



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**BETONARME KOLONLARDA FARKLI BAĞLAMA ŞEKİLLİ ÇİROZLARIN
EKSENEL YÜK KAPASİTESİNE ETKİSİ**

Ergün TAŞÇI

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Nisan 2023**

BETONARME KOLONLARDA FARKLI BAĞLAMA ŞEKİLLİ ÇİROZLARIN
EKSENEL YÜK KAPASİTESİNE ETKİSİ

Ergün TAŞÇI

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Abdulkerim İLGÜN

Konya
Nisan 2023

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.¹

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir.²

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

25 Nisan 2023

Ergün TAŞCI

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

² MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

³ MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

⁴ MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Dr. Öğr. Üyesi Abdulkerim İLGÜN danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

25 Nisan 2023

Ergün TAŞCI

Aile büyüklerime.

TEŐEKKÖR

Bu tez çalıőmasına katkılarıyla onur veren, desteklerini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesiyle bana her zaman destek olan danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Abdulkerim İlgün'e, hiç bir zaman yardımlarını esirgemeyen Dr. Ahmad Javid Zia'ya, Arő. Gör. Abdullah Müsevitoğlu'na, KTO Karatay Üniversitesi laboratuvar sorumlusu Rıza Elvan'a, yaptığım deneysel çalışmalar için hazır beton temininden dolayı Konya Hazır Beton San. ve Tic. A.Ő. 'ye ve bana her zaman destek olduklarını bildiğim KTO Karatay Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarına teşekkür ederim.

25 Nisan 2023

Ergün TAŞCI

ÖZET

Ergün TAŞÇI

BETONARME KOLONLARDA FARKLI BAĞLAMA ŞEKLİLLİ ÇİROZLARIN EKSENEL YÜK KAPASİTESİNE ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2023

Ülkemiz dünyanın önemli deprem kuşaklarından biri üzerinde yer aldığından, hasara neden olan depremler oldukça sık olmaktadır. Meydana gelen depremlerde, ağır hasar gören veya yıkılan yapılar gözlemlendiğinde ya hatalı ya da güncel deprem yönetmeliğine göre projenin uygulanmadığı yapılan kontrollerde gözlemlenmiştir. Yapılan incelemelerde, donatı düzenlemelerindeki yanlışlıkların, eksikliklerin, enine donatılarının kanca kıvrımının ve bağlantı şeklinin yanlış uygulandığı görülmüştür. Gerek laboratuvar deneylerinde gerekse depremlerden sonra yapılan gözlemlerde yanlış bükülen etriye ve çiroz kancalarının beton örtüsü dağıldıktan hemen sonra açıldığı ve sargı etkisinin kaybolduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada yürürlükte olan 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre betonarme kolonlarda kullanılan çirozların bağlanma şekillerinin taşıma kapasitesine etkisini eksenel yükleme ile yük-deplasman eğrileri deneysel olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Eksenel yük, Enine Donatı, Betonarme, Kolon, Deplasman, Çiroz

ABSTRACT

Ergün TAŞÇI

THE EFFECTS OF DIFFERENT BENDING TYPES OF CROSS TIE ON AXIAL LOAD CAPACITY IN REINFORCED CONCRETE COLUMNS

Master's Thesis

Konya, 2023

Turkey is located on one of the most important earthquake zones in the world, earthquakes that cause damage are quite frequent. When the damaged or collapsed structures in the earthquakes occurred, it was observed in the controls that either the faulty project was implemented or the project was not implemented according to the current earthquake regulation. In the investigations made, it was observed that the inaccuracies and deficiencies in the reinforcement arrangements, the hook bend and the way of connection of the transverse reinforcement were applied incorrectly. Both in laboratory experiments and in observations made after earthquakes, it was observed that the stirrup and crossty hooks, which were bent incorrectly, were opened immediately after the concrete cover was dispersed, and the effect of the winding disappeared. In this study, it is planned to experimentally examine the axial loading and load-displacement curves of column samples consisting of stirrups and crossties with different angles of hook bends by using different test parameters such as concrete compressive strength, reinforcement yield strength, section properties and eccentricity.

Keywords

Axial Load, Transverse bars, Reinforcement Concrete, Column, Displacement, Cross tie

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM	ii
ETİK BEYAN.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Türk Deprem Yönetmeliği 2007'ye Göre Özel Deprem Etriye ve Çiroz Kanca Detayları	3
1.2. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e Göre Özel Deprem Etriye ve Çiroz Kanca Detayları.....	5
1.3. ACI 315-99 Betonarme Donatıların Detaylandırılması Yönetmeliğine Göre Kanca Detayı	8
1.4. Gerilme-Şekil Değişirme İlişkisi için Matematiksel Modeller	9
1.5. Mander ve Dig. (1988) Tarafından Önerilen Sargılı Beton Gerilme-Şekil Değişirme Modeli.....	9
1.6. TBDY (2018) Sargılı Beton Gerilme-Şekil Değişirme Modeli	11
1.7. Amaç ve Kapsam.....	13
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	14
3. MATERYAL VE METOD	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Beton.....	17
3.1.2. Donatı dayanımı	18
3.1.3. Agrega DeneYleri.....	20
3.2. Metod.....	23
3.2.1. DeneY Numunelerinin Hazırlanması	23
3.2.2. DeneY Düzenegi	32
4. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	33
4.1. Kolon Numunelerinin DeneY Sonuçları	33

4.1.1. NC-T kolon numuneleri deney sonuçları	33
4.1.2. SECT-2007 kolon numuneleri deney sonuçları.....	36
4.1.3. LECT-2007 kolon numuneleri deney sonuçları	39
4.1.4. S-LECT-2007 kolon numuneleri deney sonuçları.....	42
4.1.5. SECT-2018 kolon numuneleri deney sonuçları.....	45
4.1.6. LECT-2018 kolon numuneleri deney sonuçları	48
4.1.7. S-LECT-2018 kolon numuneleri deney sonuçları.....	51
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	56
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	61

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Mander modeline göre kolon numunelerinin hesap sonuçları.....	11
Tablo 2. TBDY (2018)'e göre kolon numunelerinin hesap sonuçları	13
Tablo 3. Beton santralinden alınan beton karışım oranları	17
Tablo 4. 7 günlük beton küp basınç dayanımı	18
Tablo 5. 28 günlük beton küp basınç dayanımı	18
Tablo 6. Ø6 donatı numunelerinin mekanik özellikleri	19
Tablo 7. Ø10 donatı numunelerinin mekanik özellikleri	19
Tablo 8. Sıkı ve gevşek birim hacim deney parametreleri.....	20
Tablo 9. Kaba agregaya deney parametreleri	21
Tablo 10. İnce agregaya deney parametreleri	22
Tablo 11. Deney elemanlarının özellikleri.....	24
Tablo 12. Deney numunelerinin verileri ve karşılaştırılması.....	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kolon türleri (Ersoy ve Özcebe, 2001).....	2
Şekil 2. Burkulan boyuna donatılar.....	3
Şekil 3. DBYBHY (2007)'ye göre kolonlarda enine donatı detayları.....	4
Şekil 4. DBYBHY (2007)'ye Özel Deprem Etriye ve Çiroz Kanca Detayları.....	5
Şekil 5. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e göre özel deprem etriyesi ve çiroz detayları.....	6
Şekil 6. TBDY (2018)'e göre kolonlarda enine donatıların yerleştirilmesi.....	7
Şekil 7. ACI 315-99 (1999)'da belirtilen deprem etriye ve çiroz detayları.....	8
Şekil 8. ACI 315-99 (1999)'a göre kanca detayları.....	8
Şekil 9. Mander ve dig. (1988) modeline göre sargılı ve sargısız beton gerilme-şekil değiştirme grafiği.....	10
Şekil 10. Mander ve dig. (1988) modeline göre sargılı betonun kesit görünüşü.....	10
Şekil 11. TBDY (2018)'e göre sargılı ve sargısız beton gerilme-şekil değiştirme grafiği.....	12
Şekil 12. TBDY (2018)'e göre sargılı beton modeli için belirtilen parametreler.....	12
Şekil 13. Küp numuneleri ve dayanım testi.....	18
Şekil 14. Donatı dayanım testi ve alınan donatı numuneleri.....	19
Şekil 15. Sıkı ve gevşek birim hacim deneyi.....	20
Şekil 16. Kaba agregaya deneyi.....	21
Şekil 17. İnce agregaya deneyi.....	22
Şekil 18. d_{max} 16,0 mm olan beton için belirlenen alt sınırları gösteren parametreler.....	23
Şekil 19. DBYBHY (2007)'ye göre hazırlanan kolonların kesit görünüşü.....	25
Şekil 20. TBDY (2018)'ye göre hazırlanan kolonların kesit görünüşü.....	25
Şekil 21. NC-T (Çiroz kullanılmayan numuneler).....	26
Şekil 22. SECT-2007 (2007 DBYBHY'ye göre kısa yönde çiroz bağlanan numuneler).....	26
Şekil 23. LECT-2007 (2007 DBYBHY'ye göre uzun yönde çiroz bağlanan numuneler).....	27
Şekil 24. S-LECT-2007 (2007 DBYBHY'ye göre uzun ve kısa yönde çiroz bağlanan numuneler).....	27
Şekil 25. SECT-2018 (2018 TBDY'ye göre kısa yönde çiroz bağlanan numuneler).....	28
Şekil 26. LECT-2018 (2018 TBDY'ye göre uzun yönde çiroz bağlanan numuneler).....	28
Şekil 27. S-LECT-2018 (2018 TBDY'ye göre uzun ve kısa yönde çiroz bağlanan numuneler).....	29

Şekil 28. Paspayı eklenen numuneler.....	30
Şekil 29. Beton dökümüne hazır kalıplar.....	31
Şekil 30. Beton dökümü.....	31
Şekil 31. Deney Düzeneği.....	32
Şekil 32. NC-T:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	33
Şekil 33. NC-T:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	34
Şekil 34. NC-T:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	34
Şekil 35. NC-T kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği.....	35
Şekil 36. NC-T kolon numunelerinin yük grafiği.....	35
Şekil 37. SECT-2007:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	36
Şekil 38. SECT-2007:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	37
Şekil 39. SECT-2007:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	37
Şekil 40. SECT-2007 kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği.....	38
Şekil 41. SECT-2007 kolon numunelerinin yük grafiği.....	38
Şekil 42. LECT-2007:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	39
Şekil 43. LECT-2007:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	40
Şekil 44. LECT-2007:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	40
Şekil 45. LECT-2007 kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği.....	41
Şekil 46. LECT-2007 kolon numunelerinin yük grafiği.....	41
Şekil 47. S-LECT-2007:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	42
Şekil 48. S-LECT-2007:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	43
Şekil 49. S-LECT-2007:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	43
Şekil 50. S-LECT-2007 kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği.....	44
Şekil 51. S-LECT-2007 kolon numunelerinin yük grafiği.....	44
Şekil 52. SECT-2018:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	45
Şekil 53. SECT-2018:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	46
Şekil 54. SECT-2018:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	46
Şekil 55. SECT-2018 kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği.....	47
Şekil 56. SECT-2018 kolon numunelerinin yük grafiği.....	47
Şekil 57. LECT-2018:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	48
Şekil 58. LECT-2018:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	49
Şekil 59. LECT-2018:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu.....	49
Şekil 60. LECT-2018 kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği.....	50
Şekil 61. LECT-2018 kolon numunelerinin yük grafiği.....	50

Şekil 62. S-LECT-2018:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu	51
Şekil 63. S-LECT-2018:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu	52
Şekil 64. S-LECT-2018:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu	52
Şekil 65. S-LECT-2018 kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği	53
Şekil 66. S-LECT-2018 kolon numunelerinin yük grafiği.....	53
Şekil 67. Kolon numunelerinin toplu halde yük grafiği.....	54

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
A_s	: Boyuna donatı alanı
A_e	: Etkili olarak sarılan kesit alanı
a_i	: Kesit çevresindeki düşey donatıların eksenleri arasındaki uzaklık
b_0	: Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasındaki kesit boyutu
D	: Kanca kıvrırma çapı
E_c	: Betonun elastisite modülü
E_s	: Donatı çeliğinin elastisite modülü
f_c	: Sargılı betonda basınç gerilmesi
f_{cc}	: Sargılı beton dayanımı
f_{c0}	: Sargısız betonun basınç dayanımı
f_e	: Etkili sargılama basıncı
f_s	: Donatı çeliğindeki gerilme
f_{sy}	: Donatı çeliğinin akma dayanımı
f_{su}	: Donatı çeliğinin kopma dayanımı
f_{yw}	: Enine donatının akma dayanımı
h_0	: Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu
k_e	: Sargılama etkinlik katsayısı
s	: Etriye aralığı
ρ_s	: Toplam enine donatının hacimsel oranı
ρ_t	: Toplam boyuna donatı oranı
ρ_x, ρ_y	: İlgili doğrultulardaki enine donatı hacim oranı
ϕ	: Donatı çapı
ϕ_w	: Enine donatı çapı
ϵ_c	: Beton basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_{co}	: Dayanıma karşılık gelen birim şekil değiştirme
ϵ_{cu}	: Basınç altında sargılı betondaki birim şekil değiştirme
ϵ_{sy}	: Donatı çeliğinin başlangıcındaki birim şekil değiştirmesi
f_c	: Sargısız beton basınç dayanımı
A_0	: Donatının kesit alanı

ϵ_{su}	:	Donatı çeliğinin kopma birim şekil değıştirmesi
s_2	:	Yanal kuşatma basıncı
f_{yk}	:	Sargı donatısının akma dayanımı (MPa)
α	:	Sargı donatısının çekirdek betonuyla yaptığı açđ
β	:	Azaltma Katsayısı
b_k	:	Çekirdek alanı boyutu
a	:	Sargı donatısına mesnet oluşturan iki boyuna donatı merkezi arasındaki uzaklık

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
kg	Kilogram
kN	Kilo Newton
LVDT	Doğrusal değışken diferansiyel transformatörler
m	Metre
mm	Milimetre
MPa	Mega Pascal
s	Saniye
FRP	Fiber Reinforced Polymer
TS	Türk Standardı
DBYBHY-2007	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik.
TBDY-2018	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı
ACI	Amerikan Beton Enstitüsü (American Concrete Institute)

1. GİRİŞ

Dünyanın en önemli sismik kuşaklarından birinde yer alan ülkemiz günümüze kadar birçok depreme maruz kalmıştır. Türkiye'de meydana gelen depremler, yapılarda büyük ölçüde maddi hasarlara ve çok sayıda can kaybına neden olmuştur. Ülkemizde meydana gelen depremlerde kolonlarda bulunan enine donatı miktarının, donatılar arasındaki mesafenin, kanca boyunun, açısının ve bağlanma şekillerinin kolonlarda yetersiz kaldığı ve yıkıma sebebiyet verdiği yapılan çalışmalarında ortaya koyulmuş ve bu durum araştırmacıları konu üzerine araştırmaya sevk etmiştir.

Beton; çimento, agrega, su ve katkı maddelerinin standartlarda belirtilen oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen, başlangıçta plastik bir kıvamına sahip olan, daha sonra zamanla çimentonun hidratasyonu nedeniyle sertleşerek mukavemeti artan bir yapı malzemesidir.

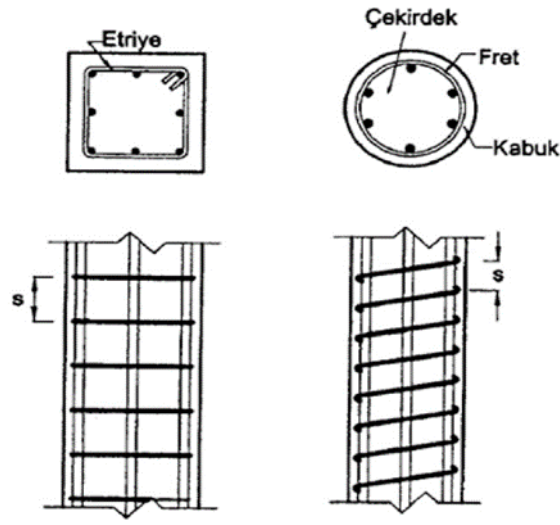
Betonarme, yüzyıllardan bu yana tüm dünyada tercih edilen yapı malzemesi başında yer almaktadır. Bunun nedenleri; betonarmenin sağlam, güvenilir, diğer malzemelere göre ucuz ve yapımının kolay olmasıdır. Beton: kalıplanma kolaylığı, fiziksel ve kimyasal dış etkilere karşı dayanıklı olması, ekonomik olması ve imalat kolaylığı nedeniyle yaygın olarak kullanılan bir yapı malzemesidir. Bu nedenler sonucunda beton, yeni teknolojilerle ve katkı maddeleriyle kullanıldığı yerlerde maruz kaldığı kimyasal ve fiziksel etkilere karşı güçlendirilerek şuan ki durumundan çok daha iyi sonuçlar elde edileceği anlaşılmıştır.

Betonarme kolonlar, aksenal yüke maruz kalan, ekseni doğrusal olması gereken, fakat kesiti sabit veya değişken olabilen düşey taşıyıcı elemandır. Kolonlar kirişlerle birleşerek bir çerçeve sistemi oluştururlar ve böylelikle yapının ana taşıyıcı elemanlarını oluşturmuş olurlar. Betonarme yapılar için belirlenen taşıyıcı sistemlerin neredeyse hepsinde kolon bulunmaktadır. Yalnızca taşıyıcı sistemi tamamen betonarme perde duvarlardan oluşan sistemlerde kolon bulunmayabilir. Çerçeve sistemli yapılarda ise düşey taşıyıcılar sadece kolonlardan oluşmaktadır.

Kolonlar, basınçlara dayanan elemanlar olduğu için boyutları ayarlanarak bütün aksenal yükü betona taşıtmak ve böylelikle donatısız kolon elemanı yapmak ilk etap da mantıklı gözükabilir. Fakat büzülme, özellikle sünme deformasyonlarının önemi ve öngörülme

eğilme momentlerinin oluşabilme olasılığını unutmamak gerekir, yönetmeliklerde donatısız kolona izin verilmez. Kolonlarda enine donatıda olduğu gibi boyuna doğrultuda yerleştirilen donatı, uygulanan aksenal yükün bir bölümünü taşır (Ersoy ve Özcebe, 2001).

Kolonlar, kendi içlerinde bulunan boyuna çelik donatının niteliğine, bunları oluşturan enine ve boyuna donatı türlerine göre basit etriyeli kolon, fretli kolon kolon olarak ikiye ayrılırlar. Boyuna donatısı bireysel etriyelerle sarılmış olanlara “Etriye Kolon”, sürekli dairesel fretlerle sarılmış olanlara ise “Fretli Kolon” denir



Şekil 1. Kolon türleri (Ersoy ve Özcebe, 2001)

Kolonların burkulması, aksenal sıkıştırma kuvvetlerinin bir sonucu olarak bir deformasyon şeklidir. Bu, kolonun kararsızlığından dolayı kolonun bükülmesine yol açar. Uzunluk, güç ve diğer faktörler, bir kolonun nasıl büküleceğini veya bükülüp bükülmeyeceğini belirler. Betonarme kolon taşıma kapasitesinin üstünde bir aksenal yüke maruz kaldığı zaman, beton ve donatıda basınç gerilmeleri oluşturmaktadır. Etriye kolonda taşıma kapasitesinin üzerine ulaştığında betonun ezilmesi sonucu kolonun taşıma gücüne, basınç bölgesinde ulaşan deprem kuvvetleri, tüm basıncı karşılamak zorunda kalan boyuna donatının burkulmasına sebep olur.



Şekil 2. Burkulan boyuna donatılar

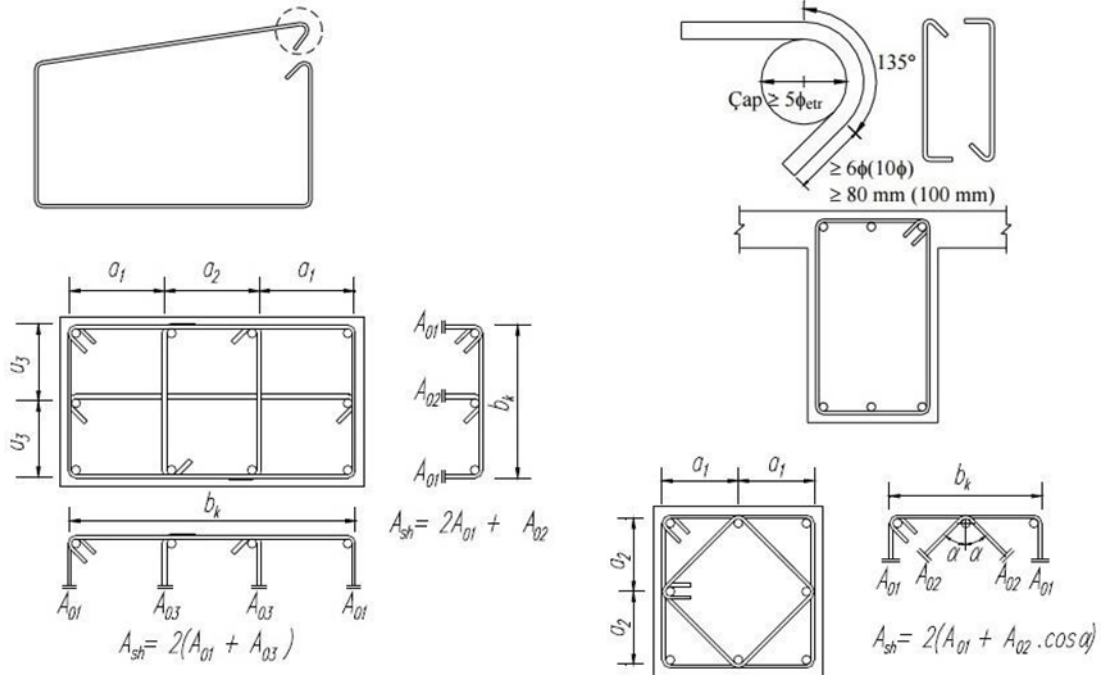
Binaların deprem etkisi altındaki davranışını belirleyen önemli yapı elemanlarından biri olan kolonların sargılama türlerine göre farklı davrandığı bilinmektedir. Bu sebepten dolayı kolonda sargılama türleri önemli araştırma konularından biri olmuştur.

Sargının ana görevi, boyuna donatının burkulmasını önlemek, elemanların karşılaştığı kesme kuvvetlerini ve kayma gerilmesi sebebiyle oluşabilecek deformasyonların önüne geçmek olarak nitelendirilmiştir. Bununla birlikte enine donatılar betonu sargılayarak betonarme yapı elemanının daha sünek bir davranış göstermesini sağlamaktadır (Subramanian, 2011).

Sargılı betonarme elamanın sargısız olmayandan farklı davranışı, sargılı betonların teorik modellerinin oluşturulması düşüncesini ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle araştırmacılar tarafından analitik ve deneysel çalışmalar yapılarak sargılı donatı modelleri ortaya çıkarılmıştır.

1.1. Türk Deprem Yönetmeliği 2007'ye Göre Özel Deprem Etriye ve Çiroz Kanca Detayları

Bu yönetmeliklerde diğer tip betonarme kolonlara içinde kurallar mevcuttur, fakat bu başlık altında sadece kare ve dikdörtgen enkesitli etriyeli kolonlara yer verilmektedir. Sargılı kolonlarda, betonarme kirişlerde olduğu gibi, etriye elemanın ve dolayısıyla yapının sünekliliğini belli seviyeye getirmek, kolon - kiriş birleşim yerlerinin güvenliğini



Şekil 4. DBYBHY (2007)'ye Özel Deprem Etriye ve Çiroz Kanca Detayları

Özel deprem etriyeleri her iki ucunda muhakkak 135 ° kıvrımlı kancalar bulunmalı. Özel deprem çirozlarında bir tarafında 90 ° kıvrımlı kanca yapılabilir. Bu kural doğrultusunda kanca kıvrımları 135 ° ve 90 ° olan çirozlar hem yatay hem de düşey doğrultuda şaşırtmalı olarak düzenlenmelidir. 135 ° kıvrımlı kancalar, \emptyset enine donatı çapını ifade etmek üzere, en az 5 \emptyset çaplı daire etrafında bükülmelidir. Kancaların boyu kıvrımdaki en son teğet noktasından itibaren, düz yüzeyli çubuklarda 10 \emptyset ve 100 mm'den, nervürlü çubuklarda ise 6 \emptyset ve 80 mm'den az olmamalıdır.

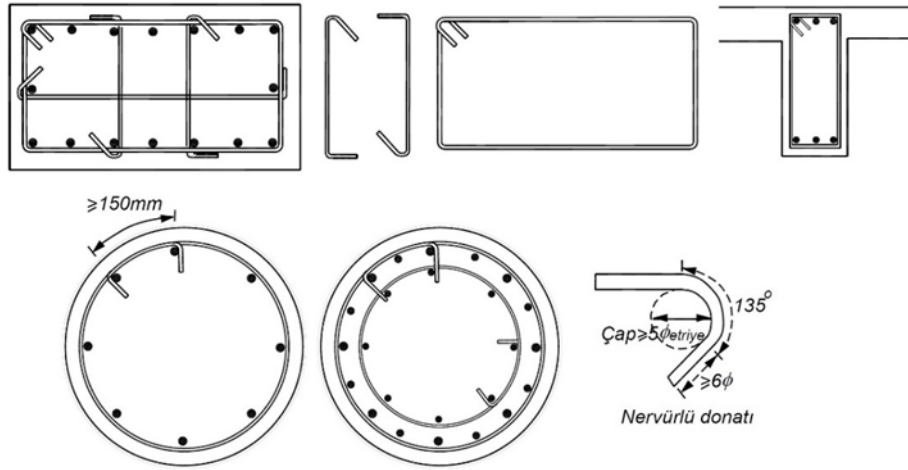
1.2. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e Göre Özel Deprem Etriye ve Çiroz Kanca Detayları

TBDY (2018)'e göre betonarme kolonlarda, kolon-kiriş birleşim yerlerinde, perde uç bölgesinde ve kiriş sarılma bölgesinde kullanılacak etriyeler özel deprem etriyesi, ve çirozlar ise özel deprem çirozu olarak düzenlenecektir. Özel deprem etriye ve çirozlarına ait detaylar Şekil 6'de gösterilmiştir.

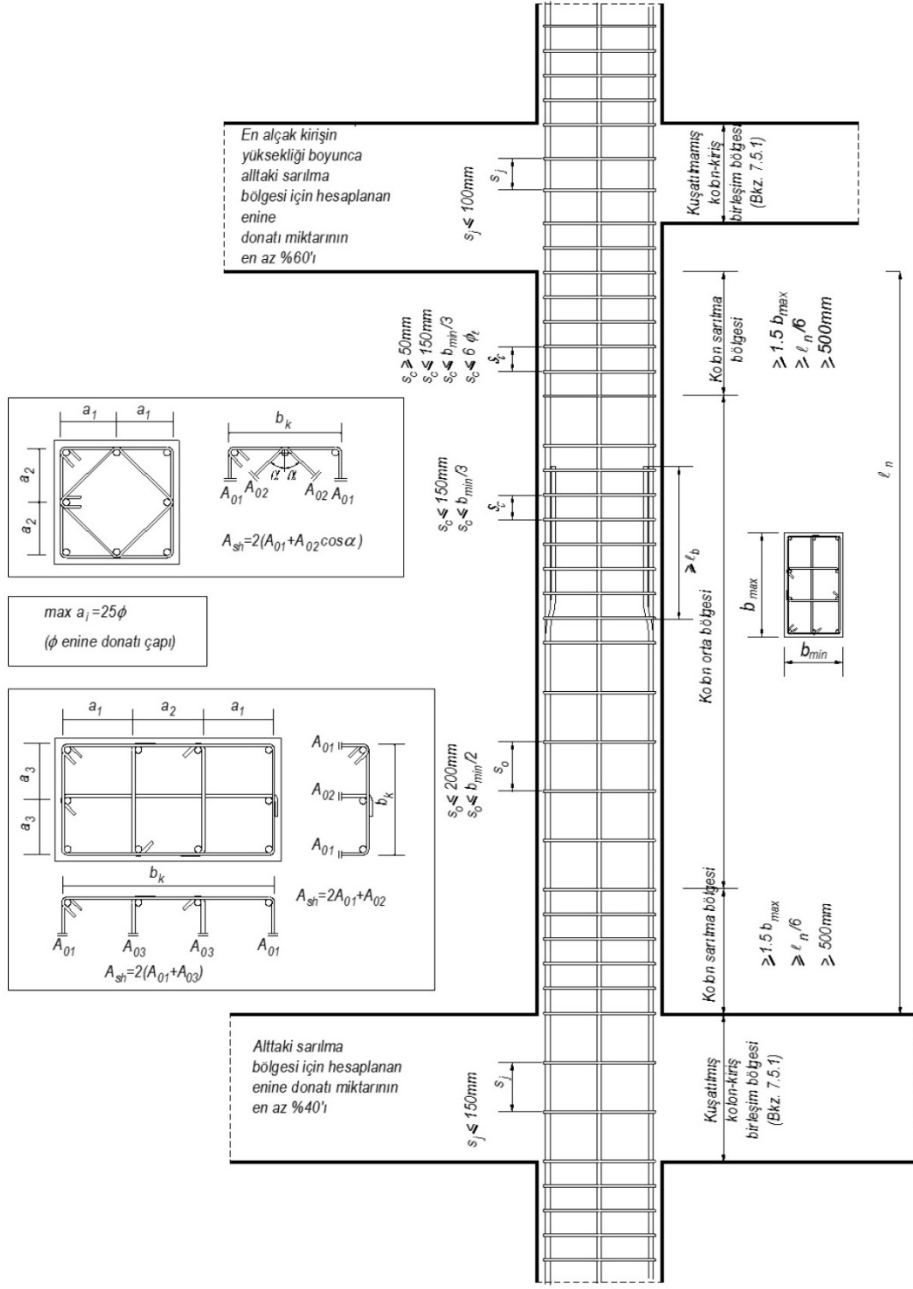
Deprem etriyesinin her iki uç tarafında muhakkak 135° kıvrımlı kancalar bulunmalı. Özel deprem çirozlarında ise bir taraf da 90 °kıvrımlı kanca yapılması söz konusu olabilir. Bu hususta betonarme kolonun veya perdenin bir tarafında, kanca kıvrımları 135° ve 90° olan

çirozlar hem yatay hem de düşey doğrultuda şaşırtmalı olarak düzenlenmelidir. 135° kıvrımlı kancaların, \emptyset enine donatı çapını göstermek üzere, iç büküm çapı en az $5\emptyset$ olacaktır. Kancaların uç düz boyu kıvrımdaki son teğet noktasından itibaren, nervürlü çubuklarda $6\emptyset$ ve 80 mm'den küçük alınmayacaktır (Şekil 5).

Deprem etriyelerinin boyuna donatıyı dış taraftan saracak ve kancaları aynı boyuna donatı etrafından kapanmalıdır. Deprem çirozlarının çapı ve aralığı, etriyelerin çap ve aralığı ile birebir olmalıdır. Çirozlar, her iki uç kısmından muhakkak boyuna donatıları ve dış etriyeyi saracaktır. Etriyeler ve çirozlar beton dökümü esnasında uygulama yapıldıkları yerlerinden kaymayacak biçimde boyuna donatılara sağlam ve sıkıcı biçimde bağlanmalıdır.



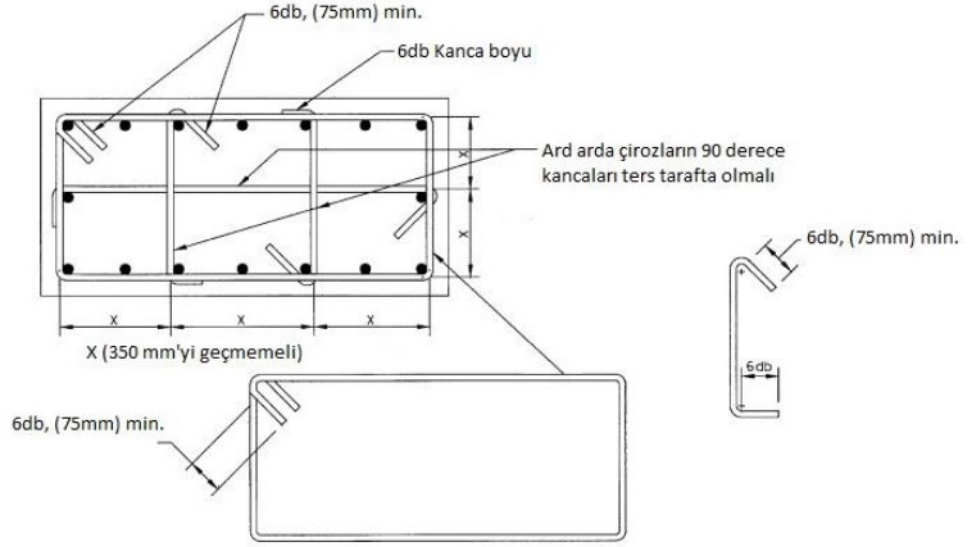
Şekil 5. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e göre özel deprem etriyesi ve çiroz detayları.



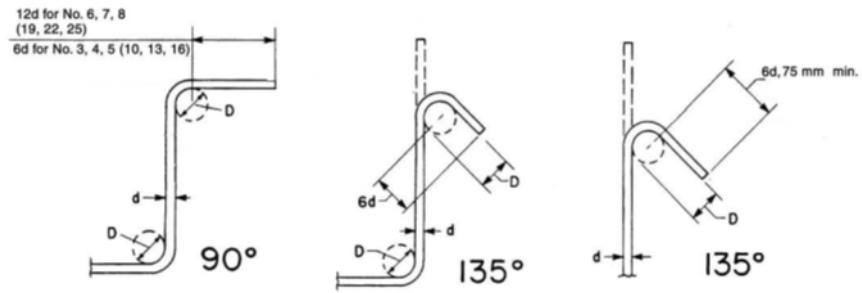
Şekil 6. TBDY (2018)'e göre kolonlarda enine donatıların yerleştirilmesi

1.3. ACI 315-99 Betonarme Donatılarının Detaylandırılması Yönetmeliğine Göre Kanca Detayı

ACI 315-99 (1999) Betonarme donatılarının detaylandırılması yönetmeliği, deprem riskine sahip binaların dizaynında kullanılan etriye ve çiroz kancalarının betona daha iyi yerleşebilmesi için, Şekil 7 'deki gibi en az 135° kanca açısı ve en az 6ϕ kanca boyu olmalıdır. Maksimum etriye boşluğu, en küçük kolon boyutunun çeyreğini ve 100 mm 'yi aşmamalıdır.



Şekil 7. ACI 315-99 (1999)'da belirtilen deprem etriye ve çiroz detayları



Şekil 8. ACI 315-99 (1999)'a göre kanca detayları

1.4. Gerilme-Şekil Değişirme İlişkisi için Matematiksel Modeller

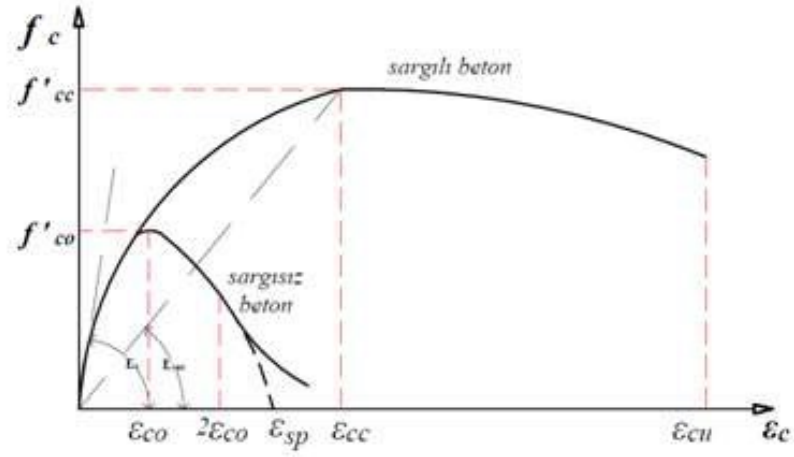
Betonun kullanımının yaygınlaşması, diğer yapı malzemelerine göre maliyetinin düşük olması gibi avantajları, betonun günümüzde popüler bir yapı malzemesi olmaya devam ediyor olması, araştırmacıları bu yapı malzemesini daha iyi anlamaya ve gerçek davranışını ortaya çıkarmaya sevk etmiştir.

Doğrusal elastik olmayan davranışı daha iyi anlamak için, sargısız ve sargılı beton modelleri, gerilme-şekil değiştirme ilişkisi ve kesitlerin sünekliğinin hesabı gereklidir. Betonarme elemanların kesit davranışı, kesit için kullanılan malzemeye, kesit şekline ve kesite etki eden yüklere bağlıdır. Bir betonarme yapının depreme dayanıklı olabilmesi için, yapı elemanlarının dayanımlarını sürdürebilmeleri için yeterli dayanıma ek olarak sünek olmaları gerekir. Yapısal elemanların yeterli süneklikte olmalarını sağlamak için enine donatı kullanılır. Sargı donatılı betonarme elemanlarda gerilme-şekil değiştirme davranışı, sargı donatısız betonarme elemanlara göre değişiklik göstermektedir.

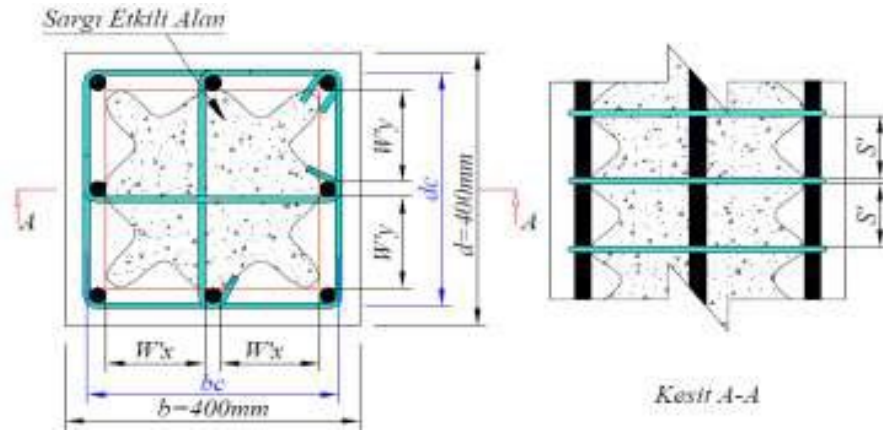
Betonarme elemanların davranışı, elemanların gerilme-şekil değiştirme ve deformasyon özelliklerine bağlıdır. Sargılı betonun aksel basınç altındaki davranışının belirlenmesinde farklı araştırmacılar tarafından çok sayıda deneysel davranış modeli önerilmiştir. Bu çalışmada sargılı betonarme elemanlar için Mander ve diğ. (1988) tarafından geliştirilen sargılı ve sargısız betonarme elemanlar için önerilmiş olan aksel yük altındaki davranış modeli ve TBDY (2018)'de belirtilen sargılı betonun gerilme-şekil değiştirme ilişkisi incelenmiştir.

1.5. Mander ve Dig. (1988) Tarafından Önerilen Sargılı Beton Gerilme-Şekil Değişirme Modeli

Mander beton modeli, kare veya dikdörtgen kesitli betonarme elemanların monotonik veya çevrimsel yükler altındaki davranışlarını tanımlamak amacıyla geliştirilmiştir. Mander, sargı donatısı ile sarılmış betonarme kesitler için gerilme-birim şekil değiştirme bağıntısı önermiştir. Beton modeline göre sargılı ve sargısız betonun gerilme-şekil değiştirme grafiği Şekil 9'da gösterilmiştir. Mander modeline göre sargılı kolonun etkili olarak sarılan kesit görünümü Şekil 10'da gösterilmiştir. Mander modeline göre yapılan hesaplar Denklem (1), Denklem (2), Denklem (3), Denklem (4)'de belirtilmiştir. Bu modele göre deney numularının sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir.



Şekil 9. Mander ve dig. (1988) modeline göre sargılı ve sargısız beton gerilme-şekil değiştirme grafiği



Şekil 10. Mander ve dig. (1988) modeline göre sargılı betonun kesit görünüşü

$$A_e = \left(b_c d_c - \sum_i^n \frac{(w'_i)^2}{6} \right) \left(1 - \frac{s'}{2b_c} \right) \left(1 - \frac{s'}{2d_c} \right) \quad (1)$$

$$k_e = \frac{A_e}{A_{cc}} \quad (2)$$

$$f'_l = \frac{1}{2} \left(k_e \frac{A_{sx}}{s' d_c} f_{yh} + k_e \frac{A_{sy}}{s' b_c} f_{yh} \right) \quad (3)$$

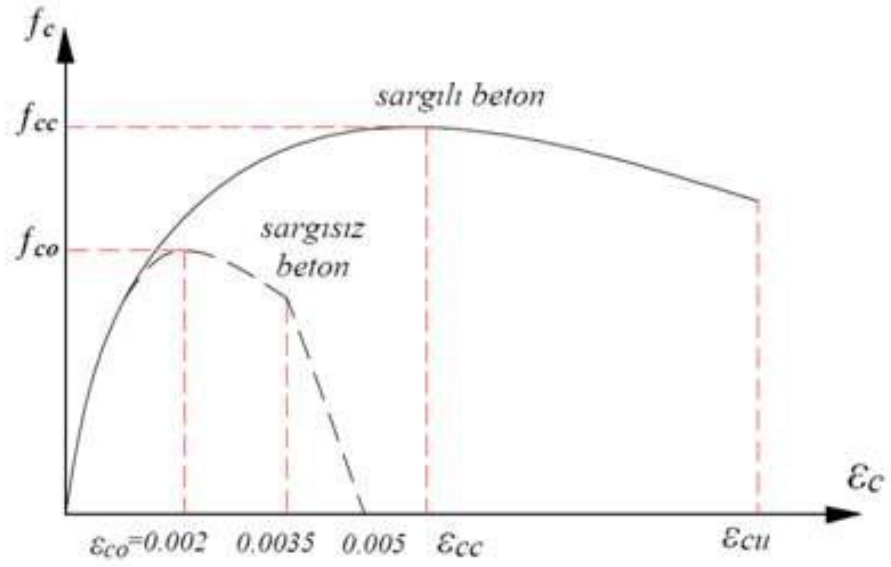
$$f'_{cc} = f'_{co} \left(-1.254 + 2.254 \sqrt{1 + \frac{7.94 f'_l}{f'_{co}}} - 2 \frac{f'_l}{f'_{co}} \right) \text{MPa} \quad (4)$$

Tablo 1. Mander modeline göre kolon numunelerinin hesap sonuçları

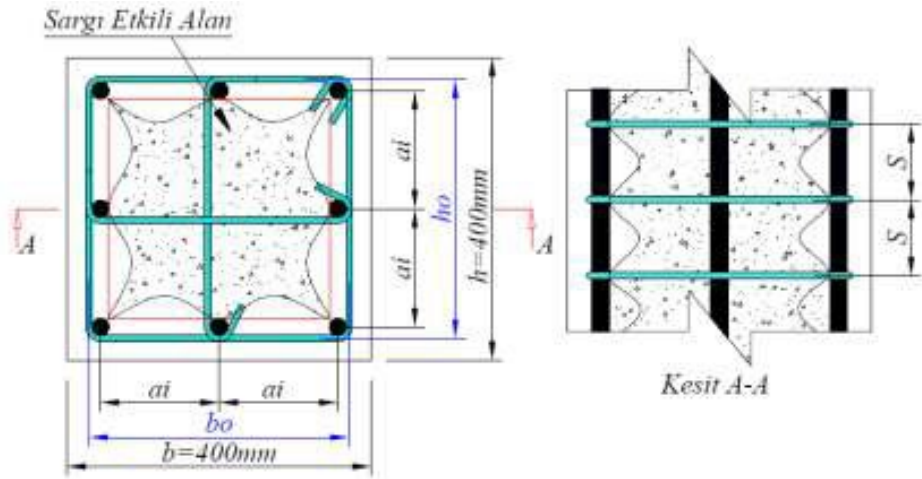
Kolon Numunesi	Sargı Donatısı	f'_l	f'_{cc} (Mpa)	k_e (mm)
SECT-2007	Ø6/50	4,50	58,32	0,58
LECT-2007	Ø6/50	4,50	58,32	0,58
S-LECT-2007	Ø6/50	5,14	60,97	0,51
SECT-2018	Ø6/50	4,50	58,32	0,58
LECT-2018	Ø6/50	4,50	58,32	0,58
S-LECT-2018	Ø6/50	5,14	60,97	0,51

1.6. TBDY (2018) Sargılı Beton Gerilme-Şekil Değişirme Modeli

Doğrusal olmayan yöntemler ile gerilme-şekil değiştirmeye göre değerlendirmede, başka bir modelin kullanımı söz konusu olduğunda, sargılı ve sargısız beton için TBDY (2018)'de Şekil 11'de tanımlanan gerilme-şekil değiştirme modeli kullanılmaktadır. TBDY (2018)'ye göre sargılı beton modeli için kullanılan parametreler Şekil 12'de verilmiştir. Bu modele göre yapılan hesaplar Denklem (5), Denklem (6), Denklem (7)'de belirtilmiştir. Deney numunelerinin sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir.



Şekil 11. TBDY (2018)'e göre sargılı ve sargısız beton gerilme-şekil değiştirme grafiği



Şekil 12. TBDY (2018)'e göre sargılı beton modeli için belirtilen parametreler

$$f_{ex} = k_e \rho_x f_{yw} \quad , \quad f_{ey} = k_e \rho_y f_{yw} \quad \quad f_e = (f_{ex} + f_{ey})/2 \quad (5)$$

$$k_e = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6b_o h_o}\right) \left(1 - \frac{s}{2b_o}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_o}\right) \left(1 - \frac{A_s}{b_o h_o}\right)^{-1} \quad (6)$$

$$f'_{cc} = f'_{co} \left(-1.254 + 2.254 \sqrt{1 + \frac{7.94 f'_l}{f'_{co}}} - 2 \frac{f'_l}{f'_{co}} \right) MPa \quad (7)$$

Tablo 2. TBDY (2018)'e göre kolon numunelerinin hesap sonuçları

Kolon Numunesi	Sargı Donatısı	f_e	f_{cc} (Mpa)
SECT-2007	Ø6/50	0,39	36,81
LECT-2007	Ø6/50	0,39	36,81
S-LECT-2007	Ø6/50	0,47	37,32
SECT-2018	Ø6/50	0,39	36,81
LECT-2018	Ø6/50	0,39	36,81
S-LECT-2018	Ø6/50	0,47	37,32

1.7. Amaç ve Kapsam

Ülkemizde meydana gelen depremlerde kolonlarda bulunan enine donatı miktarının, donatılar arasındaki mesafenin, kanca boyunun, açısının ve bağlanma şekillerinin kolonlarda yetersiz kaldığı ve yıkıma sebebiyet verdiği yapılan çalışmalarında ortaya koyulmuş ve bu durum araştırmacıları konu üzerine araştırmaya sevk etmiştir. Konuyla ilgili yapılan yerli ve yabancı literatür taramasında elde edilen sonuçlar doğrultusunda eksenel yük altında incelenen betonarme kolonlar üzerinde yapılan bu çalışmalarda gerilme-şekil değiştirme ilişkisiyle beton dayanımı, donatı akma dayanımı, enerji absorbe etme kapasitesi gibi veriler sunulmuştur. Fakat yürürlükte olan 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre betonarme kolonlarda kullanılan çirozların bağlanma şekillerinin eksenel yük altında taşıma kapasitesine etkisi ile alakalı çalışma bulunmamaktadır. Bu sebep den dolayı bu çalışmanın yapılma gereği görülmüştür. Eksenel yük altındaki betonarme kolonların davranışlarını açıklamaya yönelik literatürde bir çok yerli ve yabancı çalışma mevcuttur. Ancak, ülkemizde değişen deprem yönetmeliği ile beraber bu tez çalışmasında da bahsedilen farklı uygulamalar ortaya çıkmıştır. Bu yüzden farklı açıda kanca kıvrımı ve bağlanma türleri olan etriye ve çirozlardan oluşan kolon numunelerin beton basınç dayanımı, donatı akma dayanımı, kesit özellikleri ve dış merkezlik gibi farklı deney parametreleri kullanılarak eksenel yükleme ile yük-deplasman eğrileri deneysel olarak incelenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Betonarme kolonların eksenel yük altındaki davranışlarını açıklamaya yönelik literatür araştırmasında bir çok çalışma mevcuttur. Ancak, değişen deprem yönetmeliği ile beraber bu tez çalışmasında da bahsedilen farklı uygulamalar ortaya çıkmıştır. Bu yüzden farklı açıda kanca kıvrımı olan etriye ve çirozlardan oluşan kolon numunelerin beton basınç dayanımı, donatı akma dayanımı, kesit özellikleri ve dış merkezlik gibi farklı deney parametreleri kullanılarak eksenel yükleme ile yük-deplasman eğrileri deneysel olarak incelenmesi hedeflenmiştir.

Burdette ve Hilsdorf (1971), yaptıkları çalışmada değişik kanca açlarına sahip etriyeleri ve yerleşim sıklığının kolon süneklik kapasitesini ve aynı zamanda sargılamanın dayanımı bir miktar arttırdığı ileri sürmüşlerdir. (Burdette ve Hilsdorf, 1971)

Sakai ve Sheikh, (1989) geniş çaplı çalışmalarında ise, eksenel yük ve eğilme etkisindeki kolonlarda 90° kancalı etriye ve çiroz kullanılması halinde yeterli sünekliğin olmayacağını deneysel olarak göstermişlerdir.

Itakura ve Yagenji (1992), Yüksek mukavemetli kolonlarda yaptıkları eksenel yük çalışmasında kanca açısı 135° ve kanca çapı 6Ø olan çirozların kanca çapı 10Ø olan çirozlar kadar etkili olmadığını belirtmişlerdir. Bunun yanında enine donatıların yalnız eksenel yük kapasitesine etkisinin yanında boyuna donatılara benzer enerjiyi absorbe ettiğini göstermişlerdir. (Itakura ve Yagenji, 1992)

Canbay (1995), çalışmasında kare kolonların eksantrik basınç yükü altında davranışları ele almıştır. 6 adet yüksek dayanımlı beton kolon numunesini eksantrik basınç altında deneye tabi tutmuştur. Deney elemanlarının değişken parametreleri; etriye oranı, etriye aralığı ve çirozları değerlemeye almıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlarda, etriye ve çirozların kolon dayanımı ve sünekliği üzerindeki kapasitesi tartışılmıştır. (Canbay, 1995)

Hakuto (1997), Çalışmasında 90° ve 135° kancalı etriyeye sahip kolonları eksenel yük testine tabi tutmuştur. Test esnasında 90° kanca açılı etriyenin yüksek ve esnek olmayan kuvvet altında kanca ucunun kırılmadan açıldığını tespit etmiş. Kesme kuvvetinde düz yuvarlak donatı çubuğu kullanıldığında, donatı çapının 6 katı kadar uzatılmış 135° kancalı etriyenin aynı konfigürasyonu ile karşılaştırıldığında etkisiz olduğunu saptamıştır. (Hakuto, 1997)

Ohno ve Miyamoto (1998), Yaptıkları deneysel çalışmalarda 90°kanca kıvrımlı enine donatısını statik sismik yükleme altında değerlendirmişler. Sonuç olarak, seçilen kanca ucu konfigürasyonunun kesme kuvveti için kolondaki sismik davranışı geniş elastik olmayan yer değiştirme göstermiştir. Fakat seçilen kanca ucu konfigürasyonu sismik yük altında etkisini açıklayamamışlardır. Kanca uçlarına ilişkin sismik değerlendirme prosedürünün oluşturulması sonucuna varmışlardır. (Ohno ve Miyamoto, 1998)

Yılmaz ve Kaltakçı (2001), deneylerinde, kare kesitli olarak belirlenmiş aksenal yük altındaki betonarme kolonların davranışına sünekliğine etki edecek etriyelerin sıklığı ile betonda çelik tel fiber kullanımının katkısını araştırmışlardır. Bulgular doğrultusunda çelik tel fiberli, fibersiz, etriye sıklaştırması yapılmış ve yapılmamış kolonların davranışlarını kıyaslanmış ve aksenal yük bakımından daha iyi bir sonuç elde edilmesi açısından yeterli veriler elde etmişlerdir. (Yılmaz ve Kaltakçı, 2001)

Kodur ve Phan (2007), tarafından yapılan çalışmada, farklı tip 90° ve 135° kancalı etriyelerle sahip yüksek dayanımlı betonarme kolonları aksenal yük deneyi altında kabuk atma olayını karşılaştırmışlardır. (Kodur ve Phan, 2007)

Woods, J.M. ve ark. (2007)'de yürütmüş olduğu çalışmada, kolonlarda sargı donatılarının eğilme açısından sünekliğinin, hacim oranı ve iki yatay donatı arasındaki mesafeden bağımsız olarak belirlemeyi amaçlamışlardır. Aldıkları veriler doğrultusunda süneklik indeksi ile yatay donatı aralığı ve hacmi arasında tutarlı, tahmin edilebilir bir ilişkinin bulunduğu görülmüştür. (Woods, J.M. ve ark., 2007)

Sarıbaş, İ.(2013)'de betonarme kolonlarda enine donatısı miktarının, donatılar arasındaki boşluğun, kanca açısının ve boyunun, aksenal yük altında dayanımına etkisini araştırmıştır. (Sarıbaş, 2013)

Güley, E. (2014), Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (2007) yönetmelik dışı üretilen, yetersiz sargılanmış kolonların etriyelerin ve çirozların aksenal yük altındaki kolonlarda davranışını ele almak için deneysel bir çalışma gerçekleştirmiştir ve bu çalışma Sarıbaş'ın araştırmalarına ek olarak, etriye aralığı, donatı sınıfı ve beton dayanımını ele almıştır. (Güley, 2014)

Turmanidze, Z.(2017) Çalışmasında etriye kanca açılarının 90° ve 135° olduğu betonarme kolonları aksenal yük altında incelemiştir. Deneylerin ve analitik çalışmalar neticesinde bulunan yük-deplasman eğrileri kırılma davranışı, dayanım ve süneklik gibi

hususlar karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda etriye kanca açısı ve etriye aralığının eksenel yüklü betonarme kolonların kırılma davranışında çok önemli olduğunu verilerle açıklamıştır. (Turmanidze, 2017)

Guadagnuolo M., ve ark. (2020)'de betonarme kolonlarda farklı detayda enine donatı çeşitlerinin deneysel faydalarını araştırmışlardır. Çalışmada 45 adet kolon numunelerini 4 grup halinde boyutlandırmışlar ve deneysel olarak sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Sonuçları Eurocode 8 ve Italian Building Code' a göre sarmal enine donatıların beklenenden %30 daha az performans gösterdiği fakat aynı durumda 90°kanca kıvrımlı enine donatısının %30 oranında daha fazla performans gösterdiği gözlemlenmiştir. Deneysel sonuçlarında bahsi geçen yapı standartlarının tam olarak güvenliği sağlamadıklarını göstermişlerdir. (Guadagnuolo M., ve ark. 2020)

Mander, J. B., ve ark. (1988), Mander beton modeli, kare veya dikdörtgen kesitli betonarme elemanların monotonik veya çevrimsel yükler altındaki davranışlarını tanımlamak amacıyla geliştirilmiştir. Mander, sargı donatısı ile sarılmış betonarme kesitler için gerilme-birim şekil değiştirme bağıntısı önermiştir. (Mander, J. B., ve ark. 1988)

Foroughi, S., ve ark. (2021)'de TBDY (2018) ve Mander modellerine göre sargılı betonarme kolonların gerilme-şekil değiştirme ilişkileri incelenmişlerdir. Önerilen sargılı beton modellerine göre betonarme kolonlar için sargılı beton basınç dayanımı ve gerilme-şekil değiştirme ilişkileri araştırmışlar. TBDY 2018 ve Mander modeli ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak modellerde farklı çaplarda ve aralıklarda sargı donatısı kullanımının, farklı parametrelerde tasarlanan betonarme kolon kesitlerinde çekirdek betona uygulanan etkili yanal basınçları ve sargılı beton basınç dayanımlarını etkilediği sonucu elde edilmiştir. (Foroughi, S., ve ark. 2021)

Köken, A. ve Kaltakçı, Y. (1997)'de eksenel yük altındaki kolonların davranışı ele alınmıştır. Dört adet değişik enine donatı oranına sahip kolon, eksenel yük altında test edilmiş ve yük-deplasman ilişkisi elde edilmiştir. Betonun gerilme-şekil değiştirme ilişkisi kabuk ve çekirdek kısımları için çeşitli modellerde hesaplamalar yapılmış. Boyuna donatı için ise elasto-plastik lineer pekleşen bir ilişki kabul edilmiştir. (Köken, A. ve Kaltakçı, Y. 1997)

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Beton

Yapılan deneysel çalışmada imal edilen betonarme kolonların birbirleri ile aynı karakteristik özellikleri sağlanması için hazır beton kullanılması tercih edilmiştir. Hazır beton firması tarafından C30/37 dayanım sınıfına sahip beton tedarik edilmiştir. Deneyselerde kullanılan betonun karışım oranları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Beton santralinden alınan beton karışım oranları

Beton Karışımı	Ağırlık (kg)
Çimento	400
0-7 mm arası agrega	1160
7-16 mm arası agrega	550
Su	140
Akışkanlaştırıcı (Politon 610)	6

Not : Su/Çimento oranı %48 dir

Beton dökümü sırasında alınan 15x15x15 cm küp beton numunelerin basınç dayanımları 200 ton kapasiteli beton test presi ile ölçülmüştür. TS EN 12390-3 (2019)' a göre bu testler yapılırken 0,2 – 1,0 MPa/s arasında sabit bir yükleme hızı seçilmiştir. Yükleme hızı, ilgili standardın belirttiği gibi alt ve üst sınır hızlarının aritmetik ortalaması 0,6 MPa/s olacak şekilde seçilmiştir. Küp numuneleri ve dayanım testi Şekil 13’de verilmiştir. Sırasıyla 7 ve 28 günlük basınç dayanımları ise Tablo 4 ve Tablo 5’de gösterilmiştir.



Şekil 13. Küp numuneleri ve dayanım testi

Tablo 4. 7 günlük beton küp basınç dayanımı

Beton Sınıfı	Numune No	Basınç Dayanımları (N/mm ²)
C30/37	1	31,3
C30/37	2	29,8
C30/37	3	33
Ortalama		31,3

Tablo 5. 28 günlük beton küp basınç dayanımı

Beton Sınıfı	Numune No	Basınç Dayanımları (N/mm ²)
C30/37	1	38,6
C30/37	2	41,3
C30/37	3	40,7
Ortalama		40,2

3.1.2. Donatı dayanımı

Yapılan çalışmada $\emptyset 6$ ve $\emptyset 10$ 'luk donatı sınıfı B420c nervürlü demir kullanılmıştır. Her bir donatı türü için üçer adet numune alınmış ve bu numuneler test cihazına koyularak dayanımları ölçülmüştür (Şekil 14). Bu donatılara ait mekanik özellikler Tablo 6 ve Tablo 7'de verilmiştir.



Şekil 14. Donatı dayanım testi ve alınan donatı numuneleri

Tablo 6. Ø6 donatı numunelerinin mekanik özellikleri

Çap	Numune No	Akma Dayanımı (N/mm ²)	Çekme Dayanımı (N/mm ²)	Kopma Uzama (%)
Ø6	1	501	538	2,9
Ø6	2	494	531	3,4
Ø6	3	496	519	1,9
Ortalama		497	529,3	2,73

Tablo 7. Ø10 donatı numunelerinin mekanik özellikleri

Çap	Numune No	Akma Dayanımı (N/mm ²)	Çekme Dayanımı (N/mm ²)	Kopma Uzama (%)
Ø10	1	486	605	9,3
Ø10	2	487	607	9,4
Ø10	3	487	603	8,4
Ortalama		486,6	605	9,03

3.1.3. Agrega Deneyleri

3.1.3.1. Sıkı ve gevşek birim hacim deneyi

Agregaların sıkı ve gevşek olmak üzere kaplayacağı hacmi belirlemek amacıyla yapılan birim hacim ağırlık deneyi TS 3529 (1980) standardına uygun olarak yapılmıştır. Deney üç defa farklı numunelerle tekrarlanarak ortalama sonuç alınmıştır. Yapılan çalışmalar Şekil 15’de ve elde edilen sonuçlar Tablo 8’de gösterilmiştir.



Şekil 15. Sıkı ve gevşek birim hacim deneyi

Tablo 8. Sıkı ve gevşek birim hacim deney parametreleri

Deney No	Sıkışık Birim Hacim Ağırlığı (kg/dm ³)	Gevşek Birim Hacim Ağırlığı (kg/dm ³)
1	2,35	2,14
2	2,42	2,08
3	2,31	2,11
Ortalama	2,36	2,11

3.1.3.2. Kaba ve İnce Agregada Özgül Ağırlık ve Su Emme Tayini

TS EN 1097-6 (2013) standardına uygun olarak yapılan deneylerde kaba ve ince agregada özgül ağırlık ve su emme tayini belirlenmiştir. Deney üç defa farklı numunelerle tekrarlanarak ortalama sonuç alınmıştır. Kaba agregada için yapılan deneyler Şekil 16' de ince agregada için yapılan deneyler Şekil 17' de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 9 ve Tablo 10' da gösterilmiştir.



Şekil 16. Kaba agregada deneyi

Tablo 9. Kaba agregada deney parametreleri

Deney No	1	2	3	Ortalama
Doygun Kuru Yüzey Özgül Ağırlığı (kg/dm ³)	2,7	2,69	2,73	2,7
Görülen Özgül Ağırlığı (kg/dm ³)	2,71	2,68	2,74	2,71
Su Emme (%)	0,31	0,27	0,28	0,29
Özgül Ağırlığı (kg/dm ³)	2,69	2,66	2,72	2,69



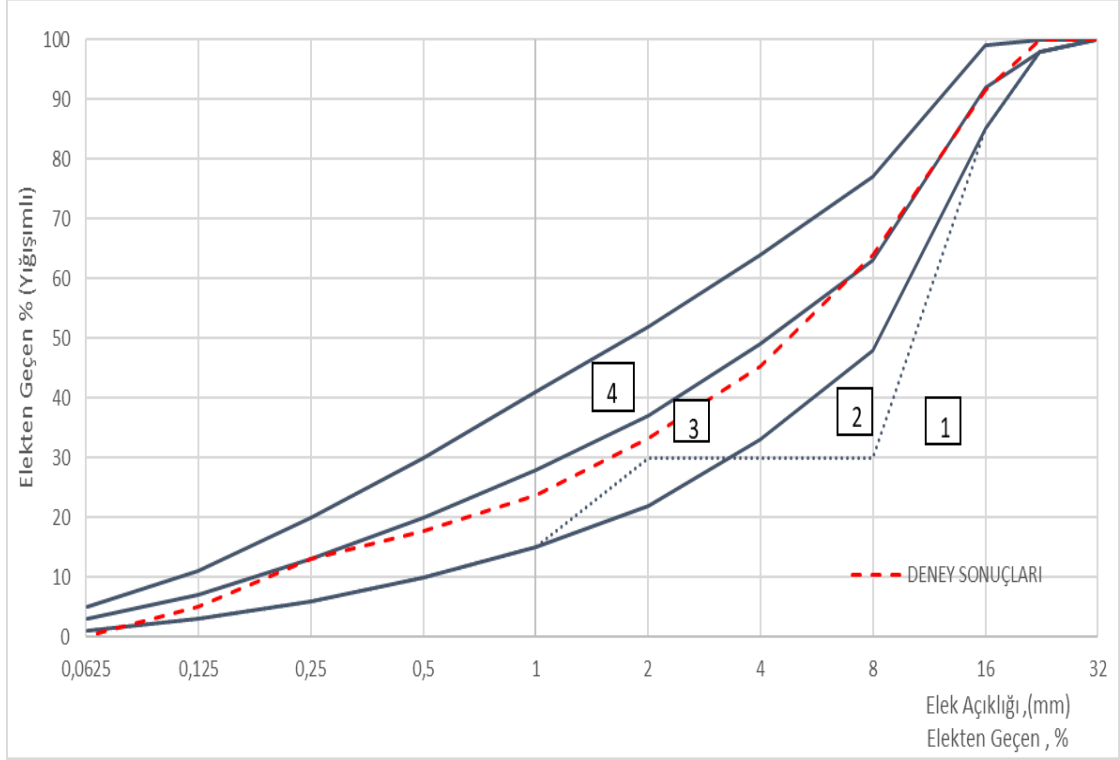
Şekil 17. İnce agrega deneyi

Tablo 10. İnce agrega deney parametreleri

Deney No	1	2	3	Ortalama
Görünür tane yopunluğu (kg/dm ³)	2,66	2,69	2,71	2,69
Etüvde kurutulmuş esasta tane yoğunluğu (kg/dm ³)	2,59	2,55	2,63	2,59
Doygun ve kurutulmuş esasta tane yoğunluğu (kg/dm ³)	2,62	2,6	2,65	2,62
Su Emme (%)	1,16	1,99	1,01	1,39

3.1.3.3. Elek Analizi

Beton karışımında kullanılacak agregaların tayini için TS 802 (2016) standartlarında belirtilen tane dağılımları kullanılmalıdır. Bu sebeple 0- 4 / 4- 11,2 / 11,2- 16 mm çaplarına sahip 3 grup agrega ile elek analizi deneyi yapılmıştır. Deney sonucunda elde edilen agreganın granülometri eğrisi (Şekil 18) ile TS 802 (2016)'de kullanılması uygun görülen değerler karşılaştırılmıştır. TS 802 (2016) standardında 3 numaralı bölgeye düşen tane dağılımlarının kullanım için uygun olduğu belirtilmekte olup, bu durumun mümkün olmadığı zamanlarda tane dağılımı 4 numaralı bölgeye denk gelen dağılım eğrileri de kullanılabilir.



Şekil 18. Dmax 16,0 mm olan beton için belirlenen alt sınırları gösteren parametreler

3.2. Metod

3.2.1. Deney Numunelerinin Hazırlanması

KTO Karatay Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü laboratuvarında başlanan çalışmalar neticesinde deney düzenek kapasitesi göz önünde bulundurularak deney elemanları ½ ölçekli seçilmiştir. Deney numuneleri olabildiğince gerçek yapıdaki gibi imal edilmiştir. Bu çalışmada DBYBHY (2007) ve TBDY (2018)'e göre çiroz kancalarının kolon boyuna donatılarına bağlanma şekillerinin aksenal yük altında davranışına etkisi araştırılmıştır. Toplamda 7 tür deney numunesi hazırlanmış olup deneylerde daha doğru verilere ulaşmak için her bir türünden 3'er adet imal edilmiştir. Bu nedenle kesitleri 300 x 150 mm ebatlarında ve 1400 mm boya sahip 21 adet betonarme kolon numunesi imal edilmiştir. Bu kolonların etriye-çiroz kanca boyu uzunluğu, çapı ve mesafesi aynı olup diğer farklı özellikleri Tablo 11'de verilmiştir. Deneysel parametreler; çirozların her bir ucundaki kanca açıları 90° - 135° ve etriye aralıkları uç bölgelerde 50 mm orta kısımlarda 100 mm dir. Betonarme kolonlarda 8Ø10 boyuna donatı, çirozlar ve etriyelerde Ø6 çapında donatı kullanılmış olup kanca boyu

uzunluğu TS 500 (2000) standartlarına göre minimum ≥ 50 mm olduğu için deney numunelerin kanca boyu uzunluğu 70 mm olarak tercih edilmiştir. Numunelerdeki donatı oranı ve kolon eksenel yük taşıma kapasitesi ise;

$$\rho = \frac{8 \times 79}{300 \times 150} = 0,014044 \text{ (\%1.40)} \quad (8)$$

$$N = 0.85 \times f_{cd} \times A_c + A_s \times f_{yd}$$

$$0.85 \times 33.37 \times 150 \times 300 + 632 \times 365 = 1507,08 \text{ kN} \quad (9)$$

Tablo 11. Deney elemanlarının özellikleri

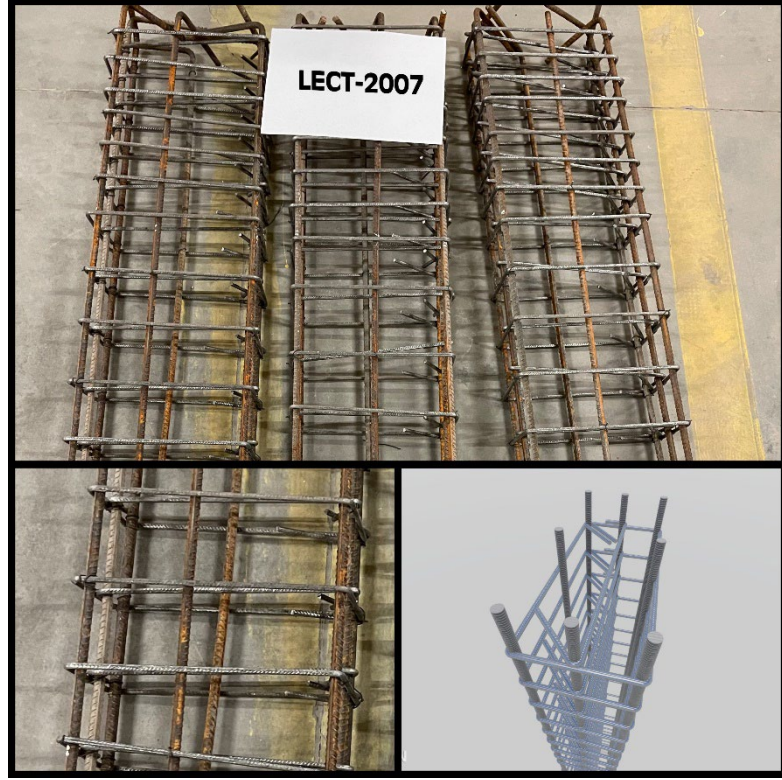
No	Numune Adı	Deprem Yönetmeliği	Kısa Yönde Çiroz	Uzun Yönde Çiroz
1	NC-T-01		Yok	Yok
2	NC-T-02		Yok	Yok
3	NC-T-03		Yok	Yok
4	SECT-2007-01	2007	Var	Yok
5	SECT-2007-02	2007	Var	Yok
6	SECT-2007-03	2007	Var	Yok
7	LECT-2007-01	2007	Yok	Var
8	LECT-2007-02	2007	Yok	Var
9	LECT-2007-03	2007	Yok	Var
10	S-LECT-2007-01	2007	Var	Var
11	S-LECT-2007-02	2007	Var	Var
12	S-LECT-2007-03	2007	Var	Var
13	SECT-2018-01	2018	Var	Yok
14	SECT-2018-02	2018	Var	Yok
15	SECT-2018-03	2018	Var	Yok
16	LECT-2018-01	2018	Yok	Var
17	LECT-2018-02	2018	Yok	Var
18	LECT-2018-03	2018	Yok	Var
19	S-LECT-2018-01	2018	Var	Var
20	S-LECT-2018-02	2018	Var	Var
21	S-LECT-2018-03	2018	Var	Var



Şekil 21. NC-T (Çiroz kullanılmayan numuneler)



Şekil 22. SECT-2007 (2007 DBYBHY' ye göre yısa yönde çiroz bağlanan numuneler)



Şekil 23. LECT-2007 (2007 DBYBHY' ye göre uzun yönde çiroz bağlanan numuneler)



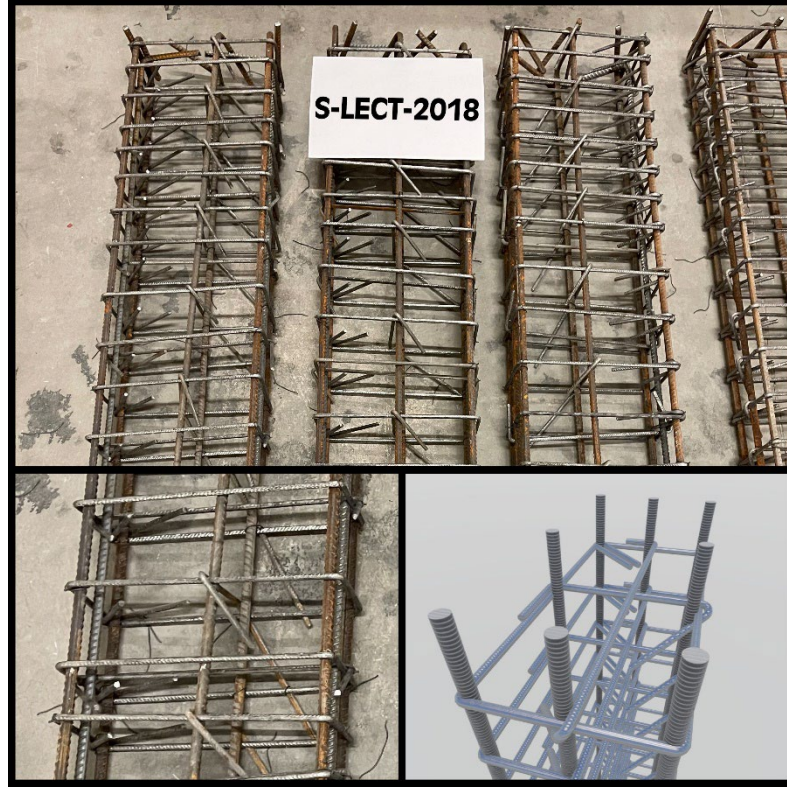
Şekil 24. S-LECT-2007 (2007 DBYBHY' ye göre uzun ve kısa yönde çiroz bağlanan numuneler)



Şekil 25. SECT-2018 (2018 TB DY'ye göre kısa yönde iroz bağlanan numuneler)



Şekil 26. LECT-2018 (2018 TB DY'ye göre uzun yönde iroz bağlanan numuneler)



Şekil 27. S-LECT-2018 (2018 TBDY'ye göre uzun ve kısa yönde çiroz bağlanan numuneler)



Şekil 28. Paspayı eklenen numuneler

Hazırlanan beton kalıplarının temizlikleri ve yağlama işlemi yapılarak beton dökümüne hazır hale getirilmiştir (Şekil 29). Kalıpların son kontrolleri yapıldıktan sonra beton döküm işlemine geçilmiştir. Günümüz yapılarında çok sıklıkla kullanılan C30/37 dayanım beton sınıfları tercih edilmiştir. Hazırlanan karışıma göre, Konya Hazır Beton firmasından temin edilen C30/37 betonları, hazırlanan kalıpların içerisine dökülerek deney numuneleri imal edilmiştir (Şekil 30).



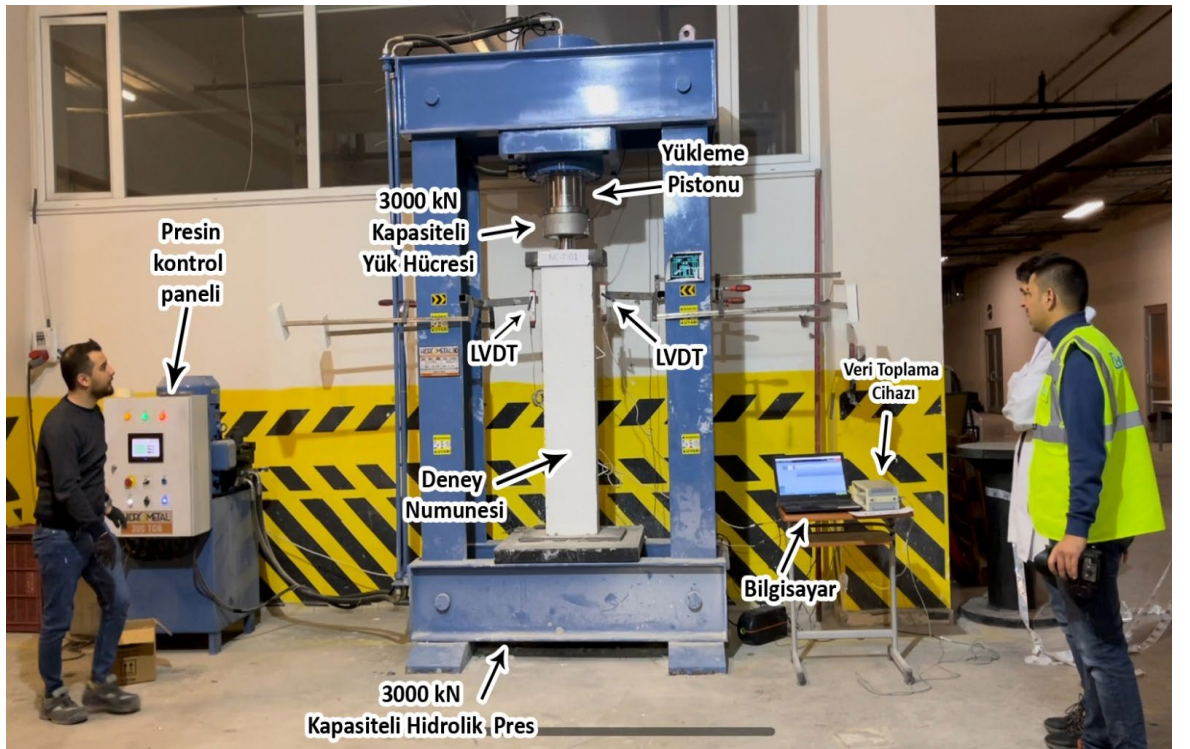
Şekil 29. Beton dökümüne hazır kalyplar



Şekil 30. Beton dökümü

3.2.2. Deney Düzenegi

Deneyde 3000 kN kapasiteye sahip hidrolik pres kullanılmıştır. Şekil 31’de verilen basınç deney düzeneğinde görüldüğü gibi düşey yükü ölçebilmek için bir adet 3000 kN kapasiteli yük hücresi ve yer değiştirmeleri ölçebilmek için 0.01 mm hassasiyetinde potansiyometre cetveli (LVDT) kullanılmıştır. Ölçümlerde kullanılmak üzere iki adet LVDT numunelerin üzerine yerleştirilmiştir. Deneyler sırasında ölçülen değerler, 8 kanal girişli Ai8b modelinde TDG marka veri toplama cihazı yardımıyla bilgisayara aktarılmıştır.



Şekil 31. Deney Düzenegi

4. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

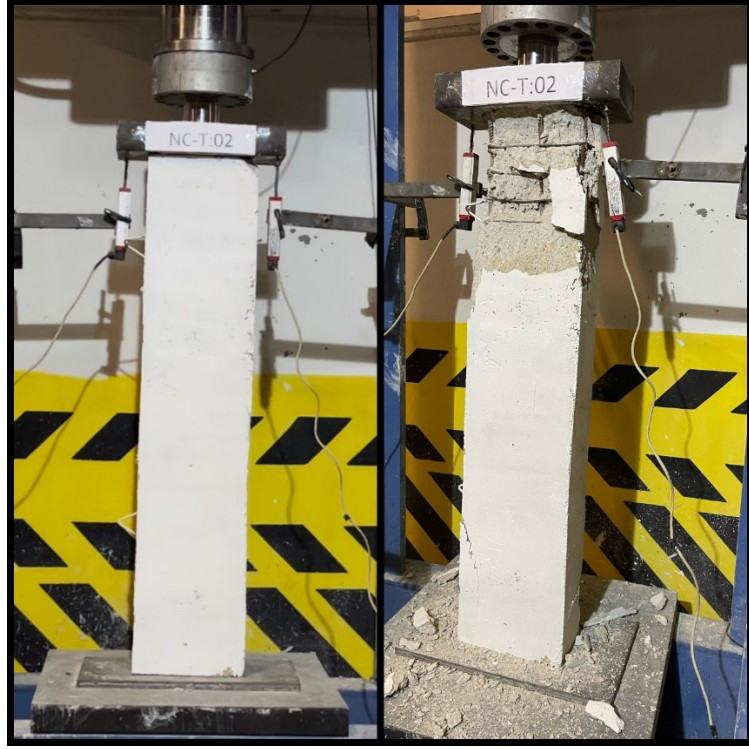
4.1. Kolon Numunelerinin Deney Sonuçları

4.1.1. NC-T kolon numuneleri deney sonuçları

Çirozsuz (NCT) 3 adet numune deneye tabi tutulmuştur. Deney elemanlarının deneysel ortalama eksenel yük taşıma kapasitesi 1568,76 kN olarak, eksenel yer değiştirme (çökme) miktarı ise ortalama 7,46 mm olarak ölçülmüştür. Maksimum yük değerine ulaşıldığında kolonların üst bölgesine yakın kısımlarda beton kabuklarda atma donatılarda ise burkulma görülmüştür. (Şekil 32, Şekil 33, Şekil 34).



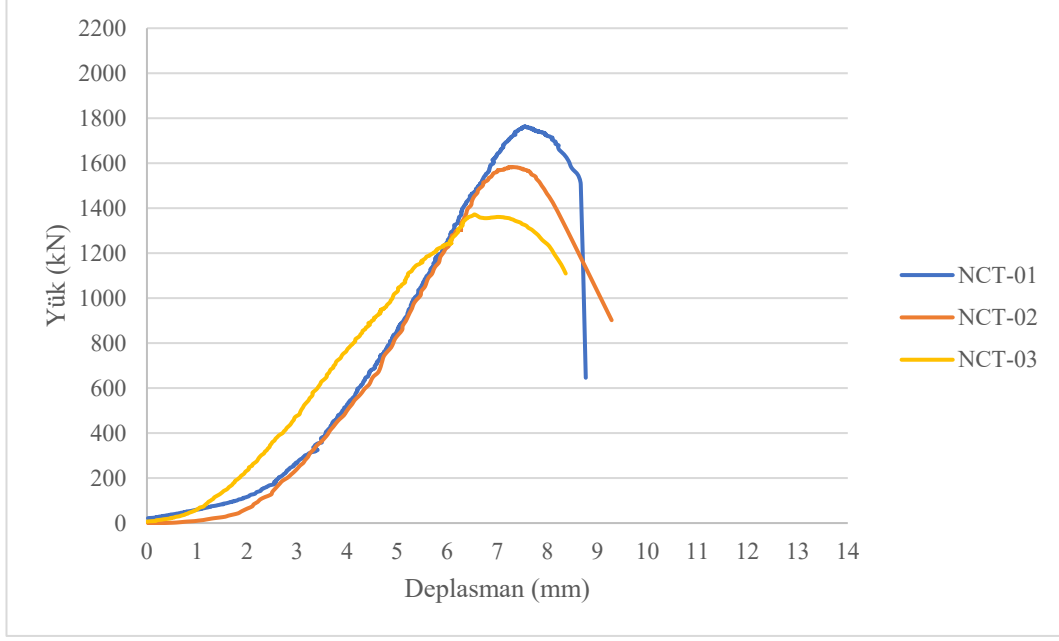
Şekil 32. NC-T:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



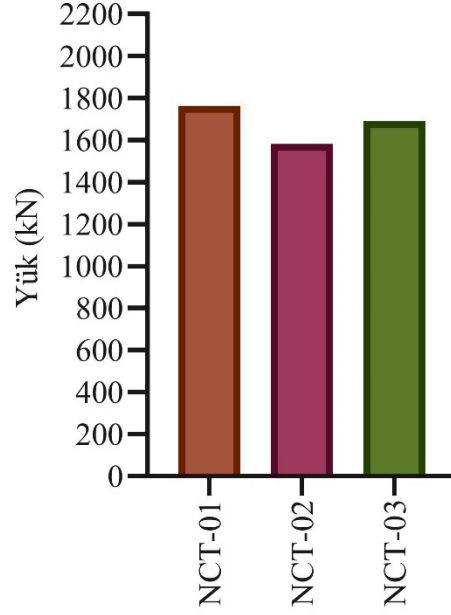
Şekil 33. NC-T:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 34. NC-T:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 35. NC-T kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği



Şekil 36. NC-T kolon numunelerinin yük grafiği

4.1.2. SECT-2007 kolon numuneleri deney sonuçları

DBYBHY (2007) yönetmeliğine göre kısa yönde çiroz bağlanmış 3 adet numune deneye tabi tutulmuştur. Deney elemanlarının deneysel ortalama eksenel yük taşıma kapasitesi 1617,97 kN olarak, eksenel yer değiştirme (çökme) miktarı ise ortalama 6,79 mm olarak ölçülmüştür. Maksimum yük değerine ulaşıldığında kolonların alt ve üst bölgesine yakın kısımlarda beton kabuklarda önce atma daha sonrasında ise donatılarda burkulma görülmüştür. (Şekil 37, Şekil 38, Şekil 39)



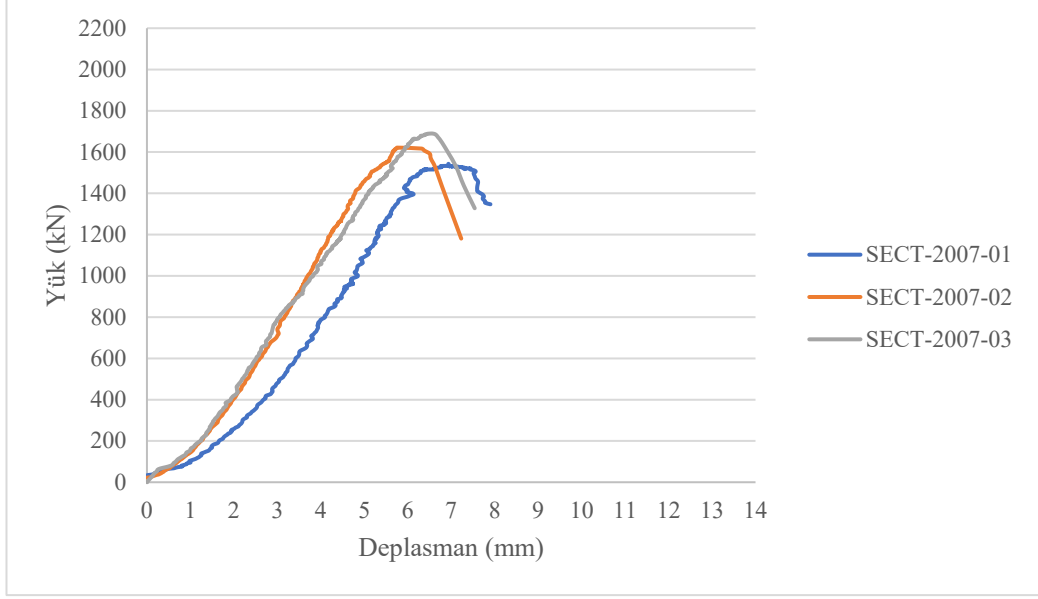
Şekil 37. SECT-2007:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



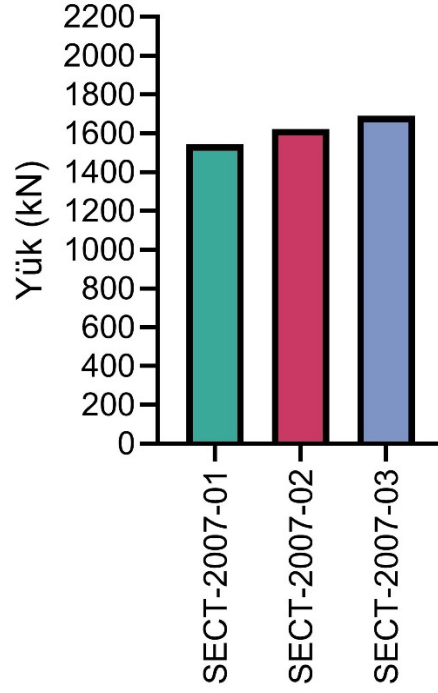
Şekil 38. SECT-2007:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 39. SECT-2007:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 40. SECT-2007 kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği



Şekil 41. SECT-2007 kolon numunelerinin yük grafiği

4.1.3. LECT-2007 kolon numuneleri deney sonuçları

DBYBHY (2007) yönetmeliğine göre uzun yönde çiroz bağlanmış 3 adet numune deneye tabi tutulmuştur. Deney elemanlarının deneysel ortalama eksenel yük taşıma kapasitesi 1641,6kN olarak, eksenel yer değiştirme (çökme) miktarı ise ortalama 6,66 mm olarak ölçülmüştür. Maksimum yük değerine ulaşıldığında kolonların üst bölgesine yakın kısımlarda beton kabuklarda atma sonrasında ise donatılarda burkulma görülmüştür. (Şekil 42, Şekil 43, Şekil 44)



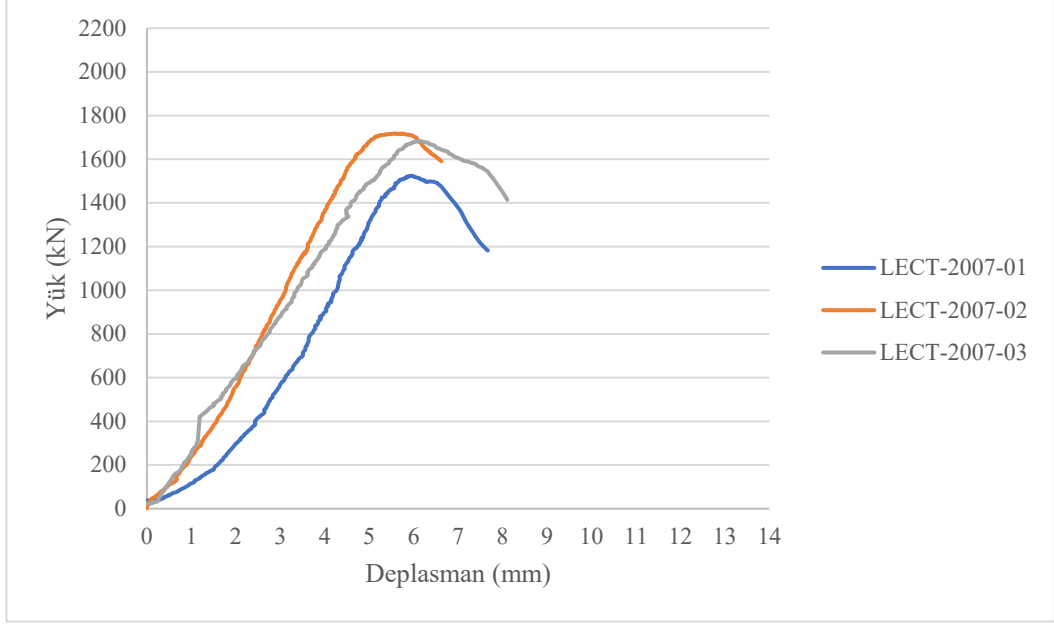
Şekil 42. LECT-2007:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



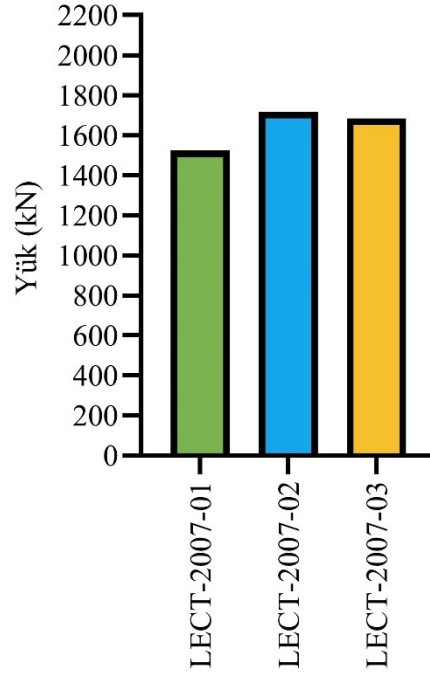
Şekil 43. LECT-2007:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 44. LECT-2007:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 45. LECT-2007 kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği



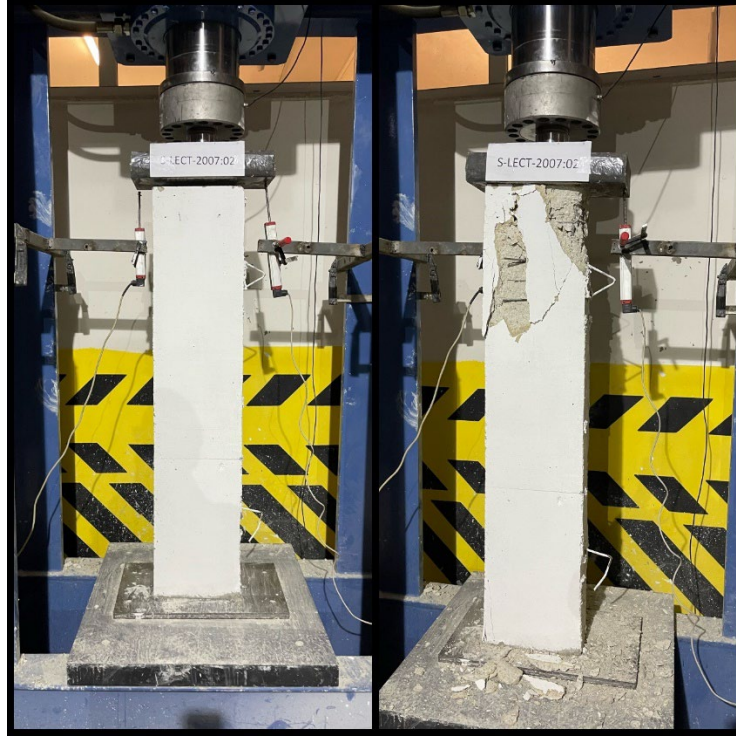
Şekil 46. LECT-2007 kolon numunelerinin yük grafiği

4.1.4. S-LECT-2007 kolon numuneleri deney sonuçları

DBYBHY (2007) yönetmeliğine göre hem uzun hem de kısa yönde çiroz bağlanmış 3 adet numune deneye tabi tutulmuştur. Deney elemanlarının deneysel ortalama aksenal yük taşıma kapasitesi 1747,98kN olarak, aksenal yer değıştirme (çökme) miktarı ise ortalama 6,92 mm olarak ölçülmüştür. Maksimum yük değerine ulaşıldığında kolonların üst bölgesine yakın kısımlarda beton kabuklarda atma sonrasında ise donatılarda burkulma görülmüştür. (Şekil 47, Şekil 48, Şekil 49)



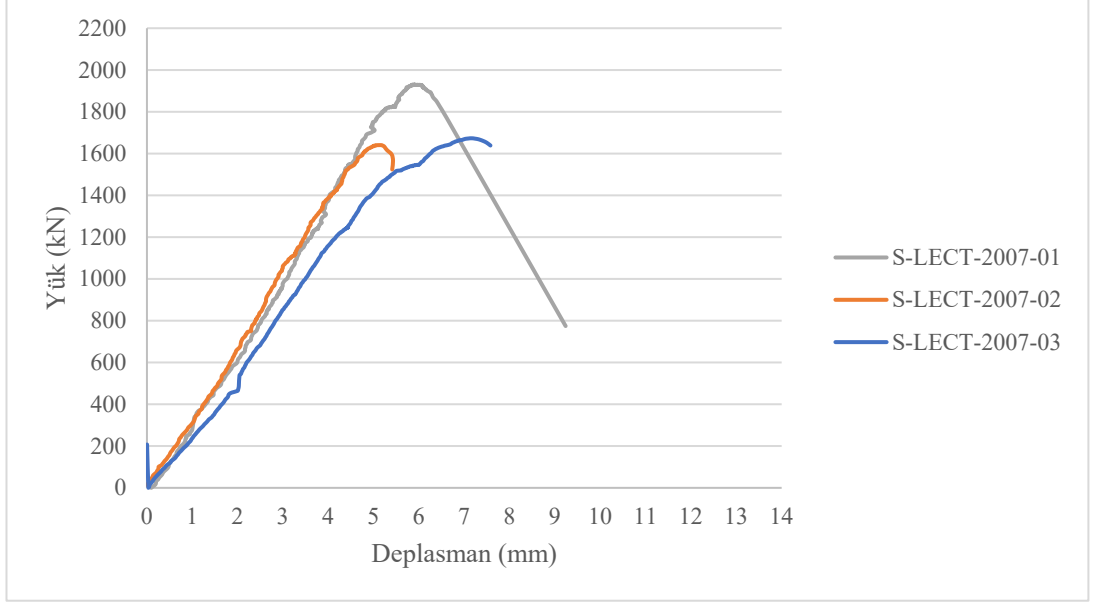
Şekil 47. S-LECT-2007:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



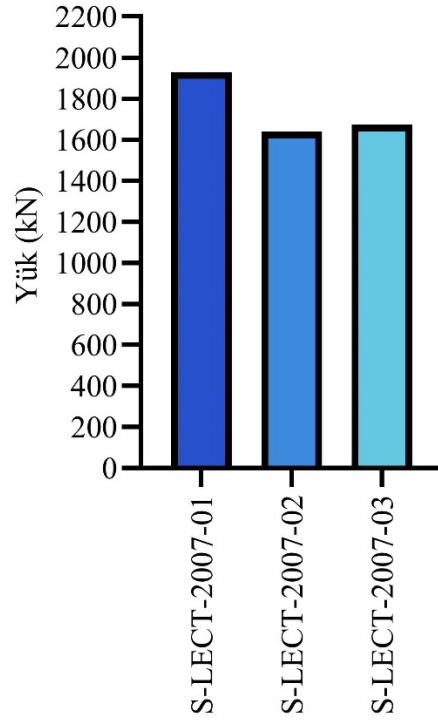
Şekil 48. S-LECT-2007:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 49. S-LECT-2007:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 50. S-LECT-2007 kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği



Şekil 51. S-LECT-2007 kolon numunelerinin yük grafiği

4.1.5. SECT-2018 kolon numuneleri deney sonuçları

TBDY (2018) yönetmeliğine göre kısa yönde çiroz bağlanmış 3 adet numune deneye tabi tutulmuştur. Deney elemanlarının deneysel ortalama aksenal yük taşıma kapasitesi 1712,46kN olarak, aksenal yer değıştirme (çökme) miktarı ise ortalama 6,19 mm olarak ölçülmüştür. Maksimum yük değerine ulaşıldığında kolonların üst bölgesine yakın kısımlarda beton kabuklarda atma sonrasında ise donatılarda burkulma görülmüştür. (Şekil 52, Şekil 53, Şekil 54)



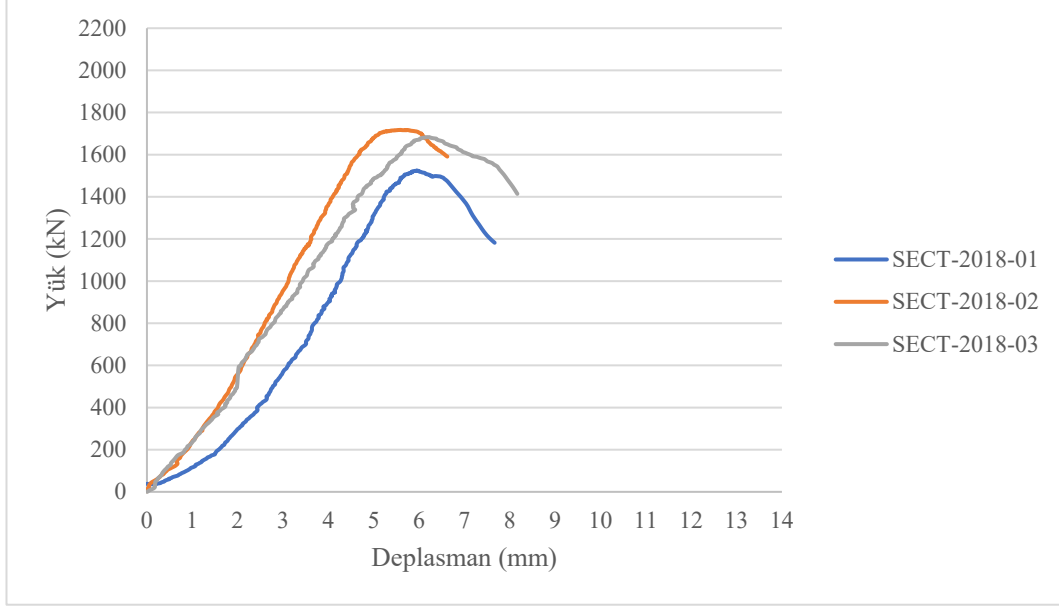
Şekil 52. SECT-2018:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



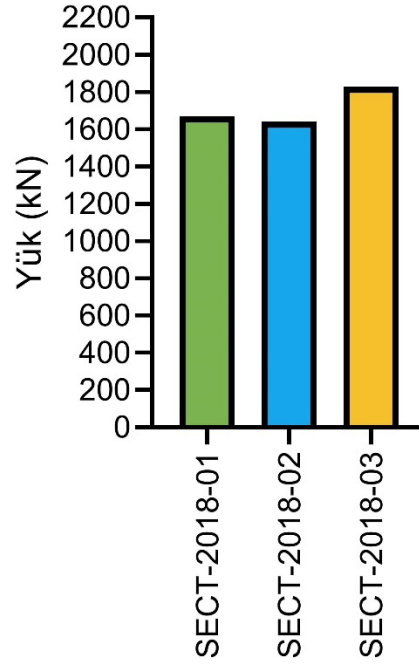
Şekil 53. SECT-2018:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 54. SECT-2018:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 55. SECT-2018 kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği



Şekil 56. SECT-2018 kolon numunelerinin yük grafiği

4.1.6. LECT-2018 kolon numuneleri deney sonuçları

TBDY (2018) yönetmeliğine göre uzun yönde çiroz bağlanmış 3 adet numune deneye tabi tutulmuştur. Deney elemanlarının deneysel ortalama aksel yük taşıma kapasitesi 1748,18kN olarak, aksel yer değiştirme (çökme) miktarı ise ortalama 6,59 mm olarak ölçülmüştür. Maksimum yük değerine ulaşıldığında kolonların üst bölgesine yakın kısımlarda beton kabuklarda atma sonrasında ise donatılarda burkulma görülmüştür. (Şekil 57, Şekil 58, Şekil 59)



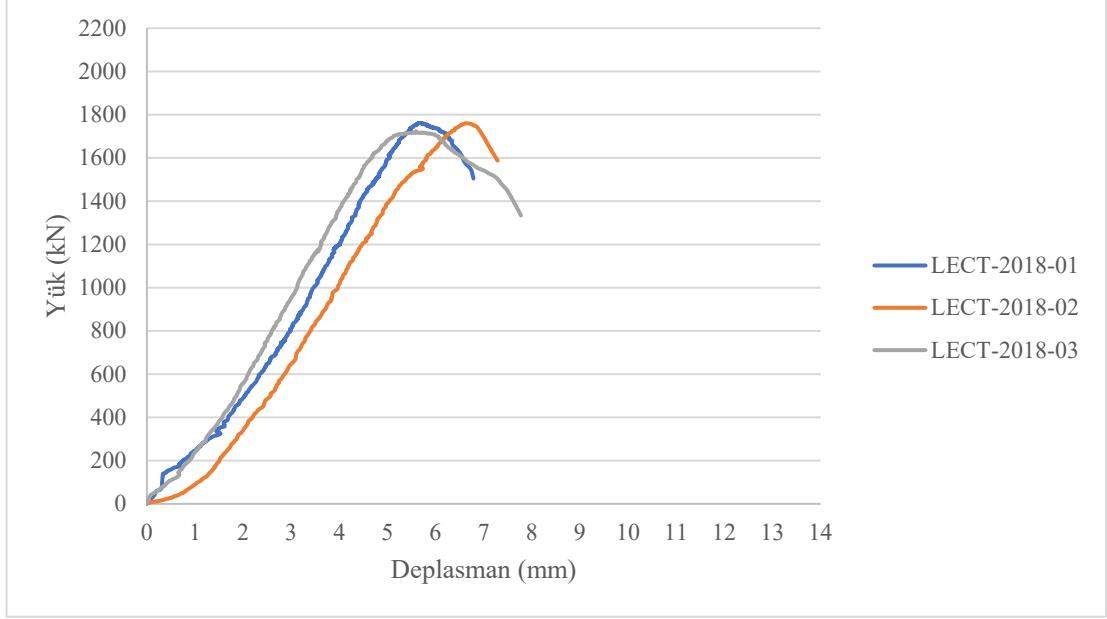
Şekil 57. LECT-2018:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



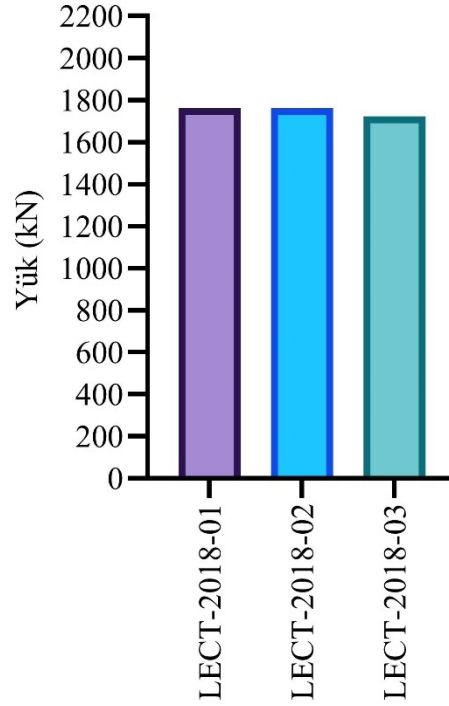
Şekil 58. LECT-2018:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 59. LECT-2018:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 60. LECT-2018 kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği



Şekil 61. LECT-2018 kolon numunelerinin yük grafiği

4.1.7. S-LECT-2018 kolon numuneleri deney sonuçları

TBDY (2018) yönetmeliğine göre hem kısa hem de uzun yönde çiroz bağlanmış 3 adet numune deneye tabi tutulmuştur. Deney elemanlarının deneysel ortalama aksenal yük taşıma kapasitesi 1832,87kN olarak, aksenal yer değıştirme (çökme) miktarı ise ortalama 6,65 mm olarak ölçülmüştür. Maksimum yük değerine ulaşıldığında kolonların üst bölgesine yakın kısımlarda beton kabuklarda atma sonrasında ise donatılarda burkulma görülmüştür. (Şekil 62, Şekil 63, Şekil 64)



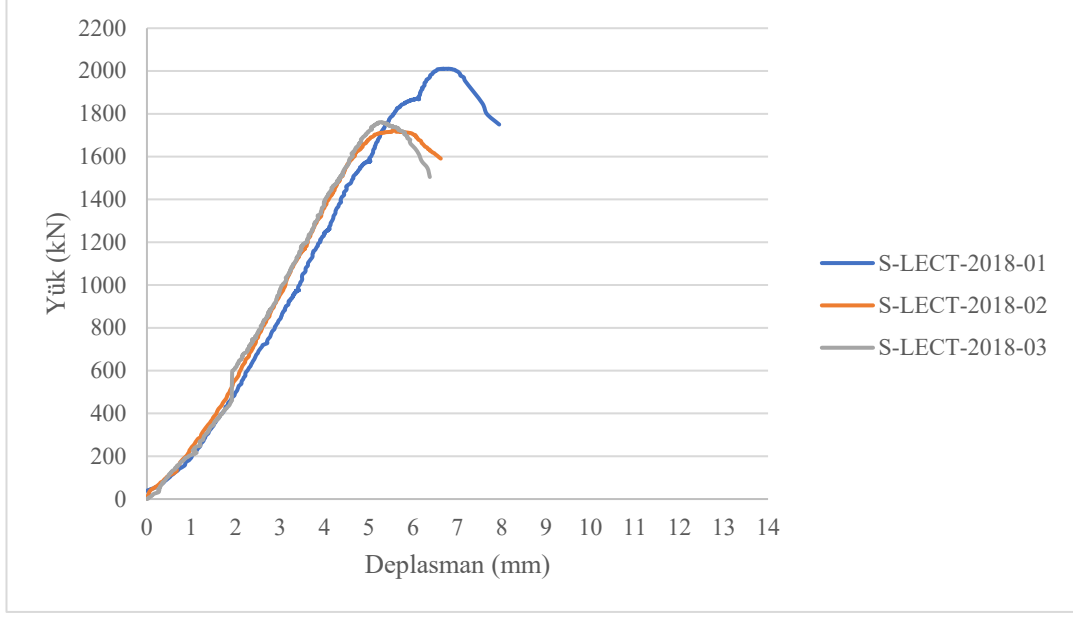
Şekil 62. S-LECT-2018:01 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



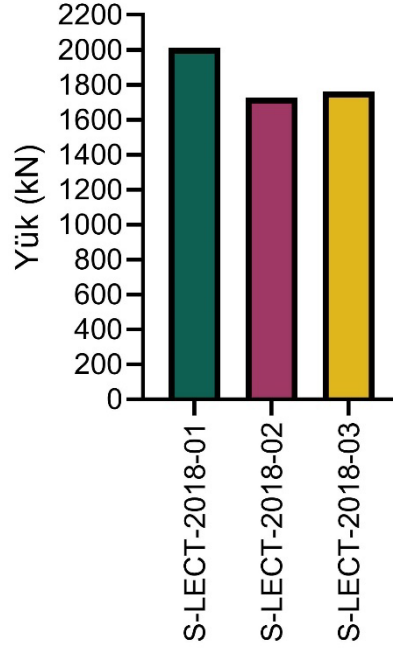
Şekil 63. S-LECT-2018:02 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



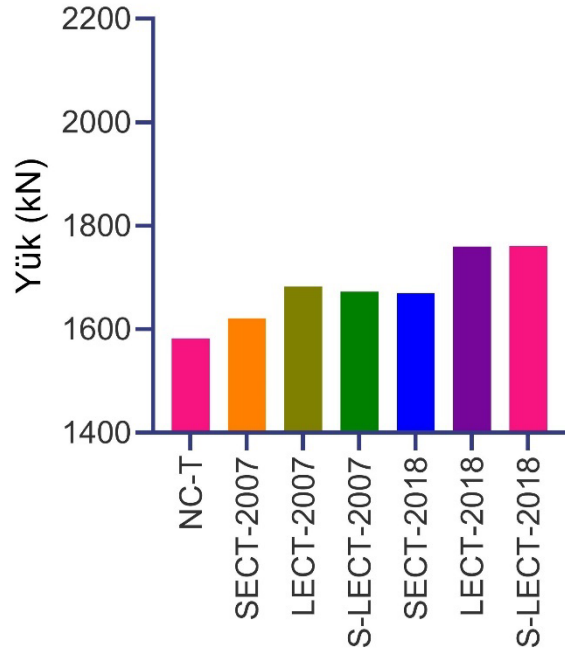
Şekil 64. S-LECT-2018:03 kolon numunesinin deney öncesi ve sonrası durumu



Şekil 65. S-LECT-2018 kolon numunelerinin yük-deplasman grafiği



Şekil 66. S-LECT-2018 kolon numunelerinin yük grafiği



Şekil 67. Kolon numunelerinin toplu halde yük grafiği

Tablo 12. Deney numunelerinin verileri ve karşılaştırılması

Numune Adı	Deney esnasına elde edilen eksenel yük (kN)	Deney esnasına elde edilen ortalama eksenel yük (kN)	Çiroz olmayan NCT numunesine göre eksenel yük değişim oranı (%)	Deney öncesi hesaplanan eksenel yük (kN)	Düşey yer değiştirme (mm)	Düşey yer değiştirme ortalama	Çiroz olmayan NCT numunesine göre düşey yer değiştirme oranı (%)	Mander Modeline Göre Hesaplamalar (Mpa)	TBDY (2018) Modeline Göre Hesaplamalar (Mpa)	Deney Numelerinin Beton Basınç Dayanımı (Mpa)
NCT-01	1762,99	1568,76		1507,08	7,6	7,46				
NCT-02	1582,39				7,37					
NCT-03	1360,9				7,4					
SECT-2007-01	1543,09	1617,97	3,04	1507,08	6,59	6,79	-9,87	58,32	36,81	35,94
SECT-2007-02	1621,48				5,88					
SECT-2007-03	1689,35				7,89					
LECT-2007-01	1524,01	1641,6	4,44	1507,08	5,96	6,66	-12,01	58,32	36,81	36,46
LECT-2007-02	1717,52				5,61					
LECT-2007-03	1683,29				8,4					
S-LECT-2007-01	1930,14	1747,98	10,25	1507,08	6,67	6,92	-7,8	60,97	37,32	38,82
S-LECT-2007-02	1640,56				5,18					
S-LECT-2007-03	1673,24				8,9					
SECT-2018-01	1670,77	1712,46	8,39	1507,08	6,93	6,19	-20,51	58,32	36,81	38,04
SECT-2018-02	1639,44				5,76					
SECT-2018-03	1827,17				5,88					
LECT-2018-01	1761,25	1748,18	10,26	1507,08	7,51	6,59	-13,2	58,32	36,81	38,84
LECT-2018-02	1760,27				6,67					
LECT-2018-03	1723,04				5,59					
S-LECT-2018-01	2010,46	1832,87	14,41	1507,08	6,77	6,65	-12,18	60,97	37,32	40,71
S-LECT-2018-02	1726,98				5,6					
S-LECT-2018-03	1761,17				7,59					

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan deneylerin değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar;

Deneyselerde kullanılan $\frac{1}{2}$ ölçekli kolon numunelerin kesit boyutları 150x300 mm olup yüksekliği 1400 mm'dir. Kesit içerisinde boyuna donatı olarak BÇIII (S420) 8Ø10 boyuna donatı, çirozlar ve etriyelerde ise Ø6 çapında 50/100 mm aralıklı enine donatı kullanılmıştır. Boyuna donatı oranı ise (ρ) 0,014'dür.

Deneyselerde numunelerinde kullanılan betonarme kolonun Teorik eksenel yük taşıma kapasitesi 1507,08 kN hesaplanmış, deneysel çalışma ile de doğrulanarak Çirozsuz (NCT) elemanın deneysel eksenel yük taşıma yükü 1568,76 kN olarak, eksenel yer değiştirme (çökme) miktarı ise ortalama 7,46 mm olarak ölçülmüştür. 2007 ve 2018 deprem yönetmeliğinde belirtilen çiroz bağlama şekilleri dikkate alınarak hazırlanan kısa yönde çirozlu (SECT), uzun yönde çirozlu (LECT) ve her iki yönde çirozlu (S-LECT) olmak üzere deney maksimum eksenel yük taşıma kapasiteleri ve düşey yer değiştirmeleri ile kıyaslanmıştır.

DBYBHY (2007)'e göre sadece kısa yönde çiroz konularak hazırlanan deney numunesi (SECT-2007)'den elde edilen ortalama eksenel yük taşıma kapasitesi NCT'ye göre %3,4 artış göstermiş, düşey yer değiştirmesi ise %9,87 azaldığı gözlemlenmiştir.

DBYBHY-2007'e göre sadece uzun yönde çiroz konularak hazırlanan deney numunesi (LECT-2007)'den elde edilen ortalama eksenel yük taşıma kapasitesi NCT'ye göre %4,44 artış göstermiş, düşey yer değiştirmesi ise %12,01 azaldığı gözlemlenmiştir.

DBYBHY (2007)'e göre hem kısa hem de uzun yönde çiroz konularak hazırlanan deney numunesi (S-LECT-2007)'den elde edilen ortalama eksenel yük taşıma kapasitesi NCT'ye göre %10,25 artış göstermiş, düşey yer değiştirmesi ise %7,80 azaldığı gözlemlenmiştir.

TBDY (2018)'e göre sadece kısa yönde çiroz konularak hazırlanan deney numunesi (SECT-2018)'den elde edilen ortalama eksenel yük taşıma kapasitesi NCT'ye göre %8,39 artış göstermiş, düşey yer değiştirmesi ise %20,52 azaldığı gözlemlenmiştir.

TBDY (2018)'e göre sadece uzun yönde çiroz konularak hazırlanan deney numunesi (LECT-2018)'den elde edilen ortalama aksenal yük taşıma kapasitesi NCT'ye göre %10,26 artış göstermiş, düşey yer değiştirmesi ise %13,20 azaldığı gözlemlenmiştir.

TBDY (2018)'e göre hem uzun hem de kısa yönde çiroz konularak hazırlanan deney numunesi (S-LECT-2018)'den elde edilen ortalama aksenal yük taşıma kapasitesi NCT'ye göre %14,41 artış göstermiş, düşey yer değiştirmesi ise % azaldığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada TBDY (2018)'e göre hazırlanan numuneler DBYBHY (2007)'ye göre hazırlanan numunelerden %5,40 daha fazla aksenal yük kapasitesine sahip olduğu yapılan deneyler sonucunda belirlenmiştir.

Sargılı beton basınç dayanımlarının karşılaştırılmasından anlaşılacağı gibi, Mander modeline göre yapılan hesaplamalar TBDY (2018)'e göre hesaplanan değerlerden daha fazladır.

Deneilerde görüldüğü gibi boyuna donatıdaki burkulma kolon ortalarından beklenirken baş bölgelerinde meydana gelmiştir. Boyuna donatıdaki burkulmanın ve betondaki çatlakların kolon orta bölgesinde olması için kolon baş bölgelerde etriye sıklaştırması yada FRP uygulaması yapılması kanaatine varılmıştır.

Özetle, çirozların sarma etkisini artırdığından dolayı düşey yer değiştirmelerde azalma aksenal yük taşıma kapasitesini artırdığı gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- ACI 315-99 (1999). Details and Detailing of Concrete. ACI Committee 315.
- Burdette, E.G. ve Hilsdorf, H.K. (1971). Behavior of laterally reinforced concrete columns. *Journal of the Structural Division*. ASCE, Vol. 97, No. 2, pp. 587–602.
- Canbay, E. (1995). *Behaviour of High-Strength Concrete Columns Under Eccentric Compression-Tied Columns*. Yüksek lisans tezi, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- DBYBHY (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- Ersoy, U. ve Özcebe, G. (2001). *Betonarme: temel ilkeler, TS-500-2000 ve Türk deprem yönetmeliğine (1998) göre hesap* (II. Baskı.). İstanbul: Evrim Yayınevi.
- Foroughi, S., Jamal, R. ve Yüksel, B. (2021). TBDY 2018 ve Mander modeline göre sargılı betonun gerilme-şekil değiştirmesinin araştırılması. *El-Cezeri* 8 (1), 363-375
- Guadagnuolo M., Donadio A., Tafuro1 A. ve Faella G. (2020). Experimental Behavior of Concrete Columns Confined by Transverse Reinforcement with Different Details. *The Open Construction and Building Technology Journal* 14(1):250-265.
- Guadagnuolo1 M.,Donadio A., Tafuro1 A. and Faella G.(2020). Experimental Behavior of Concrete Columns Confined by Transverse Reinforcement with Different Details. *The Open Construction & Building Technology Journal* 020, 14, 250-265
- Güley, E. E.(2014), *Yetersiz sargılama kare ve dikdörtgen betonarme kolonlarda enine donatı detaylarının sünekliğe etkisi*, Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Hakuto (1997). Seismic Performance of Reinforced Concrete Columns With 90 Degree End Hooks for Shear Reinforcement Under High Speed Loading. *Transactions AIJ*, 62(496) 75–82.
- Itakura, Y. ve Yagenji, A. (1992). Compressive test on high-strength R/C columns and their analysis based on energy concept. *10th World Conference on Earthquake Engineering*, 2599-2602.

- Kodur ve Phan (2007). Critical factors governing the fire performance of high strength concrete systems. *Fire Safety Journal* 42, 482–488.
- Köken, A. ve Kaltakçı, Y. (1997). An experimental and analytical investigation on axially loaded reinforced concrete column behaviour. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* 21,33-48.
- Mander, J. B., Priestley, M. J. N. ve Park, R., (1988), Theoretical stress-strain model for confined concrete, *Journal of Structural Engineering*, Vol. 114, No. 8, pp.1804-1826.
- Ohno, Y. ve Miyamoto, Y. (1998). Effects of Details of End Hooks of Transverse Reinforcement on Structural Performance of Reinforced Concrete(in Japanese). *Proceedings of Japan Concrete Institute*, Vol.20, No.3 , pp.493-498.
- Sarıbaş. İ.(2013). *Enine Donatı Detaylarındaki Yetersizliklerin Betonarme Kolonların Eksenel Yükler Altındaki Performansına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Subramanian, N. (2011). Design of confinement reinforcement for rc columns. *The Indian Concrete Journal*, 85(6), 19-29.
- TBDY. (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- TS 3529 (1980). TS 3529 , Beton Birim Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini, I Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 802 (2016). TS 802 - Beton Karışım Tasarımı Hesap Esasları. Türk Standartları
- TS EN 1097-6 (2013). TS EN 1097-6 Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler bölüm 6: Tane yoğunluğuve su emme oranının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12390-3 (2019). TS EN 12390-3 Beton–Sertleşmiş Beton Deneyleri–Bölüm 3: Deney Numunelerinin Basınç Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- Turmanidze Z.(2017). *Etriye kanca açısının aksenal yüklü betonarme kolon davranışı üzerindeki etkileri*. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Woods, J. M., Kioussis, P. D., Ehsani, M. R., Saadatmanesh, H., & Fritz, W. (2007). Bending ductility of rectangular high strength concrete columns. *Engineering Structures*, 29(8), 1783-1790.
- Woods, J.M., Kioussis P.D., Ehsani, M.R., Saadatmanesh, H. ve Fritz, W.(2007). Bending Ductility of Rectangular High Strength Concrete Columns. *Engineering Structures*, Sayı:29, Sayfa: 1783-1790.
- Yılmaz, Ü.S., Kaltakçı, M.Y. (2001). *Eksenal Yük Etkisindeki Çelik Tel Fiber Takviyeli Etriyeli Betonarme Kolonların Davranışı*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ergün TAŞÇI

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2015, Doğu Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

Yüksek Lisans Öğrenimi : 2017, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tezsiz İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İŞ DENEYİMİ

Stajlar : 2013, Stajyer, Enfa Yapı

Çalıştığı Kurumlar : 2018, Kurucu, EGN Yapı Mühendislik

Tarih: 25 Nisan 2023