Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8(12): 2716-2722, 2020
DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i12.2716-2722.4010

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology

Available online, ISSN: 2148-127X | www.agrifoodscience.com | Turkish Science and Technology Publishing (TURSTEP)

The Use of Rice Husk Waste in Foam Concrete Production

Oğuzhan Yavuz Bayraktar[1,a,*]

[1]*Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Kastamonu University, 37150, Kastamonu, Turkey*
[*]*Corresponding author*

ARTICLE INFO

Research Article

Received : 21/10/2020
Accepted : 20/11/2020

Keywords:
Foam concrete
Paddy waste
Rice husk ash
Apparent porosity
Agricultural waste

ABSTRACT

It is stated that concrete, which is the basic building block of most of the buildings built today, is the most consumed the construction material in the world after water. cement is that is the main ingredient of concrete, has significant share because of the cost of concrete, the use of various additives as a cement substitutes is the subject of many studies. However, it should firstly be determined to what extent the additives used to affect the concrete properties. In this study, it was tried to determine to what at level the use of the ash of rice husk as a cement substitute changed some concrete properties. Within the scope of the study, the usability of the raw form of rice husk as aggregate in concrete was evaluated and thus an effective method in the disposal of rice husk, which is a agricultural waste, was tried to be determined. The study results show that the addition of both ash of rice husk and rice husk aggregate significantly alter almost all properties of concrete. These changes are at different levels for different characteristics. As a result of the study, it was determined that as the amount of foam increased, the flow diameter increased, while the addition of rice husk decreased the flow diameter. It was determined that the addition of rice husk decreases the depth of water penetration depending on time, the porosity of the samples with the high level of rice husk addition increases, and the compressive and flexural strength decreases.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(12): 2716-2722, 2020

Pirinç Kabuğu Atıklarının Köpük Beton Üretiminde Kullanılması

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 21/10/2020
Kabul : 20/11/2020

Anahtar Kelimeler:
Çeltik atığı
Görünür porozite
Köpük beton
Pirinç kabuğu külü
Tarımsal atık

ÖZ

Günümüzde yapılan binaların büyük bölümünün temel yapıtaşını oluşturan betonun, dünyada sudan sonra en çok tüketilen yapı malzemesi olduğu belirtilmektedir. Betonun ana maddesi olan çimento, beton maliyeti içerisinde önemli paya sahip olmasından dolayı, çeşitli katkı maddelerinin çimento ikame maddesi olarak kullanımı çok sayıda araştırmaya konu olmaktadır. Ancak, kullanılan katkı maddelerinin beton özelliklerini ne düzeyde etkilediği öncelikli olarak belirlenmelidir. Bu çalışmada da pirinç (çeltik) kabuğu külünün çimento ikame maddesi olarak kullanımının bazı beton özelliklerini hangi düzeyde değiştirdiği belirlenmiştir. Çalışma kapsamında ayrıca pirinç kabuğunun ham halinin de beton içerisinde agrega olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiş böylece, tarımsal atık olan pirinç kabuğunun bertaraf edilmesinde etkin bir yöntem de belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonuçları hem pirinç kabuğu külü hem de pirinç kabuğu agregası ilavesinin, betonun neredeyse bütün özelliklerini önemli ölçüde değiştirdiğini göstermektedir. Bu değişiklikler farklı özellikler açısından farklı düzeydedir. Çalışma sonucunda köpük miktarı arttıkça yayılma çapının da arttığı buna karşılık pirinç kabuğu ilavesinin yayılma çapını azalttığı belirlenmiştir. Pirinç kabuğu ilavesinin zamana bağlı su işleme derinliğini azalttığı, pirinç kabuğu ilavesi yüksek düzeyde olan numunelerin porozitesinin arttığı, basınç ve eğilme dayanımının ise azaldığı belirlenmiştir.

[a] *obayraktar@kastamonu.edu.tr* *https://orcid.org/0000-0003-0578-6965*

This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Günümüzde dünyanın en önemli problemlerinin başında nüfus artışı ve buna bağlı problemler gelmektedir (Kilicoglu ve ark., 2020a). Artan nüfusun beraberinde getirdiği en önemli sorunlardan birisi kentleşme ve kentsel alanlardaki nüfus yoğunluğudur. Dünya genelinde 1900'lü yıllarda toplam nüfusun sadece %9'u kentsel alanlarda yaşarken, 2000 yılında bu oran %47'ye yükselmiş olup, 2030 yılına kadar dünya nüfusunun %90'a varan oranlarda kentsel alanlarda yaşayacağı tahmin edilmektedir (Sen ve ark., 2018; Cetin ve ark., 2019; Aricak ve ark., 2020). Gerek artan nüfus, gerekse kırsaldan kentsel alanlara göç, kent merkezlerinde yeni yerleşim alanlarının oluşturulmasını ve dolayısıyla yeni binaların yapımını zorunlu kılmaktadır (Bayraktar, 2019c; Kilicoglu ve ark., 2020b).

Günümüzde yapılan binaların büyük bölümünün temel yapıtaşını beton oluşturmaktadır. Çimento, agrega, su ve gerektiğinde bazı katkı malzemelerinin bir araya getirilmesiyle oluşan beton, çağımızda çok çeşitli yapılarda kullanılmaktadır (Aktürk, 2007). Beton, günümüzde o kadar yoğun kullanılmaktadır ki, dünyada sudan sonra en çok tüketilen yapı malzemesi olduğu belirtilmektedir (Karakulak, 2019).

Betonun ana maddesi ve diğer bileşenlere oranla birim fiyatı daha yüksek olması sebebiyle çimento, beton maliyeti içerisinde önemli bir paya sahiptir. Çimento maliyetlerinin düşürülmesi için çeşitli katkı maddelerinin çimento ikame maddesi olarak kullanımı büyük önem taşımaktadır. Bundan dolayı farklı katkı maddelerinin beton üretiminde çimento ikame maddesi olarak kullanılabilirliği, çok sayıda çalışmada ele alınmıştır (Chi ve ark., 2019; Cho ve ark., 2019; Li ve ark., 2020).

Köpük beton; çimento, ince agrega, uçucu kül vb. malzemelere su ilave edilerek mikserde karıştırılıp akıcı kıvamda elde edilen harca kararlı halde köpük ilave edilmesi veya baz karışıma bir köpürtme ajanı ilave edilip harcın genleştirmesiyle üretilebilir. Taze beton harcına köpük veya köpürtme ajanı ilave edilerek sertleşmiş bünyede gözenek oluşturulur, bu nedenle köpük beton adını alır (Tan ve ark., 2014). Fiziksel, mekanik ve ısı yalıtım nedeniyle günümüzde tercih edilen bir malzeme olma durumundadır. Kendiliğinden yayılan, sıkıştırma gerektirmeyen hafif beton sınıfının bir tipidir (Ramamurthy ve ark., 2009).

Normal ağırlıktaki betondan farklı olarak, köpük beton, tasarım yoğunluğunu etkileyecek herhangi bir sıkıştırma veya titreşime maruz bırakılamaz. Bu nedenle köpük betonun önemli taze hal karakteristikleri akışkanlık ve kendiliğinden yayılmadır. Isı ve ses yalıtımı, dolgu betonu, çatı yalıtımı, köprü yapımı, köprü yaklaşımlarında dalgalanmanın önlenmesi amaçlı, yolların inşasında, yumuşak zemin tabanında, birçok altyapı uygulamalarında, prekast ve yerinde döküm uygulamaları, duvar blokları vb. geniş bir uygulama alanı vardır. Buna ek olarak, köpük betonun minimum agrega kullanımı ve atık malzemelerin dâhil edilmesindeki yüksek potansiyeli nedeniyle çevre dostu bir malzeme olduğu düşünülmektedir (Awang ve Ahmad 2014).

Tarımsal atık olarak adlandırdığımız pirinç kabuğunun üretim sürecinde yan ürün olarak kalan atıklarının, yok edilmesi ve/veya depolanması oldukça güçtür, bunun yanı sıra büyük ölçüde çevre kirliliğine de sebep olmaktadırlar. Bu atık malzemenin inşaat sektörüne kanalize edilmesi, atık bertaraf sorunlarının üstesinden gelmenin yanı sıra sürdürülebilirliği teşvik etmeye de yardımcı olmaktadır (Söylemez ve ark., 2019c).

Çimento ikame maddesi olarak çeşitli atık malzemelerin kullanımı, beton maliyetini düşürmenin yanında, atıkların bertaraf edilmesine olanak sağlaması açısından da büyük önem taşımaktadır (Bayraktar ve ark., 2019a,b). Günümüzde dünyanın karşı karşıya olduğu problemlerin en önemlilerinden birisi de çevre kirliliğidir (Sevik ve ark., 2019a,b; Ucun Ozel ve ark., 2020). Çeşitli atıkların farklı alanlarda değerlendirilmesi, çevre kirliliğinin azaltılmasına önemli düzeyde katkı sağlayabilmektedir.

Ancak, çeşitli atık maddelerin çimento ikame maddesi olarak beton içerisinde kullanımı, beton özelliklerini büyük oranda değiştirebilmektedir. Bundan dolayı öncelikle çimento ikame maddelerinin hangi oranda kullanımının beton özelliklerini ne düzeyde etkilediğinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada da çimento içerikli kompozitlerde pirinç kabuğu külünün çimento ikame maddesi olarak kullanımının bazı köpük beton özelliklerini hangi düzeyde değiştirdiği belirlenmiştir. Çalışma kapsamında ayrıca pirinç kabuğunun ham halinin de köpük beton içerisinde agrega olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiş, böylece çevresel atık olan pirinç kabuğunun bertaraf edilmesinde etkin bir yöntem belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Malzemeler

Karışımların üretilmesinde CEM I 42.5 R tipi çimento kullanılmıştır. TS EN 196-1 standardına uygun çimentonu kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur (TS EN, 2016). Çimento yerine ikame malzemesi olarak pirinç kabuğu külü kullanılmıştır. Çimento (Ç) ve pirinç kabuğu külünün (P) kimyasal özellikleri Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında XRF yöntemiyle belirlenmiş, sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çimento ve pirinç kabuğuna ait özellikler
Table 1. Properties of cement and rice husk ash

Kimyasal Bileşim (%)	Çimento	Pirinç Kabuğu Külü
CaO	64.02	1.22
Al_2O_3	5.64	1.35
SiO_2	20.31	82.16
Fe_2O_3	3.27	1.28
MgO	1.64	2.05
Na_2O	0.87	0.11
SO_3	2.86	0.04
K_2O	0.80	2.76
Özgül yüzey alanı (cm^2/g)	3300	
Özgül ağırlık	3.14	2.09

Agrega olarak 0-2 mm elek açıklığına sahip pirinç kabuğu kullanılmıştır. Pirinç kabuğu agregası hafif agrega olarak kullanılmıştır. Agreganın özgül ağırlığı 0.95 olarak belirlenmiştir. Karışımlarda kullanılan köpük, pirinç kabuğu agregası ve külü Şekil 1'de verilmiştir.

Yöntem

Deneysel çalışmaya ait karışım oranları Çizelge 2'de malzeme miktarları ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Karışımların çimento dozajı 300 kg olarak seçilmiştir. Pirinç kabuğu külü çimento ile %10 yer değiştirilerek kullanılmıştır. Pirinç kabuğu külü doğal yanma ile 24 saat sonunda elde edilmiştir. Yanma sonucunda elde edilen pirinç kabuğu külü bilyalı değirmen ile öğütülmüştür.

Karışımların s/ç oranı 0.75 olarak seçilmiştir. Köpük yoğunluğu 120 g/l'dir. Köpük karışım içerisine 20, 30 ve 40 kg/m^3 olarak ilave edilmiştir. Köpük betonların yayılma çapları ASTM C 230 standardına göre belirlenmiştir (ASTM, 2003). Yayılma çapları belirlenen karışımlar daha 4x4x16 cm boyutlarındaki kalıpları yerleştirilmiştir. Karışımlar kendiliğinden yerleşme özelliğine sahip olduğu için herhangi bir vibrasyon uygulanmamıştır. Laboratuvar koşullarında 24 saat laboratuvar koşullarında bekletilen köpük betonlar kalıplarından sökülerek su kürüne başlanılmıştır. Köpük betonların basınç ve eğilme dayanımları 4x4x16 cm boyutlarına sahip numuneler ile belirlenmiştir. Numunelerin mekanik özellikleri ASTM C348 (ASTM, 1997) ve ASTM C349 (ASTM, 2014) standartlarına göre tespit edilmiştir. Eğilme deneyi gerçekleştirildikten sonra basınç dayanımı deneyi yapılmıştır. Köpük betonların basınç ve eğilme deneyleri 7. ve 28. günlerde belirlenmiştir.

Köpük betonların kapilerite özellikleri ASTM C 1585 (ASTM, 2013) standartına uygun olarak 5x5x5 cm boyutundaki küp numunelerde belirlenmiştir. Köpük betonların 24 saatteki su işleme derinlikleri esas alınmıştır. Köpük betonlar 28 günlük kür işlemi sonrasında 3 gün boyunca 50 ºC'de etüvde kurutulduktan sonra kapilarite deneyine başlanmıştır. Köpük betonların yan kenarlarına yaklaşık 5 mm yüksekliğinde su yalıtım malzemesi sürülmüş ve sonrasında 24 saate kadar su işleme derinliği belirlenmiştir. Köpük betonların porozite değerleri arşimed terazisi ile tespit edilmiştir. Arşimed terazisi yönteminde 5x5x5 cm boyutundaki numuneler kullanılmıştır. Harçların kuru BHA ise etüv kurusu ağırlığın yaklaşık hacime oranı ile belirlenmiştir. Köpük betonların yaklaşık hacimleri kumpas yardımıyla ölçülerek hesaplanmıştır.

Bulgular

Harçların Taze Hal Özellikleri

Çalışma kapsamında farklı oranlarda pirinç kabuğu külü ve köpük içeriğinin yayılma çapı üzerine etkisi Şekil 2'de verilmiştir.



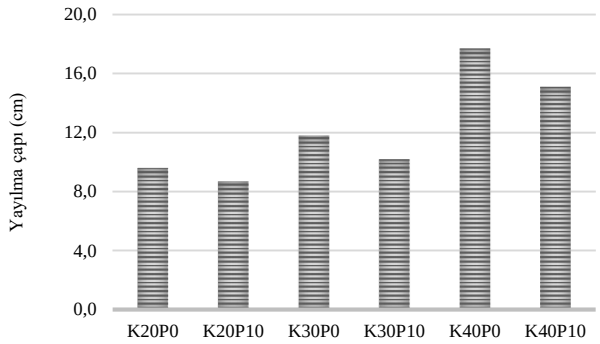
Şekil 1. Deneysel çalışmada kullanılan malzemeler
Figure 1. Materials in the experimental study

Çizelge 2. Karışım oranları
Table 2. Mixing ratios

	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Köpük oranı (kg/m^3)	20	30	40
Pirinç kabuğu külü (%)	0	10	

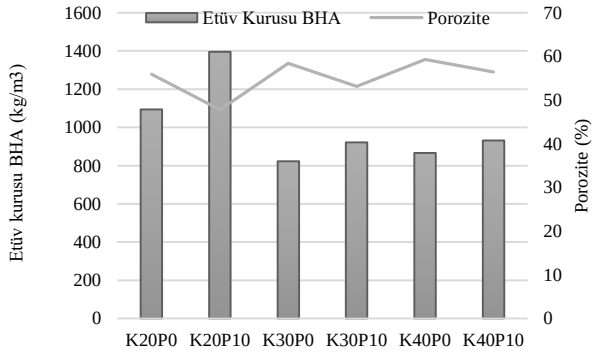
Çizelge 3. Malzeme miktarları
Table 3. Material quantities

Karışım	K20P0	K20P10	K30P0	K30P10	K40P0	K40P10
Çimento	300.0	270.0	300.0	270.0	300.0	270.0
Pirinç kabuğu (%) külü	0.0	30.0	0.0	30.0	0.0	30.0
Pirinç kabuğu agregası	588.2	583.7	559.4	554.9	530.6	526.1
Su	225.0	225.0	225.0	225.0	225.0	225.0
Köpük	20.0	20.0	30.0	30.0	40.0	40.0



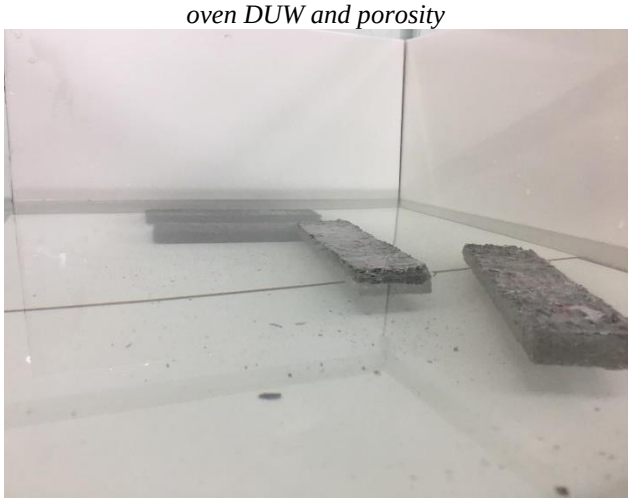
Şekil 2. Pirinç kabuğu külü ve köpük içeriğinin yayılma çapı üzerine etkisi

Figure 2. The effect of rice husk ash and foam content on the flow diameter



Şekil 3. Pirinç kabuğu külü ve köpük içeriğinin etüv kurusu BHA ve porozite üzerine etkisi

Figure 3. Effect of rice husk ash and foam content on oven DUW and porosity



Şekil 4. BHA 1000 kg/m3'ün altında olan karışımların genel görünümü

Figure 4. Overall view of mixtures with DUW below 1000 kg/m^3

Şekil 2 den de görüldüğü gibi yayılma çapı en yüksek numunelerin K40 numuneleri olduğu görülmektedir. Grafik değerleri incelendiğinde köpük miktarı arttıkça yayılma çapının da arttığı, buna karşılık pirinç kabuğu ilavesi yapılan bütün numunelerde elde edilen yayılma çapı değerlerinin pirinç kabuğu külü ilavesi yapılmayan numunelerde elde edilen değerlerden daha düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla en düşük yayılma çapı değeri K20P10 numunesinde, en yüksek yayılma çapı değeri ise K40P0 numunesinde elde edilmiştir. Pirinç kabuğu külü ve köpük içeriğinin etüv kurusu BHA ve porozite üzerine etkisi Şekil 3'de verilmiştir.

Şekil 3'de verilen değerler incelendiğinde en yüksek etüv kurusu BHA ve dolayısıyla en düşük porozite değerlerinin K20 numunelerinde elde edildiği, K30 ve K40 numuneleri arasında ise önemli düzeyde bir farklılık bulunmadığı görülmektedir. Bunun dışında çok yüksek düzeyde farklılık bulunmasa da P10 numunelerinin BHA değerleri P0 numunelerinin BHA değerlerinden daha yüksektir. BHA 1000 kg/m^3'ün altında olan karışımların genel görünümü Şekil 4'de verilmiştir.

Çalışmaya konu Pirinç kabuğu külü ve agregası ilave edilen harçların 7. ve 28. gün sonundaki eğilme dayanımı ve basınç dayanımları belirlenmiş ve harçların eğilme dayanımları Şekil 5'de verilmiştir.

Şekil 5 incelendiğinde genel olarak hem 7. hem de 28. günde en yüksek eğilme dayanımı değerlerinin K20 numunelerinde elde edildiği, K30 ve K40 numuneleri arasında ise önemli düzeyde bir farklılık bulunmadığı görülmektedir. Bunun dışında çok yüksek düzeyde farklılık bulunmasa da P10 numunelerinin eğilme dayanımı değerlerinin P0 numunelerinin eğilme dayanımı değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Harçların basınç dayanımlarını gösterir grafik Şekil 6'da verilmiştir.

Çalışmaya konu köpük betonların basınç dayanımı değerleri ve eğilme dayanımı değerlerinin birbirine paralellik gösterdiği görülmektedir. Genel olarak en yüksek basınç dayanımı değerlerinin K20 numunelerinde elde edildiği, K30 ve K40 numuneleri arasında ise önemli düzeyde bir farklılık bulunmadığı, ayrıca P10 numunelerinin basınç dayanımı değerlerinin P0 numunelerinin eğilme dayanımı değerlerinden bir miktar daha yüksek olduğu görülmektedir. Köpük betonların 7. ve 28. gün sonuçları birbirine paralellik göstermektedir. Harçların kapilarite özellikleri Şekil 7'de verilmiştir.

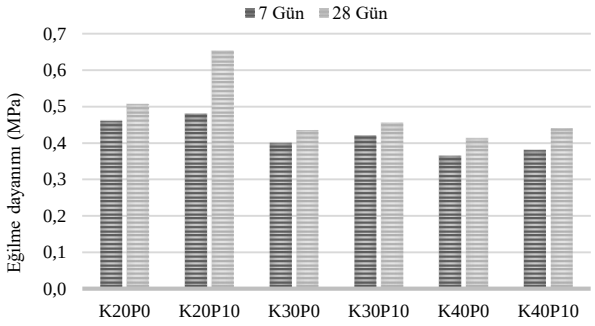
Köpük betonların su işleme derinliğinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde genel olarak köpük miktarı arttıkça zamana bağlı su işleme derinliğinin azaldığı görülmektedir. Ancak grafik incelendiğinde pirinç kabuğu ilavesinin daha etkili olduğu, en kısa sürede en hızlı su işleme derinliği değerlerinin K20P0 ve K30P0 numunelerinde elde edildiği görülmektedir.

Sonuçlar ve Tartışma

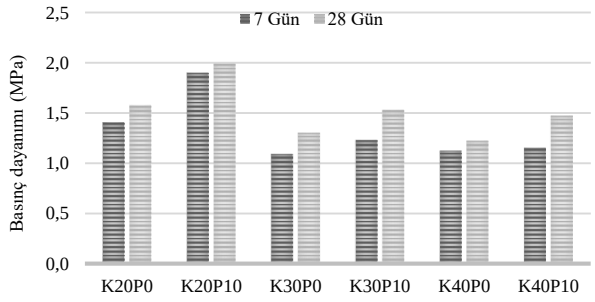
Çalışmadan elde edilen sonuçlar hem pirinç kabuğu külü hem de pirinç kabuğu agregası ilavesinin, köpük betonun neredeyse bütün özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Bu etkiler farklı özellikler açısından artırıcı veya azaltıcı etkiye sahiptir. Örneğin köpük miktarı arttıkça yayılma çapının da arttığı buna karşılık pirinç kabuğu ilavesinin yayılma çapını azalttığı belirlenmiştir. Pirinç kabuğu ilavesinin zamana bağlı su işleme derinliğini azalttığı söylenebilir. Pirinç kabuğu ilavesi yüksek düzeyde olan numunelerin porozitesinin arttığı, basınç ve eğilme dayanımının ise azaldığı söylenebilir.

Beton, son yıllarda sürekli gelişen inşaat sektörünün en önemli girdi maddelerinden birisi olup, farklı özelliklerdeki yapılarda farklı özelliklerde betonlar kullanılmaktadır. Örneğin dayanımı yüksek olması istenilen alanlarda porozitesi düşük, basınç dayanımı

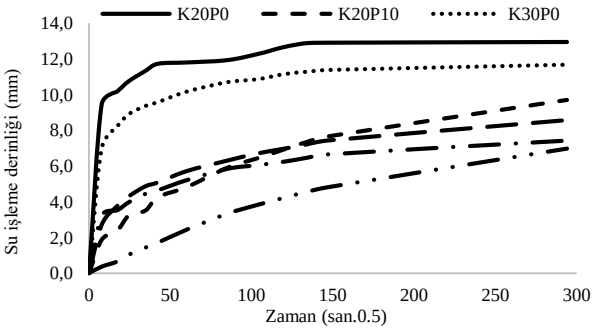
yüksek betonlar istenirken bazı alanlarda porozitesi daha düşük, dolayısıyla daha hafif ve yalıtım özelliği daha yüksek betonlar tercih edilmektedir. Betonun özellikleri yanında maliyeti de önemli bir unsurdur. Beton maliyeti ve özellikleri, kullanılan katkı maddelerine bağlı olarak önemli ölçüde değişebilmektedir (Bayraktar, 2012; Çakıroğlu ve ark., 2020).



Şekil 5. Köpük betonların eğilme dayanımları
Figure 5. Flexural strength of foam concretes



Şekil 6. Köpük betonların basınç dayanımları
Figure 6. Compressive strength of foam concretes



Şekil 7. Köpük betonların kapilarite özelliklerinin değişimi
Figure 7. Change of capillary properties of foam concretes

İnşaat sektöründe kâr marjının artırılması, diğer birçok sektörde olduğu gibi öncelikle girdi maliyetlerinin azaltılmasına bağlıdır. Betonu oluşturan katkı maddeleri içerisinde maliyeti en fazla etkileyen girdi ise çimentodur. Çimento maliyetinin düşürülebilmesi amacıyla en çok kullanılan yöntemlerden birisi belirli oranlarda katkı maddeleri kullanmaktır. Belirli oranlarda katkı maddesi kullanımı, çimento özelliklerinde kabul edilebilir oranda değişiklik oluşturmakta, hatta katkılı çimentolara kullanım yerlerine göre bazı üstün mekanik özellikler kazandırabilmektedir (Chi ve ark., 2019; Korkmaz, 2019; Kaplan ve ark., 2020; Wang ve ark., 2020;).

Beton katkı maddeleri beton maliyetini düşürmek amacıyla yoğun olarak kullanılmakla birlikte, bir başka kullanım sebebi de çevre kirliliğine sebep olan maddelerin bertaraf edilebilmesi olanaklarıdır. Bilindiği üzere çevre kirliliği günümüzün en önemli problemlerinin başında gelmektedir (Aricak ve ark., 2019; Cetin ve ark., 2020; Sevik ve ark., 2020a,b). Çevre kirliliğine sebep olan bazı maddelerin, beton katkı maddesi olarak kullanılmaları, çevre kirliliğinin azaltılmasına önemli ölçüde katkı sağlayabilmektedir (Bayraktar ve ark., 2019d,e,f). Bu nedenle farklı çevresel atıkların beton katkı malzemesi olarak kullanılabilme olanakları, çok sayıda çalışmaya konu olmuştur (Altera ve ark., 2019).

Bu konuda yapılan çalışmalarda atık cam ve cam tozu (Bostanci, 2020; Dadanlar, 2019; Mehta ve Ashish, 2020), atık tuğla tozu (Tuyan, 2019; Li ve ark., 2020), atık seramik (Kalınçimen ve ark., 2015) bor minerali atıkları (Söylemez ve Bayraktar, 2019a), atık taş tozları (Bozkurt ve Karaca, 2019), atık lastikler (Söylemez ve Bayraktar, 2019b; Siddika ve ark., 2019), yüksek fırın cürufu (Öztürk ve ark., 2020), atık mermer tozu (Sağlam-Çitoğlu ve Bayraktar, 2018; Li ve ark., 2019) ve uçucu kül (Tang ve Lo, 2009; Cho ve ark., 2019; Yu ve ark., 2020) gibi çok farklı malzemelerin çimento ikamesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Organik atıkların çimento ikamesi olarak kullanımına ilişkin çalışma sayısı ise nispeten daha az miktardadır. Organik atıklardan istiridye kabuğu (Seo ve ark., 2019), zeytin atıkları (Lila ve ark., 2020), orman atıkları (Farinha ve ark., 2019), atık kağıtlar (Kubba ve ark., 2020), incir atıkları (El Azizi ve ark., 2019) gibi çeşitli malzemelerin beton katkı maddesi olarak kullanılabilirliğine ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Organik atıkların beton katkı malzemesi olarak kullanılabilirliği konusundaki çalışmalara en çok konu olan atıklardan birisi de pirinç kabuğu külüdür. Pirinç kabuğu külünün çimento ikame maddesi olarak kullanımı ve katkı oranlarının beton özellikleri üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Kaplan ve ark., 2019; Muthukrishnan ve ark., 2019; Özdemir ve Koçak, 2020; Zaki ve Sola, 2020). Bu çalışmayı benzerlerinden ayıran en önemli özellik ise, benzer çalışmalardaki gibi pirinç kabuğu külü çimento katkı maddesi olarak değerlendirilmiş, ayrıca buna ek olarak agrega yerine de pirinç kabuğunun ham hali kullanılmıştır. Dolayısıyla önemli bir kirlilik etmeni ve atık olan pirinç kabuğunun hem çimento ikame maddesi olarak hem de agrega yerine kullanılabilirliği belirlenmeye çalışılmıştır.

Öneriler

Beton katkı maddesi olarak farklı maddelerin kullanılmasının beton özelliklerini önemli ölçüde değiştirebildiği bilinmektedir. Söz konusu katkı maddelerinin uygulamada kullanım olanaklarını belirleyen en önemli faktör, beton özellikleri kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmak kaydıyla katkı maddelerinin hangi oranlarda kullanılabileceğidir. Betonda istenilen özellikler ise kullanım alanına göre şekillenmektedir. Örneğin taşıyıcı kolonlarda kullanılan betonda en başta aranan özellik dayanım iken, birimlerin sınırlarını oluşturan betonlarda yalıtım daha ön plana çıkmaktadır. Farklı katkı maddeleri de betonun farklı özelliklerini etkilemektedir. Bundan dolayı dayanıklılığı yüksek olması istenilen bir betona katılabilecek

katkı maddeleriyle yalıtımı yüksek olması istenilen betona katılabilecek katkı maddeleri farklı olacaktır.

Katkı maddelerinin ikame maddesi olarak kullanımından beklenilen faydalar (maliyetin azaltılması, çevresel atıkların değerlendirilmesi, görsel kalitenin artırılması vb.) katkı maddelerinin ikame maddesi olarak hangi oranda kullanılabileceği konusunda belirleyici olacaktır. Bundan dolayı beton katkı maddelerinin beton özelliklerini hangi düzeyde değiştirdiği, maliyeti ne oranda etkilediği, birbiri yerine kullanılabilecek ikame maddelerin neler olduğu vb. konularda yapılacak çalışmalar, uygulamaya önemli düzeyde katkı sunmaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar da beton katkı maddesi olarak pirinç kabuğu külü ve ham halde pirinç kabuğunun kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak, kullanım amacına göre, bu maddelerin kullanımının, beton özelliklerinde meydana getirdiği değişikliklerin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olup olmadığı, çalışma sonuçları kullanılarak değerlendirilmelidir.

Kaynaklar

Aktürk M. 2007. Polipropilen Lif Takviyeli Kendiliğinden Yerleşen Betonların Performans Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.

Altera AZA, Bayraktar OY, Çetin, M. 2019. Advanced Road Materials Highway Infrastructure and Features. Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 5(1): 36-42.

Aricak B, Cetin M, Erdem R, Sevik H, Cometen H. 2019. The Change of Some Heavy Metal Concentrations in Scotch Pine (*Pinus sylvestris*) Depending on Traffic Density, Organelle and Washing. Applied Ecology and Environmental Research, 17(3): 6723-6734. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1703_67236734

Aricak B, Cetin M, Erdem R, Sevik H, Cometen H. 2020. The Usability of Scotch Pine (*Pinus sylvestris*) as a Biomonitor for Traffic-Originated Heavy Metal Concentrations in Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, *29*(2): doi: 10.15244/pjoes/109244

ASTM C348, 1997. Test method for flexural strength of hydraulic mortar.

ASTM C230, 2003. Standard specification for flow table for use in tests of hydraulic cement.

ASTM C349, 2014. Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic-Cement Mortars (Using Portions of Prisms Broken in Flexure).

ASTM C1585, 2013. Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic.

Awang H, Ahmad MH, Materials A. 2014. Durability Properties of Foamed Concrete with Fiber Inclusion. International Journal of Civil, Structural, Construction and Architectural Engineering, 8: 273–276.

Bayraktar OY, Saglam-Citoglu G, Belgin CM, Cetin S, Cetin M. 2019a. Investigation of Effect of Brick Dust and Silica Fume on The Properties of Portland Cement Mortar. Fresenius Environmental Bulletin, 28(11): 7823-7832.

Bayraktar OY, Saglam-Citoglu G, Belgin CM, Cetin M. 2019b. Investigation of The Mechanical Properties of Marble Dust and Silica Fume Substituted Portland Cement Samples Under High Temperature Effect. Fresenius Environmental Bulletin, 28(5): 3865–3875.

Bayraktar OY, 2019c. The Possibility of Fly Ash and Blast Furnace Slag Disposal by Using These Environmental Wastes as Substitutes in Portland Cement. Environmental Monitoring and Assessment, 191(9): 560. DOI: https://doi.org/10.1007/s10661-019-7741-4

Bayraktar OY, Saglam-Citoglu G, Abo Aisha AES. 2019d. Performance Research of Lime Based Mortars. International Journal of Trend in Research and Development, 6(1): 257-259.

Bayraktar OY, Saglam-Citoglu G, Abo Aisha AES. 2019e. The Use of Scrap Tires in the Construction Sector. International Journal of Trend in Research and Development, 6(1): 253-256.

Bayraktar OY, Altera AZA, Söylemez H. 2019f. Modifiye Bitümün Endüstriyel Atıkların Asfalt Beton Performansına Etkisinin Araştırılması. Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 5(2): 93-100.

Bayraktar OY. 2012. Alternatif Sıva Harçlarının Yüksek Sıcaklık Etkisine Dayanıklılığı Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Bostanci L. 2020. Effect of waste glass powder addition on properties of alkali-activated silica fume mortars. Journal of Building Engineering, 29: 101154.

Bozkurt N, Karaca EO. 2019. Atık Taş Tozları ile Üretilen Harçların Dayanım ve Durabilite Özelliklerinin Araştırılması. Fırat University Journal of Engineering, 31(1).

Cetin M, Onac AK, Sevik H, Sen B. 2019. Temporal and Regional Change of Some Air Pollution Parameters in Bursa. Air Quality, Atmosphere & Health, 12(3): 311-316. DOI: https://doi.org/10.1007/s11869-018-00657-6

Cetin M, Sevik H, Cobanoglu O. 2020. Ca, Cu, and Li in Washed and Unwashed Specimens of Needles, Bark, and Branches of the Blue Spruce (Picea pungens) in the City of Ankara. Environmental Science and Pollution Research, 1-10. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-020-08687-3

Chi L, Lu S, Yao Y. 2019. Damping Additives Used in Cement-Matrix Composites: A Review. Composites Part B: Engineering, 164: 26-36. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.11.057

Cho YK, Jung SH, Choi YC. 2019. Effects of Chemical Composition of Fly Ash On Compressive Strength of Fly Ash Cement Mortar. Construction and Building Materials, 204: 255-264. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.01.208

Çakıroğlu MA, Süzen AA, Şentürk İ. 2020. Püskürtme Betonun Yaklaşık Maliyet Analizi İçin Uygulama Geliştirilmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, *8*(1): 153-164. DOI: 10.21923/jesd.562008

Dadanlar A. 2019. Şişen Killerin Stabilizasyonunda Katkı Malzemesi Olarak Atık Cam Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

El Azizi C, Hammi H, Chaouch MA, Majdoub H, Mnif A. 2019. Use of Tunisian Opuntia ficus-indica Cladodes as a Low Cost Renewable Admixture in Cement Mortar Preparations. Chemistry Africa, *2*(1): 135-142. DOI: https://doi.org/10.1007/s42250-019-00040-7

Farinha CB, de Brito J, Veiga R. 2019. Influence of Forest Biomass Bottom Ashes on the Fresh, Water and Mechanical Behaviour of Cement-Based Mortars. Resources, Conservation and Recycling, 149: 750-759. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.06.020

Kalınçimen G, Öztürk A, Kaplan G, Yıldızel S. 2015. Seramik Atıklarının Çimento İkame Malzemesi Olarak Kullanılması ve Asit Dayanıklılığının İncelenmesi. Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 1(1): 9-16.

Kaplan G, Yaprak H, Memiş S, Alnkaa A. 2019. Artificial Neural Network Estimation of the Effect of Varying Curing Conditions and Cement Type on Hardened Concrete Properties. Buildings, 9(1): 10. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings9010010

Kaplan G, Öztürk AU, Uğur Kaplan AB. 2020. Çimento ve Uçucu Kül Bünyesindeki Ağır Metallerin Etkilerinin Hidratasyon ve Çevre Sağlığı Açısından İncelenmesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 8(1): 305-313. DOI: 10.21923/jesd.512389

Karakulak E. 2019. Uçucu Kül ve Kablo Atıklarının Çimento Harcı Üretiminde Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, Türkiye.

Kilicoglu C, Cetin M, Aricak B, Sevik H. 2020a. Site Selection by using the Multi-Criteria Technique-A Case Study of Bafra, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 192(9): 1-12.

Kilicoglu C, Cetin, M, Aricak B, Sevik H. 2020b. Integrating Multicriteria Decision-Making Analysis for a GIS-based Settlement Area in the District of Atakum, Samsun, Turkey. Theoretical and Applied Climatology. DOI: 10.1007/s00704-020-03439-2

Korkmaz AV. 2019. Yozgat Yöresi Tüflerinin Çimento Katkısı Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. Yerbilimleri, 40(3): 253-267.

Kubba HZ, Nasr MS, Al-Abdaly NM, Dhahir MK, Najim WN. 2020. Influence of Incinerated and Non-Incinerated waste paper on Properties of Cement Mortar. Materials Science and Engineering, 671(1): doi:10.1088/1757-899X/671/1/012113

Li LG, Huang ZH, Tan YP, Kwan AKH, Chen HY. 2019. Recycling of Marble Dust as Paste Replacement for İmproving Strength, Microstructure and Eco-Friendliness of mortar. Journal of Cleaner Production, 210: 55-65.

Li LG, Lin ZH, Chen GM, Kwan AKH. 2020. Reutilizing Clay Brick Dust as Paste Substitution to Produce Environment-Friendly Durable Mortar. Journal of Cleaner Production, 274: 122787. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122787

Lila K, Belaadi S, Solimando R, Zirour FR. 2020. Valorisation of Organic Waste: Use of Olive Kernels and Pomace for Cement Manufacture. Journal of Cleaner Production, 277: 123703. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123703

Mehta A, Ashish DK. 2020. Silica Fume and Waste Glass in Cement Concrete Production: A review. *Journal of Building Engineering*, *29*: 100888.

Muthukrishnan S, Gupta S, Kua HW. 2019. Application of Rice Husk Biochar and Thermally Treated Low Silica Rice Husk Ash to İmprove Physical Properties of Cement Mortar. Theoretical and Applied Fracture Mechanics, 104: 102376. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tafmec.2019.102376

Özdemir İ, Koçak Y. 2020. Investigation of Physical and Mechanical Properties of Rice Husk Ash Replaced Cements, El-Cezerî Journal of Science and Engineering, 7(1): 160-168. doi: https://doi.org/10.31202/ecjse.601342

Özturk M, Karaaslan M, Akgol O, Sevim UK. 2020. Öğütülmüş yüksek fırın cürufu, uçucu kül, silis dumanı ve pirinç kabuğu külünün farklı ikame seviyelerini içeren çimento esaslı kompozitlerin mekanik ve elektromanyetik performansı. Cement and Concrete Research, 136: 106177.

Ramamurthy K, Nambiar EK, Ranjani GIS. 2009. A Classification of Studies on Properties of Foam Concrete. Cement and Concrete Composites, 31: 388-396.

Sağlam-Çitoğlu G, Bayraktar OY. 2018. Atık Mermer Tozu ve İnşaat Sektöründeki Kullanımı İle İlgili Çalışmalar, 2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies. 3: 1323-1330.

Sen G, Gungor E, Sevik H. 2018. Defining the Effects of Urban Expansion on Land use/cover Change: a Case Study in Kastamonu, Turkey. Environmental monitoring and assessment, 190(8): 454. DOI: https://doi.org/10.1007/s10661-018-6831-z

Seo JH, Park SM, Yang BJ, Jang JG. 2019. Calcined Oyster Shell Powder as an Expansive Additive in Cement Mortar. Materials, 12(8): 1322.

Sevik H, Cetin M, Ozel HB, Pinar B. 2019a. Determining Toxic Metal Concentration Changes in Landscaping Plants Based on Some Factors. *Air Quality, Atmosphere & Health*, *12*(8): 983-991. DOI: https://doi.org/10.1007/s11869-019-00717-5

Sevik H, Cetin M, Ozel HB, Ozel S, Cetin IZ. 2020a. Changes in Heavy Metal Accumulation in Some Edible Landscape Plants Depending on Traffic Density. Environmental Monitoring and Assessment, 192(2): 78.

Sevik H, Cetin M, Ozel HU, Ozel HB, Mossi, MMM, Cetin IZ. 2020b. Determination of Pb and Mg Accumulation in Some of the Landscape Plants in Shrub Forms. Environmental Science and Pollution Research, 27(2): 2423-2431. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-019-06895-0

Sevik H, Cetin M, Ozturk A, Ozel, HB, Pinar B. 2019b. Changes in Pb, Cr and Cu Concentrations in Some Bioindicators Depending on Traffic Density on the Basis of Species and Organs. Applied Ecology and Environmental Research, 17 (6): 12843-12857.

Siddika A, Al Mamun MA, Alyousef R, Amran YM, Aslani F, Alabduljabbar H. 2019. Properties and Utilizations of Waste Tire Rubber in Concrete: A review. Construction and Building Materials, 224: 711-731.

Söylemez H, Bayraktar OY. 2019a. Bor Mineralleri ve Atıkları İle Üretilen Betonarme Yapılarda Yangına Dayanıklılığın Araştırılması, 3rd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies, 4(1): 489-492.

Söylemez H, Bayraktar, OY. 2019b. Donatılı Toprak Duvar (Toprakarme) İmalatında Beton Panel Yerine Atık Lastiklerin Kullanılmasının Araştırılması, 3rd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies, 4(1): 486-488.

Söylemez H, Balcı B, Bayraktar OY. 2019c. Endüstriyel Atıklardan Üretilen Geopolimer Harçların Özellikleri, 5th Internatıonal European Conference On Science, Art & Culture, 202-207.

Tan X, Chen W, Hao Y, Wang X. 2014. Experimental Study of Ultralight Foamed Concrete. Advances in Materials Science and Engineering, 1-7.

Tang WC, Lo, TY. 2009. Mechanical and fracture properties of normal-and high-strength concretes with fly ash after exposure to high temperatures. Magazine of Concrete Research, 61(5): 323-330.

TS EN 196-1 2016. Methods of Testing Cement–Part 1: Determination of Strength Turkish Standard Institution, Ankara.

Tuyan M. 2019. Atık Tuğla Tozunun Mineral Katkı Olarak Kullanımının Kendiliğinden Yerleşen Betonun Taze Hal, Mekanik ve Durabilite Özelliklerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23(2): 540-548.

Ucun-Ozel H, Gemici BT, Gemici E, Ozel HB, Cetin M, Sevik H. 2020. Application of Artificial Neural Networks to Predict the Heavy Metal Contamination in the Bartin River. Environmental Science and Pollution Research, 1-18.

Wang L, Chen L, Tsang DC, Guo B, Yang J, Shen Z, Poon CS. 2020. Biochar as Green Additives in Cement-based Composites with Carbon Dioxide Curing. Journal of Cleaner Production, 258: 120678. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120678

Yu J, Zhang M, Li G, Meng J, Leung CK. 2020. Using Nano-silica to İmprove Mechanical and Fracture Properties of Fiber-reinforced High-volume Fly Ash Cement Mortar. Construction and Building Materials, 239: 117853.

Zaki A, Sola Ö. 2020. Pirinç Kabuğu Külü Katkılı Harçların Dayanım ve Dayanıklılık Özelliklerin Araştırılması. ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi, 2(2): 54-61.