

BAZI YAPAY TAŞ KÂGİR BİRİMLERDE DONMA-ÇÖZÜLMENİN AŞINMA KAYBINA DİRENCİNE VE KAPİLERİTEYE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Ömer ÇOBAN*, Süleyman DALKILIÇ, Emre SANCAK, Hasan Hüseyin TAŞ

Özet

Geçmişten bugüne kadar yapı malzemelerinin verimli ve uzun ömürlü kullanılabilmesi birçok araştırmannın konusu olmuştur. Yapay taş kâgir birimler de birçok alanda (zemin döşemesi, duvar elemanı vb.) kullanıldığından dolayı bu konunun önemli bir ögesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada yapay taş kagir birimlerden parke, bordür ve gaz beton numunelerinden 15 ve 25 kere olmak üzere iki farklı döngüde donma-çözölmeye maruz bırakılan toplam 36 adet örnekle karşılaştırılmak üzere 6'şar adet örnek (3'ü kapilerite, 3'ü aşınma kaybı deneyi için) herhangi bir işleme tabi tutulmadan şahit olarak bırakılmışlardır. Numuneler, donma-çözölmeye maruz bırakılan toplam 36 adet örnekle karşılaştırılmak üzere 6'şar adet örnek (3'ü kapilerite, 3'ü aşınma kaybı deneyi için) herhangi bir işleme tabi tutulmadan şahit olarak bırakılmışlardır. Numuneler, donma-çözölmeye maruz bırakılan toplam 36 adet örnekle karşılaştırılmak üzere 6'şar adet örnek (3'ü kapilerite, 3'ü aşınma kaybı deneyi için) herhangi bir işleme tabi tutulmadan şahit olarak bırakılmışlardır. Deneyler sonucunda aşınma kaybı direncine en olumlu davranışı sırasıyla parke, bordür, gaz beton örnekleri göstermiştir. Kapilerite etki açısından ise en olumlu davranış sırasıyla parke, bordür, gaz beton örneklerinden elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Donma-çözölmeye, kapilerite, aşınma direnci, kagir birimler.

SEARCHING THE EFFECT OF FREZE-THAW IN SOME ARTIFICIAL STONE MASONRY UNITS TO ABRASION LOSS, RESISTENCE AND CAPILLARITY

Abstract

Being efficient and long lasting of the building materials have been the subject matter of many researchers and researches from the past until now. Since it is used in many areas in artificial stone masonry units, it encounters us as an important part of this subject. In this research, from artificial Stone masonry parquet strip, curb and aerated concrete samples 15 and 25 unit sizes in two different cycles six (3 samples for capillarity, 3 samples for abrasion loss) each were kept untreated as reference to compare with total 36 samples inflicted to freeze-thaw. Samples were inflicted to capillarity and wearing experiments in the wake of their freeze thaw cycle. In the results of experiments, respectively parquet strip, curb, aerated concrete showed the most constructive treatment to resistance of abrasion loss. As for capillary effect, the most constructive treatment was obtained by parquet strip, curb, aerated concrete respectively.

Keywords: Freeze-thaw, capillarity, abrasion loss, masonry units

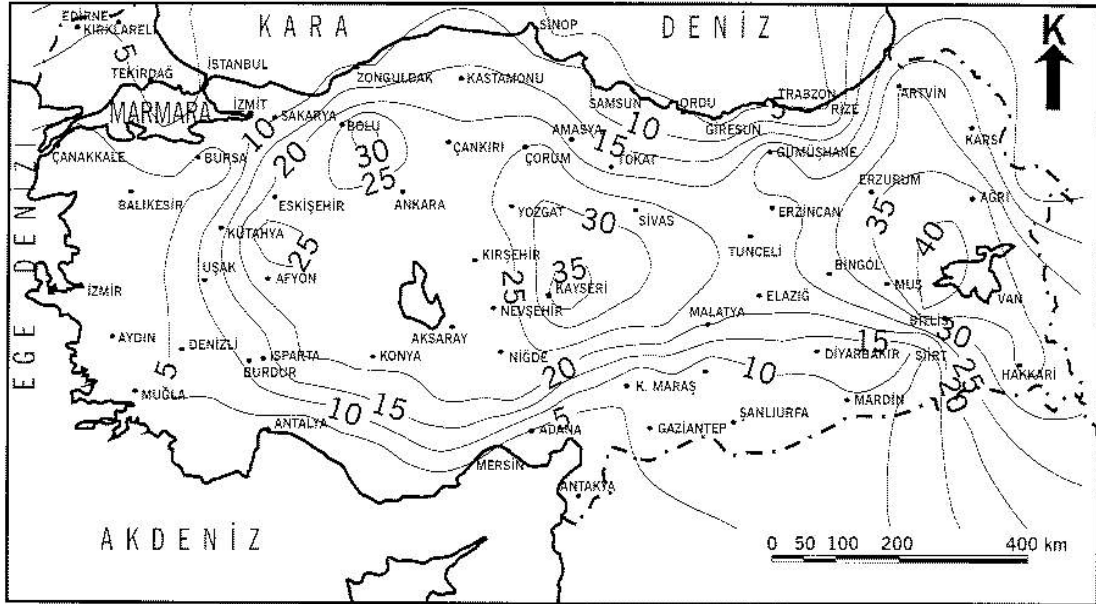
1. Giriş

Binaların ve diğer yapıların (yol, köprü, tünel vb.) yük taşıyan veya taşımayan, gömülü, kaplama veya açık yüzeyli kagir kısımlarında kullanılmak için tasarlanmış olan yapı malzemeleri yapay taş kagir birim olarak tanımlanmaktadır. Kâgir birimler, tabakalar şeklinde

* SüleymanDemirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Ana Bilim Dalı, Isparta.
E-posta: omer_coban_87@mynet.com

veya gelişigüzel örülmüş kâgir tek duvar, sandviç duvar, bölme duvarı, istinat duvarı ve bacaların dış duvar kanadını kapsayan duvar işlerinin bütün çeşitleri için uygun olarak kullanılabilmeyle beraber kâgir birimler, yapıya yangından koruma, ısı yalıtımı, ses yalıtımı ve ses yutma özellikleri de sağlayabilmektedir (TS EN 771-5, 2011). Ayrıca kâgir birimler duvar yapımı haricinde zemin ve yol yapılarında da (bordür, parke vb.) kullanılabilirler.

Ülkemiz bilindiği üzere 4 mevsiminde yaşadığı bir kuşakta yer almaktadır. Bu yüzden kışı yaşayan bir kuşakta ülkemizin var olduğunu düşünürsek bu kâgir birimlerin de donma-çözülme etkisine maruz kaldığı bilinen bir gerçektir. Ayrıca deneylerin uygulandığı yöre açısından da ele alacak olursak Isparta'nın yıllık donma-çözülme periyodu, Türkiye genelindeki 100 adet meteoroloji istasyonunun son 20 yıllık yağış ve sıcaklık verilerinden yararlanılarak hazırlanmış Türkiye'nin yıllık eş donma-çözülme periyot haritasından 10-15 periyot arasında olduğu belirlenmiştir. Türkiye için hazırlanan donma-çözülme periyotlarını gösteren harita Şekil 1.1.'de verilmektedir (Binal,1996; Ayyıldız, 2003).



Şekil 1.1. Türkiye için hazırlanmış eş donma-çözülme haritası (Binal,1996; Ayyıldız, 2003)

Betonun yıllar boyunca dış etkenlerden ve betonun bileşenlerinden ileri gelen faktörlerden olumsuz etkilenmeyerek dayanımını ve niteliklerini kaybetmemesine durabilite adı verilir (Yıldırım vd., 2003). Beton durabilitesini etkileyen etkenlerden biri de aşınmaya karşı dirençtir. Beton yüzeyine sürtünme ve çarpma şeklinde gelen kuvvetler, beton yüzeyini adeta törpülemesine etki yaratmakta, yüzeyin aşınmasına yol açmaktadır (Binici vd., 2010).

Aşınma yavaş tempoda gerçekleşen fiziksel ve mekanik bir olaydır. Aşınmanın etkili olduğu bazı alanlara örnek olarak; üzerinde insan trafiğinin (yayalar), hafif trafiğin veya kayarak sürtünmenin olabileceği kaldırım ve döşeme betonları gösterilebilir. Ayrıca üzerinde ağır trafik (özellikle zincirli tekerlekleri bulunan) veya çivili lastikleri olan otoların hareket ettiği beton yollar, akarsular tarafından taşınmakta olan kum, çakıl veya sert parçacıkların sürtünme yaratarak veya çarparak aşındırdığı baraj, tünel, boru, köprü ayağı gibi yapılarda da aşınma etkileri söz konusudur (Erdoğan, 2003; Binici vd., 2010).

Kapilerite etkisi, gözenekli bir yapı elemanını suya doymasıyla birlikte, suyun kılcallık etkisi ile dikey olarak yapı elemanı içinde yükselmesi ve yapı elemanının yüzeyinden buharlaşması olayıdır. Kapilerite etkisi ile oluşan nemin kaynağı genellikle üst tabakalarda birikmiş zemin suyu veya temelde bulunan sabit bir su kaynağıdır (Ertaş, 2001).

Aşınma etkisinin ve kapiler etkinin, yapay taş kâgir birimlerin açık havada kullanıldıkları durumlarda donma-çözülmenin de etkisine maruz kalarak olumsuz etkilemesi mümkündür. Donma-çözülme etkisine maruz kalan yapı elemanlarında daha çok fiziksel olarak yıpranmalar meydana gelmektedir. Bu da yapay taş kâgir birimlerin kullanımlarının uzun süreli olmamasına neden olmaktadır. Özellikle kırsal kesimde yapı malzemesi olarak kullanılan yapay taş kâgir birimlerin olumsuz etkiler nedeni ile yıpranmaları fay hatlarında bulunan yapıların yapısal bütünlüğünü ve içerisinde bulunan canlıların hayatını tehdit etmektedir.

1.1 Çalışmanın amacı ve önemi

Ülkemizde yapay taş kâgir birimlerin donma-çözülme olayına maruz kalmasından dolayı bu yapı malzemelerinde ve genel olarak donma-çözülme etkisine maruz kalan diğer yapı malzemelerinin çoğunda belli başlı yıpranmalar ve kullanım ömrünü hızla tamamlamasına neden olabilecek ve değiştirilmesini/yenilenmesini gerektirecek durumlara çok rastlanılmaktadır. Bu yüzden de yapı malzemelerinin bu gerçekler ışığı altında yeniden ve daha dayanıklı tasarlanması amacıyla tahribatsız deney yöntemlerinden biri olan kapilerite deneyinden faydalanılabilmektedir. Ayrıca açık hava şartlarında hizmet veren yapay taş kâgir birimlerin yine donma-çözülme etkisi ve bazı fiziksel etkenler (insan, taşıtlar, iş makineleri... vb.) sebebiyle aynı anda aşınma etkisi altında bulunabileceği bilinen bir gerçektir. Bu yüzden de malzeme tasarımı açısından ve kalıcılık açısından en dayanıklı malzemeyi üretmek amacıyla aşınma kaybı direncine bakılması da üzerinde durulması gereken önemli bir etkidir.

Bu çalışmada bazı yapay taş kâgir birimlerinden parke, bordür, gaz betonun donma çözülme etkisi sonrası aşınma kaybı dayanımına ve kapileriteye etkisi araştırılarak bu üç örnek içerisinde aşınma dayanımına ve kapiler etkiye en dayanıklı örnek tespit edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Isparta'nın çeşitli bölgelerinden temin edilen Şekil 2.1, Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'de verilen yapay taş kâgir birimlerden parke, bordür ve gaz beton numuneleri bu çalışmanın materyalini oluşturmaktadır.



Şekil 2.1. Parke



Şekil 2.2. Bordür



Şekil 2.3. Gaz beton

2.2. Metot

2.2.1. Donma-çözülme deneyinin uygulanması

Bu çalışmada, parke, bordür ve gaz beton numuneleri üzerinde 15 ve 25 defa olmak üzere donma-çözülme döngüleri uygulanmıştır. Bu döngüler Isparta'nın Türkiye için hazırlanmış eş donma-çözülme haritasındaki konumu ele alınarak 15 ve 25 döngü olarak seçilmiştir. Parke, bordür ve gaz beton örneklerin her biri için 6'şar adet şahit, 6'şar adet 15. döngü için ve 6'şar adet de 25. döngü için olmak üzere toplam 54 adet numune bu amaçla hazırlanmıştır (3'er adet şahit, 15. ve 25 döngü sonu kapilerite deney için, diğer 3'er adeti de yine şahit, 15. ve 25.döngü sonu aşınma deneyi için düşünülmüştür.). Numuneler 2 saat, yaklaşık -20°C 'ye kadar soğuyabilen derin dondurucuda bekletilmiş ve 2 saat de yaklaşık $+20^{\circ}\text{C}$ olan kür havuzunda bekletilerek oluşturulan etki 1 döngü olarak kabul edilmiş ve uygulanmıştır.

2.2.2. Kapilerite (kılcal su emme) deneyinin uygulanması

Bu döngülerden sonra numuneler sabit kütleye gelinceye kadar Şekil 2.4'de verilen etüvde bekletilmişlerdir. Sabit kütleye ulaşan numuneler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve

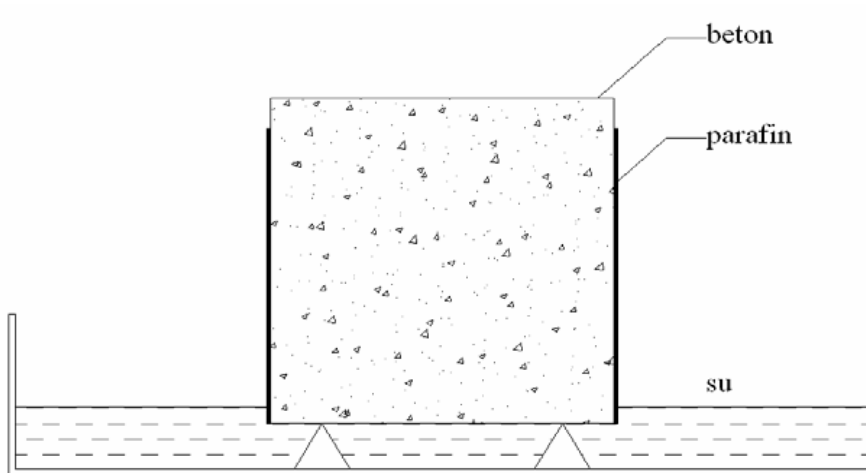
etrafları parafınle kaplanarak kılcal su emme etkisinin belirlendiği kapilerite deneyine tabi tutulmuştur. Kapilerite deneyi TS EN 772-11 Betondan, yapay ve doğal taştan yapılmış kâgir birimlerde kapiler su emme ve kil kâgir birimlerde ilk su emme hızının tayini standardı baz alınarak 5., 10., 15., 30., 60. dakikalardaki su emme ağırlıkları aşağıda verilen formülle tespit edilmiştir. Şekil 2.5' de kapilerite deney düzeneği verilmiştir.

$$C_{w,s} = \frac{m_{s0,s} - m_{dry,s}}{A_s \sqrt{t_{s0}}} \times 10^6 \left[\frac{g}{m^2 \times s^{0.5}} \right] \quad (1)$$

$C_{w,s}$: Beton doğal taş ve yapay taş kâgir birimlerin kapiler su emme katsayısı [$g/(m^2 \times s^{0.5})$],
 $m_{dry,s}$: Deney numunesinin kurutma sonrasındaki kütlesi (g),
 $m_{s0,s}$: Deney numunesinin (t) süreyle suya temas ettirildikten sonraki kütlesi (g),
 A_s : Deney numunesinin suya temas ettirilen yüzeyinin brüt alanı (mm^2),
 t_{s0} : Deney numunesinin suya temas ettirilme süresi (s). (TS EN 772-11, 2011)



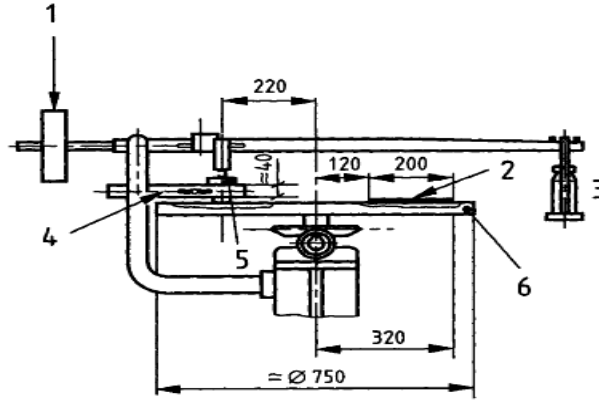
Şekil 2.4. Numunelerin sabit kütleye gelinceye kadar etüvde bekletilme işleminin gerçekleştirilmesi



Şekil 2.5. Kapilerite deney sistemi (Gönen, 2007)

2.2.3. Aşınma kaybı deneyinin uygulanması

Donma- çözülme döngülerinin ardından TS 2824 EN 1338 standardı temel alınarak aşınma deneyleri uygulanmıştır. Deneyler Bohme aşındırma cihazı kullanılarak Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Malzemeleri Laboratuvarında yapılmıştır. Deneyde parke, bordür ve gaz beton numunelerinin her birinden 9 adeti şahit olmak üzere toplam 27 adet (15. ve 25.döngü sonu için 9'ar adet) bu deneye tabi tutularak her bir numunenin bir yüzüne 16 çevrim uygulamak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Her bir çevrim 22 turdan oluşmaktadır. Deney numunelerini aşındırmak için alüminyum esaslı zımpara tozu kullanılmış ve her 22 turda(1 çevrim) de bir aşındırma tozu değiştirilerek ve numune yüzeyi kendi eksenini etrafında 90° döndürülerek 16 çevrimin uygulanmasının ardından deney sonuçlandırılmıştır. Deney başlangıcında ve sonunda tartım yapılarak ağırlık kayıpları belirlenmiştir. Kullanılan Bohme aşındırma cihazı ve prensibi sırasıyla Şekil 2.6'da verilmiştir.



Açıklama:

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 Karşı ağırlık | 4 Numune tutucusu |
| 2 Deney izi | 5 Numune |
| 3 Yükleme ağırlığı | 6 Döner disk |

Şekil 2.6. Bohme aşındırma diskinin prensibi (TS 2428 EN 1338, 2005)

16 çevrim sonundaki aşınma kaybı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\Delta V = \frac{\Delta m}{\rho R} \quad (2)$$

ΔV : 16 çevrimden sonra hacim kaybı, cm^3

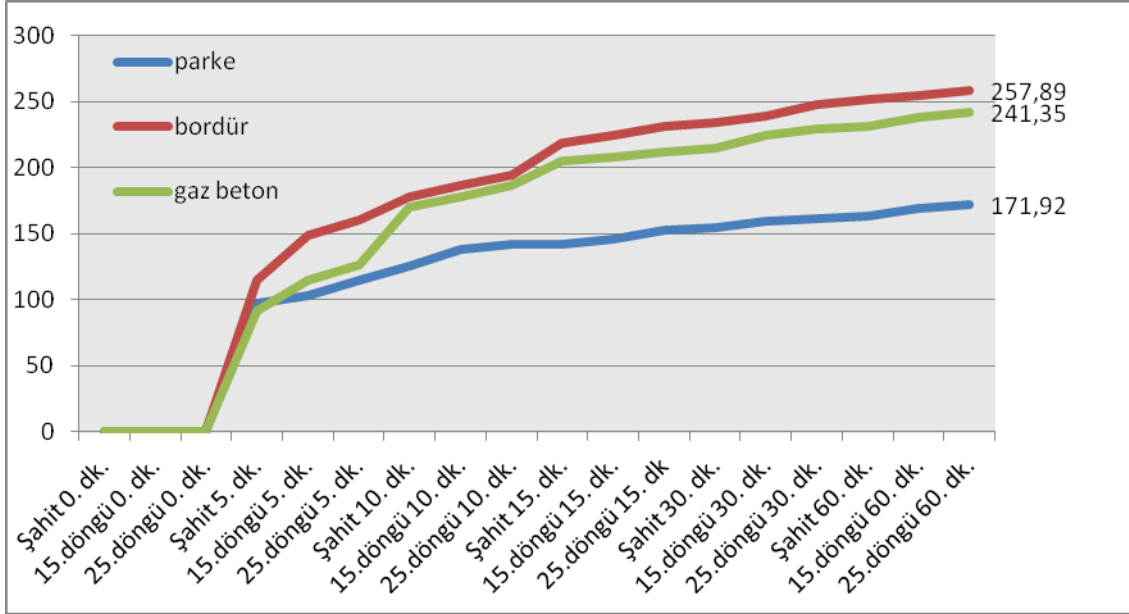
Δm : 16 çevrimden sonra kütle kaybı, g

ρR : Numunenin yoğunluğu, çok katlı numunede aşınmaya maruz tabakanın yoğunluğu, gr/cm^3 'dir (TS 2428 EN 1338, 2005).

3. Bulgular ve Tartışmalar

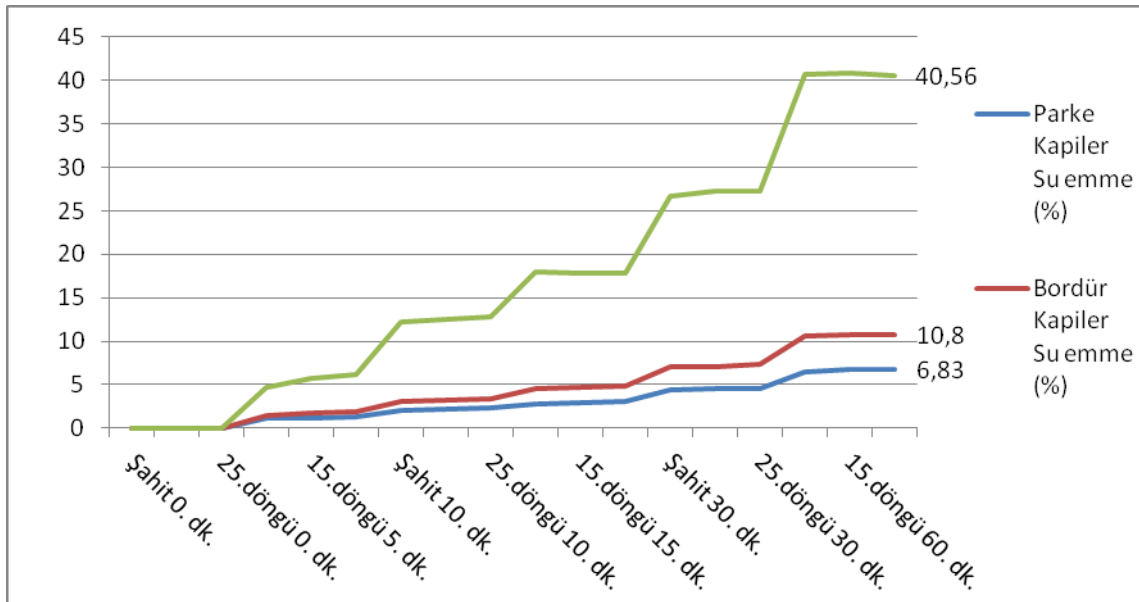
3.1. Kapilerite (kılcal su emme) deneyinin bulguları

Kapilerite (kılcal su emme) deneyine tabi tutulan numuneler TS EN 772-11 standardına göre hesap edilerek Şekil 3.1. ve 3.2'de verilen grafik elde edilmiştir.



Şekil 3.1. Kapilerite değerleri - zaman değişim grafiği

Şekil 3.1’de kapilerite (kılcal su emme) değerlerinin zamanla değişiminin grafiği verilmiştir. Bu grafikte yatay eksenle donma-çözülmeye maruz bırakılmayan örnekler; Şahit olarak gösterilmiş, diğer iki seri ise iki farklı döngü süresini belirtmek için 15. döngü ve 25. döngü olarak ifade edilmiştir. Bu ifadelerin yanındaki 0.dk,5.dk,10.dk...60.dk. ise bu örneklerin kapilerite deney ortamında tutuldukları kümülatif süreyi göstermektedir. Şekil 3.1.e göre Kapilerite ölçüm zamanlarının artışıyla birlikte kapiler su emme katsayısında da artış olmuştur. Ayrıca kapiler su emme katsayısı en düşüğe en yükseğe doğru parke, gaz beton ve bordür olarak sıralanmaktadır.

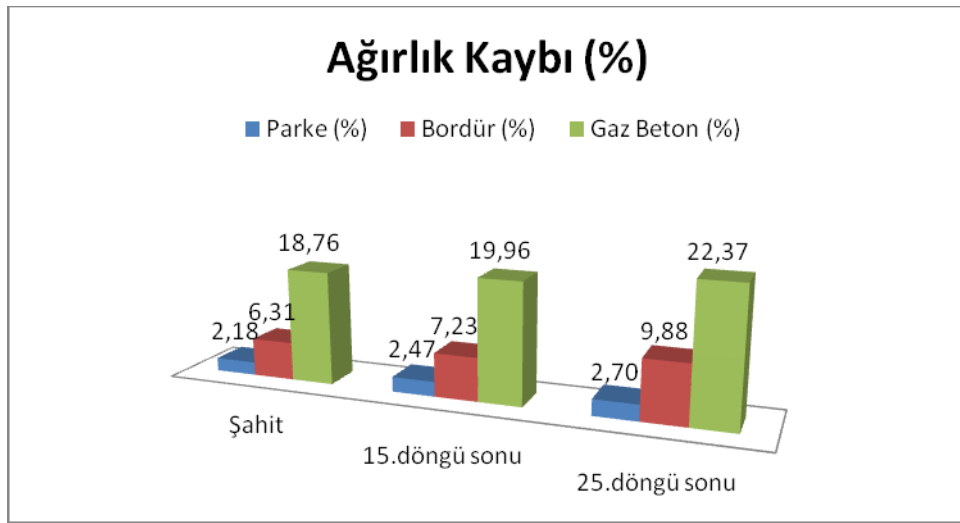


Şekil 3.2. Kapiler su emme yüzdesi değerleri- zaman değişim grafiği

Şekil 3.2’te kapiler su emme deneyine maruz bırakılan numunelerin kütlece su emme yüzdelerinin zamanla değişimi grafik halinde verilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere su emme yüzdeleri olarak en azdan en çoğa doğru parke, bordür ve gaz betonu sıralamak mümkündür. Kapiler su emme katsayısı olarak ise en iyi değeri parke; daha sonra gaz beton ve bordürün verdiği görülmektedir. Bu da kütlece su emme yüzdelerinde numunenin kütle faktörünün yüzde değerini etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Kapiler su emme katsayısı oranlarında numunelerin zamanla kütlesini arttıran suyun kütlece miktarının bu değeri oluşturmasından kaynaklanması iki grafikteki farklı sıralamayı açıklığa kavuşturmaktadır.

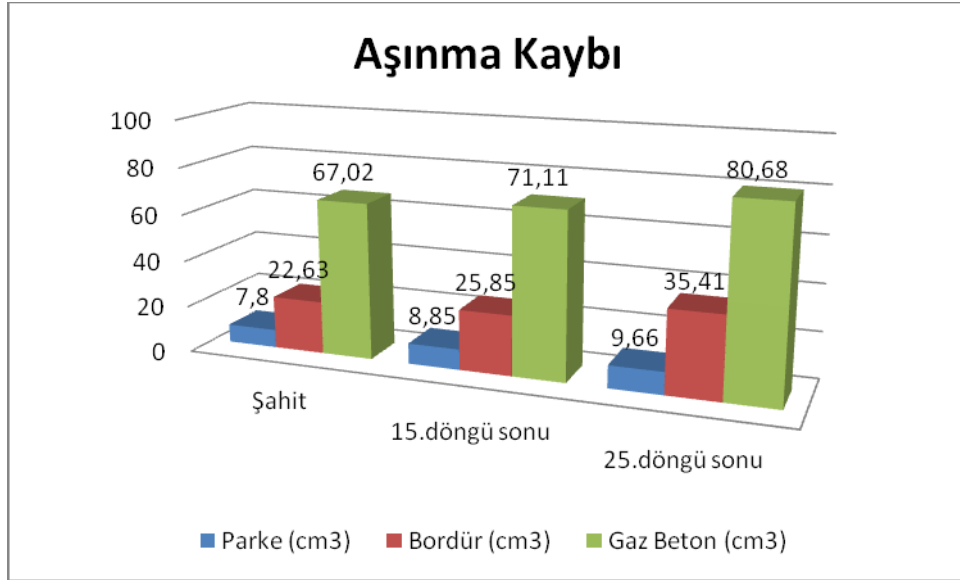
3.2. Aşınma kaybı deneyinin bulguları

TS 2428 EN 1338’e uygun olarak yapılan aşınma kaybı deneyinden elde edilen değerler Şekil 3.3 ve Şekil 3.4.’de grafik olarak verilmiştir.



Şekil 3.3. Aşınma kaybı deneyi sonucu ağırlık kaybı yüzdesi grafiği

Şekil 3.3’de görüldüğü üzere şahit numunelerden parkede %2.18, bordürde %6,31 ve gaz betonda ise % 18,76 oranında bir aşınma kaybı meydana gelmiştir. Donma çözülme döngü sayısı arttıkça bu oranlar da artmıştır. Değerler 15. döngü sonunda parke için %2,47, bordür için % 7,23 ve gaz beton için % 19,96 iken 25. Döngü sonu numunelerde parke için %2,70’e, bordür için 9,88’ne ve gaz beton için de %22,37’ye yükselmiştir. Buradan da aşınma kaybı en az olan numunenin sırasıyla parke, bordür ve gaz beton olduğu görülmektedir.



Şekil 3.4. Aşınma kaybı deneyi sonucu aşınma kaybı grafiği

Şekil 3.4 'de aşınma kaybı deneyi sonucu aşınma kaybı değerleri verilmiştir. Donma-çözülme döngüleriyle birlikte numunelerin aşınma miktarlarında artış meydana gelmiştir. Şahit numuneler ile bu deneylere tabi tutulan numuneler karşılaştırıldığında aşınma kaybı oranları sırasıyla parke 7,8 cm³, bordür 22,63 cm³, gaz beton 67,02cm³ iken, 15. döngü sonunda parke 8,85 cm³'e, bordür 25,85 cm³'e, gaz beton ise 71,11 cm³'e yükselmiştir. 25. döngü sonunda ise aşınma kaybı oranı sırasıyla parke numunesi için 9,66 cm³, bordür numunesi için 35,41 cm³ ve gaz beton numunesi için 80,68 cm³ olmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar numunelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinden dolayı beklenen sonuçlardır. Kullanım alanı ve amacı bakımından yüzey kaplama malzemesi olan parkenin üzerine gelecek dinamik yüklere yeterli reaksiyonu göstermesi gerektiğinden en yüksek kompoziteye ve dayanıma sahip olması zorunludur. Bu bakımdan bordür ve gaz betonun sırası ile donma -çözülme sonrası aşınma dayanım kaybının artan eğilim göstermesi beklenen bir davranıştır(Erdoğan, 2003; Gönen vd., 2007; Baradan vd, 2002).

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, yapay taş yapı elemanlarından parke, bordür ve gaz betonun, donma çözülme etkisi nedeniyle yapılarında oluşan kapilerite etkisi ve bu etkiye bağlı oluşacak aşınma kayıpları deneysel olarak incelenmiştir.

Yapılan deneyler sonucunda, kapiler etkisine ve aşınma direncine en yüksek dayanımı sırası ile parke, bordür ve gaz beton yapı elemanları göstermiştir.

Bu sonuçlar parke üzerindeki çeşitli fiziksel etki yoğunluğunun bordür ve gaz betona göre daha fazla olması açısından değerlendirildiğinde beklenen sonuçlar olarak düşünülebilir.

Teşekkür

Bu makaleyi, 3061-YL-12 nolu proje ile finansal olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (BAP) tüm yazarlar olarak teşekkür ederiz.

5. Kaynaklar

- Alyıldız İ. S., 2003, Isparta Dereboğazı Tüflerinde Donma-Çözülme Periyotlarının Fiziko-Mekanik Davranışlarına Etkisi, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 76s., Maden Mühendisliği A.B.D., Isparta.
- Baradan, B., Yazıcı, H., Ün, H. 2002, “Betonarme Yapılarda Kalıcılık (Durabilite)” Dokuz Eylül Üniv. Müh.Mim.Fak.Yayımları, Yayın N:298, ISBN: 975-441-189-1, İzmir.
- Binal A., 1996, Aksaray-Ihlara Vadisindeki Volkanosedimanter Kayaçalarda Görülen Duyarsızlık Mekanizmalarının Araştırılması, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 95s., Ankara.
- Binici H., Görür E. B., Durgun M. Y., 2010, Yüksek Fırın Cürufu ve Bazaltik Pomza Katkılı Betonların Mekanik Aşınması ve Su Geçirimsizliği, Teknolojik Araştırmalar, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 6, No: 1, 2010 (1-10)
- Erdoğan T. Y., 2003, “Beton”, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A. Ş., Ankara.
- Ertaş K., 2001, “Binalarda Buhar Difüzyonu Olayının İrdelenmesi”, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi 23-24-25, Eskişehir-Türkiye.
- Gönen T. vd., 2007, Mineral Katkıların Donma-Çözülme Sonrası Betonun Bazı Özelliklerine Etkisi, TCMB 3rd International Semposium May 2007, İstanbul, Turkey.
- TS EN 771-5, 2011, Yapay Taş Kagir Birimler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 772-11, 2011, Kagir Birimler-Deney Metotları-Bölüm 1: Agregata ve Doğal Taş Kullanılarak İmal Edilmiş Kagir Birimler-Kılcal Su Emmeye Bağlı Olarak Su Emme Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2428 EN 1338, 2005, Zemin Döşemesi İçin Beton Kaplama Blokları-Gerekli Şartlar ve Deney Metotları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, H., Gülseren, H., Uyan, M. ve Kemerli, M. K., 2003, “Geçirimsizlik Sağlayan Katkı Türlerinin Beton Geçirimsizlik Özelliklerine Etkisi”, TMMOB, İMO, Ulusal Beton Kongresi, 123-131, İstanbul.