

Bilecik İlinde Bulunan Bazı Özel ve Kamu Yapılarındaki Beton Özelliklerinin İncelenmesi

Emre AKDAĞ, Cenk KARAKURT

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği ABD, 11210, Bilecik
(Geliş / Received : 08.07.2014 ; Kabul / Accepted : 20.08.2014)

ÖZ

Ülkemizde bulunan yapı stoğunun büyük çoğunluğu betonarme sistemle üretilmiştir. Benzer durum Bilecik ili içinde söz konusudur. Hazır beton kullanımı, bilinçsiz ve denetimden yoksun yapıldığında betonun dayanımını olumsuz etkilemektedir. Bu araştırma ile Bilecik ilinde bulunan 2000 yılından önce inşa edilmiş eski yapıların ve 2000 yılından sonra inşa edilmiş yeni yapıların beton dayanımının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla taşıyıcı sistemleri betonarme karkas olan on farklı kamu ve şahsa ait özel yapılar üzerinde karot deneyleri yapılarak mevcut yapıların beton dayanımları belirlenmiştir. Yapılan çalışmada ki yapıların % 70'inin yaşları 20 ile 50 yıl arasında değişmektedir. Ayrıca bu çalışma sayesinde elle karıştırılarak hazırlanmış, beton kullanılmış yapılar ile hazır beton kullanılmış olan yapıların yerindeki beton dayanımları karşılaştırılmıştır. Araştırmada ki yapılardan alınan karot numunelerinin % 60'ının basınç dayanımları 20 MPa'ın altında belirlenmiştir. Bunun yanında karot numuneleri üzerinde karbonatlaşma deneyi yapılarak, betonarmenin dayanım özelliğini olumsuz yönde etkileyen korozyon riskinin olası gelişimi de incelenmiştir. Araştırmada ki yapılarından alınan karot numunelerinin % 40'ının karbonatlaşma derinliğinin 40 mm'den fazla olduğu, %30'unda karbonatlaşmanın hiç olmadığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan; elle şantiyede üretilen betonlu yapıların beton dayanımlarının, hazır betonlu yapılara kıyasla daha düzensiz olduğu belirlenmiştir. 2000 yılından önce inşa edilen eski yapıların su emme oranlarının en küçük ile en büyük oranının % 50 fark gösterdiği de sonuçlardan görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Beton; Karot numunesi; Basınç dayanımı; Karbonatlaşma

Examining the Concrete Properties of Some Private And Public Buildings in Bilecik Province

ABSTRACT

In our country, the majority of the building stock is manufactured with reinforced concrete system. There is a similar situation in Bilecik. The use of ready-mixed concrete, unconscious and devoid of control negatively affects the strength of the concrete is made. Bilecik with this research was built before the year 2000, located in the old buildings and new buildings built after 2000 was aimed to evaluate the strength of the concrete. For this purpose, carrier systems reinforced concrete frame building with ten different public and privately-owned private tests done on the existing building core strength of the concrete is determined. In this research, 70% of the buildings are between ages 20 and 50 years. In addition, through this work was prepared by mixing by hand, used concrete ready-mix concrete used in buildings with concrete strength of the buildings were compared. In the study, 60% of core samples taken in the buildings of the compression strength was determined as 20 MPa. Furthermore carbonation test performed on core samples, the corrosion resistance of concrete changes a property of the building and the carbonation depth in the development of the reinforcement effect was also studied. In the study, 40% of core samples taken from the premises of the carbonation depth is greater than 40 mm in 30% of carbonation was determined as ever. According to the test results obtained; produced on site by hand concreted buildings of concrete strength, ready to be more irregular compared to a concreted structure was determined. Old building that was built before the year 2000 the rate of water absorption of 50% of the lowest and the highest difference was determined.

Keywords: Concrete; Concrete core; Compressive strength; Carbonation

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Deprem hareketleri eski çağlardan beri Anadolu Yarımadasında etkili olmuş, insanların yaşamlarını sürdürdükleri birçok özel ve tüzel kişilere ait yapıları yıkıma uğratmıştır [1]. Depremler, ülkemizin büyük afetlere hazır olmadığını, afet öncesi, anı ve sonrasına ilişkin kurumsal, yönetsel, yasal ve uygulama sorunları ile eksiklikleri bulunduğunu ortaya koymuştur [2].

Son yıllarda konut ve endüstriyel yapı inşaatlarında bilinçsizce ekonomikliğe öncelik verilmesi ya da başka bir ifade ile üretimde kalite ve ekonomi arasındaki çözümler yaklaşımının sağlanamaması önemli sorunlar meydana getirmiş ve yapıların sağlamlığı ikinci plana itilmiştir. Bunun en önemli sebebi ekonomik koşullardan ziyade bilgi eksikliğidir [3]. Deprem etkisi ile yıkılan ya da önemli derecede hasar gören yapılar incelendiğinde, büyük bir kısmının yetersiz projelendirme ve uygulama hatalarının yanı sıra, kullanılan malzemenin uygunsuz, kalitesiz ve standart dışı olduğu da belirlenen sorunlar arasındadır [4].

* Sorumlu Yazar (Corresponding Author) Emre AKDAĞ
e-posta: emre.akdag@csb.gov.tr
Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2015.18.1, 1-6

Yapı teknolojileri arasında betonarme sistemler en yaygın kullanılan inşaat yöntemidir. Dünyada 20.yüzyıl başlarından itibaren gelişen ve artan betonarme yapılarla birlikte beton dayanımı da hızla kendisini geliştirmiştir [5]. Beton içeriğinde uygun oranlarda agrega, çimento, su ve gerektiğinde kimyasal ve mineral katkı maddelerinin temin edilerek karışımın homojen hale getirilmesi sağlanmalıdır [6]. Ancak hazır beton yerine ülkemizdeki mevcut yapı stoğunun büyük çoğunluğunda kullanılmış olan denetimden yoksun elle üretilmiş betonlarda bu homojenliğin sağlanması mümkün olamamıştır.

Ülkemizde beton ve betonarme yapıların tasarımları genellikle, 2002 yılında yürürlüğe giren TS EN 206-1 standardında tarif edilen çevre koşulları dikkate alınmadan sadece dayanım özelliğine göre yapılmıştır. Dayanım özelliği elbette güvenli yapı tasarımı için dikkate alınması gereken bir unsurdur. Yüksek dayanımlı betonun genellikle boşluk oranı azdır, su geçirimsizliği düşüktür, aşınmaya karşı dirençlidir ve dış etkilere dayanıklıdır [7,8,9]. Fakat zamanla bu betonların etkisinde kaldıkları çevresel koşullar ve üretim aşamasında ki yetersiz kür uygulamaları sonucu sertleşmiş beton dayanımını zamanla yitirebilmektedir [5,10]. Beton dayanımının mevcut yönetmelikler ve standartlar çerçevesinde belirlenmesinde kullanılan en temel yöntem, beton basınç dayanımı deneyidir [11,12]. Beton basınç dayanımını etkileyen faktörler arasında; tasarım, üretimde kalite kontrolü, işçilik, kür koşulları ve beton karışımında kullanılan malzeme kalitesi bulunmaktadır [12,13].

Hazır beton; tasarım, malzeme temini, otomasyon ve beton dayanım kontrol süreçlerini içeren bir malzeme olduğu için elle karıştırılan üretim tekniklerine göre daha yüksek dayanımlı bir yapı malzemesidir. Ülkemizde hazır betonun yaygınlaşması 1980'li yıllardan sonra başlamıştır. Yapı stoğunun büyük bölümünün betonarme olduğu ülkemizde hazır beton kullanımı Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın 20.04.2004 tarih ve 248 sayılı genelgesi ile zorunlu hale getirilmiştir. Ülkemizde son on yılda artış gösteren yapılaşmaya paralel olarak 2011 yılında 90 milyon m³ beton hacmi ile Türkiye bu alanda Avrupa birinciliğine ulaşmıştır [14,15]. Bununla birlikte, 2001 yılında kabul edilen ve 19 pilot ili kapsamına alan 4708 sayılı Yapı Denetim Kanununun 2011 yılında ülke geneline yayılmasıyla birlikte son yıllarda inşa edilen betonarme yapıların kalitesinde de dikkate değer bir artış gerçekleşmiştir.

Mevcut bir yapının dayanımının belirlenmesi, yapı performans analizi açısından oldukça önemlidir. Bu amaçla betonarme yapılarda beton ve çelik kalitesinin belirlenmesi için hasarlı ve hasarsız analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Hasarsız yöntemler mevcut yapının genel kalitesi hakkında bir fikir verebilmektedir. Ancak kesin sonuçlar, TS 10465 ve TS EN 12504-1 standartlarında ifade edilen şekilde yapıdan karot numunesi alınmasıyla elde edilebilmektedir [16,17]. Bu yöntem; pahalı ve uygulamasının zor olmasına rağmen tahribatsız deney yöntemleriyle birlikte kullanılarak taşıyıcı sisteme veri-

lecek zarar azaltılıp daha ekonomik bir analiz yapılması sağlanabilir [18].

2. AMAÇ (OBJECT)

Ülkemiz genelinde 2000 yılından önce inşa edilmiş eski yapıların büyük çoğunluğu günümüz yönetmeliklerindeki kriter ve tasarım ilkelerine uygun değildir. Bu nedenle son günlerde kentsel dönüşüm olgusu bir devlet politikası haline gelmiş durumdadır. Bu durum Bilecik ili açısından da önem taşımaktadır. Yapılan çalışmada, Bilecik ilindeki 2000 yılından önce inşa edilmiş eski yapılar ve 2000 yılından sonra inşa edilmiş yeni yapıların beton dayanımlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bilecik ili bazında yapılan bu çalışmanın başka illerde yapılması muhtemel çalışmalara fayda sağlayabileceği düşünülmüştür.

İncelenen yapılar hem elle şantiyede üretilen hem de hazır beton kullanılan yapılar arasından seçilmiştir. Böylece iki üretim yöntemi arasındaki dayanım karşılaştırmasının yapılması da olası kılınmıştır. 2000 yılından önce inşa edilen eski yapıların beton dayanımları, 2000 yılından sonra inşa edilen yeni yapıların beton dayanımlarından yüksek çıkmasına rağmen mühendislik açısından uygun olmadığı değerlendirilmiştir. Eski yapılarda beton dayanımının çok yüksek çıkması da ekonomi konusunda olumsuz bir durumdur. Çünkü gereğinden fazla çimento, agrega v.b. yapı malzemeleri kullanıldığı için ekonomiklik şartı açısından uygun olmayacaktır. Ayrıca deneysel olarak değişik yaşlardaki yapılarda karbonatlaşma reaksiyonunun gelişimi de incelenmiştir.

3. YÖNTEM (METHOD)

Bu çalışmada, Bilecik İli ve ilçelerinde bulunan Bilecik Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından riskli olarak tespit edilmiş yapılar arasından seçilen yapılarda inceleme yapılmıştır. Karşılaştırmada bulunulacak yeni yapılar ise şahsa ait olan özel yapılar arasından seçilmiştir. İnceleme yapılacak yapılarda ilk önce göz muayenesi yapılmış daha sonra beton test çekici ile tahribatsız deney yöntemi uygulanmıştır. Daha sonra seçilen kolon ve perde duvar elemanlarından taşıyıcı sisteme zarar vermeden karot numuneleri alınmıştır (Şekil-1).



Şekil.1.Yapıdan Karot Numune Alımı
(Concrete Core Sampling Of Construction)

Karot numunelerinin dayanım özellikleri birim ağırlık, ultrases geçiş hızı (Şekil-3) ve su emme deneyleri ile belirlenmiştir (Şekil-2). Daha sonra boy/çap oranı $h/d=1$ olacak şekilde kesilen karot numunelerine TS 10465'e göre kükürt başlıklama yapılmıştır [13,16,19].



Şekil 2. Ultrases Geçiş Hızı Deneyi
(Ultrasonic Pulse Velocity Test)

Başlıklanan numuneler 200 kN kapasiteli basınç presinde deneye tabii tutulmuştur. Karot numunelerinin yapı yaşına bağlı olarak karbonatlaşma derinlikleri bulunmuştur. Bunun için betonarme yapı kesitinin dış yüzeyinden içine doğru alınan karot numunesi üzerine sıvı indikatör (phenolphthalein) solüsyonu püskürtülerek renk değişimlerine göre karbonatlaşma derinliği alınan karot numunelerinde belirlenmiştir.



Şekil 3. Başlıklanmış Karot Numuneleri
(Covers Of Concrete Cores)

2000 yılından önce inşa edilmiş eski yapılarda taşıyıcı perdelerle rastlanmadığı için karot numuneleri kolon ve kirişlerden alınmıştır. Kolonlardan alınacak karot numunelerinin yerden yüksekliği çalışma kolaylığı ve kolonların yaklaşık yarı boyu nedeniyle 1.50 metre olarak tespit edilmiştir. Kirişlerden alınacak karot numunelerinin yeri tespit edilirken demir donatıya zarar verilmemesi göz önünde bulundurulmuş, bu amaçla demir donatı tespit cihazı kullanılmıştır.

2000 yılından sonra inşa edilmiş yeni yapılarda ise taşıyıcı perdelerden ve kolonlardan karot numuneleri alın-

mıştır. Taşıyıcı perdelerde alınacak karot numunelerinin yeri tespit edilirken beton dayanımının karşılaştırılması için perdenin tabandan 0.50 metre üzerinden ve taşıyıcı perdenin tavandan 0.50 metre altından alınmıştır. Taşıyıcı sistemin olumsuz etkilenmemesi için, karot numunelerinin alındığı yerler yüksek çimento dozajlı harç ile doldurulmuştur.

4. BULGULAR (RESULTS)

4.1. Fiziksel Özellik Deneyleri (Physical Properties Tests)

Yapılardan alınan karot numuneleri üzerinde yapılan birim ağırlık, ultrases geçiş hızı ve su emme deneylerinden elde edilen sonuçlar Çizelge-1'de verilmiştir. Birim ağırlık deneyi TS EN 1097-3 standardına, ultrases geçiş hızı deneyi ASTM C 597 standardına, su emme deneyi TS EN 1097-6 standardına uygun gerçekleştirilmiştir [20,21,22].

Çizelge-1. Fiziksel Özellik Deney Sonuçları
(Physical Properties Test Results)

Yapı Kodu	Yapı Tipi	Birim Ağırlık (t/m^3)	Ultrases Geçiş Hızı (km/sn)	Su Emme Oranı (%)
K 1	Kamu	2.211	4.384	3.212
K 2	Kamu	2.105	2.402	5.508
B 1	Yapı	2.138	3.503	5.142
B 2	Yapı	2.121	2.403	5.269
B 3	Yapı	2.144	3.525	5.155
B 4	Yapı	2.122	3.045	5.258
O 1	Okul	2.095	2.901	5.473
O 2	Okul	2.086	1.823	6.381
C 1	Cami	2.189	4.681	3.643
C 2	Cami	2.131	3.655	5.355

Yapılardan alınan karot numunelerinin birim ağırlık deney sonuçlarına bakıldığında sonuçların $2.084 t/m^3$ ile $2.211 t/m^3$ arasında değiştiği görülmüştür. Numunelerin birim ağırlıklarındaki değişim dikkate alındığında karot numunelerindeki malzeme ve işçilik kalitesindeki uygunsuzlukların bu değişimlere neden olduğu düşünülmektedir.

Numuneler üzerinde yapılan ultrases geçiş hızı deneylerinde $1.823 km/sn$ ile $4.681 km/sn$ arasında değişen sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlarda dikkat çekici olan nokta, en yüksek ultrases geçiş hızı değerlerine yaklaşık 50 yıllık cami ve 30 yıllık 3 katlı kütüphane yapılarından alınan karot numunelerinde ulaşılmıştır. Bu yapılardaki betonların elle döküm yöntemiyle ve dere agregası kullanılarak üretildikleri belirlenmiştir.

Karot numuneleri üzerinde su emme deneyi yapılarak karotların gözenekliliği hakkında fikir sahibi olunmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlarda su emme oranlarının % 3.212 ile % 6.381 arasında değiştiği belirlenmiş-

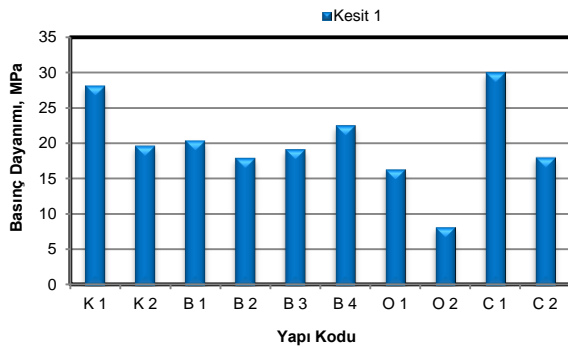
tir. Özellikle ultrases geçiş hızı ve karot numunelerinin görsel durumlarına göre düşük dayanımlı olduğu düşünülen O1 ve O2 okul yapılarında su emme oranlarının malzeme porozitesine bağlı olarak en yüksek değerleri aldığı görülmüştür. Bu her iki okul yapısında da kullanılan agrega tipi, dere kaynaklı doğal agrega olup, beton üretim yöntemi ise elle üretim şeklindedir.

Yapı yaşlarına göre 2000 ve sonrasında hazır beton kullanılarak inşa edilen B1, B4 ve K2 yapılarının fiziksel özellik deney sonuçlarının birbirine oldukça yakın oldukları görülmektedir. Bu sonuca, son yıllarda ülkemizde uygulanmakta olan yönetmelik ve standartların getirdiği asgari dayanım koşullarıyla birlikte hazır beton kullanımının zorunlu hale getirilmesinin neden olduğu düşünülmektedir.

Ultrases geçiş hızının fazla olması ultrases hızının numune üzerine verildiği nokta ile alıcı arasındaki mesafeyi kısa sürede aldığı anlamına geliyor ki bu durum betonun içindeki boşlukların az olduğunu ve dolayısıyla betonun daha rijit bir yapıda olduğu anlamına gelmektedir. Her ne kadar cami ve kütüphane yapısı eski yapılar olsa da, elle üretilmiş ve dere agregası kullanılarak yapılmış olsalar da mevcut betonlarındaki boşluk miktarının az olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum beton için arzu edilen bir özelliktir. Çünkü boşluk oranı düşük olan betonun hem dayanımının yüksek olması hem de su emme oranının düşük olması dolayısıyla olumsuz çevre koşullarından etkilenme riski daha azdır.

4.2. Basınç Dayanımı Deneyi (Compressive Strength Test Of Concrete)

Yapılardan alınan karot numuneleri üzerinde yapılan basınç dayanımı deneyi sonuçları Şekil-4'de verilmiştir. Karot basınç dayanımları incelendiğinde ortalama dayanımların 8.22 MPa ile 30 MPa aralığında değiştiği görülmüştür.



Şekil-4. Basınç Dayanımı Sonuçları
(Compressive Strength Test Results)

Elle üretilmiş olan K1, B2 ve B3 yapılarında sırasıyla 28.15 MPa, 17.95 MPa ve 19.18 MPa ortalama dayanım değerleri elde edilmiştir (Şekil-4). Buna göre 30 yaşındaki kütüphane yapısı bu gruptaki karot numuneleri içerisinde en yüksek dayanımı vermiştir. Hazır beton olarak üretilen K2, B1 ve B4 yapılarında ortalama basınç dayanımı sırasıyla 19.68 MPa, 20.46 MPa ve 22,52 MPa olarak belirlenmiştir.

Yaklaşık 30 yaşında olan O1 ve O2 yapılarının ortalama beton basınç dayanımı Şekil 4'ten sırasıyla 16.33 MPa ve 8.22 MPa olarak belirlenmiştir. Buna göre en düşük beton dayanımlarının elle üretilmiş beton kullanılan yapılardan okul yapılarında olduğu görülmüştür. Elle dökülen 50 ve 30 yaşlarındaki C1 ve C2 cami yapılarının betonlarında ise ortalama dayanımlar sırasıyla 30 MPa ve 18.07 MPa olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlardan her iki caminin de beton dayanımının, yapıların yaşı ve üretim tekniğine göre günümüz standart ve yönetmeliklerini karşılayabildiği görülmüştür. Buna göre 30 yaşındaki kütüphane yapısı bu gruptaki karot numuneleri içerisinde en yüksek basınç dayanımı sonucunu vermiştir.

Beton basınç dayanımının çok yüksek olması da yapının ekonomik olmasını sağlama açısından uygun değildir. Mühendislik kavramı, yapıların fonksiyonel, dayanıklı, estetik ve ekonomik olması gibi kavramları birlikte değerlendirmekle anlam kazanmaktadır.

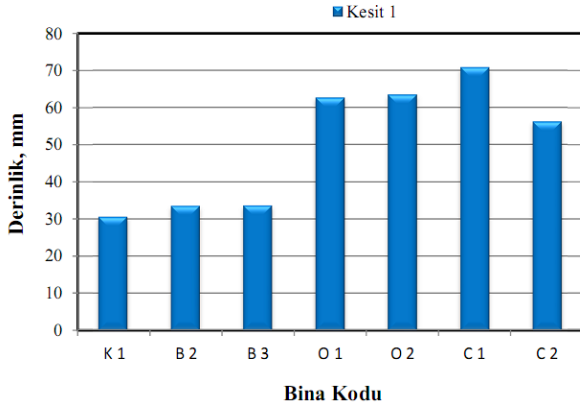
4.3. Karbonatlaşma Derinliği (Carbonating Depth)

Özellikle CO₂ gazı konsantrasyonu yüksek atmosfere sahip bölgelerde bulunan yapılarda karbonatlaşma riski erken yaşlarda da ortaya çıkabilmektedir. Alınan karot numuneleri üzerine phenolphthalein solüsyonu püskürtülerek yapılan karbonatlaşma deneyi sonucunda numuneler üzerinde gerçekleşen renk değişimleri Şekil-6'da görülmektedir. Karbonatlaşmış betonlarda karbonatlaşma cephesi boyunca renk değişimi gözlemlenmezken, karbonatlaşmamış betonlarda karot numune yüzeyinin tamamının pembe renk verdiği görülmüştür.



Şekil-5. Karbonatlaşma Renk Değişimi
(Carbonating Discoloration)

Karbonatlaşma reaksiyonunu etkileyen birçok faktör bulunmakla birlikte yapının yaşı bu reaksiyonun gelişiminde etkin rol almaktadır. Bu nedenle hazır beton kullanılarak 2000 yılından sonra inşa edilmiş olan K2, B1 ve B4 kodlu yeni yapılarda karbonatlaşma reaksiyonu tespit edilmemiştir. Karbonatlaşma reaksiyonu tespit edilen yapıların karbonatlaşma derinlikleri Şekil-6'da verilmiştir.



Şekil-6. Karbonatlaşma Derinliği
(Carbonating Depth)

Elle hazırlanmış betonla inşa edilen ve yaşları 20 ile 50 yıl arasında değişen yapılarda karbonatlaşma derinliklerinin yapı yaşına bağlı olarak ortalama 30 mm ile 70 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Özellikle C1 yapısında karbonatlaşma derinliği 70 mm olarak belirlenmiş; buna karşılık en yüksek dayanım ve ultrases geçiş hızı değerleri de yine bu yapıdan alınan karot numunelerinden elde edilmiştir. Bu sonuca karbonatlaşmış betonun ve çimento hamurunun iç yapısında ki kılcal boşlukların alkalitenin kaybolmasıyla çimento hidrasyon ürünlerinin ve özellikle $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nın havanın CO_2 gazıyla birleşerek kalsiyum karbonat ile doldurulmasının neden olduğu düşünülmektedir. Karbonatlaşma reaksiyonu bu etki ile dayanım açısından bir miktar olumlu katkı sağlayabilir. Ancak bu durum karbonatlaşmış betonun dayanımının her zaman yükseleceği anlamını taşımamalıdır. Karbonatlaşma beton dayanımının artmasına sünmenin azalmasına da olanak sağlar. Şekil-6'da verilen grafikte O1 ve O2 okul yapılarında karbonatlaşma derinliği değerleri yüksek olmakla birlikte, basınç dayanım değerleri de aynı karot numuneleri için en düşük sonuçları vermiştir. Alkalini bileşimi nedeniyle betonarme donatılarını korozyondan koruyan beton, zaman içerisinde karbonatlaşarak bu niteliğini yitirebilir. Bu olay betonarme yapı elemanlarının servis ömrünü etkileyen faktörlerden birisidir. Karbonatlaşma reaksiyonunun betondaki alkaliniteyi azalttığı ve kalsiyum silikatın yapısını bozduğu için donatı korozyonu açısından yapıyı riskli hale getirebileceği göz ardı edilmemelidir [23].

5. SONUÇ VE TARTIŞMA (RESULT AND DISCUSSION)

Bilecik ilindeki bazı yapıların beton dayanımlarının incelenmesi kapsamında yapılan bu çalışmada aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır. Buna göre;

- Fiziksel özellik deney sonuçlarına göre karbonatlaşmış betonlarda numunelerin su emme değerlerinin azaldığı, buna karşılık ultrases geçiş hızlarının da arttığı görülmüştür.

- Fiziksel özellik deney sonuçlarına göre karbonatlaşmış betonlarda numunelerin su emme değerlerinin azaldığı, buna karşılık ultrases geçiş hızlarının da arttığı görülmüştür. Sertleşmiş betonun emebileceği su emme oranı, betonun içerisindeki boşlukların toplam hacmi ile ilgili olduğundan, ultrases geçiş hızının artmasının, beton boşluk miktarının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Elle üretim tekniği kullanılarak 2000 yılından önce inşa edilen eski yapılardan alınan karot numunelerinin, beton dayanımlarının 16.33 MPa ile 30 MPa arasında değiştiği ve düzensizlik gösterdiği basınç dayanımı deney sonuçlarından belirlenmiştir. Bu farklılığa üretimde beton kalite kontrolünün ve yerinde denetimin yetersiz olmasının etkisi büyüktür.
- 2000 yılından sonra hazır betonla inşa edilen yeni yapılardan alınan karot numunelerinde ise beton basınç dayanımlarının 19.68 MPa, 20.46 MPa ve 22.54 MPa ile birbirine yakın çıktığı görülmüştür.
- Karbonatlaşma konusunda 2000 yılından sonra inşa edilen yeni yapılardaki betonlarda karbonatlaşma olmadığı görülmüştür. Ancak 30 yıl ve üzeri yaşa sahip eski yapılarda 8 cm'e varan değerlerde karbonatlaşma derinlikleri tespit edilmiştir.
- 2000 yılından sonra inşa edilmiş yeni yapıların beton dayanım değerlerine bakıldığında ortalama C20 sınıfı betonların kullanıldığı görülmüştür. Ancak yapı kalıcılığı ve beton performansı açısından betonarme yapılarda kullanılacak beton dayanım sınıfının en az C30 seviyelerine taşınması, yapıların denetim ve işçiliğine dikkat edilmesi sürdürülebilir yapıların üretimi için önerilmektedir.
- Ülkemizdeki yapı stoğunun büyük kısmının 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş olması, riskli yapılardan oluşması ve beton dayanımlarının şüpheli olması nedenleriyle, bu yapı stoğunun yenilenerek can ve mal güvenliği için güvenli yapılar haline getirilmesi önemli bir konudur.

6. KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Karagöz K., "1999 Marmara Depreminin Ekonomik Etkileri: Ekonometrik Bir Yaklaşım" *TMMOB Afet Sempozyumu*, Ankara, 423-432, (2007).
2. Erkan E.,A., "Afet Yönetiminde Risk Azaltma ve Türkiye'de Yaşanan Sorunlar", *Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, DPT, Uzmanlık Tezleri*, Yayın no:2812, Ankara, (2010).
3. Akman M., S., "Deprem Hasarları ve Yapı Malzemesi", *Türkiye Hazır Beton Birliği Hazır Beton Dergisi*, 35, Ankara, (1999).
4. Özgan E., Kap T., Uzunoğlu M., "Düzce İlinde 1999 Yılındaki Depremlerde Yıkılan Betonarme Yapılarda Kullanılan Betonun Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi" *Kocaeli Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 838-844, (2005).
5. Karakurt C., Demir A., Canbaz M., "Mermer Tozu ve Sepiyolit Katkılı Çimentoların Alkali Silika Reaksiyonu ve Yüksek Sıcaklık Dayanıklılığına Etkisi" *8.Ulusal Beton Kongresi*, İzmir, 583-594, (5-7 Ekim 2011).

6. Berber E., "Beton Karot Numunelerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma" *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., (2010).
7. TS EN 206-1, "Beton, Özellik, Performans, İmalat, Uygunluk", TSE, Ankara, (Nisan 2002).
8. Baradan B., Yazıcı H., Ün H., "Betonarme Yapılarda Kalıcılık" Cilt No. 298, *D.E.Ü. Müh. Fak. Yayını*, İzmir, (2002).
9. Şimşek O., Bektaş S., Erdal M., "Vibrasyon Süresinin Beton Basınç Dayanımına ve Birim Ağırlığına Etkisi", *Politeknik Dergisi*, 5: 185-193, (2002).
10. Aitcin P.C., "Cements Of Yesterday And Today Concrete Of Tomorrow", *Cement And Research*, 30: 1349-1359, (2000).
11. Erdoğan T.Y., "Beton" *1. Baskı ODTÜ Geliştirme Vakfı ve İletişim A.Ş. Yayını*, Ankara, (2003).
12. Durmuş A., Durmuş A., Gürsoy Ş., "Yük Geçmiş ve Donatının Beton Karot Numune Dayanımı Üzerine Etkileri" *Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., (1996).
13. Erdoğan T.Y., "Betonda Kalite Sorunları ve Yapılarda Beton Kalitesinin Önemi. İyi Beton" *Kuzey Kıbrıs 1.Beton Kongresi*, Atatürk Kültür Merkezi, Lefkoşe, (1990).
14. Akdağ B., Mutlu M., "Yerinde Beton Basınç Dayanımlarının Ölçülmesinde Karot Numunesi Kullanımı", *Türkiye Hazır Beton Birliği Hazır Beton Dergisi*, 116: 80-84, (2013).
15. Cilason N., Beton Yayın No:21, *Sezai Türkes Fevzi Akkaya İnşaat Aş. Yayınları*, İstanbul, Nisan 1980.
16. TS 10465, "Beton Deney Metotları-Yapı ve Yapı Bileşenlerinde Sertleşmiş Betondan Numune Alınması ve Basınç Mukavemetinin Tayini", TSE, Ankara, (Kasım 1992).
17. TS EN 12504-1, "Beton, Yapıda Beton Deneyleri-Bölüm 1:Karot Numuneler, Karot Alma, Muayene ve Basınç Dayanımı Tayini", TSE, Ankara, (Nisan 2002).
18. Yazıcı Ş., Göktepe A.B., Altun S., Karaman V., "Sertleşmiş Beton Basınç Dayanımının Belirlenmesinde Kullanılan TS-10465 ve TS EN 12504-1 Üzerine Bir Değerlendirme", *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8:119-128, (2006).
19. Arıoğlu E., Arıoğlu N., "Üst ve Alt Yapılarda Beton Karot Deneyleri ve Değerlendirilmesi" *Evrin Yayınevi*, İkinci Baskı, İstanbul, (2005).
20. TS EN 1097-3, "Agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri için deneyler bölüm 3: Gevşek yığın yoğunluğunun ve boşluk hacminin tayini ", TSE, Ankara, (Nisan 1999).
21. ASTM C 597, "Standard Test Method for Pulse Velocity through Concrete ", ASTM, U.S.A., (1998).
22. TS EN 1097-6, "Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler bölüm 6: Tane yoğunluğu ve su emme oranlarının tayini ", (Aralık 2013).
23. Akman M.S., "Betonlarda Karbonatlaşma ve Yeniden Alkalizasyon Süreçleri" *TİM 14. Teknik Kongresi*, İMO İzmir Şubesi, 403-416, Yayın No: 26.