

# Soğuk Derzin Betonun Eğilme ve Doğrudan Çekme Dayanımı Üzerindeki Etkisinin Araştırılması

Nursultan KADYROV, Salih YAZICIOĞLU

Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara-Türkiye

(Geliş / Received : 04.07.2015 ; Kabul / Accepted : 27.01.2016)

## ÖZ

Bu çalışmada, deneysel olarak soğuk derzin betonun eğilme ve doğrudan çekme dayanımı üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneysel çalışmalar TS EN 206-1 standardına göre üretilen C25 sınıfındaki beton numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. 100x200 mm boyutlarında silindirik ve 100x100x500 mm boyutlarında prizma şeklinde hazırlanan beton numunelerinde 45° ve 90° açılarda soğuk derz oluşturulmuştur. Numunelerin yarısı dökülüp 2, 3, 4 ve 6 saat bekletilerek soğuk derz oluşturulduktan sonra kalan yarısı dökülmek suretiyle deney numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler üzerinde eğilme ve doğrudan çekme dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre soğuk derz oluşumunda süre uzadıkça eğilme ve doğrudan çekme dayanımlarında azalma meydana geldiği görülmüştür. Bu azalmanın 6 saatten sonra dökülen betonlarda daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Beton, soğuk derz, eğilme dayanımı, doğrudan çekme

## Research of Cold Joint Effects on the Direct Tensile and Flexural Strength of the Concrete

### ABSTRACT

This study researches the effects of cold joint on the direct tensile and flexural strength of the concrete. The experimental studies were carried out on C25 concrete samples produced according to the standard TS EN 206-1. Cold joints were formed at the angles of 45 and 90 degrees in the concrete samples, which were produced in the shape of a 100x200 mm cylinder and a 100x100x500 mm prism. Test samples were prepared first by pouring the half of the concrete samples and forming the cold joint after waiting 2, 3, 4 and 6 hours, and then by pouring the remaining half of the concrete. Direct tensile and flexural strength tests were conducted on these samples. The results showed that during the formation of cold joint, a longer period of time led to a decrease on the direct tensile and flexural strength of the concrete. This decrease was more evident on the concrete samples poured after 6 hours.

**Keywords:** Concrete, cold joint, flexural strength, direct tensile

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Beton; çimento, agrega, su ve uygun katkı maddelerinin hesaplar neticesinde belirlenen ve belirli bir üretim teknolojisine uygun olarak belirli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen, başlangıçta plastik kıvamda olup zamanla çimentonun hidrasyonu sebebiyle katılaşıp istenilen şekli alarak sertleşen kompozit bir yapı malzemesidir. Beton, uzun yıllardan beri en önemli yapı malzemesi olma özelliğini korumuştur. Güncelliğini kaybetmeyen beton, bütün yapılarda az veya çok kullanılmaktadır. Bu yapılar arasında; yollar, sulama kanalları, köprüler, barajlar ve konutlar sayılabilir. Betonun tercih edilme sebepleri; şekil verilebilme kolaylığı, fiziksel ve kimyasal dış etkilere karşı dayanıklılığı, ekonomik olması, kullanımını ve üretimindeki pratikliğidir [1].

Betonun döküm sırası betonun kalitesini önemli derecede etkiler. Taze betonun yerine yerleştirilmesi işleminin başarıyla sonuçlanabilmesi için, bu işleme başlamadan önce uygun bir planlama yapılması ve bazı ön hazırlık-

ların yerine getirilmesi gerekmektedir. Taze betonun yerleştirme işlemi başladığında, bu işlemin istenmeyen herhangi bir nedenle yarıda kalmaması gerekmektedir. Aksi takdirde, önceden yerleştirilmiş ve sertleşmiş olan betonun yüzeyi ile daha sonra yerleştirilen taze betonun yüzeyi arasında yeterli aderans oluşmamakta ve “soğuk derz” olarak ifade edilen istenmeyen bir bağlantı meydana gelmektedir [2].

En iyi beton dökümü, ek yapılmadan yani ara verilmeden dökülen betondur. Ancak elde olmayan sebeplerle beton döküm işlemine ara vermek ve daha sonra dökülen kısımlardan devam etmek zorunda kalınabilir. Örneğin; beton mikserinin gecikmesi, kalıpların patlaması veya döküm alanının büyük olması gibi nedenlerle beton döküm aralıkları uzayabilir veya işin ertesi güne sarkması ile beton dökme işi yarım kalabilir. Dökülen beton sertleşmeye başladıktan veya tamamen sertleştikten sonra, bırakılan kısımlarda yeniden beton dökme işlemine devam edilmesi ile ilk tabaka arasında soğuk derz adı verilen ek yerleri ve süreksizlikler meydana getirilmiş olur. Bu ek yerlerinin betonun bazı mekanik özelliklerini olumsuz etkilemesi söz konusudur [3].

\* Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: nurik\_kadirov@mail.ru

Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2016.19.3 203-210

Soğuk derz, betonun safhalar halinde ara verilerek dökülmesi durumunda, iki dökümün birleşim yerinde oluşan birleşme yetersizliği olarak tanımlanabilir [4]. Ek yerleri genellikle yapıların zayıf kısımlarıdır. Bu kısımlarda beton elemanın çekme ve eğilme dayanımı gibi mekanik özellikleri, bütün olarak dökülmüş homojen bir beton elemana göre daha azdır [3]. Bu nedenle ek yapılacak beton tabakaları arasında kuvvetli bağlantının sağlanması gerekmektedir. Aslında yapıların hemen hepsinde, betonun bir seferde dökülüp bitirilememesinden dolayı soğuk derzler oluşturulmaktadır. Farklı zamanlarda dökülen kolon ve kiriş betonları, kat betonları veya yapının temeli ile üzerine gelecek taşıyıcı elemanların betonları arasında bu tür ek yerlerinin ve süresizliğin oluşacağı önceden bilinmektedir. Bu türden oluşabilecek ek yerlerini azaltmak için kolon ve kiriş betonlarının birlikte dökülmesi tercih edilmelidir. Ek yerleri momentin en az olduğu yerlerde oluşacak şekilde seçilmeli ve soğuk derzler yatay elemanlar için yaklaşık 45°, düşey elemanlar için ise yatay olacak şekilde, kademeli ya da dişli olarak bırakılmalıdır. Ayrıca bu kısımlarda donatı filizleri ve kaba agrega parçaları bırakılmalıdır [3].

Soğuk derzle ilgili Rathi ve Kolase [5], soğuk derzin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için, soğuk derz oluşumu ile ilgili sonuçlara bakarak priz geciktirici madde olarak şeker kullanmışlardır. Yazarlar; numunelerin hazırlanmasında ilk önce kalıbın yarısına 45° açıyla eğimli ve 90° açıyla dikey olarak beton dökmüşler, 45, 75, 120 ve 180 dakikadan sonra kalıbın kalan yarısına taze beton dökmüşlerdir. Hazırlanan numuneler üzerinde basınç, eğilme ve yarmada çekme deneyleri yapmışlardır. Sonuç olarak, priz geciktirici madde olarak şeker katılan betonların normal betonla karşılaştırıldığında, soğuk derz oluşumunu çok az miktarda engellediğini ortaya koymuşlardır [5].

Subba ve Kishen [6] soğuk derzin beton boyutuna göre etkisini araştırmışlardır. İlk önce farklı boyutlarda prizma kalıplar hazırlamışlar, daha sonra kalıpların yarısına tek seferde hazırlanan aynı karışım oranına sahip taze

beton dökmüşlerdir. İki günden sonra ise kalıpların kalan yarısını aynı karışım oranındaki taze betonla doldurarak numunelerini hazırlamışlardır. Sonra bu numuneler üzerinden eğilme dayanımı deneyi yapmışlardır. Çalışma sonucuna göre soğuk derz oluşan betonların arasında kesinlikle donatı yerleştirilmesi gerektiğini, numunenin boyutu arttıkça maksimum yük taşıma kapasitesinin de arttığını ve zaman geçince soğuk derz oluşan betonların eğilme dayanımının azaldığını tespit etmişlerdir[6].

Lion [7] tarafından yapılan soğuk derz çalışmasında kalıbın ilk yarısına taze beton döküldükten 72 saat sonra, kalıpların ikinci yarısı aynı karışım oranına sahip taze betonla doldurulmuştur. Boyutları 150x150x600 mm olan prizma numune üzerinde eğilme deneyi yapılmış ve karbonatlaşma deneyi için soğuk derz oluşan betonlardan boyutları 100x140 mm olan karot numuneler alınmıştır. Karbonatlaşmada kullanılan numuneler 4 hafta boyunca farklı sıcaklıklarda ve ortamlarda tutulmuştur. Soğuk derz numunelerinin karbonatlaşması normal betonun karbonatlaşması ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, prizma numunelerinin üzerinde yapılan eğilme deneyinde zaman arttıkça soğuk derz oluşan betonların eğilme dayanımının azaldığı, karbonatlaşma deneyinin sonuçlarına göre ise soğuk derzde oluşan karbonatlaşma miktarı normal betonun karbonatlaşma miktarına göre yüksek olduğu belirlenmiştir [7].

Bu çalışmada, beton dökümü sırasında ilk beton dökülüp prizini almaya başladıktan sonra ikinci betonun geç dökülmesi nedeni ile oluşan soğuk derzde iki beton arasındaki aderansın araştırılması ve soğuk derzin olumsuz etkilerini en az seviyede tutulması için, ikinci betonun en geç kaç saat içinde dökülebileceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MALZEME VE YÖNTEM (MATERIALS AND METHOD)

### 2.1 Malzeme (Material)

Beton numunelerinin hazırlanmasında karışım suyu olarak Ankara şehir içme suyu kullanılmıştır. Deneysel ça-

Çizelge 1.Çimentonun kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri (Chemical, physical and mechanical characteristics of the cement)

Kimyasal Özellikler		Fiziksel Özellikler	
SiO <sub>2</sub> (%)	22.87	Priz Başlangıcı (dk)	163
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	5.59	Priz Sonu (dk)	216
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	3.22	Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	3.11
CaO (%)	58.82	Özgül Yüzey Alanı (cm <sup>2</sup> /g)	3837
MgO (%)	2.35		
SO <sub>3</sub> (%)	3.50		
Cl (%)	0.022		
Na <sub>2</sub> O (%)	0.47		
K <sub>2</sub> O (%)	1.05		
Kızdırma Kaybı (%)	2.11		
		Mekanik Özellikler	
		Basınç Dayanımı(MPa)	
		1.Gün	16.7
		2.Gün	28.4
		7.Gün	41.7
		28.Gün	54.2

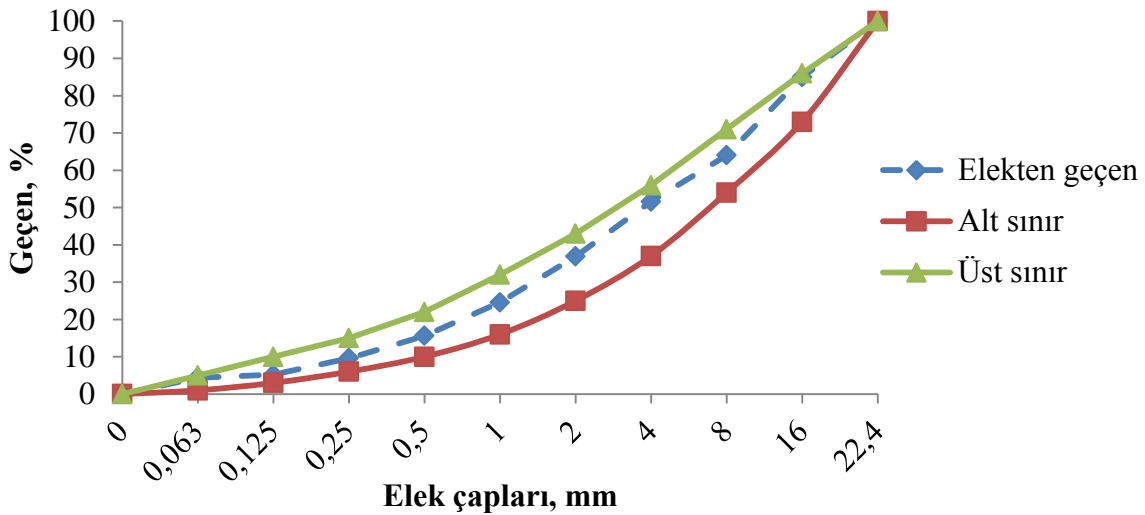
lışmada kullanılan çimento, agrega ve yapıştırıcı olarak kullanılan epoksinin özellikleri ise aşağıda verilmiştir.

### 2.1.1. Çimento (Cement)

Çalışmada kullanılan çimento CEM II 42.5 R tipi çimento olup, Baştaş Çimento Ankara Elmadağ üretim tesisinden getirilmiştir. Kullanılan çimentoya ait kimyasal, fiziksel ve mekanik analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

### 2.1.2. Agrega (Aggregate)

Beton karışımında kullanılan agrega Ankara, Mamak bölgesindeki Uğural taş ocağından getirilmiştir. Kullanılan agreganın cinsi kalker taşıdır. Karışımında 0-4, 4-11.2 ve 11.2-22.4 mm elek aralıklarında agrega kullanılmıştır. Agreganın elek analizi grafiği Şekil 1'de verilmiştir. Karışımındaki agrega granülometrisi TS 706 EN 12620 [8] standardında belirtilen sınır değerler içerisinde kalmıştır.



Şekil 1. Agreganın tane büyüklüğü dağılımı (Particle size distribution of the aggregate).

### 2.1.3. Epoksi (Epoxy)

Çalışmada Sika Yapı Kimyasalları A.Ş. tarafından üretilen Sikadur®-52 yüksek dayanımlı epoksi reçinelerden oluşan iki bileşenli, solventsiz, düşük viskoziteli enjeksiyon reçinesi kullanılmıştır. Kullanılan epoksinin üretici firmadan temin edilen kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

## 2.2 Yöntem (Method)

### 2.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması (Preparation of test samples)

Çalışmada TS EN 206-1 standardına göre C25 sınıfında beton üretilmiştir [10]. Beton 40 dm<sup>3</sup> kapasiteli düşey eksenli laboratuvar tipi beton karıştırıcısında 2 dakika boyunca karıştırılarak üretilmiştir. Hazırlanan betonun kıvamının belirlenmesi için TS EN 12350-2'ye göre çökme deneyi yapılmış ve kıvam sınıfı S2 olarak belirlenmiştir [11]. Hazırlanan betonun karışım oranları Çizelge 3'te verilmiştir. 100x200 mm boyutlarında hazırlanan silindir numunelerinin ortalama basınç dayanımı 38.6 MPa olarak belirlenmiştir. Betonların basınç dayanımı deneyi TS EN 12390-3'e uygun olarak yapılmıştır [12]. 100x200 mm boyutlarında silindir ve 100x100x500 mm boyutlarındaki prizma kalıplarda soğuk derz oluşturmak için ilk önce kalıpların yarısına 45° ve 90° açılarda soğuk derz oluşturulacak şekilde (Şekil

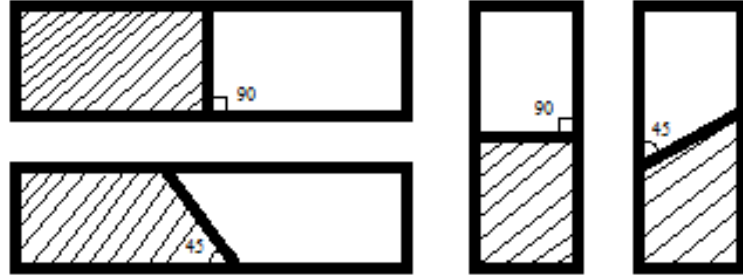
2) taze beton dökülmüştür. Betonun yüzey kısmı dışı olarak bırakılmıştır. Kalıp içerisine betonu 45° açıda dökmek için kalıp 45° açığa getirilmiş ve ilk beton dökümü yapılmıştır. İlk beton döküldükten sonra numuneler 2, 3, 4 ve 6 saat bekletilmiştir. Belirtilen süreden sonra aynı taze beton karışımı ile kalıpların kalan diğer yarısı doldurulmuştur. Numuneler 24 saat nemli or-

Çizelge 2. Epoksinin kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri (Chemical, physical and mechanical characteristics of epoxy)

Kimyasal Özellikler	
Yoğunluk:	A bileşeni: 1.13 kg/l (+20°C'de) B bileşeni: 1.01 kg/l (+20°C'de)
Viskozite:	450 cp (+20°C'de)
Termal Genleşme Katsayısı:	89x10 <sup>-6</sup> per °C (-20°C - +40 °C)
Fiziksel ve Mekanik Özellikler	
Basınç Dayanımı:	53 N/mm <sup>2</sup> (10 gün sonunda +20 °C)
Çekme Dayanımı:	25 N/mm <sup>2</sup> (10 gün sonunda +20 °C)
Yapışma Dayanımı:	- Betonda: >4 N/mm <sup>2</sup> (beton kırılması) (+23°C'de 7 gün sonunda) - Çeliğe: ~10 N/mm <sup>2</sup> (DIN 53232)

Çizelge 3. 1 m<sup>3</sup> beton için malzeme karışımı (Material mixture for 1 m<sup>3</sup> of concrete)

Çimento (kg)	Su (kg)	S/Ç	Agrega (kg)		
			0-4	4-11.2	11.2-22.4
400	209	0.52	720	525	390



Prizma

Silindir

Şekil 2. Kalıpların yarısına 45° ve 90° açılarda soğuk derz oluşturacak şekilde beton dökülmesini gösteren şematik çizim (A schematic diagram illustrating how the concrete has been poured to create a cold joint into half of moulds of 45 and 90 degrees)

tamda bekletildikten sonra kalıplardan çıkartılarak 28 gün boyunca 20±2°C sıcaklıkta kür edilmiştir.

### 2.2.2. Epoksi hazırlanması (Preparation of epoxy)

Epoksiyi kullanım haline getirmek için, A ve B bileşenleri birbiriyle karıştırılmıştır. Karışım oranı A:B = 2:1 ağırlıkçadır. A:B = 2:1 oranda epoksi çok akıcı olduğu için karışıma C bileşeni eklenmiştir (C=A). C bileşeni 0.25 mm elekten geçen taş unudur. Bileşenler karıştırılıp macun kıvamına getirildikten sonra betona yapıştırılmıştır [9].

### 2.2.3. Doğrudan çekme dayanım deneyi (Direct tensile strength testing)

Doğrudan çekme dayanım deneyi TS 2027'ye uygun olarak sadece silindir numuneleri kullanılarak yapılmıştır [13]. 28 günden sonra numuneler 12 saat laboratuvar şartlarında bekletilmiştir. Sonra silindir numunelerinin iki yüzeyine kalınlığı 10 mm ve çapı 100 mm olan çelik bir eleman epoksi ile Şekil 3'de verildiği gibi yapıştırılmıştır. Yapıştırmadan önce silindirin yüzeylerindeki tozlar iyice temizlenmiştir.



Şekil 3. Çekme dayanımı deneyinde kullanılan a) beton numunelerin yüzeylerine yapıştırılan çelik başlık, b) doğrudan çekme deney makinası c) çelik başlık yapıştırılarak doğrudan çekme deneyine hazır hale getirilmiş bir beton numunesi (Used in the experiment of tensile strength a) a steel helmet adhered to the surfaces of concrete samples, b) a direct tensile test machine, c) a concrete sample made available for direct tensile testing by adhering steel helmet).

### 2.2.4. Eğilme dayanım deneyi (Tests of flexural strength)

28. günde sudan çıkarılan 100x100x500 mm prizma numunelerinin eğilme dayanım deneyi TS EN 12390-5 [14] standardına uygun olarak eğilmede çekme deney makinası kullanılarak yapılmıştır. Eğilme dayanım deneyinde standarda göre prizma numuneleri mesnetlere L/3 mesafesinde iki noktadan yüklenerek kırılmıştır. Prizma numunelerin yükleme deneyine ait bir görünüm Şekil 4'te verilmiştir.



## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSION)

### 3.1. Doğrudan Çekme Dayanım Deneyi (Direct Tensile Strength Testing)

Doğrudan çekme deneyi sonucunda silindir numunelerin kopma yerleri Çizelge 4'te şematik olarak gösterilmiştir. Ayrıca 45° ve 90° açıda soğuk derz oluşturulan ve doğrudan çekme dayanımı deneyi yapılmış bir numuneye ait örnek bir görünüm Şekil 5'de verilmiştir.

Çizelge 4. Silindir numunelerin kopma yerlerini şematik olarak gösteren çizimler; çizimlerde düz kesintisiz çizgi soğuk derzi, kesikli çizgi ise numunenin koptuğu yeri göstermektedir (A schematic diagram sample illustrating the location of cylinder rupture, in the figure the straight solid line represents cold joints, while the dashed line indicates where the sample breaks).

Soğuk derz oluşma süresi, (Saat)	90° açılı soğuk derz			45° açılı soğuk derz		
	Num. 1	Num. 2	Num. 3	Num. 1	Num. 2	Num. 3
2						
3						
4						
6						



Şekil 5. Doğrudan çekme dayanımı deneyi yapılmış örnek bir görünüm (A view of the experimented samples for direct tensile strength)



Çizelge 4 incelendiğinde 90° ve 45° açılarda dökülen betonlar farklı yerlerden kopmuş anlaşılmaktadır. 90° açıda 2 saatten sonra dökülen beton numunelerinin sadece 2 tanesi, soğuk derz oluşan yerden kopmamıştır. 3, 4 ve 6 saatlerden sonra dökülen beton numunelerinin hepsi soğuk derz oluşan yerlerden kopmuştur. 45° açıda ise 2 saatten sonra dökülen betonlar soğuk derz oluşan yerlerden kopmamıştır. 3 ve 4 saatten sonra dökülen betonlar soğuk derzin en zayıf noktasından kopmuş, 6 saatten sonra dökülen betonların tamamı ise soğuk derz oluşan yerlerden kopmuştur.

Çalışmada hazırlanan soğuk derz numunelerinin doğrudan çekme dayanım değerleri Çizelge 5’de verilmiştir. Ayrıca ortalama doğrudan çekme dayanım değerlerine ait grafik Şekil 6’da sunulmuştur.

Çizelge 5 incelendiğinde, 45° açıyla oluşturulan soğuk derzli betonların 90° açıyla oluşturulan soğuk derzli be-

oluşturulan betonlar arasındaki süre uzadıkça bu betonlar arasındaki aderansın da azaldığı belirlenmiştir.

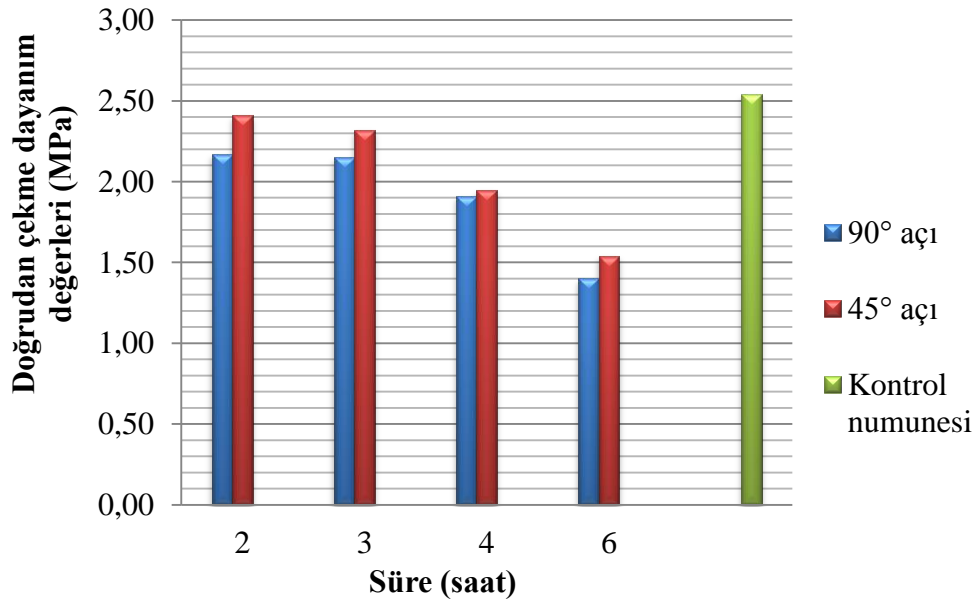
Çizelge 5’e göre 2 saatten sonra 45° açıyla dökülen beton sonuçlarının, soğuk derz oluşturulmadan dökülen kontrol betonun sonuçlarına en yakın olduğu görülmektedir. 90° açıyla oluşturulan soğuk derzli betonların doğrudan çekme dayanımı kontrol betonu doğrudan çekme dayanımından 2, 3, 4 ve 6 saatten sonra sırasıyla %14, %15, %25 ve %45 oranında azalmıştır. 45° açıyla oluşturulan soğuk derzli betonların doğrudan çekme dayanımı ise kontrol betonu doğrudan çekme dayanımından 2, 3, 4 ve 6 saatten sonra sırasıyla %5, %9, %23 ve %39 oranında azalmıştır.

### 3.2. Eğilme Dayanım Deneyi (Tests of Flexural Strength)

Eğilme dayanımı deneyleri sonucunda numunelerin kırılma yerleri şematik olarak Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 5. Doğrudan çekme dayanım değerleri (Values of direct tensile strength).

Soğuk derz oluşma süresi, (Saat)	Numunelerin doğrudan çekme dayanımı (MPa)								Kontrol numunesi, (MPa)
	90° açılı soğuk derz			Ortalama değer, (MPa)	45° açılı soğuk derz			Ortalama değer, (MPa)	
	Num.1	Num.2	Num.3		Num.1	Num.2	Num.3		
2	2.11	2.22	2.16	2.17	2.38	2.44	2.4	2.41	2.54
3	2.14	2.12	2.17	2.15	1.94	2.54	2.47	2.32	
4	1.89	1.97	1.85	1.91	1.97	1.99	1.88	1.95	
6	1.51	1.45	1.23	1.4	1.54	1.68	1.38	1.54	



Şekil 6. Ortalama doğrudan çekme dayanım değerleri (Average values of direct tensile strength)

tonlara göre daha yüksek çekme dayanımı değerleri verdiği görülmüştür. 45° açılı soğuk derzli betonların yapışma yüzeyinin 90° açılı soğuk derzli betonların yapışma yüzeyine göre daha büyük olması doğrudan çekme dayanımı değerlerini arttırmıştır. Elde edilen sonuçlar kaynak [6] ile benzerlik göstermektedir. Soğuk derz

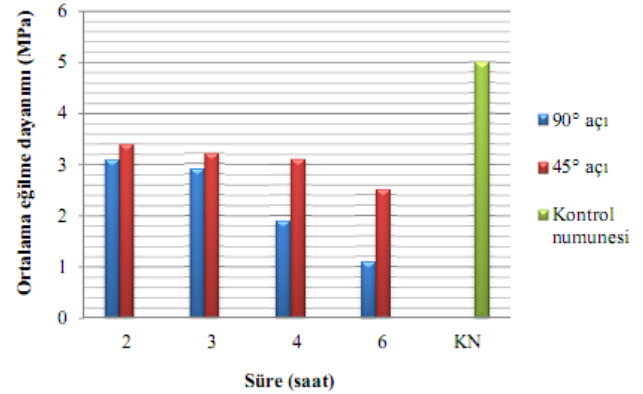
Çizelge 6. Prizma numunelerin kırılma yerlerini şematik olarak gösteren çizimler; çizimlerde düz kesintisiz çizgi soğuk derzi, kesikli çizgi ise numunenin kırıldığı yeri göstermektedir (A schematic diagram illustrating the location of the refractive prism samples; in this figure the straight solid line exemplifies cold joints, and the dashed line shows where the sample breaks).

Soğuk derz oluşma süresi, (saat)	Numune №	90° açılı soğuk derz			45° açılı soğuk derz		
2	1	[Diagram: 90° cold joint, break at top edge]			[Diagram: 45° cold joint, break at top edge]		
	2	[Diagram: 90° cold joint, break at top edge]			[Diagram: 45° cold joint, break at top edge]		
	3	[Diagram: 90° cold joint, break at top edge]			[Diagram: 45° cold joint, break at top edge]		
3	1	[Diagram: 90° cold joint, break at top edge]			[Diagram: 45° cold joint, break at top edge]		
	2	[Diagram: 90° cold joint, break at top edge]			[Diagram: 45° cold joint, break at top edge]		
	3	[Diagram: 90° cold joint, break at top edge]			[Diagram: 45° cold joint, break at top edge]		
4	1	[Diagram: 90° cold joint, break at top edge]			[Diagram: 45° cold joint, break at top edge]		
	2	[Diagram: 90° cold joint, break at top edge]			[Diagram: 45° cold joint, break at top edge]		
	3	[Diagram: 90° cold joint, break at top edge]			[Diagram: 45° cold joint, break at top edge]		
6	1	[Diagram: 90° cold joint, break at top edge]			[Diagram: 45° cold joint, break at top edge]		
	2	[Diagram: 90° cold joint, break at top edge]			[Diagram: 45° cold joint, break at top edge]		
	3	[Diagram: 90° cold joint, break at top edge]			[Diagram: 45° cold joint, break at top edge]		

Çizelge 6 incelendiğinde 45° açıda oluşturulan soğuk derzli betonların farklı yerlerden kırıldığı görülmektedir. 90° açılı oluşturulan soğuk derzli prizma numunelerin tamamı soğuk derz oluşan yerlerden kırılmıştır. Bu beklenen bir durumdur. 45° açılı oluşturulan soğuk derzli betonlar ise 90° açılı oluşturulan soğuk derzli betonlara göre farklılık göstermiştir. 45° açılı 2 ve 3 saatten sonra dökülerek oluşturulan soğuk derzli numuneler soğuk derzin en zayıf noktasından kırılmıştır. 4 saatten

sonra dökülen beton numunelerinin ikisi soğuk derz oluşan yerlerden diğeri ise en zayıf noktadan kırılmıştır. 6 saatten sonra dökülen betonların tamamı ise soğuk derzlerden kırıldığı görülmüştür.

Eğilme dayanım deneyi sonucunda elde edilen veriler Çizelge 7’de, ortalama eğilme dayanımı değerlerine ait grafik ise Şekil 7’de sunulmuştur.



Şekil 7. Ortalama eğilme dayanım değerleri (Average values of flexural strength).

Çizelge 7 incelendiğinde eğilme dayanım değerleri doğrudan çekme dayanım değerleri ile benzer sonuçlar vermiştir. 45° açıda dökülen betonlar 90° açıda dökülen betonlara göre daha büyük eğilme dayanım değerleri verdiği görülmüştür. Bu durum 45° açılı soğuk derzli betonların yapışma yüzeyinin daha büyük olmasıyla açıklanabilir. Çalışma ile elde edilen sonuçlar kaynak [6, 7] ile benzer özellik göstermektedir. Soğuk derz oluşturulan ikinci betonun geç dökülmesi ile iki beton arasında daha az aderans oluşmuştur. Ortalama eğilme dayanım değerlerine göre 45° açılı oluşturulan soğuk derzli betonların sonuçları bir birine yakındır. 90° açılı oluşturulan soğuk derzli betonların ise 2 ve 3 saatten sonraki eğilme dayanım değerleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Elde edilen sonuçlara göre 90° açılı oluşturulan soğuk derzli betonun eğilme dayanımı kontrol betonun dayanımından 2, 3, 4 ve 6 saatten sonra sırasıyla %38, %42, %62 ve %78 daha az olduğu görülmektedir. 45° açılı oluşturulan soğuk derzli betonun eğilme dayanımı ise kontrol betonun dayanımından 2, 3, 4 ve 6 saatten sonra sırasıyla %32, %36, %38 ve %50 daha az olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 7. Eğilme dayanım değerleri (Values of flexural strength).

Soğuk derz oluşma süresi, (Saat)	Numunelerin eğilme dayanımı (MPa)								
	90° açılı soğuk derz			Ortalama değer, (MPa)	45° açılı soğuk derz			Ortalama değer, (MPa)	Kontrol numunesi, (MPa)
	Num.1	Num.2	Num.3		Num.1	Num.2	Num.3		
2	3.1	3.4	2.6	3.1	3.3	3.4	3.5	3.4	5.0
3	3.1	2.6	2.8	2.9	3.3	3.0	3.2	3.2	
4	2.0	1.9	1.7	1.9	2.9	3.1	3.3	3.1	
6	1.2	1.0	1.1	1.1	2.1	2.9	2.5	2.5	

#### 4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışma ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Doğrudan çekme ve eğilme dayanım deneylerinde 45° açıyla oluşturulan soğuk derzli betonlar 90° açıyla oluşturulan soğuk derzli betonlara göre daha yüksek dayanım değerleri vermiştir.
- Soğuk derz oluşumunda sürenin artmasıyla betonun doğrudan çekme ve eğilme dayanımları azalmıştır.
- İlk dökülen betonun sonradan dökülen betonla temas alanı ne kadar genişse, iki beton arasında o kadar daha iyi aderans sağlandığı belirlenmiştir.
- 90° açıyla oluşturulan soğuk derzli betonun doğrudan çekme dayanımı kontrol betonun dayanımından 2, 3, 4 ve 6 saatten sonra sırasıyla %14, %15, %25 ve %45 daha düşüktür. 45° açıyla oluşturulan soğuk derzli betonun doğrudan çekme dayanımı ise 2, 3, 4 ve 6 saatten sonra sırasıyla %5, %9, %23 ve %39 oranında kontrol betonun dayanımından daha düşüktür.
- Doğrudan çekme dayanım deneylerinde 2 ve 3 saatten sonra dökülen betonlarda meydana gelen kopmalar en zayıf noktalardan, 4 ve 6 saatten sonra dökülen betonlarda ise soğuk derz oluşturulan yerlerinde meydana gelmiştir.
- Eğilme dayanım deneylerinde 90° açıyla oluşturulan soğuk derzli numunelerin tamamında meydana gelen kırılmalar soğuk derzlerde oluşmuştur. 45° açıyla oluşturulan soğuk derzli numunelerde ise 4 ve 6 saatten sonra dökülen numunelerde soğuk derzlerde kırılmalar meydana gelmiştir.
- Elde edilen bu sonuçlara göre beton döküm sırasında gecikmeler olduğu takdirde soğuk derzin olumsuz etkilerini en aza indirmek için alttaki beton tabakası 45° açıda bırakılmalı ve ikinci tabaka en geç 3 saate kadar dökülmelidir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Şimşek O., “Beton ve Beton Teknolojisi”, Dördüncü Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2012.
2. Erdoğan T., “Beton”, Dördüncü Baskı, ODTÜ Yayıncılık, Ankara, 2013.
3. Tuğrul B., “Soğuk Derz”, *TMMOB İzmir Haber Bülteni*, 151: 41-42, (2010).
4. Shilstone J., “Surface Blemishes in Formed Concrete”, *Symposium on Performance Evaluation of External Vertical Surface of Building, Technical Research Centre of Finland*, 3-7, (1977).
5. Rathi V. R., and Kolase P.K., “Effect of Cold Joint on Strength Of Concrete”, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(9): (September, 2013).
6. Subba R. P., and Chandra Kishen J.M., “Interfacial fracture parameters and size effect in concrete-concrete cold joints”, *Indian Institute of Science*, Bangalore 560 012, India.
7. Lion C., “Surface treatment agent for horizontal construction joint”, *Technical Information(version 2)*, Joint ACE JA-40, Tokyo.
8. TS 706 EN 12620, “Beton Agregaları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2003.
9. Sikadur®-52, Ürün Bilgi Föyü, Sika Yapı Kimyasalları A.Ş., İstanbul, 2006.
10. TS EN 206-1, “Beton-Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2002.
11. TS EN 12350-2, “Beton-Taze Beton Deneyleri-Bölüm 2: Çökme (slamp) Deneyi”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2002.
12. TS EN 12390-3, “Beton-sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2003.
13. TS 2027, “Kayaçların Çekme Dayanımlarının Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1975.
14. TS EN 12390-5, “Sertleşmiş Beton Deneyleri – Bölüm 5: Deney Numunelerinin Eğilme Dayanımının Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2002.