

Feridun DEMİR
Bülent YEŞİLATA
Paki TURGUT
Yusuf İŞIKER

Abstract:

Usage of scrape tires in concrete structures provides different physical properties to the structure and also an alternative way of their recovery. It is on the other hand necessary to investigate thermal insulation and chemical dissolution behaviors of these new concrete-scrap tire mixture structures to compare their conventional counterparts, which include no scrap-tire at all. For this reason, the effect of addition of scrap tire in granule form on thermal insulation and chemical dissolution behaviors of conventional concrete bricks is experimentally investigated in this study. The results obtained reveal that addition of scrap tire on one hand improve thermal insulation performance on the other hand lead to increase in dissolution of metal ions from the brick structure.

Key Words:

Scrap tire, recovery, thermal insulation, chemical dissolution, concrete-brick.

Atık Otomobil Lastiği Katılmış Briketlerin Isıl Yalıtım ve Kimyasal Çözünürlük Davranışlarının Deneysel İncelenmesi

ÖZET

Hurda araç lastiklerinin beton yapılar içerisinde kullanımı, yapılara farklı fiziksel özellikler kazandırmakta ve atıkların güvenli bir şekilde değerlendirilmesi konusunda alternatif çözümler sağlamaktadır. Ancak, yeni elde edilen beton yapıların, ısı yalıtım ve kimyasal çözünürlük davranışlarının incelenmesi ve lastik katkısı bulunmayan yapılarla karşılaştırılması gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, granül halde atık lastik katkısının, klasik beton briketlerin yalıtım ve kimyasal çözünme davranışları üzerindeki etkisi deneysel olarak araştırılmaktadır. Elde edilen sonuçlar; atık lastik katkısıyla, ısı yalıtımında sağlanan iyileşmeye karşılık, metal iyonlarındaki çözümlerin arttığını, göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Hurda atık lastik, geri kazanım, ısı yalıtım, kimyasal çözünürlük, beton briket.

1. GİRİŞ

Hurda araç lastiklerinin, artan araç lastiği ihtiyacına paralel olarak artış göstermesi ve bunların geri kazanımının ve bertarafının zor olması, çevresel ve ekonomik açıdan büyük sorunlara neden olmaktadır [1,2]. Oluşan bu sorunları gidermek için, bu hurda araç lastiklerin farklı alanlarda geri kullanım için araştırmalar yapılmaktadır. Hurda araç lastiklerinin beton içerisinde kullanımı, betona ısı izolasyonu ve esneklik kazandırmış ve bunların güvenli ve ekonomik bir şekilde bertarafı için avantajlı bir yöntem olmuştur [3]. Özellikle ısı yalıtım performansına yönelik ölçümler, atık lastik katkılı betonların yalıtım özelliğinde iyileşme olduğunu göstermektedir [4].

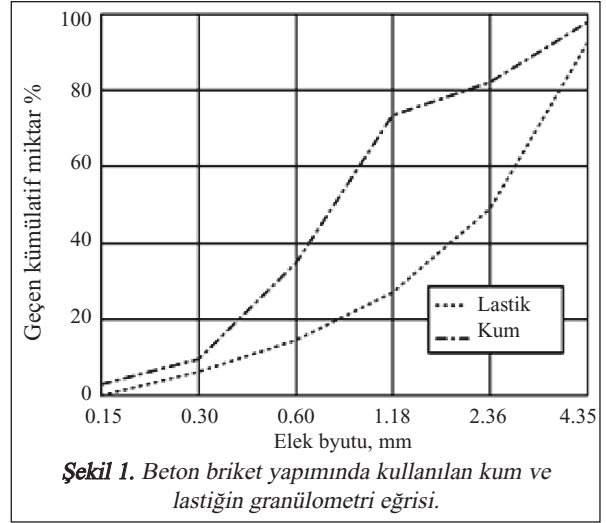
Ancak, beton, genellikle su ile temas halinde olduğundan dolayı, asit ve baz iyonlarının etkisine maruz kalmakta ve korozyona uğramaktadır [5-10]. Örneğin korozyona karşı korunmasız şekilde inşa edilmiş olan su kanalları, atıksu arıtma tesisleri, soğutma kuleleri, köprüler, barajlar ve diğer binalar, bu iyonlara maruz kalmakta, zamanla korozyona uğrayıp aşınmakta ve dayanımları azalıp hizmet süreleri kısalmaktadır [5]. Beton asidik ortama dayanıklı bir malzeme değildir ve betonun hasara uğrayacağı en kötü ortamdır [6-8]. Asit iyonları beton içerisindeki hidratlaşmış ve hidratlaşmamış bileşiklerin tamamı ile reaksiyona girerler ve bunların çözünmesine ve ayrış-

masına neden olurlar [7,8]. Örneğin, Kalsiyum Hidroksit, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, çözülüp, ortama Ca^{+2} iyonlarının çıkmasına ve hidratlaşmış Si, Al ve Fe oksitlerin ayrışmasına neden olurlar.

Bu çalışmada, atık lastik katkısının klasik yapıdaki beton briketler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla; granül halde atık lastik katılmış beton briketlerin yalıtım davranışı ile oluşan yapıdan çözünen metal iyonların (Al^{+3} , Si^{+4} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Fe^{+3}) derişimleri deneysel olarak incelenmiştir.

2. Atık Otomobil Lastiği Katılmış Briket Numunelerin Hazırlanması

Bu çalışmada, lastik katkısı bulunmayan (R-0) bir briket ve granül lastik katkı miktarı farklı üç tip (R-20, R-40, R-60) briket olmak üzere, dört farklı taze beton karışımı hazırlanmıştır. Karışım hesapları malzemelerin hacmi esas alınarak yapılmış ve buna göre malzemelerin ağırlıkları bulunmuştur. Örneğin R-20 karışımında, %20 agrega hacminin yerini % 20 granül halindeki atık lastik almıştır. Yine, R-60 karışımında, hacmin % 60'ını teşkil eden agrega miktarı karışımdan çıkarılarak, bunun yerine çıkarılan agrega hacmi kadar granül lastik eklenmiştir. Hacim esasına göre yapılan beton karışım hesabından, bir adet briket için elde edilen malzeme miktarları Tablo 1'de verilmektedir. Karışımların tümünde çimento ve su miktarı (su/çimento kütle oranı 0.45 olacak şekilde) sabit tutularak, lastik hacminin briket özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Briket numunelerin yapımında kullanılan agreganın ve lastiğin granülometri eğrisi Şekil 1'de gösterilmektedir. Kullanılan agreganın kümülatif geçen miktarı standartlara uymaktadır. Kullanılan çimentonun cinsi PÇ 32.5 olup, Şanlıurfa Türkerler Çimento Fabrikası'nın



günlük üretiminden alınmıştır. Lastik ile beton arasında iyi bir yapışma yüzeyi oluşturmak için, seçilen kumun en büyük tane çapı 4.75 mm olarak alınmıştır. Kullanılan kumun yüzey kurusu suya doymun birim ağırlığı 2.73 gr/cm^3 ve granül atık lastiğin yüzey kurusu suya doymun birim ağırlığı 1.05 gr/cm^3 olarak bulunmuştur.

Karışım oranları belli olan malzemeler, 50 litrelik pan tipi betonyer içerisine yerleştirildikten sonra iki dakika kuru olarak karıştırılmıştır. Daha sonra, betonyer dönerken, kuru karışım içerisine yavaş yavaş su aktararak, toplam üç dakikalık bir karışım süresini takiben, taze karışımın çökme ve sıkışma faktörü değerleri bulunmuştur. Elde edilen taze karışım, iç boyutları 105 mm x 225 mm x 75 mm olan çelik kalıp içerisine iki tabaka halinde sıkıştırılmıştır. Sıkıştırma işleminde, 16 mm çapında çelik çubuk kullanılarak, her tabakaya yirmi beş vuruş yapılmıştır. Sıkıştırma işlemi tamamlandıktan sonra, taze karışım halindeki briketin üst yüzeyi bir masterla düzeltilmiştir (Şekil 2(a)). Taze karışımın sıkıştırma ve yerleştirme işleminde her-

hangi bir güçlkle karşılaşılmamıştır. Daha sonra numuneler sekiz saat normal oda sıcaklığında bekletilmiş ve bu sürenin sonunda kalıplar açılarak polywood kalıp malzemesi üzerlerine yerleştir-

Tablo 1. Bir adet beton briket için karışım oranları

Numune İsmi	Çimento (gr)	Su (gr)	S/Ç	Kum (gr)	Lastik (gr)	Toplam (gr)
R-0	952	429	0.45	2619	0	4000
R-20	952	429	0.45	2095	202	3678
R-40	952	429	0.45	1572	403	3356
R-60	952	429	0.45	1048	604	3033

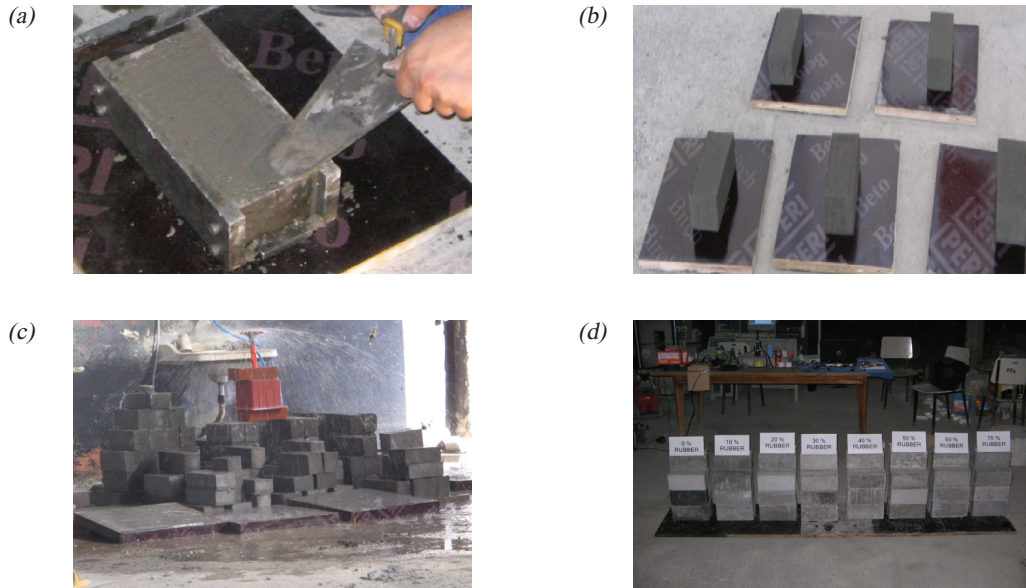
rilmiştir (Şekil 2(b)). Daha sonra numuneler yedi gün boyunca fiskeye altında küre maruz bırakılmıştır (Şekil 2(c)). Bu şekilde yapılan kür şekli, gerek standartlarda gerekse briket fabrikalarında çok tercih edilen bir yöntemdir. Toplam 28 günlük klasik arazi küründen sonra briket numuneler (Şekil 2(d)) ıslıl ve kimyasal testlere hazır duruma gelmişlerdir.

3. Atık Otomobil Lastiği Katılmış Briketlerin ıslıl Yalıtım Davranışlarının İncelenmesi

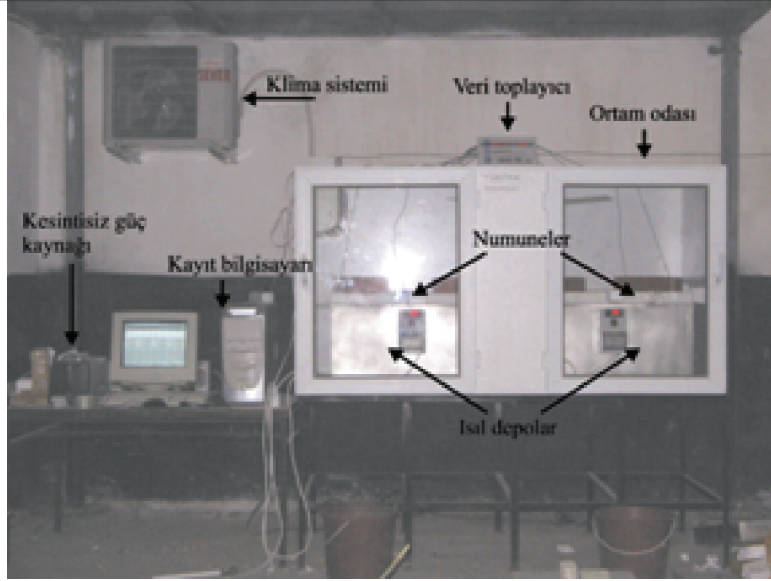
Farklı miktarlarda atık lastik katılmış briket numunelerinin ıslıl yalıtım davranışlarını kıyaslamak amacıyla; ölçüm prosedürü daha önceki çalışmalarda geniş bir şekilde tanıtılmış [4] ‘adyabatik hazne tekniği’ kullanılmıştır. Deneye hazır konumdaki test düzeneği ve bileşenlerine ait görüntü Şekil 3’te gösterilmiştir. Kullanılan tekniğin temel elemanı olan ve sabit sıcaklık koşullarındaki soğuk hacme yerleştirilen, adyabatik haznenin (ıslıl deponun) üst yüzeyi, test uygulanacak (105 mm x 225 mm x 30 mm ölçülerine sahip) briket numunelerle kapatılmaktadır. Deney süresince, soğuk hacim içerisinde üç farklı noktadan ve sıcak hacim içerisinde bir noktadan, ıslıl çift sensörleri ve çok kanallı bir sıcaklık ölçme cihazı vasıtasıyla anlık sıcaklık değerleri $\pm 1^\circ\text{C}$ doğrulukla belirlenebilmektedir. Adyabatik kutu içerisindeki su sı-

caklığı için, istenilen zaman aralıklarında sıcaklık değerlerini kaydeden ve RS 132 bağlantısıyla bilgisayar ortamına aktaran çok hassas ($\pm 0.1^\circ\text{C}$) bir sıcaklık ölçer (Testo 171-1) kullanılmaktadır. Sıcak ve soğuk hacimdeki hava nemi çift kanallı bir nem ölçer (Testo 175-2) vasıtasıyla belirlenmektedir. Su sıcaklığı istenilen değere ulaştığı anda ısıtıcı kapatılmakta ve data ölçüm-kayıt işlemleri bu andan ($t=0$) itibaren geçerli hale gelmektedir. Soğuk hacim içerisinde farklı noktalardaki sıcaklık dalgalanmalarının seviyesi $\pm 2^\circ\text{C}$ sınırları içerisinde tutulabilmektedir. Deney sırasında tüm sıcaklıklar 10 dakika aralıkla ve yaklaşık 20 saat boyunca ölçülerek, bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. ıslıl deneylerde atık lastik katkısının, katkısız kontrol numunesine (R-0) kıyasla, yalıtım davranışlarında sağladığı iyileşme yüzdeleri araştırılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4’te gösterilmiştir.

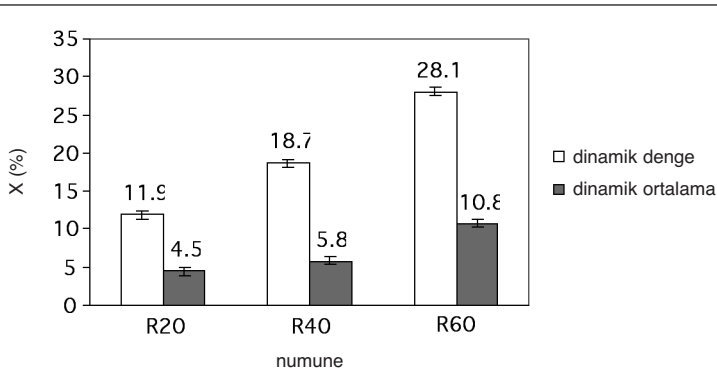
Ölçümlerde her bir numune ile üç kez deney tekrarlanmış ve ortalama değerden sapmalar grafik üzerinde gösterilmiştir. Farklı hacimsel yüzdelerde granül lastik ilavesiyle, briketlerin yalıtım özelliğinde sağlanan iyileşme yüzdeleri %4.5 - %10.8 arasında değişmektedir. Belirtilen bu değer aralığı; zamana bağlı değişimlerin ortalamasını (dinamik ortalama) tem-



Şekil 2. (a) Briket yüzeyinin düzeltilmesi, (b) oda sıcaklığında numuneler, (c) briket numunelerin fiskeye sulamayla kürünün yapılması, (d) kür işlemi sonrası briketler.



Şekil 3. Isıl testlerde kullanılan düzenek ve bileşenleri.



Şekil 4. Atık lastik katkısıyla briket numunelerin ısı yalıtım özelliğinde sağlanan iyileşme yüzdeleri

sil etmekte ve iklimlendirilmeyen ortamlarda kullanılan yapı malzemeleri için geçerli olmaktadır. Sürekli iklimlendirilen ortamlar için (dinamik denge koşulu) elde edilen yalıtım iyileştirme yüzdeleri ise %11.9 - %28.1 arasında değişmektedir.

4. Atık Otomobil Lastiği Katılmış Briketlerin

Kimyasal Çözünürlük Davranışlarının İncelenmesi

Kimyasal çözünürlük testlerinde kullanılan briket numuneleri; laboratuvar ortamında bulunan cam beherlere sığabilecek şekilde, bir elmas kesici tezgahı kullanılarak, 20 mm x 30 mm x 40 mm boyutlarında kesilmiştir. Numunelerin üzerlerindeki toz taneciklerinin ve küçük parçacıkların uzaklaştırılması için, yapılar analizden önce saf su ile yıkanmış ve 60 °C

de bir gece etüvde bekletilerek kurutulmuşlardır. Numuneler laboratuvar ortamında, 150 ml saf su içeren ve farklı pH değerlerine sahip cam beherlerde bekletilmişlerdir. Uygulanan pH değerleri; asidik, nötr ve bazik ortamları temsil edecek şekilde sırasıyla 3.6, 7.0 ve 10,5 şeklindedir. Asidik ortamın sağlanabilmesi için pH ayarlanması H₂SO₄ çözeltisi, bazik ortamın sağlanabilmesi için ise NaOH çözeltisi kullanılmıştır. Aşırı seyrelme oluşmaması için derişik H₂SO₄ ve NaOH çözeltileri seçilmiştir.

Asidik, nötr ve bazik ortamda bulunan numunelerin kütleleri; 60 °C sıcaklığında etüv içerisinde kurutulduktan sonra, yüksek hassasiyete sahip (± 0.001 mg) dijital bir terazi ile belirlenmiştir. Aynı tip numuneden üç adet kullanıldığından, dört farklı atık lastik miktarına sahip oniki adet numune ile deneyler gerçekleştirilmiştir. Ölçülen kütle değerleri ortalaması Tablo 2’de verilmiştir. Beton yapının çözünmesiyle açığa çıkan metal iyonları derişimini belirlemek için, her örnekten 3 ml alınmış ve bunlar cam şişelere konup, çözünmeyen parçacıkların dibe çökelmeleri için analiz zamanına kadar buzdolabında bekletilmişlerdir. Örnekler içerisindeki Al⁺³, Si⁺⁴, Mg⁺², Ca⁺², Fe⁺³ iyonlarının (mg/L cinsinden) derişimleri araştırılmış

Tablo 2. Briket numunelerin asidik, nötr ve bazik ortamdaki kütleleri (g)

Numune İsmi	Atık Lastik Miktarı(%)	pH = 3,6	pH = 7	pH = 10,5
R-0	0	129,519	131,199	136,620
R-20	20	132,690	127,453	135,024
R-40	40	101,079	109,227	104,017
R-60	60	104,943	96,493	100,173

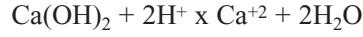
olup, ölçümler Perkin Emler Optima 5300DV ICP-OES tipi cihaz kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çözünürlük üzerinde ortam pH değerinin, zamanın ve atık lastik katkı miktarının etkileri kapsamlı olarak incelenmiştir.

4.1. Briket yapıdan metal iyonlarının çözünürlüğüne pH değerinin etkisi

Ortam pH değerinin metal iyonlarının çözünürlüğü üzerindeki etkisini araştırmak için, belli bir miktar H₂SO₄ çözeltisi beherin içerisine eklenmiş ve ortamın asidik olması sağlanmıştır. Asit eklemesinden kaynaklanabilecek deneysel hatayı en aza indirebilmek için, asidin derişimi mümkün olduğunca yüksek tutulmuştur. Belirlenen zaman aralıklarında numune asidik ortamda bırakılmış ve test için beherden alındıktan sonra ortam pH'sı tekrar 3,6 ya ayarlanmıştır. Her numune alımından önce ortamın pH'sı ölçülmüş ve bu değer yaklaşık 10,8 civarına yükseldiği gözlemlenmiştir. Bu durum, ortama eklenen H⁺ iyonları ile beton yapıda bulunan alkali maddelerin reaksiyona girdiğini ve bu nedenle ortamda bulunan H⁺ iyonlarının zamanla tükendiğini göstermektedir. Doğal pH değerinde ise herhangi bir madde eklenmesi olmamış ve örnekler saf su içerisinde bekletilmişlerdir. Zamanla bu örnekler içerisinde de pH değerlerinin 11 civarına yükseldiği gözlemlenmiş ve yapının alkali özelliğe sahip olduğu görülmüştür. Ortam pH'sının alkali duruma getirilmesi NaOH kullanımıyla yapılmış ve değeri 10,5'e ayarlanmıştır. Zamanla burada da pH değerinin yükseldiği ve 11 civarında olduğu gözlemlenmiştir.

Kimyasal çözünürlük deneyleri yaklaşık iki hafta süresince farklı günlerde tekrarlanmış olup, ilk iki güne ait değerler Tablo 3'de verilmiştir. Tablodan görüleceği üzere; farklı pH değerlerinde ortama verilen metal iyonları derişimleri, ortamda H⁺ iyonlarının

bulunması, beton yapıdan büyük miktarda Ca²⁺ iyonlarının çözülmesine neden olmaktadır. Bunun nedeni, yapıda büyük miktarda Ca(OH)₂'in bulunmasından kaynaklanmaktadır. H⁺ iyonları Ca(OH)₂ nötrleşme tepkimesi vermekte ve dolayısıyla aşağıda belirtilen reaksiyon gerçekleşmektedir:



Belirtilen bu sonuç, beton yüzeylerin asidik ortamda korozyonu üzerine Beddoe ve Dorner [5] tarafından yapılan simülasyon çalışmasının sonuçları ile uyumluluk göstermektedir. Ca²⁺ iyonlarının çözülmesi, beton yüzeyde gözeneklerin oluşmasına ve diğer iyonların da beraberinde gelmelerini sağlamaktadır. Diğer taraftan; nötrleşme reaksiyonu sonucu ortam asidik özelliğini kaybetmekte ve çözeltinin pH değeri 10,8 dolaylarına yükselmektedir. Bu durum, ortamın neden devamlı alkali duruma yani pH=11 civarına geldiğini anlatmaktadır. Yüksek pH değerlerinde ortamda H⁺ iyonunun bulunmaması Ca²⁺ iyonlarının düşük olmasının bir göstergesidir. Ortamda Fe³⁺ ve Al³⁺ ve Mg²⁺ iyonlarının bulunmamasının nedeni ise, bu iyonların beton içerisindeki Ca²⁺ ve Si⁴⁺ ye göre daha düşük bulunmaları ve aynı zamanda bunların çözülmesi ve çözelti içerisine difüzyonunun daha yavaş olmasından kaynaklanmaktadır.

4.2. Briket yapıdan metal iyonlarının çözünürlüğüne zamanın etkisi

Briket yapıdan metal iyonlarının çözünürlüğü yalnız asidik ortamdan kaynaklanmamaktadır. Zaman içerisinde iyonların difüzyonu, çözünen iyonların tekrar çökmesi de önemli rol oynamaktadır [5, 11]. Ca²⁺ iyonlarının asidik ortamda ilk günlerde büyük oranda çözüldüğü, daha sonra ise çözülmenin yavaşladığı, Şekil 5'te açık bir biçimde görülmektedir. Bunun nedeni korozyona uğrayan yüzeyde başlangıçta Ca(OH)₂ bulunması ve zamanla bu bölgenin tükenip, çözülmenin korozyona uğrayan bölgenin alt kısımlarında gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır. Alkali ortamda ise çözülme büyük oranda iyonların su içerisine difüzyonundan kaynaklanmaktadır. Bu durum Si²⁺ iyonunun zamanla çözünürlüğünün artmasını

Tablo 3. Metal iyonlarının atık lastikli briket yapısından (mg/l olarak) çözünürlüğüne ait ilk iki gündeki deneysel sonuçlar

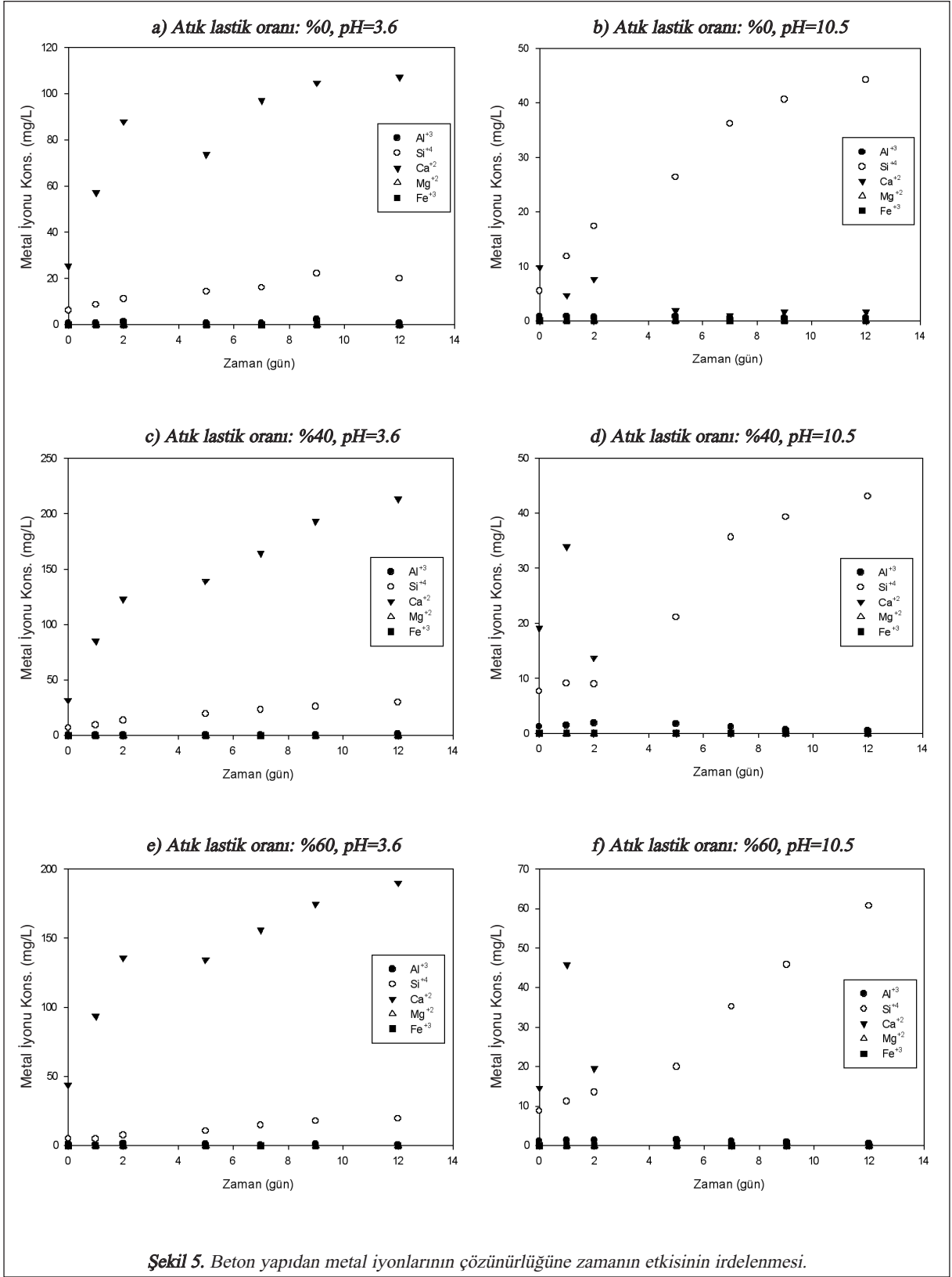
Zaman (gün)	%Atık Lastik	pH=3,6	pH=7.0	pH=10,5
0	0	Al ³⁺ :0,486 Si ⁴⁺ :6,114 Ca ²⁺ :25,52 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :1,056 Si ⁴⁺ :6,171 Ca ²⁺ :20,14 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :0,830 Si ⁴⁺ :5,486 Ca ²⁺ :9,744 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0
	20	Al ³⁺ :0,588 Si ⁴⁺ :3,893 Ca ²⁺ :35,29 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :0,762 Si ⁴⁺ :5,578 Ca ²⁺ :5,723 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :0,707 Si ⁴⁺ :5,880 Ca ²⁺ :4,001 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0
	40	Al ³⁺ :0,520 Si ⁴⁺ :6,914 Ca ²⁺ :31,96 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :1,075 Si ⁴⁺ :6,888 Ca ²⁺ :24,08 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :1,266 Si ⁴⁺ :7,655 Ca ²⁺ :19,13 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0
	60	Al ³⁺ :1,334 Si ⁴⁺ :4,916 Ca ²⁺ :43,89 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :1,043 Si ⁴⁺ :7,083 Ca ²⁺ :27,94 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :1,063 Si ⁴⁺ :8,766 Ca ²⁺ :14,60 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0
	Zaman (gün)	%Atık Lastik	pH=3,6	pH=7.0
2	0	Al ³⁺ :1,181 Si ⁴⁺ :11,17 Ca ²⁺ :88,06 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :1,636 Si ⁴⁺ :11,09 Ca ²⁺ :58,96 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :0,606 Si ⁴⁺ :17,38 Ca ²⁺ :7,638 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0
	20	Al ³⁺ :0,539 Si ⁴⁺ :15,33 Ca ²⁺ :155,7 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :1,607 Si ⁴⁺ :6,531 Ca ²⁺ :114,1 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :0,920 Si ⁴⁺ :16,35 Ca ²⁺ :25,87 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0
	40	Al ³⁺ :0,831 Si ⁴⁺ :13,46 Ca ²⁺ :123,0 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :1,650 Si ⁴⁺ :6,922 Ca ²⁺ :121,8 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :1,842 Si ⁴⁺ :9,002 Ca ²⁺ :13,72 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0
	60	Al ³⁺ :1,493 Si ⁴⁺ :7,538 Ca ²⁺ :135,9 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :1,482 Si ⁴⁺ :7,585 Ca ²⁺ :94,01 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0	Al ³⁺ :1,369 Si ⁴⁺ :13,58 Ca ²⁺ :19,49 Mg ²⁺ :0 Fe ³⁺ :0

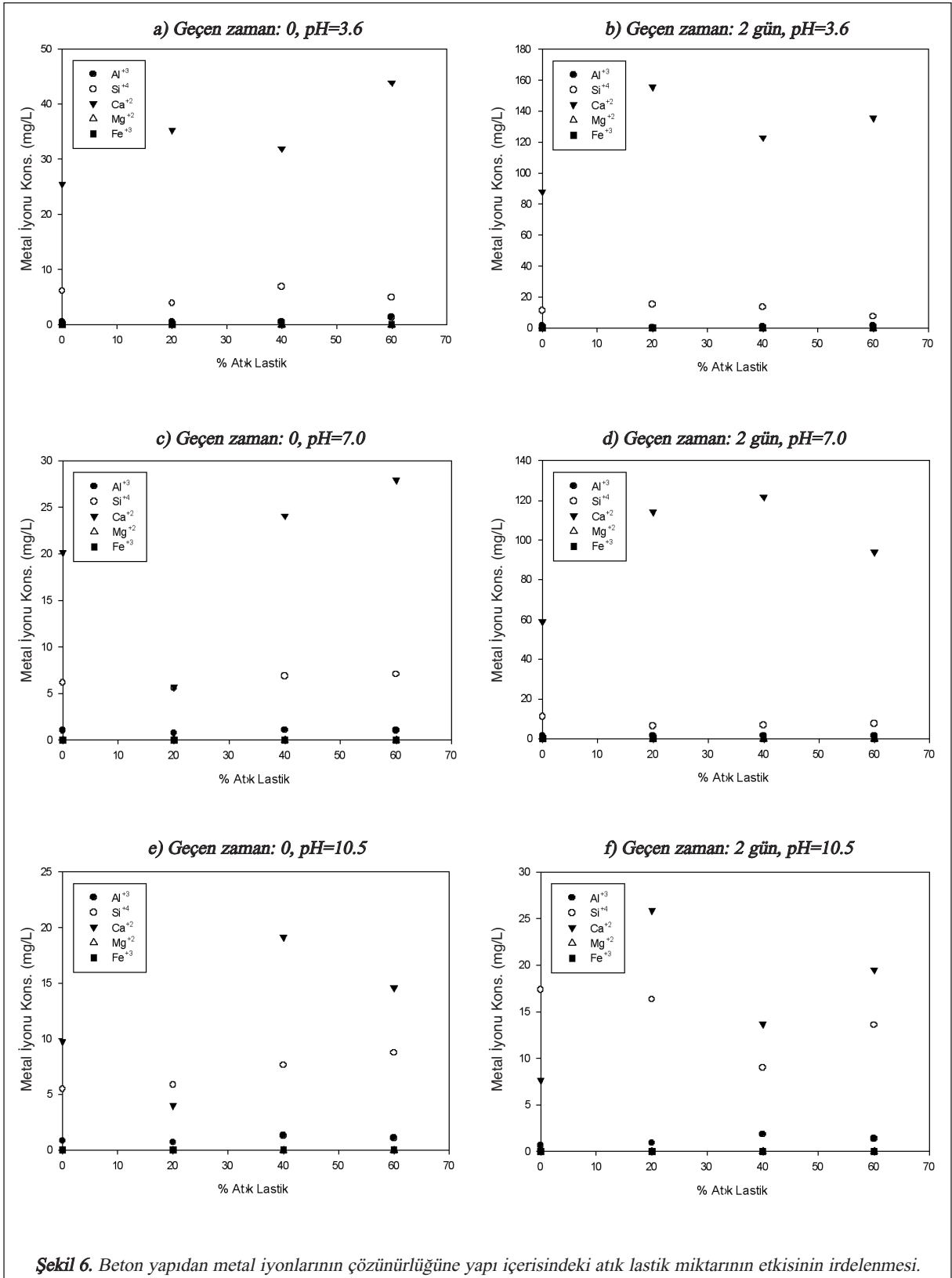
açıklamaktadır [5, 6, 11, 12]. Bunun yanı sıra alkali ortamda Ca²⁺ iyonlarının çözünürlüğünün düşmesi, bu iyonların tekrardan çökelmeğe başladığını ve CaCO₃ oluşturduğunu göstermektedir. Atık lastik oranının artması ile iyonların derişimindeki artış ise yüzeydeki gözenerlerin artmasından kaynaklanmaktadır.

4.3. Briket yapıdan metal iyonlarının çözünürlüğüne atık lastik miktarının etkisi

Atık lastik içeriğinin artması beton yüzeyde pürüzlü-

lüğü ve yüzey alanının artmasına neden olmaktadır. Şekil 6'da görüleceği üzere; bu durum asit ile temas yüzeyinin artmasına ve dolayısıyla çözünürlüğün artmasına neden olmaktadır. Doğal ve alkali pH değerlerinde ise, çözünürlük büyük oranda iyonların su içerisine difüzyonu şeklinde gerçekleşmektedir [13]. Yüzey alanı artışının, Şekil 6'daki grafiklerin çoğunluğunda; Ca²⁺, Al³⁺ ve Si⁴⁺ iyonlarının çözünürlüğünde de artış meydana getirdiği, açık bir şekilde gözlemlenebilmektedir.





5. Değerlendirme ve sonuçlar

Bu çalışmada, granül halde atık lastik katılmış briketlerin yalıtım davranışı ile briket yapıdan çözünen metal iyonların (Al^{+3} , Si^{+4} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Fe^{+3}) derişimleri deneysel olarak incelenmiştir. Çözünürlük üzerinde ortam pH değerinin, zamanın ve atık lastik katkı miktarının etkileri kapsamlı olarak değerlendirilmiştir. Ulaşılan temel sonuç ve gözlemler aşağıda kısaca belirtilmiştir:

- Lastik katkısının artırılmasıyla, briket numunelerin yalıtım özelliği iyileşmektedir. Atık lastik katkısının, katkısız referans (kontrol) numunelerine kıyasla, yalıtım davranışlarında sağladığı iyileşme; %60 katkı oranında, iklimlendirilmeyen ortamlar için yaklaşık %11, sürekli iklimlendirilen ortamlar için ise yaklaşık %28 değerlerine çıkabilmektedir.
- Atık lastik yüzdesinin artışı, yüzey alanının ve dolayısıyla gözenekli bölgelerin artışına neden olduğu için, metal iyonlarının daha fazla çözülmesine neden olmaktadır.
- Asidik ortamlarda, H^+ iyonu beton yapı yüzeyinde korozyona sebep olmakta ve büyük miktarda Ca^{+2} iyonunun çözülmesine neden olmaktadır. Nötr (doğal) ortamlarda, yine Ca^{+2} ve Si^{+4} iyonu çözülmekte ve belli bir süre sonra beton yapı ortamının kimyasal bileşiminden dolayı, yapıyı alkali duruma getirmektedir. Alkali ortamlarda ise, çözülme büyük oranda metal iyonlarının su içerisine difüzyonu şeklinde gerçekleşmektedir.

Teşekkür

TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu'na, '105M021' no'lu Projeye sağlanan destek için; Haran Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı (HÜMEL) sorumlularına, ölçümlerde kullanılan 'Perkin Emler Optima 5300DV ICP-OES' cihazı için; Arş. Gör. Muhsin Naz'a ise ölçümler sırasındaki katkıları için, teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Yeşilata, B., Turgut, P., H. Bulut, Demir, F., 2008 "Atık Taşıtlar Lastikleri ile Potansiyel Uygulamalar ve Beton İçerisinde Kullanımı", Çimento ve Beton Dergisi, 12/71 , 65-74.
- [2] Yeşilata, B., Demir, F., Turgut, P., H. Bulut, 2007. "Atık Taşıtlar Lastiklerinin Depolanmasına

Yönelik Çevresel Sorunların İrdelenmesi", TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Çevre Bilim & Teknoloji Teknik Dergisi, 2/4, 367-381.

- [3] Yeşilata B, Bulut H., Turgut P., Demir F., 2007 "Atık Otomobil Lastiklerinin Geri Kazanımı ve Yalıtım Amaçlı Kullanımı", Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı 102, 64-72.
- [4] Yeşilata B, Turgut P., 2007. A simple dynamic measurement technique for comparing thermal insulation performances of anisotropic building materials", Energy and Buildings, 39, 1027-1034.
- [5] Beddoe, R. E. ve Dorner, H. W., 2005. "Modelling acid attack on concrete: Part I. The essential mechanisms", Cement and Concrete Research 35 pp 2333 – 2339.
- [6] Macías, A., Goñi, S. ve Madrid, J., 1999. "Limitations of Köch-Steinegger test to evaluate the durability of cement pastes in acid medium", Cement and Concrete Research 29, 2005–2009.
- [7] Li, L., Sagüés, A.A. ve Poor, N., 1999. "In situ leaching investigation of pH and nitrite concentration in concrete pore solution", Cement and Concrete Research 29, 315–321.
- [8] Palvik, V. ve Uncik, S., 1997. "The Rate of Corrosion of Hardened Cement Pastes and Mortars with Additive of Silica Fume in Acids", Cement and Concrete Research 27, 1731-1745.
- [9] Pavlik, V., 2000. "Effect of carbonates on the corrosion rate of cement mortars in nitric acid", Cement and Concrete Research 30, 481-489.
- [10] Glass, G.K., Reddy, B., ve Buenfeld, N.R., 2000. "Corrosion inhibition in concrete arising from its acid neutralisation capacity", Corrosion Science 42, 1587-1598.
- [11] Johannesson, B.F., 1999. "Diffusion of a mixture of cations and anions dissolved in water", Cement and Concrete Research 29, 1261–1270.
- [12] Broekmans, M.A.T.M. ve Jansen, J.B.H., 1998. "Silica dissolution in impure sandstone: application to concrete", Journal of Geochemical Exploration, 62 311–318.
- [13] Haga, K., Shibata, M., Hironaga, M., Tanaka, S., Nagasaki, S., 2005. "Change in pore structure and composition of hardened cement paste during the process of dissolution", Cement and Concrete Research 35, 943– 950.