

**BETONARME YAPILARDA OLUŞAN SOĞUK
DERZLERİN BİRLEŞİM BÖLGELERİNİN
DAYANIMINA VE SÜNEKLİĞİNE OLAN ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

İsmet AYMAK



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME YAPILARDA OLUŞAN SOĞUK DERZLERİN BİRLEŞİM
BÖLGELERİNİN DAYANIMINA VE SÜNEKLİĞİNE OLAN ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

İsmet AYMAK
0000-0002-4345-0680

Dr. Öğr. Üye. Serkan SAĞIROĞLU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA– 2020
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

İsmet AYMAK tarafından hazırlanan "BETONARME YAPILARDA OLUŞAN SOĞUK DERZLERİN BİRLEŞİM BÖLGELERİNİN DAYANIMINA VE SÜNEKLİĞİNE OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr.Öğr.Üye. Serkan SAĞIROĞLU

Başkan: Dr.Öğr.Üye. Serkan SAĞIROĞLU
0000-0001-7248-3409
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza


Üye: Doç.Dr.Hakan T. TÜRKER
0000-0001-5820-0257
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza


Üye: Dr.Öğr.Üye. Altuğ YAVAŞ
0000-0002-2619-8671
Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza


Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

..!..!..!..!

U.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

08.06/2022

İsmet AYMAK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BETONARME YAPILARDA OLUŞAN SOĞUK DERZLERİN BİRLEŞİM BÖLGELERİNİN DAYANIMINA VE SÜNEKLİĞİNE OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

İsmet AYMAK

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr.Öğr.Üye. Serkan SAĞIROĞLU

Betonarme yapıların günümüz imalat yöntemlerinde beton döküm işlemleri esnasında belirli zaman farkları olmaktadır. Bir yapının bütün betonunun tek seferde dökülmesi mevcut imalat teknikleri içerisinde pek de olası değildir. Farklı zamanlarda dökülen betonlar özellikle kolon-kiriş birleşim bölgeleri arasında soğuk derz oluşumuna sebep olmaktadır.

Bilindiği gibi bir yapının deprem esnasında en çok zorlanan ve hasar alan bölgeleri kolon-kiriş birleşim bölgeleridir. Yapı analizlerinde en çok momente maruz kalan kesitler bu birleşim bölgelerinin olduğu kesitlerdir. Bundan dolayı bu birleşim bölgelerinde oluşan soğuk derzlerin deprem esnasında yapının dayanımına ve sünekliliğine olan etkisinin araştırılması önemlidir. Bu çalışmanın kapsamında yapıların kolon-kiriş birleşim bölgelerinde oluşan soğuk derzin yapının dayanım ve sünekliliğine olan etkisi incelenmiştir. Aynı zamanda bu birleşim bölgelerinin davranışına kolonlar üzerindeki eksenel kuvvetin etkisi de araştırılmıştır.

Bu çalışma kapsamında toplam dört adet kolon-kiriş birleşim bölgesi içeren numune oluşturulmuştur. Numunelerden iki tanesi yekpare olarak imal edilmiştir. Bu yekpare numunelerden ilkinde kolonlara eksenel yük uygulanarak numune çevrimsel yüklemeye maruz bırakılmıştır. Diğer numune ise kolonda eksenel kuvvet olmaksızın çevrimsel yükleme gerçekleştirilmiştir. Diğer iki numunede ise kirişin alt ve üst ucunda olacak şekilde iki adet soğuk derz bırakılmıştır. Yekpare dökülen numunelerde de olduğu gibi bu numunelerden ilki kolona eksenel yük uygulanarak test edilmiş, diğeri ise kolona eksenel yük uygulanmadan test edilmiştir.

Bu deneyler sonucunda hem eksenel kuvvetin soğuk derzler üzerinde olan etkisi hem de soğuk derzlerin kolon kiriş birleşim bölgesine olan etkileri deneysel olarak araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Soğuk derz, süneklilik, deprem etkisi, kolon-kiriş birleşim bölgesi

ABSTRACT

Post Graduate Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF COLD JOINTS ON THE STRENGTH AND DUCTILITY OF THE JOINTS IN REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

İsmet AYMAK

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Serkan SAĞIROĞLU

There are certain time differences during the concrete casting processes in today's manufacturing methods of reinforced concrete structures. It is unlikely to be possible to pour all the concrete of a building at once in the current manufacturing techniques. Concrete pouring at different times causes cold joint formation especially between column-beam joints.

As it is known, the most stressed and damaged areas of a building during an earthquake are the column-beam junction areas. Sections that are most exposed to moment in structural analysis are those with these joint areas. Therefore, it is important to investigate the effect of cold joints formed in these joint regions on the strength and ductility of the structure during an earthquake. In the scope of this study, the effect of the cold joint formed in the column-beam joints of the structures on the strength and ductility of the structure was examined. At the same time, the effect of axial force on columns on the behavior of these joint regions was investigated.

In this study, four samples containing column-beam joints was built. Two of the samples were cast at once. The first of these monolithic samples was subjected to cyclic loading by exposing axial load to their columns. The other sample was subjected to cyclic loading without axial force in the column. In the other two samples, two cold joints were left on the upper and lower ends of the beam. The first of these samples was tested by applying an axial load to the column, and the other was tested without applying an axial load to the column, as in the monolithic samples.

As a result of these experiments, both the effect of the axial force on the cold joints and the effects of the cold joints on the column beam joint are investigated experimentally.

Key Words: Cold joint, ductility, earthquake effect, column-beam joint

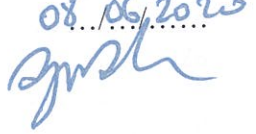
TEŞEKKÜR

Bu tezin ortaya ıkmasında hibir desteğini esirgemeyen tez danıőmanım Dr. Öğr. Üye Serkan SAĞIROĞLU'na ve eğitim hayatım boyunca üzerimde emeiği olan tüm hocalarıma teőekkürlerimi sunarım.

Her koőulda yanımda olan ailem ve arkadaşlarıma sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2020

İsmet AYMAK

08.06.2020


İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	9
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Deney Düzenine Hazırlanması.....	14
3.2. Numuneler için Beton Karışım Hesabı.....	20
3.3. Numunelerin İmalat Aşamaları.....	24
3.4. Deney Programı.....	28
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	30
4.1. Deney 1 ve Deney 2'nin Verilerinin İrdelenmesi.....	30
4.2. Deney 1 ve Deney 3'ün Verilerinin İrdelenmesi.....	34
4.3. Deney 2 ve Deney 4'ün Verilerinin İrdelenmesi.....	38
4.4. Deney 3 ve Deney 4'ün Verilerinin İrdelenmesi.....	42
4.5. Yapılan Deneyler Esnasında Görülen Diğer Önemli Durumlar.....	46
5. SONUÇ.....	52
KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	55

SİMGELER DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
A	Alan
A_s	Basıç bölgesindeki donatı alanı
A_s'	Çekme bölgesindeki donatı alanı
E_c	Betonun elastisite modülü
E_s	Çeliğin elastisite modülü
F	Kuvvet
I	Atalet momenti
N	Eksenel yük
b	Kiriş veya kolonun eni
d	Faydalı yükseklik
f_c	Betonun basınç dayanımı
f_{ck}	Betonun karakteristik basınç dayanımı
f_y	Donatının akma dayanımı
ϕ	Eğrilik
ε	Birim şekil değiştirme
ε_{cu}	Betonun ezilme birim şekildeğiştirilmesi
ρ'	Çekme donatısı oranı
ρ	Basınç donatısı oranı
ϕ	Eğrilik
Φ	Donatı Çapı
σ	Normal gerilme
σ_c	Beton gerilmesi
σ_s	Donatıdaki gerilme

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Kolon-kiriş birleşin bölgesinde bırakılan soğuk derz	2
Şekil 1.2. Plansız olarak bırakılan bir soğuk derz	2
Şekil 1.3. Kolon-kiriş birleşim bölgesi deprem hasarı ve birleşim bölgesindeki soğuk derz.....	3
Şekil 1.4. Çerçeve türü bir yapının yatay yükler etkisi altında kolon ve kirişlerde oluşan moment diyagramları	5
Şekil 1.5. Betonarme bir yapıda imalat sırasında oluşan soğuk derzler.....	6
Şekil 1.6. Kolon-kiriş birleşim bölgesinde doğru vibratör uygulaması yapılmadığı için kalıba düzgün yerleşememiş beton, segregasyon.....	6
Şekil 1.7. Moment-Normal kuvvet etkileşim diyagramı.....	7
Şekil 1.8. Yapılan deneylerin şematik gösterimi	8
Şekil 3.1. Numune boyutları (cm).....	12
Şekil 3.2. Deneyde kullanılacak olan numunelerin çerçeve türü bir yapıda temsil ettiği bölge.....	13
Şekil 3.3. Kolon ve kiriş kesitleri.....	14
Şekil 3.4. Güçlü kirişin donatı detayı.....	15
Şekil 3.5. Deney düzeneği.....	16
Şekil 3.6. Deney düzeneğinin kalıp montajı ve kiriş donatısının kalıba vinç ile yerleştirilmesi.....	17
Şekil 3.7. Güçlü kirişin beton döküm işlemi.....	18
Şekil 3.8. Güçlü kolon donatı montajı	18
Şekil 3.9. Güçlü kolonun kalıp montajı	19
Şekil 3.10. Deney Düzeneğinin kurulacağı betonarme yapının son hali	19
Şekil 3.11. Soğuk derzli numunenin beton döküm aşamaları.....	20
Şekil 3.13. Elek analizi makinesi	21
Şekil 3.14. Elek analizi sonucunda eleklerde kalan agregaların ayrılması	23
Şekil 3.15. Elek analizi sonuçlarının grafiğe dökülmüş hali.....	23
Şekil 3.16. Beton üretimi için gerekli malzemeler(kaba ve ince agrega, çimento, su) ...	24
Şekil 3.17. Donatıların demir makası ile kesilmesi.....	24
Şekil 3.18. Etriyelerin boyuna donatılara bağlama teli ile montajı.....	25
Şekil 3.19. Numunelerin donatı montajının bitmiş hali	25
Şekil 3.20. Donatının yağlanan kalıba yerleştirilmesi	26
Şekil 3. 21. Üretilen betonun kalıba yerleştirilmesi.....	26
Şekil 3.22. Beton dökümü sonrası numunelerin kürleme işlemi	27
Şekil 4.1. -30/+30 milimetrelik deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 1 ve Deney 2).....	31
Şekil 4.2. -70/+70 milimetrelik deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 1 ve Deney 2).....	32
Şekil 4.3. -80/+80 milimetrelik deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlakla (Deney 1 ve Deney 2)	33
Şekil 4.4. Kuvvet-deplasman grafikleri (Deney 1 ve Deney 2)	33
Şekil 4.5. Deney 1 ve deney 2'ye ait zarf eğrileri	34
Şekil 4.6. -30/+30 milimetrelik deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 1 ve Deney 3).....	35

Şekil 4.7. -70/+70 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 1 ve Deney 3).....	36
Şekil 4.8. -80/+80 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 1 ve Deney 3).....	37
Şekil 4.9. Kuvvet-deplasman grafikleri (Deney 1 ve Deney 3).....	37
Şekil 4.10. Deney 1 ve Deney 3'e ait zarf eğrileri.....	38
Şekil 4.11. -30/+30 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 2 ve Deney 4).....	39
Şekil 4.12. -70/+70 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 2 ve Deney 4).....	40
Şekil 4.13. -80/+80 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 2 ve Deney 4).....	41
Şekil 4.14. Kuvvet-deplasman grafikleri (Deney 2 ve Deney 4).....	41
Şekil 4.15. Deney 2 ve Deney 4'e ait zarf eğrileri.....	42
Şekil 4.16. -30/+30 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 3 ve Deney 4).....	43
Şekil 4.17. -70/+70 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 3 ve Deney 4).....	44
Şekil 4.18. -80/+80 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 3 ve Deney 4).....	45
Şekil 4.19. Kuvvet-deplasman grafikleri (Deney 3 ve Deney 4).....	45
Şekil 4.20. Deney 3 ve Deney 4'e ait zarf eğrileri.....	46
Şekil 4.21. Yapılan 4 deneye ait kuvvet-deplasman grafikleri.....	47
Şekil 4.22. Deneylere ait zarf eğrileri.....	47
Şekil 4.23. Deneylere ait zarf eğrilerinin bir arada görünümü.....	48
Şekil 4.24. Donatının betonu ezerek beton örtüsünü patlatıp betondan sıyırılması.....	49
Şekil 4.25. 3 numaralı deneyde donatıların koptuğu kısımlar.....	50
Şekil 4.26. Kirişin alt kısmında kabuk betonunun dökülmesi.....	50
Şekil 4.27. 3 nolu deneyde +90 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgesinin hasar durumu.....	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Değişik durumlar için kesme sürtünme katsayısı	5
Çizelge 3.2. 5-16 mm agrega elek analizi sonuçları	22
Çizelge 3.3. 0-5 mm agrega elek analizi sonuçları	22

1. GİRİŞ

Beton; çimento, iri agrega, ince agrega ve suyun hesaplar neticesinde ve belirli bir üretim teknolojisine uygun olarak belirli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen, başlangıçta plastik kıvamda olup zamanla çimentonun hidratasyonu sebebiyle katılaşp, istenilen şekli alarak sertleşen kompozit bir yapı malzemesidir. Gerekli durumlarda betona kimyasal veya mineral katkıları eklenebilir (Şimşek 2012).

Betonarme yapı ise üretilen bu betonun belirli sayı ve ebatlardaki donatı çeliği ile beraber kullanıldığı; çekme kuvvetlerinin donatıya, basınç kuvvetlerinin ise betona ve donatıya taşındığı bir sistemdir.

Betonarme yapılar genel olarak bir imalat sürecinin sonucunda ortaya çıkan yapılardır. Bu süreç neticesinde betonarme yapıların taşıyıcı sistemindeki elemanlar arasında farklı zamanlarda beton dökümünden dolayı kaynaklanan ekler oluşur. Bu ekler soğuk derzler olarak isimlendirilebilir.

Taze betonun yerleştirme işlemi başladığında, bu işlemin istenmeyen herhangi bir nedenle yarıda kalmaması gerekmektedir. Aksi takdirde, önceden yerleştirilmiş ve sertleşmiş olan betonun yüzeyi arasında yeterli bağ oluşmamakta, soğuk derz denilen ve istenmeyen bir bağlantı eksikliği meydana gelmektedir. Soğuk derz, farklı zamanlarda dökülen beton kütleleri arasında aderansın sağlanmayarak, iki kütle arasında ayrı çalışmasına neden olan bir imalat hatasıdır. İlk dökülen beton kütlelerinin prizini almaya başlamasından ya da tamamen prizini aldıktan sonra ikinci kütle dökülmesi ile meydana gelir (Özdemir 2015).



Şekil 1.1. Kolon-kiriş birleşin bölgesinde bırakılan soğuk derz (Ölmez 2019)

Burada iki tip soğuk derzden bahsedilebilir. Birincisi planlı olarak bırakılan soğuk derzlerdir. Örneğin kolon-kiriş birleşim bölgelerinde ve kolon-döşeme birleşimlerinde bırakılan soğuk derzler bu sınıfa girer (Şekil 1.1).

Ayrıca şantiyedeki aksaklıklardan dolayı oluşan soğuk derzler vardır (Şekil 1.2). Bu tip soğuk derzler ise plansız olarak oluşan soğuk derzler sınıfına girer. Örnek olarak ise şantiyede beton pompasının arıza yapması sebebiyle beton dökümünün aksaması verilebilir.



Şekil 1.2. Plansız olarak bırakılan bir soğuk derz (Turan 2019)

Bu araştırmanın konusu genel olarak planlı bir şekilde kolon-kiriş birleşim bölgelerinde bırakılan soğuk derzler olacaktır.

Bilindiği üzere bir yapının deprem esnasında en fazla momente maruz kalan kısımları kolon-kiriş birleşim bölgeleridir (Şekil 1.3). Dolayısıyla yapının depremde en fazla hasar alan kısımları bu bölgeler olmaktadır. İmalat aşamasında oluşan soğuk derzler bu kolon-kiriş birleşim bölgelerinde bırakılmaktadır. Bu bölgelerde bırakılan soğuk derzlerin yapıya olan etkisi bu tezin konusudur.



Şekil 1.3. Kolon-kiriş birleşim bölgesi deprem hasarı ve birleşim bölgesindeki soğuk derz (Anonim 2009)

Yapılan betonarme hesaplarda -kesme güvenliğinin hesaplanması dışında- soğuk derzin etkisi ihmal edilmektedir. Yapı yekpare dökülmüş gibi kabul edilir. Bir yapıda çok fazla kolon-kiriş birleşim bölgesi bulunabilir. Yapıda bulunan bu kolon-kiriş birleşim bölgelerindeki -soğuk derz kaynaklı- dayanım ve süneklilik kaybı istenmeyen sonuçlara sebep olabilir. Soğuk derzin etkisinin araştırılması bu noktada önemlidir.

TS500 yönetmeliğinde kesitlerin kesme güvenliğinin sağlanmasında farklı zamanlarda dökülmüş betonlar için bir koşul verilmiştir. Kesme güvenliği için aşağıdaki koşul sağlanmalıdır

$$V_r \geq V_d \quad (1.1)$$

Burada V_r kesitin kesme dayanımıdır. V_d ise tasarım kesme kuvvetidir. Kesme güvenliği şartının sağlanması için kesme dayanımı değerinin tasarım kesme kuvveti değerinden büyük olması gerekmektedir.

$$V_r = V_c + V_w \quad (1.2)$$

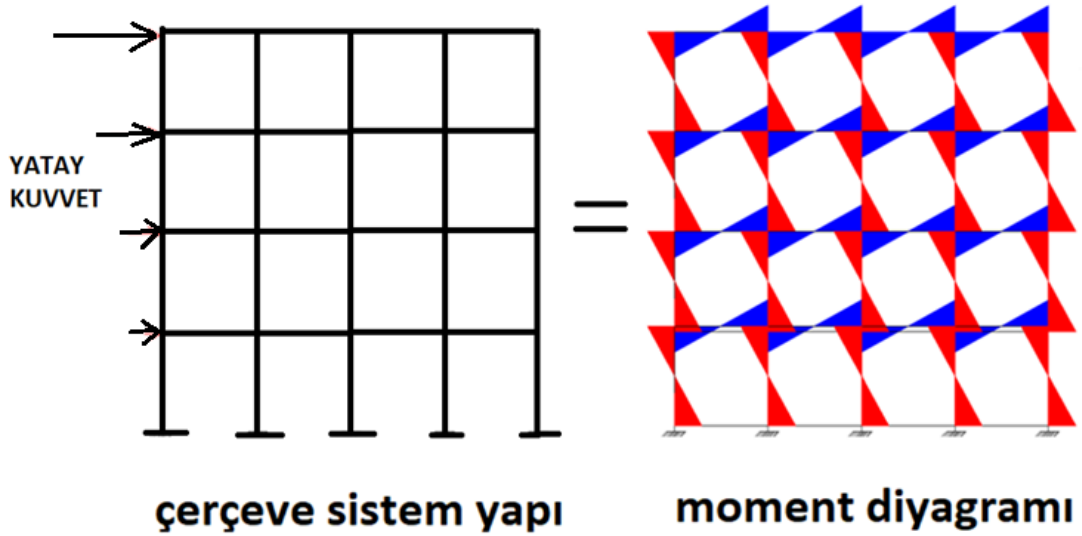
V_r değeri hesaplanırken burada iki etken göz önüne alınır. Bunlardan ilki V_c kesme dayanımına betonun katkısı, diğer yani V_w kesme dayanımına kesme donatısının katkısıdır. Sürtünme etkisinin göz önüne alındığı denklem aşağıda verilmiştir. Bu denklemde bulunan μ değeri bir katsayıdır ve ek yerlerinin durumuna göre değer alır bu değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Çizelge 1.1).

$$V_r = A_{wf} \times f_{yd} \times \mu \quad (1.3)$$

Çizelge 1.1. Değişik durumlar için kesme sürtünme katsayısı (TS500)

Birdöküm beton (monolitik)	$\mu = 1,4$
Sertleşmiş beton ile yeni betonun birleştiği yüzeylerde pürüzlendirilmiş yüzey (pürüz ≥ 5 mm)	$\mu = 1,0$
pürüzlendirilmemiş yüzey	$\mu = 0,6$
Çelik profil ve betonun birleştiği yüzeylerde	$\mu = 0,7$

Yatay yükler etkisi altında çerçeve türü bir yapıda oluşan moment diyagramları aşağıdaki şekildeki gibi olacaktır. Bu diyagramdan anlaşılacağı üzere yatay yükler etkisi altında bu yapının en çok zorlanan kesitleri kolon-kiriş birleşim bölgeleri olmaktadır. Çünkü moment değerlerinin en yüksek olduğu noktalar bu kolon-kiriş birleşim bölgelerinin olduğu noktalardır (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Çerçeve türü bir yapının yatay yükler etkisi altında kolon ve kirişlerde oluşan moment diyagramları

Aşağıdaki fotoğrafta çok katlı betonarme bir yapının kolon-kiriş birleşim bölgelerinde oluşan soğuk derzler görülmektedir (Şekil 1.5). Burada oluşan soğuk derzler kolon ve perdelerin hem alt ucunda hem de üst ucunda oluşmaktadır. Yani bir kolon-kiriş birleşim bölgesinde iki adet soğuk derze sahip kesit olmaktadır.



Şekil 1.5. Betonarme bir yapıda imalat sırasında oluşan soğuk derzler

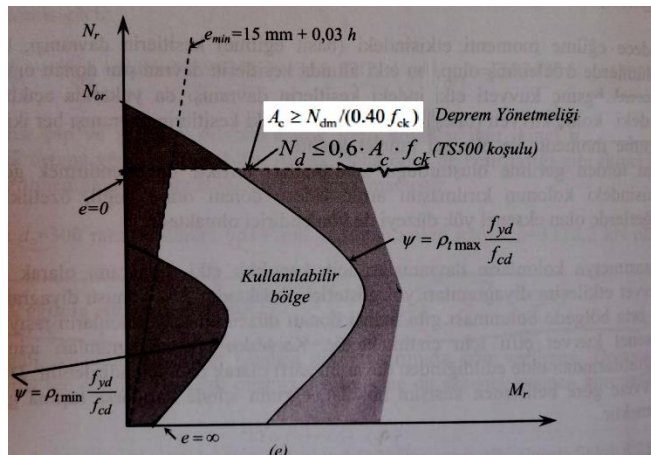
Bilindiği üzere vibratör uygulaması çok iyi yapılmadığı durumlarda beton bu soğuk derzin bulunduğu bölgelerde segregasyona uğrayabilir. Bu da ekstra istenmeyen bir durumu ortaya çıkarır. Hem soğuk derzli hem de segregasyon nedeniyle kalıba düzgün yerleşemeyen beton bu soğuk derzin bulunduğu kesiti iyice zayıflatır. Aşağıdaki fotoğrafta bu duruma ait bir örnek görülmektedir (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. Kolon-kiriş birleşim bölgesinde doğru vibratör uygulaması yapılmadığı için kalıba düzgün yerleşememiş beton, segregasyon (Anonim 2020)

Şekil 1.6'daki gibi istenmeyen durumların önüne geçebilmek için her beton dökümünde vibratör uygulaması çok hassas bir şekilde yürütülmelidir. Ayrıca beton dökülmeden önce soğuk derz oluşacak kesitlerin taş, toprak gibi yabancı maddelerden arındırılıp güzelce temizlenip yıkanması gereklidir. Bu sayede soğuk derzin oluşturacağı olumsuz etkilerin mümkün olduğunca önüne geçilebilir. Soğuk derz oluşumunun kaçınılmaz olduğu durumlarda yukarıda belirtilen önlemler alınarak soğuk derzin olumsuz etkileri minimum düzeye indirilebilir.

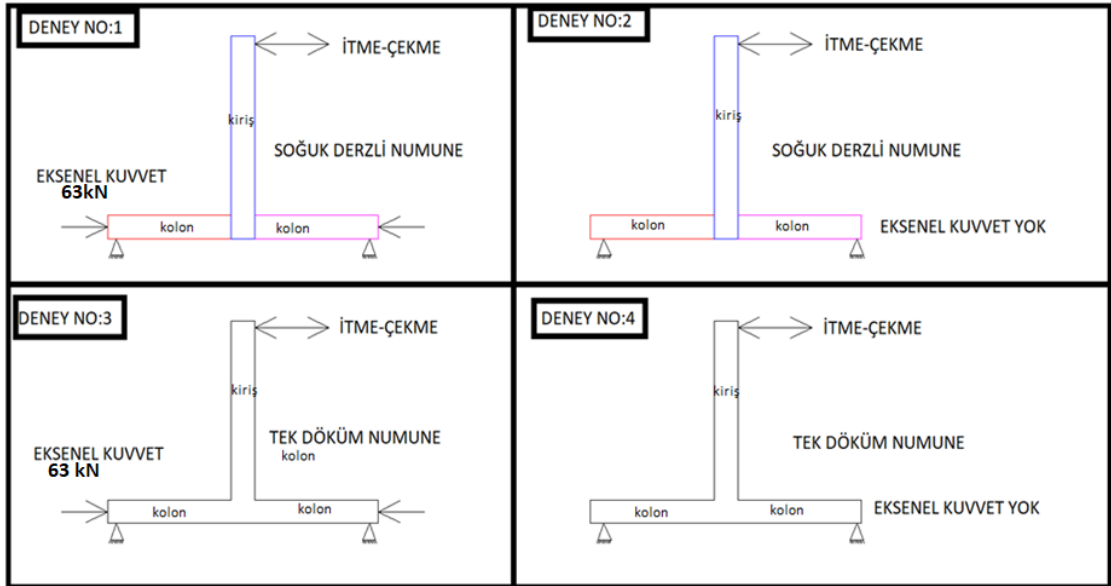
Betonarme kolon davranışını etkileyen birçok parametre vardır. Bunlardan bir tanesi de kolon üzerindeki aksel basınç kuvvetidir. Türk Bina Deprem Yönetmeliği (2018) bir kolon tasarımı yapılırken kolon üzerine gelecek yükün, maksimum kolonun taşıma gücü aksel kuvvetinin %40'ına kadar izin vermektedir. Aşağıdaki moment-normal kuvvet etkileşim diyagramı üzerinde de görüleceği gibi bir kolon üzerinde herhangi bir aksel kuvvet yokken kolonun taşıyabileceği moment, kolon üzerinde belirli bir aksel yük bulunması durumuna göre daha azdır. Yani kolon üzerinde aksel yük bulunması kolonun moment taşıma kapasitesini olumlu yönde etkilemektedir (Şekil 1.7). Ancak bu aksel kuvvet belirli bir sınırı aştıktan sonra kolon kesitinin moment taşıma kapasitesinde ciddi bir azalma görülmektedir. Yani kolon üzerindeki aksel kuvvet kolon davranışını etkileyen önemli bir parametredir. Kolonun tasarımını yaparken kolon üzerine gelecek olan aksel kuvvetin iyi analiz edilmesi gerekmektedir.



Şekil 1.7. Moment-Normal kuvvet etkileşim diyagramı (Doğangün,2013)

Bu tez kapsamında yapılan deneylerde soğuk derzlerle beraber kolon üzerindeki eksenel kuvvetin kolon-kiriş birleşim bölgesinin çevrimsel yükleme altında davranışına etkisi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda soğuk derz barındırmayan ve çift soğuk derzli dökülen numunelerden birer tanesine deney sırasında kolonlara 63 kN'luk eksenel yük uygulanmıştır. Bu değer kolonun eksenel taşıma gücünün %15'ine denk gelmektedir. Bu sayede soğuk derz barındırmayan numuneler arasında ayrı bir kıyaslanma yapıлып eksenel yükün birleşim bölgesinin çevrimsel yük altına nasıl bir etki yaptığı görülmüştür. Yine aynı şekilde birleşim bölgelerinde 2 adet soğuk derz bırakılan numunelerde de kolon üzerindeki eksenel yükün etkisi araştırılmıştır.

Bu tezin kapsamında aşağıdaki şekilde de görüleceği üzere kolon-kiriş birleşim bölgesini temsil eden 4 adet numune imal edilmiştir (Şekil 1.8). Bu numunelerden 2 tanesinde birleşim bölgesinde imalatta olduğu gibi kirişin alt ve üst ucunda soğuk derzler oluşturulacaktır. Diğer iki numune ise tek döküm olarak imal edilecektir. Bu imal edilen soğuk derzli ve soğuk derzsiz numuneler kendi aralarında kolonlara eksenel yük uygulanarak ve eksenel yük uygulanmadan çevrimsel yükleme testine tabii tutulacaktır. Bu deneyler sonucunda hem soğuk derzin numuneler üzerindeki etkisi, hem de eksenel yükün soğuk derz davranışına etkisi araştırılmıştır.



Şekil 1.8. Yapılan deneylerin şematik gösterimi

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yapılan kaynak taraması sonucunda görülmüştür ki kolon-kiriş birleşim bölgesinde oluşan soğuk derzler ile ilgili literatürde az sayıda çalışma vardır. Genel olarak silindirik, küp veya prizmatik numunelerin yarı seviyelerinde belirli açılarla bırakılan soğuk derzli numunelerin eğilme veya basınç dayanımları hakkında araştırmalar yapılmıştır. Bazı araştırmalarda ise soğuk derzin zamanla olan ilişkisi irdelenmiştir. Laskar (2016) kolon-kiriş birleşim bölgesindeki soğuk derzlerin yapısal davranışa etkisini araştırmıştır. Ancak bu çalışma sırasında kolondaki eksenel kuvvet ihmal edilmiştir. Ayrıca birleşim bölgesinde tek soğuk derz olduğu varsayılmıştır.

Konu ile ilgili mevcut çalışmalar ve içerikleri aşağıda özet halinde verilmiştir.

Rao ve Kishen (1993) yaptıkları çalışmada soğuk derzin beton boyutuna göre etkisini araştırmışlardır. Deney kapsamında prizma şeklinde kalıplar hazırlanmış ardından bu kalıplar yarı seviyeye kadar beton dökülmüştür. Soğuk derz oluşması için bir süre beklendikten sonra kalıpların kalan kısımları da aynı dayanım değerine sahip beton ile doldurulmuştur. Ardından bu numunelere eğilme deneyi uygulanmıştır. Deney sonuçlarında görülmüştür ki soğuk derz oluşan betonların eğilme dayanımlarında ciddi azalmalar meydana gelmiştir. Soğuk derz oluşan kesitlere kesinlikle donatı yerleştirilmesi tavsiye edilmiştir.

Rathi ve Kolase (2013) yaptıkları çalışmada soğuk derzin olumsuz etkilerini mümkün olduğunca azaltmak için bir çalışma yapmışlardır. Önce küp numunelerini yarı seviyelerine kadar 45 ve 90 derece olacak şekilde beton ile doldurmuşlardır. Burada priz geciktirici madde olarak şeker kullanmışlardır. Ardından 45,75,120 ve 180 dakikadan sonra kalıpların kalan kısımlarına ikinci betonlar dökülmüştür. Yapılan testlerin sonucunda görülmüştür ki şeker ile hazırlanan numuneler diğer numunelere göre soğuk derzin olumsuz etkilerini azaltmıştır.

Kadyrov(2015) tarafından yapılan bu çalışmada soğuk derzin betonun mekanik özelliklerine olan etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma için 100x100x500 mm ebatlarında prizma ve 100x200 mm ebatlarında silindir numuneler hazırlanmıştır. Bu numuneler oluşturulurken tam ortalarında 45 ve 90 derecelik soğuk derzler bırakılmıştır. Bu soğuk derzler oluşturulurken beton kalıplara yarı seviyeye kadar doldurulmuş ardından 2,3, 4 ve 6 saat gibi farklı sürelerde beklenerek soğuk derzin zamanla olan ilişkisinin, betonun dayanımına nasıl etkileyeceği araştırılmıştır. Bu numuneler daha sonra çekme, basınç ve eğilme deneylerine tabi tutulmuştur. Yapılan deneyler sonucunda görülmüştür ki beton dökümü arasındaki süre ne kadar uzarsa numunelerin dayanımları o derece olumsuz etkilenmiştir. Betonun basınç dayanımında ise 45 derece açıyla dökülen numunelerin 90 derecelik açıyla dökülen numunelere oranla daha az dayanım kaybına uğradığı görülmüştür.

Laskar (2016) tarafından yapılan çalışmada, bir kolon-kiriş birleşim bölgesinde bir adet soğuk derz oluşturularak numuneler test edilmiştir. Bu test sırasında kolondaki aksel kuvvet ihmal edilmiştir. Ayrıca bu numunelerde kolonların eğilme dayanım oranları 1,2, 1,4, 1,7 ve 2,0 olacak şekilde kategorize edilip bu eğilme dayanım oranlarının kolon-kiriş birleşim bölgesinin davranışına olan etkisi incelenmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında ise bir adet kiriş numunesinin tam ortasında soğuk derz bırakılıp eğilme testine tabi tutulmuştur. Bu testten çıkan sonuçlar soğuk derzsiz olan kontrol numunesiyle kıyaslanmıştır. Sonuç olarak numuneler de oluşan ilk çatlaklar soğuk derzin bulunduğu kesitte meydana gelmiştir ve soğuk derz barındıran numuneler soğuk derzsiz kontrol numunelerine göre ciddi dayanım ve süneklik kaybına uğramıştır.

Ünlü (2018) tarafından yapılan çalışmada 150x300 mm boyutunda silindir, 150x150x150 mm ebatlarında küp ve 100x100x500 ebatlarında prizma numuneler hazırlanmıştır. Bu numuneler hazırlanırken kalıplara betonun yarısı dökülmüş 45 ve 90 derecelik soğuk derz açıları oluşturulmuştur. Bu soğuk derzler oluşturulurken 24 saatlik zaman farkı olacak şekilde bırakılmıştır. Soğuk derzin bulunduğu bölgeye aderans artırıcı kimyasal uygulama yapılmıştır. Bu numunelerin basınç ve eğilme dayanımları yapılan deneylerle kıyaslanmıştır. Çıkan sonuçlara göre 45 derece açıyla yapılan numuneler 90 derece açıyla yapılan numunelere göre daha iyi performans sergilemiştir.

Turan (2019) tarafından yapılan çalışmada soğuk derzli kiriş numunelerinin eğilme altındaki davranışları incelenmiştir. Yapılan numuneler dört noktalı eğilme deneyine tabi tutulmuştur. Süreç aynı zamanda akustik emisyon yöntemi ile takip edilmiştir. Numunelerde farklı soğuk derz açıları uygulanmış, soğuk derzler için farklı iyileştirme yöntemleri denenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda soğuk derzin açısına bağlı olarak numunelerde %27'den %40'a kadar dayanım kaybı görülmüştür. Yapılan iyileştirme yöntemleriyle (çivili numune, aderans artırıcı) bu dayanım kaybı ciddi oranlarda iyileştirilmiştir.

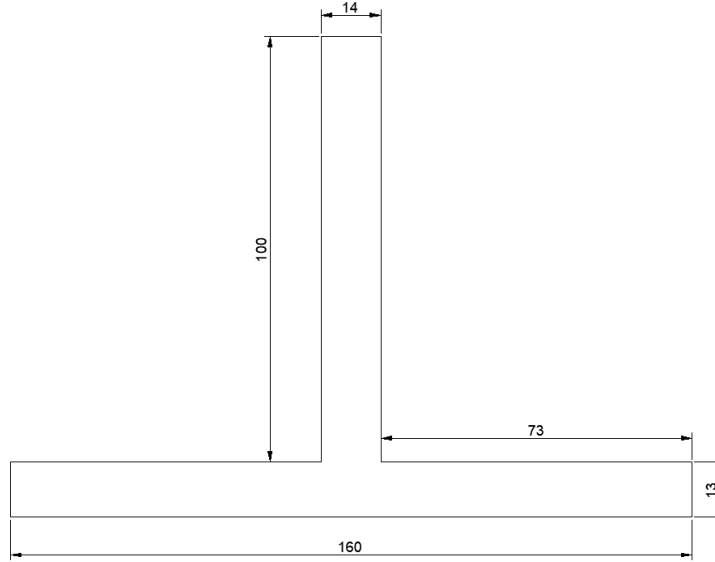
Özkan (2019) tarafından yapılan çalışmada soğuk derzin oluştuğu kesitin açısı ve soğuk derz oluşumuna sebep olan farklı beton döküm süreleri arasındaki ilişkinin betonun dayanımına olan etkisini; tek eksenli basınç deneyi, dört noktalı eğilme deneyi, yarmada çekme deneyi, doğrudan çekme deneyi ve rezonans frekansı deneyleri ile test edilmiştir. Numune olarak 100x100x500 milimetre boyutlarında kiriş, 350x250x70 milimetre boyutlarında prizma, 100/200 milimetre boyutlarında silindir ve 150x150x150 milimetre boyutlarında küp numuneler kullanılmıştır. Beton sınıfı olarak C25/30 beton sınıfı seçilmiştir. Beton dökümleri arasında bırakılan zaman farkı 0, 30, 60, 120, 250, 480 ve 1140 dakika olmak üzere 7 farklı zaman dilimi seçilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda görülmüştür ki soğuk derz oluşumundan doğacak olumsuz etkileri minimuma indirmek için en fazla 2 saat içerisinde beton döküm işlemi tamamlanmalıdır ve soğuk derz oluşacak kesitte 30 derecelik açı bırakılmalıdır.

Yapılan kaynak taramasında görülmüştür ki soğuk derzin kolon-kiriş birleşim bölgesine olan etkisinin araştırılması hakkında tatmin edici sayıda çalışma yapılmamıştır. Yapılan çalışmalar daha çok küp veya silindir numunelerde soğuk derz bırakılarak basınç altında kırılmasıyla alakalı olmuştur. Sadece 2016 yılında Laskar kolon-kiriş birleşim bölgesindeki soğuk derzin yapının davranışına olan etkisini incelemiştir ve soğuk derzi sadece kolon alt ucunda olduğunu varsaymıştır. Ancak şuan ki imalat yöntemlerinde bir kolon-kiriş bölgesinde kolonun alt ve üst ucunda olmak üzere iki adet soğuk derz oluşumu gözlenmektedir. Ayrıca bu deneyi yapılırken kolondaki eksenel yükü ihmal edilmiştir. Ancak kolonların davranışında eksenel yükün önemi büyüktür.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tezin kapsamında kolon kiriş birleşim bölgesini temsil eden 4 adet numune imal edilecektir. Bu numunelerden 2 tanesinde birleşim bölgesinde, imalatta olduğu gibi kirişin alt ve üst ucunda soğuk derzler oluşturulacaktır. Diğer iki numune ise tek döküm olarak imal edilecektir. Bu imal edilen soğuk derzli ve soğuk derzsiz numuneler kendi aralarında kolonlara aksenal yük uygulanarak ve aksenal yük uygulanmadan çevrimsel yükleme testine tabi tutulacaktır. Bu deneyler sonucunda hem soğuk derzin numunelerin davranışı üzerindeki etkisi, hem de aksenal yükün davranışa etkisi gözlemlenecektir.

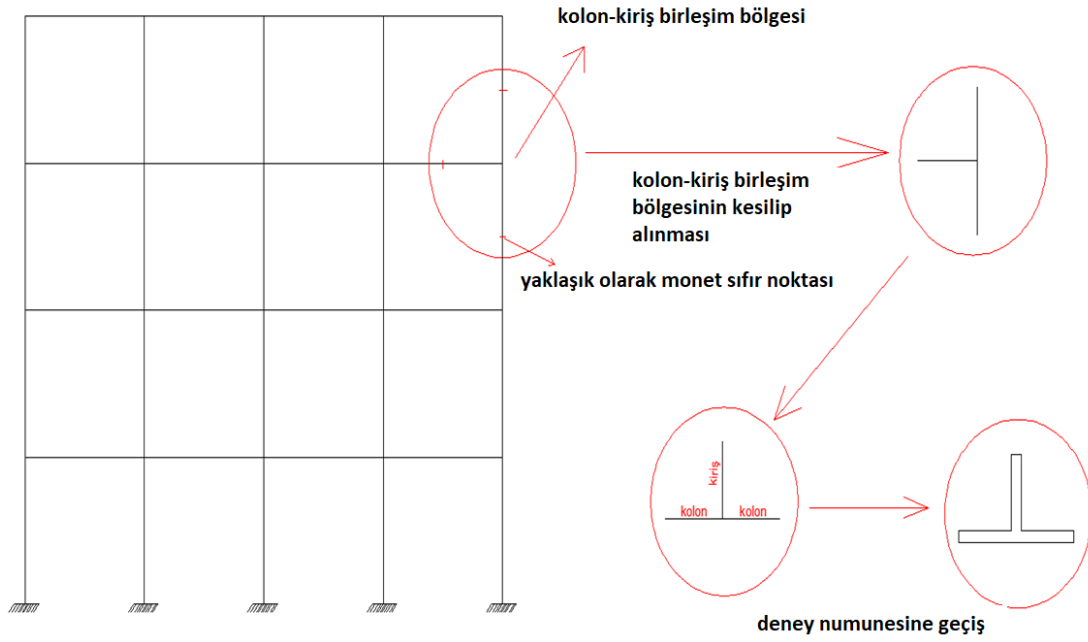
Numunelerin boyutları aşağıdaki şekilde verilmiştir (Şekil 3.1). Ölçüler santimetredir.



Şekil 3.1. Numune boyutları (cm)

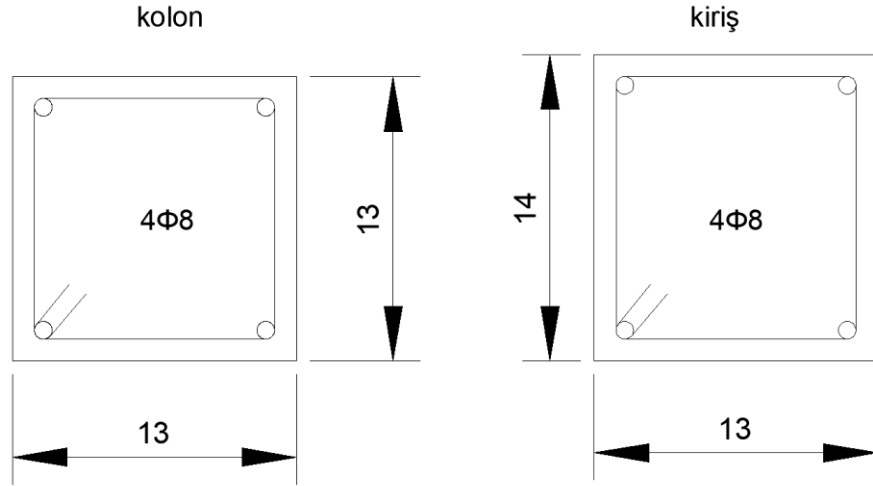
Aşağıdaki çizimde görüleceği gibi numune geometrisi betonarme bir çerçeve sistemde kolon-kiriş birleşim bölgesini temsil etmektedir (Şekil3.2). Kolon ve kirişin kesildiği noktalar takribi olarak yatay yükler altında kolon ve kiriş boyunca moment değerinin sıfır olduğu noktalardır.

Literatürde birçok kolon-kiriş birleşim bölgesi testi yapılmıştır. Kullanılan boyutlar literatürdeki çalışmalarda kullanılmış boyutlara yakın olduğu görülebilir. Kolon-kiriş birleşim bölgesini test ederken tasarlanan numune aşağıdaki resimde görüldüğü gibi bir çerçeve sistemin kolon-kiriş birleşim bölgesinden alınmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Deneyde kullanılacak olan numunelerin çerçeve türü bir yapıda temsil ettiği bölge

Numuneler 1/2 oranında ölçeklendirilmiştir. Numune sınırları belirlenirken kolonların ve kirişlerin deprem anında momentin sıfır olduğu bölgeleri olan orta noktalarından kesilip alındığı varsayılmıştır. Kolon boyutları 130x130 mm ebatlarında olup boyuna donatı olarak 4 adet 8 mm çapında S420 dayanım sınıfı donatı kullanılmıştır. Kiriş boyutları 130x140 mm ebatlarında olup boyuna donatı olarak 4 adet 8 mm çapında S 420 dayanım sınıfı donatı kullanılmıştır. Kolon ve kiriş etriyelerinde ise 4 mm çapında S500 dayanım sınıfı donatı çeliği kullanılmıştır. Kolon ve kiriş kesitleri aşağıda verilmiştir (Şekil 3.3). Pas payı 1,5 cm'dir.



Şekil 3.3. Kolon ve kiriş kesitleri

Numunelerde kullanılan beton sınıfı C25'dir. Donatıların dayanım sınıfı ise S420'dir. Tüm numunelerde boyutlar ve donatı oranları aynıdır.

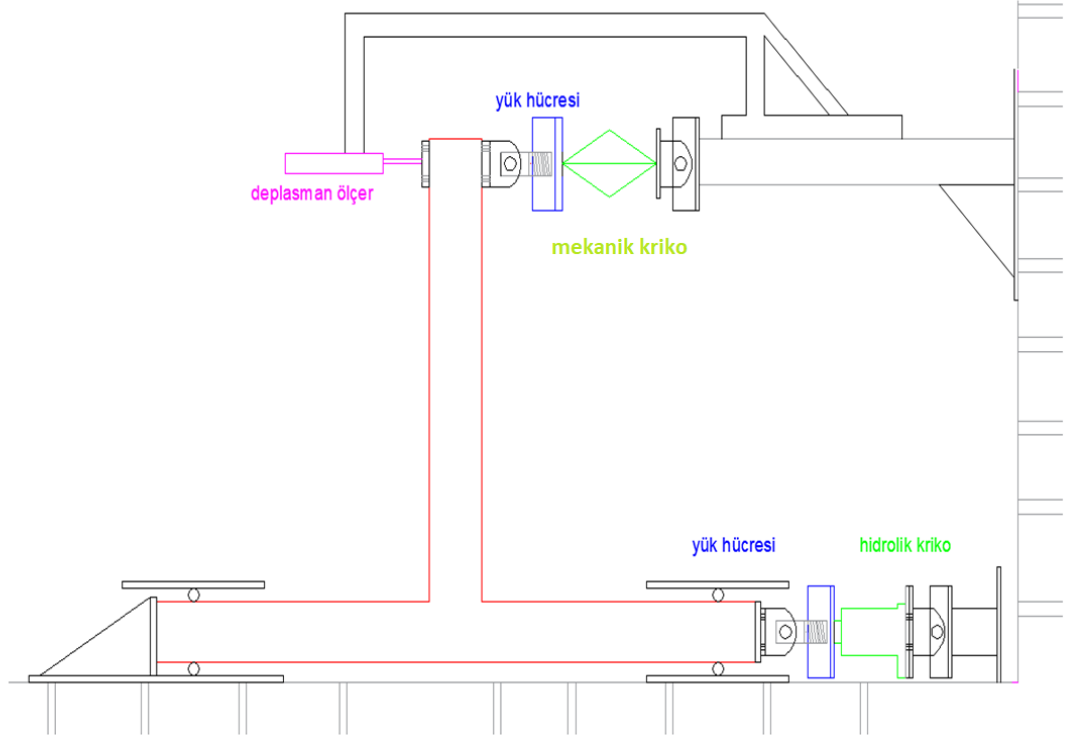
3.1. Deney Düzenliğinin Hazırlanması

Bu deneyin yapılması için betonarme güçlü kiriş ve güçlü kolon oluşturulmuştur. Oluşturulan güçlü kirişe ait donatı detayı Şekil 3.4'te görülmektedir. Deneyin yapılabilmesi ve kolona aksenal yükü daha pratik bir şekilde uygulayabilmek için kolon-kiriş birleşim bölgesi 90 derece çevrilip deney düzeneğine paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil3.5).



Şekil 3.4. Güçlü kirişin donatı detayı

Güçlü kolona aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi bir adet 25 kN yük kapasiteli mekanik kriko ve bu krikonun ucuna uygulanan kuvveti ölçebilmek için yük hücresi yerleştirildi. Kolonlara aksenal yük uygulamak için kolon sağ ucuna çelik plakadan bir başlık yapıldı. Kolonun sağ ucuna ise güçlü duvarla arada kalacak şekilde 150 kN kapasiteli bir hidrolik kriko yerleştirildi. Yine aynı şekilde kolona uygulanan aksenal yükü okuyabilmek için kriko ve kolon arasına bir adet daha yük hücresi yerleştirildi (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Deney düzeneği

Kolon uçlarını mafsallı bir şekilde sabitleyebilmek için içi dolu çelik silindirler ve çelik plakalar kullanıldı. Kiriş ucuna yatay yükü doğru bir şekilde uygulayabilmek için yine kolonlarda olduğu gibi çelik plakalar ve bulonlar kullanıldı.

Bu aşamadan sonra uygulanan kuvvetlerin sonucunda numunenin yapacağı deplasmanları ölçebilmek için kirişin uç noktasına deplasman ölçer kurulup yük hücreleri ile beraber veri toplama sistemine bağlandı. Deney esnasında veriler kayıt edilip yük-deplasman grafikleri çizildi.

Deney düzeneğinin imalatı sırasındaki fotoğraflara aşağıda yer verilmiştir (Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil3.8, Şekil3.9, Şekil 3.10).



Şekil 3.6. Deney düzeneğinin kalıp montajı ve kiriş donatısının kalıba vinç ile yerleştirilmesi

Deney numunesinin mesnetlendiği güçlü kiriş güçlü kolon imalatında kullanılan beton sınıfı C30 olarak belirlenmiştir. Donatı çeliğinin dayanım sınıfı ise S420 olarak seçilmiştir.



şekil 3.7. Güçlü kirişin beton döküm işlemi

Aşağıdaki fotoğrafta grldğge üzere bu deney düzeneğinin imalat aşamasında mecburi olarak güçlü kiriş ve güçlü kolonun birleştiği bölgede planlı olarak soğuk derz bırakılmıştır.



şekil 3.8. Güçlü kolon donatı montajı



Şekil 3.9. Güçlü kolonun kalıp montajı

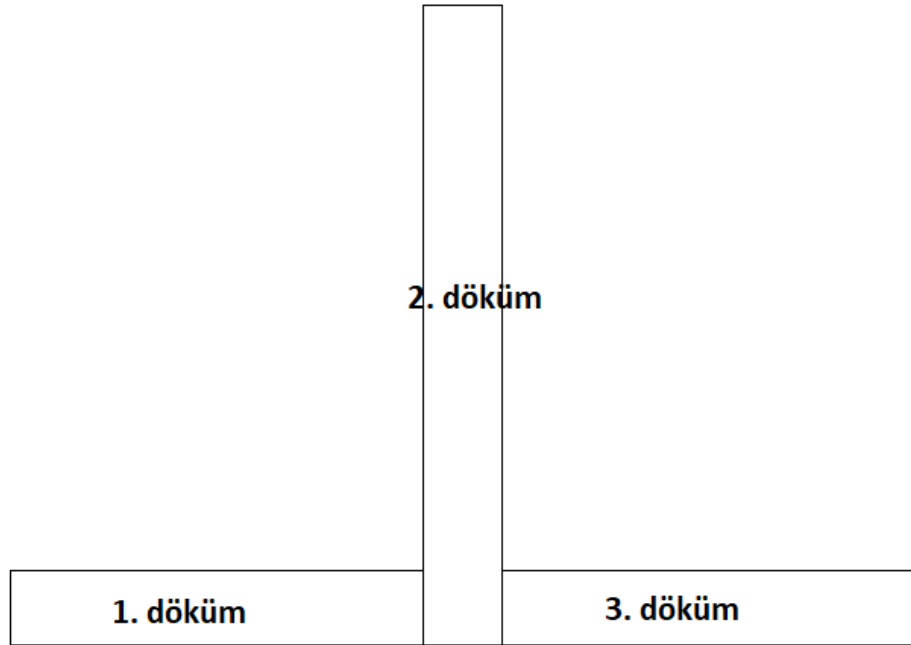


Şekil 3.10. Deney Düzeneğinin kurulacağı betonarme yapının son hali

3.2. Numuneler için Beton Karışım Hesabı

İstenilen kalitede bir beton elde edebilmek için yapılması gereken ilk iş, betonu oluşturacak malzemelerin seçilmesi, özelliklerinin belirlenmesi ve bu malzemelerin hangi oranlarda kullanılacağıının doğru olarak hesaplanmasıdır.

Bu çalışmada soğuk derz içeren numuneler için 3 ayrı beton döküm işlemi gerçekleştirilmiştir(Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Soğuk derzli numunenin beton döküm aşamaları

Soğuk derzli dökülen numunelerin beton dökümleri arasındaki zaman farkı eşit olarak bırakılmıştır. Bu süre 48 saattir. Beton dökümü sırasında 100x100 milimetrelik küp numuneler alınmıştır. Bu numuneler deney gününe kadar belirli aralıklarla kırılıp betonların dayanım kazanma hızları takip edilmiştir. Deneyden önce son numuneler kırılmıştır ve deney günü tüm numunelerin beton basınç dayanımlarının eşit ve yaklaşık olarak 25 MPa olduğu görülmüştür.

Aşağıdaki hesaplamalarda ilk test edilen numunenin 1. Beton dökümü için imal edilen C25 betonun karışım hesabı verilmiştir.

Tüm numune betonlarında aynı yerden alınan agrega, çimento ve su kullanılmıştır. Betonda en büyük dane çapı D_{max} 12 mm seçilmiştir. Bu dane çapına göre belirlenen karışım suyu miktarı 225 Kg/m^3 olmuştur. Seçilen C25 beton sınıfına göre belirlenen su/çimento oranı 0,69 olarak bulunmuştur.

Burada gerekli hesaplamalar yapıldığında 1m^3 beton için;

-326 kg çimento

-225 kg su

-1749 kg agrega reçetesi çıkarılmıştır.



Şekil 3.12. Elek analizi makinesi

Agrega elek analizi sonuçları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir (Çizelge 3.1, Çizelge 3.2).

Çizelge 3.1. 5-16 mm agreganın elek analizi sonuçları

	5-16 mm agreganın		
toplam=	2600 gr		
	kalan gr	geçen gr	geçen %
elek altı	0,00	0,00	0,00
0,063	1,50	-1,10	-0,04
0,125	3,80	0,40	0,02
0,25	2,80	4,20	0,16
0,5	2,30	7,00	0,27
1	1,80	9,30	0,36
2	63,00	11,10	0,43
4	1389,20	74,10	2,85
8	1128,00	1463,30	56,28
16	8,70	2591,30	99,67
32	0,00	2600,00	100,00

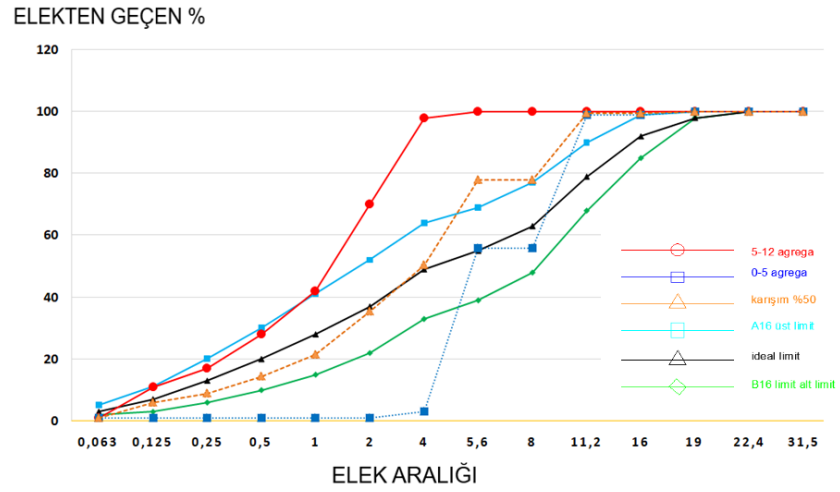
Çizelge 3.2. 0-5 mm agreganın elek analizi sonuçları

	0-5 mm agreganın		
toplam=	1200		
	kalan gr	geçen gr	geçen %
elek altı	10,00	0,00	0,00
0,063	123,60	17,10	1,43
0,125	66,70	140,70	11,73
0,25	131,00	207,40	17,28
0,5	176,80	338,40	28,20
1	327,00	515,20	42,93
2	344,30	842,20	70,18
4	13,50	1186,50	98,88
8	0,00	1200,00	100,00
16	0,00	1200,00	100,00
32	0,00	1200,00	100,00

Yapılan elek analizleri sonucunda 0-5 ile 5-16 elek aralıklı agregalar %50 oranların da karıştırılırsa ideal granülometri aralığında bir agrega boyutlandırması olduğu görülmüştür (Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15, Şekil 3.16).



Şekil 3.13. Elek analizi sonucunda eleklerde kalan agregaların ayrılması



Şekil 3.14. Elek analizi sonuçlarının grafiğe dökülmüş hali

Numunelerin hacmi 0,04524 m³ tür. Yani yaklaşık olarak 45 litredir.

Bu metraja göre bir adet numune için gerekli olan malzemeler aşağıda verilmiştir (Şekil 3.14).

- 18,0 kg çimento
- 12,3 kg su
- 47,3 kg ince agrega
- 47,3 kg kaba agrega

olmaktadır.



Şekil 3.15. Beton üretimi için gerekli malzemeler(kaba ve ince agrega, çimento, su)

3.3. Numunelerin İmalat Aşamaları

Numuneler hazırlanırken ilk önce 8 mm ebadında donatılar kolon ve kiriş boyutlarına göre donatı makası ile kesilmiştir (Şekil 3.17).



Şekil 3.16. Donatıların demir makası ile kesilmesi

Ardından kolon ve kiriş etriyeleri 4 mm ebadında donatıdan kesilerek gönye makinesinde TS500 ve deprem yönetmeliği standartlarına uygun olarak 135 derecelik kanca açılı olacak şekilde hazırlanmıştır. Ardından etriyelerin boyuna donatılara montajı bağlama telleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.18, Şekil 3.19).



Şekil 3.17. Etriyelerin boyuna donatılara bağlama teli ile montajı



Şekil 3.18. Numunelerin donatı montajının bitmiş hali

Bu işlemden sonra donatı imalatının yerleştirileceği kalıplar ahşap malzemedен hazırlanmıştır. Kalıp planına göre ahşaplar kesilip vidalar yardımıyla birbirine bağlanmıştır. Donatı kalıba yerleştirilmeden önce beton yüzeyinin düzgün ve pürüzsüz çıkması için kalıp yağlanmıştır. Bu işlemden sonra donatı kalıba gerekli pas payı bırakılarak yerleştirilip sabitlenmiştir. Bu işlem sonunda kalıp beton dökme işlemine hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.20).



Şekil 3.19. Donatının yağlanan kalıba yerleştirilmesi

Beton dökümüne hazır olan kalıp için TS EN 206 ve TS 13515 standartlarına uygun laboratuvar ortamında C25 beton dayanım sınıfına sahip beton üretilip kalıba yerleştirilmiştir (Şekil 3.21). Üretilen betondan 9 adet 100x100 mm ebatlarında küp numuneler alınmıştır. Bu numuneler daha sonra üretilen betonun istenilen dayanıma ulaşip ulaşmadığını görmek için test edilmiştir.



Şekil 3. 20. Üretilen betonun kalıba yerleştirilmesi

Bir hafta boyunca numuneler üzerinde krleme işlemi betonun istenilen dayanıma ulaşabilmesi için devam ettirilmiştir (şekil 3.22). Kr işlemi bittikten sonra numuneler deney sırasında çatlakların daha iyi görülebilmesi için beyaz boyayla boyanıp deneye hazır hale getirilmiştir.

Beton döküm işleminden sonra numunelerin kr bakımı için tüm beton yüzeyi sarılıp kireçli su ile sürekli olarak ıslak kalması sağlanmıştır. Beton retim sırasında alınmış olunan numuneler belirli periyotlarla kırılıp betonun dayanım kazanma hızı takip edilmiştir. Beton istenilen dayanıma ulaşınca numuneler deney düzeneğine sabitlenip test edilmiştir.



şekil 3.21. Beton dökümü sonrası numunelerin krleme işlemi

3.5. Deney Programı

Gerçekleştirilen testler aşağıda listelenmiştir:

Deney 1: 2 soğuk derzli ve eksenel yük altında test edilen numune

Deney 2: 2 soğuk derzli ve eksenel yük olmadan test edilen numune

Deney 3: Soğuk derzsiz ve eksenel yük altında test edilen numune

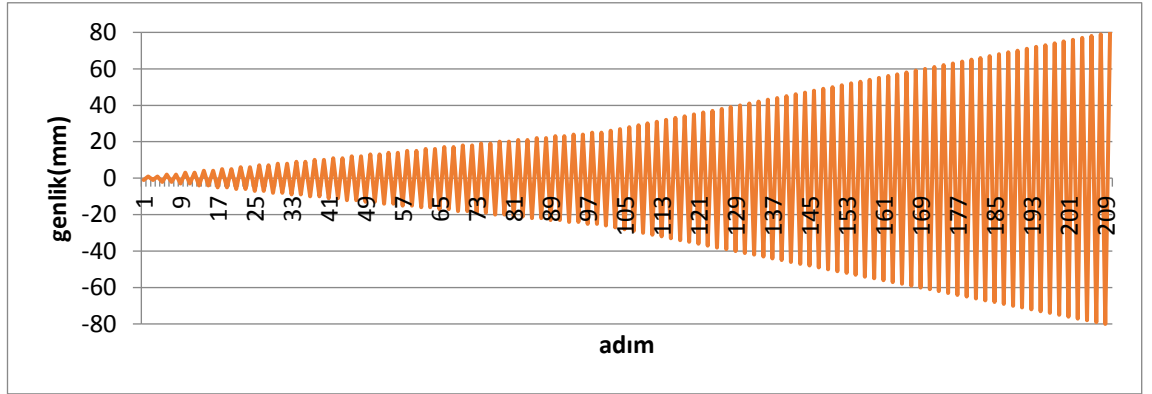
Deney 4: Soğuk derzsiz ve eksenel yük olmadan test edilen numune

Her numune test edilmeden önce beton dayanımlarının aynı olması için numune betonlarından alınan küp numuneler kırılarak beton dayanım kazanma hızları takip edilmiştir. Her bir numune ortama 25 MPa silindir basınç dayanımına ulaştığı anda deneyler yapılmaya başlanılmıştır. Bu sayede tüm numunelerin beton dayanımları yaklaşık olarak aynı olmuştur. Soğuk derz bırakılan numunelere de ise ayrı dökülen her beton farklı sınıflarda beton döküm işlemi gerçekleştirilmiştir bu sayede soğuk derzli numunelerde her bir elemanın deney günü basınç dayanımları aynı olduğu görülmüştür. Deneye başlanmadan önce her numune çatlak oluşumlarının daha iyi gözlenebilmesi için su bazlı beyaz renkli boya ile boyanmıştır. Boya işlemi bittikten sonra numuneler deney düzeneğine sırası ile yerleştirilip deplasman ölçer ve yük hücrelerinin bağlantıları veri toplama cihazına uygun şekilde bağlanmıştır (Şekil 3.30).



Şekil 3.23. Deney düzeneği

Tüm bağlantıların doğru şekilde yapıldığından emin olunduktan sonra aşağıdaki yükleme protokolüne göre deneye başlanmıştır (Şekil 3.31). Bu protokole göre 25 mm deplasmana kadar her milimetrede iki çevrim uygulanmıştır. 25 mm deplasmandan sonra ise her çevrim 80 mm deplasmana kadar bir kez yapılmıştır.



Şekil 3.24. Yükleme protokolü

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde yapılan 4 adet deneyin sonuçları birbirleriyle kıyaslanarak verilmiştir. İlk etapta 1 numaralı deney ve 2 numaralı deney verileri kıyaslanmıştır. Daha sonra 1 numaralı deney ve 3 numaralı deney verileri kıyaslanacaktır. Daha sonra 4 numaralı deney ve 3 numaralı deney kıyaslanacaktır. Son olarak da 2 numaralı deney ve 4 numaralı deney sonuçları kıyaslanacaktır.

4.1. Deney 1 ve Deney 2'nin Verilerinin İrdelenmesi

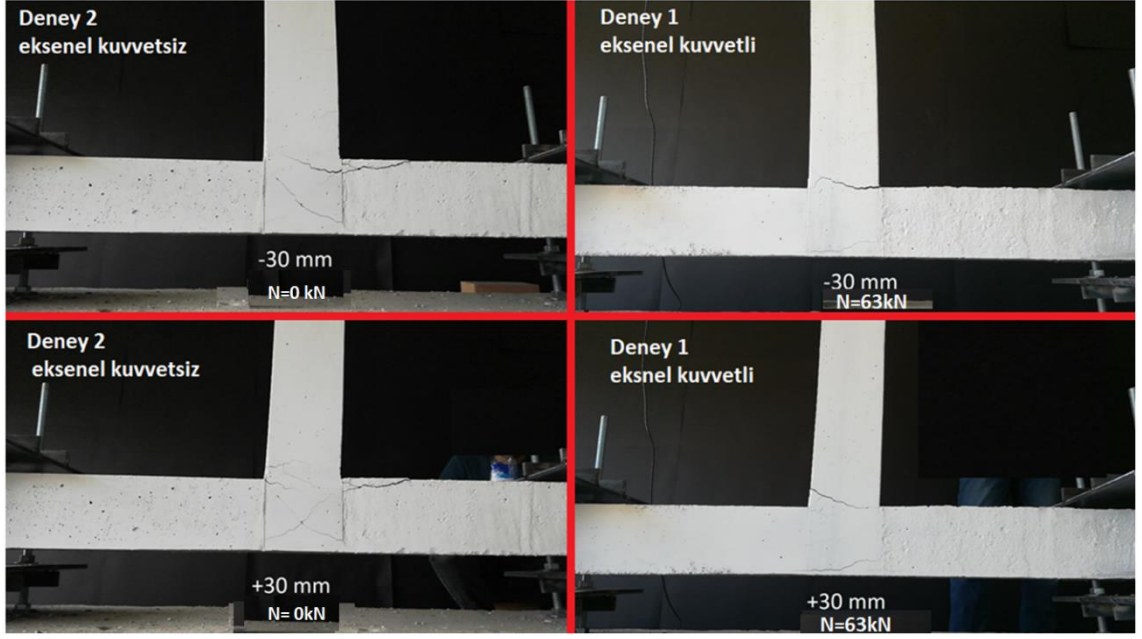
Deney 1: İki adet soğuk derze sahip numunenin eksenel yük altında test edilmesi.

Deney 2: İki adet soğuk derze sahip numunenin eksenel yük olmadan test edilmesi.

Bu iki deneyin yapılmasındaki amaç kolon-kiriş birleşim bölgesinde imalat aşamasında bırakılan iki adet soğuk derzin, eksenel yükün etkisi altında yapısal davranışa nasıl bir etki yaptığını görmektir.

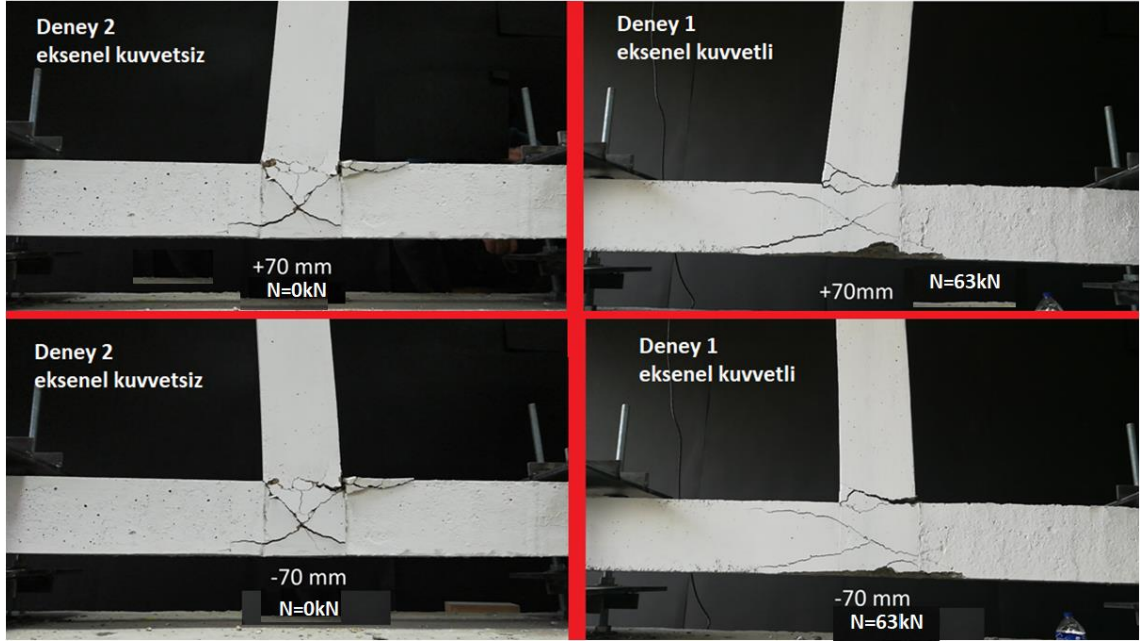
Numunelerin üretim aşamasında kullanılan tüm malzemeler ve imalat teknikleri birbirinin aynısıdır. Sadece deney esnasında kolonlara eksenel kuvvet uygulanması durumu deneyler arasında fark yaratmaktadır. Bu fark eksenel kuvvetin soğuk derzli birleşim bölgesine olan etkisini göstermiş olacaktır.

Aşağıdaki fotoğraflarda çift soğuk derzli numunelerin +30 ve -30 milimetrelik deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan hasarlar görülmektedir (Şekil 4.1). Fotoğraflardan da görülebileceği üzere eksenel yük olmadığı durumda birleşim bölgesindeki çapraz çatlaklar diğer numuneye göre çok daha erken belirgin hale gelmiştir.



Şekil 4.1. -30/+30 milimetrelik deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deneý 1 ve Deneý 2)

Aşağıdaki fotoğraflarda da görülebildiği üzere yine aynı numunelerin +70 ve -70 milimetrelik deplasman sonucunda birleşim bölgesinde oluşan hasarlar görülmektedir (Şekil 4.2). Yine soldaki numune üzerinde aksnel kuvvet yoktur, sağdaki numune üzerinde ise aynı aksnel kuvvet bulunmaktadır. Görüldüğü üzere aksnel yük olmayan numunenin birleşim bölgesindeki çatlaklar kolonlar üzerine diğer numunedeki kadar ilerleyememiştir. Üzerinde aksnel yük bulunan numunede görüldüğü üzere çatlaklar sol taraftaki kolonun belirli bir kısmına kadar yürümüştür. Bu durumun sebebi kolon üzerindeki aksnel kuvvetin birleşim bölgesinde çatlaklara sebep olan asal çekme gerilmelerinin oluştuğu düzlemin yatayla olan açısını değiştirmesi şeklinde düşünülebilir.



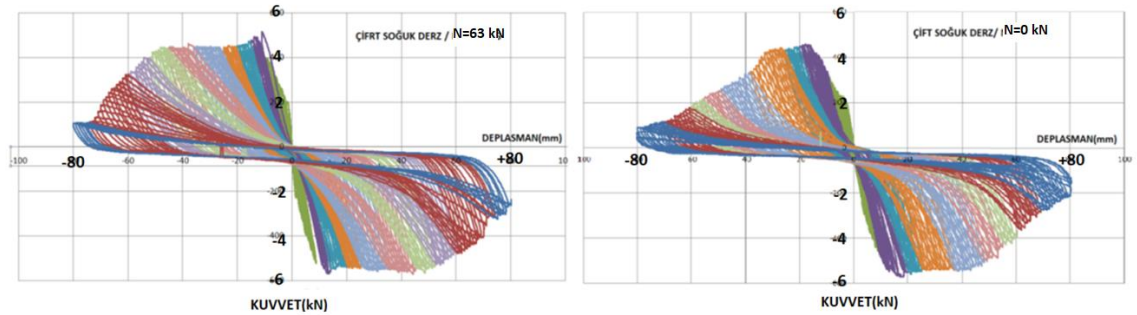
Şekil 4.2. -70/+70 milimetrelik deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 1 ve Deney 2)

Aşağıdaki fotoğraflarda ise +80 ve -80 milimetrelik deplasman sonucunda numunelerde oluşan hasarlar görülmektedir (Şekil 4.3). Üzerinde aksenal yük olmayan numunede kolon kiriş birleşim bölgesinde derin çatlaklar oluşmasına rağmen dış kabuk kendisini henüz bırakmamıştır. Üzerinde aksenal yük olan numunede ise pas payını oluşturan beton yüzeyi tamamen dökülmüş durumdadır. Bunun sebebi ise aksenal yükün varlığına bağlanabilir.

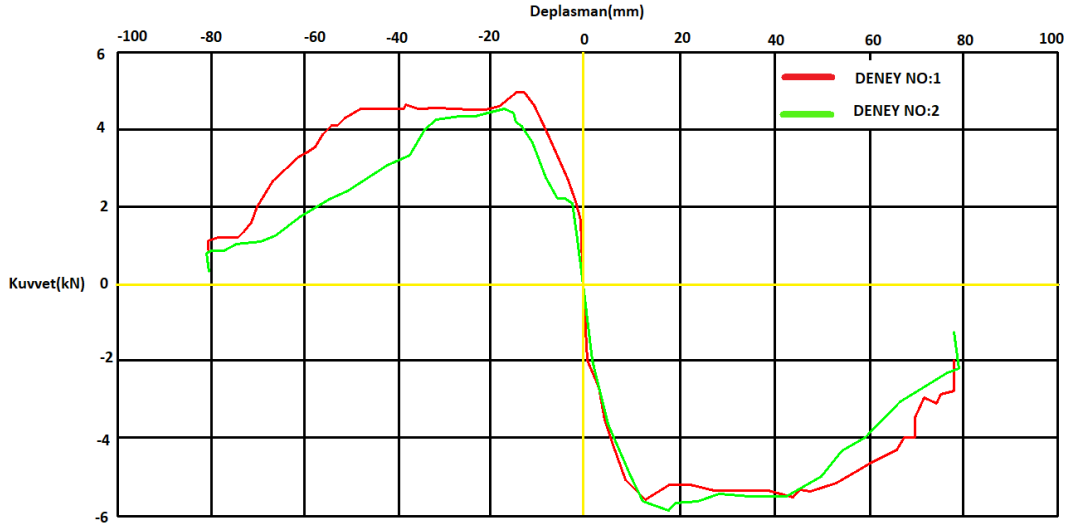


Şekil 4.3. -80/+80 milimetrelik deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlakla (Deney 1 ve Deney 2)

Aşağıda bu iki numuneye ait kuvvet-deplasman grafikleri görülmektedir. Grafikte de görüldüğü üzere belirli bir deplasmandan sonra kuvvette %25-30 arasında bir düşüş görülmektedir (Şekil 4.4). Grafiklerin altında kalan alandan numunelerin tükettiği enerji kıyasladığında aksel kuvvet altında test edilen numunenin % 14 daha fazla enerji sönümlediği görülmektedir. Deneylere ait zarf eğrileri kıyaslaması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.4. Kuvvet-deplasman grafikleri (Deney 1 ve Deney 2)



Şekil 4.5. Deney 1 ve deney 2'ye ait zarf eğrileri

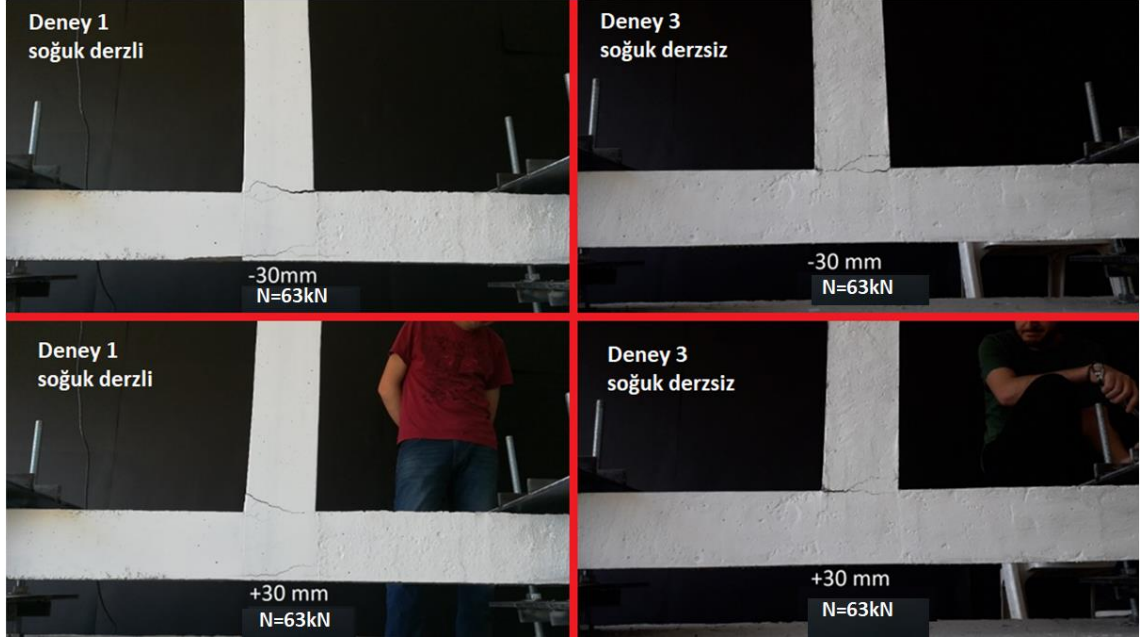
4.2. Deney 1 ve Deney 3'ün Verilerinin İrdelenmesi

Deney 1: İki adet soğuk derze sahip numunenin eksenel yük altında test edilmesi.

Deney 3: Soğuk derz barındırmayan numunenin eksenel yük altında test edilmesi.

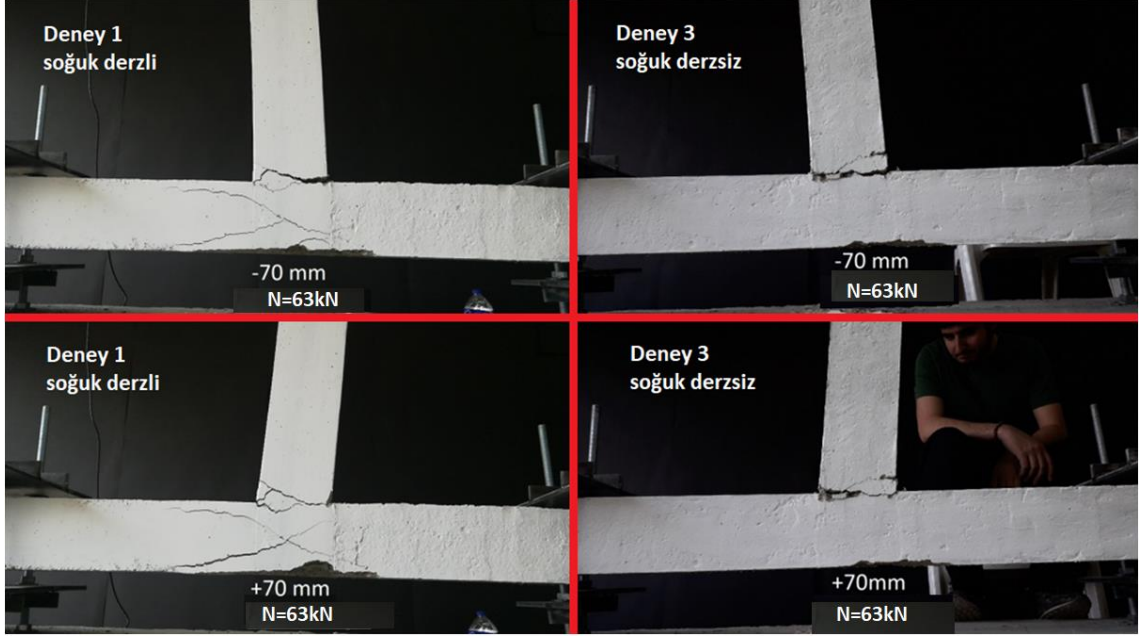
Bu bölümdeki kıyaslama kolonları aynı eksenel yük altında (63 kN) olan soğuk derz bırakılmış ve yekpare dökülmüş numuneler arasında olacaktır. Bu numunelerinin ilkinin kolon-kiriş birleşim bölgesinde iki adet soğuk derz bulunacak diğerinde ise soğuk derz bulunmayacaktır. Bu sayede eksenel yük etkisi altında bir birleşim bölgesinin davranışına soğuk derzin nasıl etki ettiği görülmüş olacaktır.

Numunelerin -30/+30 milimetrelük deplasmanlar sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan hasar durumları aşağıdaki fotoğraflarda görülmektedir (Şekil 4.5). Soğuk derzin bulunduğu kesitte birleşim bölgesi bu deplasman değerinde hasar almaya başlamıştır. Çapraz çatlakların oluşumu gözlenmiştir. Soğuk derz barındırmayan numunenin birleşim bölgesinde ise herhangi bir çatlak oluşumu henüz görülmemiştir. Sadece kirişin kolonla birleştiği bölgede çatlaklar oluşmuş durumdadır.



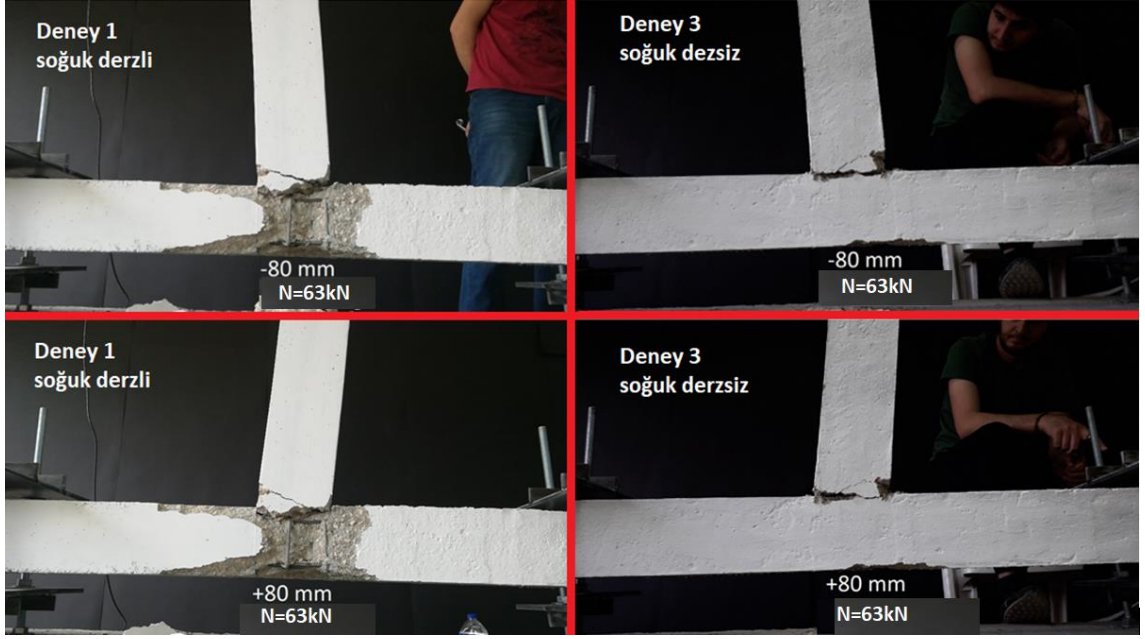
Şekil 4.6. -30/+30 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 1 ve Deney 3)

Numunelerin -70/+70 milimetrelık deplasmanlar sonucunda birleşim bölgesinde oluşan hasarlar aşağıdaki fotoğraflarda görülmektedir (Şekil 4.6). Soğuk derzli numunenin birleşim bölgesinde ciddi çapraz çatlaklar oluşmuş durumdadır ve bu çatlaklar kolon bölgesine doğru devam etmiştir. Soğuk derz barındırmayan numunede ise kirişin kolonla birleştiği kesite bir takım hasarlar görülmektedir. Ayrıca birleşim bölgesinin alt kısmında kabuk betonu atmış durumdadır. Ancak kolon-kiriş birleşim bölgesinde çapraz çatlaklar çok kılcal seviyededirler. Bu bölgede ciddi hasar gözlemlenmemiştir.



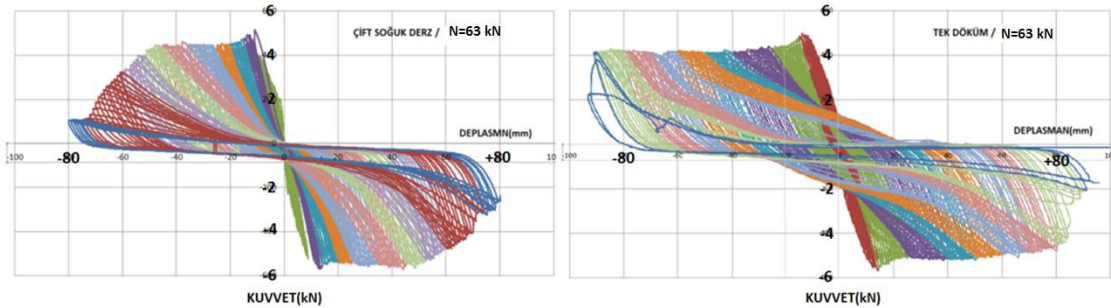
Şekil 4.7. -70/+70 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 1 ve Deney 3)

Numunelerin -80/+80 milimetrelık deplasmanlar sonucunda oluşan hasar durumları aşağıdaki fotoğraflarda görülmektedir (Şekil 4.7). Soğuk derzli numunenin kolon-kiriş bölgesi ciddi oranda hasar almış durumdadır. Birleşim bölgesinde kabuk betonu tamamen dökülmüştür, sadece etriyelerle sarılı çekirdek betonu kalmıştır. Soğuk derz barındırmayan numunede ise kolon-kiriş birleşim bölgesinde çapraz çatlaklar hala ciddi seviyelere ulaşmamıştır. Ancak kirişin kolonla birleştiği bölgede beton ezilmiş durumdadır.

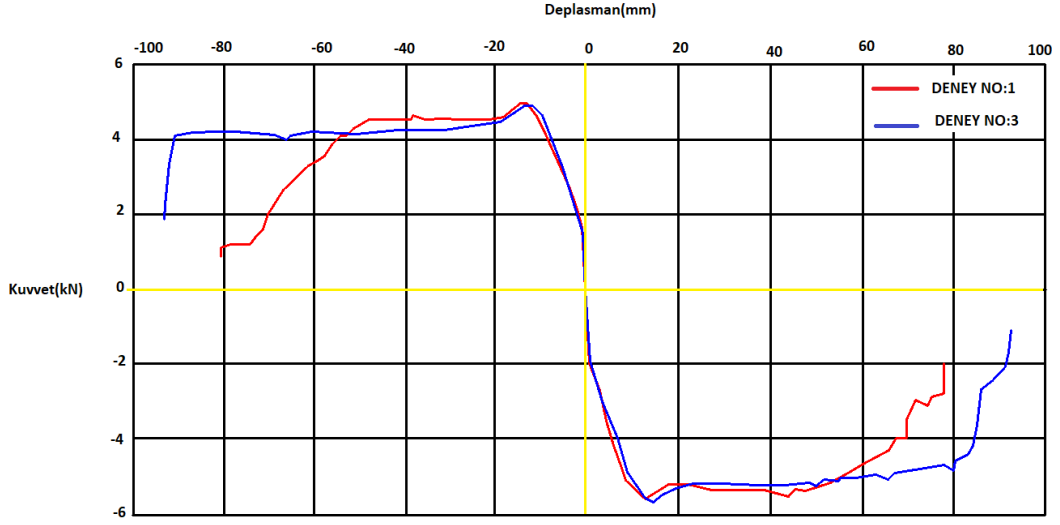


Şekil 4.8. -80/+80 milimetrelük deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 1 ve Deney 3)

Bu numunelerin kuvvet-deplasman grafikleri aşağıda görülmektedir (Şekil 4.8). Grafiklere bakıldığında numunelerin taşıdığı maksimum kuvvetler aynı seviyededirler. Ancak numunelerin enerji yutma kapasiteleri arasında ciddi bir fark görülmektedir. Soğuk derzli numunenin enerji yutma kapasitesi, soğuk derzsiz numunenin enerji yutma kapasitesine göre %11 daha az olmuştur. Deneylere ait zarf eğrileri kıyaslaması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.9. Kuvvet-deplasman grafikleri (Deney 1 ve Deney 3)



Şekil 4.10. Deney 1 ve Deney 3'e ait zarf eğrileri

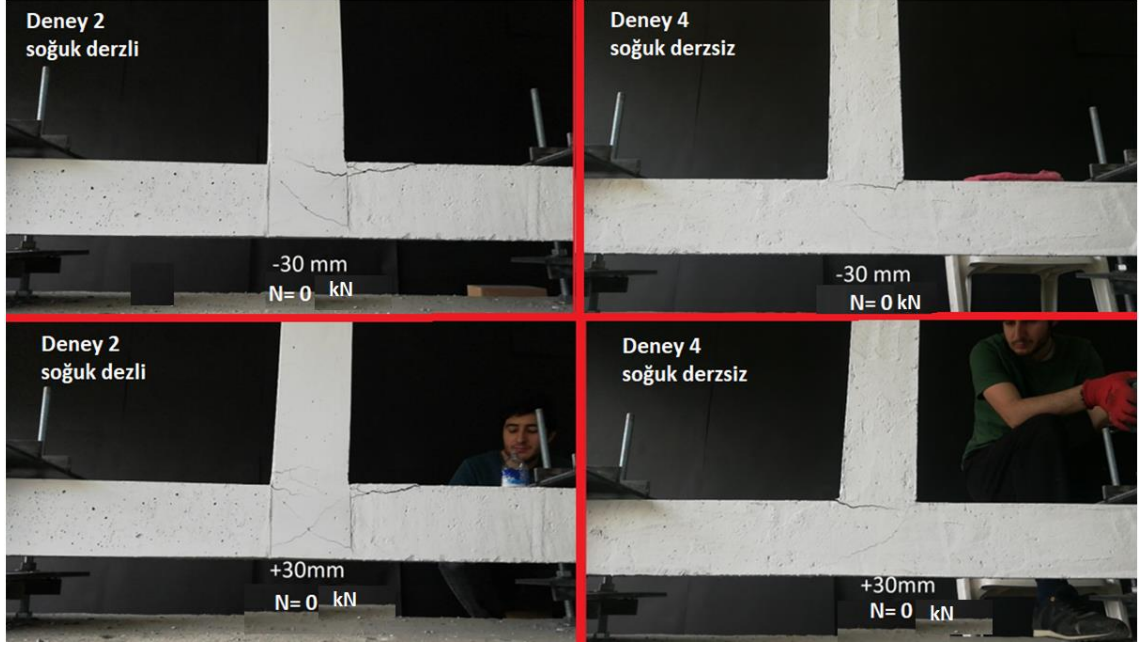
4.3. Deney 2 ve Deney 4'ün Verilerinin İrdelenmesi

Deney 2: İki adet soğuk derze sahip numunenin aksenal yük olmadan test edilmesi.

Deney 4: Soğuk derz barındırmayan numunenin aksenal yük olmadan test edilmesi.

Bu yapılan iki deneyde numuneler üzerinde herhangi bir aksenal kuvvet uygulanmamaktadır. Numunelerden ilki birleşim bölgesinde iki adet soğuk derz içermektedir. Diğer numune ise monolitik olarak dökülmüştür. Herhangi bir soğuk derz içermemektedir. Bu iki deneyin kıyaslanması sonucunda üzerinde aksenal yük bulunmayan birleşim bölgelerinin soğuk derz olup olmadığı durumlarda kesitin davranışının nasıl etkilendiği görülmüştür.

Numunelerin -30/+30 milimetrelilik deplasmanlar sonucunda kesitlerin hasar durumları aşağıdaki fotoğraflarda görülmektedir (Şekil 4.9). Soğuk derzin bulunduğu numunenin birleşim bölgesinde çatlaklar daha belirgin seviyede olduğu görülmektedir. Çapraz çatlaklar diğer numuneye göre daha belirgin durumdadır ve kirişin alt seviyesindeki çatlaklar diğer numuneye göre daha ilerlemiş durumdadır.



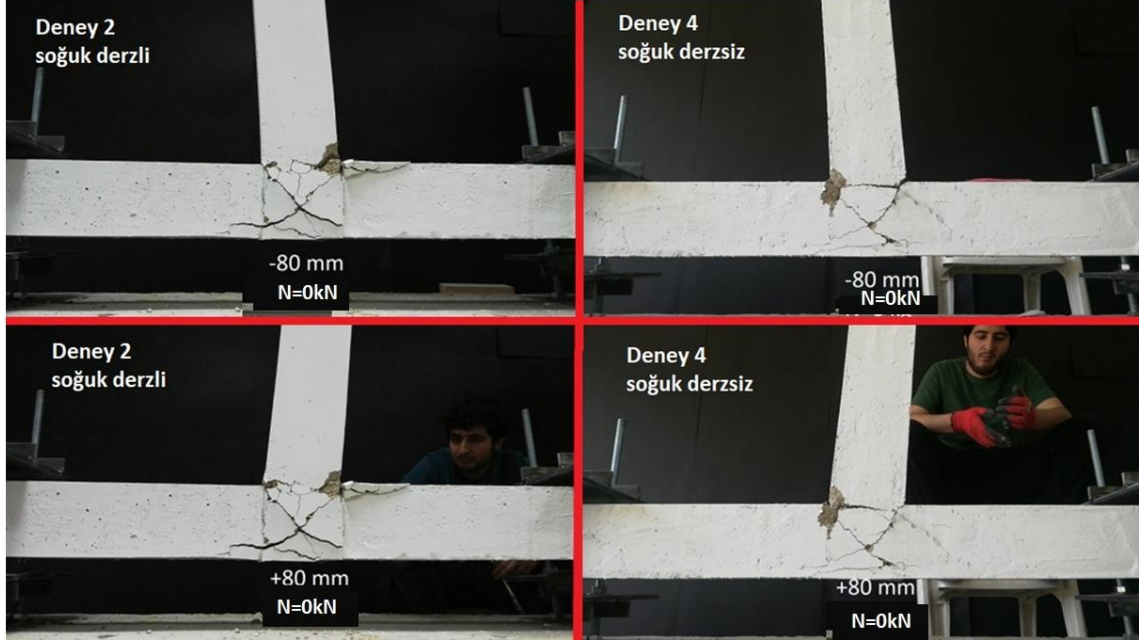
Şekil 4.11. -30/+30 milimetrelik deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 2 ve Deney 4)

Numunelerin -70/+70 milimetrelik deplasmanlar sonucunda kesitlerde oluşan hasarlar aşağıdaki fotoğraflarda görülmektedir (Şekil 4.10). Soğuk derzli numunenin birleşim bölgesindeki çapraz çatlak hasarlarının diğer numuneye göre çok daha derin olduğu görülmektedir. Diğer numunede de çapraz çatlaklar oluşmuştur ancak soğuk derzli numunede oluşan çatlaklar kadar derin olmadığı görülmektedir.



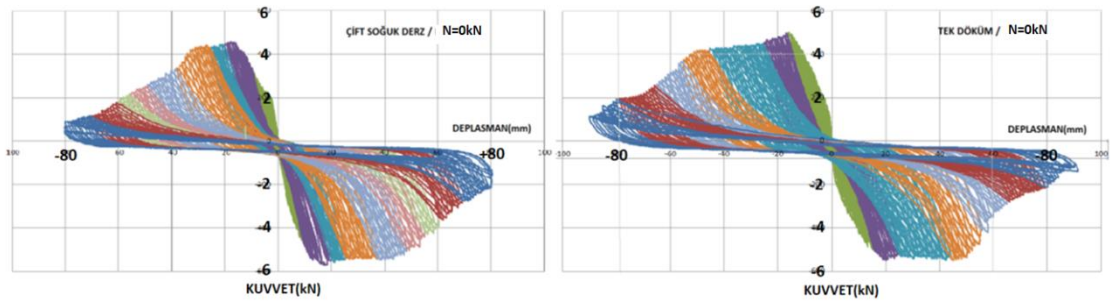
Şekil 4.12. -70/+70 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 2 ve Deney 4)

Numunelerin -80/+80 milimetrelık deplasmanlar sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan hasar durumlarına ait fotoğraflar aşağıda görülmektedir (Şekil 4.11). Soğuk derzin bulunduğu kesitte çapraz çatlakların çok daha derin ve kolon orta bölgelerine doğru ilerlediği fotoğraflarda görülmektedir. Soğuk derzin bulunmadığı kesitte yine çapraz çatlaklar oluşmuş durumdadır ancak soğuk derz bulunan kesite göre bu çatlaklar daha küçük seviyelerde kalmış durumdadır.

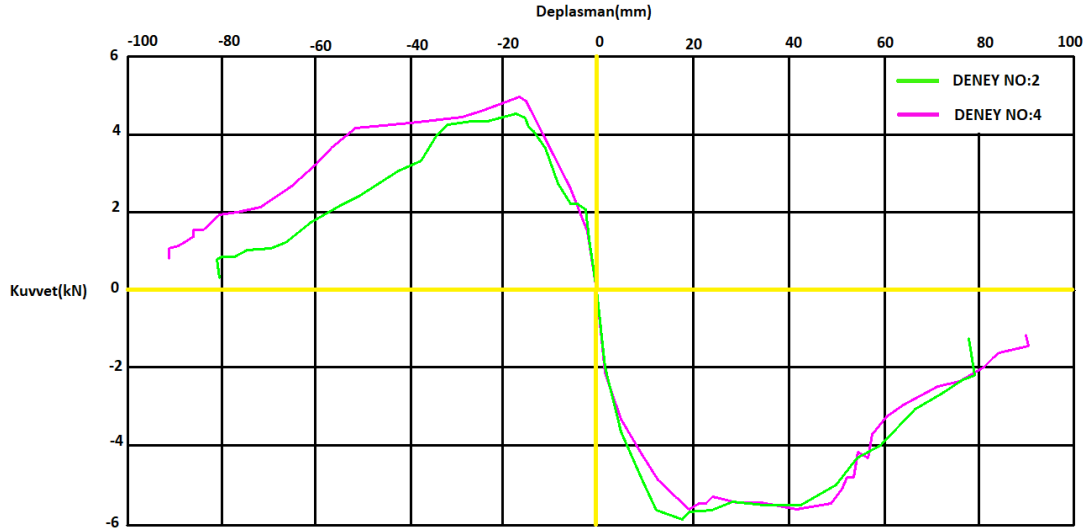


Şekil 4.13. -80/+80 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 2 ve Deney 4)

Bu iki deneye ait kuvvet-deplasman grafikleri aşağıdaki grafiklerde verilmiştir (Şekil 4.12). Grafiklere göre soğuk derzin bulunduğu numune soğuk derz bulunmayan numuneye göre %24 daha az enerji yutmuştur. Uygulanan maksimum kuvvetler arasında ciddi bir fark görülmemektedir. Deneylere ait zarf eğrileri kıyaslaması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.14. Kuvvet-deplasman grafikleri (Deney 2 ve Deney 4)



Şekil 4.15. Deney 2 ve Deney 4'e ait zarf eğrileri

4.4. Deney 3 ve Deney 4'ün Verilerinin İrdelenmesi

Deney 3: Soğuk derz barındırmayan numunenin aksenal yük altında test edilmesi.

Deney 4: Soğuk derz barındırmayan numunenin aksenal yük olmadan test edilmesi.

Bu iki deney kapsamında birleşim bölgesinde soğuk derz barındırmayan iki numune test edilmiştir. Numunelerden ilki aksenal kuvvetten yoksun olarak deneye tabi tutulmuştur. Diğer numune üzerine ise yaklaşık olarak 63 kN aksenal kuvvet uygulanarak deneye tabii tutulmuştur. Bu aksenal kuvvet kolonların taşıyabileceği maksimum aksenal kuvvetin yaklaşık %15'ine tekabül etmektedir.

Bu iki deneyin karşılaştırılmasındaki amaç tek döküm numunelerde aksenal yükün kolon-kiriş birleşim bölgesinin olan etkisinin görülmesidir.

Numunenin +30/-30 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgesinde oluşan çatlaklar aşağıdaki fotoğraflarda görülmektedir (Şekil 4.13). Görüldüğü üzere üzerinde aksenal kuvvet bulunmayan numunenin birleşim bölgesinde çapraz çatlaklar oluşmasına rağmen, aksenal yük altındaki numunenin birleşim bölgesinde herhangi bir çapraz çatlak görülmemektedir. Kiriş üzerindeki çatlaklar ise birbirine benzer niteliktedirler.



Şekil 4.16. -30/+30 milimetrelik deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 3 ve Deney 4)

Numunelerin -70/+70 milimetrelik deplasmanlar altında yaptıkları şekil değiştirmeler aşağıdaki fotoğraflarda görülmektedir (Şekil 4.14). Üzerinde aksenal yük bulunmayan birleşim bölgesinde çapraz çatlakların boyutu ve derinliği daha belirgin bir hal almış durumdadır. Üzerinde aksenal yük bulunan numunenin birleşim bölgesinde ise çok kılcal çapraz çatlaklar görülmektedir. Ama bu numunenin hasar seviyesi aksenal kuvvetten yoksun olan numuneye göre çok daha az seviyededir. Aksenal kuvvet altındaki numunede hasar daha çok kirişin kolonla birleştiği noktada oluşmuştur.



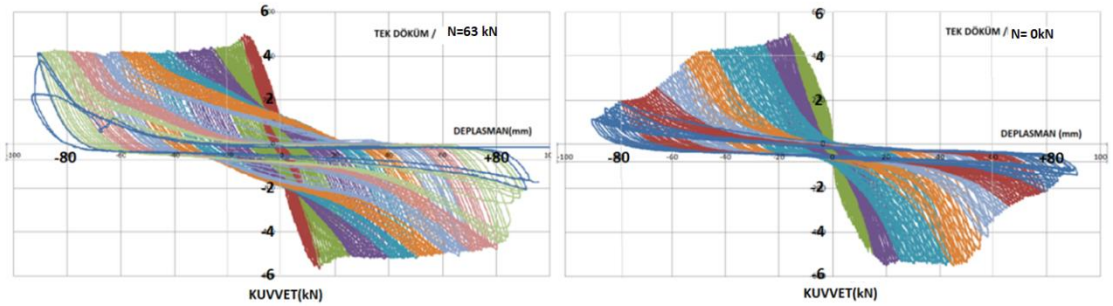
Şekil 4.17. -70/+70 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 3 ve Deney 4)

Numunelerin -80/+80 milimetrelık deplasmanlar atındaki hasar durumları aşağıdaki fotoğraflarda görülmektedir (Şekil 4.15). Yine aksnel kuvvet olmadan test edilen numunenin birleşim bölgesinde ciddi seviyede çapraz çatlaklar oluşmuş durumdadır. Yine bu numunenin taşıdığı kuvvette toplam %60 oranında azalama meydana gelmiştir. Üzerinde aksnel yükü beraber test edilen numunenin ise birleşim bölgesindeki çatlaklar hala çok küçük mertebelere sahiptir ancak kirişin kolonla birleştiği noktalarda beton ezilmiş ve dağılmış durumdadır. Bu deplasman seviyesinde kesitin taşıdığı kuvvette %20 bir azalma görülmüştür.

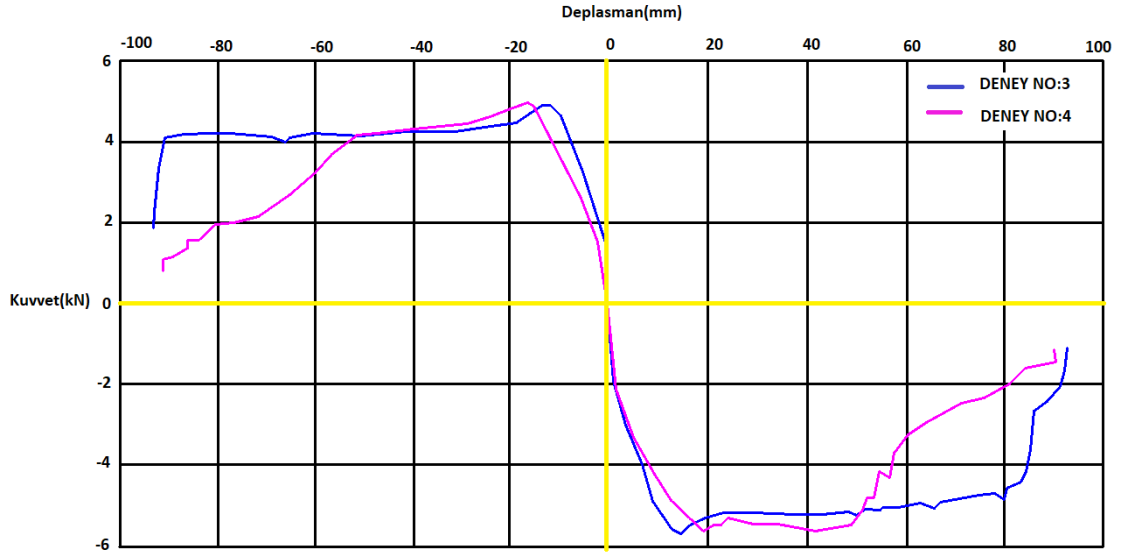


Şekil 4.18. -80/+80 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgelerinde oluşan çatlaklar (Deney 3 ve Deney 4)

Bu iki deneye ait kuvvet-deplasman grafikleri aşağıda görülmektedir (Şekil 4.16). Aksnel yükün olduğu numunenin diğer numuneye göre enerji tüketme kapasitesi %14 daha fazla olduğu görülmüştür. Numunelerin taşıdığı maksimum yükün aynı seviyelerde olduğu görülmektedir. Deneylere ait zarf eğrileri kıyaslaması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.20).



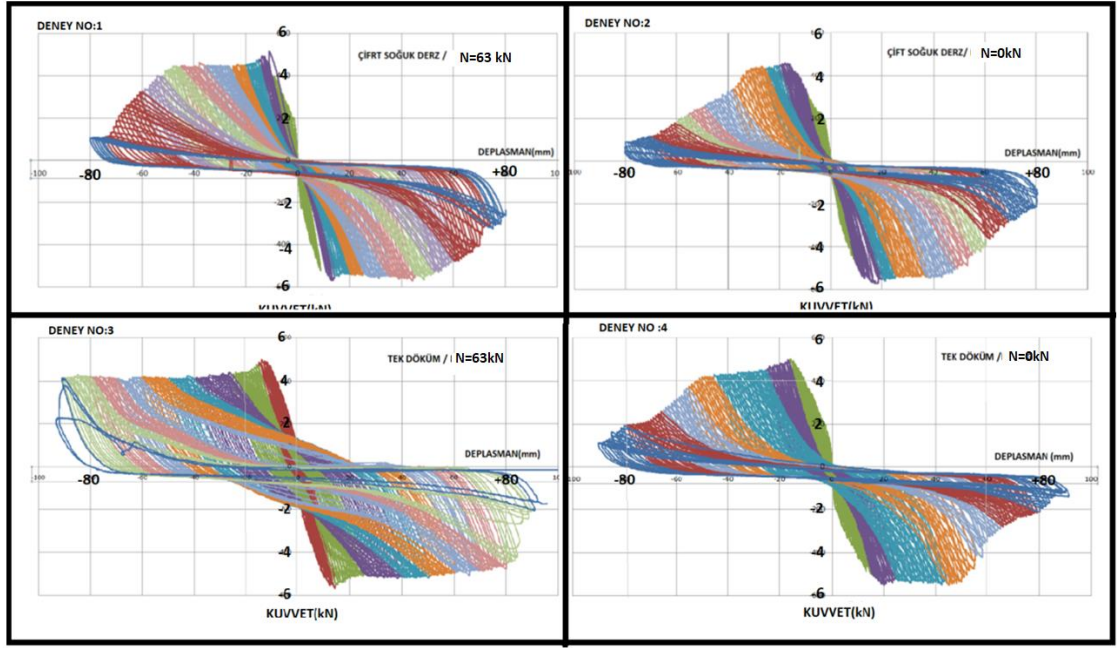
Şekil 4.19. Kuvvet-deplasman grafikleri (Deney 3 ve Deney 4)



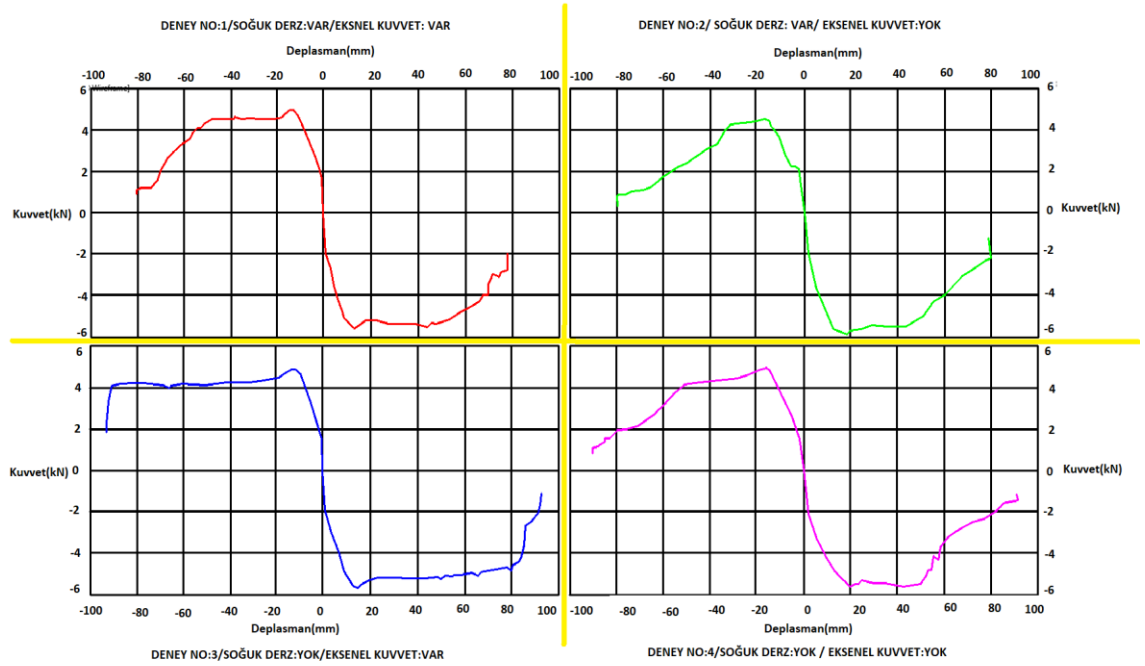
Şekil 4.20. Deney 3 ve Deney 4'e ait zarf eğrileri

4.5. Yapılan Deneyler Esnasında Görülen Diğer Önemli Durumlar

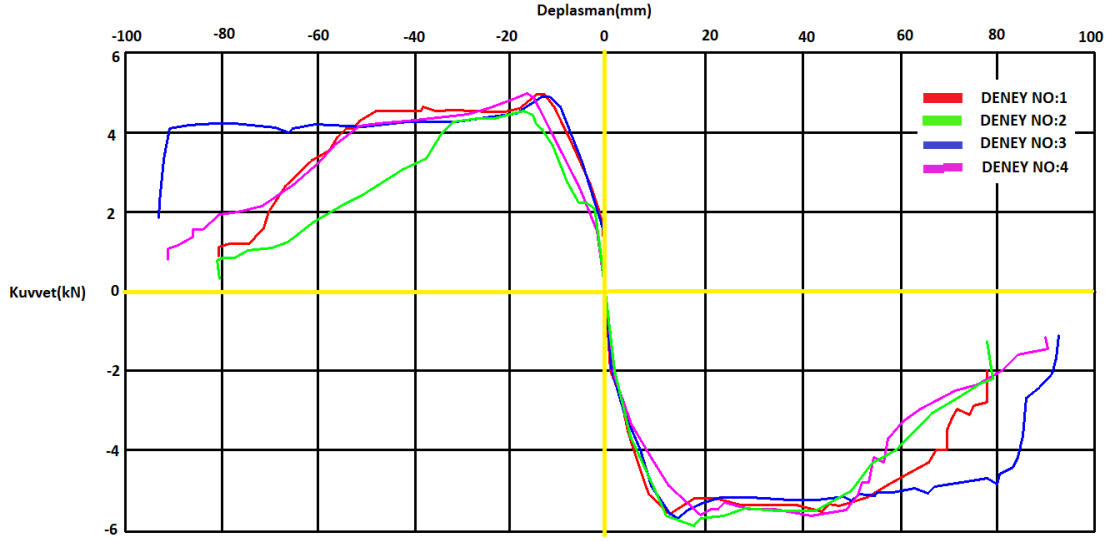
Aşağıdaki şekilde yapılan 4 deneye ait kuvvet-deplasman grafikleri birlikte görülmektedir (Şekil 4.17). Her bir grafiğin kendi içerisinde pozitif ve negatif yönlerde deplasman yaparken kuvvetler arasında 0,5-0,75 kN yük farklılıkları olduğu görülmektedir. Buna sebep olan birkaç durum bulunmaktadır. Bunlardan ilki kiriş içerisindeki çekme ve basınç donatısının tam anlamıyla simetrik olmayışıdır. Kiriş derinliği tüm numunelerde 140 milimetre olarak belirlenmiştir. İmalat yapılırken her iki tarafta da pas paylarının eşit olmasına özen gösterilmiştir ancak ufakta olsa imalat sırasında farklılıklar olmuştur. Bu durum gerçek imalatlarda da söz konusudur. Numunelere ait zarf eğrisi grafikleri aşağıda detaylı olarak verilmiştir (Şekil 4.22, Şekil 4.23).



Şekil 4.21. Yapılan 4 deneye ait kuvvet-deplasman grafikleri



Şekil 4.22. Deneylere ait zarf eğrileri



Şekil 4.23. Deneylere ait zarf eğrilerinin bir arada görünümü

Bu farklılığın ikinci sebebi olarak da dökülen betonlarda kullanılan malzemelerin mükemmel olarak aynı olmayışından kaynaklanmaktadır. Vibrasyon işlemi sonrasında agregaların yerleşim düzeni yine bu durumu etkileyen bir diğer faktördür.

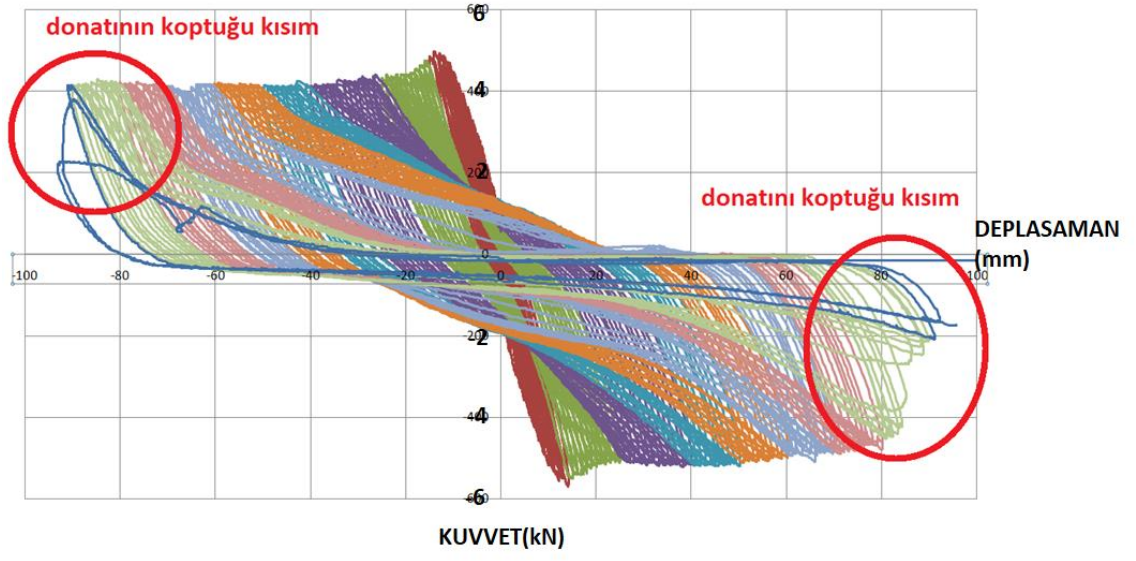
Bu kuvvet farklılığına sebep olan en önemli faktör ise birleşim bölgesinde çatlakların ilk başta nerede olduğuyla alakalıdır. İlk çatlağın oluştuğu kısım kirişin hangi tarafına yakınsa o bölgedeki kabuk betonu çok daha erken döküldüğü gözlemlenmiştir. Bu betonun dökülmesiyle o bölgedeki donatı betonu ezerek betondan ayrı bir şekilde şekil değiştirme yapmıştır. Buna bağlı olarak ve yük taşıma kapasitesini düşmüş ancak süneklilik artmıştır. Aşağıdaki fotoğrafta donatının betondan nasıl sıyrılıp ayrı çalıştığı görülmektedir (Şekil 4.18).



Şekil 4.24. Donatının betonu ezerek beton örtüsünü patlatıp betondan sıyrılması

Yapılan deneyler sonucunda donatı kopması durumu sadece tek bir numunede gözlemlenmiştir. Bu numune üzerinde 63 kN eksenel yük bulunan ve tek döküm olarak imal edilen numunedir. Yükleme protokolü tamamlandıktan sonra kesitin moment taşıma kapasitesinde istenilen düzeyde bir azalma gözlemlenememiştir. Bundan dolayı 80 milimetrelik deplasmandan sonra çevrimsel yüklemeye devam edilmiştir. Aşağıdaki grafikte de görülebileceği gibi iki yönde de kesitin taşıdığı kuvvet bir anda yarıya düşmüştür (Şekil 4.19). Bu noktada 2 yönde de birer adet donatı kopmuştur. Bu numunede donatının kopma sebebi birleşim bölgesinde çapraz çatlakların oluşmamasından dolayı bu bölgede betonun ezilip dağılmamasıdır (Şekil 4.21). Bu sayede birleşim bölgesindeki donatı ve beton beraber çalışmaya devam etmişlerdir. Donatı diğer numunelerde olduğu gibi betonu ezerek sıyrılamadığı için deformasyonu uzama yaparak karşılamak zorunda kalmıştır. Donatı kopma birim uzamasına ulaşınca kopma olayı gerçekleşmiştir.

Ayrıca bu deneyde kolon-kiriş birleşim bölgesi yanlardan dağılmamasına rağmen kirişin kolon üzerindeki izdüşümü olan bölgede kabuk betonu dökülmüştür ve bu bölgedeki donatının hareketleri gözlemlenebilmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.25. 3 numaralı deneyde donatıların koptuğu kısımlar



Şekil 4.26. Kirişin alt kısmında kabuk betonunun dökülmesi



Şekil 4.27. 3 nolu deneyde +90 milimetrelık deplasman sonucunda birleşim bölgesinin hasar durumu

5. SONUÇ

Bu çalışmada betonarme yapıların imalatı sırasında kolon alt ve üst uçlarında oluşan soğuk derzlerin yapının dayanım ve sünekliliğine olan etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. Yapılan deneylerde kolonlar üzerindeki eksenel yükün etkisi de incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda bir adet soğuk derzli ve bir adet soğuk derzsiz numune eksenel yük etkisi altında çevrimsel yüklemeye tabi tutulmuştur. Yapılan deneyler sonucunda görülmüştür ki bir kolon-kiriş birleşim bölgesinin davranışında eksenel yükün ve soğuk derzin etkisi vardır.

Numunelerin enerji yutma kapasiteleri aşağıda maddeler halinde kıyaslanmıştır.

1. Soğuk derz barındırmayan kesitlerde eksenel yükün olduğu numuneler, eksenel yükün olmadığı numuneler göre %14 daha fazla enerji yutma kapasitesine sahip olduğu görülmüştür.
2. Soğuk derz barındıran numunelerde eksenel yükün olduğu numuneler, eksenel yükün olmadığı numuneler göre %27 daha fazla enerji yutma kapasitesine sahip olduğu görülmüştür.
3. Eksenel yükün olduğu numunelerde soğuk derz barındırmayan numuneler, soğuk derz barındıran numunelere göre %11 daha fazla enerji yutma kapasitesine sahip olduğu görülmüştür.
4. Eksenel yükün olmadığı numunelerde soğuk derz barındırmayan numuneler, soğuk derz barındıran numunelere göre %24 daha fazla enerji yutma kapasitesine sahip olduğu görülmüştür.

Numunelerin hasar seviyeleri aşağıda maddeler halinde kıyaslanmıştır.

1. Tek döküm numunelerde kolonlar üzerinde eksenel kuvvet olup olmama durumu kolon-kiriş birleşim bölgesinin hasar durumunu ciddi oranda etkilediği görülmüştür. Eksenel kuvvet altında yapılan deneyde birleşim bölgesindeki hasarlar diğer numuneye göre çok daha az seviyede kalmıştır.

2. Soğuk derzli numunelerde aksel yükün olup olmama durumu yine aynı şekilde kesitin hasar durumunu etkilemiştir. Ancak bu hasar durumları arasındaki fark 1. maddedeki kadar yüksek olmamıştır.
3. Aksel yük olan ve olmayan numunelerde soğuk derzin olup olmama durumu incelendiğinde birleşim bölgesinin hasar durumunda yine etkili bir faktör olduğu görülmüştür.

Tüm bu sonuçlara göre numunelerin taşıdığı maksimum aksel kuvvetlerde ciddi sayılabilecek bir fark görülmemiştir. Ancak birleşim bölgelerinde oluşan hasar mekanizmaları arasında farklar olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Anonim,2009.**kalitesizişçilik.<https://megainsaatvemimarlik.wordpress.com/2009/10/07/65/>-(Erişim tarihi: 20.05.2019).
- Anonim,2020.**inşaatteirim.<https://instabusters.net/photo-video/B6xXXw1HbWX->(Erişim tarihi: 20.05.2019).
- Celep,Z.2017.**taşıyıcı sistemlerde doğrusal olmayan davranış ve çözümleme,Beta,235 s.
- DBYBHY. 2007.** Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Yayın No: 26454, Ankara.
- Doğangün, A. 2013.** Betonarme yapıların hesap ve tasarımı. Birsen yayınevi, İstanbul,712s.
- Kadyrov, N. 2015.** Soğuk derzin betonun mekanik özelliklerine etkisinin araştırılması. *Yüksek Lisan Tezi*, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Laskar,A. I. 2016.** “Cyclicbehavior of in-situexteriorbeam-column subassemblies with coldjoint in column”, EngineerStructer.
- Ölmez, Ö. 2019.** Döküm süresi ve birleşim geometrisinin betondaki soğuk derz oluşumuna etkisinin araştırılması. *Yüksek Lisan Tezi*, DÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Düzce
- Özdemir, A.**Soğukderz. İnşaatBloğu. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.aykutozdemir.com.tr%2Finsaat%2Fsoguk-derz.html+%&date=2015-07-08> Son Erişim Tarihi: 06.01.2020
- Rathi, V. R. andKolase, P. K., 2013,** Effect of ColdJoint on Strength Of Concrete, International Journal of InnovativeResearch in Science, EngineeringandTechnology.
- Rao, P. andKishen, J., 1993,** InterfacialFractureParameters& Size Effect in Concrete-ConcreteColdJoints, Thesis, IndianInstitute of Science, India.
- TS 500. 2000.** TÜRK STANDARDI ,Betonarme yapıların tasarımı ve yapım kuralları 2000.
- TS 802. 2009.** Beton Karışım Tasarımı Hesap Esasları. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü.
- Turhan, Y. Erdoğan. 2013.** Beton malzemelerinin karışım oranlarının hesaplanması: Beton, Editörler: Öz, Emrullah, E., ODTÜ, s. 252
- Turan, Z. 2019.** Betonda soğuk derzin mekanik ve kırılma davranışına etkisinin incelenmesi. *Yüksek Lisan Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Şimşek, O. 2012.** Beton ve Beton Teknolojisi. Seçkin yayıncılık, Ankara, 359s.
- Ünlü, A. 2018.** Soğuk derzin betonun mekanik özelliklerine etkisinin araştırılması. *Yüksek Lisan Tezi*, KTOKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Konya.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İsmet Aymak
Doğum Yeri ve Tarihi : Tokat/10.08.1994
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Simav Anadolu Öğretmen Lisesi
Lisans :Bursa Uludağ Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Zirve Yapı Denetim, Ömer Kumova İnşaat, Noyan Yapı

İletişim (e-posta) : ismet_aymak@hotmail.com