

Betonarme Eleman Tipinin Sertleşmiş Betonun Dayanım Özelliklerine Etkisi

¹Mucteba Uysal, ¹Kemalettin Yılmaz, ¹Huseyin Ulugol
¹Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, Turkey

Özet

Mevcut betonarme yapıların beton kalitesinin tahribatlı deney yöntemleriyle belirlenmesi esnasında alınan karot numunelerin çapı, narınlığı, ne tür betonarme elemandan ve bu elemanın hangi bölgesinden alındığı gibi hususlar beton dayanımını etkileyen en önemli parametrelerdir.

Bu çalışmada C20/25 ve C30/37 sınıflarında üretilen boyutları 1m x 1.5 m olan perde duvar yapı elemanları ile 1 m x 1 m boyutundaki döşeme elemanlarından farklı numune çaplarında ve narınlık oranlarında alınan karot numuneler üzerinde basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Eleman türünün perde yada döşeme olması durumunda aynı beton sınıfındaki farklı eleman türlerinde basınç dayanımının değişimi belirlenmeye çalışılmıştır. Karot alımı beton döküm yönüne bağlı olarak yatay ve düşey yönde gerçekleşme durumunda karot basınç dayanımının değiştiği görülmüştür. Bu çalışma sonucunda, aynı beton sınıfındaki perde elemanlara kıyasla döşeme elemanlarında % 9-% 10 mertebesinde daha düşük basınç dayanımı değerleri elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Karot basınç dayanımı, perde elemanı, döşeme elemanı, beton sınıfı.

The Effect of Reinforced Concrete Element Type on the Compressive Strength of Hardened Concrete

Abstract

The most important parameters which effect compressive strength of concretes that core sample's diameter, slenderness of the sample, it is drilled what type of reinforced concrete element and is drilled what part of the elements during the destructive testing of concrete for determination concrete quality in current reinforced concrete elements.

In this study, the concretes were produced as C20/25 and C30/37 and reinforced concrete slabs (1m x 1.5 m) and reinforced concrete curtain wall (1m x 1m) elements were produced. The effect of element type (slab or curtain wall) on these elements was investigated for various sample diameters and slenderness ratio. There was a comparison between slabs and curtain wall reinforced concrete elements in accordance with core compressive strength. Test results showed that core compressive strength changed according to core drilling direction as vertical and horizontal direction. As a result of this study, core compressive strength values of curtain wall elements has been obtained 9%-10% more than slab elements.

Keywords: Core compressive strength, curtain wall element, slab element, concrete type.

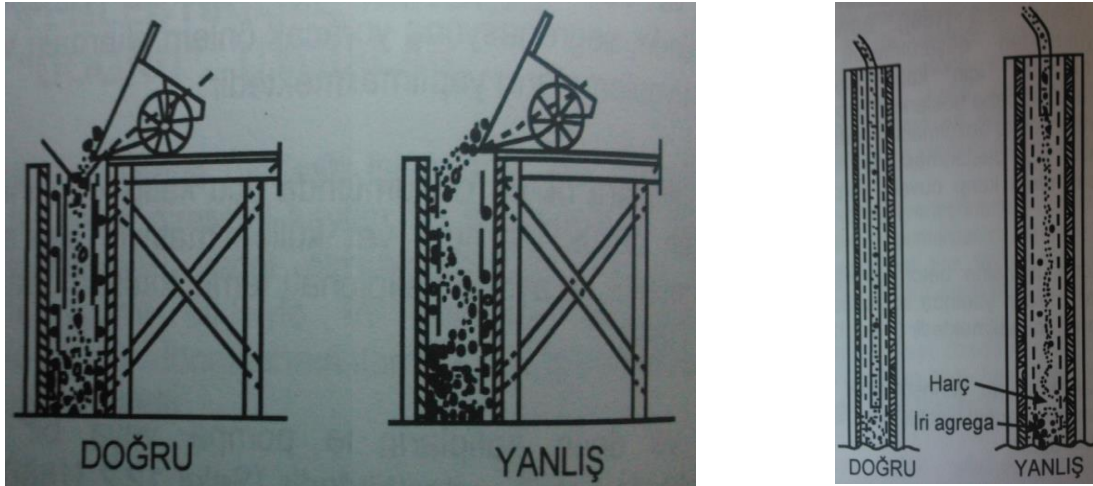
1. Giriş

Beton çimento, su, agrega ve katkı maddelerinden oluşan karışımdır. İyi ve kaliteli bir beton elde etmek için önemli işlemlerden birisi yeterli miktarda sıkıştırma sağlamaktır. Bunun için hem agrega gradasyonu düzgün olmalı hem de beton dökümü sırasında yerleştirme ve sıkıştırma işlemleri iyi yapılmalıdır [1].

Betonun basınç dayanımına etki eden bünyesel faktörler su/çimento oranı, çimento miktarı ve cinsi, agrega gradasyonu gibi faktörlerdir [2]. Ayrıca betonun üretildikten sonra uygun şekilde taşınması, yerleştirilmesi sıkıştırılması, perdahlanması ve kür edilmesi de basınç dayanımı açısından önemli dış faktörlerdir.

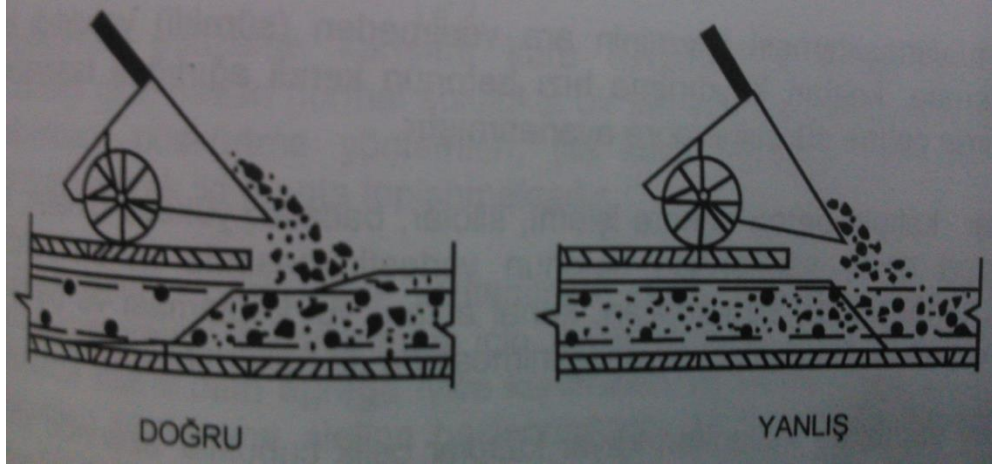
Betonun yerleştirilmesi işlemi boşluksuz bir beton buna bağlı olarak yüksek basınç dayanımı ve geçirimsizlik elde edilebilmesi açısından önem taşımaktadır. Yerleştirme yapılırken kalıp şekli, eleman tipi, kalıp boyutu gibi faktörler dikkate alınarak çalışılmalıdır. Yerleştirme işlemine başlamadan önce ön hazırlıkların yapılarak beton dökümünün olabildiğince kesintisiz, sürekli devam etmesi ve soğuk derzin önlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde farklı beton katmanları arasında aderansın yetersiz oluşu ortaya çıkabilmektedir [2]. Bununla birlikte soğuk derzin döşeme elemanlarında diğer kolon, kiriş, perde gibi elemanlara göre daha az olumsuz etki gösterdiği söylenmektedir.

Perde elemanlarda betonun yerleştirilmesi işlemi döşemelere göre daha zor olabilmektedir. Perde gibi dar ve derin kalıba beton yerleştirilirken segregasyona karşı önlem alınmalıdır. Dar kalıplara beton dökümü sırasında bir oluğun ucu kalıbın dibine kadar indirilmeli ve beton dökümü bu şekilde gerçekleştirilmelidir [2].



Şekil.1 Perde elemanlarda beton dökümünün doğru ve yanlış uygulama şekilleri

Döşeme betonlarının yerleştirilmesi söz konusu olunca dökülen beton daha önceden dökülmüş betonun ön tarafına doğru önceden yerleştirilen betondan uzaklaşacak şekilde hareket edilerek dökülmelidir [2].



Şekil.2 Döşeme elemanlarda doğru ve yanlış beton döküm uygulamaları

Basınç dayanımı betonun en önemli özelliğidir. Bunun sebeplerinden birisi basınç dayanımının ölçülmesi en kolay özelliklerden birisi oluşudur. Ayrıca bir yapıda betondan beklenen en önemli görev yeterli basınç dayanımına sahip olmasıdır. Yapıların projelendirilmesinde betonun basınç dayanımı dikkate alınmaktadır. Betonun basınç dayanımının bilinmesi kesme dayanımı, çekme dayanımı, aşınma direnci ve permeabilite gibi diğer özellikler hakkında da bilgi vermektedir [3]. Beton basınç dayanımının belirlenmesinde betonarme elemanda sertleşmiş betonun içinden kesilerek alınan bir parçanın test edildiği karot yöntemi gibi hasarlı yöntemler ve yüzey sertliği ya da ultrasonic dalgaların hızının ölçüldüğü hasarsız yöntemler mevcuttur [3].

Karot yönteminde parçanın boyunun çapına oranı 1'den küçükse o karot parçası kullanılamamaktadır. Uzunluk/Çap oranı 1 ile 2 arasında değerler alabilmektedir ve değerine göre aşağıdaki düzeltme faktörü tablosu kullanılmaktadır. Düzeltme faktörü ile boy/çap oranı ilişkisi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Karot numunelerin farklı boy/çap oranı değerlerine karşılık gelen düzeltme değerleri

Boy/Çap	Düzeltilme Faktörü
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

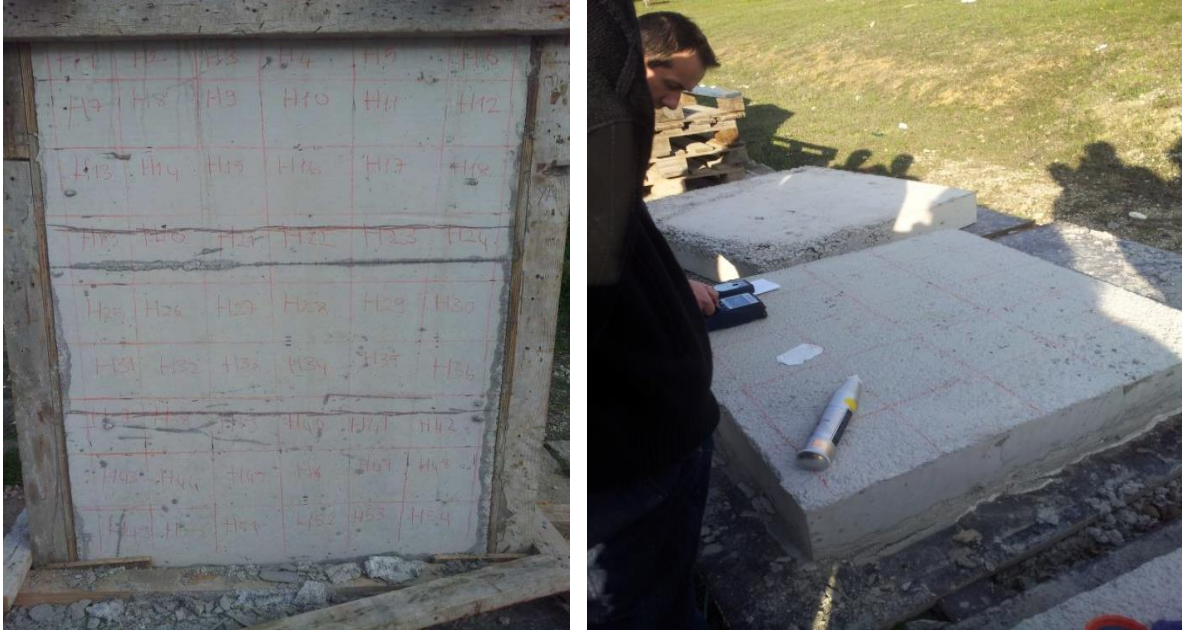
Bu çalışmada eleman tipinin betonun basınç dayanım özelliklerine etkisi karot numuneler almak suretiyle incenmiş ve boyutları 1 m x 1 m olan betonarme döşeme ve 1 m x 1.5 m olan betonarme perde elemanlar üretilmiştir. Bu elemanlarda C20/25 ve C30/37 sınıfı betonlar kullanılmıştır. Gerçek şantiye şartlarında bekletilen elemanlar yeterli miktarda küre tabi tutulduktan sonra elemanlardan farklı çaplarda karotlar alınmış ve bu karotlar farklı narinliklere sahip olacak şekilde kesilmiştir. Perde elemanlardan alınan karotlarda çap ve narinliğin yanı sıra perdenin alt orta ve üst kısımlarından alınan karotlarla donatılardan kaynaklanan segregasyon da incelenmiştir. Çalışma kapsamında C20/25 ve C30/37 sınıfı betonlar kullanılmış ve eleman tipi etkisini incelemek amacıyla da perde ve döşeme olarak tasarlanan elemanlar ikişer adet üretilerek numuneler üzerinde karotlar alınmıştır. Eleman tipi, karot çapı, basınç dayanımı etkisi ve narinlik parametreleri ışığında beton elemanların basınç dayanımı değişimleri aynı özelliklerdeki betonlarda perde ve döşeme betonu arasında karşılaştırma yapmak suretiyle belirlenmeye çalışılmıştır. Donatı tasarımında ise; döşeme betonu numunesinde yatayda $\Phi 8$ donatısı 7 cm arayla tatbik edilmiştir ($\Phi 8/7$) ve paspayı 3 cm olarak seçilmiştir. Perde duvarlarda ise yatayda $\Phi 8$ (deprem yönetmeliği etriye aralık hesabına göre) etriye, düşeyde $\Phi 12$ donatısı 15cm ($\Phi 12/15$) arayla tatbik edilmiştir ve paspayı 3 cm olarak seçilmiştir. Perde ve döşeme elemanlarına ait detaylar Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. C20/25 ve C30/37 sınıflarında hazırlanan perde ve döşeme elemanları

Ayrıca çalışma kapsamında 15 cm küp elemanlara taze beton dökümü gerçekleştirilmiş ve 6 adet numune standartlar uygun şekilde sıkıştırılmış ve 6 adet numune ise küp kalıplar içerisine sıkıştırılmadan yerleştirilmiştir. Numuneler üzerinde taze halde iken slump deneyi yapılarak C20/25 sınıfı taze betonda slump değeri 22 cm, C30/37 sınıfı betonda ise 18 cm olarak bulunmuştur. Kalıplardan ertesi gün çıkarılan numuneler 23 ± 1.7 °C’de 28 gün boyunca standart kür işlemine tabi tutulan numuneler üzerinde 28 gün sonunda basınç dayanım deneyi gerçekleştirilmiştir.

İki farklı beton sınıfında betonlar dökülen perde ve döşeme elemanlarının kalıp sökme işlemleri gerçekleştirildikten sonra 28 gün boyunca pamuklu bir örtü sistemiyle muhafaza edilmiş ve örtü sistemi devamlı nemli tutularak perde ve döşeme elemanlar kür edilmiştir. 28 gün sonunda elemanlar üzerinde işaretleme yapılarak karot alınacak yerler tespit edilmiştir. Şekil 4’de C20/25 ve C30/37 sınıflarında hazırlanan perde ve döşeme elemanların karot alınımından önceki ve sonraki durumu gösterilmiştir.



Şekil 4. (a) Perde ve döşeme elemanlarda karot alınacak yerlerin işaretlenmesi



Şekil 4. (b)Perde ve döşeme elemanlarda karot alınacak yerlerden karot alımı

Perde ve döşeme betonları üzerinde işaretleme yapılarak numuneler isimlendirilmiş ve yapılan isimlendirme Tablo 2’de verilmiştir. Çalışma kapsamında C20/25 sınıfında sıkıştırma yapılmamış döşeme betonu ile sıkıştırma yapılmamış perde betonu, C20/25 sınıfında sıkıştırma yapılmış döşeme betonu ile sıkıştırma yapılmış perde betonu, C30/37 sınıfında sıkıştırma yapılmamış döşeme betonu ile sıkıştırma yapılmamış perde betonu ve C30/37 sınıfında sıkıştırma yapılmış döşeme betonu ile sıkıştırma yapılmış perde betonu aynı bölgelerden karot numuneler alınmak suretiyle kıyaslanmıştır.

Tablo 2. Beton numuneleri işaretlenmesi

Eleman No	Beton sınıfı	Eleman Tipi	Sıkıştırma işlemi
K	C20/25	Döşeme	Yok
L	C20/25	Perde	Yok
M	C20/25	Döşeme	Var
N	C20/25	Perde	Var
O	C30/37	Döşeme	Yok
P	C30/37	Perde	Yok
R	C30/37	Döşeme	Var
S	C30/37	Perde	Var

Deneylerde agrega olarak doğal kum ile maksimum tane boyutu 31.5 mm olan ve Sakarya-Geyve yöresinden elde edilen kalker agregası ve çimento olarak da CEM I 42,5N tipi Portland çimentosu kullanılmıştır. Kimyasal katkı maddesi polikarboksilat eter bazlı, özgül

ağırlığı 2.14 olan bir süperakışkanlaştırıcıdır. Kullanılan çimentoya ait kimyasal bileşimler ve bazı fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Çimento ve mineral katkıların kimyasal ve fiziksel özellikleri

Kimyasal Bileşim		
Bileşen Adı	Çimento	
Çözünmez kalıntı	1.50	
Al ₂ O ₃	4.85	
Fe ₂ O ₃	3.24	
CaO	61.86	
MgO	2.02	
SO ₃	2.63	
Kızdırma Kaybı	2.90	
Cl ⁻	---	
Tayin Edilemeyen	1.90	
Serbest CaO	1.51	
Na ₂ O	---	
K ₂ O	---	
Özgül ağırlık	3.08	
İncelik (Blaine, cm ² /g)	3996	
Basınç Dayanımı (MPa)	2-Gün	28.3
	7-Gün	39.8
	28-Gün	48.3

3. DENEY SONUÇLARI VE İRDELEME

C20/25 sınıfında üretilen sıkıştırma işlemi uygulanmamış döşeme elemanı ile sıkıştırma işlemi uygulanmamış perde elemanı üzerinde alınan karot numuneler üzerinde yapılan basınç dayanımı deney sonuçları Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Sıkıştırma işlemi uygulanmamış C20/25 döşeme elemanı ile perde elemanına ait karot basınç dayanımı sonuçları

	Narinlik	Döşeme Eleman	Basınç Dayanımı (MPa)	Narinlik	Perde Eleman	Basınç Dayanımı (MPa)	Fark (%)	
Sıkıştırılmamış C20	1/1	45/45	K34	16.99	45/45	L17	17.24	1.47
		68/68	K10	15.98	68/68	L34	25.95	38.42
		95/95	K35	19.27	95/95	L15	25.34	23.95
	1/2	45/90	K33	21.51	45/90	L30	22.40	4.14
		65/130	K14	24.46	65/130	L33	27.55	11.22
	7/10	95/135	K17	17.38	95/135	L26	25.07	30.68

Tablo 4’de sıkıştırma uygulanmamış C20/25 perde ve döşeme betonarme elemanlarından alınan karotların sonuçları görülmektedir. Görüldüğü üzere aynı narinlik oranındaki karotların genelinde perde elemanlarından döşeme elemanlarına göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Deney sonuçları değerlendirildiğinde C20/25 sınıfında üretilen döşeme elemanları ile perde elemanları karot basınç dayanım değerleri arasında % 1.47 ile %38.47 arasında değişim görülmüştür. 7 farklı bölgeden alınan karot numunelerin ortalaması alındığında sıkıştırma işlemi uygulanmamış perde elemanı, döşeme elemanına göre ortalama olarak % 18.31 daha yüksek basınç dayanım değeri vermiştir.

Perdelerin yüksek elemanlar olması ve yüksekliğin artmasıyla birlikte betonun hidrostatik etkisi kendiliğinden bir miktar sıkışmayı mümkün kılmıştır ve dışarıdan bir sıkıştırma işlemi uygulanmadığı için döşeme ve perde elemanlar arasındaki fark yüksek çıkmıştır. En yüksek fark ise 1/1 narinliği olan 68 mm çapa sahip K10 ve L34 karotlarında görülmüştür.

C20/25 sınıfında üretilen sıkıştırma işlemi uygulanmış döşeme elemanı ile sıkıştırma işlemi uygulanmış perde elemanı üzerinde alınan karot numuneler üzerinde yapılan basınç dayanımı deney sonuçları Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Sıkıştırma uygulanan C20/25 döşeme elemanı ile perde elemanına ait karot basınç dayanımı sonuçları

	Narinlik	Döşeme Eleman	Basınç Dayanımı (MPa)	Narinlik	Perde Eleman	Basınç Dayanımı (MPa)	Fark (%)	
Sıkıştırılmış C20	1/1	45/45	M17	18.49	45/45	N14	19.50	5.46
		68/68	M34	18.02	68/68	N27	19.01	5.21
		95/95	M5	25.00	95/95	N40	26.43	5.41
	1/2	45/90	M26	18.49	45/90	N11	18.72	1.23
		65/130	M22	23.32	65/130	N22	23.92	2.51
	7/10	95/135	M30	19.95	95/135	N29	20.48	2.66

Deney sonuçları incelendiğinde, sıkıştırma uygulanmış C20/25 perde ve döşeme betonarme elemanlarından alınan aynı narinlik oranındaki karotların genelinde perde elemanlarından alınan karotlar döşeme elemanlarından alınan karotlara göre daha yüksek değerler vermiştir. Çalışma kapsamında C20/25 sınıfında üretilen döşeme elemanları ile perde elemanları karot basınç dayanım değerleri arasında % 1.23 ile %5.46 arasında değişim görülmüştür. 6 farklı bölgeden alınan karot numunelerin ortalaması alındığında sıkıştırma işlemi uygulanmış perde elemanı, döşeme elemanına göre ortalama olarak % 3.74 daha yüksek basınç dayanım değeri vermiştir.

C30/37 sınıfında üretilen sıkıştırma işlemi uygulanmamış döşeme elemanı ile perde elemanı üzerinde alınan karot numuneler üzerinde yapılan basınç dayanımı deney sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Sıkıştırma uygulanmamış C30/37 döşeme elemanı ile perde elemanına ait karot basınç dayanımı sonuçları

	Narinlik		Döşeme Eleman	Basınç Dayanımı (MPa)	Narinlik	Perde Eleman	Basınç Dayanımı (MPa)	Fark (%)
	Sıkıştırılmamış C30	1/1	45/45	O12	29.32	45/45	P15	35.86
68/68			O28	29.54	68/68	P29	34.93	15.43
95/95			O35	18.42	95/95	P39	20.00	10.48
1/2		45/90	O11	22.02	45/90	P47	24.53	10.23
		65/130	O4	24.52	65/130	P25	27.61	11.19
7/10		95/135	O15	22.41	95/135	P33	25.79	13.11

Tablo 6 incelendiğinde, sıkıştırma uygulanmamış C30/37 perde ve döşeme betonarme elemanlarından alınan aynı narinlik oranındaki karotların genelinde diğer numunelerde olduğu gibi perde elemanlarından alınan karotlar döşeme elemanlarından alınan karotlara göre daha yüksek değerler vermiştir. C30/37 sınıfında üretilen döşeme elemanları ile perde elemanları karot basınç dayanım değerleri arasında % 10.23 ile % 18.24 arasında değişim görülmüştür. 6 farklı bölgeden alınan karot numunelerin ortalaması alındığında sıkıştırma işlemi uygulanmamış perde elemanı, döşeme elemanına göre ortalama olarak % 13.11 daha yüksek basınç dayanım değeri vermiştir.

C30/37 sınıfında üretilen sıkıştırma işlemi uygulanmış döşeme elemanı ile perde elemanı üzerinde alınan karot numuneler üzerinde yapılan basınç dayanımı deney sonuçları Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Sıkıştırma uygulanmış C30/37 döşeme elemanı ile perde elemanına ait karot basınç dayanımı sonuçları

	Narinlik		Döşeme Eleman	Basınç Dayanımı (MPa)	Narinlik	Perde Eleman	Basınç Dayanımı (MPa)	Fark (%)
	Sıkıştırılmış C30	1/1	45/45	R19	22.14	45/45	S38	22.52
68/68			R32	33.28	68/68	S19	34.22	2.75
95/95			R31	31.23	95/95	S27	33.38	6.44
1/2		45/90	R9	33.35	45/90	S17	35.61	6.35
		65/130	R16	28.71	65/130	S10	30.58	6.12
7/10		95/135	R8	30.67	95/135	S20	33.46	9.10

Deney sonuçları incelendiğinde, sıkıştırma uygulanmış C30/37 perde ve döşeme betonarme elemanlarından alınan aynı narinlik oranındaki karotların genelinde perde elemanlarından alınan karotlar döşeme elemanlarından alınan karotlara göre daha yüksek değerler vermiştir. Çalışma kapsamında C30/37 sınıfında üretilen döşeme elemanları ile perde elemanları karot basınç dayanım değerleri arasında % 1.69 ile % 9.10 arasında değişim görülmüştür. 6 farklı bölgeden alınan karot numunelerin ortalaması alındığında sıkıştırma işlemi uygulanmış perde elemanı, döşeme elemanına göre ortalama olarak % 5.40 daha yüksek basınç dayanım değeri vermiştir.

4. SONUÇLAR

Yapılan deneysel çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Sıkıştırma işlemi uygulanmamış C20/25 ve C30/37 sınıfındaki betonlarda % 18 ve %11 mertebesinde perde betonlar döşeme betonlarına göre daha yüksek basınç dayanım değerleri vermiştir. Bu durum sıkıştırma işlemi uygulanmış betonlara gelindiğinde %4 ila %5 mertebesine inmiştir.
- Döşeme ve perde şeklinde iki farklı eleman tipinde üretilen betonarme elemanların sıkıştırma işlemi yapılsa da yapılmasa da beton basınç dayanımının perde elemanlarda genellikle daha yüksek sonuçlar vermiştir.
- Sıkıştırma işlemi uygulanan elemanların fark değerlerinin daha az olduğu görülmektedir. Buna sebep olarak perde elemanların fazla olan yüksekliği sebebiyle hidrostatik etkinin sıkıştırmaya sebep olduğu düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Avcıoğlu M., “Malzeme Bilimi Yapı Malzemeleri ve Deneyleri”, İstanbul, 2012.
- [2] Topçu, İ.B., Yapı Malzemesi ve Beton, Şahvar Offset, Eskişehir, 2006
- [3] Neville A.M., Properties of Concrete, Longman Scientific & Technical, England, 1981.
- [4] Erdoğan, T.Y., Beton, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yay. ve İletişim A.Ş., Ankara, 2003.
- [5] Baradan, B., Yazıcı, H., Ün, H., Beton ve Betonarme Yapılarda Kalıcılık, Türkiye Hazır Beton Birliği, İstanbul, 2010.
- [6] Mehta, P.K., Monteiro, J.M.P., Concrete (microstructure, properties and materials), Indian Concrete Institute, Indian Edition, 2006.
- [7] Erdoğan T., “Materials of Construction”, Metu Press, 2005.