



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2009, Volume: 4, Number: 3, Article Number: 1A0035

ENGINEERING SCIENCES

Received: November 2008
Accepted: June 2009
Series : 1A
ISSN : 1308-7231
© 2009 www.newwsa.com

Servet Yıldız
Gülser Kırtel
Oğuzhan Keleştemur
Fırat University
syildiz@firat.edu.tr
Elazığ-Türkiye

ORTAM SICAKLIĞINDAKİ DEĞİŞİMİN BETONUN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmada, ortam sıcaklığındaki değişimin betonun mekanik özelliklerine olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, oda sıcaklığında hazırlanan beton numuneler 28 gün süreyle 20 ± 2 °C sıcaklığındaki kirece doygun suda kür edildikten sonra, laboratuvar ortamında 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra bu numuneler -30, -20, -10, 0, 10, 20, 30, 40 ve 50°C olmak üzere farklı sıcaklıklarda 24 saat bekletilerek, basınç dayanımı, eğilme dayanımı, yarmada çekme dayanımı, ultrases geçiş hızı ve yüzey sertliği deneyleri yapılmıştır. Elde edilen deney sonuçlarına göre, ortam sıcaklığındaki değişimin betonun mekanik dayanımını önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Yapılan çalışma ile ortam sıcaklığındaki artışa bağlı olarak betonun mekanik dayanımında azalma meydana geldiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beton, Ortam Sıcaklığı, Mekanik Özellikler, Basınç Dayanımı, Çekme Dayanımı

EFFECT OF CHANGE AT THE AMBIENT TEMPERATURE ON MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE

ABSTRACT

In this study, the effects of the ambient temperature on the mechanical properties of the concrete have been investigated. For this purpose, the concrete samples which were kept in cure tank which has 20 ± 2 °C temperature during 28 days, after the cure period all the samples were kept for dry in laboratory environment for 24 hours. Then the concrete samples were waited in different temperatures which are -30, -20, -10, 0, 10, 20, 30, 40 and 50°C during 24 hours. Afterwards compressive strength, flexural strength, split tensile strength, ultrasonic pulse velocity measurement and schmidt hammer hardness tests of these concrete samples have been done. According to the obtained test results, it was determined that there was a significant effect of the temperature difference on the strength of concrete subjected different ambient temperatures. As a result of the study, it was determined that the mechanical strength of concrete has been reduced with the increasing the ambient temperatures.

Keywords: Concrete, Ambient Temperature, Mechanical Properties, Compressive Strength, Tensile Strength



1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Çağımızın en önemli yapı malzemesi olan beton doğal bir malzeme olmayıp, şantiyelerde çimento + agrega + su karışımı ile üretilen yapay bir malzemedir [1]. Değişik türdeki yapılarda kullanılmakta olan beton, hizmet süresi boyunca, bünyesinde yıpranmaya yol açabilecek birçok kimyasal ve fiziksel etkenle karşılaşmaktadır. Bu etkenler, doğa koşullarından, betonun kullanıldığı ortamdan ve/veya betondaki alkalilerle reaktif agregalar arasındaki reaksiyonlardan kaynaklanmaktadır [2].

Islanma-kuruma, donma-çözülme, ısınma-soğuma ve aşınma gibi olaylar betonun yıpranmasına yol açacak nitelikteki fiziksel olaylardır. Betonda yer alan kimyasal ve fiziksel olaylar sonucunda, beton daha boşluklu bir malzeme durumuna gelebilmekte, içerisindeki demir donatılar paslanabilmekte, betona aşınabilmekte ve betonun içerisinde çok büyük gerilmeler oluşabilmektedir. Bütün bu olaylar, betonun hasar görmesine, hizmet edemez duruma gelmesine yol açmaktadır [2].

Betonda meydana gelen sıcaklık değişimleri, betonun hasara uğramasına neden olan en önemli fiziksel etkenlerden biridir. Beton bir bütün olarak düşünüldüğünde, genellikle içerisindeki bileşenlerin (agrega ve çimento hamuru) termal genleşmelerinin birbirinden farklı olduğu bilinir. Bu nedenle betonda sıcaklık değişimleri, içindeki bileşenlerde birbirinden farklı hacim genleşmelerine, çatlak oluşumuna ve betonun dayanıklılığının azalmasına neden olur [3 ve 4].

Sıcaklık değişiminin betonun dayanımına olan etkisini incelemek üzere birçok araştırma yapılmıştır. Abdel-Fattah ve Hamoush [5] yaptıkları çalışma ile yüksek sıcaklıklarda betonun kırılma dayanımında meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Çalışma neticesinde, sıcaklık artışına bağlı olarak betonun kırılma tokluğunun azaldığı belirlenmiştir. Baker [6] yüksek sıcaklıklarda betonun kırılma enerjisini incelemek amacıyla yaptığı çalışmada, 300°C sıcaklığa kadar kırılma enerjisinde artış meydana gelirken, 300°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kırılma enerjisinin sert bir şekilde düşüş gösterdiğini belirlemiştir. Pigeon ve Cantin [7], çelik fiberle güçlendirilmiş betonların düşük sıcaklıklardaki (-10°C ve -20°C) gerilme özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma neticesinde çelik fiberle güçlendirilmiş betonların tokluğunun, gerilme yüklemesi altında sıcaklığın azalmasıyla arttığı belirlenmiştir. Bu durum, düşük sıcaklıklarda kılcal gözeneklerdeki suyun donmasından dolayı matris mukavemetinin artmasıyla, fiber hareketi için enerji gereksinimindeki artışa bağlanmıştır. Janotka ve Bagel [8] çalışmalarında, 800 °C'ye varan sıcaklıklara maruz kalan betonun gözenek yapısını, geçirgenliğini ve basınç dayanımında meydana gelen değişimlerini incelemişlerdir. Çalışma neticesinde, 400°C sıcaklığa kadar dayanım, ortalama gözenek çapı veya geçirgenlik katsayılarında belirli bir değişimin meydana gelmediği belirlenmiştir. Poon ve arkadaşları [9], yüksek sıcaklıklara maruz kalan normal ve yüksek dayanımlı puzolanik betonların dayanım ve dayanıklılık performanslarını incelemişlerdir. Çalışma neticesinde, uçucu kül ve yüksek fırın curufu içeren puzolanik betonların 600°C'nin altında katkısız çimentolu betonlara kıyasla daha iyi performans gösterdikleri belirlenmiştir. Uçucu külün yüksek dayanımlı betonda %30'luk ikame oranının, normal dayanımlı betonda ise %40'luk ikame oranının yüksek sıcaklıklara maruz kalma sonrasında dayanım ve dayanıklılık açısından optimum yüzdeler olduğu tespit edilmiştir. Yüzer ve arkadaşları [10] yaptıkları çalışma ile yangına maruz kalan yapılarda betonun basınç dayanımı-renk değişimi ilişkisini incelemişlerdir. Bu amaçla, normal ve silis dumanı katkılı harçlar 100, 200, 300, 600, 900 ve 1200°C sıcaklıklara maruz bırakılmış, soğutma işlemi havada ve suda olmak üzere iki grupta



gerçekleştirilmiştir. Çalışma neticesinde, yüksek sıcaklık etkisinde kalan betonun basınç dayanımında meydana gelen değişim ile rengin tür bileşeninde meydana gelen değişimin paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Buradan yüksek sıcaklık etkisine maruz kalan yapıda renk ölçümü yapılarak elemanın maruz kaldığı sıcaklık derecesi ve basınç dayanımında meydana gelen kayıplar hakkında fikir edinilebileceği kanısına varılmıştır.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Yapılan literatür araştırması neticesinde, sıcaklık değişiminin betonun mekanik dayanımına olan etkisini belirleyebilmek amacıyla yapılan çalışmaların, genellikle yüksek sıcaklığa maruz kalan betonlar üzerine odaklandığı belirlenmiştir. Bu çalışmada ise, Türkiye’de gözlenen en yüksek ve en düşük hava sıcaklıkları göz önünde bulundurularak, ortam sıcaklığının betonun mekanik dayanımı üzerine olan etkileri incelenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

3.1. Materyal (Material)

Ortam sıcaklığının betonun mekanik dayanımı üzerine olan etkilerini belirleyebilmek amacıyla, farklı sıcaklıklara maruz bırakılan beton numunelerin basınç dayanımı, eğilme dayanımı, yarmada çekme dayanımı, ultrases geçiş hızı ve yüzey sertliği değerleri belirlenmiştir. Bu amaçla, basınç dayanımı deneylerinde kullanılmak üzere 150x150x150 mm ebatlarında küp numuneler, yarmada çekme dayanımı deneylerinde kullanılmak üzere 100Ø200 mm’lik silindir numuneler ve eğilme dayanımı deneyleri içinde 100x100x500 mm ebatlarında prizma numuneler hazırlanmıştır. Mekanik deneylerin her biri için 5’er adet numune deneye tabii tutularak elde edilen verilerin ortalamaları hesaplanmıştır. TS 802 standardına uygun olarak hazırlanan beton numunelerin S/Ç oranı 0.50 olarak sabit alınmıştır. Çalışmada kullanılan beton numunelerin karışım oranları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Beton karışım oranları
(Table 1. Mixture proportion of concrete)

Malzeme	Kütle (kg)	Yoğunluk (kg/dm ³)	Hacim (dm ³)
Çimento	380	3.02	126
Su	190	1	190
Hava	-	-	39
Agrega (0-4) (% 35)	578	2.56	226
Agrega (4-8) (% 25)	413	2.56	161
Agrega (8-16) (% 40)	660	2.56	258
Toplam	2221	-	1000

Tablo 1’de verilen karışım oranına göre elde edilen taze betonun çökme miktarı 80 mm ve birim ağırlığı 2454 kg/m³ olarak belirlenmiştir.

Beton numunelerin hazırlanmasında Elazığ Altınova Çimento Fabrikası AŞ.’nin üretmiş olduğu birim ağırlığı 3,12 gr/cm³ olan CEM I 42.5 Portland Çimentosu kullanılmıştır. Bu çimentoya ait fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo 2’de verilmiştir.



Tablo 2. Deneylerde kullanılan çimentoya ait özellikler
(Table 2. Properties of the cement used in the study)

Bileşenler	Bileşen Miktarları
Kimyasal Kompozisyon	
Silisyum dioksit, (%)	20.4
Alüminyum oksit, (%)	5.61
Demir oksit, (%)	3.27
Kalsiyum oksit, (%)	63.01
Mağnezyum oksit, (%)	2.49
Kükürt trioksit, (%)	2.26
Klorür, (%)	0.006
Kızdırma kaybı, (%)	1.64
Tayin edilemeyen, (%)	1.68
Fiziksel Özellikler	
Özgül ağırlık, (gr/cm ³)	3.02
Özgül yüzey, (cm ² /gr.Blaine)	3470
Hacim genişmesi, (mm)	7
Priz başlama süresi, (h/dk.)	03:10
Priz sonu, (h/dk.)	04:15
Mekanik Özellikler	
2. gün mukavemet, (N/mm ²)	24.2
7. gün mukavemet, (N/mm ²)	43.5
28.gün mukavemet, (N/mm ²)	54.5

Beton numunelerin hazırlanmasında, agregası olarak maksimum dane çapı 16 mm olan Palu agregası, karışım suyu olarak da içme suyu kullanılmıştır. Beton karışımında kullanılan ince agreganın birim ağırlığı 2,5 gr/cm³, iri agreganın birim ağırlığı ise 2,65 gr/cm³ tür.

3.2. Metod (Method)

Hazırlanan beton numuneler 20±2°C sıcaklığındaki kirece doymuş suda 28 gün süre ile kür edildikten sonra laboratuvar ortamında 24 saat süre ile kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan numuneler -30, -20, -10, 0, 10, 20, 30, 40 ve 50°C olmak üzere farklı sıcaklıklarda 24 saat süre ile bekletilmiştir. Bu süre sonunda numuneler mevcut sıcaklıklarını yitirmeden yukarıda belirtilen deneylere tabii tutularak, mekanik dayanımlarında meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Ortam sıcaklığının betonun basınç dayanımı üzerine olan etkisini belirleyebilmek amacıyla, her bir seri için 5'er adet olmak üzere hazırlanan toplam 45 adet küp numune, hidrolik yük kontrollü preste 6,8 kN/sn'lik yükleme hızı ile kırılarak numunelerin her sıcaklık için ortalama basınç dayanımı değerleri belirlenmiştir.

Ortam sıcaklığındaki değişimin betonun yarmada çekme dayanımı üzerine olan etkisini belirleyebilmek amacıyla, TS EN 12390-6 standardında belirtilen esaslar göz önünde bulundurularak deneyler gerçekleştirilmiştir. Her bir seri için 5'er adet olmak üzere hazırlanan toplam 45 adet silindir numune, hidrolik yük kontrollü preste 0,94 kN/sn'lik yükleme hızı ile kırılarak numunelerin her sıcaklık için ortalama yarmada çekme dayanımı değerleri belirlenmiştir.

Beton kirişlerin eğilme dayanımı deneyleri yükleme durumlarına göre üçte bir noktasından ve orta noktasından olmak üzere iki şekilde yapılır. Yapılan bu çalışmada ortam sıcaklığındaki değişimin betonun eğilme dayanımı üzerine olan etkisi, TS EN 12390-5 standardında belirtilen esaslar göz önünde bulundurularak, orta noktasından yüklenmiş basit kiriş metodu ile belirlenmiştir. Bu amaçla, her bir seri için 5'er adet olmak üzere hazırlanan toplam 45 adet prizma numune, 0,2 kN/sn'lik yükleme hızı ile kırılarak, numunelerin her

sıcaklık için ortalama eğilme dayanımı değerleri belirlenmiştir. Eğilme dayanımını belirleyebilmek amacıyla kullanılan deney düzeneği Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Eğilme dayanımı deney düzeneği
(Figure 1. Experimental mechanism of the bending strength)

Farklı ortam sıcaklıklarında bekletilen beton numunelerin ultrasonik ses geçiş hızı ölçümleri küp ve prizmatik numuneler için ayrı ayrı belirlenmiştir.

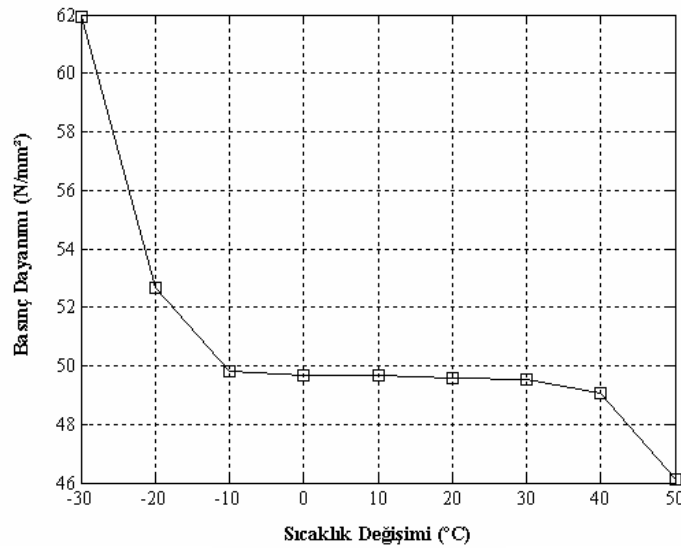
Değişen ortam sıcaklığının beton numunelerin yüzey sertliğinde meydana getirdiği değişiklikleri belirleyebilmek amacıyla yapılan yüzey sertliği okumaları, $\alpha = -90^\circ$ 'lik açı ile hem küp hem de prizmatik numunelere yüzeyleri kuru halde uygulanarak yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSIONS)

4.1. Basınç Dayanımı Deney Sonuçları

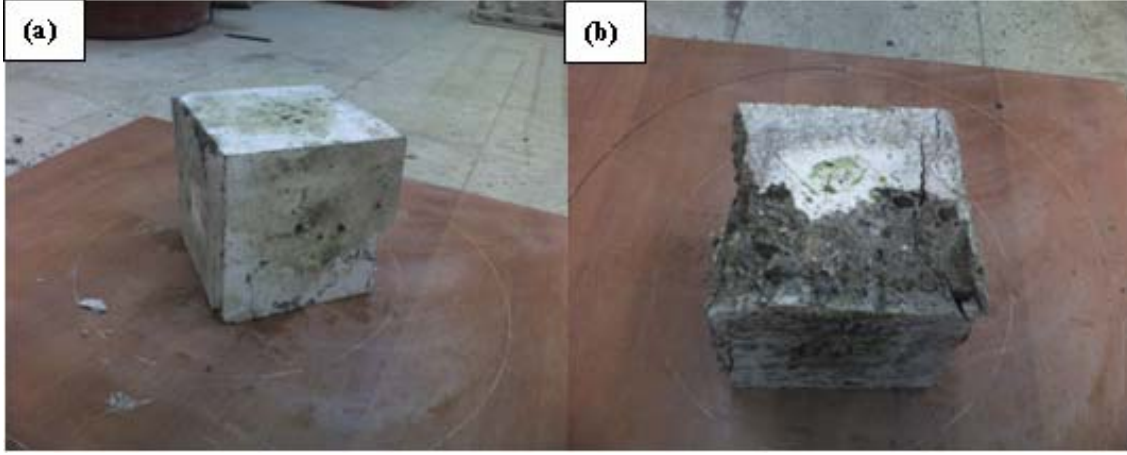
(Results of the Compressive Strength Experiment)

Ortam sıcaklığındaki değişimin betonun basınç dayanımı üzerine olan etkisini belirleyebilmek amacıyla yapılan basınç dayanımı deneyi neticesinde elde edilen veriler Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Numunelerin basınç dayanımı değişimleri
(Figure 2. Change of the compressive strength of the samples)

Yapılan basınç dayanımı deneyleri neticesinde, ortam sıcaklığındaki azalmaya bağlı olarak betonun basınç dayanımının arttığı belirlenmiştir. Sıcaklığa bağlı olarak basınç dayanımlarında meydana gelen bu değişim Şekil 2'den açıkça görülmektedir. -30°C 'de bekletilen betonların ortalama basınç dayanımları oda sıcaklığında (20°C) bekletilen betonların dayanımlarından %24.82 daha fazla iken, 50°C 'de bekletilen betonların ortalama basınç dayanımları oda sıcaklığında bekletilen betonlara göre %7 oranında daha düşüktür. Bu durum, beton bünyesinde yer alan kapiler boşluklardaki suyun dış ortam sıcaklığının düşmesi ile donarak betonun bünyesinde iç gerilmelere yol açmasına ve bu iç gerilmelerin de betonun basınç dayanımını artırıcı yönde etki yapmasına bağlanmıştır. Sıfır derecenin altındaki sıcaklıklarda betonun basınç dayanımında artış görülmesine rağmen betonun gevrekliği artmıştır. Gevrekliğin artmasına bağlı olarak basınç dayanımı deneyi sonrasında numuneler daha fazla dağılma göstermişlerdir. Bu durum, Şekil 3'de yer alan fotoğraflardan açıkça görülmektedir.



Şekil 3. Numunelerin kırılmadan sonraki durumu
(Figure 3. Samples after being broken)

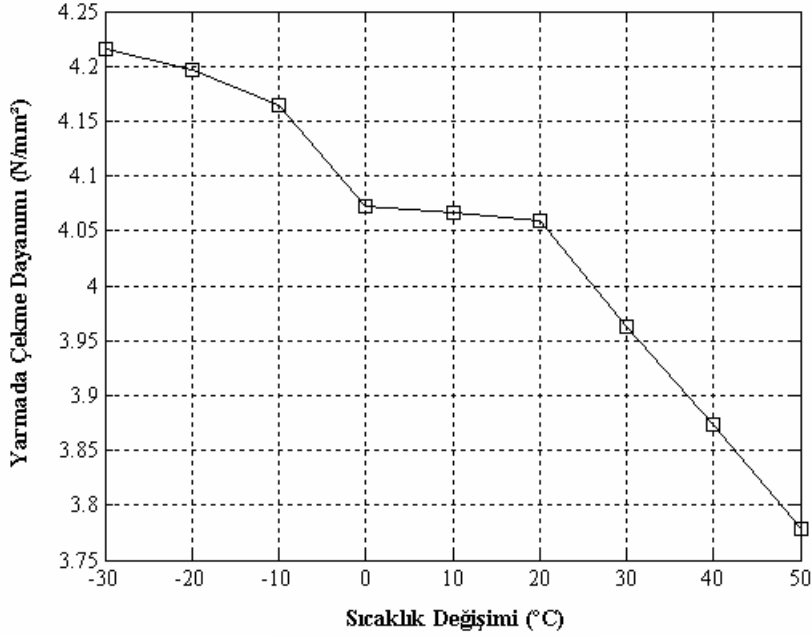
(a) 50°C 'de Bekleyen Numune (b) -30°C 'de Bekleyen Numune
(a) Sample of Subjected to 50°C (b) Sample of Subjected -30°C

Yapmış olduğumuz çalışma neticesinde, ortam sıcaklığının betonun basınç dayanımını önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Bilindiği üzere, çimento pastası artan sıcaklığa bağlı olarak normal genleşme niteliğinde bir genleşme gösterirken, beraberinde hidratlarda içerdikleri suyu kaybederek yapıda büzülmenin meydana gelmesine sebep olurlar [2]. Bu şekilde birbirine zıt etkileşimler, betonda gerilim meydana getirerek dayanımın düşmesine neden olur. Dolayısıyla, yapmış olduğumuz bu çalışmada artan sıcaklığa bağlı olarak beton numunelerin ortalama basınç dayanımlarında meydana gelen azalma bu durumun bir sonucudur.

4.2. Yarmada Çekme Dayanımı Deney Sonuçları

Results of the Tensile Splitting Strength Experiment)

Ortam sıcaklığındaki değişimin betonun yarmada çekme dayanımı üzerine olan etkisini belirleyebilmek amacıyla yapılan deney neticesinde elde edilen veriler Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Numunelerin yarmada çekme dayanımı değişimleri
(Figure 4. Change of the tensile splitting strength of the samples)

Yarmada çekme dayanımı deneyi neticesinde, ortam sıcaklığındaki azalmaya bağlı olarak betonun yarmada çekme dayanımının arttığı belirlenmiştir. Bu durum numunelerin basınç dayanımı değerlerinde meydana gelen değişim ile benzerlik göstermektedir. Ortam sıcaklığına bağlı olarak yarmada çekme dayanımlarında meydana gelen bu değişim Şekil 4'den açıkça görülmektedir. Şekilden anlaşılacağı üzere en yüksek ortalama yarmada çekme dayanımı değeri -30°C 'de bekletilen betonlarda meydana gelirken, en düşük değer ise 50°C 'de bekletilen betonlarda meydana gelmiştir. -30°C 'de bekletilen betonların ortalama yarmada çekme dayanımları oda sıcaklığında bekletilen betonların dayanımlarından %3.87 daha fazla iken, 50°C 'de bekletilen betonların ortalama yarmada çekme dayanımları oda sıcaklığında bekletilen betonlara göre %6.92 oranında daha düşüktür.

Yarmada çekme dayanımı deneyinde, silindirik beton numunenin yarılmaya yüzeyi gerilim altındadır. Bu nedenle, beton numunenin yarmada çekme dayanımını etkileyen en önemli faktör agrega ve çimento hamuru arasındaki aderanstır. Bilindiği gibi değişen ortam sıcaklığına bağlı olarak agrega ve çimento hamuru birbirinden farklı ısıl genleşmeler sergiler ve buna bağlı olarak aralarındaki aderans zayıflar [11]. Çalışmamızda, sıcaklık artışına bağlı olarak betonun yarmada çekme dayanımında meydana gelen azalma, agrega ile çimento hamurunun sergilediği farklı ısıl genleşmeler neticesinde aralarındaki aderansın zayıflamasının bir sonucudur.

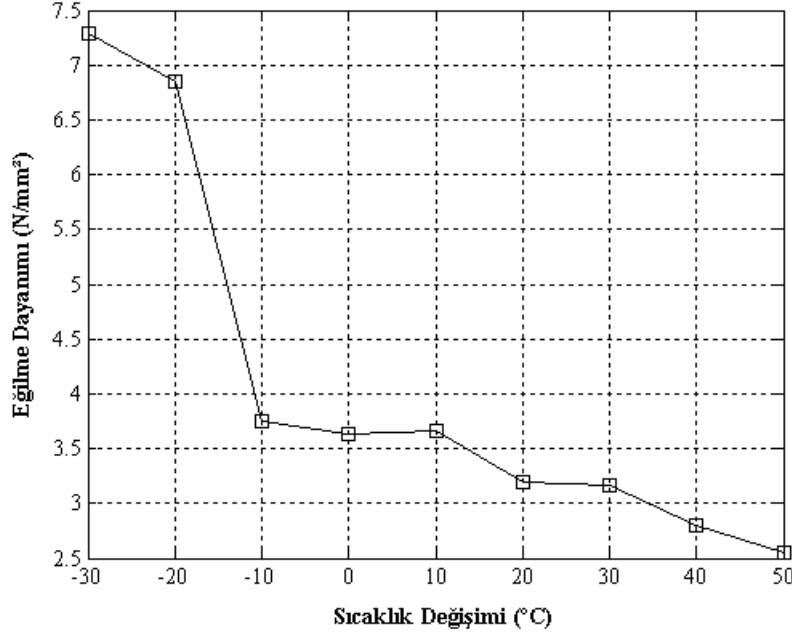
4.3. Eğilme Dayanımı Deney Sonuçları (Results of the Bending Strength Experiment)

Ortam sıcaklığının betonun eğilme dayanımı üzerine etkisini belirleyebilmek amacıyla yapılan deney sonucu elde edilen veriler Şekil 5'de gösterilmiştir.

Beton numunelerin eğilme dayanımı değerleri yarmada çekme dayanımı değerleri ile benzerlik göstermiştir. Bu beklenen bir durumdur. Şekil 5'den görüleceği üzere, ortam sıcaklığının negatif değerlerden pozitif değerlere doğru artmasıyla beton numunelerin



eğilme dayanımlarında azalma meydana gelmiştir. En yüksek eğilme dayanımı değerini 7.293 N/mm^2 ile -30°C sıcaklıkta bekletilen numuneler gösterirken, en düşük eğilme dayanımı değerini ise 2.549 N/mm^2 ile 50°C sıcaklıkta bekletilen numuneler göstermiştir. -30°C 'de bekletilen betonların ortalama eğilme dayanımları oda sıcaklığında bekletilen betonların dayanımlarından %128.69 daha fazla iken, 50°C 'de bekletilen betonların ortalama eğilme dayanımları oda sıcaklığında bekletilen betonlara göre %20 oranında daha düşüktür.



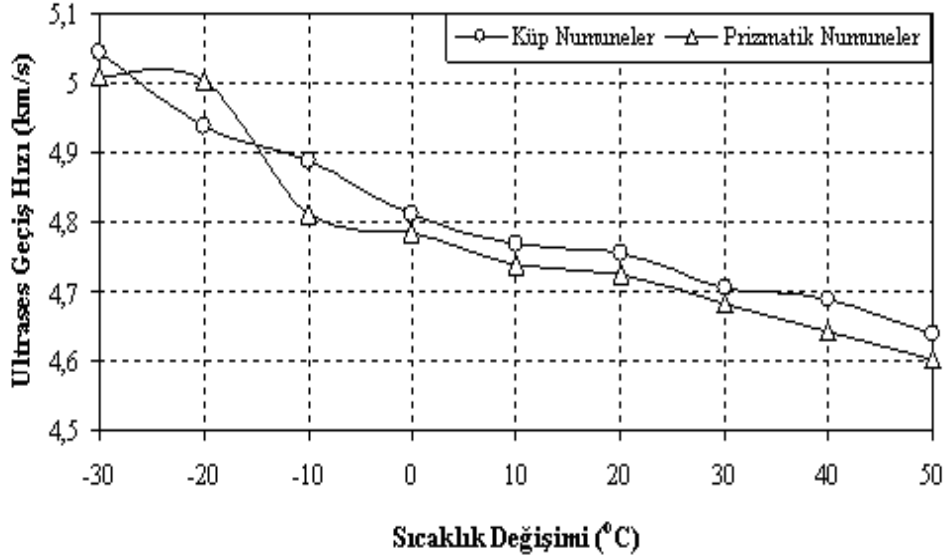
Şekil 5. Numunelerin Eğilme Dayanımı Değişimleri
(Figure 5. Changes of the Bending Strength)

4.4. Ultrases Geçiş Hızı Deney Sonuçları

(Results of the Ultrasonic Pulse Velocity Experiment)

Hasarsız deney yöntemlerinden biri olan ultrasonik ses geçiş hızı ölçümü küp ve prizmatik numuneler için ayrı ayrı uygulanarak, elde edilen verilerin ortalamaları Şekil 6'da gösterilmiştir.

Şekil 6'dan anlaşılacağı üzere, küp ve prizmatik numuneler üzerinde yapılan ultrases geçiş hızı deneyleri benzerlik göstermiştir. Artan ortam sıcaklığına bağlı olarak beton numunelerinin ultrases geçiş hızları daha düşük değerler almıştır. Negatif sıcaklıklarda beton numunelerinin boşluklarında bulunan suyun donmasına bağlı olarak boşluk miktarı azalmıştır. Dolayısıyla, düşük sıcaklıklarda bekletilen numunelerin ultrases geçiş süreleri azalmış, geçiş hızları ise artmıştır. Bu durum ortam sıcaklığında ki değişimin betonun mekanik dayanımına olan etkisini belirlemek amacıyla yapmış olduğumuz mekanik deney sonuçlarını desteklemektedir.

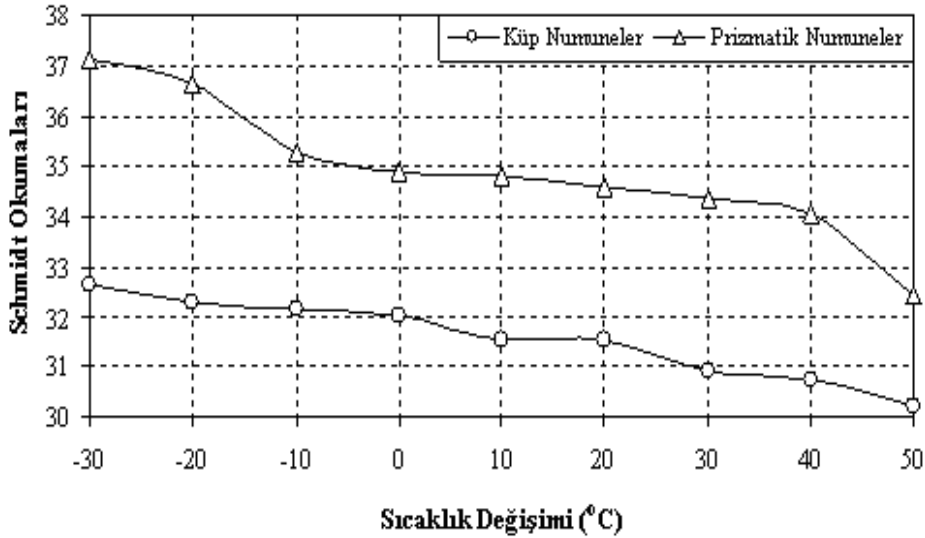


Şekil 6. Numunelerin ultrases geçiş hızı süreleri değişimi
(Figure 6. Change of the ultrasonic pulse velocity of the samples)

4.5. Yüzey Sertliği Ölçüm Sonuçları (Results of the Surface Hardness Measurement)

Farklı ortam sıcaklığına maruz bırakılmış küp ve prizmatik beton numuneler için elde edilen yüzey sertliği ölçüm sonuçları Şekil 7'de gösterilmiştir.

Şekil 7'den görüleceği üzere, küp ve prizmatik numuneler üzerinde yapılan yüzey sertliği okumaları benzer değişimler göstermiştir. Ortam sıcaklığındaki artışa bağlı olarak beton numunelerin yüzey sertliklerinde azalma meydana gelmiştir. Bu durum, düşük sıcaklıklarda betonun yüzey sertliğinin arttığını dolayısıyla daha gevrek bir hale geldiğini doğrulamaktadır. Elde edilen yüzey sertliği verileri, mekanik deney sonuçları ile benzerlik göstermiştir.



Şekil 7. Numunelerin yüzey sertliği değişimleri
(Figure 7. Change of the surface hardness of the samples)



5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Ortam sıcaklığındaki değişimin sertleşmiş betonun mekanik dayanımı üzerine olan etkisini belirleyebilmek amacıyla yapılan bu çalışma neticesinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Ortam sıcaklığındaki azalmaya bağlı olarak betonun basınç dayanımı ve gevrekliği artmıştır.
- Ortam sıcaklığındaki azalma betonun yarmada çekme dayanımının artmasına neden olmuştur. Numunelerin yarmada çekme dayanımlarında meydana gelen bu değişim basınç dayanımı değerlerinde meydana gelen değişim ile benzerlik göstermiştir.
- Ortam sıcaklığının artışı ile birlikte beton numunelerin eğilme dayanımları düşmüştür. Ortam sıcaklığına bağlı olarak beton numunelerin eğilme ve yarmada çekme dayanımı değerlerindeki değişimler birbirini destekler nitelikte benzerlik göstermiştir.
- Farklı ortam sıcaklıklarına maruz bırakılmış küp ve prizmatik beton numuneler üzerinde yapılan ultrases geçiş hızı deneyleri benzerlik göstermiştir. Artan ortam sıcaklığına bağlı olarak beton numunelerin ultrases geçiş hızları daha düşük değerler almıştır. Ultrases geçiş hızı deney sonuçları, farklı ortam sıcaklığına maruz bırakılmış betonların mekanik dayanım özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan deney sonuçlarını doğrulamıştır.
- Değişen ortam sıcaklığının beton numunelerin yüzey sertliğinde meydana getirdiği değişiklikleri belirlemek amacıyla küp ve prizmatik numuneler üzerinde yapılan yüzey sertliği ölçümleri benzerlik göstermiştir. Ortam sıcaklığındaki artışa bağlı olarak beton numunelerin yüzey sertliklerinde azalma meydana geldiği yapılan çalışma neticesinde belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışma neticesinde, ortam sıcaklığındaki değişimin betonun mekanik dayanımını önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır. Beton numunelerin, ülkemiz iklim koşulları dikkate alınarak, -30°C ile +50°C arasındaki sıcaklıklarda daha uzun süre bekletilip, mekanik dayanımlarında meydana gelecek değişimler incelenerek, elde edilen veriler doğrultusunda dayanım kaybının önlenmesine yönelik tedbirlerin alınabileceği düşüncesi ile ileriki zamanlarda bu konuya açıklık getirebilecek çalışmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Yalçın, H. ve Koç, T., (2004). Betonarme Demirlerinin Korozyonu ve Önlenmesi, CMS Kongre Yönetim Sistemleri Uluslar arası Organizasyon Yayıncılık Bilişim Hizmetleri Limited Şirketi, Ankara, Türkiye.
2. Erdoğan, T.Y., (2003). Beton, ODTU Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayını, Ankara, Türkiye.
3. Riley, M.A., (1991). "Possible New Method for the Assessment of Fire Damaged Concrete" Magazine of Concrete Research, Cilt 43, No 155, 87-92.
4. Hammer, T.A., (1995). "Compressive Strength and E-Modulus of Elevated Temperatures", Report 6.1, High Strength Phase 3.SINTEF-repport nrSTF70 A 95023, Trondheim.
5. Abdel-Fattah, H. And Hamoush, S.A., (1997). "Variation of the Fracture Toughness of Concrete with Temperature", Construction and Building Materials, Cilt 11, No 2, 105-108, 1997.
6. Baker, G., (1996). "The Effect of Exposure to Elevated Temperatures on the Fracture Energy of Plain Concrete", RILEM Materials and Structures, Cilt 29, 383-388.



7. Pigeon, M. And Cantin, R., (1998). "Flexural Properties of Steel Fiber-Reinforced Concretes at Low Temperatures", Cement and Concrete Composites, Cilt 20, 365- 375, 1998.
8. Janotka, I. and Bagel, L., (2002). "Pore Structures, Permeabilites and Compressive Strengths of Concrete at Temperatures up to 800 °C", ACI Materials Journal, Cilt 99, No 2, 196-200.
9. Poon, C. S., Azhar, S., Anson, M., and Wong, Y., (2001). "Comparison of the Strength and Durability Performance of Normal and High Strength Pozzolanic Concretes at Elevated Temperatures", Cement and Concrete Research, Cilt 31, No 9, 1291- 1300, 2001.
10. Yüzer, N., Aköz, F. ve Öztürk, L., (2001). "Yangına Maruz Yapılarda Betonun Basınç Dayanımı-Renk Değişimi İlişkisi" Yıldız Teknik Üniv. Dergisi, Cilt 4, 51- 60, 2001.
11. Sancak, E. ve Şimşek, O., (2006). "Yüksek Sıcaklığın Silis Dumanı ve Süperakışkanlaştırıcı Katkılı Hafif Betona Etkileri", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt 21, No 3, 443-450, 2006.