



**Makale
(Article)**

Alüminyum Talaşı, Bims ve Gazbeton Tozu İçeren Betonların Yüksek Sıcaklık Etkisinin İncelenmesi

Hanifi BİNİCİ*, **Hüseyin TEMİZ***, **Ahmet H. SEVİNÇ***, **Mustafa EKEN***, **Mehmet KARA***, **Zeynep ŞAYİR***
*Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Kahramanmaraş/TÜRKİYE

hbinici@ksu.edu.tr

Özet

Yüksek sıcaklık, beton dayanımını etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Bu çalışmada bims, gazbeton ve alüminyum talaşı kullanılarak betonda yüksek sıcaklığın etkisi incelenmiştir. Betonda ince agregaya yerine bims, gazbeton veya alüminyum talaşı belirli oranlarda karıştırılarak 10×10×10 cm boyutlarında numuneler üretilmiştir. Kür işleminin ardından numuneler 100'den 800 °C'ye kadar 5 farklı sıcaklığa maruz bırakılmıştır. Numunelerin basınç dayanımı, su emme, ultra ses geçirgenlik hızı, ısı iletkenlik katsayısı, yüksek sıcaklıklarda ağırlık ve renk değişimleri belirlenmiştir. Yüksek sıcaklık etkisiyle beton dayanımı C20 olan bir beton C5'e kadar düşmüştür. En az malzeme kaybı gazbeton katkılı numunelerde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bims, gazbeton, alüminyum talaşı, yüksek sıcaklık

Investigation of Aluminum Sawdust, Pumice Concrete and Gas Concrete Powder Incorporating Concretes under High Temperature

Abstract

High temperature is one of the most important factors affecting the strength of concrete. In this study, pumice concrete, gas concrete and aluminum shavings using a high temperature was investigated. For this purpose, instead of fine aggregate, pumice concrete, gas concrete or aluminum shavings were mixed samples of 10 × 10 × 10 cm were produced. After curing process, the samples were subjected to temperatures of 100 to 800 °C in 5 different. Samples compressive strength, water absorption, ultra sound transmission rate, the thermal conductivity coefficient, weight and color changes were measured at elevated temperatures. C20 concrete strength due to high temperature has dropped to a concrete C5. Doped samples were found to be gas concrete at least loss of material.

Keywords: Pumice, aerated concrete, aluminum shavings, high temperature

Bu makaleye atf yapmak için

Binici H., Temiz H.*, Sevinç H.A., Eken M., Kara M., Şayir Z., "Değişik Katkılar İçeren Betonların Yangına Dayanıklılığının İncelenmesi" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2013, 9(1)1-15*

How to cite this article

Binici H., Temiz H.*, Sevinç H.A., Eken M., Kara M., Şayir Z., "High Temperature Resistance Of Different Concretes" Electronic Journal of Construction Technologies, 2013,9(1)1-15*

1. GİRİŐ

Yanma olayı, yanıcı maddelerin oksijenle veya diğer oksitleyici maddelerle birlikte belirli Őartlarda kararlı bir ekzotermik zincirleme reaksiyona girmesidir. Bir yanma reaksiyonunun baŐlaması için, yanıcı maddeyle beraber, oksijenin ve tutuŐmayı sağlayan ısıl enerji kaynağının varlığı gerekir [1]. İnsan sağlığı ile yapı bütünlüğünü tehdit etmesi ve yangının yayılmasına neden olması sebebiyle bir yangında üretilen ısı miktarı, çoğu kez yangın Őiddetinin bir ölçüsü sayılır. Yangından korunmak için alınması gereken önlemlerin belirlenmesinde, yapılarda kullanılan malzemelerin, yangın karŐısındaki davranıŐlarının bilinmesi son derece önemlidir. Bir yapı malzemesinin yangın karŐısındaki davranışı; yangına katılma, alev oluşumu, alev yayılım hızı, alev sürekliliği gibi performans kriterlerine göre test edilip, sonuçlarına göre belirlenir.

Beton bir kompozit malzeme olduğundan, genellikle içindeki bileŐenlerin termal genleŐmelerinin birbirinden farklıdır. Bu nedenle betonda sıcaklık değişimleri, içindeki bileŐenlerde, birbirinden farklı hacim deđiŐmelerine, çatlak oluŐumuna ve betonun dayanıklılığının azalmasına neden olur [2]. Bu olay betondaki bileŐenlerin termal uyumsuzluğu olarak bilinir. Betonun yaklaŐık 600 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda dayanımının büyük bir kısmını kaybettiklerini belirtmiştir. Sıcaklık derecesinin 800 °C'ye çıktığında, hidratların içinde bulundurdukları suyu kaybetmeleri sonunda dayanımdaki azalma %80'e kadar iner ve bu da yapının yıkılmasına neden olur. 800 °C sıcaklıktan sonra agregalarda kabuk atma haricinde bir bozulma görölmezken, harç fazında büyük genişliklerde çatlaklar oluŐmuŐ, hatta bu çatlaklar agregaların harç fazı ile birleŐtiđi ara yüzde de görölmuŐtür. Bunun sonucu olarak 800 °C sıcaklıkta numunelerin yük taŐıma özelliklerini kaybettikleri söylenebilir [3].

Bir çalışmada yüksek sıcaklıktan sonra hafif betonun basınç dayanımı ve yüzey özellikleri incelenmiştir. Mineral katkı olarak çimento ağırlılığının %10 u oranında silis dumanı katılmıŐtır. Numunelerin hazırlanmasında maksimum tane çapı 16 mm pomza taŐı kullanılmıştır. Basınç deneyleri için 100x100x100 mm ölçेindeki küp numuneler üretilmiştir. Kür uygulanan numuneler 800 derecede ısıtıldıktan sonra yüzey özellikleri ve basınç dayanımları değişimi incelenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre sıcaklık artıkça basınç dayanımı azalmıştır. Ayrıca betona uygulanan ısı artıkça betonun rengi deđiŐmiŐ ve beton yüzeyinde çatlaklar olmuŐtur [4].

BaŐka bir çalışmada yüksek sıcaklığın betonun fiziksel ve mekanik özelliklerine etkileri araŐtırılmıŐtır. Bu amaçla CEM I 42,5 R çimentosu, silis ve kalker esaslı agregalar ve silis dumanı, uçucu kül, cüruf gibi farklı puzolanlar kullanılarak üretilen betonlar 100, 200, 300, 600, 900 ve 1200°C gibi farklı sıcaklıklara maruz bırakılmıŐ, soğutma iŐlemi havada ve suda olmak iki Őekilde yapılmıştır. Oda sıcaklığına kadar soğutulan numunelerde deneyler yapılmıştır. Deney sonuçlarından, yüksek sıcaklık etkisinde kalan betonun basınç dayanımında meydana gelen değişim incelenmiştir. Deneysel çalıŐmanın sonucunda; Silis dumanı ile kalker esaslı agregaya, uçucu kül ve yüksek fırın cürufu ile silis esaslı agregaya kullanılarak üretilen harçlar, yüksek sıcaklık etkisine maruz kaldıklarında basınç dayanımı açısından iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir [5].

Yapılan çalışmada çimento harcının yüksek sıcaklık etkisindeki ve soğutma sonrasındaki fiziksel ve mekanik özellikleri araŐtırılmıŐtır. CEM I 42.5R çimentosu kullanarak üretilen harçlara 20, 100, 300, 400, 500, 600, 700 ve 900 °C sıcaklıklar uygulanmıştır. Soğutma iŐlemi kendiliğinden ve suda olmak üzere iki Őekilde gerçekteŐtirilmıŐtir. Laboratuvar koŐullarına kadar soğutulan numunelere basınç dayanımı deneyleri yapılmıŐ ve boşluk yapısını incelemek için cıvalı porozimetre cihazı kullanılmıştır. 300 °C sıcaklıklarda basınç dayanımında artış olmuŐ ama bu sıcaklık değerlerinden sonra sürekli bir azalma gerçekteŐmiŐtir. Çalışmada, boşluk yapısının incelenmesiyle yüksek sıcaklıklara maruz kalmıŐ harçların dayanımdaki değerleri hakkında fikir yürütülebileceği ifade edilmiştir.[6]

Hafif betonların yangın dayanımlarıyla ilgili yaptıkları bir çalışmada, birim ağırlık arttıkça yangın dayanımında azalma olduğunu belirtmiştir [7-8]. Özellikle yangın gibi yüksek sıcaklığın oluşturduğu hasarlara ülkemizde de çok sık rastlanmaktadır. Beton ve betonarme elemanlar yüksek sıcaklığa maruz kaldığında fiziksel ve mekanik özelliklerinde değişiklikler meydana gelir. Bunlar, beton basınç dayanımında ve elastisite modülünde azalma, çatlak oluşumu, parçalanma ve dağılma, çelikte ise akma dayanımı, duktilite ve çekme dayanımında azalma olarak sıralanabilir [9].

Van depreminde yıkılan binaların incelenmesi sonucunda; beton, donatı ve betonun oluşturan malzemelerde hatalar tespit edilmiştir. Van ve Erciş'te altında fırın olan bütün binalar yıkılmıştır. Konutların altında ekmek, simit, lahmacun, pide fırını ya da kebab salonlarının büyük tehlike oluşturduğu tespit edilmiştir. Isı yalıtımsız fırınlardaki yüksek ısı taşıyıcı elemanlardaki betonun ve donatının dayanım gücünü düşürmektedir. Bundan dolayı deprem sırasında öncelikli olarak zemin katta fırın olan binalar yıkılmaktadır.

Yukarıda açıklanan gerekçelerden dolayı üretilen betonların 100, 200, 400, 600 ve 800 °C'de yüksek sıcaklığa maruz bırakıldıktan sonra, kütle kayıpları ve basınç dayanımları belirlenmiştir.

2. MALZEME ve METOT

2.1.Malzeme

2.1.1.Bims

Başta Almanya, Fransa, İtalya, İsveç, Amerika ve Japonya olmak üzere birçok ülkede daha çok ısı ve ses izolasyonu sağlamak amacıyla üstün izolasyon özellikleri, hafifliği ve depreme dayanıklılık gibi nitelikleri ile yüzyılı aşkın süredir kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan bims agregaları Şekil 1'de verilmiştir. Bims agregaları 0-1 mm boyutunda öğütülerek kullanılmıştır.

2.1.2. Alüminyum

Alüminyum, çok üstün korozyon özelliklerine sahip olması, üzerinde oluşan oksit tabakasının koruyucu olmasındandır. Çalışmada kullanılan alüminyum tozu, KSU Hastane inşaatında kullanılan alüminyum cephe imalatı sırasında çıkan atıklardan alınmış ve Şekil 1'de verilmiştir. Bu malzeme kum boyutunda öğütülmüştür.

2.1.3. Gazbeton

Gazbeton; silisli kum (kuvarsit), çimento, kireç ve su karışımıyla oluşturulan harcın, basınçlı buhar altında sertleşmesi ile elde edilen gözenekli bir yapı malzemesidir. Yapısının %84' ü durgun hava içeren gözeneklerden oluşur. Gazbeton, yüksek ısı yalıtımı ve en hafif yapı malzemesi olma özelliğini sağlayan, bu küçük gözenekler içine sıkışmış kuru havadır. Alevlere karşı dayanım bakımından gazbeton en dayanıklı yapı malzemelerindendir. Çalışmada kullanılan gazbeton Şekil 1'de ve gaz betonların fiziksel özellikleri ise Tablo 1'de verilmiştir. Gaz beton 0-1 mm boyutunda öğütülerek kullanılmıştır.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan bims agregaları, alüminyum talaşı ve gazbeton

Tablo 1. Gazbetonların fiziksel özellikleri

Sınıf İşareti	Kuru Birim Hacim	Basınç	Isı İletkenlik Hesap
G2/04	400	2,5	0,13
G3/05	500	3,5	0,16
G4/06	600	5,0	0,19

2.1.4. Agrega

Beton hacminin %70 - %75 kadarı agregalar tarafından oluşturulmaktadır [2]. Çalışmada kullanılan agregaların fiziksel özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Gazbetonların fiziksel özellikleri

Özellik	İnce Agrega (0-4 mm)	Kaba Agrega (4-16 mm)
Özgül Ağırlık (g/cm ³)	2,62	2,68
Sıkışık Birim Ağırlık (g/cm ³)	1,85	1,79
Gevşek Birim Ağırlık (g/cm ³)	1,71	1,64
Su Emme Kapasitesi (%)	2,62	1,21

2.1.5. Çimento

Çalışmada CEM I çimentosu kullanılmıştır. Çimentonun fiziksel özellikleri Tablo 3 ve kimyasal özellikleri Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 3. Çimentonun kimyasal içerikleri (%)

Bileşenler	Oranlar
SiO ₂	18,85
Al ₂ O ₃	4,80
Fe ₂ O ₃	2,40
CaO	62,80
MgO	2,50
Na ₂ O+K ₂ O	1,14
SO ₃	3,69
Serbest CAO	0,90
Kızdırma Kaybı	3,50

Tablo 4. Çimentonun fiziksel özellikleri

Çimento Tipi	Özgül Ağırlık (kg/cm ³)	Özgül YüzeY (cm ² /g)	200 µ Elek Üzerinde Alan (%)	90 µ Elek Üzerinde Kalan (%)
CEM I 42,5	3,12	3250	0	2,5

2.2. Metot

2.2.1. Numunelerin Hazırlanması

Bu çalışmada çimento, su ve agregadan oluşan betona öğütülmüş bims blok ve gazbeton bloğu Tablo 5'te verilen oranlara göre karıştırılmıştır. Alüminyum talaş haline getirildikten sonra kullanılmıştır. Karışımlar 10×10×10 cm boyutlarındaki kalıplara dökülerek numuneler üretilmiştir. 7 gün kür uygulandıktan sonra numunelere ultrasonik ses geçirgenliği, ısı iletimi, su emme ve basınç dayanımı testleri uygulanmıştır. Ayrıca yüksek sıcaklıklı fırında 100, 200, 400, 600 ve 800 °C'de işleme tabi tutularak ses geçirgenliği, kütle kaybı ve basınç deneyi testleri yapılmıştır.

Tablo 5. Karışım oranları (g)

Numuneler	Bims	Gazbeton	Alüminyum	Su	Çimento	Agrega
B	400	-	-	225	400	1600
G	-	500	-	275	500	1600
A	-	-	122	185	335	1270
R	-	-	-	250	500	1500

Beton üretiminde referans beton için su/çimento oranları 0,5 alınırken yeterli kıvam için diğerlerinde bu oran 0,55 alınmıştır.

2.2.2. Numunelerin Sıcaklık Dayanıklılığı

Oda sıcaklığında üretilen ve kalıpta 24 saat tutulan numuneler daha sonra 28 gün kür havuzunda bekletilmiştir. Kürden çıkarılan numunelerin tamamen kuruması için 100°C sıcaklığında etüvde bir gün bekletilmiştir. Kurutulmuş numuneler kül fırını içerisinde 100°C'den 800°C'ye kadar beş farklı sıcaklıkta 30'ar dakika bekletilmiştir (Şekil 2). Bu süre fırında toplam bekleme süresidir. Özellikle yüksek sıcaklıklara maruz kalan numunelerin renklerinde farklılıklar gözlenmiştir. Daha sonra oda sıcaklığına gelen numunelerin basınç dayanımı ölçülmüştür.



Şekil 2. Kül fırını içerisinde yüksek sıcaklığa maruz kalan numuneler

2.2.3. Isı İletim Katsayısı

Üretilen kompozit numunelerin KEM marka QTM-500 model termal iletkenlik ölçüm cihazı ile ısı iletim katsayıları ölçülmüştür. Termal iletkenlik tayini deneyi ASTM C 1113-90 ‘a göre yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Termal iletkenlik ölçüm cihazı

2.2.3. Ultra Ses Geçiş Hızı

Ses üstü dalganın hızı ile malzemelerin yoğunluğu arasında belirli bir ilişki bulunmaktadır [10-11]. Malzeme, içerisindeki boşluk miktarı arttıkça, ses üstü dalganın hızı daha az olmaktadır. Malzeme bloğun bir yüzeyinden gönderilen ses üstü dalganın, bloktaki diğer bir yüzeye ne kadar zamanda geçtiği ölçüldükten sonra, dalga hızı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$V=(S / t) \times 10^6$$

Burada; V=P dalga hızı (kilometre/saniye) S=Malzemede bloğun ses üstü dalga gönderilen yüzeyi ile dalganın alındığı yüzeyi arasındaki mesafe (kilometre), t=P dalganın gönderilmiş olduğu malzeme yüzeyinden, alındığı yüzeye kadar geçen zamandır (mikrosaniye). Ultrasonik ses geçişi deneyi bütün numuneler üzerinde yapılmış ve ses geçiş hızı bulunmuştur (Şekil 4.)



Şekil 4. Ultrasonik ses cihazı

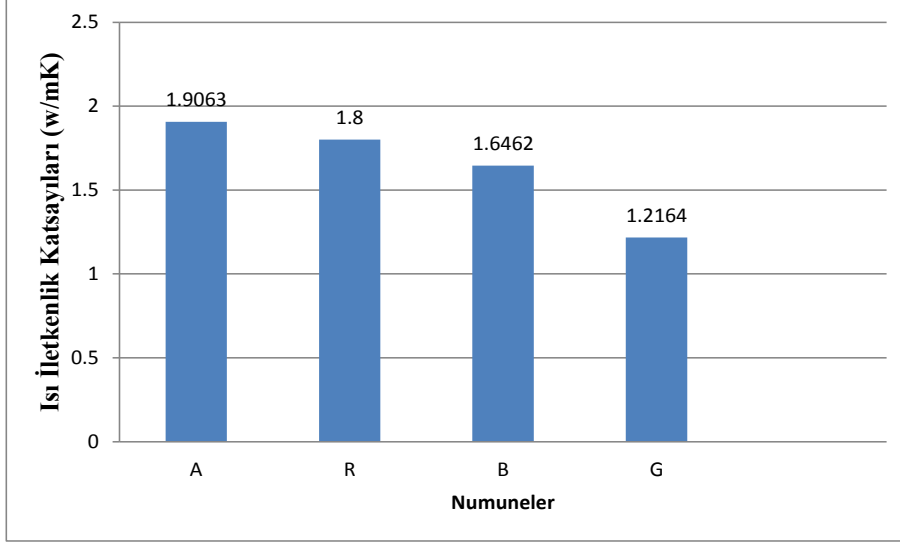
2.2.4. Su Emme ve Basıncı Dayanımları

Örneklerin su emme miktarı TS3527 ve basınç dayanımları TS 3114’e göre belirlenmiştir

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. Isı İletim Katsayıları

Numuneler üzerinde bulunan ısı iletim katsayısı değerleri Şekil 5'te verilmiştir.

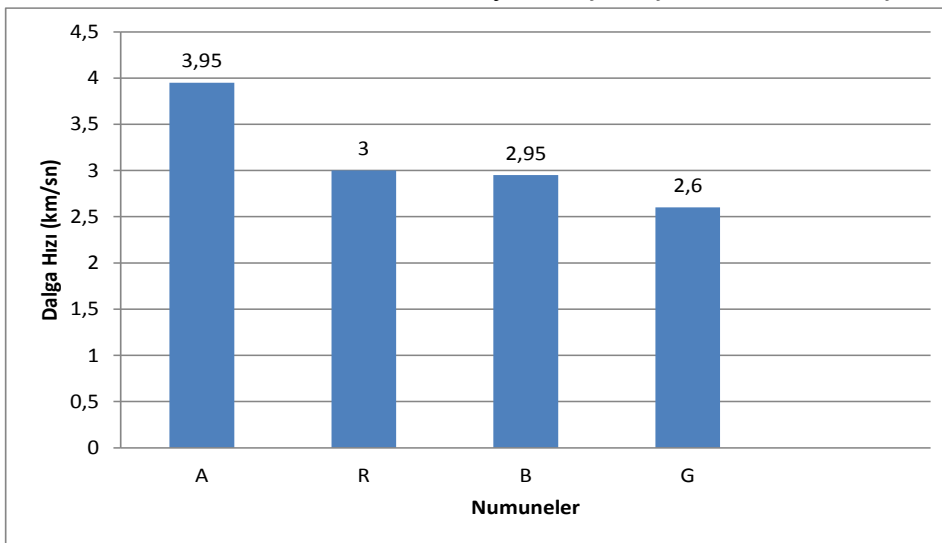


Şekil 5. Isı iletim katsayısı değerleri

Şekil 5'den de görüldüğü gibi en düşük ısı iletim katsayısı gazbeton katkılı örnekten elde edilirken, en yüksek ısı iletim katsayısının ise alüminyum katkılı numuneden elde edilmiştir. Geleneksel betona göre gazbeton katkılı numunenin ısı iletim katsayısı %35 daha düşük bulunmuştur. Bu durum ısı tasarrufu ve enerji verimliliği açısından son derece önemlidir.

3.2. Ultrasonik Ses Geçirgenliği

Numuneler üzerinde elde edilen ultrasonik ses deneyi sonuçları Şekil 6'da verilmiştir.



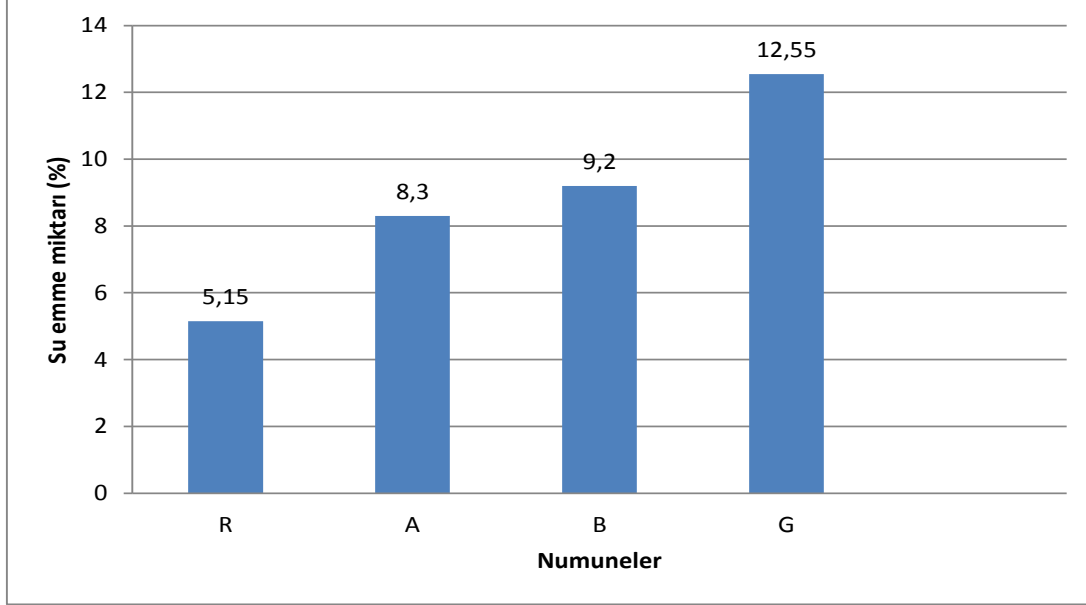
Şekil 6. Ultrasonik ses dalga değerleri

Bir malzemenin boşluklu bir yapıya sahip olması hem ısı transferini sınırlamakta hem de ses geçirgenliğini azaltmaktadır. Bu çalışmada da gazbeton katkılı numunelerin ses geçirgenlik değeri (dalga

hızı) daha düşük çıkmıştır. Şekil 5 ve Şekil 6 arasında bir paralellik söz konusudur.

3.3. Su Emme Miktarları

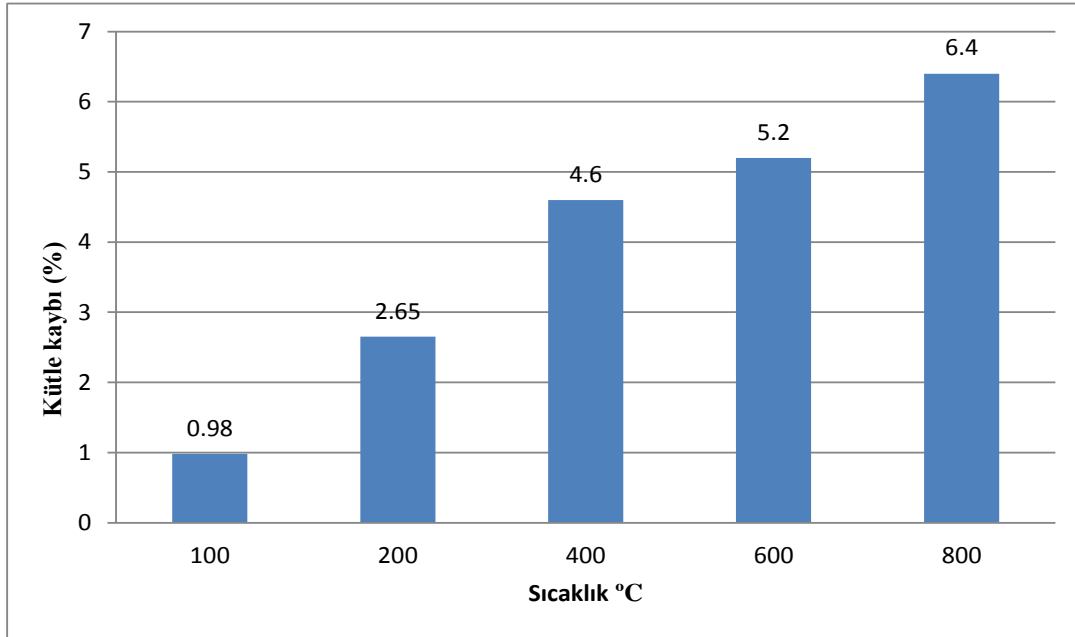
Kurutulan numuneler üzerinde bulunan su emme yüzdeleri Şekil 7’de verilmiştir. Boşluklu ve hafif malzemelerin su emme oranları da daha yüksektir. Bu çalışmada da gazbeton katkıli numunelerin su emme oranları en yüksek, referans numunenin su emme oranı en düşük bulunmuştur.



Şekil 7. Su emme oranları

3.4. Numunelerin Kütle Kayıpları

Şekil 8’de referans numunelerin yüksek sıcaklık sonrası kütle kayıpları verilmiştir.

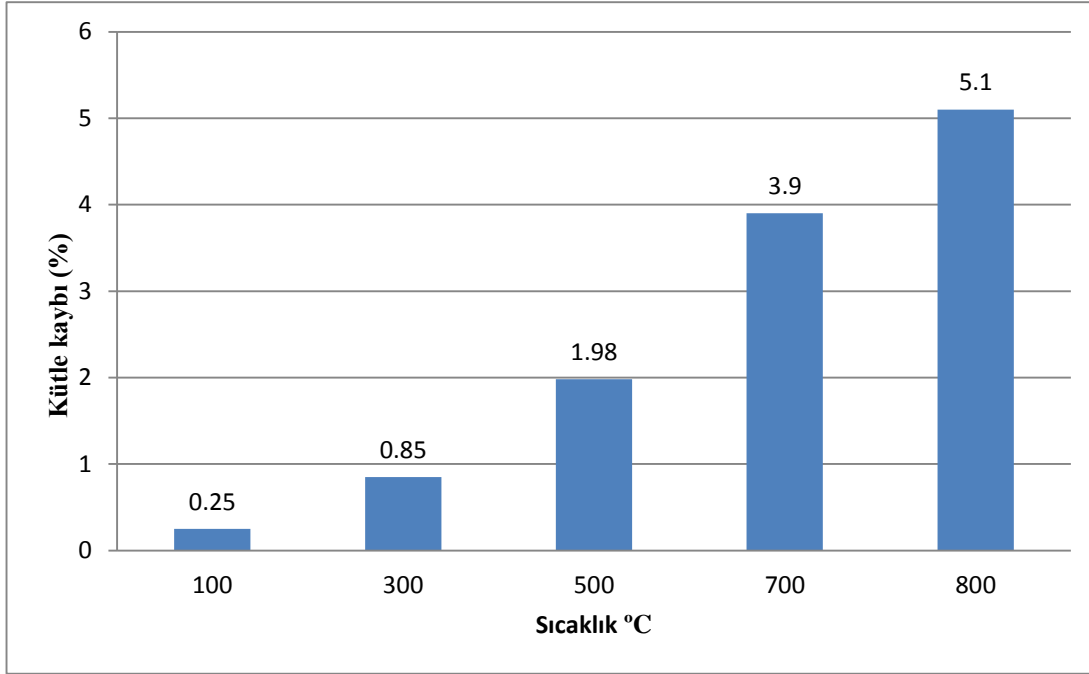


Şekil 8. Referans Numunelerin kütle kayıpları

Yüksek sıcaklık etkisinden dolayı beton numunelerde kütle kaybı gözlemlenmiştir. Sıcaklık arttıkça kütle

kaybı da artmaktadır. Örneğin 800 °C'ye kadar malzemelerin %6,38'i kaybolmaktadır.

Katkı eklenmeden üretilen beton numunelerin sıcaklık etkisiyle ağırlıkça değişimleri incelenmiş ve değerler gösterilmiştir. Buna göre 800 °C'ye kadar malzemenin %6,38'i kaybolmaktadır. Sıcaklıkla zamana bağlı olarak bims katkılı numunenin ağırlıkça değişimi Şekil 9'da ve bims katkılı yanmış numunelerin görüntüleri Şekil 10'da gösterilmiştir.

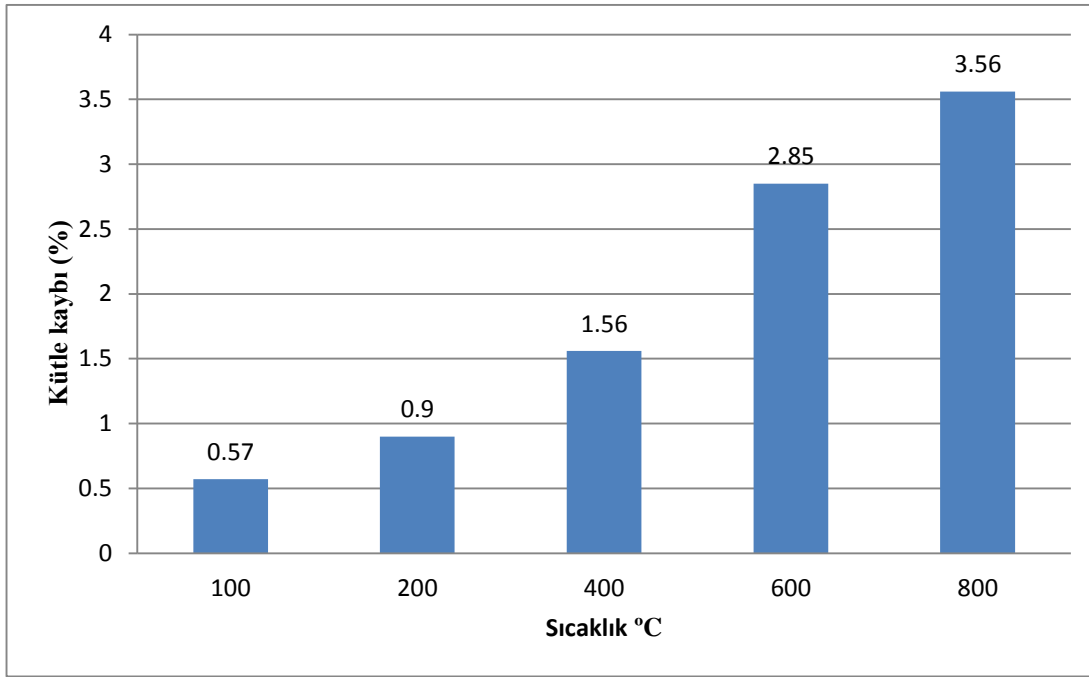


Şekil 9. Bims Katkılı Numunenin Ağırlık Değişimi-Sıcaklık Grafiği



Şekil 10. Bims Katkılı Yanmış Numune

Bims katkılı numunelerde referans numunelere kıyasla daha az ağırlık değişim olduğu gözlemlenmiştir. Referans numunesi 800 °C'deki ağırlık kaybı % 6,4 olurken Bims katkılı numunede ise % 5,1'dir. Betona bims eklenerek oluşturulan betonların bims ilave edilmemiş betonlara göre yangına daha dayanıklı olduğu söylenebilir. Sıcaklıkla zamana bağlı olarak alüminyum talaşı katkılı numunenin ağırlıkça değişimi Şekil 11'de alüminyum katkılı yanmış numunelerin görüntüleri de Şekil 12'de gösterilmiştir.

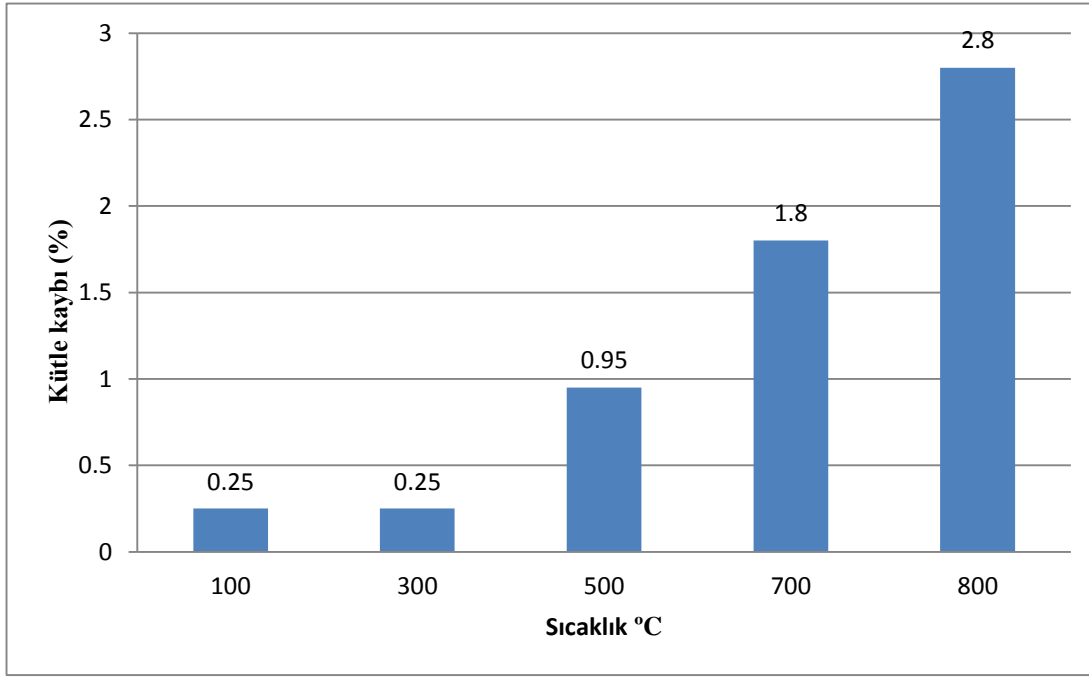


Şekil 11. Alüminyum Talaşı Katkılı Numunenin Ağırlık Değişimi-Sıcaklık Grafiği



Şekil 12. Alüminyum Katkılı Yanmış Numune

Gazbeton katkılı numunenin ağırlık değişimi-sıcaklık ilişkisi Şekil 13’de ve gazbeton katkılı yanmış numunelerin görüntüleri Şekil 14’de verilmiştir.



Şekil 13. Gazbeton Katkılı Numunenin Ağırlık Değişimi-Sıcaklık Grafiği



Şekil 14. Gazbeton Katkılı Yanmış Numune

Gazbeton tek başına yangına dayanım gösteren bir malzeme olması sebebiyle betona karıştırıldığında betonun sıcaklığa dayanımını iyileştirmesi beklenir. Sonuçlarda da görüldüğü üzere en az malzeme kaybı gazbeton katkıli numunelerde görülmüştür. Referans numunesi 800 °C'deki ağırlık kaybı % 6,4 olurken Gazbeton katkıli numunede ise % 2,8'dir.

Renk, cisimlerin fiziksel özelliklerinden biridir. Rengin görülmesi kaynağından çıkan ışığın yüzeyden yansırarak göze ulaştığında, gözdeki ağtabaka üzerinde oluşturduğu etkinin beyin tarafından algılanması ile olur [12]. Yüksek sıcaklığın etkisinde kalan betonun renginde bazen önemli değişiklikler meydana geldiği, bu değişikliklere bakılarak kalker ve silis esaslı agregalı betonun maruz kaldığı maksimum sıcaklığın tahmin edilebileceği, özellikle silisli nehir agregaları ile üretilen betonlarda renk değişiminin belirgin olarak görüldüğü, örneğin renk pembe veya kırmızı ise sıcaklığın 300-600°C'ye, gri ise 600-900°C'ye yükseldiği önceki çalışmalarda ifade edilmiştir [13]. Renkteki farklılığa demir bileşenlerinin varlığı ve yüksek sıcaklıkta bazı elementlerin oranlarındaki değişim neden olur. Bu değişim betonun ulaştığı maksimum sıcaklığın ve eşdeğer yangın süresinin belirlenmesinde kullanılabilir [14-15]. Yüksek

sıcaklık etkisinde kalan harç ve betonlar üzerinde yapılan çalışmalarda, renkteki değişimin betonun yapısında ve bileşimindeki değişikliklerin bir sonucu olduğu, basınç dayanımındaki azalmaya bir referans olabileceği sonucuna varılmıştır [16-17]. Betonun derinliğe bağlı sıcaklık değişimi ile derinliğe bağlı renk değişimi arasında ilişkinin araştırıldığı çalışmalarda, tek bir yüzeyden yüksek sıcaklık etkisine maruz kalan betonda sıcaklık derinliğe bağlı olarak azalırken rengin de değiştii tespit edilmiş[18]. Böylelikle yüksek sıcaklık etkisinde kalan betonların analizi için alınan karot numunelerde renkteki değişiklik derinliğe bağlı olarak incelenerek, betonun yüzeyden itibaren maruz kaldığı sıcaklığın ve donatının eriştiği sıcaklığın tahmin edilebileceği sonucuna varılmıştır [19-20].

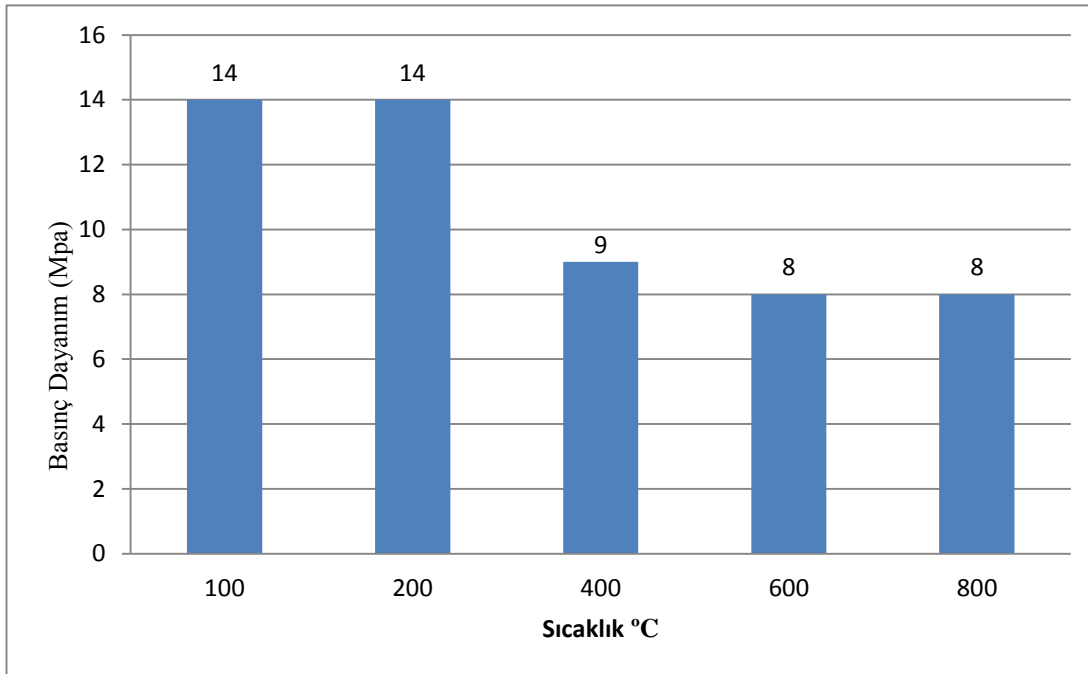
Bu çalışmada yüksek sıcaklığın beton örneklerdeki yaptığı renk değişimi literatür ile örtüşmektedir. Burada özellikle gaz beton katkılı örneklerin renk değişi fazla gözlenmemiştir.

3.5. Numunelerin Basınç Dayanımları

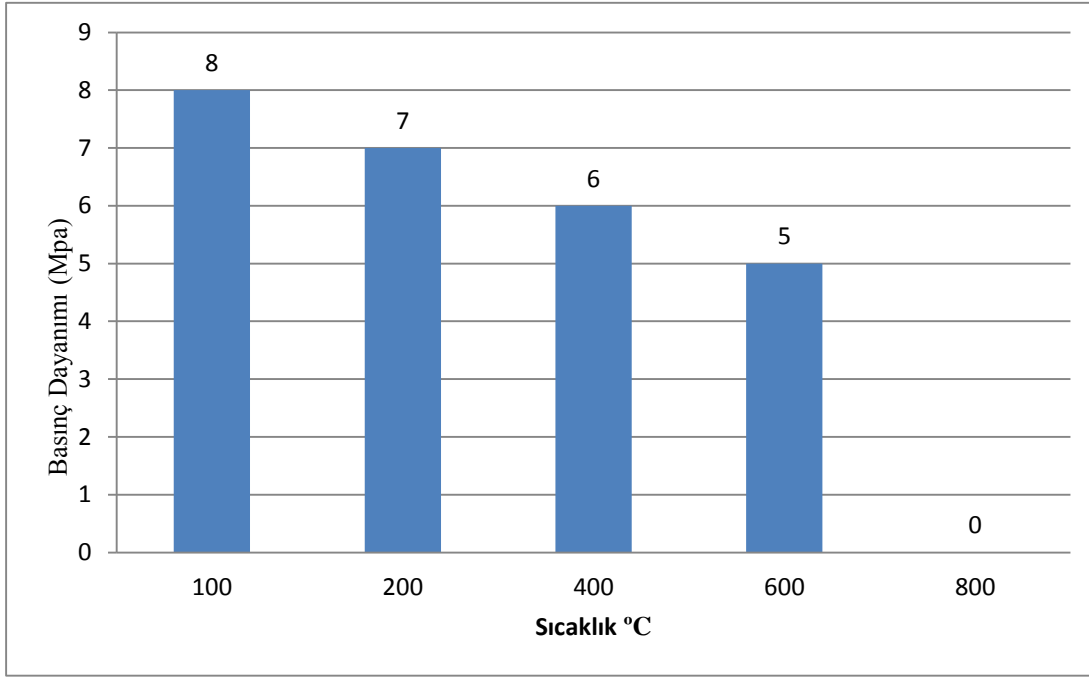
Referans numuneler (R) ile 28 gün kür edilen numunelerin basınç dayanımları Tablo 6’da verilmiştir. Bims katkılı numunelerin basınç dayanımı - sıcaklık ilişkisi Şekil 15’de, Alüminyum katkılı numunelerin basınç dayanımı sıcaklıkla ilişkisi Şekil 16’da ve Gazbeton katkılı numunelerin basınç dayanımının sıcaklıkla ilişkisi Şekil 17’de görülmektedir.

Tablo 6. Numunelerin Basınç Dayanımları (MPa)

Numuneler	Basınç Dayanımları (MPa)
R	17
B	15
A	10
G	12

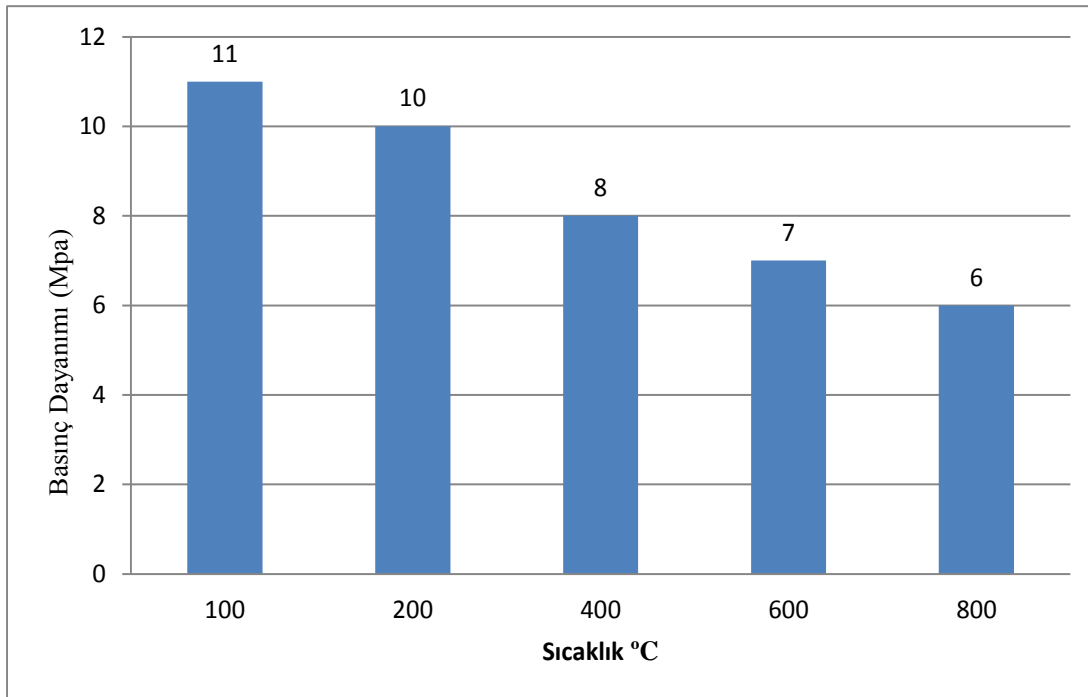


Şekil 15. Bims katkılı numunelerin basınç dayanımı - sıcaklık ilişkisi



Şekil 16. Alüminyum katkılı numunelerin basınç dayanımı - sıcaklık ilişkisi

Alüminyum katkılı numuneler 600 °C'den sonra kömür haline geldiğinden dolayı 800 °C de numune dağıldığından basınç dayanımı ölçülemediği için 0 olarak gösterilmiştir.



Şekil 17. Gazbeton katkılı numunelerin basınç dayanımı-sıcaklık ilişkisi

Sıcaklık arttıkça basınç dayanımında bir azalma gözlemlenmiştir. Gül ve Bingöl'ün yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu araştırmada, 500-1600 kg/m³'lük birim ağırlığa sahip, yalıtkan hafif betonların yangın dayanımı incelenmiş, sıcaklık artışıyla basınç dayanımının düştüğü gözlemlenmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bims katkılı numuneler ile gazbeton katkılı numuneler yüksek sıcaklığa dayanıklılık göstermiştir. En az malzeme kaybı gazbeton katkılı numunelerde gözlemlenmiştir. Sıcaklık arttıkça numunelerde renk değişimi gerçekleşmiştir. Alüminyum katkılı numuneler 400 °C'den sonra alev almaya başlamış, 600 °C'den sonra neredeyse kömür haline gelmiştir. Bims katkılı numune 800 °C'den sonra dağılmaya başlamıştır. Gazbeton katkılı numuneler en az renk değişimi gösteren numunelerdir. Basınç dayanımları sıcaklık arttıkça azalmıştır. Basınç dayanımı en düşük alüminyum katkılı, en yüksek bims katkılı numuneler de bulunmuştur. Referans numunelere en yakın değerler bims katkılı numunelerden elde edilmiştir.

Sonuç olarak; yüksek sıcaklık etkisinin bulunduğu fırın, hamam vb. yerlerde kullanılacak betonların üretiminde söz konusu malzemelerin kullanılması ile yangın dayanımının artırabileceği söylenebilir.

6. KAYNAKLAR

1. Eri M, 1994. Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Kitabevi, 367 sayfa, İstanbul.
2. Erdoğan T.Y, 2003. Beton, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayını,513- 604.
3. Temiz H, Kose M.M, Binici H, Effects of Fire on Precast Members: A Case Study Engineering Failure Analysis, 13 (2006) 1191-1201
4. Tanyıldızı H, Coşkun A, Hafif betonun basınç dayanımı ve yüzey özelliklerine yüksek sıcaklığın etkisi Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, (2007) 10-12.
5. Yüzer N, Kızıllkanat B. A, Uarkoşar B, Yüksek sıcaklık etkisinde beton davranışı, Türkiye Hazır Beton Birliği, (2013).
6. Durmuş G, Arslan M, Yüksek sıcaklığın beton boşluk yapısına etkileri, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, (13-15 Mayıs 2009)
7. Gül R, Bingöl F, Betonun yangın dayanımına genel bir bakış, DSİ Teknik Bülteni, 99 (2002) 3-18.
8. Guise S. E, Short N.P, ve Purkiss J.A, Colour Analysis for Assessment of Fire Damaged Concrete, Concrete Repair, Rehabilitation and Protection, Proceeding of the International Conference Held at The University of Dundee, Scotland/ UK, (1996).
9. Kızıllkanat A.B, Yüzer N, Yüksek sıcaklık etkisindeki harcın basınç dayanımı – renk değişimi ilişkisi, İMO teknik Dergi, 289(2008) 4381-4392.
10. Binici H, Alma M. H, Gemci R, Durgun M.Y, Atık Polietilen (PE) bardaklardan üretilen çimentosuz harçların fiziksel ve mekanik özellikleri, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7 (2011) 71-79.

11. Binici H, Temiz H, Aksoğan O, Ulusoy A, The use of fly ash and basaltic pumice as additives in the production of clay fired brick in Turkey, *International Journal of Materials Research*, 101 (2010) 887-893.
12. Paksoy, A.S., *Boya El Kitabı*, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, İstanbul, 1999.
13. Cioni, P., Croce, P. ve Salvatore, W., “Assessing Fire Damage to R.C. Elements”, *Fire Safety Journal*, No: 36, pp.181-199, 2001.
14. John, D.A., Poole, A.W. ve Sims, I., *Concrete Petrography*, Elsevier Butterworth Heinemann, London, 1998.
15. Yüzer, N., Aköz, F., Öztürk, L.D., Akbaş, B., Çakır, Ö., Kızıllkanat, A.B. ve Kabay, N., “Yangına Maruz Kalan Yapılarda Beton Basınç Dayanımı-Renk Değişimi İlişkisinin Araştırılması”, TÜBİTAK Araştırma Projesi, Proje No:103I040, 2007.
16. Yüzer, N., Akbaş, B. ve Kızıllkanat, A.B., “Predicting the Compressive Strength of Concrete Exposed to High Temperatures with a Neural Network Model”, TÇMB, 3rd International Symposium Sustainability in Cement and Concrete, İstanbul, 2007.
17. Lin, D.F., Luo, H.L. ve Lee, J.R., “Effects of Temperatures on Mortar Quantified by Surface Color Changes”, *Journal of ASTM International*, No: 4(4), 2007.
18. Kızıllkanat, A.B., “Yüksek Sıcaklık Etkisinde Kalan Betonun Basınç Dayanımı Renk İlişkisinin Araştırılması”, Doktora Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
19. Short, N.R., Purkiss J.A., Guise S.E., “Assesment of Fire Damaged Concrete Using Colour Image Analysis”, *Cement and Concrete Research*, No:15, pp. 9-15, 2001.
20. Yüzer, N., Koyun, A., Kızıllkanat, A., Yüksek Sıcaklık Etkisine Maruz Kalan Betonun Termal Özelliklerinin ve Renk Değişiminin Araştırılması, TÜBİTAK Projesi Raporu, (109M008), 2010.
21. ASTM C 1113-90 (1990), Test method for thermal conductivity of refractories by hot wire. Standards in buildings code, American society for testing and materials.