



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



KAROT BASINÇ DAYANIMININ
BELİRLENMESİNDE DONATI, DÖKÜM
YÖNÜ VE NEM ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI

Ehsanullah SAMAD OGHLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ağustos-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ehsanullah SAMAD OGHLI tarafından hazırlanan “**KAROT BASINÇ DAYANIMININ BELİRLENMESİNDE DONATI, DÖKÜM YÖNÜ VE NEM ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**” adlı tez çalışması 02.08.2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. M. Sami DÖNDÜREN

Danışman

Prof. Dr. Mehmet KAMANLI

Üye

Dr. Öğr. Üyesi S. Kamil AKIN

İmza

.....
.....
.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Hakan KARABÖRK
Enstitü Müdürü

*Bu tez çalışması Konya Teknik Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından 191004003 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Ehsanullah SAMAD OGHLI

02.08.2019



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAROT BASINÇ DAYANIMININ BELİRLENMESİNDE DONATI, DÖKÜM YÖNÜ VE NEM ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Ehsanullah SAMAD OGHLI

Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet KAMANLI

2019, 67 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mehmet KAMANLI

Prof. Dr. M. Sami DONDUREN

Dr. Öğr. Üyesi. S. Kamil AKIN

Yapıların depreme karşı güvenliğini artırmak için yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesinin önemi gün gittikçe artmaktadır. Bunun için mevcut yapıların güvenliğinin artırılması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Beton karot basınç dayanımının belirlenmesinde donatı, döküm yönü ve nem etkisinin araştırılması için iki adet 200 x 100 x 40 cm'lik betonarme ve salt beton blok üretilmiştir. Üretilen bloklardan 28, 60 ve 90. gün sonucu 48'er adet 93mm/93mm ebatlarda döküm yönüne dik, paralel, donatılı ve donatısız olmak üzere toplamda 144 adet karot numunesi alınmıştır. Alınan karotların yarısı üç gün boyunca laboratuvar ortamında bekletilmiş, kalan yarısı ise üç gün boyunca su içinde kür edilmiştir. Üçüncü günün sonunda bütün karotlara başlık yapılarak basınç deneyine tabi tutulmuştur. Basınç deneyi sonucunda, karot basınç dayanımları zamana bağlı olarak artmıştır. Su içinde kür edilen karotların basınç dayanımları laboratuvar ortamında bekletilen karotların basınç dayanımlarına göre düşük çıkmıştır. Döküm yönüne dik alınan donatılı ve donatısız karotların basınç dayanımları döküm yönüne paralel alınan donatılı donatısız karotların basınç dayanımlarına göre yüksek çıkmıştır. Döküm yönüne dik alınan donatısız karotların basınç dayanımları döküm yönüne paralel alınan donatısız karotların basınç dayanımlarına göre su içinde ve laboratuvar ortamında bekletilen durumların her ikisinde de yüksek çıkmıştır. Aynı zamanda döküm yönüne dik alınan donatılı karotların basınç dayanımlarında, döküm yönüne dik alınan donatısız karot basınç dayanımlarına göre artış görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Beton basınç dayanımı, Beton kürü, Deprem, Karot, Mevcut betonarme yapılar.

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF STEEL REBAR, CASTING DIRECTION AND MOISTURE ON DETERMINATION OF CORE COMPRESSIVE STRENGTH

Ehsanullah SAMAD OGHLI

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
KONYA TEKNİK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN CIVIL ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Mehmet KAMANLI

2019, 67 Pages

Jury

**Prof. Dr. Mehmet KAMANLI
Prof. Dr. M. Sami DONDUREN
Asst. Prof. Dr. S. Kamil AKIN**

According to increase the safety of buildings against earthquakes the importance of determining the compressive strength of concrete in situ is being increased day by day. For this reason, increasing the security of existing buildings is an important issue. In this study, it was aimed to determine the compressive strength of concrete in situ. In order to investigate the steel rebar, casting direction and moisture effect in determining the concrete core compressive strength, two 200 x 100 x 40 cm reinforced concrete and pure concrete blocks have been produced. On the 28th, 60th and 90th day of the produced blocks, 144 pieces of core samples, which are perpendicular, parallel to the casting direction 24 core samples with steel rebar and 24 without steel rebar with 93mm/93mm dimensions, were collected. Half of the taken cores were kept in the laboratory for three days and second half were cured in water for three days. At the end of the third day, all cores were subjected to a pressure test with a cap. As a result of the pressure test, core compressive strengths have been increased by the time. The compressive strengths of the cores cured in water were lower than the compressive strengths of the cores kept in the laboratory. The compressive strengths of the cores with and without steel rebars taken perpendicular were higher than the compressive strength of the cores taken parallel to the casting direction. At the same time, the compressive strength of cores with steel rebar which is perpendicular to the casting direction compared to the compressive strength of the cores without steel rebar is higher.

Keywords: Concrete Compressive Strength, Concrete Curing, Core, Earthquake, Existing Reinforced Concrete Structure.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması karot basınç dayanımının belirlenmesinde donatı, döküm yönü ve nem etkisinin araştırılması adı altında hazırlanmıştır. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli görüşlerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana değerli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen sayın danışman hocam Prof. Dr. Mehmet KAMANLI'ya teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum.

Öğrenim hayatım boyunca uzak diyarlardan, lisans ve yüksek lisans sürecinde her türlü maddi ve manevi yardımlarda bulunan anne, babam ve bütüm aileme de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmanın gerçekleştirilmesinde önemli katkılarda bulunan Halil AYHAN'a da teşekkürlerimi sunarım.

Ehsanullah SAMAD OGHLI
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAVRAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Kavramsal Bilgiler	4
2.1.1. Beton ve Betonarme	4
2.1.2. Beton dayanımı	5
2.1.2.1. Basınç dayanımı deneyi	5
2.1.2.2. Çekme dayanımı deneyi	5
2.1.2.3. Kesme dayanımı deneyi	6
2.1.2.4. Burulma dayanımı deneyi	7
2.1.3. Beton kalite kontrolü	8
2.1.3.1. Beton basınç dayanımı	8
2.1.4. Tahribatlı Yöntem İle Yerinde Beton Basınç Dayanımının Tayini	9
2.1.4.1. Karot	9
2.1.4.2. Karot basınç dayanımı	10
2.1.5. Karot basınç dayanımına etki eden faktörler	10
2.1.5.1. Uzunluk / çap (l / d) oranının etkisi	11
2.1.5.1.1. Karot çapının etkisi (d)	11
2.1.5.2. Delme sırasında oluşan hasarların etkisi	11
2.1.5.3. Karot alma yönünün etkisi	12
2.1.5.4. Donatı parçasının etkisi	12
2.2. Kaynak Araştırması	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Malzeme Özellikleri	17
3.1.1. Beton üretiminde kullanılan çimentonun özellikleri	17
3.1.2. Beton üretiminde kullanılan agrega özellikleri	18
3.1.3. Beton karışımında kullanılan suyun özellikleri	19
3.2. Deney Elemanlarının Tasarımı	19
3.2.1. Deney elemanlarının üretimi	22
3.3. Sertleşmiş Beton Deneyleri	26
3.3.1. Standart küp numunelerin basınç dayanım deneyi	26
3.3.2. Karot numunelerin basınç dayanımı deneyi	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	29

4.1. Karot Numunelerinin Alınması	29
4.1.1. Karot Numunelerinin kesimi	33
4.1.2. Karot Numunelerinin su içinde kür edilmesi	33
4.1.3. Karot Numunelerinin başlıklanması	34
4.2. Karot Numunelerinin Basınç Deneyi.....	35
4.2.1. Karot numunelerinin basınç deney sonuçları	37
4.2.1.1. 28 günlük karot numunelerinin basınç deney sonuçları	37
4.2.1.2. 28 Günlük karot basınç sonuçlarının grafiksel olarak değerlendirmesi	40
4.2.1.3. 60 günlük karot numunelerinin basınç deneyi sonuçları	42
4.2.1.4. 60 Günlük karot basınç sonuçlarının grafiksel olarak değerlendirmesi	44
4.2.1.5. 90 Günlük karot numunelerinin basınç deneyi sonuçları	46
4.2.2. Standart küp numunelerin basınç deney sonuçları	50
4.2.3. Karot basınç deney sonuçlarının farklı parametre göre karşılaştırılması	52
4.2.3.1. Karot basınç deney sonuçlarının döküm yönüne bağlı olarak değişimi	52
4.2.3.2. Karot basınç deney sonuçlarının donatı durumuna bağlı olarak değişimi	54
4.2.3.3. Karot basınç deney sonuçlarının nem durumuna bağlı olarak değişimi	57
4.2.3.4. Karot basınç deney sonuçlarının zamana bağlı olarak değişimi	59
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	62
5.1. Sonuçlar	62
5.2. Öneriler	64
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ.....	68

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A : Kesit alanı, mm²
cm : santimetre
°C : Santigrat derece
d : Karot çapı
f_c : Basınç dayanımı
f_{ck} : Karakteristik basınç dayanımı
E_c : Betonun elastisite modülü
KN : Kilo newton
l : Karot boyu
m : metre
mm : Hacim genleşmesi oranı
m³ : Metre küp
Mpa : Mega paskal (N/mm²)
N : Newton
P : Yük, N (Newton)
S420 : Donatı akma dayanımı 420 Mpa olan çelik
TBDY : Türkiye bina deprem yönetmeliği
V : Ultrases geçiş hızı
w/c : Su/çimento oranı
σ : Gerilme
σ_c : Beton basınç gerilmesi
σ_s : Çelik çekme gerilmesi
Φ : donatı çapı
λ : Narilik
β : Birim ağırlık
γ : Özgül ağırlık

Kısaltmalar

DYDN : Döküm yönüne dik normal
DYPN : Döküm yönüne paralel normal
DYDD : Döküm yönüne dik donatılı
DYPD : Döküm yönüne paralel donatılı
DYDNN : Döküm yönüne dik normal nemli
DYPNN : Döküm yönüne paralel normal nemli
DYDDN : Döküm yönüne dik donatılı nemli
DYPDN : Döküm yönüne paralel donatılı nemli

1. GİRİŞ

Dünya'nın özellikle ise Türkiye'nin büyük bir kısmı etkin deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Mevcut betonarme yapıların onarım ve güçlendirilmesi yapıların olası bir depreme karşı güvenliğini artırmaktadır. Mevcut betonarme yapıların taşıyıcı sistemlerinin eski yönetmeliklere göre tasarlanmış olması, ve yeni yürürlüğe giren TBDY-2018 deprem yönetmeliğine göre binaların taşıyıcı sistemlerinin ana malzemesini oluşturan beton kalitesinin belirlenmesi, mevcut yapıların güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır (Berber 2010). Sertleştirilmiş betonun yerinde dayanımının belirlenmesinde olan ilgi gün gittikçe önemli ölçüde artmaktadır. Son zamanlarda İstanbul Kartal'daki 8 katlı betonarme binanın çökmesi sonucu 21 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu olay sonrası mevcut betonarme yapıların yürürlükte olan deprem yönetmeliklerine göre uygun olup olmadığının gözden geçirme gereği bir kez daha ortaya çıkmıştır. Yapıların çok büyük kısmının betonarme sistemle inşa edilmesi, bu sistemi oluşturan iki ana yapı malzemesi olan çelik ve beton üretiminin önemini daha da artırmaktadır (Kabay 2002). Yapıların deprem tehlikelerine karşı güvenliğini artırmak için, onarım, güçlendirme ve kentsel dönüşüm gibi çalışmalar olmak üzere sertleşmiş betonun özelliklerinin belirlenmesine birçok durumda ihtiyaç duyulmaktadır. Yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesinde kullanılan tahribatlı yöntemlerin, yarı tahribatlı ve tahribatsız yöntemlere göre daha çok güvenilir olduğu bilinmektedir. Tahribatlı yöntemlerden en çok kullanılanı karotlarla beton kalitesinin belirlenmesi yöntemidir (Erdoğan ve ark, 2018). Bu yöntemde yapı elemanlarının uygun yerlerinden alınan karot numunelerin üzerinde deneylerin yapılması ile beton denetimi sağlanmaktadır. Betonun zamana bağlı olarak basınç dayanımının değişmesi, çimento üretimindeki değişiklikler ve çimento ile yer değiştiren katkı maddelerinin kullanımının artması ve betonarme yapıların zaman içinde klorürlere maruz kalması gibi nedenler, beton kalitesinin kontrolünün yapılmasını gerektirmektedir (Arıoğlu 1998 ve Filiz 2006). Uygulamalarda taze betonun basınç dayanımını belirlemek için standart küp ve silindirik numuneler kullanılmaktadır. Ancak standart numunelerin basınç dayanımının düşük çıkması durumunda ve beton hakkında daha fazla bilgi sahibi olabilmek için karot numuneler alınarak basınç deneyleri yapılmaktadır. Böyle bir deney sonucunu, yapının güvenilirliği hakkında karar vermek için yerinde beton dayanımının belirlenmesinde kullanılan son derece önemli bir yöntemdir (Smith, 2017).

Başlangıçta, beton basınç dayanımını belirlenmesinde küp / silindir numuneler alınarak test tarihine kadar uygun koşullarda sertleşmeye bırakılıp basınç dayanımı açısından test edilir. Bu testler kontrol ve uygunluk testleri olarak bilinir. Kontrol testi başarısız olursa ek testlerin yapılması gerekir. Bu testler karot numunelerin yerinde betondan delinmesi ve gerekli testlerin uygulanmasıyla yapılır. Beton endüstrisi alanında, sahada beton dayanımını değerlendirmek için genel olarak karot testinin gerekli olduğunu, ve bazen mevcut betonarme yapıların emniyetinin değerlendirmesinde benzersiz bir araç haline geldiğinden, karot numunelerinin deneyi, bu nedenle farklı uluslararası İngiliz, Avrupa ve ACI yönetmeliklerinde kapsamlı bir literatür taraması sunulmuştur (Khoury ve ark 2014).

Beton karot basınç dayanımının belirlenmesinde birçok etken bulunmaktadır(Bungey 2006). Standart altında dayanıma sahip olan yapısal bir elemanın kabul edilmesinin yerinde beton basınç dayanımını değerlendirmek için, karot basınç dayanımı istenilmektedir. Karot numunelerinin geometrisine ve boyutuna bağlı olarak, basınç deney sonuçlarının yerinde beton dayanımını belirlemek için dayanım düzeltme faktörlerinin ayarlanması gerekmektedir (Carroll ve ark 2016).

1960'lı yıllardan beri bu tekniksel alanda önemli ilerlemeler kaydedilmektedir. Potansiyel olarak standartların altında bir dayanıma sahip yapısal bir elemanın kabul edilmesine yönelik yerinde beton dayanımını değerlendirmek için karotların basınç dayanımının bilinmesi gerekmektedir. Yerinde beton dayanımının belirlenmesinde karot numunesinin geometrisine ve boyutuna bağlı olarak, basınç dayanım sonuçları değişkenlik göstermektedir (Erdoğan 2003). Aynı günde alınan laboratuvar ortamında bekletilen karot numunelerinin basınç dayanımları su içinde kür edilen numunelerin basınç dayanımlarına göre yüksek çıkmaktadır (Carroll ve ark 2016). Literatürde, beton heterojen bir yapıya sahip olmasından dolayı döküm yönü betonun basınç dayanımını etkilediği, düşey alınmış karotların yatay alınmış karotlardan genel olarak daha yüksek basınç dayanımına sahip olduğu ve etkinin karot çapına bağlı olarak da değiştiği belirlenmiştir (Kadiroğlu ve ark 2011). Yapıdaki elemanların beton basınç dayanımı belirlenmesi sırasında, Karot numunelerinin çapı ve boyunun küçülmesi ile birlikte basınç dayanımında düşüş görülmüştür (Arioz ve ark 2007). Küçük boyutlarda karot numunelerin basınç dayanımları ile kontrol numunesi olarak küp dayanımları arasındaki ilişkiler incelenmiş, Karot basınç dayanımının hem numune boyutundan hem de toplam boyuttan etkilendiği ve buna karşılık gelen küp dayanımlarına dönüştürülmesinin düzeltme faktörlerini hesaba katması gerektiği önerilmiştir (Bungey 1979).

Literatürde, Yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesi için çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Ancak karot basınç dayanımının belirlenmesinde en önemli etkenlerden olan donatı, döküm yönü ve nem etkisinin araştırılması gibi bir çalışma yapılmamıştır. Bu deneysel çalışmada yerinde beton karot basınç dayanımlarının belirlenmesinde donatı, döküm yönü ve nem etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada iki adet 200 x 100 x 40 cm'lik biri betonarme diğeri ise salt beton blok olarak üretilmiştir. Üretilen bloklardan 28, 60 ve 90'ıncı gün sonunda her aşamada 48'er adet 93 mm ebatlarında, döküm yönüne dik, döküm yönüne paralel, donatılı ve donatısız olmak üzere toplamda 144 adet karot alınmıştır. Alınan karotların yarısı üç gün boyunca laboratuvar ortamında bekletilmiş, kalan yarısı ise üç gün boyunca su içinde kür edilmiştir. Üçüncü günün sonunda bütün karotlara başlık yapılarak basınç deneyine tabii tutulmuştur. Basınç deneyi sonucunda su içinde bekletilen karotların basınç dayanımları laboratuvar ortamında bekletilen karot basınç dayanımlarına göre düşük çıkmıştır. Döküm yönüne dik alınan donatılı ve donatısız karotların basınç dayanımları döküm yönüne paralel alınan karotların basınç dayanımlarına göre yüksek çıkmıştır.

Döküm yönüne dik alınan donatısız karotların basınç dayanımları, döküm yönüne paralel alınan karotların basınç dayanımlarına göre su içinde ve laboratuvar ortamında bekletilen karotların her ikisinde de yüksek çıkmıştır. Aynı zamanda döküm yönüne dik alınan donatılı karotların basınç dayanımları, döküm yönüne dik alınan donatısız karot basınç dayanımlarına göre biraz artığı görünmüştür.

Karot basınç dayanımları zamana bağlı olarak artış göstermiştir. Yani beton yaşı artıkça karot basınç dayanımına da artmıştır.

Bu tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde giriş ve yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesi hakkında genel bilgilere değinilmiştir. İkinci bölümde, kavramsal bilgiler ve konu ile ilgili kaynak araştırması yapılmıştır. Üçüncü bölümde materyal ve metod hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde çalışma kapsamında yapılan deney elemanlarının sonuçları tartışılmıştır. Beşinci bölümde ise deneysel çalışmada elde edilen sonuçlara ve bu sonuçlara bağlı olarak bazı önerilere yer verilmiştir.

2. KAVRAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kavramsal Bilgiler

2.1.1. Beton ve Betonarme

Beton içinde ince ve kaba agrega içeren bağlayıcı maddesi portland çimentosu olan su ve kimyasal katkı maddelerden oluşan kompozit bir yapı malzemesidir. Beton, doğal taş veya çelik gibi diğer yapı malzemelerinden farklı olarak çok çeşitli performans özellikleri yerine getirmek için üretilmektedir. Bu yüzden, dünya çapında en çok kullanılan yapı malzemesi olarak bilinmektedir. Beton, heterojen bir yapıya sahip yarı kırılğan bir yapı malzemesidir. Betonda yük taşıma kapasitesi aşıldığında, uygulanan yüklerin altında gevrek göçme kırılması meydana gelmektedir. Gevrek göçme durumunda malzemenin yük taşıma kapasitesinin aşılmasıyla yük azalır. Geometrik olarak benzer, ancak artan boyutlarla elemanlarda göçme gerilmesi azalmaktadır (Karataş, 2012). Beton, düşük maliyeti, bulunabilirliği, uzun ömürlülüğü ve zorlu hava koşullarında dayanıklılığını sürdürme kabiliyeti nedeniyle dünyadaki en eski ve en yaygın inşaat malzemelerinden biridir (Li 2011). Beton, basınç dayanımı yüksek ve çekme dayanımı düşük, kırılğan bir yapı malzemesidir. Bu nedenle, betonun yüksek gerilmeleri kaldırabilmesi için güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu tür güçlendirme genellikle çelik kullanılarak yapılmaktadır (Tantawı 1986). Beton ve çelik karışımının birleşerek oluşturduğu ve yüksek gerilmeye karşı dayanıklı olan bileşime de betonarme denilmektedir. Beton, yapılarıdaki farklı yüklere dayanabilmesi nedeniyle uzun zamanlardan beri en önemli yapı malzemelerinden biri haline gelmiştir. Diğer yapı malzemeleri gibi, betonun kalitesini kontrol etmek ve betonun farklı özelliklerini belirlemek üzere tasarlanmış birçok deney bulunmaktadır. Basınç dayanımı testi ve bölünmüş çekme dayanımı testi en önemli deneylerden ikisidir. Beton numunelerinin herhangi bir tahribatı olmadan beton numunelerin mekanik özelliklerinin belirlenebileceği test çekici ve Ultrasonik Darbe Hızı Testi dahil başka deneyler de bulunmaktadır.

2.1.2. Beton dayanımı

Beton basınç dayanımı, genel olarak beton hakkında bir tasvir sağladığı için en önemli özelliği olarak kabul edilmektedir. Betonun basınç dayanımı, beton içinde bulunan çimento ile doğrudan ilişkilidir (Neville 1975). Beton, diğer yapı malzemelerine göre daha uygun maliyetli bir malzemedir. İnşaat uygulamalarında yeterli dayanıma sahip bir betonun yerine yüksek dayanımlı bir beton tedarik edildiğinde, uygun maliyetli sayılmamaktadır. Bu nedenle, betonun etkili bir şekilde kullanılması için en verimli ve doğru mukavemeti sağlanacağı şekilde dayanım testi belirleyerek yapılmalıdır (Addis 1998). Beton dayanım şekilleri, basınç dayanımı, çekme, dolaylı çekme, burulma ve kesme dayanımından oluşmaktadır. Bu dayanım tiplerinin her biri aşağıda kısaca anlatılmaktadır.

2.1.2.1. Basınç dayanımı deneyi

Betonun en önemli fiziksel özelliği basınç dayanımıdır. Betonun maksimum basınç dayanımı, herhangi bir dış arıza belirtisi görülmeden beton numunesinin dayanabileceği maksimum gerilme olarak tanımlanır. Maksimum basınç dayanımı, beton tarafından sabit bir enine kesit alanı üzerinde tutulan belirli bir oranda uygulanan maksimum tek eksenli yükün etkisi ile elde edilmektedir (Addis 1998).

$$f_c = \frac{P}{A} \quad 2-1$$

f_c = Basınç dayanımı, MPa

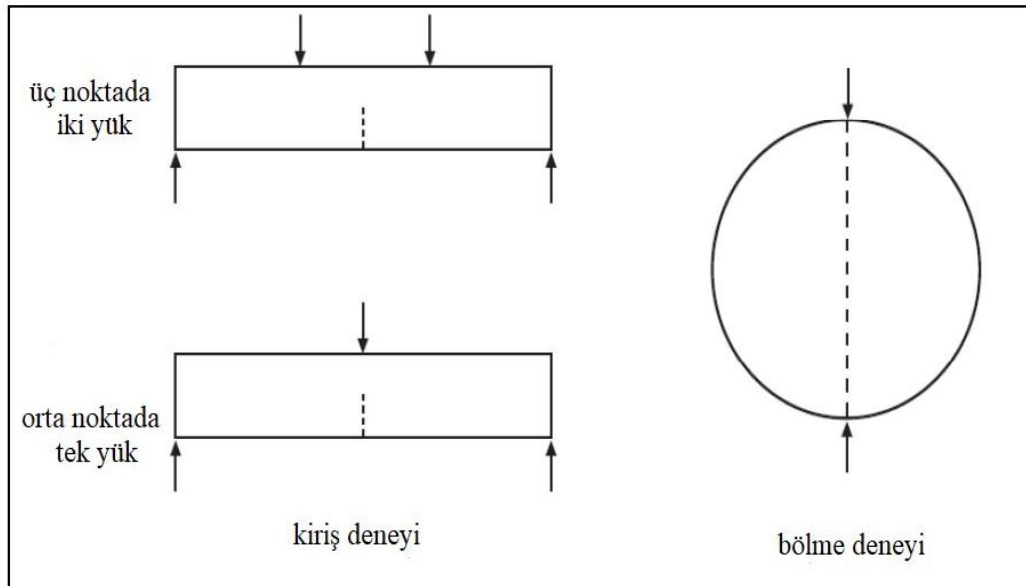
P = Yük, N (Newton)

A = Kesit alanı, mm²

2.1.2.2. Çekme dayanımı deneyi

Herhangi bir malzemenin çekme dayanımı, kopmadan önce uygulanan maksimum gerilme miktarına karşı gelen gerilime direncidir. Betonun basınç dayanımı yüksek, çekme dayanımı ise düşük bir yapı malzemesidir. Bir beton numuneye doğrudan ortak merkezi bir çekme yükü uygulanmasının zorluğundan dolayı, doğrudan

çekme dayanımının ölçülmesi genellikle yapılamamaktadır. Bu nedenle, betonun çekme dayanımını test etmek genellikle pratik bir uygulama değildir. Ancak, test edilebileceği dolaylı yöntemler mevcuttur. Dolaylı çekme beton dayanımı, bölünmüş silindir deneyi ve bükülme deneyi ile ölçülmektedir. Bölünmüş silindir testi, iki çapa karşı karşılıklı hat boyunca bir basınç yükü uygulayarak yapılmaktadır. Perrie'ye (2009) göre, karşılıklı olarak birbirine zıt iki çizgiyi birleştiren temel çekme gerilimesi düzlemde bölünmeye neden olmaktadır. Bu durum, Şekil 2-1'de görüldüğü gibi düzgün bir çekme gerilmesinin yatay olarak hareket etmesine neden olan yükleme noktalarının hemen altındaki yüksek basınç düşmesi nedeniyle oluşmaktadır. Çekme dayanımı elastik teorisini kullanılarak hesaplanmaktadır. Eğilme testi, Şekil 2-1'deki gibi, ya üç noktalarda iki yük ile ya da orta noktada tek bir yük ile bir kiriş yüklemesinden oluşmaktadır. Yükleme sırasında kiriş saf bükülmeye maruz kalmakta; Böylece, çekme gerilmesinin hesaplanabileceği kirişe dolaylı bir çekme gerilmesi uyarılmaktadır. Ulaşılan maksimum çekme gerilmesi “kopma modülü” olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 2.1. Dolaylı çekme dayanımı testleri için bölme ve eğilme testlerinin şekilleri (Perrie, 2009)

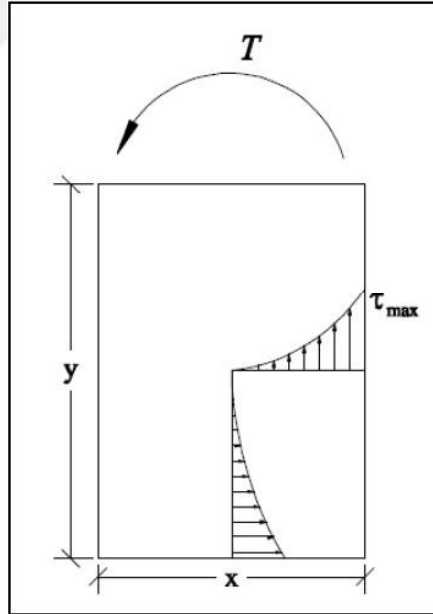
2.1.2.3. Kesme dayanımı deneyi

Kesme dayanımı, yapısal bir elemandaki eksen boyunca dik hareket eden kuvvetlere dayanan gerilmedir. Betonun çekme mukavemetinde olduğu gibi, yapı elemanlarında çekme gerilme oluşumları arttıkça, kesme dayanımları zayıflanmaktadır. Kesme

dayanımına maruz zayıf, kiriş veya döşeme gibi yapısal elemanlarda kayma yükünü almak için takviye edici kesme çubukları yerleştirilmektedir (Smith 2017).

2.1.2.4. Burulma dayanımı deneyi

Bu deney, burulma momentine maruz bırakılan içi dolu metalik bir çubuk malzemede, burulma açısı ile ilişkili kayma gerilmelerini ve kayma şekil değişimlerini deneysel olarak belirlemeye imkan verir. Burulma mukavemeti, yapısal bir elemanı uzunlamasına eksenini etrafında bükülmeye maruz bırakılan kuvvetlere direnen dayanımdır. Burulma gerilmesi, Şekil 2-2'de görüldüğü gibi çapraz gerilmesi yaratan, kayma gerilmesine neden olmaktadır. Burulma gerilmesi yapı elemanlarında, nihayi gerilmeye yol açtığından, Yapısal eleman burulmaya karşı yeterince takviye edilmezse, gevrek bir hasar meydana gelebilir. Ayrıca deneyde, test edilecek malzemelerine ait kayma modülünün hesaplanmasını ve burulma momentinin ölçülmesi de sağlanmaktadır.



Şekil 2.2. Dikdörtgen elemanlarda kayma gerilmesine neden olan burulma gerilmesi(Smith 2017)

2.1.3. Beton kalite kontrolü

Betonun kalite kontrolü, istenen dayanımın ve dayanıklılığı elde etmek için en önemli konu olarak belinmektedir . Sertleşmiş beton deneyi, günümüzde beton basınç dayanımını belirlemek için yapılan en önemli ve gerekli deneylerden biridir. Beton deneyleri en yaygın olan standart küp, silindir numunelerinin alınması ve kırılmasıyla yapılmaktadır. Beton deneyinin sonuçları, numunelerin boyutları, şekilleri, döküm için kullanılan kalıplar, kütleme koşulları ve yük uygulama oranı gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Neville, 2002).

Beton deneyleri için yaygın bir şekilde standart küp ve silindirik numuneler kullanılmaktadır. Silindirik numuneler (150 mm x 300 mm) çoğunlukla Avustralya, Kanada, Fransa, Yeni Zelanda ve Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılırken, küp numuneler (150 mm 150 mm 150 mm) ise genelde Türkiye, İngiltere ve Almanya'da kullanılmaktadır (Elwet & Fu, 1995). Silindir ve küp numuneleri arasındaki farklardan biri, deneye tabi tutmadan önce silindir numunelerinin, karotlarda olduğu gibi başlıklama işlemine ihtiyaç duymalarıdır. numunelerin düz yükleme yüzeylerine sahip olması için kükürt harcı veya çimento macunu ile başlıklanması gerekmektedir. Küp numunelerinde ise deney sırasında yanlarından döndürüldüklerinde başlıklamaya gerek duyulmamaktadır. Yerinde mevcut betonarme binaların yapısal güvenliğinin ve beton kalitesinin değerlendirilmesi için, yapıda beton basınç dayanımının bilinmesi gerekmektedir. Yerinde beton basınç dayanımı genellikle farklı yapısal elemanlardan standartlara uygun karot numunelerin alınması ve laboratuvar ortamında test edilmesi ile belirlenmektedir. Karot basınç dayanımı birçok parametreden etkilenmektedir. Bu parametreler; karot basınç dayanımının büyüklüğü, karot çapı, karot çapının boyuna oranı, karot başlıklaması, deney sırasındaki karotun nem durumu ve beton karot içinde donatı parçasının varlığıdır (Mac Gregor ve ark 1994).

2.1.3.1. Beton basınç dayanımı

Betonun basınç dayanımı istenilen dayanımı uygulanan kuvvetlere karşı göstermesi gereken bir dayanımdır. beton basınç dayanımının inşaat uygulamalarında kullanmadan önce standart deney numuneleri ile bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Betonun basınç dayanımı taze beton deneyleri olan standart küp ve silindir numunelerin 28 gün sonunda kırılması ile belirlenmektedir (Addis, 1998). Betonun basınç dayanımı

bir çok etkene bağılı olarak değişmektedir. Bunlar çimento tipi, su/çimento oranı, agrega, su kür süresi koşullarını içermektedir (Radhi ve ark 2015). Betonun kalite ve özellikleri hakkında en kapsamlı bilgiyi basınç dayanımı vermektedir (Ozyildirim ve Carino, 2006). Bunun ise üç temel sebebi bulunmaktadır. bunlar:

- Betonun basınç dayanımı, yapısal uygulamalarda yüklere karşı dayanma kapasitesinin doğrudan göstermektedir;
- Basınç dayanımı deneylerinin yapılması nispeten kolaydır;
- Beton basınç dayanımı ile belirlenmesi zor olan diğer beton özelliklere ilişkin bir korelasyon geliştirilebilmektedir.

Ozyildirim ve Carino (2006) ayrıca beton numunelerin dayanım testlerinin üç ana amaç için kullanıldığını göstermektedir:

- Kalite kontrol ve kalite güvencesi
- Yerinde beton dayanımlarının belirlenmesi (şartnamelere göre beton uygunluğunu doğrulamak veya yapının gelecekteki kullanımı için basınç dayanımını belirtmek için yapılan deneyler); ve
- Araştırma

2.1.4. Tahribatlı Yöntem İle Yerinde Beton Basınç Dayanımının Tayini

Yerinde betonun basınç dayanımı belirlemesi için, mevcut betonarme yapıların elemanlarından en yaygın tahribatlı yöntem olan karot alma yöntemidir. Bir yapıda kullanılan betonun basınç dayanımı hakkında en gerçek bilgiyi karot numunelerin alınması ile elde edilir. Bu yöntemde beton karot numuneleri mevcut betonarme yapı elemanlarının uygun yerlerinden kesilerek çıkartılır. Alınan karot numuneler laboratuvarında tek eksenli basınç deneyine tabi tutularak yapıdaki betonun basınç dayanımı belirlenir (Smith 2017).

2.1.4.1. Karot

Sertleşmiş beton veya betonarme elemanlarından kesilerek çıkartılan silindirik şeklindeki numunelere "karot" denilir. Karot numuneleri, "karot alma aleti" ile kendi eksenini etrafında dönmesi sonucu kesilerek çıkartılır. Mevcut betonarme yapılarda, yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesi için kullanılan en yaygın tahribatlı bir yöntemdir. Mevcut Betonarme binaların yapısal güvenliğinin değerlendirilmesi için,

betonun yerinde basınç dayanımı bilinmesi gerekmektedir. Karot dayanım testi, yerinde beton dayanımını değerlendirmek için beton endüstrisi alanında zorunlu hale gelmek ile birlikte mevcut betonarme yapıların güvenliliğinin değerlendirilmesinde benzersiz bir araç haline gelmiştir (Khoury ve ark 2014). Yerinde beton basınç dayanımı farklı yapı elemanlarının uygun yerlerinden standartlara uygun karot numunelerin alınması ve laboratuvar ortamında test edilmesi sonucu belirlenmektedir (Ergun ve Kurklu 2012). Yerinde betonun basınç dayanımının belirlenmesi için; TS EN 12504-1'e göre karot numuneleri alınır, numuneler TS EN 12390-3'e göre basınç dayanım deneyine tabi tutulur ve dayanım sonucu TS EN 13791'e göre değerlendirilmektedir.

2.1.4.2. Karot basınç dayanımı

Standart küp ve silindir numunelerin basınç deneyi, yeni binaların yapımı sırasında beton dayanımını değerlendirmek için en yaygın ve basit kullanılan bir yaklaşımdır. Ancak, standart küp ve silindirik numunelerinin sonuçlarının olmaması veya sonuçlara dair şüphelerin bulunması, mevcut yapı elemanlarının güvenliği ve dayanıklılığının değerlendirilmesi sırasında, yerinde beton dayanımını belirlemek için karot numunelerin alınmasına gerek duyulur. Karot dayanım testi bir çok kritik durumlarda zorunluluk haline gelmektedir. Yapı elemanlarından alınan karotların test edilmesi ile yapıların güvenliği değerlendirilir. Karot numunelerin alınması ile mevcut betonarme yapıların güvenliğinin araştırılması beton endüstrisi alanında önemli bir yer almıştır. Bu nedenle dünyanın çoğu ülkesinde karot yönetmelikleri bulunmaktadır.. Genel olarak, aşağıdakilerden birini veya bir kombinasyonunu değerlendirmek için karot testi gerekmektedir.

- Yapının ek yükleri taşıma kapasitesinin teyidinde,
- Yapıdaki betonun kalitesi (yerinde dayanım), gerçek dayanım belirlenmesinde
- Bir yapıda aşırı yüklenme, yorulma (köprü yapıları, makine tabanı vb.), Kimyasal reaksiyon (kimyasal dökülme, vb.), Yangın veya patlama ve hava koşullarına bağlı bozulmaların meydana gelmesi durumlarında.

2.1.5. Karot basınç dayanımına etki eden faktörler

Yerinde beton basınç dayanımını değerlendirmesi, tahribatlı yöntem olan karot numunelerin alınarak kırılması ile yapılır. Karot basınç dayanımının sonuçları bir çok

faktöre bağılı olarak değişmektedir. Karot numunelerinin basınç dayanımları nihai yükün karotun en kesit alanına bölünmesiyle elde edilir. Karot basınç dayanımları, boy/çap oranı (l / d), karot numunesinin nem durumu, delme yönü, donatı parçasının varlığı, agrega tip ve büyüklüğü ve hatta betonun dayanım seviyesi gibi bir çok faktörden etkilenmektedir. Bu yüzden karot deney sonuçları dikkatli bir şekilde yorumlanmalıdır (Khoury ve ark 2014) .

2.1.5.1. Uzunluk / çap (l / d) oranının etkisi

karot numunelerin boy / çap (l / d) oranı karot basınç dayanımını etkileyen ana faktörlerden biri olarak bilinir. Karotların (l / d) oranı betonun dayanımı, elastik modül ve benzeri gibi çeşitli koşullara bağılıdır. Karot numunelerde (l / d) oranı 1 ile 2 arasında değişir. Karot basınç dayanımının değerlendirmesi sırasında, karotların (l / d) dayanım düzeltme faktörleri eşit olan bir eşdeğer standart silindir numunesinin dayanımına dönüştürerek belirlenir. Standart silindir numuneler bir kıyaslama numunesi olarak kabul edilir. (l / d) oranı arttıkça karot numunesinin gerilme dağılımının etkisi nedeniyle basınç dayanımı azalmaktadır. (l / d) oranına bağılı olarak karot dayanımının değişmesi, numunenin çapına ve nem durumuna bağılı olduğu da bilinmektedir.

2.1.5.1. Karot çapının etkisi (d)

Karot numunelerinin çapı, karot basınç dayanımının sonuçlarını etkilemede önemli bir rol oynar. Sertleşmiş beton elemanlarından alınan karot numunelerinin büyüklüğü arttıkça beton mukavemeti azalır. Karot çapı azaldıkça, kesilmiş yüzey alanının hacme oranı artar ve bu nedenle kesme hasarına bağılı olarak mukavemet azalması yaşanır. 100 mm'nin üzerindeki karot çapları için bu etki dikkata alınmayabilir. Genel olarak yapılan çalışmalarda karot numunelerinin çapı küçüldükçe beton basınç dayanımında azalma görülmüştür. Bu etki küçük çaplı karot numunelerinde daha belirgin hale gelmiştir (Ghazy ve ark, 2011).

2.1.5.2. Delme sırasında oluşan hasarların etkisi

Karot numuneleri alınırken dikkat edilmesi gereken bir çok husus bulunmaktadır. karot alma makinesinin sabitlenmesinden karotların çıkartılmasına

kadar, karot numuneleri üzerine etkili olan faktörlerdir. Bunlar Beton cinsi, agrega şekli, donatı parçası ve karot makinelerinin itme gücü gibi etkenler olabilmektedirler. Kesim işleminden dolayı karot numunelerde meydana gelen hasarın doğrudan beton dayanımı ve agrega türü ile ilişkili olmaktadır. Beton dayanım seviyesi de karotların hasar faktörü üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu kabul edilmektedir. Karot alma sırasında oluşan başka bir önemli faktör, beton karışımında kullanılan agrega türüdür. Zira delme işlemi, agrega ve yapı elemanları arasındaki bağları zayıflatır. çimento-agrega bağının daha yüksek olduğu ve geçiş bölgesinin daha yapışkan olduğu yüksek mukavemetli betonda, karot numunedeki hasar düşüktür. Karot delme işlemi sırasında, yapı elemanı ile beton yüzeyi arasında belirgin kesme kuvvetleri geliştirilir ve bu, daha yüksek mukavemetli betona göre, düşük dayanımlı beton karot numunelerine daha büyük zarar vermektedir (Khoury ve ark 2014).

2.1.5.3. Karot alma yönünün etkisi

ACI 214.4R-03'e göre, dikey olarak alınan karot numunelerin (yerleştirme ve sıkıştırma yönünde), yatay olarak delinen karotlardan daha güçlü olmaktadır. Delme yönünden dolayı karot mukavemetindeki fark genellikle taze betondaki agregaların boyutuna bağlıdır. Yani zayıf ince agrega - kaba agrega bağı ile sonuçlanan, kaba agrega parçacıklarının altında zayıf bir ince agreganın yerleşmesinden oluşmaktadır.

(Khury ve ark, 2014)'lerine göre dikey olarak alınmış karotların kuvveti yatay olarak alınan karotların arasındaki oranın, 1.075 ila 1.08 arasında değiştiğini göstermiştir. Bu sonuçlara göre karot yönünün etkisinin en boy oranı veya beton dayanım seviyesi üzerinde neredeyse etkili olmadığını göstermektedir.

2.1.5.4. Donatı parçasının etkisi

Beton dayanım seviyesine bağlı olarak, donatı parçası içeren bir karot (kendi eksenini boyunca hariç) için ölçülen karot dayanımında bir azalmanın meydana gelmektedir. Bu azalmanın kapsamı, birçok değişkene bağlı olarak % 0 ile % 20 arasında değişebilir. Bu değişkenler, beton dayanım seviyesi, donatı çubuklarının sayısı ve çapı, karot numunelerinin en yakın merkez eksenine göre donatı çubuklarının konumu gibi durumlar olmaktadır. Donatı parçası içermesinden dolayı, karotların basınç dayanımındaki düşüş, daha çok büyük çaplı karotlarda ve düşük dayanımlı betonlarda

görülmektedir. Kenarlarında donatı parçası bulunan karot numunelerinin dayanımındaki azalmanın, kesme işlemi sırasında meydana gelen hasar ve çelik çubukların etrafındaki karot makinesinin daha çok dönmesinden kaynaklanmaktadır.

2.2. Kaynak Araştırması

Arioz, O. Vd (2007), yaptığı çalışmada, boy / çap oranının karot basınç dayanımına etkisini araştırmak için, Sekiz farklı beton karışımından üretilen kirişlerden 46, 69, 94 ve 144 mm, çaplarında ve 0.75, 1, 1.25, 1.5, 1.75 ve 2 mm, boylarında toplamlada 1876 karot numuneler alınmıştır. Alınan numuneler daha sonra basınç deneyine tabi tutulmuştur. Karot çapının ve boyunun küçülmesi ile birlikte basınç dayanımında düşüş görmüştür.

Arioz vd (2007), in yaptığı çalışmada, Dört farklı maksimum 10, 15, 22 ve 30 mm ebatlarında ezilmiş kireçtaşı ve nehir çakılları kullanılarak çeşitli beton karışımları üretilmiştir. Beton karışımlarının 28 günlük küp dayanımı 28 ila 43 MPa arasında değişkenlik göstermiştir. Sertleşmiş betonun basınç dayanımını belirlemek için, kiriş elemanları üretilmiştir. Üretimi yapılan kirişlerden toplam 2268 karot numune alınarak 7, 28 ve 90 günlük yaşlarda basınç dayanımı testleri yapılmış ve karot çapının beton karot basınç dayanımı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Toplam agrega büyüklüğü arttıkça, karot basınç dayanımının azaldığı ve sonuç olarak düzeltme faktörlerinin arttığı görülmüştür. Etkinin daha küçük çaplı karot numuneleri için daha belirgin olduğu ortaya çıkmış ve düzeltme faktörleri, nehir çakılından üretilen kiriş elemanlardan alınan karotlarda biraz daha artmıştır. Betonun yaşı, farklı çaplardaki karotların dayanım düzeltmesinde önemli bir faktör olduğu, yani beton ne kadar eskiyse, düzeltme faktörü o kadar düşük olmuştur. Bununla birlikte, yaş ile düzeltme faktörü ilişkisinin pratik olarak kullanılmasının çok zor olduğunu da belirtmiştir. Aynı zamanda, deney sonuçları, numunenin uzunluk / çap oranının küçük çaplı karotlar için daha önemli olduğunu göstermiştir.

Bungey, JH (1979) Yaptığı çalışmasında, Küçük çaplı karot numuneler ile yerinde beton basınç dayanımını belirlemek için 44 mm çapında karot numuneler alınmıştır. Hem alınan numunelerin hem de toplam boyutun, yükseklik / çap oranının karot basınç dayanımı üzerindeki etkisini incelenmiştir. karot dayanımları ile kontrol numunesi olarak küp dayanımları arasındaki ilişkileri de incelenmiştir. Karot basınç dayanımının hem numune boyutundan hem de toplam boyuttan etkilendiği ve buna

karşılık gelen küp dayanımlarına dönüştürülmesinin hesaba katması gerektiği önermiştir.

Çakır vd (2012)' nin yaptığı çalışmada, agreganın en büyük tane boyutu ve numune boyutunun, 28 gün standart koşullarda kürlenmiş 150 mm küp, 100x200 mm silindir ve 28 gün hava koşulunda bekletilen 300x400x450 mm bloktan elde edilen 100x100 mm, 100x200 mm ve 100x300 mm karot numunelerin basınç dayanımına etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, üç farklı su/çimento oranına sahip (0.40, 0.60 ve 0.80) ve iki farklı maksimum tane boyutunda agrega (15 mm ve 25 mm) kullanılarak 6 farklı karışım hazırlanmıştır. Genel olarak kesilme işlemi sırasında, karot numunelerde hasar olduğundan ve numuneler farklı koşullarda kürlendiğinden, standart numunelere göre karot numunelerde dayanım kaybı gözlemlenmiştir. 100x200 mm karot numunede, benzeri standart silindir numuneye göre %11 ile %23 arasında dayanım azalması görülmüştür. Ayrıca, 100x100 mm karot numunede, 150 mm küp numuneye göre, %20 ile %37 arasında dayanım azalması tespit edilmiştir. Bu azalma, 0.40 su/çimento oranı ve 25 mm maksimum agrega tane boyutuna sahip karışımında, daha belirgin olmuştur.

Filiz (2006)' in yaptığı çalışmada, Beton basınç dayanımını belirlemede, karot numuneleri ve standart silindir numuneleri arasındaki ilişkiyi kür koşuluna bağlı olarak irdelemiştir. Yapılan çalışmada, üretimi yapılan ve standart kür ortamında tutulan numunelerin basınç dayanımları ile dış ortamda kür edilen numunelerin dayanımları arasındaki farkın % 20 olduğu gözlemlenmiştir. Bu % 20'lik dayanım kaybı, günümüzde düzgün yeterince yapılmayan betonun ve beton numuneleri kürünün uygun ve standart yöntemlerle yapılması gereğini ortaya çıkarmaktadır. Aynı çalışmada; standart kür ortamında saklanan 50mm çaplı karot numunelerin dayanımları ile standart silindir numunelerin dayanımları arasındaki doğrusal ilişkiden elde edilen düzeltme faktörü yaklaşık 1,54 iken, 75 mm çapındaki karot dayanımları ile standart silindir numunelerin dayanımları arasındaki katsayının 1,31 olduğunu görmüştür.

Khoury ve vd (2014) ' in yaptığı çalışmada, Karot testinin güvenilirliği - Kritik değerlendirme ve önerilen yeni yaklaşım adı altında incelemelerde bulunmuştur. karot deney sonuçlarının yorumlanmasını etkileyen faktörleri incelemek için kapsamlı bir deneysel çalışma yapmıştır. Beton karışımı için iki çeşit agrega kireç taşı ve çakıl kullanılmıştır. Çalışmada karot alma yönü, nem durumu ve narinliğin karot basınç dayanımına etkisini araştırmak için, dört beton karışımı, üç beton sınıfı (18, 30 ve 48 MPa), karot çapları (3.8, 5, 7.5, 10. ve 15 cm), karot boy/çap oranı (1 ile 2 arasında),

500'den fazla karot ve çok sayıda küp ve silindirik standart numuneler alınarak deney yapmıştır. Sonuçlar, karot dayanımının, en boy oranındaki artış, çapındaki azalma, donatı çeliğinin varlığı, ırı agreganın artışı ve nem içeriğindeki artışı ile karot dayanımının azaldığını görmüştür. Aynı zamanda döküm yönüne dik alınan karotların dayanımında, döküm yönüne paralel alınan karotların dayanımına göre biraz artış olduğunu görmüştür.

Neville (1977), in yaptığı çalışmada, beton karot basınç dayanımının üzerine nem etkisini incelemiştir. küp kuşullarına bağlı olarak karot basınç dayanımını değiştirdiğini, suda küp edilen numunelerin düşük dayanım vermesinin sebebini; emilen suyun beton içindeki çimento jelini şişirmesi ve bu sebep ile katı parçacıkların arasında bulunan kohezyon kuvvetinin azalması, kuru karot numunelerde ise suyun katı parçacıklar arasındaki hareket etkisinin ortadan kayıp olması ve böylece basınç dayanımının düşük çıktığı açıklamalarda bulunmuştur.

Carroll vd (2016), in yaptığı çalışmada, karot numunelerinin geometrisine ve boyutuna bağlı olarak, basınç testi sonuçlarının yerinde beton dayanımını belirlemek için çalışmalarda bulunmuştur. Yapılan kapsamlı deneysel çalışmada, beton karışımında (41, 55 ve 69 Mpa), basınç dayanımları hedeflenmiştir. Beş farklı boy/çap oranlarında (1.0, 1.25, 1.5, 1.75 ve 2.0), ve karot çapları (7.5 ve 10 cm), (döküm yönüne dik, paralel) toplamda 390 karot numunesi alınmıştır. Veriler, 12 ayrı beton dökümünden elde edilmiştir. karot çapının, çeşitli uzunluk / çap (l / d) için dayanım düzeltme faktörlerinin önemli ölçüde etkilediğini görmüştür. 10 mm çapındaki karot numuneleri için l / d dayanım düzeltme faktörlerinin küçük olduğu öğrenilmiştir. Ancak, 7.5 cm çapındaki karotlar, 10 cm çapındaki karotlar ile aynı şekilde davranış göstermediği ortaya çıkmıştır. Karot numunesinin hacmi azaldıkça, basınç dayanım sonuçlarının daha az güvenilir olduğunu da görmüştür. Karot numunelerinin l / d oranlarının 2.0'dan küçük olan karotlar için, karot çapının 9.5 cm'den daha az olmamalıdır diye önerilerde bulunmuştur. l / d oranı 2.0 olan karot numuneleri için, 7.5 cm çapındaki bir karotun ortalama basınç dayanımı, 10 cm çapındaki bir karotun ortalama dayanımının yüzde 94 olduğunu belirtmiştir. Sonuçlar ayrıca, döküm yönüne paralel olarak alınan karotların ortalama basınç dayanımları, döküm yönüne dik olarak alınmış karotların ortalama dayanımının yüzde 96'sı olduğunu görmüştür.

Kabay (2002)' in yaptığı çalışmada, yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesi için deneysel çalışma yapmıştır. Bu deneysel çalışmada yapıyı temsilen toplam 8 adet donatılı ve donatısız eleman üretilmiş bu elemanlardan 48 adet donatılı ve

donatısız karot alınarak farklı koşullarda bekletilmişlerdir. Karot numunelerin basınç dayanımları, kontrol amacı ile üretilen beton numunelerle karşılaştırılarak dayanımlardaki farklılıklar ve bu farklılıklara sebep olan faktörleri araştırılmıştır. Karot basınç dayanımı üzerinde etkili olan faktörlerden örselenme, narinlik ve donatı etkisini bu çalışmada kapsamında araştırmıştır.

Karataş (2012)' in yaptığı çalışmada, A ve B olarak adlandırılan 2x3.5x0.5m ebatlarında farklı dayanım özelliklerine sahip iki kütle betonu dökülmüştür. 28 gün sonra gerekli dayanımları kazanan kütle betonlarından $\Phi 20\text{mm}$, $\Phi 30\text{mm}$, $\Phi 45\text{mm}$, $\Phi 50\text{mm}$, $\Phi 70\text{mm}$, $\Phi 90\text{mm}$, $\Phi 110\text{mm}$, $\Phi 150\text{mm}$, $\Phi 170\text{mm}$ çaplarında karot numuneleri alınmıştır. Alınan karot numuneleri narinlik oranları 1 ve 2 olacak şekilde kesilmiştir. Laboratuvar ortamında karot numune baş kısımları traşlanarak basınç dayanım testine hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan numuneler 300 ton basma kapasiteli beton presinde kırılmıştır. Elde edilen veriler excel programında hazırlanan formülasyonlara girilerek boyut etkisi parametreleri ve grafikleri elde edilmiştir. Sonuçlar, Bazant'ın boyut etkisi yaklaşımı çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Smith (2017), in yaptığı çalışmasında, Standart küp, silindir ve karot basınç dayanımının sonuçların analizini ve yorumlanmasını etkileyebilecek faktörleri tanımlamak için kapsamlı bir literatür ve deneysel çalışma yapılmıştır. Çalışmada, dayanımı (30 ve 50 Mpa) 12 beton karışımı hazırlanarak dökümü yapılmıştır. Daha sonra toplam 520, 100 mm'lik küp, (70, 100 ve 150 mm) çaplı silindir ve (50, 70, 100 ve 150 mm) çaplı karot numuneler alınarak basınç deneyi yapılmıştır. Tüm karot numuneler dökülen kirişlerden alınmıştır. Basınç dayanımı ve istatistiksel sonuçların değerlendirmesinde, 100 mm'lik küp numunelerin dayanımları, 100 mm çaplı karotların dayanımlarında istatistiksel olarak benzerlik görmüştür. Karot ve silindirin çapı basınç dayanımını etkilemiştir. Çap büyüklüğü azaldıkça karot numunelerde dayanımın arttırdığı ve bunun tersine silindir numunelerde ise azaldığını belirtmiştir. Aynı zamanda karot numunelerinin çapı azaldıkça ve maksimum agrega boyutu arttıkça, basınç dayanımında artmış görmüştür. Oysa silindir numunelerde bunun tam tersi olmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Malzeme Özellikleri

Bu tez çalışması kapsamında betonarme bloklarının üretiminde kullanılan beton karışım malzemelerinin, 1m³ beton karışımındaki malzeme miktarları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. 1m³ beton karışımı için kullanılan malzeme miktarları

Malzeme	Miktar(Kg)	Özg.Ağı.(kg/dm ³)	Hacim(dm ³)
Su	170	1	170
Çimento	280	3.08	90.9091
İnce Agregası(0-4)	1080	2.66	406.015
Orta Agregası(8-16)	185	2.68	69.0299
İri Agregası(11-22)	665	2.69	247.212
Hava İçeriği	%1.5*1000	-	15
TOPLAM	2382.8	-	998.2

Yukarıda beton karışımında miktarları belirtilen malzemelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıda verilmektedir.

3.1.1. Beton üretiminde kullanılan çimentonun özellikleri

Bu tez çalışmasının kapsamında, betonarme blokların üretiminde CEM II/A-M(P,L) 42.5 R çimentosu kullanılmıştır. CEM II/A-M(P,L) 42.5 R çimentosu beton üretiminde kullanım bakımından uygun bir çimento türüdür. Çabuk hidrate olarak sertleşir. İçerisinde kimyasal bileşen olarak C₃S barındırır, bu kimyasal bileşen sayesinde beton karışımı erken dayanım sağlar. Beton üretiminde kullanılan çimentonun kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'te verilmektedir.

Çizelge 3.2. CEM II/A-M(P,L) 42.5 R çimentosunun kimyasal özellikleri

Kimyasal Özellikler	Birim	Değerler
Kükürt Trioksit(SO ₃)	%	3.49
Klorür(Cl)	%	0.03
K ₂ O	%	0.68
Na ₂ O	%	0.45

Çizelge 3.3. CEM II/A-M(P,L) 42.5 R çimentosunun fiziksel özellikleri

Fiziksel Özellikler	Birim	Değerler
2. gün sonunda basınç dayanım değeri	N/mm ²	31.1
7. gün sonunda basınç dayanım değeri	N/mm ²	43.7
28. gün sonunda basınç dayanım değeri	N/mm ²	51.9
Priz başlangıç Süresi	Dakika	190
Hacim genleşmesi değeri	mm	1

3.1.2. Beton üretiminde kullanılan agrega özellikleri

Deney elemanlarının üretiminde beton karışım malzemesi olarak kullanılan agregalar Darbazlar madencilik şirketine ait taş ocağından temin edilmiş olup, bunlar 0-4 mm kum, 8-16 orta ve 11-22 ırı agrega olarak üç gruptan oluşmaktadır.

Beton karışım sırasında kullanılan agregalara ait özgül ağırlıklar Çizelge 3.4'te, su emme yüzdeleri ise Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. beton karışımında kullanılan agregaların özgül ağırlıkları

Agrega Tipi	Özgül Ağırlık(g/cm ³)
0-4mm ince	2.71
8-16 mm orta	2.72
11-22 mm ırı	2.7

Çizelge 3.5. beton karışımında kullanılan agregaların özgül ağırlıkları

Agrega Tipi	Su Emme (%)
0-4mm ince	1.4
8-16 mm orta	0.5
11-22 mm ırı	0.5

3.1.3. Beton karışımında kullanılan suyun özellikleri

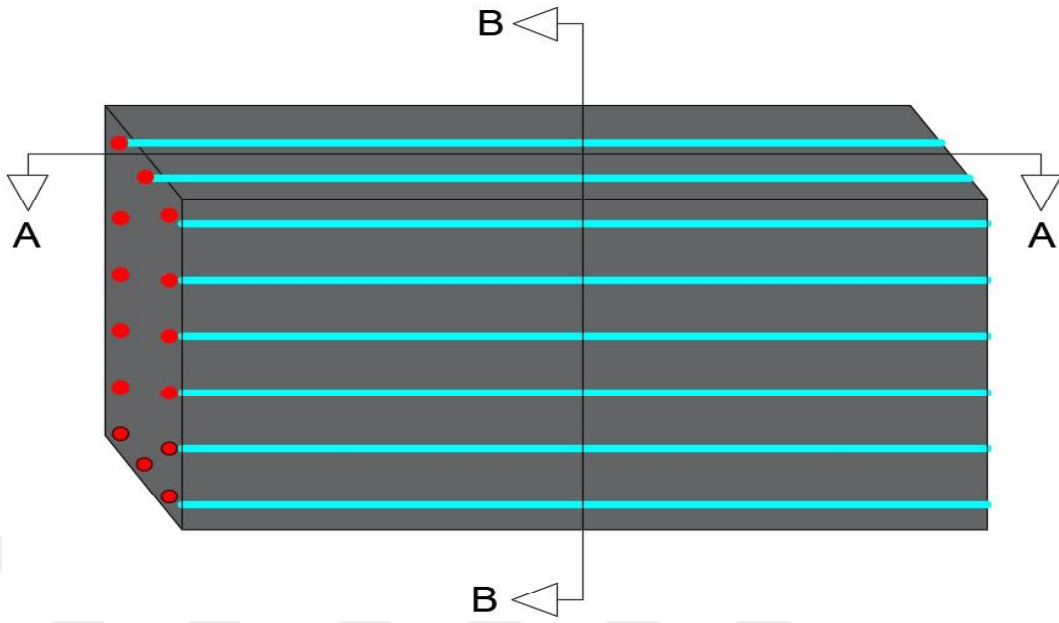
Beton üretimindeki su Konya 1. oraganize sanayi bölgesinin şebeke suyundan temin edilip, karışım suyu olarak kullanılmıştır. Karışım suyunun özellikleri Çizelge 3.6'daki gibidir.

Çizelge 3.6. Beton karışımında kullanılan suyun özellikleri

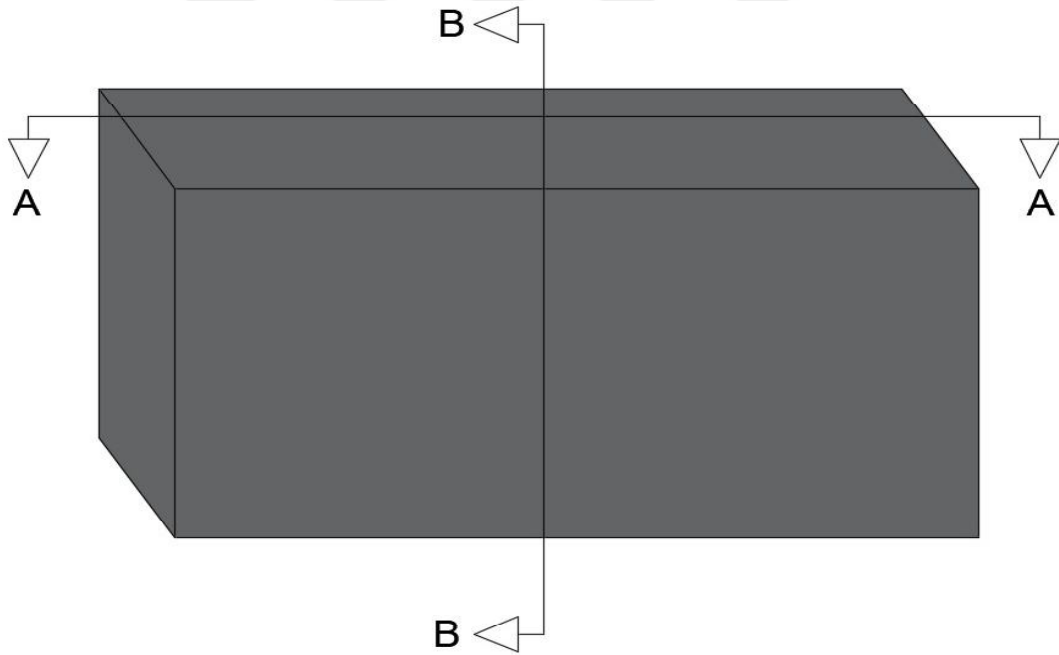
Parametre	Analiz Metodu	Birim	Değer
PH(25° C)	SM 4500H ⁺ B		6.57
İletkenlik	SM 2510 B	µs/cm	2017.00
Klörür(Cl)	SM 4500-Cl ⁻ B	mg/L	161.05
Sülfat(SO ₄)	SM 4500-SO ₄ ⁻ C	mg/L	102.49
Nitrat(NO ₃)	4500 NO ₃ ⁻ B	mg/L	138.50
Alkalinite	SM 2320 B	mg/L	362.50

3.2. Deney Elemanlarının Tasarımı

Bu deneysel tez çalışmasında karot numuneler alınarak, yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesinde donatı, döküm yönü ve nem etkisinin araştırılması için Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'deki gibi iki adet 200 x 100 x 40 cm' lik biri betonarme diğeri ise salt beton blokların üretilmesi planlanmıştır.



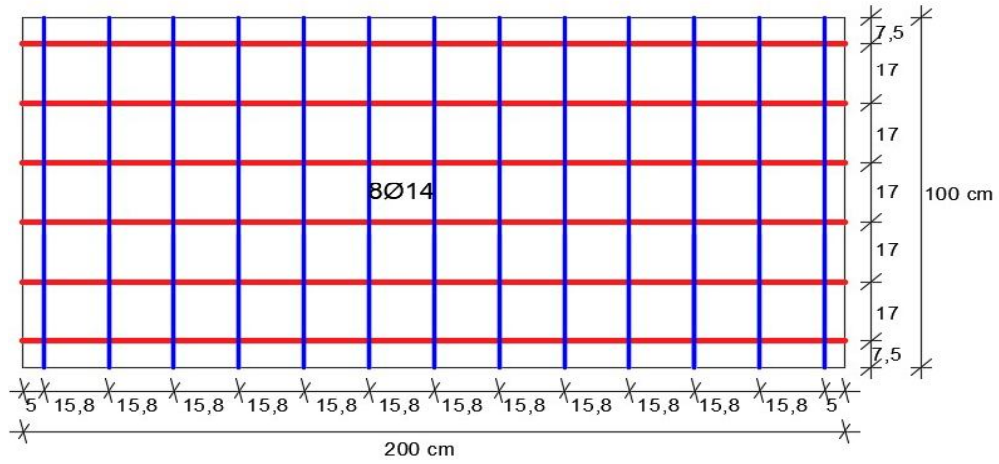
Sekil 3.1. Karot numunelerinin alınması için üretilen betonarme blok.



Sekil 3.2. Karot numunelerinin alınması için üretilen salt beton blok.

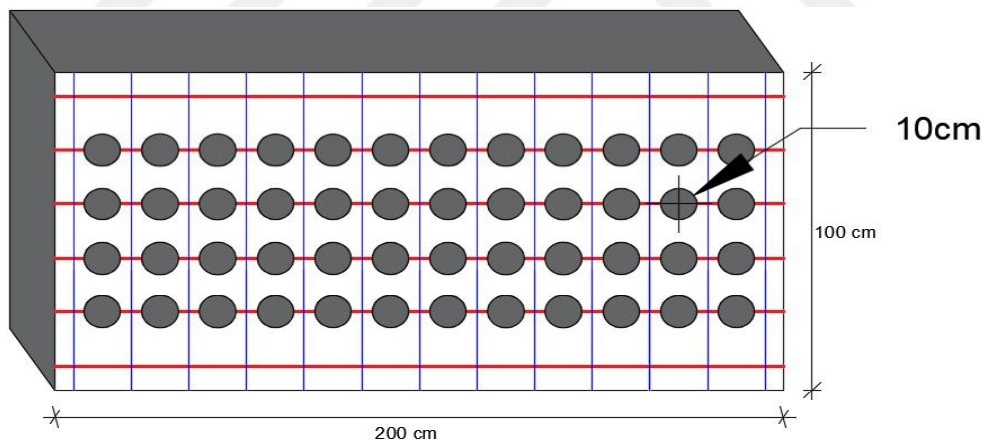
Çalışmada yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesinde donatı parçasının karot basınç dayanımına etkisini araştırmak için, betonarme bloğun içinde kullanılan demirlerin donatı şeması Şekil 3.3'te gösterilmiştir.

A-A Kesiti

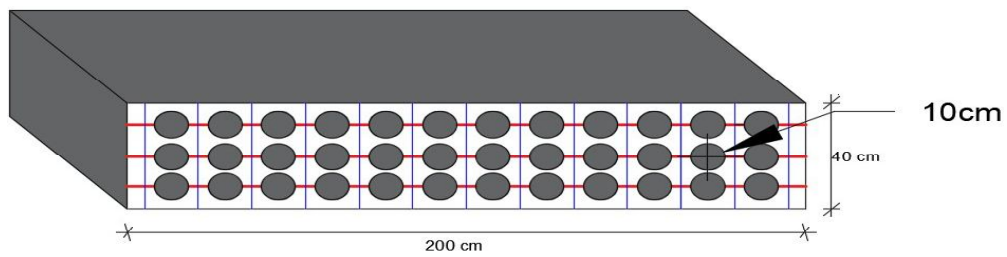


Şekil 3.3. Betonarme bloğun A-A kesitindeki donatı şeması.

Döküm yönünün Karot basınç dayanımına etkisini araştırmak için, Betonarme bloktan Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'teki gibi döküm yönüne dik donatılı ve döküm yönüne paralel donatılı karot numunelerinin alınması planlanmıştır.

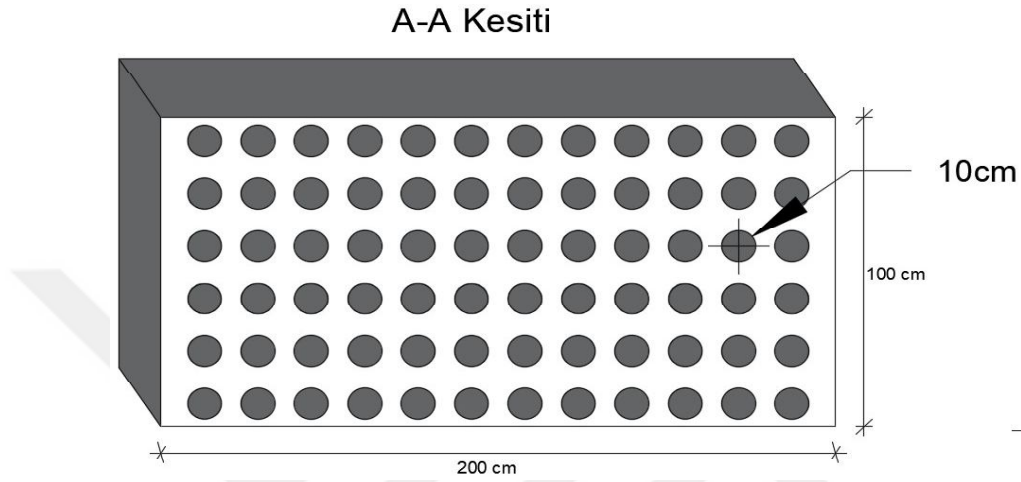


Şekil 3.4. Döküm yönüne dik donatılı karotların alınması için üretilen betonarme blok

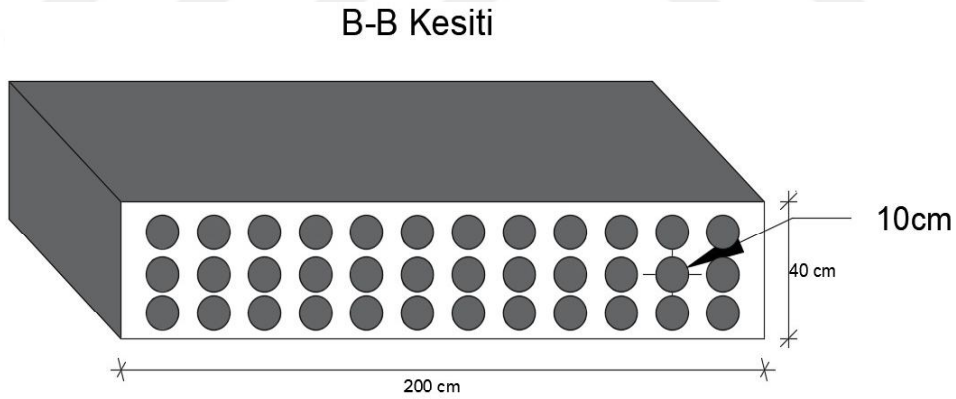


Şekil 3.5. Döküm yönüne paralel donatılı karotların alınması için üretilen betonarme blok

Döküm yönünün, donatısız karot numunelerinin basınç dayanımına etkisini değerlendirmek için, salt beton bloktan döküm yönüne dik Donatısız ve döküm yönüne paralel donatısız karot numunelerinin alınmasının çizim planı Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.6. Döküm yönüne dik donatısız karotların alınması için üretilen salt beton blok



Şekil 3.7. Döküm yönüne paralel donatısız karotların alınması için üretilen salt beton blok

3.2.1. Deney elemanlarının üretimi

Karot basınç dayanımının belirlenmesinde donatı, döküm yönü ve nem etkisinin araştırması için Şekil 3.8’deki gibi 200 x 100 x 40 cm’lik betonarme ve salt beton bloğun kalıbı üretildi. Karot basınç dayanımına, donatı parçasının etkisini

araştırılması için, betonarme bloğun içinde Şekil 3.9'daki gibi 16 adet $\Phi 14$ boyuna donatı ve 24 adet $\Phi 8$ enine donatı yerleştirilmiştir.



Şekil 3.8. Betonarme ve salt beton blok kalıbının üretimi



Şekil 3.9. Betonarme bloğun donatısının yerleştirilmesi

Kalıp imalatından sonra demirler yerleştirilerek Erdiñç Hazır Betondan C25 sınıfı hazır beton temin edildi. Daha sonra Şekil 3.10'daki gibi döküm için hazır halde bulunan kalıplara beton dökümü yapılmıştır.



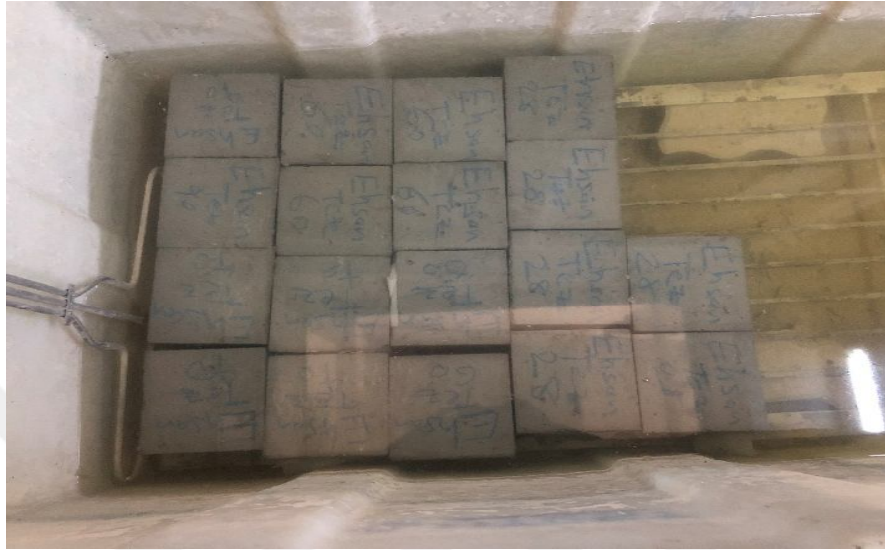
Şekil 3.10. Betonarme ve salt beton blokların beton dökümü

Dökümü yapılan hazır betonun standart küp numuneler ile basınç dayanımını belirlemek için TS EN 12390-1 yönetmeliğine uygun Şekil 3.11'deki gibi standart küp numuneler alınmıştır.



Şekil 3.11. Standart küp numunelerin alınması

Alınan numuneler bir gün alındığı yerde bekletildikten sonra Şekil 3.12'deki gibi kalıplardan çıkartılarak, TS EN 12390-2 yönetmeliğine göre 20 C⁰ sıcaklıkta 28, 60 ve 90 gün boyunca kür havuzunda tutulmuştur.



Şekil 3.12. standart küp numunelerin kür havuzunda bekletilmesi



Şekil 3.13. donatılı karot numunelerinin alınması için üretilen betonarme blok.

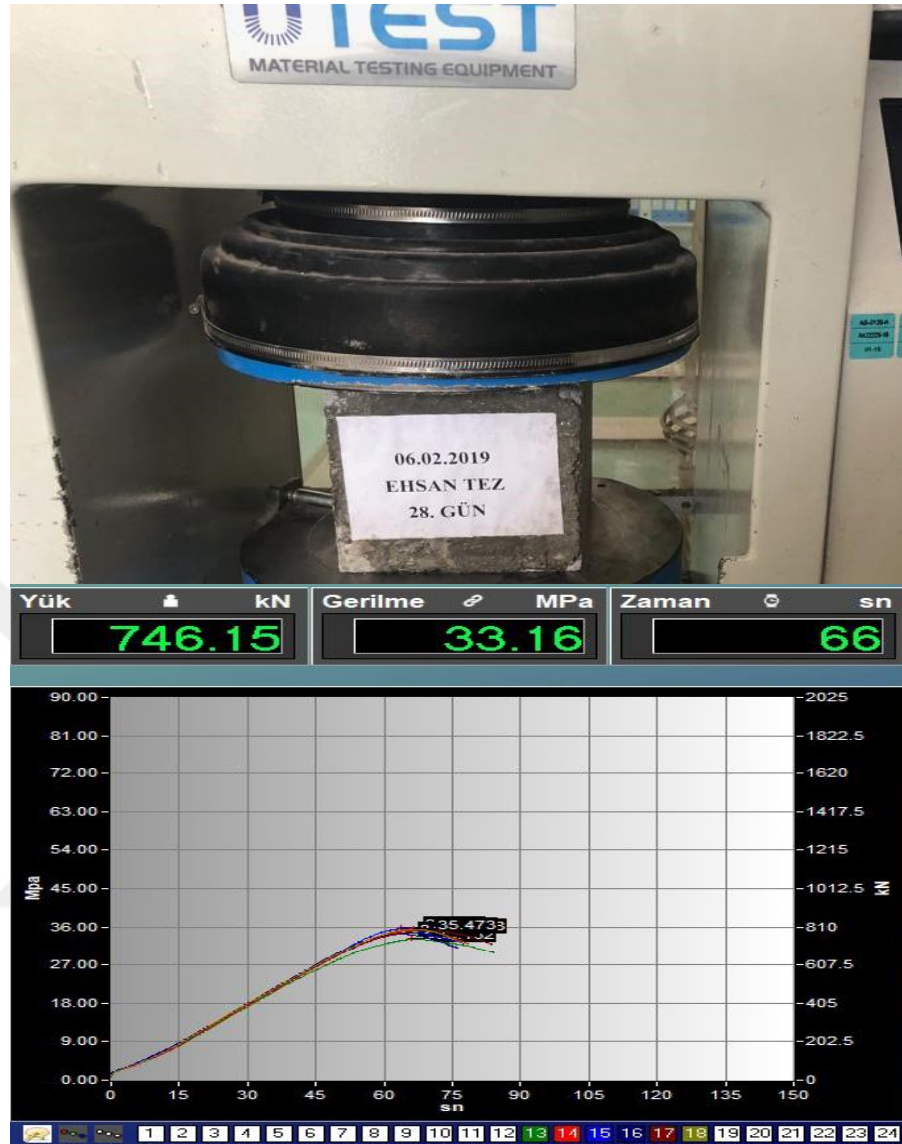


Şekil 3.14. normal karot numunelerinin alınması için üretilen salt beton blok

3.3. Sertleşmiş Beton Deneylei

3.3.1. Standart küp numunelerin basınç dayanım deneyi

Üretimi yapılan deney elemanlarının istenilen dayanıma sahip olup, olmadığını belirlemek için alınan standart 150 x 150 x 150 cm küp numuneler 28, 60 ve 90 gün boyunca havuza bekletildikten sonra çıkartılarak basınç deneyine tabi tutulmuştur. Deney makinesi Şekil 3.15'te olduğu gibi UTEST firmasına ait olup numunelerin kırımı sırasında kırım hızı 0.6 Mpa/s olarak ayarlanmıştır.



Şekil 3.15. Standart 150 x 150 x 150 cm küp numunelerin 28, 60 ve 90 gün deneyleri

3.3.2. Karot numunelerin basınç dayanımı deneyi

Bu tez çalışmasının kapsamında üretilen betonarme ve salt beton bloklardan yerinde beton basınç dayanımını belirlemek için, TS EN 12504 – 1 Yönetmeliğine uygun 28, 60 ve 90. günlerde toplamda 144 adet donatılı, donatısız karot numuneler alınmıştır. Alınan karot numuneler daha sonra sırası ile yarısı üç gün boyunca laboratuvar ortamında, kalan yarısı ise su içinde kür edilmiştir. 3. gün sonunda Şekil 3.16'daki gibi başlıklama işlemi yapılarak basınç deneyine tabi tutulmuştur.



Şekil 3.16. Çalışma kapsamında alınan karot numunelerin 28, 60 ve 90 gün deneyleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Tez çalışmasının bu bölümünde üretilen deney elemanlarından alınan karot numunelerinin farklı parametreler göre basınç deney sonuçları verilmiştir.

Deney elemanları olarak üretilen betonarme ve salt beton bloklardan beton dökümü yapıldıktan 28, 60 ve 90. günler sonunda her aşamada 48 adet olmak üzere toplamda 144 adet donatılı, donatısız karot numunesi alınmıştır. Alınan karot numuneler farklı uzunluklarda olduğundan kesilerek boy ve çapı eşit ve 93 mm boyutlara getirilmiştir. Daha sonra karot numunelerinin basınç deneyi sırasında yükün homojen bir şekilde karotlara yüklenmesi için başlıklama işlemi yapılmıştır. Başlıklama işleminden sonra numuneler sırası ile basınç deneyine tabi tutulmuştur.

Karotların basınç dayanımlarının belirlenmesinde, donatı döküm yönü ve nem etkisini incelenmesi için alınan karotlar 8 grup halına getirilmiştir. Her grup içinde 6 adet karot numunesi bulunmaktadır. Bu gruplar aşağıdaki gibidir.

- 1-Döküm yönüne dik normal(DYDN)
- 2-Döküm yönüne paralel normal(DYPN)
- 3-Döküm yönüne dik donatılı(DYDD)
- 4-Döküm yönüne paralel donatılı(DYPD)
- 5-Döküm yönüne dik normal nemli(DYDNN)
- 6-Döküm yönüne paralel normal nemli(DYPNN)
- 7-Döküm yönüne dik donatılı nemli(DYDDN)
- 8-Döküm yönüne paralel donatılı nemli(DYDPN)

Her aşamada 28, 60 ve 90. günlerde 48 adet karot numunesi alınarak, ilk dört(1-4) grup karot numuneler üç gün boyunca laboratuvar ortamında, kalan (5-8) grup ise üç gün boyunca su içinde kür edilmiştir. Tüm grup numuneler üç gün sonra başlık yapılarak basınç deneyine tabi tutulmuştur.

4.1. Karot Numunelerinin Alınması

Karot numuneleri TS EN 12504 – 1 Yönetmeliğine uygun boy / çap (l/d) oranı eşit ve 93 mm olacak şekilde 28, 60 ve 90. gün sonunda üç aşamada her aşamada 48 adet olmak üzere toplam 144 adet alınmıştır. Karot numunelerinin almında kullanılan

karot alma makinesi ve donatılı karotların düzgün bir şekilde alınabilmesi için kullanılan Hilti Ferroskan demir tarayıcı cihazı (röntgen) makinesi Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Karot numunelerinin alınması için kullanılan karot makinesi ve röntgen cihazı

Bu deneysel çalışma kapsamında, yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesinde donatı, döküm yönü ve nem etkisinin araştırılması için, beten dökümü yapıldıktan 28 gün sonra döküm yönüne dik, döküm yönüne paralel donatılı donatısız toplamda 48 adet karot numunesi Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'teki gibi alınmıştır.



Şekil 4.2. Farklı yönlere göre 28 günlük donatısız karot numunelerinin alınması



Şekil 4.3. Farklı yönlere göre 28 günlük donatılı karot numunelerinin alınması

Beton dökümünden 60 gün sonrasında döküm yönüne dik ve döküm yönüne paralel donatılı, donatısız Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'teki gibi 48 adet karot numunesi alınmıştır.



Şekil 4.4. Farklı yönlere göre 60 günlük donatısız karot numunelerinin alınması



Şekil 4.5. Farklı yönlere göre 60 günlük donatılı karot numunelerinin alınması

Çalışma kapsamında deney elemanlarının üretiminden 90. gün sonunda betonarme ve salt beton bloktan döküm yönüne dik ve döküm yönüne paralel donatılı, donatısız Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de olduğu gibi 48 adet karot numunesi alınmıştır.



Şekil 4.6. Farklı yönlere göre 90 günlük donatısız karot numunelerinin alınması



Şekil 4.7. Farklı yönlerde 90 günlük donatılı karot numunelerinin alınması

4.1.1. Karot Numunelerinin kesimi

Karot numuneleri yapı elemanlarından alınırken farklı boylarda olmaktadır. Bu yüzden bu çalışmada başlıklama işlemine geçmeden önce tüm karot numunelerin şekil 4.8'deki gibi boyutları eşit ve 93 mm olacak şekilde kesilmiştir.



Şekil 4.8. Çalışma kapsamında alınan karot numunelerinin kesim işlemi

4.1.2. Karot Numunelerinin su işinde kür edilmesi

Deney elemanlarının üretiminden 28, 60 90. gün sonunda, farklı parametrelere bağlı olarak alınan karot numunelerinin basınç dayanımına nem etkisini araştırmak için,

alınan karotların yarısı kesim işlemi yapıldıktan sonra üç gün boyunca Şekil 4.9'daki gibi 20 °c sıcaklıkta su içinde kür edilmiştir. Üç gün suda kür edildikten sonra başlıklararak basınç deneyine tabi tutulmuştur.



Sekil 4.9. Çalışma kapsamında alınan karot numunelerinin kesim işleminden sonra suda kür edilmesi

4.1.3. Karot Numunelerinin başlıklanması

Alınan karot numuneler istenilen boyutlara kesildikten sonra Şekil 4.10'daki gibi başlık yapılmıştır. Başlık malzemesi olarak %75 kükürt ve %25 oranında grafit kullanılmıştır. Başlıklama işleminden sonra tüm grup karot numuneler basınç deneyine tabi tutulmuştur (Aydın ve ark 2017).



Şekil 4.10. Çalışma kapsamında alınan karot numunelerinin başlıklama işlemi

4.2. Karot Numunelerinin Basınç Deneyi

Alınan karot numuneleri istenilen ebatlara kesildikten sonra başlıklama işlemi yapılarak TS EN 12390-3 yönetmeliğine göre basınç deneyine tabi tutulmuştur.

Deney elemanlarının üretiminden 28 gün sonra donatılı, donatısız karot numunelerinin basınç deneyleri Şekil 4.11'deki gibi yapılmıştır.



Şekil 4.11. Çalışma kapsamında alınan karot numunelerinin 28 günlük basınç deneyi

Tez çalışması kapsamında üretilen deney elemanlarından 60 gün sonunda alınan döküm yönüne dik, döküm yönüne paralel donatılı donatısız karot numuneler Şekil 4.12’de olduğu gibi basınç deneyine tabi tutulmuştur.



Şekil 4.12. Çalışma kapsamında alınan karot numunelerinin 60 günlük basınç deneyi

Beton dökümünden 90. gün sonra döküm yönüne dik, döküm yönüne paralel donatılı ve donatısız alınan karot numuneler Şekil 4.13’teki gibi basınç deneyine tabi tutulmuştur.



Şekil 4.13. çalışma kapsamında alınan karot numunelerinin 90 günlük basınç deneyi

4.2.1. Karot numunelerinin basınç deney sonuçları

4.2.1.1. 28 günlük karot numunelerinin basınç deney sonuçları

Tez projesi kapsamında üretilen deney elemanlarından 28. gün sonunda döküm yönüne dik ve döküm yönüne paralel donatılı, donatısız 48 adet karot numunesi alınmıştır. Karot numunelerinin ebatları 93 mm kesildikten sonra başlıklama işlemi yapılmıştır. Deney esnasında karot numuneleri 8 gruba ayrılmıştır. Her grupta 6 adet karot numunesi bulunmaktadır. Gruplara ayrıldıktan sonra Şekil 4.14'teki gibi tüm karotlar basınç deneyine tabi tutulmuştur.



Şekil 4.14. 28 günlük karot numunesinin kırım makinesindeki basınç deneyi şekli

Bu bölümün birinci sayfasında adlandırılan tüm grup karot numunelerin basınç dayanımları ve her grubun ortalama basınç dayanımları sırası ile Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. 28 Günlük DYDN grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.587	226.9	33.41	33.971
2	93	93	2.606	220.8	32.50	
3	93	93	2.644	246.8	36.34	
4	93	93	2.602	226.8	33.40	
5	93	93	2.613	239.6	35.28	
6	93	93	2.604	223.2	32.86	

Çizelge 4.2. 28 Günlük DYPN grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.629	229.6	33.81	32.752
2	93	93	2.620	206.4	30.39	
3	93	93	2.651	215.9	31.80	
4	93	93	2.626	234.3	34.51	
5	93	93	2.594	212.3	31.18	
6	93	93	2.617	236.3	34.82	

Çizelge 4.3. 28 Günlük DYDD grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.596	242.2	35.65	35.115
2	93	93	2.601	247.3	36.41	
3	93	93	2.623	237.1	34.90	
4	93	93	2.645	230.8	33.98	
5	93	93	2.629	226.7	33.37	
6	93	93	2.640	247.2	36.38	

Çizelge 4.4. 28 Günlük DYPD grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.609	194.0	28.56	28.695
2	93	93	2.617	181.2	26.67	
3	93	93	2.664	183.7	27.04	
4	93	93	2.626	202.1	29.75	
5	93	93	2.604	206.6	30.42	
6	93	93	2.618	201.9	29.73	

Çizelge 4.5. 28 Günlük DYDNN grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.672	223.2	32.85	31.651
2	93	93	2.956	220.0	32.39	
3	93	93	2.674	231.7	34.11	
4	93	93	2.694	201.8	29.70	
5	93	93	2.688	203.1	29.91	
6	93	93	2.685	209.9	30.91	

Çizelge 4.6. 28 Günlük DYPNN grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.691	201.4	29.66	31.421
2	93	93	2.687	209.1	30.78	
3	93	93	2.658	228.5	33.60	
4	93	93	2.701	211.9	31.19	
5	93	93	2.714	204.0	30.04	
6	93	93	2.698	225.2	33.15	

Çizelge 4.7. 28 Günlük DYDDN grup ortalama karot basınç dayanımları

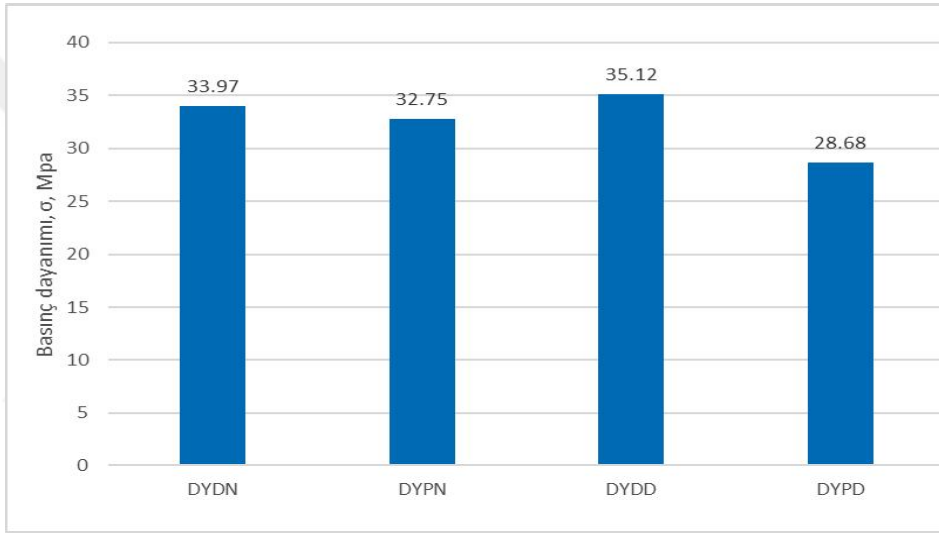
No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.726	235.9	34.73	34.101
2	93	93	2.743	236.3	34.78	
3	93	93	2.735	223.7	32.94	
4	93	93	2.740	240.5	35.41	
5	93	93	2.756	218.6	32.18	
6	93	93	2.748	234.5	34.53	

Çizelge 4.8. 28 Günlük DYPDN grup ortalama karot basınç dayanımları

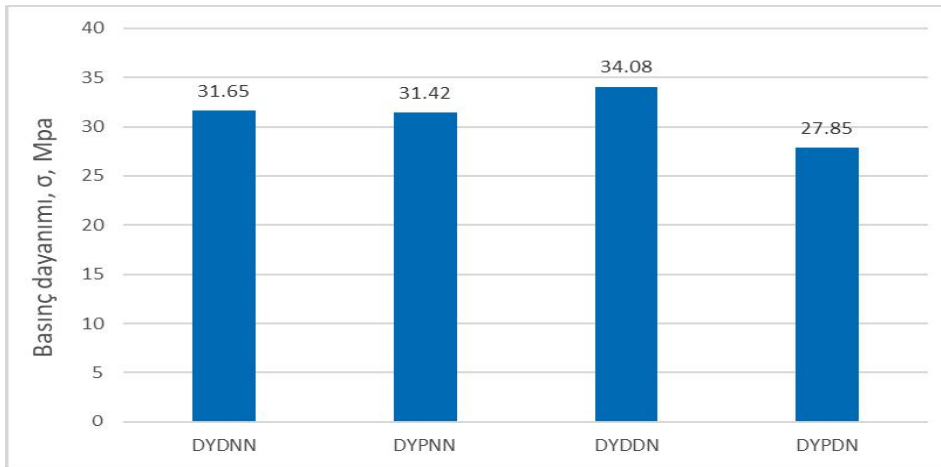
No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.729	200.4	29.51	27.469
2	93	93	2.743	193.6	28.50	
3	93	93	2.758	183.7	27.05	
4	93	93	2.724	184.3	27.13	
5	93	93	2.658	194.3	28.61	
6	93	93	2.803	179.3	26.39	

4.2.1.2. 28 Günlük karot basınç sonuçlarının grafiksel olarak değerlendirilmesi

Deney elemanlarının üretiminden 28. gün sonunda toplamda 48 adet karot numunesi alınarak basınç deneyi yapılmıştır. Karot numuneleri döküm yönüne dik ve döküm yönüne paralel donatılı, donatısız olmak üzere dört kısma ayrılmıştır. Daha sonra 48 adet karot numunesinin yarısı nem etkisinin araştırılması için su içinde kür edilmiştir. Böylece her aşamada alınan karot numuneler sekiz gruba ayrılmıştır. Aşağıda Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da 28. gün sonunda farklı parametrelere bağlı olarak alınan karot numunelerinin basınç dayanım sonuçları verilmiştir.

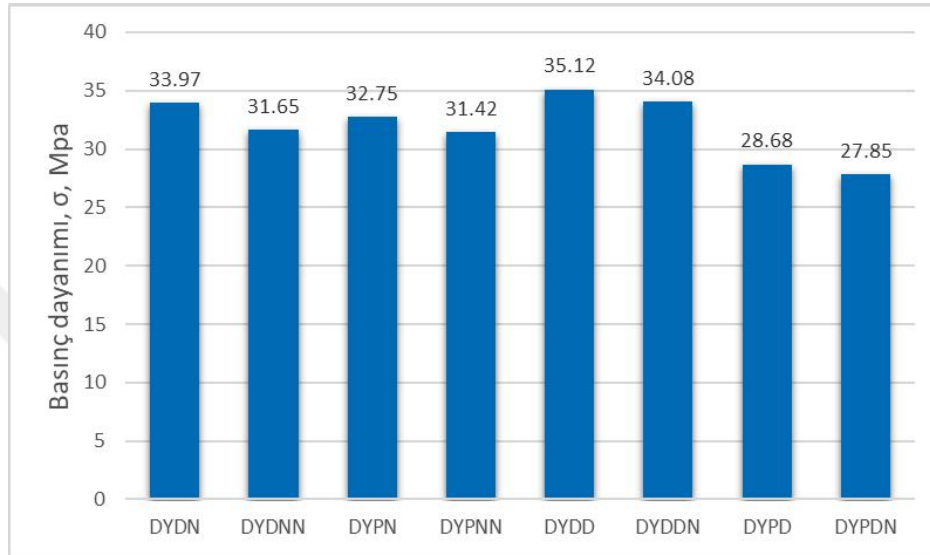


Şekil 4.15. 28 Günlük laboratuvar ortamında bekletilen karotların grup ortalama basınç dayanımları



Şekil 4.16. 28 Günlük su içinde kür edilen karotların grup ortalama basınç dayanımları

Su içinde kür edilen karot numunelerinin basınç dayanımlarının laboratuvar ortamında bekletilen karot numunelerinin basınç dayanımına farkını daha net bir şekilde görebilmek için tüm karot gruplarının basınç dayanımları Şekil 4.17'deki gibi bir grafikte altında verilmiştir.



Şekil 4.17. 28 Günlük tüm grup karot numunelerinin ortalama basınç dayanımları

Şekil 4.17, 28 günlük karot basınç deney sonuçları incelendiğinde laboratuvar ortamındaki karotların basınç dayanımlarında, döküm yönüne dik alınan donatılı karotların dayanımları döküm yönüne paralel alınan donatısız karotların dayanımına göre %1-%2 arasında bir artışın olduğu görülmüştür. Bu belki betonun döküm yönüne biraz daha sıkıştığını göstermektedir.

Döküm yönüne dik alınan donatılı karotların basınç dayanımları, döküm yönüne paralel alınan donatılı karotların dayanımına göre %10-%12 yüksek çıkmıştır. Farkın bu kadar yüksek olması donatısız karotlarda olduğu gibi boyuna donatıların döküm yönünde agregalarla daha iyi aderans göstermesinden kaynaklanabilmektedir.

Döküm yönüne dik alınan donatılı karotların basınç dayanımlarında döküm yönüne dik ve paralel alınan donatısız karotların dayanımına göre %1-%3 artış olmuştur. Bu artışın karot numunelerinin içindeki donatının tam ortasında bulunmasından ve donatının agrega gibi davrandığı içindir. Fakat donatının karot numunelerinin kenarlarında bulunması durumunda, basınç dayanımını düşürdüğünü unutmamalıdır.

4.2.1.3. 60 günlük karot numunelerinin basınç deneyi sonuçları

Deney elemanlarının üretiminden 60. gün sonunda alınan döküm yönüne dik, döküm yönüne paralel donatılı ve donatısız karot numunelerinin ve grup ortalamalarının basınç deney sonuçları Çizelge 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. 60 Günlük DYDN grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.591	236.3	34.78	35.93
2	93	93	2.596	244.4	35.98	
3	93	93	2.623	244.7	36.02	
4	93	93	2.569	238.5	35.11	
5	93	93	2.629	243.8	35.90	
6	93	93	2.640	256.7	37.78	

Çizelge 4.10. 60 Günlük DYPN grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.623	239.3	35.22	34.89
2	93	93	2.645	243.4	35.83	
3	93	93	2.645	236.2	34.70	
4	93	93	2.526	241.7	34.88	
5	93	93	2.602	247.1	33.45	
6	93	93	2.572	244.3	35.05	

Çizelge 4.11. 60 Günlük DYDD grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.596	263.7	38.82	37.46
2	93	93	2.601	247.3	36.41	
3	93	93	2.623	253.6	37.33	
4	93	93	2.645	250.1	36.82	
5	93	93	2.661	248.9	36.65	
6	93	93	2.677	263.2	38.75	

Çizelge 4.12. 60 Günlük DYPD grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.666	200.6	29.53	30.64
2	93	93	2.623	198.7	29.25	
3	93	93	2.658	207.4	30.53	
4	93	93	2.636	224.0	32.98	
5	93	93	2.623	210.3	30.97	
6	93	93	2.618	207.8	30.59	

Çizelge 4.13. 60 Günlük DYDNN grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.711	225.1	33.14	33.87
2	93	93	2.707	242.2	35.66	
3	93	93	2.715	240.9	35.46	
4	93	93	2.722	227.0	33.42	
5	93	93	2.731	226.9	33.41	
6	93	93	2.716	218.3	32.14	

Çizelge 4.14. 60 Günlük DYPNN grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.689	228.0	33.56	33.49
2	93	93	2.701	226.1	33.29	
3	93	93	2.696	219.8	32.36	
4	93	93	2.693	230.2	33.89	
5	93	93	2.687	237.4	34.95	
6	93	93	2.680	223.4	32.89	

Çizelge 4.15. 60 Günlük DYDDN grup ortalama karot basınç dayanımları

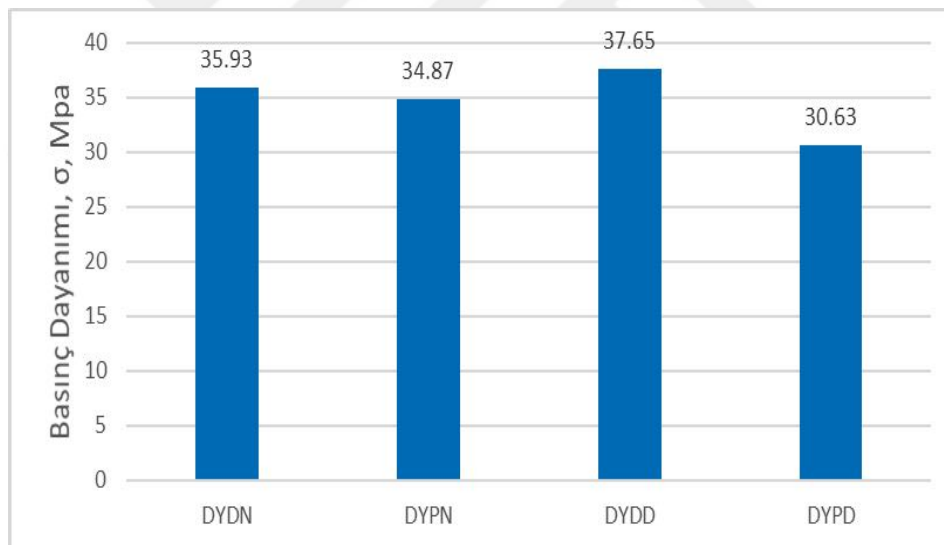
No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.726	232.7	34.25	35.16
2	93	93	2.743	255.6	37.63	
3	93	93	2.756	233.4	34.35	
4	93	93	2.740	240.5	35.40	
5	93	93	2.756	246.7	36.32	
6	93	93	2.772	224.0	32.98	

Çizelge 4.16. 60 Günlük DYPDN grup ortalama karot basınç dayanımları

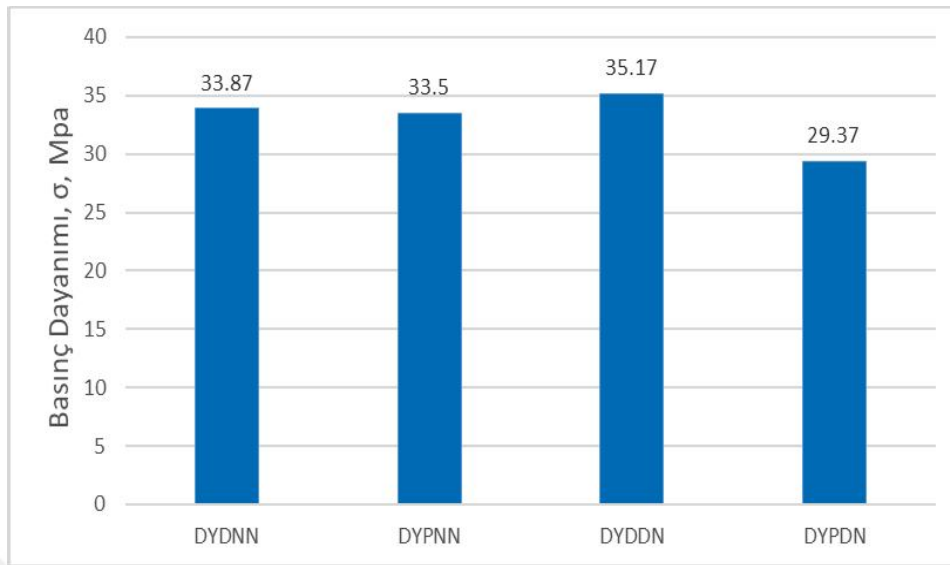
No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.729	191.0	28.11	29.36
2	93	93	2.846	194.2	28.59	
3	93	93	2.756	192.3	28.31	
4	93	93	2.745	201.3	29.64	
5	93	93	2.723	209.6	30.85	
6	93	93	2.803	208.2	30.65	

4.2.1.4. 60 Günlük karot basınç sonuçlarının grafiksel olarak değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında üretilen beton bloklardan 60. gün sonunda döküm yönüne dik ve döküm yönüne paralel donatıl, donatısız toplamda 48 adet karot numunesi alınarak basınç deneyine tabi tutulmuştur. 60 günlük farklı parametrelere göre alınan karotların basınç deney sonuçlarının karşılaştırılması Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'deki gibidir.

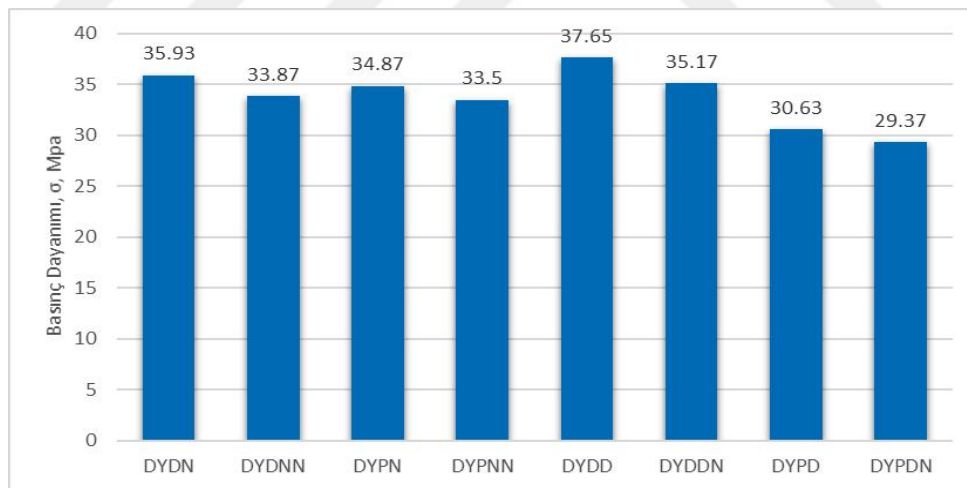


Şekil 4.18. 60 Günlük laboratuvar ortamında bekletilen karotların grup ortalama basınç dayanımları



Şekil 4.19. 60 Günlük su içinde kür edilen karotların grup ortalama basınç dayanımları

60 günlük karot numunelerinin basınç dayanımında nem etkisini görebilmek için, laboratuvar ve su içinde kür edilen karot numunelerini Şekil 4.20’de tek grafik altında verilmiştir.



Şekil 4.20. 60 Günlük tüm grup karot numunelerinin ortalama basınç dayanımları

Şekil 4.20’de, 60 günlük karot numunelerin basınç deney sonuçlarına bakıldığında döküm yönüne dik alınan donatılı ve donatısız karotların basınç dayanımları döküm yönüne paralel alınan karotların basınç dayanımına göre yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi ise beton heterojen bir malzeme olmasından ve döküm yönünde biraz daha sıkıştığından kaynaklanmaktadır.

Döküm yönüne dik alınan donatılı karotların basınç dayanımları, döküm yönüne dik alınan donatısız karotların basınç dayanımlarına göre artığı görülmüştür. Artışın sebebi ise donatı parçasının karot numunesinin tam orta kısmında olmasından ve donatının bir agrega parçası gibi devrandığından kaynaklanmaktadır.

Çalışmada 60 günlük karotların basınç deney sonuçları 28 günlük karotların dayanımlarına göre artığı ve bu artışın betonun zamanla dayanım kazandığını göstermiştir.

Laboratuvar ortamında olduğu gibi su içinde de bulundurulan karot numunelerinde, döküm yönüne dik alınan donatısız karotların dayanımları döküm yönüne paralel alınan donatısız karotların dayanımına göre %1-%1.5 arasında bir artışın olduğu görülmüştür.

4.2.1.5. 90 Günlük karot numunelerinin basınç deney sonuçları

Çalışma kapsamında karot basınç dayanımının değerlendirmesinde deney elemanlarının üretiminden 90 gün sonra alınan döküm yönüne dik, döküm yönüne paralel donatılı ve donatısız karot numunelerinin basınç deney sonuçları Çizelge 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23 ve 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.17. 90 Günlük DYDN grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.601	249.8	36.78	36,972
2	93	93	2.596	253.3	37.29	
3	93	93	2.628	245.4	36.13	
4	93	93	2.569	248.8	36.63	
5	93	93	2.591	260.0	38.27	
6	93	93	2.640	249.5	36.73	

Çizelge 4.18. 90 Günlük DYPN grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.577	245.1	36.08	35.99
2	93	93	2.604	245.1	36.12	
3	93	93	2.645	238.8	35.15	
4	93	93	2.626	252.4	35.58	
5	93	93	2.594	227.2	36.38	
6	93	93	2.617	238.1	35.96	

Çizelge 4.19. 90 Günlük DYDD grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.677	255.1	37.56	38,272
2	93	93	2.613	261.6	38.50	
3	93	93	2.645	259.8	38.24	
4	93	93	2.661	263.7	38.82	
5	93	93	2.651	263.3	38.75	
6	93	93	2.669	256.5	37.76	

Çizelge 4.20. 90 Günlük DYPD grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.632	222.2	32.71	32,195
2	93	93	2.631	216.8	31.92	
3	93	93	2.658	224.2	33.01	
4	93	93	2.636	218.0	32.10	
5	93	93	2.623	210.3	30.97	
6	93	93	2.618	220.5	32.46	

Çizelge 4.21. 90 Günlük DYDNN grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.727	240.0	35.33	34,822
2	93	93	2.746	233.5	34.37	
3	93	93	2.735	241.1	35.49	
4	93	93	2.739	234.2	34.47	
5	93	93	2.715	233.9	34.44	
6	93	93	2.697	236.6	34.83	

Çizelge 4.22. 90 Günlük DYPNN grup ortalama karot basınç dayanımları

No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.711	230.9	33.99	34.55
2	93	93	2.708	230.5	33.94	
3	93	93	2.726	235.1	34.62	
4	93	93	2.716	236.4	34.81	
5	93	93	2.731	243.0	35.77	
6	93	93	2.721	231.9	34.15	

Çizelge 4.23. 90 Günlük DYDDN grup ortalama karot basınç dayanımları

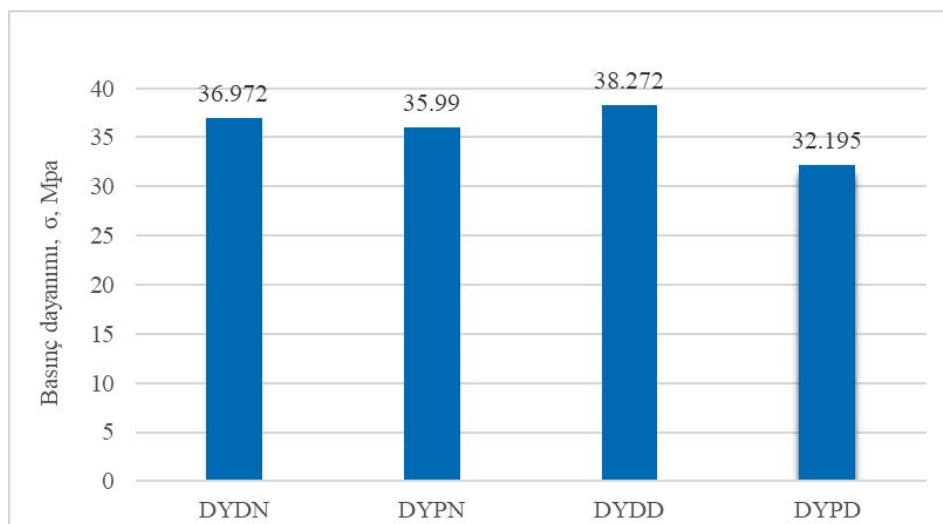
No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.751	253.3	37.29	36,975
2	93	93	2.734	251.8	37.07	
3	93	93	2.738	253.3	37.30	
4	93	93	2.746	244.9	36.06	
5	93	93	2.751	250.9	36.94	
6	93	93	2.744	252.6	37.19	

Çizelge 4.24. 90 Günlük DYPDN grup ortalama karot basınç dayanımları

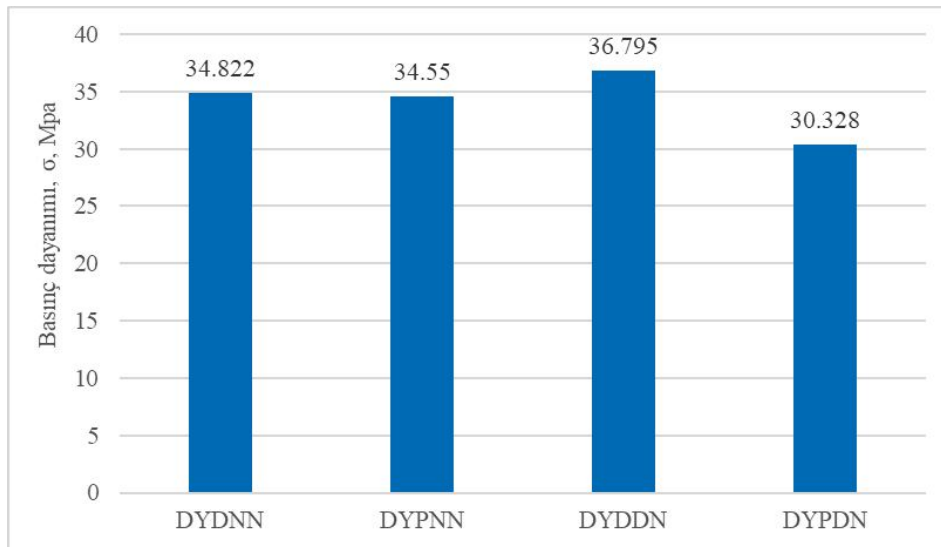
No	Boy (mm)	Çap (mm)	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Kırılma yükü (KN)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	93	93	2.716	200.4	30.01	30,328
2	93	93	2.775	193.6	29.16	
3	93	93	2.769	183.7	29.85	
4	93	93	2.751	184.3	30.55	
5	93	93	2.750	194.3	32.19	
6	93	93	2.803	179.3	30.21	

4.2.1.6 90 Günlük karot basınç sonuçlarının grafiksel olarak değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında 90. gün sonunda alınan karotların basınç dayanım sonuçlarının grafiksel olarak karşılaştırması Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de verilmiştir.

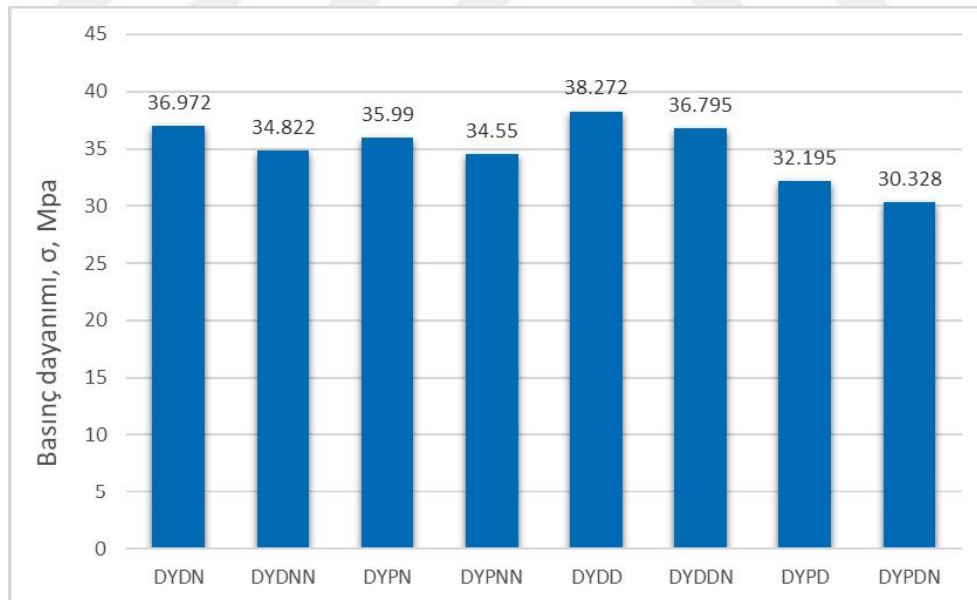


Şekil 4.21. 90 Günlük laboratuvar ortamında bekletilen karotların grup ortalama basınç dayanımları



Şekil 4.22. 90 Günlük su içinde kür edilen karotların grup ortalama basınç dayanımları

Nem etkisinin net bir şekilde 90 günlük karot basınç dayanımına görülmesi için her grup karot numunelerinin basınç dayanımı Şekil 4.23'deki gibi tek bir grafik altında verilmiştir.



Şekil 4.23. 90 Günlük tüm grup karot numunelerinin grup ortalama basınç dayanımları

Şekil 4.23'te, 90 günlük karot numunelerinin basınç deney sonuçları 28 ve 60 günlüklerde olduğu gibi döküm yönüne dik alınan donatılı ve donatısız karotların

dayanımı, döküm yönüne paralel alınan karotların basınç dayanımına göre artığı görülmüştür. Bu durum laboratuvar ortamında ve suda kür edilen karot numunelerinin ikisinde de görülmüştür.

Laboratuvar ortamında bekletilen döküm yönüne dik, döküm yönüne paralel donatılı ve donatısız karotların basınç dayanımları, su içinde kür edilen karotların basınç dayanımına göre yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi ise karot numuneleri suda tutulduğunda, beton parçacıklarının içine su girmesinden, hacminde artış oluşmasından ve böylelikle karot basınç dayanımında düşüş yaşanmıştır.

Döküm yönüne dik alınan donatılı karot numunelerinin basınç dayanımı, döküm yönüne dik ve paralel alınan donatısız karotların basınç dayanımına göre yüksek çıkmıştır.

2.2.2. Standart küp numunelerin basınç deney sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen deney elemanlarının beton basınç dayanımının standart küp numuneler ile belirlenmesi için, alınan numuneler 28, 60 ve 90. gün sonunda basınç deneyine tabi tutulmuştur. Deney sonuçları Çizelge 4.25, 4.26 ve 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.25. 28 Günlük standart 150 x 150 x 150 küp numunelerin basınç dayanım sonuçları

No	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	2.425	33.16	34.85
2	2.428	35.30	
3	2.431	35.61	
4	2.429	34.37	
5	2.434	35.21	
6	2.434	35.47	

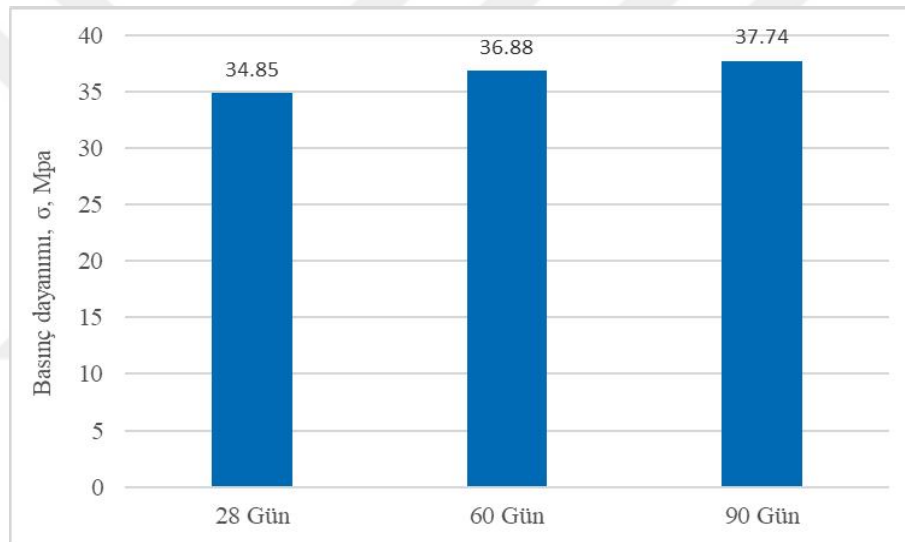
Çizelge 4.26. 60 Günlük standart 150 x 150 x 150 küp numunelerin basınç dayanım sonuçları

No	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	2.432	36.73	36.88
2	2.433	37.17	
3	2.439	38.17	
4	2.435	35.88	
5	2.440	37.35	
6	2.438	35.99	

Çizelge 4.27. 90 Günlük standart 150x150 x 150 küp numunelerin basınç dayanım sonuçları

No	Birim ağırlık (gr/cm ³)	Dayanım (Mpa)	Ortalama (Mpa)
1	2.436	37.18	37.74
2	2.439	37.73	
3	2.442	37.42	
4	2.441	37.83	
5	2.437	37.98	
6	2.443	38.34	

Standart 150 x 150 x 150 küp numunelerinin 28, 60 ve 90 günlük basınç deney sonuçlarının grafiksel olarak karşılaştırması, Şekil 4.24'te verilmektedir.



Şekil 4.24. Standart küp numunelerinin 28, 60 ve 90 günlük basınç deney sonuçları

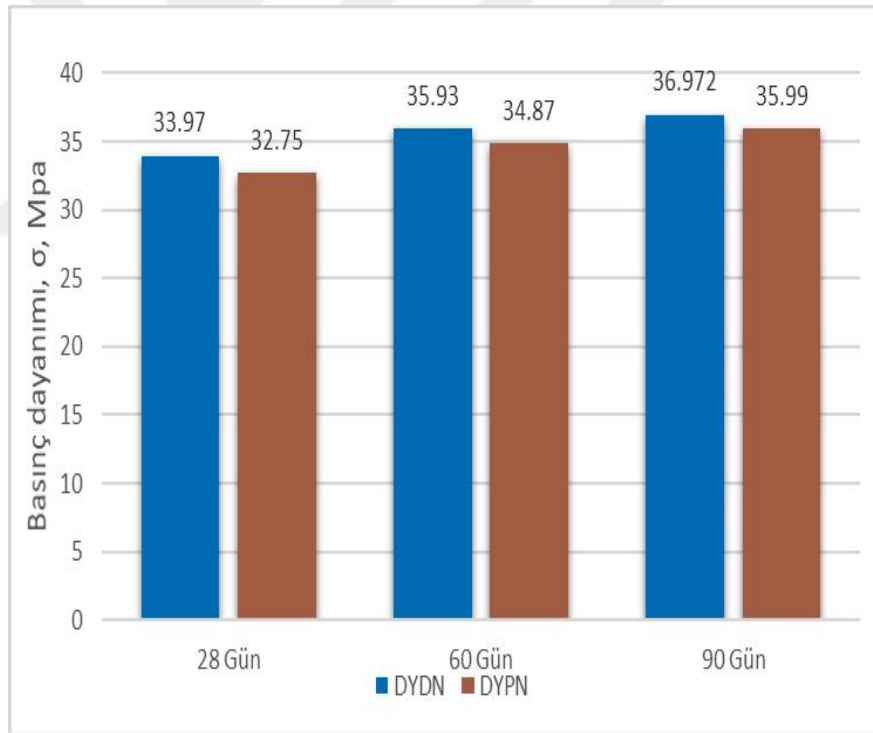
Şekil 4.24'ten görüldüğü gibi beton basınç dayanımı zamana bağlı olarak artış göstermiştir. Beton dayanımdaki artış %5 - %6 olmak üzere daha çok 28. ile 60. gün arasında meydana gelmiştir. 60. ve 90. günlerde alınan küp numunelerindeki basınç dayanım farkı %2- %3 olarak biraz düşmüştür. Yani beton 28. gün sonunda %95 dayanımını kazandığından daha sonraki aşamalarda, beton basınç dayanımındaki fark azalmıştır.

4.2.3. Karot basınç deney sonuçlarının farklı parametre göre karşılaştırılması

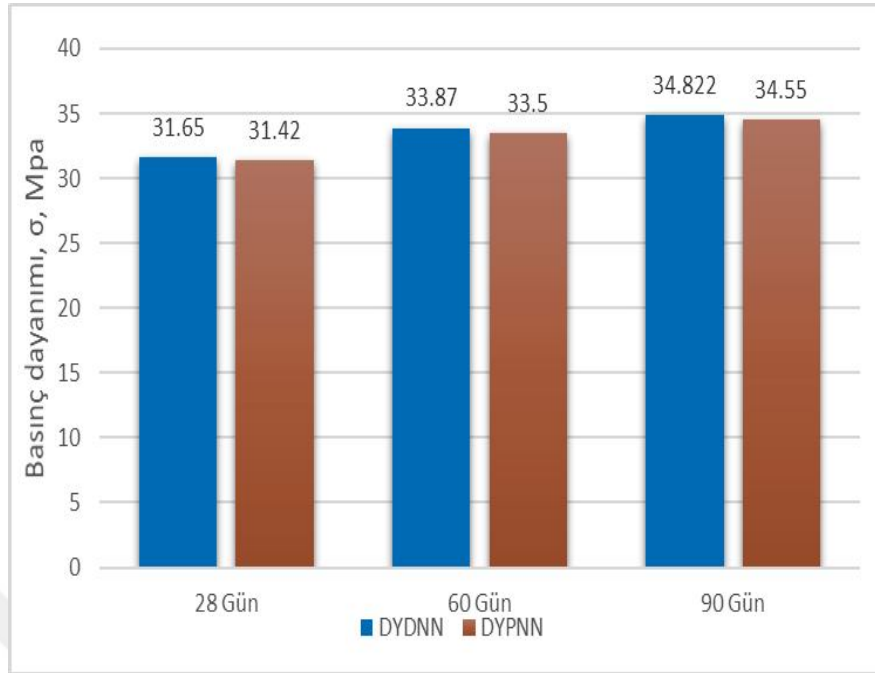
Yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesinde donatı, döküm yönü ve nem etkisinin araştırılması için, deney elemanlarının üretiminden 28, 60 ve 90. gün sonunda alınan karot numunelerinin basınç deney sonuçları döküm yönü, nem durumu, donatı durumu ve yaş durumuna bağlı olarak karşılaştırılmıştır.

4.2.3.1. Karot basınç deney sonuçlarının döküm yönüne bağlı olarak değişimi

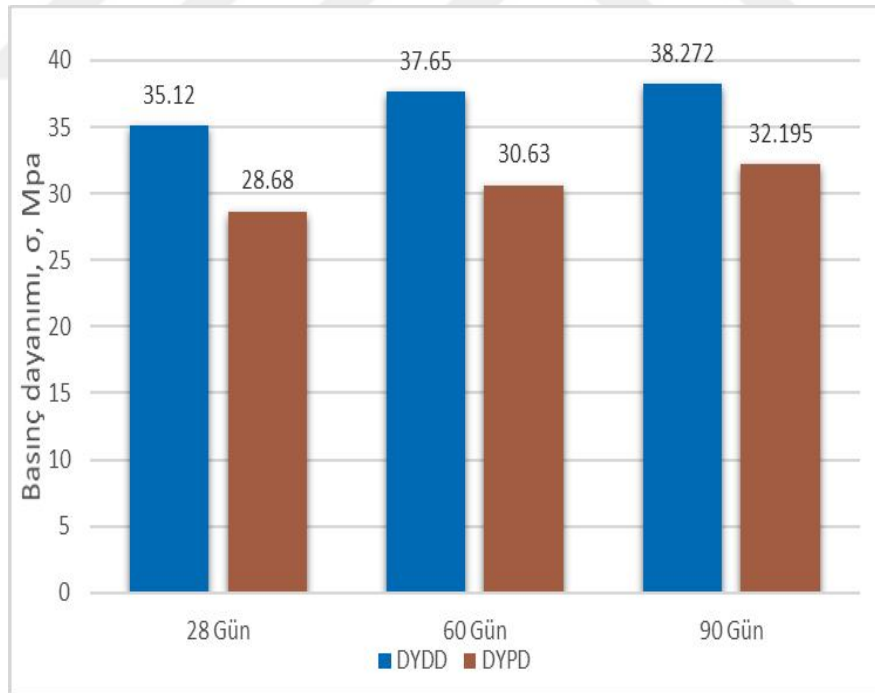
Çalışma kapsamında donatılı, donatısız karot numuneleri döküm yönüne dik ve döküm paralel alınarak basınç deneyi yapılmıştır. Aşağıda döküm yönüne dik, döküm yönüne paralel donatılı, donatısız ve bunların nem durumu olmak üzere Şekil 4.25, 4.26, 4.27 ve 4.28'teki gibi tüm karot gruplarının karşılaştırılması yapılmıştır.



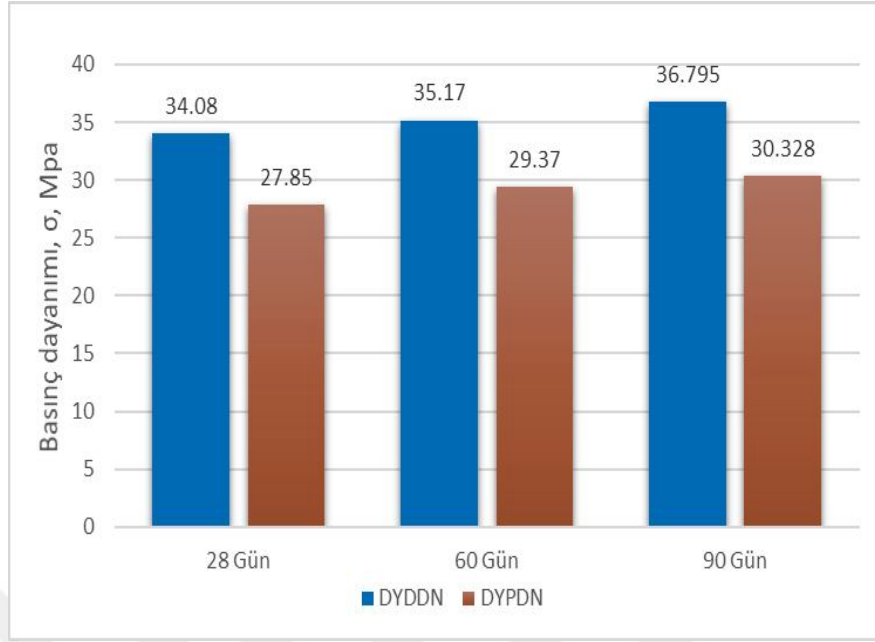
Şekil 4.25. 28, 60 ve 90 Günlük DYDN ve DYPN grup karotların basınç dayanımlarının döküm yönüne bağlı olarak karşılaştırılması



Şekil 4.26. 28, 60 ve 90 Günlük DYDNN ve DYPNN grup karotların basınç dayanımlarının döküm yönüne bağlı olarak karşılaştırılması



Şekil 4.27. 28, 60 ve 90 Günlük DYDD ve DYPD grup karotların basınç dayanımlarının döküm yönüne bağlı olarak karşılaştırılması



Şekil 4.28. 28, 60 ve 90 Günlük DYDDN ve DYPDN grup karotların basınç dayanımlarının döküm yönüne bağlı olarak karşılaştırılması

Döküm yönüne bağlı olarak karot basınç deney sonuçlarının karşılaştırmasında, genel olarak Şekil 4.25, 4.26, 4.27 ve 4.28'den görüldüğü gibi döküm yönüne dik alınan donatılı ve donatısız karotların basınç dayanımları döküm yönüne paralel alınan karot numunelerin basınç dayanımına göre artış göstermiştir.

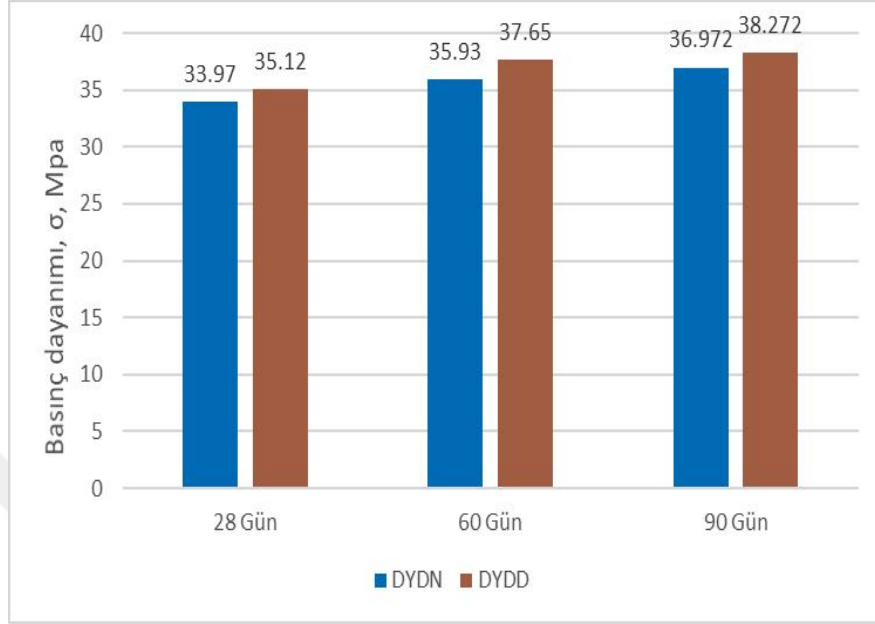
Döküm yönüne dik alınan donatılı karotların basınç dayanımı döküm yönüne paralel alınan donatılı karotların dayanımına göre %14 - %19 arasında bir yükselme olmuştur. Aynı zamanda döküm yönüne dik alınan donatısız karotların basınç dayanımı döküm yönüne paralel alınan donatısız karotların dayanımına göre %2- %3 arasında bir artış olmuştur. Bunun sebebi ise betonun döküm sırasında alt kısımlarda daha çok sıkıştığından üst kısımda su/çimento oranının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Döküm yönüne dik ve paralel alınan donatılı, donatısız karotların laboratuvar ortamındaki basınç dayanımı, su içinde kür edilen karotların basınç dayanımlarına göre yüksek çıkmıştır.

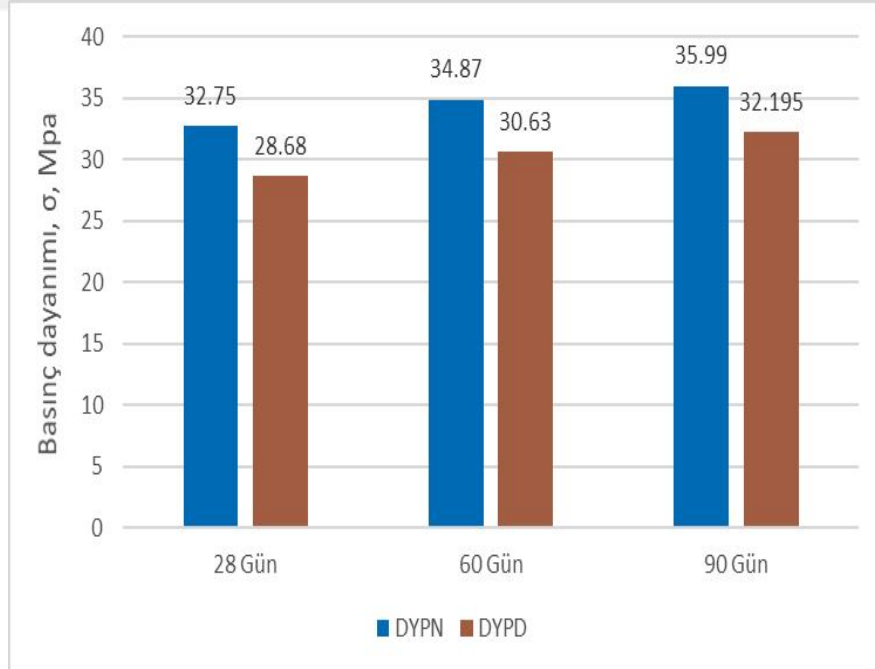
4.2.3.2. Karot basınç deney sonuçlarının donatı durumuna bağlı olarak değişimi

Karot basınç dayanımına donatı etkisini araştırılması için 28, 60 ve 90. gün sonunda alınan DYDD, DYDDN, DYPD, DYPDN grup karotların basınç dayanları ve

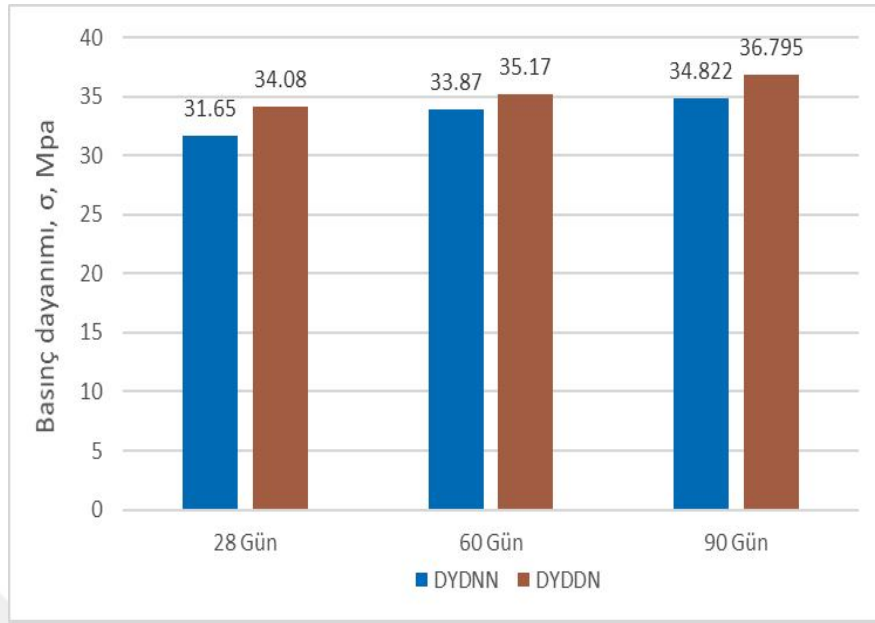
DYDN, DYDNN, DYPN, DYPNN grup karotların basınç dayanımlarının karşılaştırılması beton yaşına bağlı olarak Şekil 4.29, 4.30, 4.31 ve 4.31'de yapılmıştır.



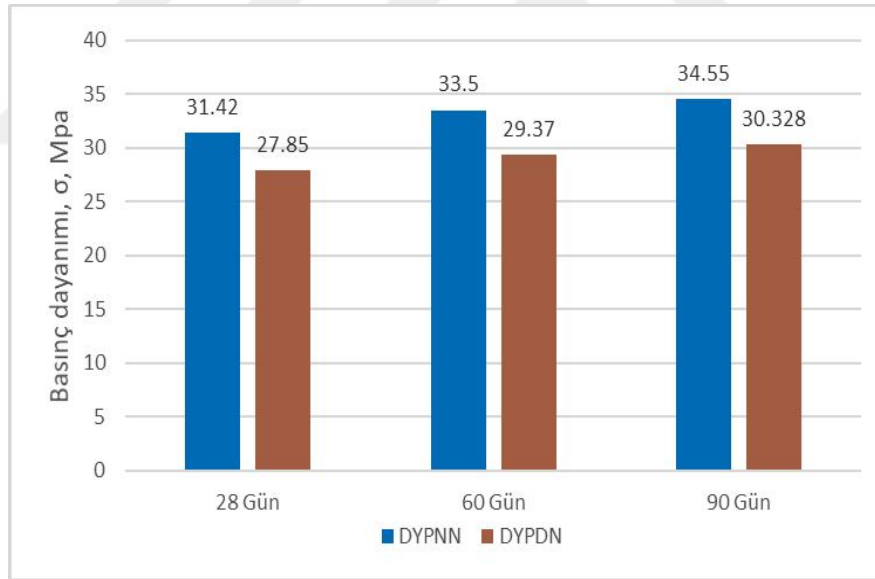
Şekil 4.29. 28, 60 ve 90 günlük DYDN ve DYDD grup karotların ortalama basınç dayanımlarının donatı durumuna bağlı olarak karşılaştırılması



Şekil 4.30. 28, 60 ve 90 günlük DYPN ve DYPD grup karotların ortalama basınç dayanımlarının donatı durumuna bağlı olarak karşılaştırılması



Şekil 4.31. 28, 60 ve 90 günlük DYDNN ve DYDDN grup karotların ortalama basınç dayanımlarının donatı durumuna bağlı olarak karşılaştırılması



Şekil 4.32. 28, 60 ve 90 günlük DYPNN ve DYPDN grup karotların ortalama basınç dayanımlarının donatı durumuna bağlı olarak karşılaştırılması

Karşılaştırmada şekil 4.29, 4.30, 4.31 ve 4.32'den anlaşıldığı gibi, döküm yönüne bağlı olarak karot basınç dayanımının değiştiği görülmektedir. 28, 60 ve 90 günlük DYDD karotların basınç dayanımları DYDN karotların basınç dayanımına göre

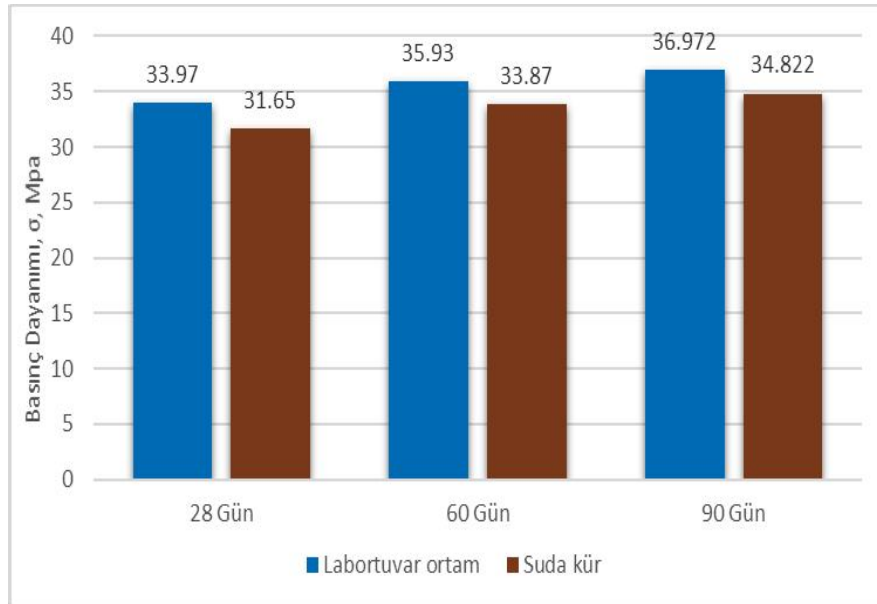
artığı görülmüştür. DYDN grup karotların basınç dayanımları DYPN grup karotların dayanımına göre 28, 60 ve 90 günlük karotların hepsinde yüksek çıkmıştır.

Aynı zamanda döküm yönüne bağlı olarak karot basınç dayanımının değişmesinin beton yaşına bağlı olmadığı görülmüştür. Yani DYDN karotların basınç dayanımları DYPN karotların basınç dayanımına göre 28, 60 ve 90. günlerde yaklaşık aynı miktarda artığı görünmüştür. Bu durum su içinde kür edilen DYDNN ve DYPNN karotlar için de geçerli olmuştur.

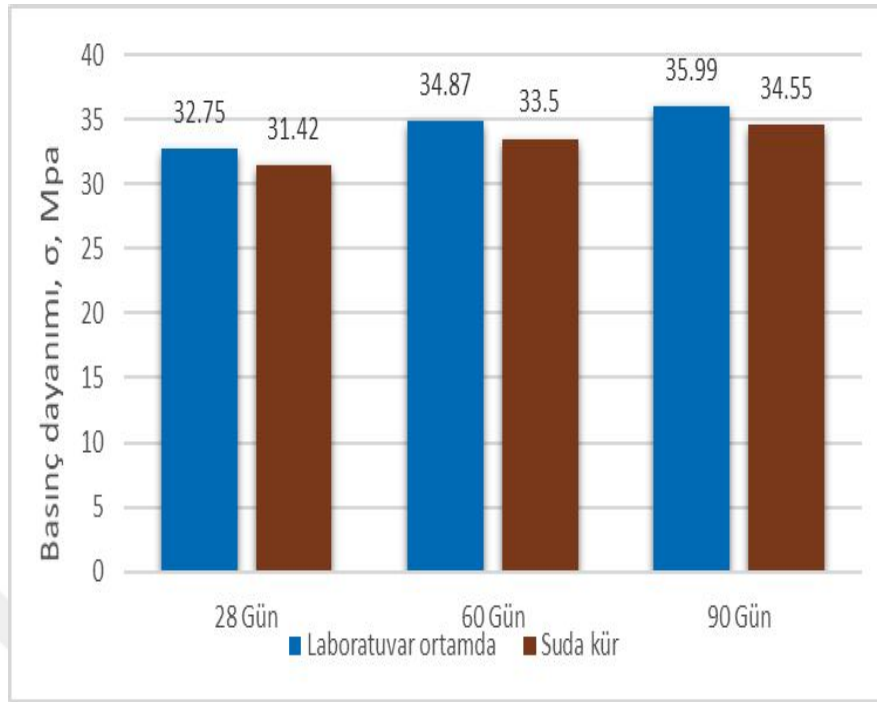
DYDD karotların basınç dayanımları, DYPD karotların basınç dayanımlarına göre 28, 60 ve 90. günlerde de yüksek çıkmıştır. Bu durum DYDDN ve DYPDN grup karotlarda da görülmüştür.

4.2.3.3. Karot basınç deney sonuçlarının nem durumuna bağlı olarak değişimi

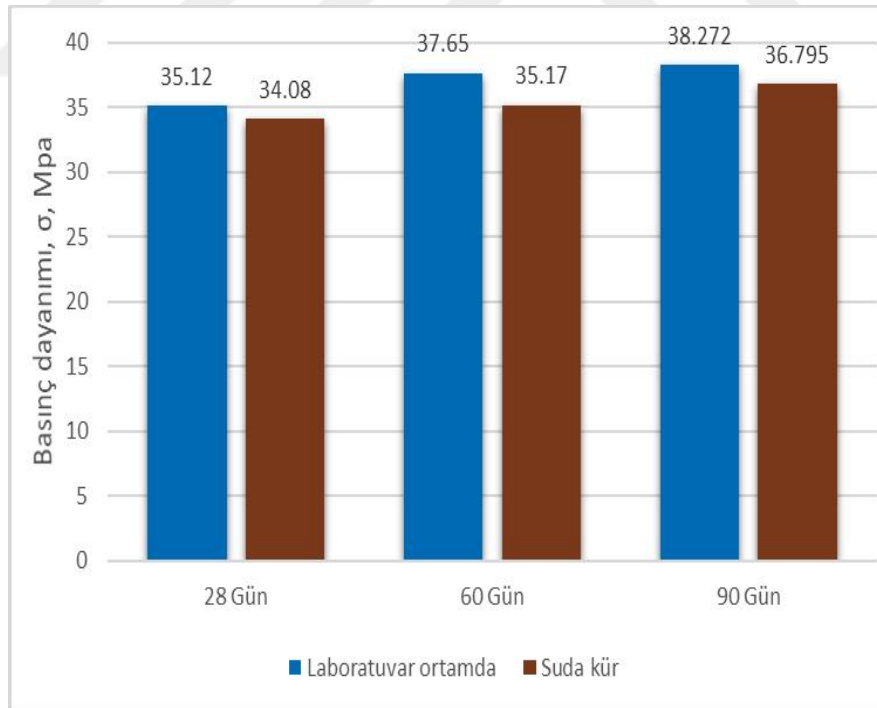
Çalışma kapsamında nemin karot basınç dayanımına etkisini araştırmak için, alınan karot numunelerin yarısı her aşamada üç gün boyunca su içinde kür edilmiştir. Daha sonra 3. gün sonunda laboratuvar ve suda bekletilen karot numuneler başlıklararak basınç deneyine tabi tutulmuştur. Burada aynı günde alınan laboratuvar ve suda bekletilen karot numunelerinin grup ortalama basınç dayanım sonuçları Şekil 4.33, 4.34, 4.35 ve 4.36'da grafiklerde karşılaştırılmıştır.



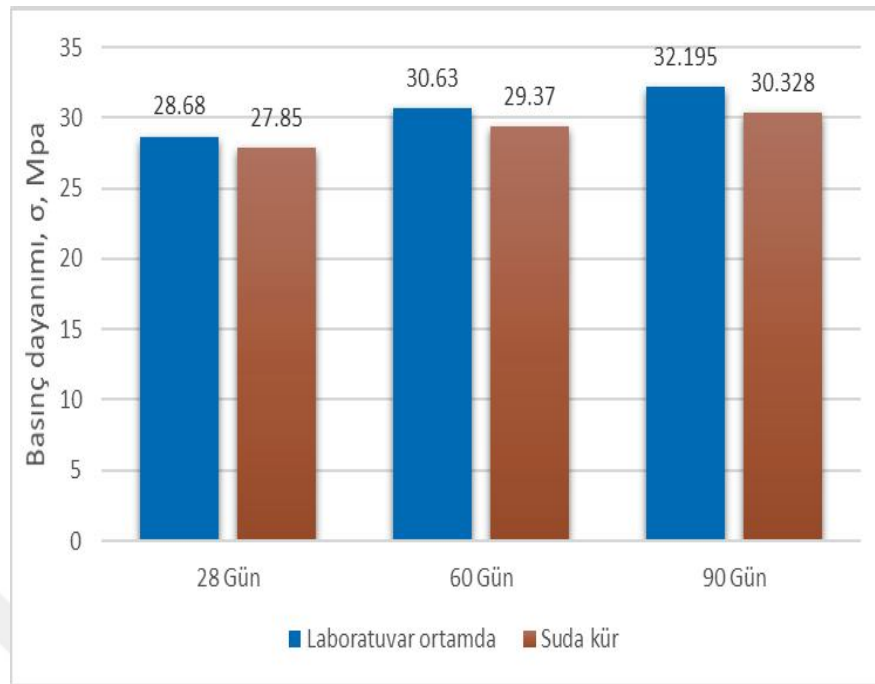
Şekil 4.33. 28, 60 ve 90 Günlük DYDN ve DYDNN grup karotların ortalama basınç dayanımlarının nem durumuna bağlı olarak karşılaştırılması



Şekil 4.34. 28, 60 ve 90 Günlük DYPN ve DYPNN grup karotların ortalama basınç dayanımlarının nem durumuna bağlı olarak karşılaştırılması



Şekil 4.35. 28, 60 ve 90 Günlük DYDD ve DYDDN grup karotların ortalama basınç dayanımlarının nem durumuna bağlı olarak karşılaştırılması



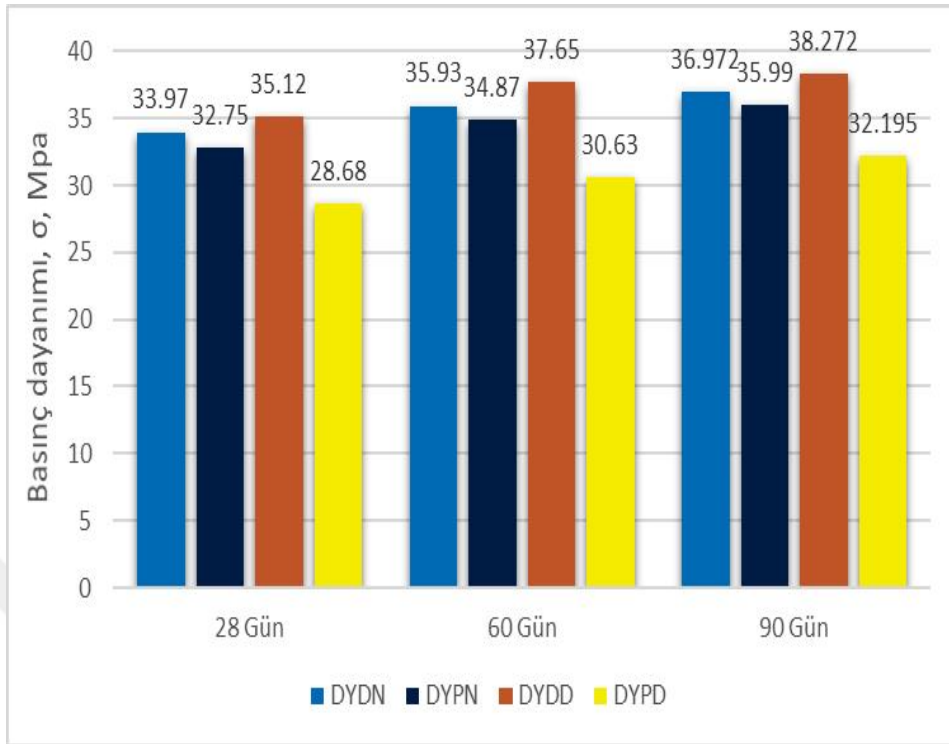
Şekil 4.36. 28, 60 ve 90 Günlük DYPD ve DYPDN grup karotların ortalama basınç dayanımlarının nem durumuna bağlı olarak karşılaştırılması

Şekil 4.33, 4.34, 4.35 ve 4.36'den anlaşıldığı gibi su içinde kür edilen karotların basınç dayanımları laboratuvar ortamında bekletilen karotların basınç dayanımlarına göre düşük çıkmıştır. Yani nem beton karot basınç dayanımlarını negatif yönde etkilemiştir. Bunun nedeni ise, betonun kılcal boşluklarına su sızması ve bu sızan sular karot hacminin yükselmesine basınç dayanımının azalmasına neden olmaktadır.

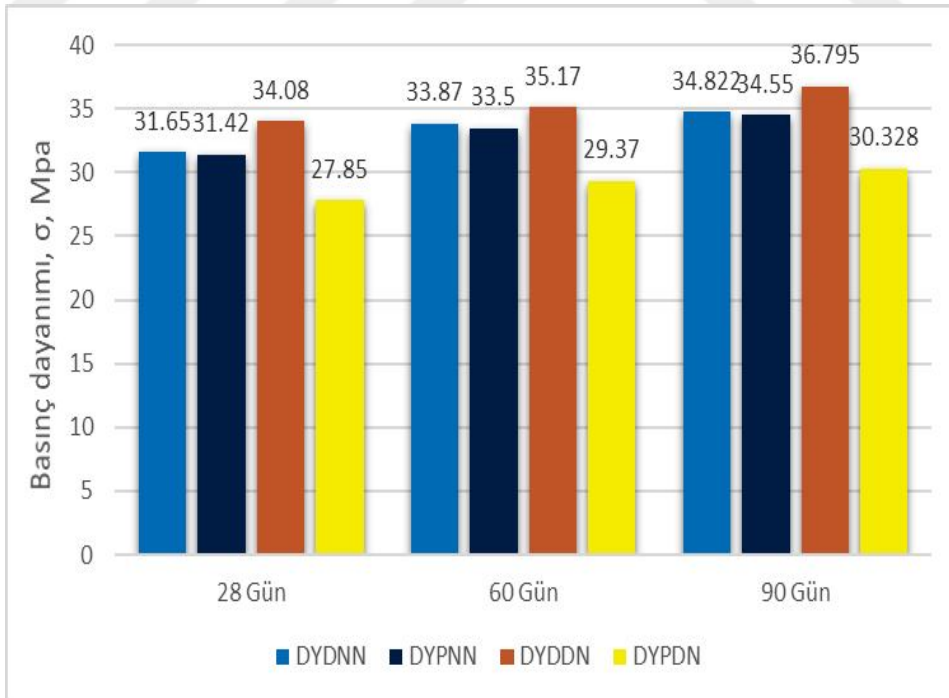
4.2.3.4. Karot basınç deney sonuçlarının zamana bağlı olarak değişimi

Yapı elemanlarından karot numuneleri alarak yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesine en önemli etkenlerden biri yapıdaki betonun yaşıdır. Beton yaşı karot basınç dayanımını önemli derecede etkilemektedir. Beton uygulamalarında standart küp numunelerinin 28 . günündeki basınç dayanımının düşük çıkması durumunda genelde yapı elemanlarının uygun yerlerinden karot alınarak basınç deneyi yapılmaktadır. Karot basınç dayanımının zamana bağlı olarak değişimi grafiksel olarak Şekil 4. 37, Şekil 4. 38'de görülmektedir.

Burada 28, 60 ve 90. gün sonunda alınan DYDN, DYPN, DYDD ve DYPD karot numunelerinin basınç dayanımları ve bunların nem durumları olmak üzere tüm grupların zamana bağlı olarak karşılaştırılması yapılmıştır.



Şekil 4.37. 28, 60 ve 90 günlük DYDN, DYPN, DYDD ve DYPD grup karotların ortalama basınç dayanımlarının zamana bağlı olarak karşılaştırılması



Şekil 4.38. 28, 60 ve 90 günlük DYDN, DYPN, DYDD ve DYPD grup karotların ortalama basınç dayanımlarının zamana bağlı olarak karşılaştırılması

Genel olarak şekil 4.37 ve şekil 4.38'deki grafiklerden görüldüğü gibi karot basınç dayanım sonuçları zamana bağlı olarak artış göstermiştir. Artışın daha çok 28. ile 60. günlerde alınan karot numunelerinde olduğu görülmüştür. 60. ile 90. günler sonunda alınan karotların basınç dayanımındaki artış, 28. ile 60. günlerde alınan karotların basınç dayanımına göre biraz düştüğü görülmüştür.

60. ile 90. günlerde alınan karotların basınç dayanımındaki farkın, 28. ile 60. günlerde alınan karotların basınç dayanımına göre biraz düştüğünün sebebi ise beton dayanımının % 95 kadar 28. gün sonunda aldığı, kalan yüzde %5'ni ise daha sonra alacağından kaynaklandığını göstermiştir.

Döküm yönüne paralel alınan donatılı karotların 28, 60 ve 90. günlük basınç dayanım sonuçları, döküm yönüne dik alınan donatılı karotların basınç dayanımlarına göre düşük çıkmıştır. Bunun sebebi ise paralel yönde alınan donatılı karotların üretilen blokların üst kısımlarından alınmasından kaynaklanmaktadır. Zira yapı elemanlarının üst kısımlarında, beton dökümü sırasında su/çimento oranı yüksek olmasından beton karot basınç dayanımı düşük çıkmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Yerinde karot alma yöntemi ile beton basınç dayanımının belirlenmesinde birçok etken bulunmaktadır. Bu çalışmada beton karot basınç dayanımının belirlenmesinde, donatı, döküm yönü ve nem etkisinin araştırılması yapılmıştır. Çalışma kapsamında karot basınç dayanımını etkileyen beton döküm yönü, karot numunelerinin içindeki donatı ve nem etkisini, araştırmak için iki adet 100 x 200 x 40 cm'lik biri betonarme diğeri ise salt beton blok üretilmiştir. Deney elemanları olarak üretilen bloklardan 28, 60 ve 90. gün sonunda betonun döküm yönüne dik, döküm yönüne paralel donatılı ve donatısız toplamda 144 adet karot numunesi alınarak basınç deneyi yapılmıştır. Karot numunelerinin basınç deney sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

28, 60 ve 90 gün sonunda salt beton bloktan alınan döküm yönüne dik donatısız karotların basınç dayanımı döküm yönüne paralel alınan donatısız karotların basınç dayanımlarına göre %2 - %3 artış görünmüştür.

Döküm yönüne dik ve paralel alınan donatısız karotların basınç dayanımları, döküm yönüne paralel alınan donatılı karotların basınç dayanımlarına göre yüksek çıkmıştır.

Laboratuvar ortamında bekletilen, döküm yönüne dik ve paralel alınan donatısız karotların basınç dayanımı, su içinde kür edilen karotların basınç dayanımına göre %3 - %4 arasında artışı görülmüştür. Yani nem beton karot basınç dayanımını düşürmüştür.

28, 60 ve 90 gün sonunda betonarme bloktan alınan döküm yönüne dik donatılı karotların basınç dayanımı, döküm yönüne dik donatısız karotların basınç dayanımına göre %3 - %4 yüksek çıkmıştır.

Döküm yönüne dik alınan donatılı karotların basınç dayanımı, döküm yönüne paralel alınan donatısız karotların basınç dayanımına göre %4 - %5 yüksek çıkmıştır.

Döküm yönüne dik alınan donatılı karotların basınç dayanımı, döküm yönüne paralel alınan donatılı karotların basınç dayanımına göre %14 - %19 yüksek çıkmıştır. Aynı zamanda Döküm yönüne dik alınan donatısız karotların basınç dayanımı döküm yönüne paralel alınan donatısız karotların dayanımına göre %1- %3 arasında bir artış olmuştur. Bunun sebebi ise betonun döküm sırasında alt kısımlarda daha çok sıkıştığından, üst kısımda su/çimento oranının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Döküm yönüne bağlı olarak karot basınç dayanımının değişmesi, betonun yaşına bağlı olmadığı görünmüştür. Yani döküm yönüne dik, donatılı ve donatısız karotların basınç dayanımları, döküm yönüne paralel alınan donatılı donatısız karotların basınç dayanımına göre 28, 60 ve 90. günlerde yaklaşık aynı miktarda değiştiği görünmüştür.

Karot basınç dayanım sonuçları zamana bağlı olarak artış göstermiştir. Artışın daha çok 28. ile 60. günlerde alınan karot numunelerinde olduğu görülmüştür. 60. ile 90. gün sonunda alınan karotların basınç dayanımındaki artış farkı, 28. ile 60. günlerde alınan karotların basınç dayanımına göre biraz düştüğü görülmüştür.

60. ile 90. gün sonunda alınan karotların basınç dayanımındaki farkın, 28. ile 60. günlerde alınan karotların basınç dayanım farkının biraz düştüğünün sebebi ise, beton dayanımının % 95 kadar 28. gün sonunda aldığını, kalan yüzde %5'ni ise daha sonra alacağından kaynaklandığını göstermiştir.

Genel olarak yapılan çalışmada, donatı parçalarının karot numunelerinin orta kısmında bulunması durumunda, beton içindeki agregalar ile donatının oluşturduğu güçlü aderanstan ve donatının bir agrega parçasıymış gibi davranış göstermesinden dolayı karot basınç dayanımları yüksek çıkmıştır. Halbuki donatının karot numunelerinin kenarlarında bulunması durumunda, basınç dayanımını düşürmektedir. Bu yüzden betonarme yapı elemanlarından karot numuneleri alınırken donatıların kesimemesine dikkat edilmelidir.

Deney sonuçlarından görüldüğü gibi nem karot basınç dayanımını düşürmüştür. Dolayısıyla beton uygulamalarında yerinde beton dayanımını belirlerken, karot numunelerini havuzda kür etmeden basınç deneyine tabi tutmaktadırlar. Bu durum karot basınç dayanımının yüksek çıkmasına neden olmaktadır.

Beton heterojen bir yapıya sahip olmasından dolayı döküm yönü betonun basınç dayanımı etkilemektedir. Döküm yönüne dik alınmış donatılı, donatısız karotların basınç dayanımları döküm yönüne paralel alınmış karotların basınç dayanımından genel olarak yüksek çıkmıştır. Bu yüzden yapılardan karot alınırken genel olarak perde, kolonlar tercih edilmeli ve döşeme gibi elemanlardan karot alınmamalıdır.

5.2. Öneriler

Yerinde beton karot basınç dayanımı belirlemede, yapı elemanlarından karot numuneleri alınırken, taşıyıcı elemanlardaki donatının kesilmemesine dikkat edilmelidir. Zira donatının kesilmesi betonarme yapıların taşıyıcı sistemlerinin güvenliğini daha da düşürmektedir. Karotlarda donatının bulunması basınç dayanımını düşürmektedir.

Yapı elemanlarından karot numuneleri alınırken uygun yerlerden alınmalı, kolon ve perde gibi elemanların momentin sıfır olduğu orta kısmından alınmalıdır. Kirişlerden karot alınmamalıdır, eğer alınması gerekiyorsa momentin sıfır olduğu kirişin kenarlarından üst kısmından alınmalıdır.

Karot numuneleri mevcut yapıların beton dayanımındaki şüphelerin bulunmasından dolayı alındığından, deney sonuçlarının düzgün bir şekilde değerlendirilmesi için betonarme yapı elemanların betonun döküm yönüne bağlı olarak orta kısımlardan alınmalı, üst kısımlarda su/çimento oranı yüksek olduğundan beton karot basınç dayanımı düşük, alt kısımlardan alındığında ise agregaların beton dökümü sırasında daha çok alt kısma sıkıştığından karot basınç dayanımı yüksek çıkmaktadır. Bu yüzden kolon, perde gibi elemanların orta kısmından karot numuneleri alınmalı ve döşeme gibi elemanlar tercih edilmemelidir.

Karot basınç dayanımları, boy/çap oranı (l/d), karot numunesinin nem durumu, delme yönü, donatı parçasının varlığı, agrega tip ve büyüklüğü ve hatta betonun dayanım seviyesi gibi bir çok faktörden etkilenmektedir. Bu yüzden karot deney sonuçları dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir.

Döküm yönüne bağlı olarak karot basınç dayanımının değerlendirmesinde döküm yönüne dik alınan donatsız karotların, döküm yönüne paralel alınan donatsız karotların dayanım farkı, %1-3 arasında olduğuna göre, beton karot basınç dayanımının döküm yönüne bağlı olarak çok değişmediği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Addis B, 1998. Fundamentals of concrete, Cement and Concrete Institute.
- Arioz O, Ramyar K, Tuncan M, Tuncan A, Cil IJAMJ, 2007. Some factors influencing effect of core diameter on measured concrete compressive strength. 104, 3, 291.
- Arioz O, Ramyar K, Tuncan M, Tuncan AJJoT, Evaluation, 2007. Effect of length-to-diameter ratio of core sample on concrete core strength-Another look. 36, 1, 1-4.
- Arioğlu E ve Arioğlu N, 1998. “Üst ve alt yapılarda beton karot deneyleri ve değerlendirilmesi” İstanbul.
- Aydın F, Akça KR, Sarıbıyık M, İpek M. Silindir Beton ve Karot Numunelerde Yeni Bir Başlıklama Malzemesinin Kullanılması. 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science 29-30 September 2017 (ISITES2017 Baku-Azerbaijan).
- Bartlett, F. M., and MacGregor, J. G, 1994. Effect of core diameter on concrete core strengths. *ACI Materials Journal*, 91(5): 460-470.
- Berber E, 2010. Beton karot numunelerin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bungey JJMoCR, 1979. Determining concrete strength by using small-diameter cores. 31, 107, 91-8.
- Carroll AC, Grubbs AR, Schindler AK, Barnes RW, (2016). Effect of core geometry and size on concrete compressive strength, Auburn University. Highway Research Center.
- Çakır, Ö. A. Vd., 2012, Agreganın En Büyük Tane Boyutu ve Numune Boyutunun Betonun Karot Dayanımına Etkisi, İnşaat Mühendisliği’nde 100. Yıl Teknik Kongresi.
- Ehsanullah Samadoghli^{1*}, Mehmet Kamanlı², Salih Cengiz³ and Alptuğ Ünal⁴, 2019. “Investigation Of the Factors Effecting On Core Compressive Strength”, 3rd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies (ISAS-summer), April 19-21, Ankara/Turkey..467-471. Page: 1-5.
- Elwet, D. J., & Fu, G. (1995). *Compression Testing of Concrete: Cylinders vs. Cubes*. New York: New York State Department of Transportation.
- Ergun A, Kurklu GJGUJoS, 2012. Assessing the relationship between the compressive strength of concrete cores and molded specimens. 25, 3, 737-50.
- Erdoğan T.Y, 2003. “Beton”, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş., 741 s, Mayıs, Ankara.

- Erdođdu. Ő, Kurbetci. Ő and Kandili U, 2018. "Evaluation of the compressive strength of concrete by means of core taken from different casting direction" 13th International kongress on advances in civil engineering, 12-14 Sept, İzmir.
- Kabay N, 2002. Karot numunelerin basınç dayanımına etki eden faktörlerin araştırılması.
- Kadiroğlu, I ve S. Erbakan, S, 2011. farklı kür koşulları altındaki betonarme yapı elemanlarının basınç dayanımı tespitinde, standart numuneler ve farklı boyutlardaki karot numuneleri arasındaki ilişkiler, İzmir,
- Karataş, F., 2012, Normal beton büyük boy karot numuneleri serilerinde boyut etkisinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Khoury S, Aliabdo AA-H, Ghazy A, 2014. Reliability of core test–Critical assessment and proposed new approach. Alexandria Engineering Journal, 53, 1, 169-84.
- Li Z, 2011. Advanced concrete technology, John Wiley & Sons, p.
- Neville A, (1975). Properties of Concrete (Second (me.)), Pitman Publishing. London.
- Neville, A. M. (2002). *Properties of concrete*. John Wiley & Sons
- Ozyildirim, C., & Carino, N. J. (2006). Chapter 13: Concrete Strength Testing. In J. f. L. J. H.
- Petersons, N., 1971, Recommendations for Estimation of Quality of Concrete in Finished Structures, Materials and Structures Research and Testing.
- Pielert (Ed.), *Significance of test and Properties of concrete and Concrete-Making Materials*. ASTM International, (pp. 125–140), West Conshohocken.
- Radhi ALMS, Al-Mishhadani SA, Hasan APD, Joni H. Effect of age on concrete core strength results. Proceedings of International Conference of Buildings, Construction and Environmental Engineering, Iraq.
- Ramyar K, Tuncan M, Tuncan A, Cil IJAMJ, 2007. Some factors influencing effect of core diameter on measured concrete compressive strength. 104, 3, 291.
- Sert, H., 2011, Beton karot dayanımları ile standart silindir dayanımları arasındaki ilişkinin karot çapına bağlı olarak belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Smith WPY, 2017. Relating concrete cube, core and cylinder compressive strengths that are cast, cured, prepared and tested in laboratory conditions, University of Cape Town.
- Tantawi H, 1986. Ultimate strength of highway girder bridges. 187p, PhD thesis, University of Michigan, Ann Arbor

- ACI Committee 214.4-03, 2013. Guide for Obtaining Cores and Interpreting Compressive Strength Results American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich.
- TS EN 12350-1, 2002. “Taze Beton Deneyleleri Numune Alma”, Türk Standartları Enstitüsü, Nisan, Ankara.
- TS EN 206, (2014). Beton, özellik, performans, imalat ve uygunluk, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12390-3, (2010). Sertleşmiş Beton Deneyleleri-Deney Numunelerinde Basınç Dayanımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1247, (1984). Beton Yapım, Döküm Ve Bakım Kuralları (normal hava koşullarında), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1248, (2012). Betonun Hazırlanması, Dökümü Ve Bakım Kuralları (anormal hava koşullarında), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12504-1, (2010). Beton -Yapıda Beton Deneyleleri - Bölüm 1: Karot Numuneler-Karot Alma, Muayene ve Basınç Dayanımının Tayini Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 13791, (2010). Basınç Dayanımının Yapılar ve Ön dökümlü Beton Bileşenlerde Yerinde Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

ÖZGEÇMİŞ



KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ehsanullah SAMAD OGHLI
Uyruğu : Afganistan
Doğum Yeri ve Tarihi : Samangan, Afganistan, 28.05.1994
Telefon : 05075698855
e-mail : ehsanullahsamadoghli@yahoo.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Aybek lisesi, Aybek, Samangan	2011
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi	2017
Yüksek Lisans	: Konya Teknik Üniversitesi	2019

UZMANLIK ALANI

Mekanik, Betonarme

İŞ DENEYİMLERİ

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2017 - 2019	Analiz Zemin Yapı Laboratuvari	İnşaat Mühendisi

YABANCI DİLLER

İngilizce, Türkçe ve Farsça

YAYINLAR

Ehsanullah Samadoghli^{1*}, Mehmet Kamanlı², Salih Cengiz³ and Alptuğ Ünal⁴, 2019.
 “Investigation Of the Factors Effecting On Core Compressive Strength”, 3rd
 International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies (ISAS-
 Summer), April 19-21, Ankara/Turkey. V. 5, Pages 467-471.