıma ait 1 m³ malzeme miktarı

Karışım ismi	Çay Üretim Atığı, kg	Su, litre	Çimento, kg	Katkı maddesi, litre	0-5, kg	0-5 (Yıkamış), kg	5-12, kg	12-25, kg
CA0	0	180	300	3	344	694	417	500

Beton karışımları laboratuvar tipi beton mikserinde hazırlanmış olup çökme miktarları TS EN 12350-2 ve hava miktarı TS EN 12350-7 standardına göre tespit edilmiştir (TS EN 12350-2, 2010 ve TS EN 12350-7, 2010). Hazırlanan taze beton kapiler su emme (TS EN 772-11, 2012), beton test çekici (TS EN 12504-2, 2013), ultra ses geçiş hızı (ASTM C 597-83, 2009) ve basınç dayanımı (TS EN 12390-3, 2010) için 150 mm x 150 mm x 150 mm, eğilme dayanımı (TS EN 12390-5, 2010) için 100 mm x 100 mm x 400 mm boyutlarında prizmatik ve aşınma miktarı (TS EN 14157, 2017) için 70.7 mm x 70.7 mm x 70.7 mm küp kalıplara dökülmüştür. 7 ve 28 gün kür havuzunda bekleyen beton örnekler üzerinde sertleşmiş beton deneyleri gerçekleştirilmiştir. CA takviyesi ile farklı boyutlarda üretilen beton örneklerine yapılan sertleşmiş beton deneyleri Tablo 4’de verilmiştir.

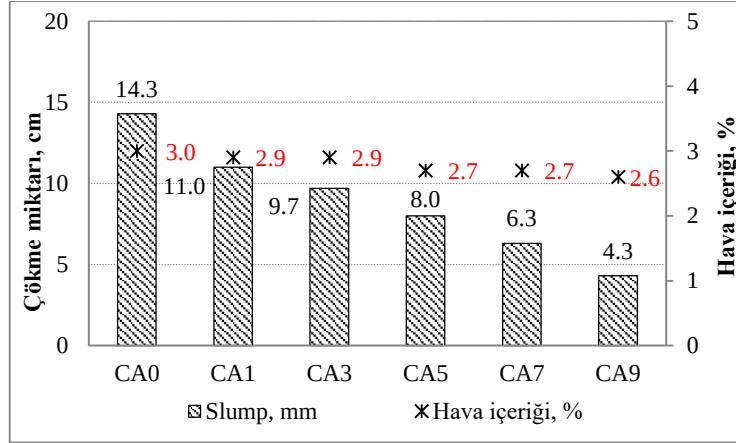
Tablo 4: Sertleşmiş beton deneyleri

Deneyler	100x100x400 (mm)	150x150x150 (mm)	70.7x70.7x70.7 (mm)	Standart
Kapiler Su Emme		✓		TS EN 772-11, 2012
Beton Test Çekici		✓		TS EN 12504, 2013
Ultra ses Geçiş Hızı		✓		ASTM C 597-83, 2009
Eğilme Dayanımı	✓			TS EN 12390-5, 2010
Basınç Dayanımı		✓		TS EN 12390-3, 2010
Aşınma Miktarı			✓	TS EN 14157, 2017

3. Bulgular ve Tartışma

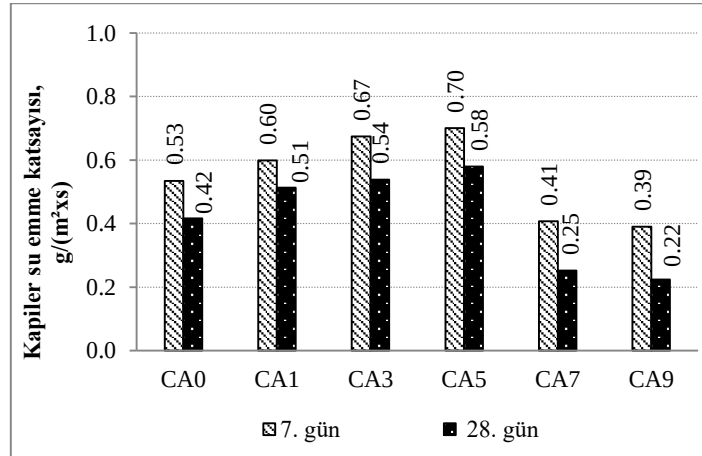
Farklı oranlarda CA lifli takviyesi ile hazırlanan beton türleri üzerinde taze beton deneylerinden çökme miktarı ve hava içeriği standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiş ve elde edilen değerler Şekil 3’de verilmiştir. CA takviyesi ile betonun işlenebilirlik ölçütü olarak kabul edilen çökme miktarı değerinin düştüğü belirlenmiştir. Çay atığı kendi ağırlığının 2.6 katı kadar su tutma özelliğine sahiptir (Çıtak vd. 2006). Atık malzemenin suyu bünyesinde tutması ile karışıma gerekli olan su atık malzeme tarafından tutulmuş olup atık takviyesi olmayan referans (CA0) beton örneğine göre atık takviyenin artması ile işlenebilirlik de olumsuz yönde etkilenmiştir.

CA lifi takviyesinin artması ile taze betonların içerisindeki hava boşluklarının azaldığı belirlenmiştir. Hava içeriğinin düşmesinin nedeni, CA kullanımı ile boşlukların referans (CA0) beton türüne göre azalması olduğu düşünülmektedir.



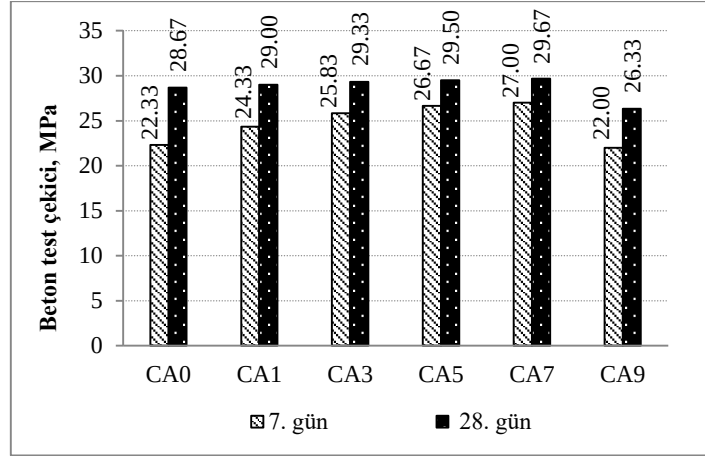
Şekil 3: Çökme miktarı ve Hava içeriği değerleri

Beton türleri üzerinde kapiler su emme deneyi gerçekleştirilmiş ve numunelere ait kapiler su emme katsayısı değerleri Şekil 4'de gösterilmiştir. Tüm beton türlerinde 7. güne ait kapiler su emme katsayıları 28. günde azalma göstermiştir. 28. günde kapiler su emme katsayıları incelendiğinde en az değer CA9 beton türüne ait olduğu görülmüştür. 1 m³'e 9 kg CA takviyesinin boşlukları doldurduğu için kapiler su emme katsayısı 0,22 g/(m²xs) olup referans beton türü yani CA0'a göre % 48 daha düşük çıkmıştır.



Şekil 4: Kapiler su emme katsayısı değerleri

Betonun sertliği ve dayanım arasında özgün bir ilişki yoktur, ancak belirli bir betondan deneysel veri ilişkileri elde edilebilir (Qasrawi 2000). 6 farklı beton türü üzerinde 7. ve 28. günlerde gerçekleştirilen beton test çekici sonuçlarına göre, en yüksek test çekici değerini CA7 ve en düşük test çekici değeri ise CA9 beton türlerine ait olduğu belirlenmiş olup, ortalama test çekici değerleri Şekil 5'de görülmektedir. Elde edilen test çekici ve basınç dayanımı değerleri incelendiğinde bu çalışma için her iki dayanım parametreleri paralellik göstermektedir.

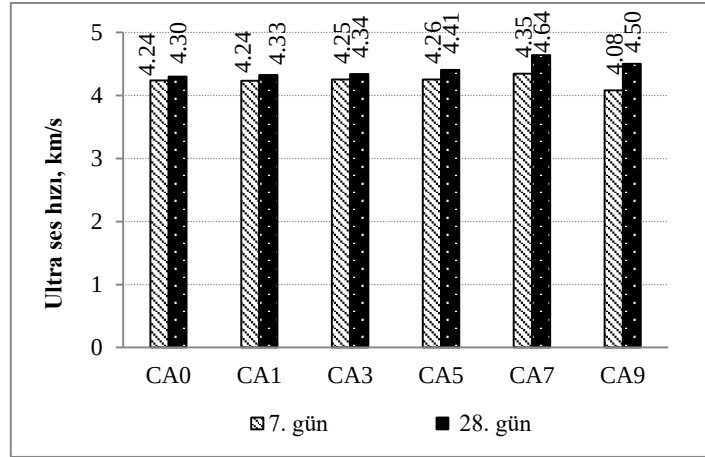


Şekil 5: Beton test çekici değerleri

Ultra ses hızı değerlerinin verilmiş olduğu Şekil 6 incelendiğinde ultra ses hızı değerlerinin CA7 betonunda en yüksek ses hızı değerini verdiği görülmektedir. Zebari ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada ultra ses hızı değerleri ile beton kalitesi arasındaki ilişki Tablo 5’de verilmiştir (Zebari vd. 2016). Ultra ses hızı değerleri ile beton kalitesi arasındaki ilişkiye göre CA7 betonu “çok iyi” değerleri ise “iyi” olarak nitelendirilebilmektedir.

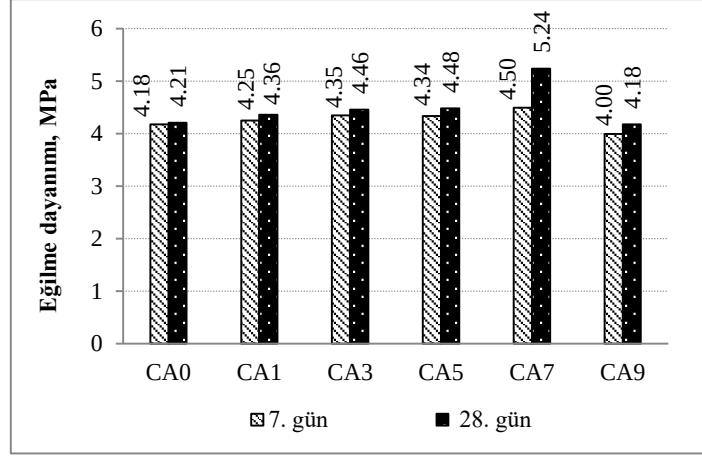
Tablo 5: Ultra ses-beton kalitesi ilişkisi (Zebari vd. 2016).

Ultra ses hızı değerleri, km/s	Beton kalitesi
>4,5	Çok iyi
3,5~4,5	İyi
3,0~3,5	Orta
<3	Kötü



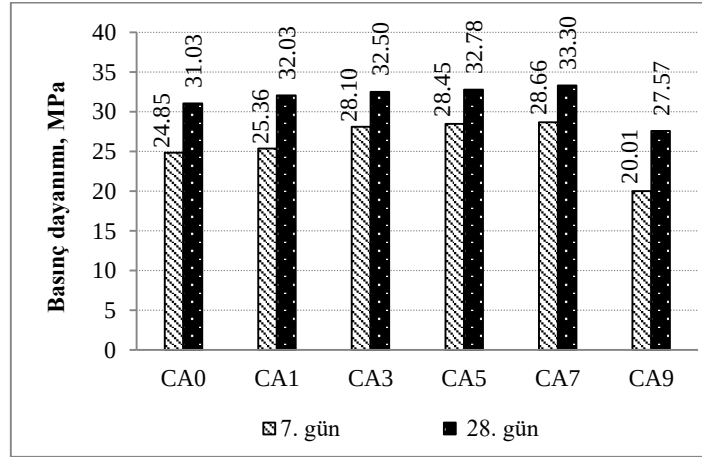
Şekil 6: Ultra ses geçiş hızı değerleri

Liflerin, çatlakları sınırlı mertebede tutup, gerilme transferi ile betona daha yüksek deformasyon yapma yeteneği sağladığı bilinmektedir (Koç ve Birinci 2012). Farklı miktarlarda CA takviye edilerek üretilen beton türlerine ait eğilme dayanımları Şekil 7’de verilmiştir. Şekil 6 incelendiğinde CA0, CA1, CA3, CA5 ve CA9 beton türlerinde 7. ve 28. günlük değerler birbirine çok yakın sonuçlar vermiş olup aynı zamanda beton yaşı artması ile en yüksek fark CA7 beton örneğinde gerçekleşmiştir. Hem 7, hem de 28. günde en büyük eğilme dayanımı değerini CA7 beton türü sağlamıştır.



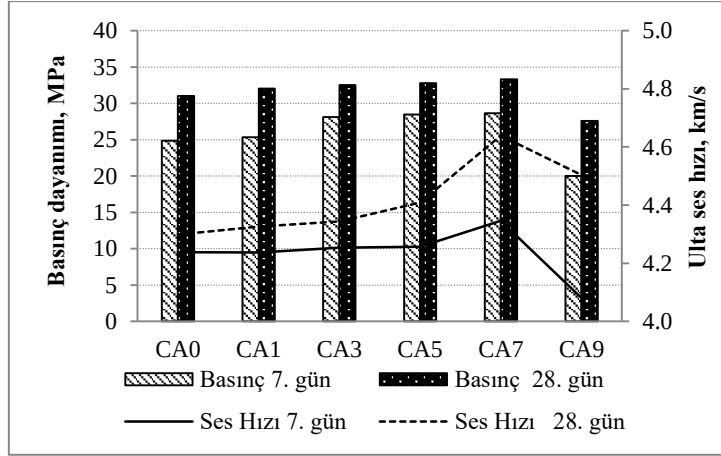
Şekil 7: Eğilme dayanımı değerleri

CA takviyesi basınç dayanımı değerlerinde CA7 karışımına kadar artış meydana getirmiş ve CA9 karışımında ise CA takviyesi basınç dayanımını olumsuz etkilenmiştir dolayısı ile en yüksek basınç dayanımı CA7 karışımlı beton türüne, en düşük basınç dayanımı ise CA9 karışımına aittir. CA takviyesi ile üretilen beton numunelere yapılan basınç dayanımı sonuçları Şekil 8’de görülmektedir. CA takviyesi ile birlikte referans (CA0) beton türüne göre CA1, CA3, CA5, CA7 beton türlerinde basınç dayanımı sırasıyla % 3.2, % 4.0, % 5.6, % 7.3 artış meydana getirirken CA9 beton türünde ise % 11.2 dayanım kaybı oluşturmuştur. Literatür incelendiğinde çay atığının kendi ağırlığının 2.6 katı kadar su tutma özelliğine sahip olduğu görülmüştür (Çıtak vd. 2006). Yapılan bir başka çalışmada su emme oranı yüksek olan miskantüs bitkisi ile farklı beton kombinasyonları denenmiş, beton içerisinde bitkinin suyu bünyesinde tutarak deformasyona uğramasından dolayı basınç dayanımını olumsuz etkilediği tespit edilmiştir (Açikel vd. 2005). CA9 beton türünde atık bünyesinde bulunan suyun fazla olmasının basınç dayanımının azalması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.



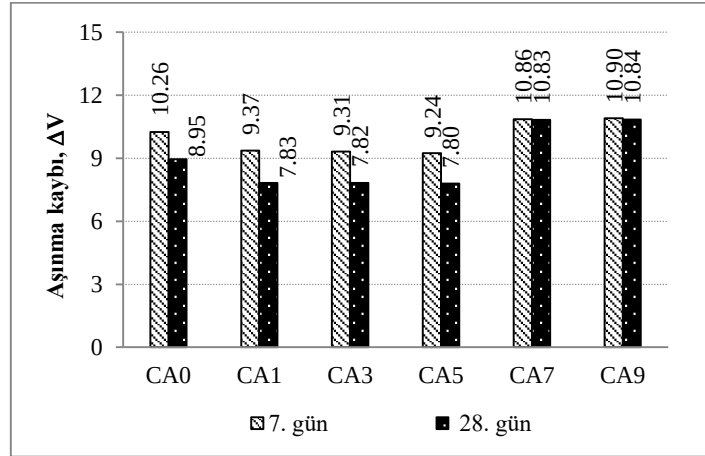
Şekil 8: Basınç dayanımı değerleri

Şekil 9’da beton türleri incelendiğinde ultra ses geçiş hızı ile beton basınç dayanımı değerlerinin 7 kg lif takviyesine kadar uyumluluk göstermektedir. CA0, CA1, CA3, CA5 ve CA7 beton türlerinde ultra ses geçiş hızı arttıkça basınç dayanımı artmaktadır. 9 kg lif takviyesi ile CA9 beton türünde basınç dayanımı değeri azalmıştır. Ultra ses geçiş hızı düşüş göstermiş ise de CA0, CA1, CA3 ve CA5 beton türlerinin üzerinde bir değer vermiştir. Ultra ses geçiş hızı ölçümleri boşluksuz yapıda daha iyi sonuçlar verdiği literatürden de bilinen bir gerçektir. Boşluk hacmiyle ultra ses geçiş hızı arasında ters bir ilişki olduğu bilinmektedir (Abo-Qudais 2005). CA takviyesi ile CA9 beton türünde diğer beton türlerine nispeten lif miktarının fazla olmasından dolayı daha boşluksuz bir yapı oluşmuş ve bu boşluksuz yapı ultra ses geçiş hızı ölçümlerinde olumlu fakat basınç dayanımı deneyinde olumsuz sonuç meydana getirmiştir.



Şekil 9: Basınç dayanımı ve ultra ses geçiş hızı değerleri

Literatür de basınç dayanımının artması ile genelde aşınma miktarının azaldığı belirtilmektedir. CA takviyesi ile elde edilen betonlarda aşınma miktarının en az olanının basınç dayanımı değerinin de yüksek olması beklenen bir durumdur. Şekil 10'da aşınma dayanımı değerlerine göre basınç dayanımı yüksek olan betonu aşınma miktarı da yüksek çıkmıştır. Betonda kullanılan CA takviye miktarının artması ile yüzeye yakın olan atıkların aşınma deneyi esnasında betondan ayrıldığı ve çevresinde dökülmelerin meydana geldiği gözlemlenmiştir. Yüzeye yakın CA takviyesinin ayrışması dezavantajına rağmen betonun aşınma dayanımı CA1, CA3 ve CA5 de referans numuneye göre olumlu sonuç vermiş yalnız CA7 ve CA9 örneklemelerinde aşınma dayanımı kontrol numunesi ve diğerlerine göre olumsuz sonuç vermiştir.



Şekil 10: Aşınma değerleri

4. Sonuçlar ve Öneriler

1 m³ beton karışımına 0, 1, 3, 5, 7 ve 9 kg CA takviyesi ile üretilen betonlarda çay atığının doğal lif olarak kullanılabilirliği ve beton üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada elde edilen sonuçların bazıları aşağıdaki gibidir:

- CA takviyesi beton yapısında boşlukları doldurmada etkili olmakla birlikte takviye miktarı bir miktardan sonra olumsuzluk oluşturmaktadır.
- CA7 betonu CA takviyesi ile elde edilen betonlar türlerine göre 33.30 MPa değeri ile CA0 referans betonuna göre % 7.3 basınç dayanımı artışı sağlamıştır.
- Eğilme dayanımında en yüksek değeri 5.24 MPa olarak CA7 betonu, en düşük değeri ise referans (CA0) betonunun da altında bir değer ile CA9 betonun ile elde edilmiştir.
- Literatürde eğilme ve basınç dayanımları ile paralellik gösteren tahribatsız deneyler olan ultrases hızı ve beton test çekici deney sonuçları literatür ile uyumluluk göstermiştir. Ses hızı ve beton test çekici deneylerinin sonuçlarına göre en yüksek değeri eğilme ve basınç dayanımı deneylerinde olduğu gibi CA7 betonu sağlamıştır.
- Aşınma dayanımı deneyinde en iyi değeri CA5 betonu olduğu tespit edilmiştir. CA takviyesi CA7 ve CA9 karışımlarında aşınma miktarının artmasına sebep olmuştur.

Çay atığı takviyesi ile üretilen betonlarda çay atığının doğal lif olarak kullanılabilirliği ve beton üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada elde edilen sonuçlarına göre aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

- Atıkların değerlendirilmesi amacı ile özellikle çay fabrikalarının olduğu bölgelerde üretim sonrası elde edilen atığın betonda kullanılabileceği ve elde edilen değerlere göre en uygun miktarın CA7 betonunda belirlenen değer olduğu görülmektedir. Ancak aşınmaya etkisine maruz kalacak yerlerde CA atığının 5 kg'a kadar kullanılması uygundur.
- Çay atığının lif takviyesi olarak literatürde yapılan çalışmalar bulunmamaktadır. Çay atığının ileriki yaşlarda sertleşmiş beton özelliklerine etkisi ve durabilite özelliklerini de kapsayan çalışmalar atığın etkin olarak değerlendirilebilir olması için yapılabilir.
- Bu çalışmada CA depolanma sahasından ekstra bir maliyet oluşturmayacak şekilde beton içerisinde kullanılmıştır. Bundan sonraki çalışmada CA'nın yakılarak elde edilecek olan külün agrega veya çimentoya ikame olarak beton içerisinde kullanılabilirliğinin araştırılması önerilmektedir. Yapılan ve yapılacak çalışmalarda fayda maliyet analizi göz önüne alınarak atık en uygun şekilde değerlendirilmelidir.
- Atığın değerlendirilmesi için kamu kurumları ve özel firmaların teşvik edilmesi sağlanmalıdır. Enerji kaynaklarının verimli kullanılmasının öneminin büyük olduğu günümüzde diğer sektörlerde olduğu gibi inşaat sektöründe de atıkların değerlendirilmesi kapsamında özellikle yerel yönetimlerin tutumları önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Abo-Qudais, S.A., (2005), *Effect of concrete mixing parameters on propagation of ultrasonic waves*, Construction and Building Materials, 19, 257-263.
- Açıkel H., Altun F., Elcuman H., (2005), *Miskantus bitkisinin öğütülmüş halde ve lif katkısı olarak betonun mekanik özelliklerinin deneysel incelenmesi*, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya, Türkiye, ss.244-252.
- Akalın T., Kılınç C., Işık A., Zengin H., (2013), *Hazır beton sektörü ve beton kullanımındaki gelişmeler*, Hazır Beton Dergisi, 116, 66-72.
- ASTM C 597-83, (2009), *Beton - Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete*, United States.
- Bekem İ., Gültekin A.B., Dikmen Ç.B., (2009), *Yapı ürünlerinin 'hizmet ömrü' açısından irdelenmesi: betonarme örneği*, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük, Türkiye, ss.2155-2160.
- Bekem İ., Gültekin A.B., Dikmen Ç.B., (2015), *Yapılarda sürdürülebilirlik ölçütleri kapsamında yangın olaylarının incelenmesi*, 2. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu (ISBS'15), Ankara, Türkiye, ss.288-293.
- Çelik Ç., Gürdal E., (2005), *Yerfıstığı kabuğunun agrega olarak kullanım olanakları*, itüdergisi/a mimarlık, planlama ve tasarım, 4(1), 37-46.
- Çıtak S., Sahriye S., Öktüren F., (2006), *Bitkisel kökenli atıkların tarımda kullanılabilme olanakları*, Derim, 23(1), 40-53.
- Koç B., Birinci F., (2012), *Lifli betonda boyut etkisi ve kırılma enerjisi*, SDU International Technologic Science, 4(3), 24-40.
- Kütük A.C., Çaycı G., Baran A., (1995), *Çay atıklarının bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilme olanakları*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 1(1), 35-40.
- Mirsayar M.M., Razmi A., (2017), *On the mixed mode I/II fracture properties of jute fiber-reinforced concrete*, Construction and Building Materials, 148, 512-520.
- Pereira M.V., Fujiyama R., Darwish F., Alves G.T., (2015), *On the Strengthening of Cement Mortar by Natural Fibers*, Materials Research, 18(1), 177-183.
- Qasrawi H.Y., (2000), *Concrete strength by combined nondestructive methods simply and reliably predicted*, Cement and Concrete Research, 30(5), 739-746.
- Raheem A.A., Adesanya D.A., (2009), *A study of the workability and compressive strength characteristics of corn cob ash blended cement concrete*, Construction and Building Materials, 23(1), 311-317.
- Sisman C.B., Gezer E., Kocaman I., (2011), *Effects of organic waste (rice husk) on the concrete properties for farm buildings*, Bulgarian Journal of Agricultural Science, 17(1), 40-48.
- Topçu İ.B., Demir A., (2007), *Atık lastik ve uçucu küllü harçların özellikleri*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 20(2), 189-200.
- TS 706 EN 12620+A1, (2009), *Beton agregaları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 802, (2016), *Beton karışım tasarımı hesap esasları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1097-6, (2013), *Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler-Bölüm 6: Tane yoğunluğunun ve su emme oranının tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12350-2, (2010), *Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 2: Çökme (Slump) deneyi*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12350-7, (2010), *Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 7: Hava muhtevasının 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.
- TS EN 12390-5, (2010), *Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 5: Deney numunelerinin eğilme dayanımının tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12504-2, (2013), *Yapılarda beton deneyleri - Bölüm 2: Tahribatsız muayene- Geri sıçrama sayısının belirlenmesi*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 14157, (2017), *Doğal taşlar - Deney yöntemleri - Aşınma direncinin tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 206:2013+A1, (2017), *Beton - Özellik, performans, imalat ve uygunluk*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- TS EN 772-11, (2012), *Kagir birimler - Deney yöntemleri - Bölüm 11: Betondan, gazbetondan, yapay ve doğal taştan yapılmış kagir birimlerde kapiler su emme ve kil kagir birimlerde ilk su emme hızının tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 933-1, (2012), *Agregaların geometrik özellikleri için deneyler-Bölüm 1: tane büyüklüğü dağılımı tayini-eleme metodu*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yazıcıoğlu S., Kara C., (2017), *Betonda atık mermer tozu kullanımının karbonatlaşmaya etkisi*, Politeknik Dergisi, 20(2), 369-376.
- Yıldız S., Balaydın İ., Ulucan Z.Ç., (2007), *Pirinç kabuğu külünün beton dayanımına etkisi*, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(1), 85-91.
- Zebari Z., Bedirhanoğlu İ., Aydın E., (2016), *Beton basınç dayanımının ultrasonik ses dalgası yayılma hızı ile tahmin edilmesi*, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 8(1),43-52.