



**KTO KARATAY
ÜNİVERSİTESİ**

**T.C.
KTO Karatay Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**GÜÇLENDİRİLMİŞ DOLGU DUVARLI BETONARME
ÇERÇEVELERİN SİSMİK DAVRANIŞI**

Mustafa TURAN

KONYA

HAZİRAN-2019

GÜÇLENDİRİLMİŞ DOLGU DUVARLI BETONARME
ÇERÇEVELERİN SİSMİK DAVRANIŞI

Mustafa TURAN

KTO Karatay Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

KONYA
Haziran,2019

Fen Bilimleri Enstitü Onayı



Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
KTO Karatay Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Bu tezli yüksek lisans tezinin yapılması gereken bütün gerekliliklerinin yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Atilla Özütek
Anabilim Dalı Başkanı


Mustafa TURAN tarafından hazırlanan GÜÇLENDİRİLMİŞ DOLGU DUARLI
BETONARME ÇERÇEVELERİN SİSMİK DAVRANIŞI başlıklı bu çalışma
22.08.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jüri
tarafından tezli yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı



Jüri Üyeleri

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Fatih Süleyman BALIK 

Üye: Prof. Dr. Atilla Özütek 

Üye: Dr. S. Kamal AKIN 

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak ve kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Tarih

Adı soyadı

İmza



ÖZET

GÜÇLENDİRİLMİŞ DOLGU DUVARLI BETONARME ÇERÇEVELERİN SİSMİK DAVRANIŞI

TURAN, Mustafa

Yüksek Lisans-İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi. S.Kamil AKIN

Haziran 2019

Türkiye, dünyanın en aktif deprem kuşaklarından biri üzerindedir. Son yüzyılda birçok yıkıcı deprem sonucunda yüksek can kaybı meydana gelmiştir. Bu da gösteriyor ki, deprem performansı düşük konutların hızlı, ekonomik, uygulanabilir ve etkili güçlendirme metotları ile iyileştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmadaki amaç, deprem davranışı yetersiz betonarme çerçevelerin dolgu duvarlarında düzlem dışı davranışı sınırlandırmak ve dolgu duvarların güçlendirilerek çerçeveye olan katkılarını iyileştirilmesini araştırmaktır. Bu çalışmada, ülkemizde bulunan binalarda sıklıkla gözlenen kusurlara sahip, tek açıklıklı ve iki katlı 5 adet betonarme çerçeveler üretilmiştir. Deney numunelerinden 1 adedi dolgu duvarsız (boş betonarme çerçeve olarak), diğer 2 adedi ise tuğla ve gazbeton dolgu duvarlı, diğer 2 adedi ise tuğla ve gazbetonlu dolgu duvarların yatay derzleri çelik tel kafes ile eklenerek üretilmiştir. Bu numuneler depremi benzerleştiren tersinir-tekrarlanır yük etkisi altında test edilmiştir.

Test sonuçları göstermiştir ki, uygulanan güçlendirme yöntemi, betonarme çerçevenin, yatay yük taşıma kapasitesini arttırmış ve dolgu duvarın düzlem dışı davranışını önemli derecede engellemiştir.

Anahtar Kelimeler: Güçlendirme, Betonarme Çerçeve, Güçlendirilmiş Duvar, Çelik Tel kafes, Tersinir-Tekrarlanır Yükleme

ABSTRACT

SEISMIC BEHAVIOR OF RC FRAMES INFILLED WITH STRENGTHENED WALLS

TURAN, Mustafa

M.Sc. Civil Engineering

Assist. Prof. Dr.S. Kamil AKIN

June,2019

Turkey lies over one of the most active seismic zones in the world. Several destructive earthquakes resulted in high dead losses in the last century. This shows that the residential buildings with poor earthquake resistance must be rehabilitated with rapid, economical, feasible, functional and effective strengthening methods.

The aim of this study is to limit the out-of-plane behavior of reinforced concrete frames which has inadequate earthquake behavior and to investigate their contribution to the frame by strengthening the fill walls. In this study, 5 single span and two storey reinforced concrete frames which has the defects frequently observed in the buildings in our country were produced. One of the test specimens was produced without filler wall (as empty reinforced concrete frame), the other two were brick and autokast concrete brick filling walls and the other two were produced by adding horizontal joints of brick and autokast concrete brick filling walls with steel wire mesh. These samples were tested under the influence of reversible-repeatable load to simulate earthquake behavior.

The test results showed that the reinforcement method which was applied increased the horizontal load bearing capacity of the reinforced concrete frame and significantly prevented the out-of-plane behavior of the infill wall.

Keywords: Strengthening, RC frame, Strengthened walls, Steel Wire Mesh, Cyclic loading

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca verdiği desteklerinden, katkılarından dolayı danıőman hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Fatih BAHADIR ve Dr. Öğr. Üyesi S. Kamil AKIN'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans çalıőmama fikirleriyle destek olan Dr. Öğr. Üyesi Fatih Süleyman BALIK ve Öğr. Gör. Furkan EMİR hocalarıma teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalıőmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Kemal Akman Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölümü öğrencilerine teőekkürlerimi sunarım.

Çalıőmalarım boyunca desteklerini ve dualarını esirgemeyen ailelerime ve sevgili eőim TUĞBA'ya sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Mustafa TURAN
HAZİRAN-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
KISALTMALAR	xv
SEMBOL LİSTESİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Deney Numuneleri	10
3.1.1. Deney numunelerinin detayları	11
3.1.3. Deney düzeneği ve ölçüm tekniği	24
3.1.4. Ölçüm tekniği	27
3.1. Ölçümlerin değerlendirilmesi	30
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	32
4.1. Deney Sonuçları	33
4.1.1. Dolgu duvarsız B/A numune (RS)	33
4.1.2. Gazbeton dolgu duvarlı B/A numune	41
4.1.3. Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı B/A numune	50
4.1.4. Yatay delikli tuğla dolgu duvarlı B/A numune	60
4.1.5. Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş yatay delikli tuğla dolgu duvarlı B/A numune	68
4.2. Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması	78

4.2.1. Grup 1’de Bulunan Numunelerin Karşılaştırılması Dayanımların karşılaştırılması:	79
4.2.2. Grup 2’de Bulunan Numunelerin Karşılaştırılması Dayanımların karşılaştırılması:	81
4.2.3. Grup 3’de Bulunan Numunelerin Karşılaştırılması Dayanımların karşılaştırılması:	83
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	86
5.1. Sonuçlar	86
5.2. Öneriler	90
KAYNAKLAR	92
ÖZGEÇMİŞ	96

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3. 1. Deneş numuneleri ve deneşsel değişkenler	11
Çizelge 3. 2.Çerçevelerin üretiminde kullanılan betonun ortalama basınç dayanımı	22
Çizelge 3. 3. Donatı çubuklarının test sonuçları	23
Çizelge 3. 4. Gazbeton yapıştırma harcının ortalama basınç dayanımı	23
Çizelge 3. 5. Tuğla yapıştırma harcının ortalama basınç dayanımı	23
Çizelge 4. 1. RS numuneye toplam yatay yüke ve üst kat deplasmanına göre yük geçmişi	34
Çizelge 4. 2. Deneş numunesi 1’de, yük çevrimlerine göre çatlakların dağılımı ve hasar oluşumu	35
Çizelge 4. 3. Gazbeton numuneye ait toplam yatay yüke ve üst kat deplasmanına göre yük geçmişleri	42
Çizelge 4. 4. Deneş numunesi 2’de, yük çevrimlerine göre çatlakların dağılımı ve hasar oluşumu	43
Çizelge 4. 5. Gazbeton donatılı numuneye ait toplam yatay yüke ve üst kat deplasmanına göre yük geçmişleri	52
Çizelge 4. 6. Deneş numunesi 3’de, itme ve çekme yük çevrimlerine göre çatlakların dağılımı ve hasar oluşumu	53
Çizelge 4. 7. Tuğla numuneye ait toplam yatay yüke ve üst kat deplasmanına göre yük geçmişleri	61
Çizelge 4. 8. Deneş numunesi 4’de, itme ve çekme yük çevrimlerine göre çatlakların dağılımı ve hasar oluşumu	62
Çizelge 4.9. Tuğla donatılı numuneye ait toplam yatay yüke ve üst kat deplasmanına göre yük geçmişleri	69
Çizelge 4. 10. Deneş numunesi 5’de, itme ve çekme yük çevrimlerine göre çatlakların dağılımı ve hasar oluşumu	70
Çizelge 4. 11. Numuneler arasında oluşturulan karşılaştırma grupları	78
Çizelge 4. 12. Deneş numunelerinin yatay yük taşıma kapasiteleri artış oranları	80
Çizelge 4. 13. Deneş numunelerinin yatay yük artış oranları	82
Çizelge 4. 14. Deneş numunelerinin yatay yük taşıma kapasitelerindeki artış oranları	85

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 1.1. Betonarme çerçeve içerisinde bulunan dolgu duvarın depremden dolayı düzlem dışı davranışı(a:1995 Dinar Depremi; b: 2003 Bingöl Depremi) [5]	2
Şekil 3.1. Betonarme çerçevelerin donatı ve boyut detayları	12
Şekil 3.2. Betonarme çerçevelerin üretilmesinde kullanılacak kalıp sistemi	13
Şekil 3.3. Betonarme fotoğrafların üretilme fotoğrafları	14
Şekil 3.4. Gazbeton dolgu duvarlı numunenin üretim fotoğrafları	14
Şekil 3.5. Çelik tel kafes ve düşey derzlerde kullanılacak bağlantı elemanı	16
Şekil 3.6. Gaz beton blok dolgu duvarlı numunelerin detayları	16
Şekil 3.7. Çelik tel kafes ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı numunelerin üretim fotoğrafları	17
Şekil 3.8. Yatay delikli tuğla dolgu duvarlı numunenin üretim fotoğrafları	18
Şekil 3.9. Yatay delikli tuğla duvarlı numunelerin detayları	20
Şekil 3.10. Çelik tel kafes ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı numunenin üretim fotoğrafları	21
Şekil 3.11. Beton basınç dayanımlarının belirlenmesi	22
Şekil 3.12. Donatı çeliği çekme deneyi	23
Şekil 3.13. Yük dağıtma aparatı ve mafsallı yük aktarma levhaları	25
Şekil 3.14. Çekme çevrimlerinde yük aktarımı sağlayan levha ve mafsallı gergi milleri	26
Şekil 3.15. Eksenel (düşey) yükleme sistemi	26
Şekil 3.16. Numune temelinin yükleme düzeneği alt kirişine sabitlenmesi	26
Şekil 3.17. Numunelerin test edileceği yükleme düzeneği	26
Şekil 3.18. Deneylerde kullanılan veri toplama sistemi	27
Şekil 3.19. Deneylerde kullanılan yük hücrelerinin sistemdeki yerleri	28
Şekil 3.20. Deneyler için LVDT'lerin numunelere yerleşim düzeni	29
Şekil 3.21. Numunelere uygulanan yatay yüklerin ve deplasman ölçümlerinin isimlendirilmesi	31
Şekil 3.22. Numunelere uygulanan yatay yüklerin ve deplasman ölçümlerinin isimlendirilmesi	31
Şekil 4.1. Deney Numunesi 1'in deney öncesi görünümü	33

Şekil 4.2. Deney numunesi 1’de, itme ve çekme çevrimlerinde oluşan ilk çatlaklar	36
Şekil 4.3. Deney numunesi 1’in, nominal akma yüküne ($0.75.V_{max}$) ait görünümü	37
Şekil 4.4. Deney numunesi 1’in, itme ve çekme yönünde maksimum yük taşıma kapasitesinde (V_{max}) görünümü	37
Şekil 4.5. Deney numunesi 1’in itme ve çekme yönünde göçme yükü ($0.8V_{max}$) görünümü	38
Şekil 4.6. Deney numunesi 1’de oluşan çatlakların ve hasarların, ön ve arka yüzden şematik olarak gösterimi	38
Şekil 4.7. Deney numunesi 1’e ait maksimum taban kesme kuvveti 1. kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi (RS)	39
Şekil 4.8. Deney numunesi 1’e ait, maksimum taban kesme kuvveti 2. kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi (RS)	40
Şekil 4.9. Deney numunesi 2’nin deney öncesi görünümü	43
Şekil 4.10. Deney numunesi 2’de, itme ve çekme çevrimlerinde oluşan ilk çatlaklar	45
Şekil 4.11. Deney numunesi 2’in, nominal akma yüküne ($0.75.V_{max}$) ait görünümü	46
Şekil 4.12. Deney numunesi 2’in, itme ve çekme yönünde maksimum yük taşıma kapasitesinde (V_{max}) görünümü	46
Şekil 4.13. Deney numunesi 2’in itme ve çekme yönünde göçme yükü ($0.8V_{max}$) görünümü	47
Şekil 4.14. Deney numunesi 2’de oluşan çatlakların ve hasarların, ön ve arka yüzden görünümü	47
Şekil 4.15. Deney numunesi 2’e ait, maksimum taban kesme kuvveti 1. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi	48
Şekil 4.16. Deney numunesi 2’e ait, maksimum taban kesme kuvveti 2. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi	49
Şekil 4.17. Deney numunesi 3’ün deney öncesi görünümü	50
Şekil 4.18. Deney numunesi 3’de, itme ve çekme çevrimlerinde oluşan ilk çatlaklar	54
Şekil 4.19. Deney numunesi 3’ün, nominal akma yüküne ($0.75.V_{max}$) ait görünümü	55
Şekil 4.20. Deney numunesi 3’ün, itme ve çekme yönünde maksimum yük taşıma kapasitesinde (V_{max}) görünümü	56
Şekil 4.21. Deney numunesi 3’ün itme ve çekme yönünde göçme yükü ($0.8V_{max}$) görünümü	56

Şekil 4.22. Deney numunesi 3’de oluşan çatlakların ve hasarların, ön ve arka yüzden şematik olarak gösterimi	57
Şekil 4.23. Deney numunesi 3’e ait, maksimum taban kesme kuvveti 1. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi	58
Şekil 4.24. Deney numunesi 3’e ait, maksimum taban kesme kuvveti 2. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi	59
Şekil 4.25. Deney Numunesi 4’ün deney öncesi görünümü	60
Şekil 4.26. Deney numunesi 4’de, itme çevrimlerinde oluşan ilk çatlaklar	63
Şekil 4.27. Deney numunesi 4’in, nominal akma yüküne ($0.75.V_{max}$) ait görünümü	63
Şekil 4.28. Deney numunesi 4’in, itme ve çekme yönünde maksimum yük taşıma kapasitesinde (V_{max}) görünümü	64
Şekil 4.29. Deney numunesi 4’in itme ve çekme yönünde göçme yükü ($0.8V_{max}$) görünümü	64
Şekil 4.30. Deney numunesi 4’de oluşan çatlakların ve hasarların, ön ve arka yüzden şematik olarak gösterimi	65
Şekil 4.31. Deney numunesi 4’e ait, maksimum taban kesme kuvveti 1. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi	66
Şekil 4.32. Deney numunesi 4’e ait, maksimum taban kesme kuvveti 2. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi	67
Şekil 4.33. Deney Numunesi 5’in deney öncesi görünümü	68
Şekil 4.34. Deney numunesi 5’de, itme ve çekme çevrimlerinde oluşan ilk çatlaklar	72
Şekil 4.35. Deney numunesi 5’in, nominal akma yüküne ($0.75.V_{max}$) ait görünümü	72
Şekil 4.36. Deney numunesi 5’in, itme ve çekme yönünde maksimum yük taşıma kapasitesinde (V_{max}) görünümü	73
Şekil 4.37. Deney numunesi 5’in itme ve çekme yönünde göçme yükü ($0.8V_{max}$) görünümü	74
Şekil 4.38. Deney numunesi 5’de oluşan çatlakların ve hasarların, ön ve arka yüzden şematik olarak gösterimi	75
Şekil 4.39. Deney numunesi 5’e ait, maksimum taban kesme kuvveti 1. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi	76

Şekil 4.40. Deney numunesi 5'e ait, maksimum taban kesme kuvveti 2. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi	77
Şekil 4.41. Tüm numunelere ait toplam yatay yük-tepe deplasmanı zarf eğrileri grafiği	80
Şekil 4.42. Tüm numunelere ait toplam yatay yük-tepe deplasmanı zarf eğrileri grafiği	82
Şekil 4.43. Tüm numunelere ait toplam yatay yük-tepe deplasmanı zarf eğrileri grafiği	84



KISALTMALAR

DBYBHY 2007 : Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik

DBYBHY 2018 : Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

B/A : Betonarme

LVDT : Linear variable differential transformer

GZD : Gaz beton dolgu duvarlı numune

ÇTKGZD : Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı numune

TD : Tuğla dolgu duvarlı numune

ÇTKTD : Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı numune

RS : Dolgu duvarsız betonarme çerçeve (Referans numune)

S101 : 1.kat kolon

S102 : 1.kat kolon

S201 : 2.kat kolon

S202 : 2.kat kolon

K101 : 1.kat kiriş

K102 : 2.kat kiriş

D01 : 1.kat duvar

D02 : 2.kat duvar

SEMBOL LİSTESİ

A_c	: Kolonlarda tüm kesit beton alanı
$f_{ck\ 28.gün}$: 28. gün beton basınç dayanımı
f_{su}	: Boyuna donatı kopma dayanımı
F_t	: Hidrolik krikoyla uygulanan toplam yatay yük
F_1	: Üst kata uygulanan toplam yatay yük
F_2	: Alt kata uygulanan toplam yatay yük
N_d	: Tasarım eksenel kuvveti
Δ_1	: Üst kat deplasmanı
Δ_2	: Alt kat deplasmanı
Δ_3	: Temelde ölçülen deplasman
$0.8V_{max}$: Numunenin göçme yükü
V_{max}	: Numunenin ulaştığı maksimum yük
$0.75V_{max}$: Numunenin nominal akma değeri
ϕ	: En küçük veya en büyük boyuna donatı çapı

1. GİRİŞ

1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı

Türkiye sahip olduğu jeolojik yapısı itibariyle, sismik hareketlerin büyük risk arz ettiği ülkeler arasında bulunmaktadır. Ülkemizde geçmişte gerçekleşmiş olan depremler, doğal felaket kavramını deprem kavramı ile özdeş hale getirmiştir. Depremlerin felaket kavramı ile özdeşmesinde ise mevcut yapı stoğumuzdaki tasarım hataları, yapım aşamasında yapılan hatalar ve yapı kullanım süresi içerisinde yapılan hatalar büyük etken olmuştur. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre Türkiye’de yaklaşık on beş milyon bina ve konut bulunmaktadır. Bu binalar üzerinde yapılan incelemeler ise bu yapı stoğunun yaklaşık %13’nün depreme karşı güvensiz yapılar olduğunu ortaya koymaktadır.[1,2] Bu nedenle ülkemizde meydana gelecek olan depremlerde ortaya çıkacak olan zarar boyutunun azaltılmasında, deprem davranışı yetersiz yapıların güçlendirilmesi önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

DBYBHY 2007 [3] ve TBDY 2018 [4] yönetmeliklerinde ülkemizde bulunan depreme dayanıklı olmayan yapı stoğunda güçlendirmenin nasıl uygulanacağı detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Betonarme çerçevelerin dolgu duvarlarının güçlendirilmesi mevcut yapıların güçlendirilmesinde yeni yeni önem kazanmaktadır. Temel üstünden yukarıya kadar üst üste süreklilik gösteren betonarme çerçeve içindeki bölme duvarlarının rijitliği ve kesme kuvveti dayanımını arttırmak için dolgu duvarların yüzüne yüzüne uygulanan hasır çelik donatılı özel karışımlı sıva ile güçlendirme yöntemi ve lifli polimerler ile güçlendirme yer almaktadır. Dolgu duvarların, yapının deprem ve düşey yükler altında davranışına, rijitlik, taşıma gücü, periyot ve sönüm gibi dinamik özelliklerine önemli katkıları vardır. Dolgu duvarlara gelen kuvvet, harç dayanımı tuğla dayanımından yüksek ise öncelikle tuğlaları kesen kesme çatlaklarını meydana getirir. Eğer harç dayanımı tuğla dayanımından küçük olduğu durumda ise derzlerden geçen merdiven şeklinde kayma ve kesme çatlakları meydana gelmektedir. Depreme dayanıklı olmayan betonarme çerçeve içerisinde bulunan dolgu duvara gelen deprem yükü, tuğla duvarlar arasında bulunan yatay derzlerin çatlaması ile yeterli aderans sağlanamadığından, geriye tuğla ile harç

arasındaki çatlak yüzeylerindeki sürtünme kuvvetinin oluşturduğu kesme kuvveti tuğla duvarın taşıma gücünü oluşturmaktadır.

Betonarme yapının taşıyıcı iskeletinin boşlukları duvarlarla doldurulur. Bu duvarı çoğunlukla tuğla, gazbeton, bims gibi duvar dolgu malzemesi oluşturur. Betonarme çerçevenin depremden dolayı oluşan ötelenmelerinin artması ile dolgu duvarda oluşan kesme kuvveti ve taşıma gücü tuğla ya da gaz beton bloklarının birbiri üzerinde kayması ve çatlakların genişlemesi ile git gide azalmaktadır. Dolgu duvarın betonarme çerçeveye katkısını arttırmak ve yapılarda depremden dolayı oluşan duvarların düzlem dışı hareketini kısıtlamak için dolgu duvarların yatay ve düşey derzleri güçlendirilmesi ve dolgu duvarlara çelik tel kafes eklenmesi ile dolgu duvar sismik davranışının iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmamızda 1/5 ölçekli betonarme çerçevelerin dolgu duvarları güçlendirilerek katkısının araştırılması için, dolgu duvarsız boş referans numune, tuğla dolgu duvarlı numune, çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş yatay delikli tuğla dolgu duvarlı numune, gazbeton dolgu duvarlı numune ve çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarlı numune olarak üretilmiştir.



Şekil 1.1. Betonarme çerçeve içerisinde bulunan dolgu duvarın depremden dolayı düzlem dışı davranışı(a:1995 Dinar Depremi; b: 2003 Bingöl Depremi) [5]

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yapılan bu tez çalışmasında yararlanılan kaynaklar, depreme karşı güvensiz yapıların güçlendirilmesi ile ilgili teorik olarak yapılmış olan çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenerek verilmiştir;

Bertero ve ark. (1984), 1/5 ölçekli, 7 katlı olarak ürettikleri betonarme çerçevelerin sismik davranışları üzerine çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarını hem deneysel olarak hemde analitik olarak yapmışlardır. Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçları daha önceden yapılmış tam ölçekli modellerden elde edilen sonuçlarla birlikte değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda üzerinde çalıştıkları taşıyıcı sistemin sismik tasarımı ve uygulaması yönünde tavsiyelerde bulunmuşlardır.

Daniel ve ark. (1986), boşluklu betonarme perde duvarların, deprem yüküne benzeştirilen yatay yükler etkisi altında davranışlarını incelemişlerdir. Çalışma kapsamında, 1/3 ölçekli ve altı katlı iki adet numune üretmişlerdir. Numunelerinden, biri boşluksuz perde duvar, diğeri ise %8.33'lük boşluk oranına sahip perde duvardır. Boşluklu perde duvarda, pencere boşluğu (317x457 mm), her katta perde duvarın merkezinde olacak şekilde konumlandırılmıştır. Numunelerin testinden sonra pencere boşluğunun perde davranışına olan etkilerini değerlendirmek için, numunelerin yük taşıma kapasitelerini, süneklik özelliklerini ve enerji tüketim özelliklerini karşılaştırmışlardır.

Skjærbæk ve ark. (1997), çalışmalarında 1/5 ölçekli, iki açıklıklı, 6 katlı betonarme çerçevelerin deprem davranışını test etmişlerdir. Ürettikleri numunelerde çerçeve açıklığı 1140 mm, kat yüksekliği 490 mm, kolon ve kiriş kesiti boyutları 50x60 mm'dir. Ürettikleri numunelerin kolon ve kirişlerinde 4x6 boyuna donatı, enine donatısı olarak ise 20 mm aralıkla 2 mm çapında çelik tel kullanmışlardır. Numunelerin beton üretiminde maksimum tane çapı 5 mm olacak şekilde agregası kullanmışlardır. Üretilen numuneleri sarma tablasında test etmişlerdir. Ayrıca karşılaştırma yapabilmek için numunenin son katından olacak şekilde de yatay statik yüklemeye tabi tutmuşlardır. Deneylerde numunelerde oluşan kat ötelenmelerinin ölçümünü gerçekleştirmişler ve numunelerde oluşan hasar durumunu gözlemlemişlerdir.

Bayülke (2003), araştırmacı betonarme çerçeveseli yapıdaki delikli ve deliksiz tuğla, hafif beton blok, gazbeton blok ile yapılmış duvarların yapının çeşitli özellikleri ve davranış biçimlerine olan etkisi ve katkısı gerçek depremlerden gözlenmiş örneklerle anlatılmaya çalışılmıştır.

Buonopane ve White (1999), çalışmalarında 1/2 ölçekli, iki açıklıklı ve iki katlı tuğla dolgu duvarlı betonarme çerçeveleri dinamik yükleme etkisi altında test etmişler ve sistemin deprem davranışı incelemişlerdir. Numunelerinin ikinci katının dolgu duvarlarında 369x369 mm boyutunda pencere boşluğu yer almaktadır. Deney çalışmalarının sonuçlarını kullanarak sistemin yanal rijitlik ve deplasman kapasitesini tahmin etmek için farklı diyagonal basınç çubuğu biçimlerini analitik olarak incelemişler ve deneysel sonuçlara en uygun diyagonal basınç çubuğu modelini incelemişlerdir. Ayrıca deney elemanlarının dayanımının tahmini için analitik model geliştirmişler ve geliştirilen bu modeli kullanarak elde edilen sonuçlar ile deney sonuçlarını karşılaştırmışlardır.

Ono ve Ezaki (2000), betonarme duvarlardaki boşlukların, betonarme duvarların davranışına olan etkilerini deneysel olarak incelemişlerdir. Çalışmalarında, 1/3 ölçekli, tek açıklıklı, tek katlı yedi adet numune üretmişlerdir. Numunelerindeki temel değişken, duvarlarda bırakılan boşluklarının oranları olmuştur. Numunelerdeki boşluk oranları 0.3-0.6 değerleri arasındadır. Ürettikleri numunelerden üçünü, tersinir-tekrarlanır yatay yükleme ve düşey yük etkisi altında test etmişlerdir. Ayrıca yükleme hızının, boşluklu betonarme duvarların davranışına olan etkilerini belirlemek için ürettikleri numunelerden dördünü dinamik yükleme etkisi altında test etmişlerdir. Çalışmalarının neticesinde; duvarlardaki boşluk oranı arttıka, numunelerin yatay yük taşıma kapasitelerinin azaldığı ve statik yükleme sonucunda elde edilen ve numunelere ait yatay yük taşıma kapasitesi değerlerinin, dinamik yükleme sonunda elde edilen değerlerden az olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Marjani ve Ersoy (2002), tuğla dolgulu çerçevelerin deprem yükü altındaki davranışlarını araştırmışlardır. Çalışma kapsamında, tek açıklıklı, iki katlı, altı adet dolgulu çerçeveyi, deprem yükünü temsil eden tersinir-tekrarlanan yükler altında denemişlerdir. Ayrıca, altı adet dolgu panelli numuneyi de, duvar özelliklerini belirlenmek amacıyla test etmişlerdir. Deneylerinde, sıva ve beton kalitesi, tuğla

dolgu betonarme çerçevelerin davranışının irdelemesindeki esas değişkenler olmuştur. Bu çerçevelerin davranışı dolgusuz çerçevelerin davranışı ile karşılaştırılmış ve rijitlik, dayanım ve davranışın yorumlanması ve öğrenilmesi için analitik çalışmalar yapmışlardır. Çalışma neticesinde; boş çerçeveye göre, tuğla dolgu numunede yaklaşık %240 ve sıvalı tuğla dolgu numunede yaklaşık %300 dayanım artışı olduğu ve tuğla dolgu duvarlı numunelerde sıva uygulamasının, betonarme çerçevelerin dayanım, rijitlik ve süneklik özelliklerini önemli derecede geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Kara ve Altın (2006), sünek olmayan betonarme çerçevelerin, parçasal betonarme dolgu duvarlarıyla güçlendirilmesi konusunda deneysel çalışmışlardır. Deneysel çalışmalarında, 1/3 ölçekli, iki katlı ve tek açıklıklı yedi adet deney numunesi üretmişlerdir. Ürettikleri numunelerden bir tanesini tamamen betonarme dolgu duvarlı olarak ve beş tanesini de çeşitli parçasal betonarme dolgu duvarlı olarak güçlendirmişlerdir. Bir tanesi boş çerçeve ve altı tanesi güçlendirilmiş olan bu numuneleri, tersinir-tekrarlanır yükleme etkisinde test etmişlerdir. Parçasal dolgu duvarı uzunluğunun, yüksekliğine oranı ve parçasal dolgu duvarın çerçeve içinde düzenleniş biçimleri çalışmalarının değişkenleridir. Çalışmalarının sonunda; betonarme parçasal dolgu duvarıyla güçlendirilmiş deney numunelerinin, boş çerçeveye göre, yatay yük taşıma kapasitelerinin ve rijitliklerinin arttığı, parçasal dolgu duvarın (l/h) oranının artmasının, yatay yük taşıma kapasitesi ve rijitlik değerlerini artırdığı ve parçasal dolgu duvarlı güçlendirme uygulamalarında en başarılı sonuçların, çerçevenin kolon ve kirişlerine bağlı olduğu deney numunesinde olduğu sonucuna varmışlardır.

Choi ve ark. (2008), boşluklu güçlendirilmiş duvarların ve boşluklu hasarlı duvarların yapısal kapasitelerini belirlemek amacıyla deneysel bir çalışma yapmışlardır. Çalışmaları kapsamında, 1/2 ölçekli ve tek katlı altı adet numune üretmişlerdir. Numunelerinden, biri boşluksuz perde duvar, diğerleri ise %23'lük boşluk oranına sahip perde duvardır. Perde duvarda bırakılan boşluk boyutu 900x1050 mm'dir. Boşluklar perde duvarın, alt merkezinde olacak şekilde konumlandırılmıştır. Ürettikleri bu numuneleri, tersinir-tekrarlanır yatay yük etkisi altında ve eksenel kuvvet etkisi altında test etmişlerdir. Numunelerin testinden sonra

boşluğunun ve uygulanan güçlendirmelerin, duvarların davranışına olan etkilerini değerlendirmek için, numunelerin yük taşıma kapasitelerini, rijitlik, süneklik ve enerji tüketim özelliklerini karşılaştırmışlardır.

Wang ve ark. (2010), betonarme duvarlardaki boşluklarının, betonarme duvarlara olan etkilerini deneysel ve analitik olarak incelemişlerdir. Çalışmalarında, %40 ölçekli, tek açıklıklı, üç katlı iki numune üretmişlerdir. Numunelerindeki temel değişken, duvarda bırakılan boşluklarının konumlandırma şekli olmuştur. Numunelerin birisinde boşluklar, kolonlara bitişik şekilde diğesinde ise duvar merkezinde olacak şekilde konumlandırılmıştır. Boşluk boyutları, birinci ve ikinci katta 750x1000 mm ve üçüncü katta ise 750x250 mm'dir. Ürettikleri numuneleri, yatay yük ve düşey yük etkisi altında test etmişlerdir. Çalışmalarının neticesinde; duvardaki boşluklar kolona bitişik olan numunede, duvar davranışının yüklenme yönüne bağlı olduğu ve numunelerin yatay yük taşıma kapasitelerinin de yüklenme yönünde farklılık gösterdiği ve duvar merkezinde boşluk bırakılan numunenin yatay yük taşıma kapasitesinin, kenarda boşluklu numuneye göre daha fazla olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır.

Yılmaz ve ark. (2010), mevcut binanın kullanımını aksatmayacak ve ilave işleri en aza indirecek şekilde, binanın dışından yapılacak dış perde duvarla güçlendirilmesi konusunda, deneysel ve analitik olarak çalışmışlardır. Çalışmalarında, 1/3 ölçekli, iki katlı, iki açıklıklı olarak modellenen ve ülkemizdeki betonarme binalarda sıkça rastlanan tasarım ve yapım kusurlarını içeren toplam sekiz adet betonarme çerçeve üretmişlerdir. Bu numunelerden dört adedini güçlendirmeden, dört adedini ise betonarme dış perde duvar uygulaması ile güçlendirerek, tersinir-tekrarlanır yatay yük etkisi altında ve çerçeve kolonlarında yüksek seviyede (basınç kırılması oluşturabilecek seviyede) normal kuvvet etkisi olacak şekilde test etmişlerdir. Ayrıca deneylerden elde ettikleri sonuçları, yaptıkları analitik hesapları neticesinde buldukları sonuçlarla karşılaştırmışlardır. Yaptıkları deneyler ve analitik çalışmalardan neticesinde; betonarme çerçeve türü yapıların dış perde duvar ile dıştan ve tek taraftan güçlendirilmesi ile oluşan karma sistem, mevcut zayıf sistemin yatay yük dayanımını ve rijitliğini önemli miktarlarda artırdığı böylelikle dış perde

duvarın çerçeve sistemine iç perde duvar kadar pozitif etki yaptığını ve bu yöntemin alternatif bir güçlendirme metodu olarak uygulanabileceği sonuçlarına ulaşmışlardır.

Özdöner (2011), çalışmasında, güçlendirme uygulamasının imalatı sırasında binayı terk etmeden binanın dışından sistemin iyileştirilmesi yöntemini araştırmıştır. Bu amaçla, 1/3 ölçekli, deprem davranışı yetersiz, iki açıklıklı ve iki katlı bir adet güçlendirilmemiş betonarme çerçeveyi ve iki adet de aynı özelliklerdeki mevcut betonarme çerçeveyi farklı prefabrike dış paneller ilavesi ile güçlendirmiştir. Bu numuneleri deprem etkisini benzeştiren tersinir-tekrarlanır yatay yükleme etkisi altında test etmiştir. Deneysel çalışmasının sonunda güçlendirilmemiş numune ve güçlendirilmiş numunelerin birbirleri ile karşılaştırmasını yapmıştır.

Zhang (2011), yaptığı deneysel çalışmada betonarme köprü ayaklarını 1/20 ölçekli olacak şekilde tasarlamış ve ürettiği bu numuneyi sismik yükler altında test etmiştir. Referans alınan köprü ayağı boyutuna göre 1/20 ölçekli dairesel kesite sahip numunenin çapı 61 mm'dir. Ayrıca dairesel kesitli bu kolon ayağının her iki ucunda 38 mm kalınlığında betonarme başlık oluşturulmuştur. Test sonunda yapılan çalışmalardan tasarım ve pratik uygulama konularında kazanımların olduğunu belirtmiştir.

Marius ve Valeriu (2012), betonarme duvarlarda, dikey konumlandırılmış ve şaşırtmalı olarak uygulanmış kapı boşluklarının, betonarme duvarların sismik enerji tüketme kapasitesine olan etkilerini deneysel olarak ve teorik olarak incelemişlerdir. Çalışmalarında, dört farklı model ortaya koymuşlardır. Modellerindeki temel değişken, kapı boşluklarının yerleşiminde yatay açı parametresinin farklılığı olmuştur. Deneysel çalışmalarındaki numunelerinin boyutlarını, teorik çalışmalarındaki model boyutlarının 1/4'ü olacak şekilde üretmişlerdir. Numunelerinde, yatayda 250 mm ve düşeyde 500 mm olacak şekilde kapı boşluğu bırakmışlardır. Ürettikleri numuneleri, yatay yük ve düşey yük etkisi altında test etmişlerdir. Çalışmalarının neticesinde; teorik ve deneysel çalışmalarından elde ettikleri yatay yük-deplasman değerleri arasında çok küçük farklar olduğu, teorik ve deneysel modellerin, enerji tüketme kapasiteleri arasında büyük farklar olmadığı, teorik ve deneysel modeller arasında en az enerji tüketme kapasitesine sahip

modelin, kapı boşluklarının dikey olarak konumlandırıldığı model olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır.

Ünal (2012), deprem davranışı yetersiz betonarme çerçevelerin, düzlem dışı betonarme dolgu duvarlarla güçlendirilmesi konusunda deneysel çalışma yapmıştır. Yaptığı çalışma kapsamında 1/3 ölçekli, tek açıklıklı ve iki katlı 4 adet deney numunesi üretmiştir. Üretilen bu deney numunelerinden 1 adedini betonarme boş çerçeve olarak, 1 adedini kolonlarının üç tarafı betonarme mantolu olarak, 1 adedini pencere boşluklu düzlem dışı betonarme perde duvar ile güçlendirerek ve son deney elemanını ise parçasal düzlem dışı betonarme perde duvar ile güçlendirerek depremi benzeştiren tersinir tekrarlanır yatay yükler etkisinde test etmiştir. Yapılan deneyler sonunda deney elemanlarına ait histeresis eğrilerini, zarf eğrilerini, rijitlik, süneklik ve tüketilen enerji grafiklerini oluşturmuş ve deney elemanları arasındaki davranış farklılıklarını incelemiştir. Çalışmasının sonunda ise elde edilen deneysel sonuçları değerlendirmiş ve önerilerde bulunmuştur.

Demirel ve ark. (2015), çalışmalarında gazbeton dolgulu betonarme çerçevelerin deprem yükleri altındaki performansı deneysel olarak incelemişlerdir. Çalışmalarında öncelikle malzeme özelliklerinin belirlenmesi için gazbeton blok ve prizma numuneleri üzerinde basınç, çekme ve kayma deneyleri yapmışlardır. 4 adet, 1/2 ölçekli betonarme çerçeve üzerinde depremi benzeştiren tersinir tekrarlanır çevrim deneyi gerçekleştirmişlerdir. Gazbeton dolgulu çerçevelerde %2 ötelenme oranına kadar yatay yük taşıma gücünde azalma olmadığı ve bu kat ötelenme oranı ile gazbeton dolgu duvarlı çerçeve performansının yeterli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. File kullanarak yapılan sıvalı numunede, düşük ötelenme seviyelerinde görülen çatlamanın engellendiği ve yüksek ötelenme seviyelerinde duvar bütünlüğünün korunarak olası düzlem dışı göçmeye karşı direnç sağlanabildiği sonucunu elde etmişlerdir.

Demirel ve ark. (2015), çalışmalarında 3 adet tek açıklıklı, tek katlı, 1/2 ölçekli betonarme çerçeveyi yatay ve düşey yükler etkisi altında test etmişlerdir. Numuneleri, boş çerçeve, dolgu duvarlı sıvasız çerçeve ve dolgu duvarın karşılıklı olarak hasır çelik telle tutturulduğu sıvalı çerçeve şeklinde incelemişlerdir. Malzeme özelliklerinin belirlenmesi için donatı, beton, harç, tuğla deneyleri ile birlikte prizma

numuneleri deplasman bazlı basma, eğik basma ve kayma dayanımı deneylerine tabi tutmuşlardır. Deneylerinde dolgu duvarın çerçeve taban kesme kuvvetini %43 oranında arttırdığı fakat kapasitenin hızlı bir şekilde tükenerek ilerleyen ötelenme değerlerinde davranışın boş çerçeve davranışına benzer olduğunu gözlemlemişlerdir. Dolgu duvarların karşılıklı olarak hasır çelik telle tutturulup sıvandığı numunede ise taban kesme kuvvetinin %219 oranında arttığı ve yüksek ötelenme değerlerinde dahi dolgu duvarın davranışa katkısı azalarak da olsa devam etmiştir.

Balık ve Bahadır (2016), yaptıkları çalışma kapsamında; ülkemizde deprem davranışı yetersiz mevcut yapıların özelliklerini yansıtabilecek özellikte, 1/5 ölçekli, tek açıklıklı ve iki katlı 6 adet betonarme çerçeve üretmişlerdir. Üretilen bu numunelerden 4'ünü çeşitli boyuttaki pencere boşluklarına sahip betonarme dolgu duvarlarıyla, 1'isini boşluksuz betonarme dolgu duvarla güçlendirilerek ve diğer numune ise dolgu duvarsız referans numune olarak tersinir-tekrarlanır yükler altında test etmişlerdir. Deneylerden elde edilen sonuçları benzer 1/3 ölçekli numunelerin sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Yapılan güçlendirme çalışmalarının, betonarme çerçeve sistemine önemli yatay yük taşıma kapasitesi artışı sağladığı, 1/5 ölçekli deney numunelerinde oluşan çatlak formasyonlarının genel olarak 1/3 ölçekli numunelerin testinde meydana gelen çatlak formasyonu ile benzerlik gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca, 1/5 ölçekli numuneler üzerinde yapılan deneysel çalışmaların, 1/3 ölçekli numuneler ile yapılan çalışmalara göre maliyeti, harcanan iş gücünü ve çalışma zamanı önemli derecede azalttığını ve iş güvenliği konusunda ortaya çıkan risklerin minimum seviyeye çekilebileceğini ortaya koymuşlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Deney Numuneleri

DeneYler için 1/5 ölçekli, iki katlı ve tek açıklıklı 5 adet numune Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Kemal Akman Meslek Yüksekokulu Laboratuvarında yatay olarak üretilmiş ve tersinir-tekrarlanır yatay yük etkisi altında denenmiştir. Tüm deney numunelerinde betonarme çerçevelerin, geometrisi, beton kalitesi (17 MPa) ve donatı özellikleri (S420 N/mm²) aynıdır. Betonarme çerçevelerin beton kalitesinin aynı olabilmesi için bütün çerçevelerin betonu, hazır beton olarak aynı anda dökülmüştür. Donatı özellikleri güçlendirme çalışmalarında da (S420 N/mm²) aynıdır. Betonarme çerçevedeki eleman boyutları, ülkemizdeki mevcut binalardaki kolon ve kiriş boyutları dikkate alınarak belirlenmiş ve laboratuvar şartları göz önünde bulundurularak, gerçek çerçeve elemanlarının boyutları 1/5 geometrik ölçekli olarak modellenmiştir. Deney numunelerinin betonarme çerçevesinin, süneklik düzeyinin düşük olması amaçlanmıştır.

Betonarme çerçeve deney elemanlarının tasarlanıp üretilmesinde düşünülen ve uygulanan kusur ve zayıflıklar şunlardır,

- a) DBYBHY-2007'de [3] belirtilen minimum beton dayanımından düşük olması,
- b) Zayıf kolon-güçlü kiriş uygulaması,
- c) Kolon-kiriş birleşim bölgelerinde (plastik mafsallı oluşma potansiyeli olan bölgelerde) etriye sıklaştırmasının olmaması,
- d) Kolon-kiriş birleşim bölgesi içinde etriye bulunmaması,
- e) Etriye kancalarının 90° olması.

Deney numunelerindeki değişkenlere göre çizelge 3.1.'de verilmiştir. Deney numunelerinden 1 adedi dolgu duvarsız boş çerçeve olarak, diğer 2 adedi ise farklı dolgu duvarlarla doldurularak, diğer 2 adedi ise dolgu duvarlara çelik tel kafes eklenerek tersinir-tekrarlanır yük etkisi altında test edilmiştir.

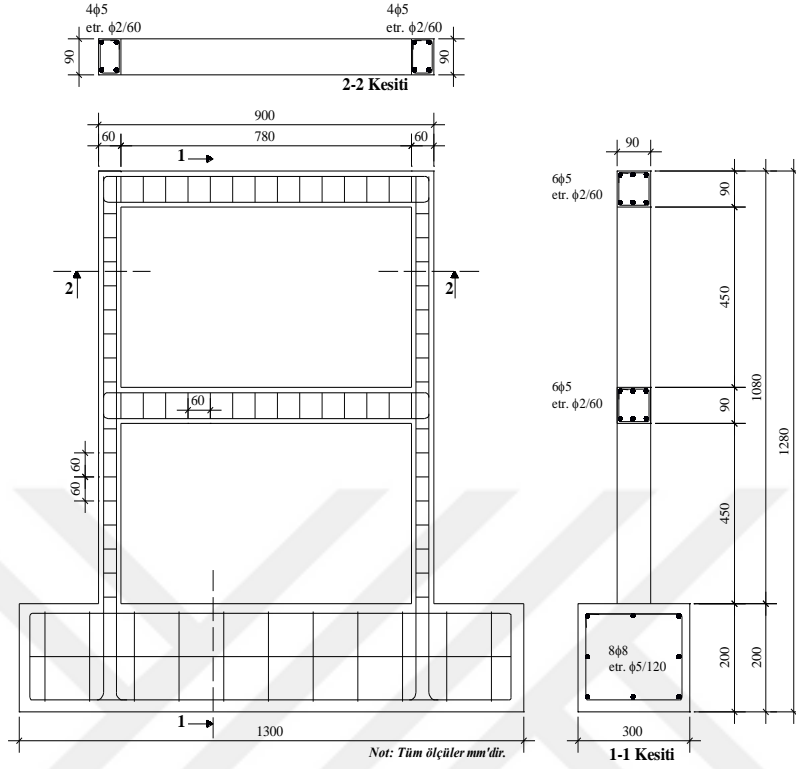
Çizelge 3. 1 Deney numuneleri ve deneysel değişkenler

Deney Numunesi	Dolgu Duvar			Çelik tel kafes		
	Kalınlık (mm)	Uzunluk (mm)	Yükseklik (mm)	En (mm)	Uzunluk (mm)	Çap (mm)
1	Dolgu duvarsız betonarme çerçeve	-	-	-	-	-
2	Gaz beton dolgu duvarlı	50	780	450	-	-
3	Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı	50	780	450	38	780
4	Yatay Delikli Tuğla dolgu duvarlı	50	780	450	-	-
5	Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş yatay delikli tuğla dolgu duvarlı	50	780	450	38	780

3.1.1. Deney numunelerinin detayları

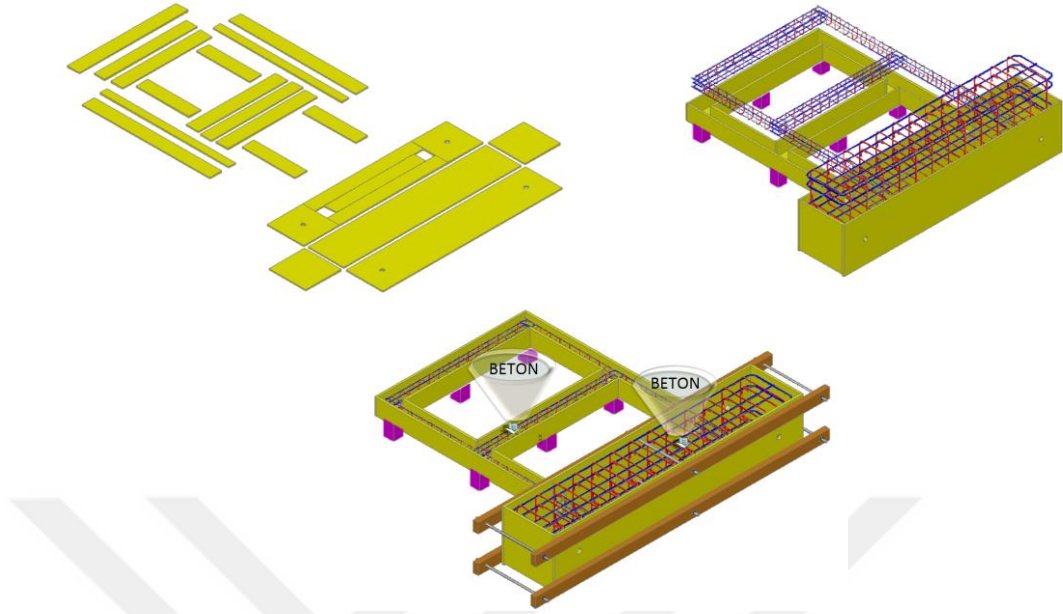
3.1.1.1. Dolgu duvarsız betonarme çerçeve

Çalışma kapsamında üretilen betonarme çerçevelerde kat yüksekliği 540 mm ve çerçeve açıklığı ise 900 mm'dir. Kuvvetli kiriş-zayıf kolon uygulaması için, kirişlerin boyutu 90x90 mm ve kolonların boyutları ise 60x90 mm olarak belirlenmiştir. Betonarme çerçeve 200x300x1300 mm boyutlarındaki betonarme temel kirişine mesnetlenmiştir. Çerçeve donatılarının üretiminde; kolon, kiriş etriyelerinde düz yüzeyle, diğer donatılarda ise nervürlü donatı kullanılmıştır. Çerçeve numunelerinin kirişlerinde açıklıkta altta 3Ø5 eğilme donatısı ve üstte 3Ø5 montaj donatısı kullanılmıştır. Kirişlerde pilye kullanılmamış, açıklıkta ve mesnette donatı oranı sabit tutulmuştur. Deney numunelerinin kolon ve kirişlerde, Ø2/60 mm aralıklarla enine donatı kullanılmıştır. Kolon ve kiriş etriyelerinin kancaları, uygulamadaki durum dikkate alınarak 90 derece olacak şekilde düzenlenmiştir. Betonarme çerçevelere ait donatı ve boyut detayları şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Betonarme çerçevelerin donatı ve boyut detayları

Betonarme çerçevelerin üretilmesinde ilk olarak, donatı detaylarına göre donatılar hazırlanacaktır. Daha sonra çerçeve detaylarında verilen kolon, kiriş ve temel boyutlarını sağlayacak şekilde 18 mm kalınlığındaki plywooddan kalıplar hazırlanacak ve bu kalıpların beton dökümü esnasında açılmaması için birbirlerine vidalarla bağlantıları yapılacaktır (Şekil 3.2.). Hazırlanan kalıplar içerine temel, kolon ve kiriş donatıları pas payı dikkate alınarak yerleştirilecektir. Daha sonra hazır beton (17 MPa) sırasıyla kalıplara dökülmüştür. Betonun kalıplara yerleştirilmesinde çelik şişler kullanılmıştır. Beton dökümü işleminden sonra mala yardımıyla beton yüzeyi düzeltilmiş ve numunelerin prizini alması için 7 gün bekletilerek daha sonra kalıplardan çıkartılmıştır.



Şekil 3.2. Betonarme çerçevelerin üretilmesinde kullanılacak kalıp sistemi

Betonarme çerçevelerin üretilme fotoğrafları Şekil 3.3’de verilmiştir.





Şekil 3.3. Betonarme fotoğrafların üretilme fotoğrafları

3.1.1.2 Gaz beton dolgu duvarlı numune

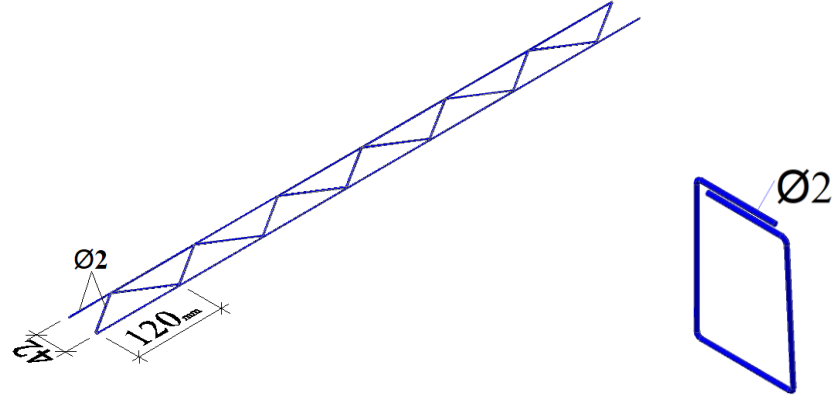
Çalışma kapsamında üretilen betonarme çerçevelerden 1 adedinin çerçeve açıklıklarına, gaz beton blokları ile dolgu duvarı örülecektir. Gaz beton duvar uygulamasında, numunelerin ölçeği dikkate alınarak 120x55x50 mm boyutunda kesilmiş gaz beton bloklar kullanılmıştır. Bloklarla duvar örme işleminde, gaz beton duvar örgü tutkalı kullanılmıştır. Duvar örülürken derzlerin üst üste gelmemesine dikkat edilmiştir. Duvar örme işlemleri tamamlandıktan sonra numunenin duvarlarına yaklaşık 2 mm kalınlığında alçı sıva yapılmıştır.



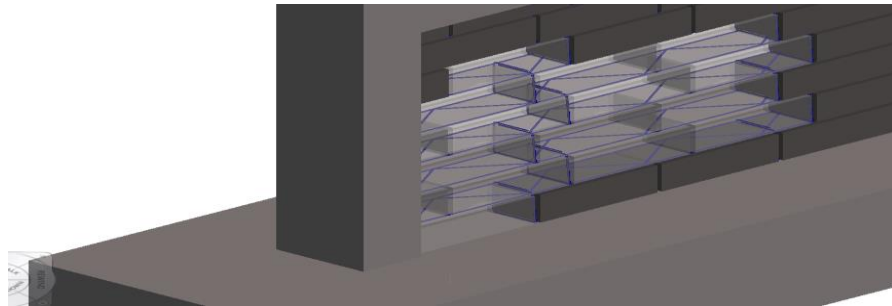
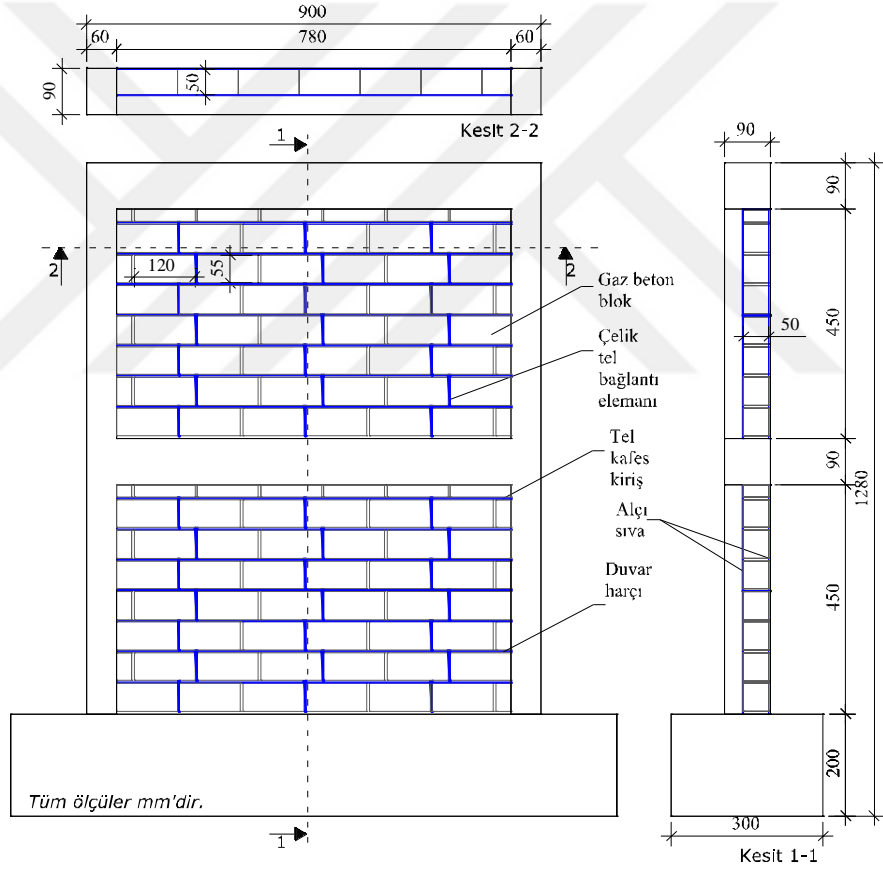
Şekil 3.4. Gazbeton dolgu duvarlı numunenin üretim fotoğrafları

3.1.1.3. Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı numune

Son yıllarda yapıların enerji verimliliği göz önünde bulundurularak, dış duvar uygulamalarında gaz beton duvar sistemlerinin tercihi yaygınlaşmıştır. Çalışma kapsamında üretilen betonarme çerçevelerden iki adedinin çerçeve açıklıklarına, gaz beton blokları ile dolgu duvarı örülmüştür. Numunenin bir adedinin duvarı örülürken; duvar yatay derz aralarına, paslanmaz çelik telden üretilen kafes elemanı yerleştirilmiştir. Duvarın yatay derzlerinde kullanılan bu çelik tel kafeslerin birbirleri ile bağlantısını sağlamak için gaz beton blokların düşey derzleri arasına yine çelik telden üretilmiş bağlantı elemanları kullanılmıştır. Çelik tel kafes çerçevelerin ilk katında temele U şeklindeki demirlerle temele monte edilmiştir. İlk olarak temel üst yüzeyi çelik tel kafesin bağlantı noktalarına göre matkap ile delinmiştir. Daha sonra delinen delikler temizlenip deliklerin içine epoksi sıkılarak çelik tel kafes daha önceden yapılmış U demirlerle yerleştirilmiştir. U demirlerin açılan deliklere monte edilen kısmı 40 mm dir. Kirişlerde de duvarın üst kısmına gelen yerlerde de aynı yöntem ile çelik tel kafes yerleştirilmiştir. Kolonlarda ise kolonların iç taraflarına gazbetonun yüksekliğine göre delikler açılmıştır. Daha sonra açılan delikler temizlenerek çelik tel kafesi kolonlara monte etmek için epoksi ile 5 mm çapında 150 mm uzunluğundaki Ø5 donatılar yerleştirilmiştir. Ø5'lik donatılar deliklere 40 mm uzunluğunda monte edilecektir. Bu sayede çelik tel kafes alttan temele üstten kirişe kenarlardan da kolona monte edilmiştir. Çelik tel kafes ve düşey derzlerde kullanılacak çelik bağlantı elemanlarının detayları Şekil 3.5.'de verilmiştir. Numunelerin gaz beton duvar uygulamasında, numunelerin ölçüğü dikkate alınarak 120x55x50 mm boyutunda kesilmiş gaz beton bloklar kullanılmıştır. Bloklarla duvar örme işleminde, gaz beton duvar örgü tutkalı kullanılmıştır. Duvar örme işlemleri tamamlandıktan sonra numunenin duvarlarına yaklaşık 2 mm kalınlığında alçı sıva yapılmıştır. Gaz beton duvar uygulamalı numunelere ait detaylar Şekil 3,6.'da verilmiştir.

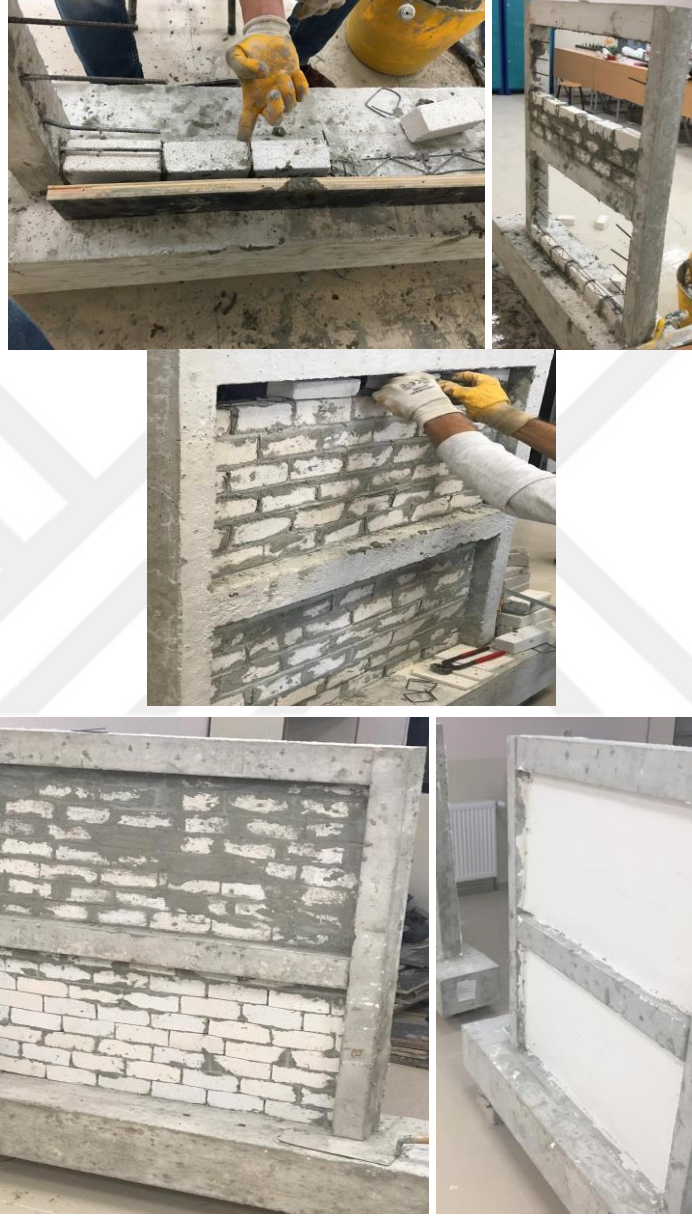


Şekil 3.5. Çelik tel kafes ve düşey derzlerde kullanılacak bağlantı elemanı



Şekil 3.6. Gaz beton blok dolgu duvarlı numunelerin detayları

Çelik tel kafes ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı numunelerin üretim fotoğrafları şekil 3.7.' de verilmiştir.

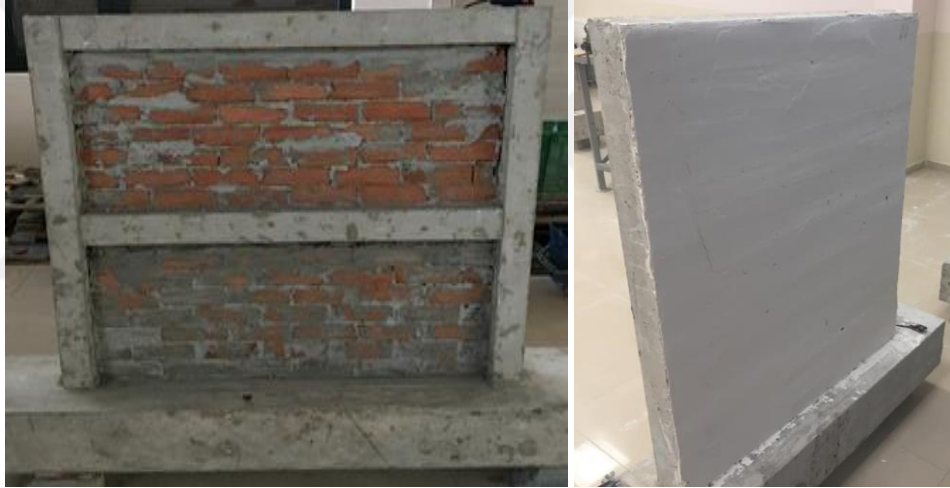


Şekil 3.7. Çelik tel kafes ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı numunelerin üretim fotoğrafları

3.1.1.4 Yatay delikli tuğla dolgu duvarlı numune

Çalışma kapsamında üretilen betonarme çerçevelerden 1 adedinin çerçeve açıklıklarına, yatay delikli tuğla ile dolgu duvarı örölmüştür. Yatay delikli tuğla duvar uygulamasında, numunelerin ölçeği dikkate alınarak 120x55x50 mm boyutunda kesilmiş yatay delikli tuğlalar kullanılacaktır. Duvarın örme işleminde, gaz beton duvar örgü tutkalı kullanılmıştır. Duvar örölürken derzlerin üst üste gelmemesine dikkat edilmiştir. Duvar örme işlemleri tamamlandıktan sonra numunenin duvarlarına yaklaşık 2 mm kalınlığında alçı sıva yapılmıştır.

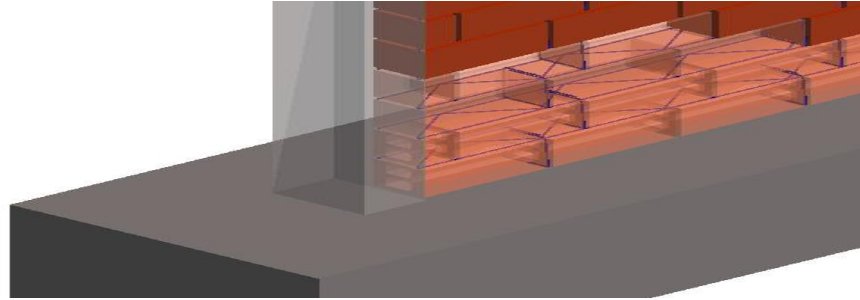
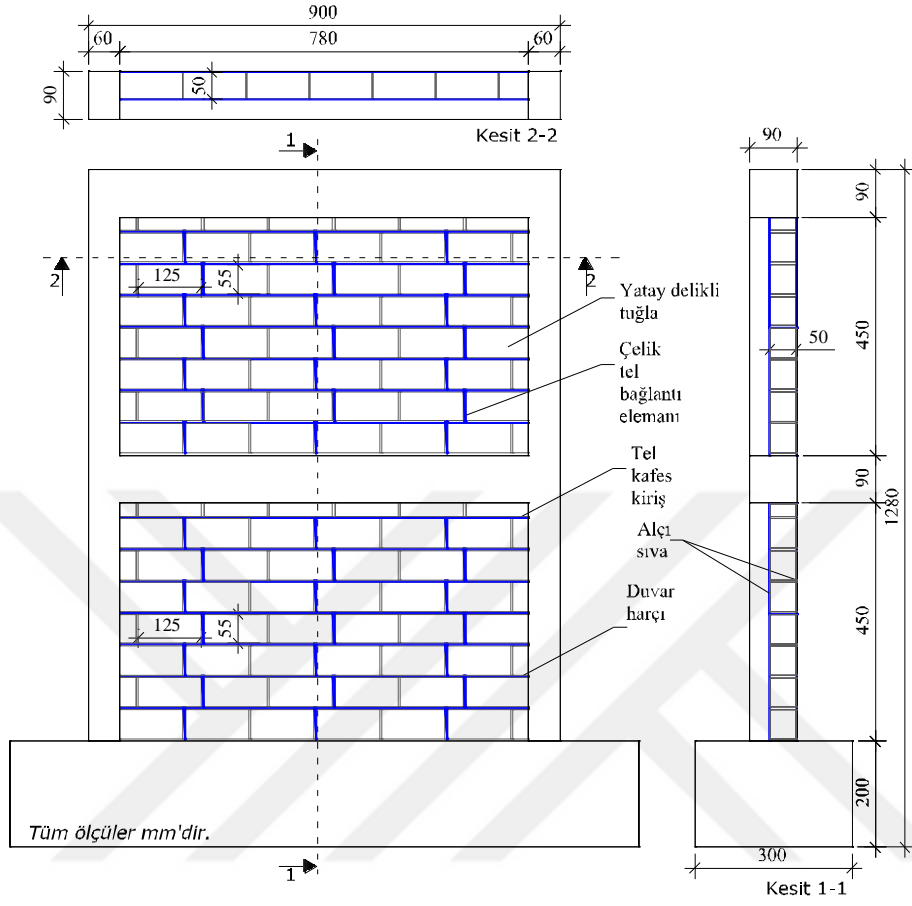
Yatay delikli tuğla dolgu duvarlı numunelerin üretim fotoğrafları Şekil 3.8.'de verilmiştir.



Şekil 3.8. Yatay delikli tuğla dolgu duvarlı numunenin üretim fotoğrafları

3.1.1.5. Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş yatay delikli tuğla dolgu duvarlı numune

Çalışma kapsamında üretilen betonarme çerçevelerden iki adedinin çerçeve açıklıklarına, yatay delikli tuğla ile dolgu duvarı örülmüştür. Numunenin bir adedinin duvarı örülürken; duvar yatay derz aralarına, paslanmaz çelik telden üretilen kafes elemanı yerleştirilmiştir. Duvarın yatay derzlerinde kullanılan bu çelik tel kafeslerin birbirleri ile bağlantısını sağlamak için yatay delikli tuğla blokların düşey derzleri arasına yine çelik telden üretilmiş bağlantı elemanları kullanılmıştır. Çelik tel kafes çerçevelerin ilk katında temele U şeklindeki Ø2'lik çelik tellerle temele monte edilmiştir. İlk olarak temel üst yüzeyi çelik tel kafesin bağlantı noktalarına göre matkap ile delinmiştir. Daha sonra delinen delikler temizlenip deliklerin içine epoksi sıkılarak çelik tel kafes daha önceden yapılmış U şeklindeki çelik teller yerleştirilmiştir. U şeklindeki çelik tellerin açılan deliklere monte edilen kısmı 40 mm dir. Kirişlerde duvarın üst kısmına gelen yerlerde aynı yöntem ile çelik tel kafes yerleştirilmiştir. Kolonlarda ise kolonların iç taraflarına yatay delikli tuğlanın yüksekliğine göre delikler açılmıştır. Daha sonra açılan delikler temizlenerek çelik tel kafesi kolonlara monte etmek için epoksi ile 5 mm çapında 150 mm uzunluğundaki donatılar yerleştirilmiştir. Donatılar deliklere 40 mm uzunluğunda monte edilmiştir. Bu sayede çelik tel kafes alttan temele üstten kirişe kenarlardan da kolona monte edilmiştir. Numunelerin yatay delikli tuğla duvar uygulamasında, numunelerin ölçüğü dikkate alınarak 125x55x50 mm boyutunda kesilmiş yatay delikli tuğlalar kullanılmıştır. Duvarın örme işleminde, gaz beton duvar örgü tutkalı kullanılmıştır. Duvar örme işlemleri tamamlandıktan sonra numunenin duvarlarına yaklaşık 2 mm kalınlığında alçı sıva yapılmıştır. Yatay delikli tuğla dolgu duvarlı numunelere ait detaylar şekil 3.9.'da ve üretim aşamasına ait fotoğraflar şekil 3.10.'da verilmiştir.



Şekil 3.9. Yatay delikli tuğla duvarlı numunelerin detayları



Şekil 3.10. Çelik tel kafes ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı numunenin üretim fotoğrafları

3.1.1.2. Betonarme çerçevelerin malzeme özellikleri

3.1.1.3. Beton

Hazırlanan betonarme çerçevelerin üretiminde yaklaşık 17 MPa'lık beton kullanılmıştır. Bu değer DBYBHY 2007'de [3] yer alan minimum beton basınç dayanımı 20 MPa'dan ve TBDY 2018'de [4] yer alan minimum beton basınç dayanımı 25 MPa'dan da düşüktür. Bu beton dayanımı, yapılan çalışmanın amacına uygun olmaktadır. Beton santralinden sipariş edilen beton mikserler vasıtasıyla hazırlanan kalıplara dökülmüştür. Beton dökümü numuneler yatay konumdayken aynı anda, aynı mikserden alınıp dökülmüştür. Şekil 3.11'de çerçevelerde kullanılan betonun basınç dayanımının belirlenmesi gösterilmekte ve bu değerler Çizelge 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.11. Beton basınç dayanımlarının belirlenmesi

Çizelge 3. 2. Çerçeveslerin üretiminde kullanılan betonun ortalama basınç dayanımı

Numune Numarası	Silindir Basınç Dayanımı $f_{ck\ 28.gün}$ (MPa)	Ortalama Dayanım (MPa)
1	19.20	17.10
2	17.27	
3	14.84	

3.1.2.2. Donatı

Ülkemizde deprem davranışı zayıf, sünek olmayan yapılardaki donatılar genellikle nervürsüz donatılardır. Deney elemanlarında nervürsüz donatı kullanılması düşünülmüşse de piyasadan nervürsüz donatı temin edilemediği için, kolon, kiriş ve donatıları nervürlü olarak temin edilmiştir. Kolon ve kirişlerde enine donatılar düz olarak temin edilebilmiş ve deney elemanlarında etriye olarak kullanılmışlardır.

Kullanılan bu donatılar Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Kemal Akman Meslek Yüksekokulu Laboratuvarında çelik çekme cihazında test edilmiştir. Kullanılan donatının karakteristik değerlerinin belirlenebilmesi amacıyla 3'er adet 400 mm uzunluğunda numuneler alınarak test edilmiştir. Donatıların test edilme aşamasındaki görünümü Şekil 3.12.'de, donatı çubuklarının test sonuçları ise Çizelge 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.12. Donatı çeliği çekme deneyi

Çizelge 3. 3. Donatı çubuklarının test sonuçları

Donatı çapı (mm)	Akma dayanımı f_y (MPa)		Maksimum çekme dayanımı f_{su} (MPa)		Donatı türü ve kullanıldığı yerler
	Ölçülen	Ortalama	Ölçülen	Ortalama	
$\phi 5$	639	639	810	809	S420, Kolon ve kiriş boyuna donatıları, Temel boyuna ve enine donatıları
	641		811		
	637		808		
$\phi 10$	394	394	644	643	S420, Temel boyuna donatıları
	396		645		
	391		640		
$\phi 2$	980	981	1241	1242	Kolon ve kiriş enine donatıları
	984		1245		
	979		1240		

3.1.2.3. Gazbeton ve tuğla yapıştırma harcının dayanımı

Gazbeton ve tuğla için kullanılan yapıştırma harçları silindir numunelere konularak test edilmiştir. Bu numunelerin dayanımları Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Kemal Akman Meslek Yüksekokulu Laboratuvarında test edilmiştir. Test edilen numunelerin dayanım sonuçları Çizelge 3.4. ve Çizelge 3.5.'de verilmiştir.

Çizelge 3. 4. Gazbeton yapıştırma harcının ortalama basınç dayanımı

Numune Numarası	Silindir Basınç Dayanımı $f_{ck\ 28.gün}$ (MPa)	Ortalama Dayanım (MPa)
1	9,72	9,18
2	8,65	

Çizelge 3. 5. Tuğla yapıştırma harcının ortalama basınç dayanımı

Numune Numarası	Silindir Basınç Dayanımı $f_{ck\ 28.gün}$ (MPa)	Ortalama Dayanım (MPa)
1	7,13	8,30
2	9,48	

3.1.3 Deneý düzeneđi ve ölçüm tekniđi

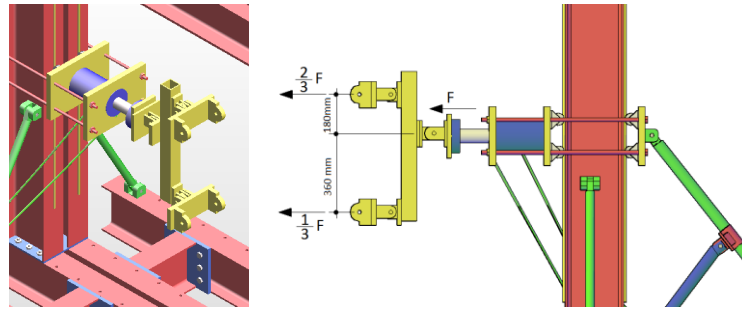
Çalışma kapsamında üretilen 1/5 ölçekli 5 numunenin tersinir-tekrarlanır yük altında testi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eređli Kemal Akman Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölümü laboratuvarında bulunan yükleme düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Deneý numunelerine yatay yükleme, hidrolik kriko yardımıyla itme veya çekme olarak uygulanmıştır. Deneýlerde yatay yük ölçümleri yük ölçerler ile çerçeve sistemindeki yer değiştirmeler LVDT'ler kullanılarak yapılmıştır. Deneýler esnasında ölçüm aletlerden okunan değerler, bilgisayara veri toplama sistemi vasıtasıyla aktarılabilecek ve kayıt altına alınmıştır.

3.1.3.1 Yükleme düzeneği

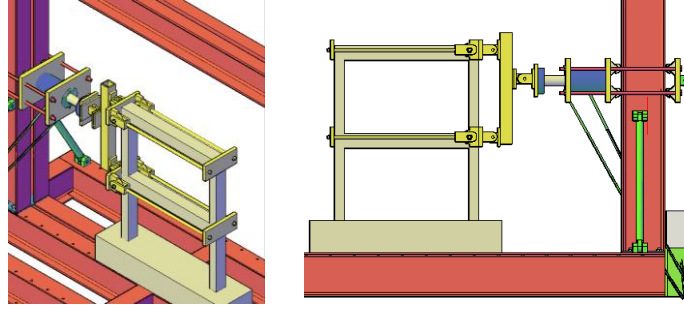
Deneýlerde numunelerin yatay yüklenmesinde 200 kN itme-çekme kapasiteli bir hidrolik kriko kullanılmıştır. Yükleme el ile kumandalı hidrolik pompa ile gerçekleştirilmiştir. Deneýlerde hidrolik krikodan yapılan yüklemenin ölçölüp, yük verilerinin bilgisayar ortamına aktarılmasında itme ve çekmede kapasitesi 200 kN olan yük hücresi (loadcell) kullanılacaktır. Yükleme düzeneğinde yatay yükleme yapacak olan hidrolik krikonun ucundaki yük hücresine vidalarla bir çelik levha bağlanmış ve yüklemeler esnasında numunelerin alt ve üst katların da oluşabilecek farklı deplasmanlarda sistemin rahat hareket edebilmesi için bu levhanın ucu mafsallı bir sistem ile teşkil edilmiştir. Bu mafsal, 80x80 mm kesitinde 700 mm boyunda yük dağıtma aparatına kaynaklanmıştır. Yük dağıtma aparatı ile mafsalın bu birleşimi, hidrolik krikodan gelen toplam yatay yükün, 2/3'ü üst kat kirişi ve 1/3'üde alt kat kirişi hizasından deneý numunelerine aktarabilecek şekilde dizayn edilmiştir. Düzenekte yük dağıtma aparatından, numunelere yük aktarımı alt ve üst kirişler hizasından iki tane mafsallı çelik levhayla sağlanmaktadır (şekil 3.13). Bu mafsalı levhalara, çekme çevrimlerinde numuneye yük aktarımını sağlayacak iki çelik levha, betonarme çerçevenin diğer yüzeyinde ve kirişlerin hizasında olacak şekilde bağlanmışdır. Bu bağlantı, kiriş eksenine paralel şekilde yerleştirilen ve bir ucu mafsallı olarak teşkil edilmiş olan gerji milleri ile gerçekleştirilmiştir (şekil 3.14).

Deneyleerde; numunelerin üst kat kirişine yerleştirilen çelik bir dağıtma kirişi vasıtasıyla kolon üst noktalarından her bir kolona eşit yük gelecek şekilde, eksenel yük uygulanacaktır. DBYBHY 2007'ye göre kiriş olarak boyutlandırılıp donatılacak taşıyıcı sistem elemanlarının, tasarım eksenel basınç kuvvetinin “ $N_d \leq 0.1 \times A_c \times f_{ck}$ ” koşulunu sağlaması zorunludur [3]. Aksi durumda, bu elemanlar DBYBHY 2007'ye göre kolon olarak boyutlandırılıp donatılmalıdır. Bu sebeple kolonlarda eksenel yük düzeyi en az “ $N_d \leq 0.1 \times A_c \times f_{ck}$ ” kadar olmalıdır [3]. Bu çalışma kapsamında da deneyleri yapılacak numunelerin kolonlarına, taşıma kapasitelerinin yaklaşık %20'si kadar eksenel yük uygulanması düşünülmüştür. Numunelere eksenel yükleme, bir adet hidrolik kriko yardımıyla yapılacaktır. Hidrolik krikodaki yükleri okumak için bir adet 5 kN kapasiteli yük hücresi kullanılacaktır. Numunelerin test edilmesi esnasında artan yatay deplasmanlar altında uygulanan eksenel yükün artmaması için eksenel yük sisteminin, numune üst kirişi ile birlikte hareket etmesi gerekmektedir.

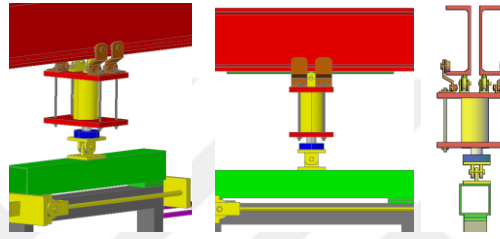
Bu sebeple eksenel yükleme sisteminin, yükleme düzeneği çerçevesinin üst kiriş bağlantı detayında tekerlekli sistem kullanılacaktır (Şekil 3.15). Deneyleerde yatay yükleme etkisine karşı, temel hareketinin engellenmesi gerekmektedir. Bu nedenle numuneler; yükleme düzeneği çerçevesinin alt kirişinde bulunan deliklere Şekil 3.16'daki gibi sabitlenecektir. Dolgu duvarsız betonarme çerçevenin, yükleme düzeneğine yerleştirilmiş hali, yükleme düzeneğinin şematik görüntüsü ise Şekil 3.17'de verilmiştir.



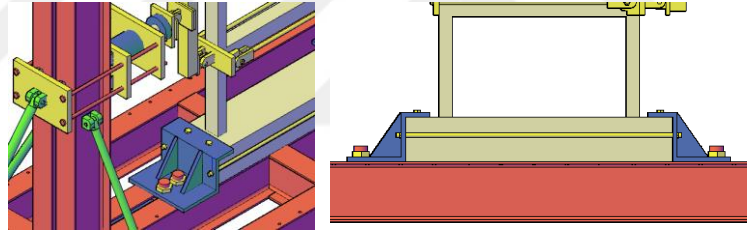
Şekil 3.13. Yük dağıtma aparatı ve mafsallı yük aktarma levhaları



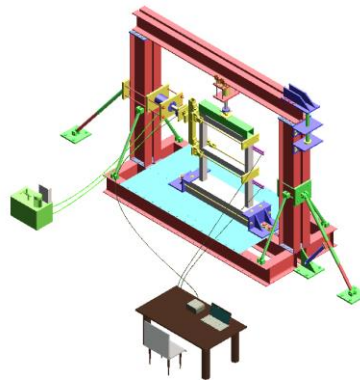
Şekil 3.14. Çekme çevrimlerinde yük aktarımı sağlayan levha ve mafsallı gergi milleri



Şekil 3.15. Aksenal (düşey) yükleme sistemi



Şekil 3.16. Numune temelini yükleme düzeneği alt kirişine sabitlenmesi



Şekil 3.17. Numunelerin test edileceği yükleme düzeneği

3.1.4 Ölçüm tekniği

Deneyleerde; yük ölçümleri 3 adet yük hücresi (loadcell), çerçeve sistemindeki yer değiştirmeler 4 adet LVDT (Lineer variable differential transformer) kullanılarak yapılmıştır. Bu aletlerden okunan değerler, TDG marka veri toplama (data logger) sistemi vasıtasıyla bilgisayara aktarılmış ve csv formatında kayıt altına alınmıştır (şekil 3.18.).



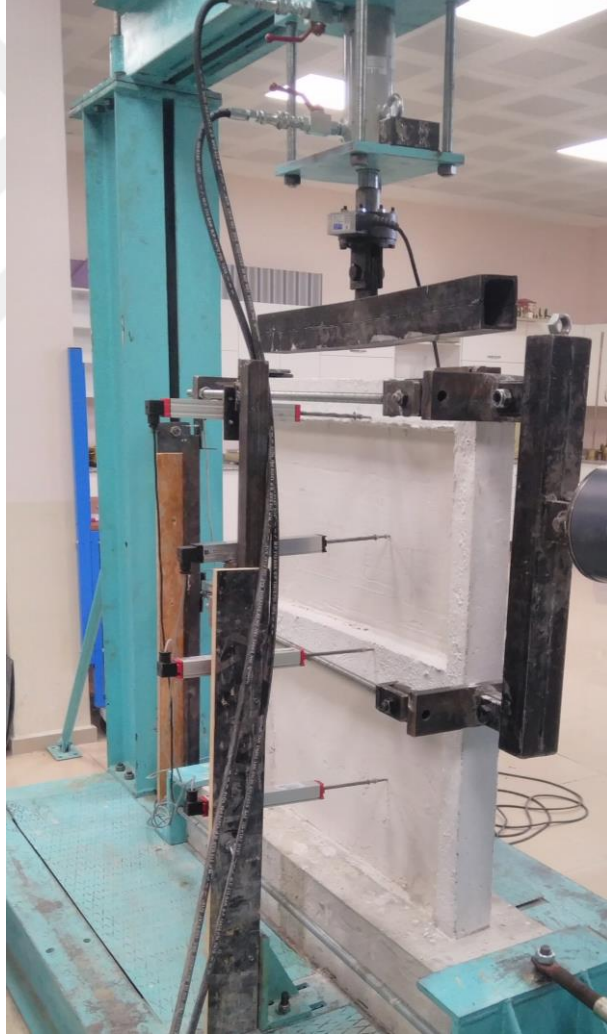
şekil 3.18. Deneyleerde kullanılan veri toplama sistemi

Deneyleerde; yatay yüklemeye için 1 adet, eksenel yüklemeye için 1 adet 200 kN ve 50 kN kapasiteli yük hücresi kullanılmıştır. Yük hücrelerinin çıkış uçları data logger kutusuna bağlanmış ve yük okuma değerleri bilgisayar ortamına aktarılmıştır.şekil 3.19'da sistemde yük hücrelerinin bulunduğu yerler gösterilmıştir.



Şekil 3.19. Deneyleerde kullanılan yük hücrelerinin sistemdeki yerleri

Deneyleerde kullanılan LVDT'lerden alınan deplasman ölçümleri data toplayıcı aracılığıyla bilgisayara aktarılıp, bilgisayarda kullanılan yazılımla kaydedilmiştir. Deplasman ölçümleri için 4 adet LVDT kalibre edilmiştir. Her bir kata ikişer adet olmak üzere toplam 4 adet LVDT kat kirişi hizasından yerleştirilmiştir. Diğer LVDT ise temel hareketlerini ölçmek amacıyla temele yerleştirilmiştir. LVDT'lerin numuneye temas noktalarında, pürüzsüz yüzey oluşturmak amacıyla cam levhalar kullanılmıştır. LVDT'ler ile 0.001 mm hassasiyetinde okumalar yapmak mümkün olabilmektedir. Deneyleerde üst kata bağlanan LVDT'ler 300 mm, orta kata bağlanan LVDT'ler 200 mm, temele bağlanan LVDT ise 150 mm'lik bir okuma yapabilmektedir. LVDT'ler tüm deneyleerde sağlıklı karşılaştırma yapılabilmek için aynı yükseklikte ve kat kirişi hizasının bir miktar altına gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Bunun sebebi numuneye çekme kuvveti uygulanması için kullanılan çelik levhaların kat kirişi hizasında bulunmasıdır. Deneyleerde kullanılan LVDT'lerin, numunelere yerleşim düzeni şekil 3.20'de verilmiştir.



Şekil 3.20. Deneyler için LVDT'lerin numunelere yerleşim düzeni

3.1. Ölçümlerin değerlendirilmesi

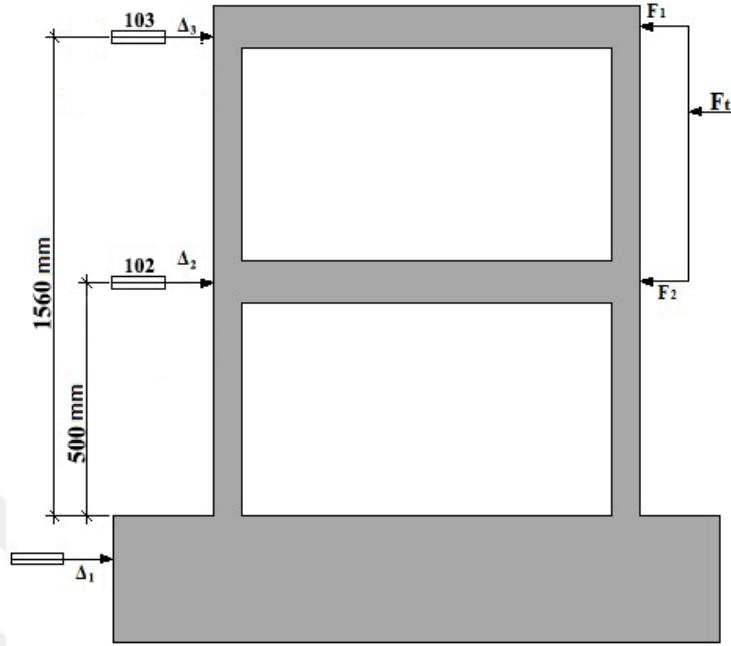
Deneylein bilimsel bir değeri kazanması için gerekli sayısal veriler, toplam 4 adet LVDT'den ve 2 adet yük hücrelerinden gelmektedir. Deneyleir sırasında LVTD'ler ve yük hücrelerinden ölçülen değeriiler, veri toplama sistemi yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılarak kaydedilmiş ve bu değeriiler ile her bir numunenin davranış özellikleri açıklanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla her bir deney numunesi için hazırlanan grafiklerin nasıl oluşturulduğu sırasıyla açıklanmıştır;

a) Yük geçmişı tablolariinin yapılması (yatay yüke ve tepe deplasmanına göre)

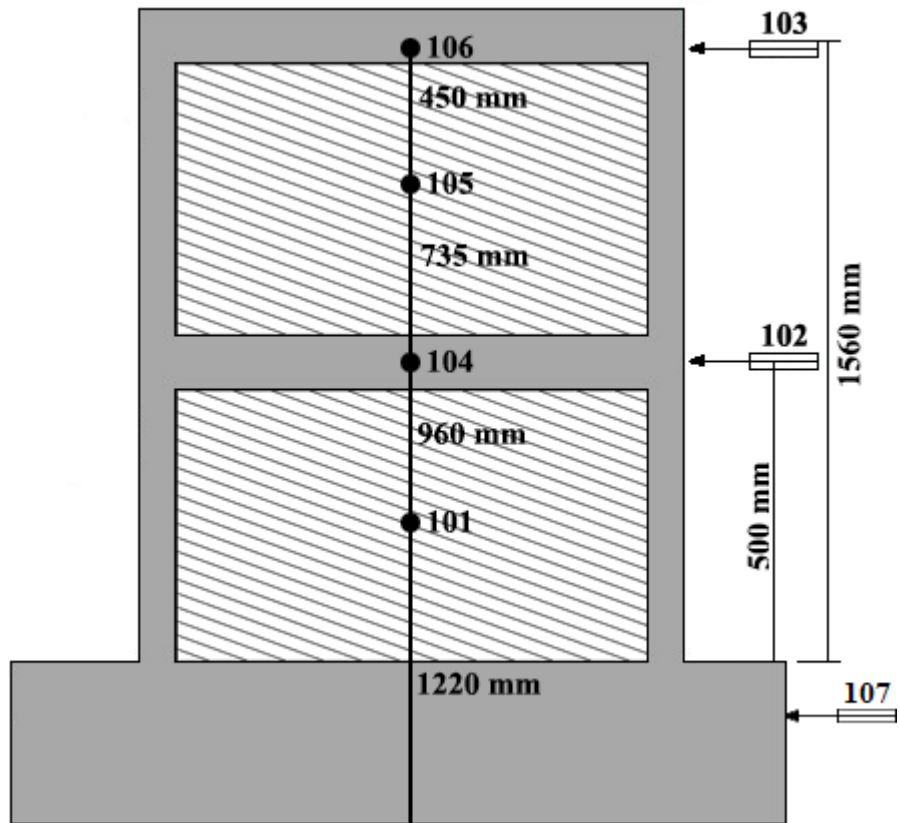
Deneyleir sırasında numunelere uygulanan itme ve çekme çevrimlerinde, maksimum yük değeriiler ile tepe deplasman değeriiler belirlenerek, yük geçmişı grafikleri oluşturulmuştur. Her bir numune için yatay yüke ve tepe deplasmanına göre hazırlanan bu yük geçmişı grafikleri deney sonuçları kısmında grafiksel olarak verilmiştir. Yük geçmişleri akma sınırına kadar yük kontrollü, akmadan sonra ise deplasman kontrollü olarak iki adet düzenlenmiştir (Şekil 3.21.).

b) Maksimum taban kesme kuvveti 2. kat ötelenmesi çevrimsel histeresis eğrii ve zarf eğrii

Maksimum taban kesme grafiklerinin oluşturulmasında, deneyleir sırasında yük hücrelerinden ve LVDT'lerden bilgisayar ortamına aktarılan verilerden faydalanılmıştır. Üst kat deplasmanı Δ_3 , alt kat deplasmanı Δ_2 temel deplasmanı Δ_1 olarak isimlendirilmiştir (Şekil 3.21). Yük dağıtma aparatına hidrolik krikodan gelen toplam yatay yük (F_t), yük dağıtma aparatından üst kata aktarılan yük (F_1) ve alt kata aktarılan yük (F_2) olarak isimlendirilmiştir. LVDT'lerin isimlendirilmesi ve LVDT'lerin kat hizalarında olmaması Şekil 3.22'da görüldüğü gibidir.



Şekil 3.21. Numunelere uygulanan yatay yüklerin ve deplasman ölçümlerinin isimlendirilmesi



Şekil 3.22. Numunelere uygulanan yatay yüklerin ve deplasman ölçümlerinin isimlendirilmesi

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde, çalışmada yer alan deney numunelerinin, tersinir tekrarlanır yükler altında nasıl test edildiği ayrı ayrı anlatılmıştır. Deney numuneleri farklı dayanımlarda ve özelliklerde olduğu için özdeş bir yükleme programı uygulanamamıştır. Deneysel çalışmalarda yüklemeye önce yük kontrollü olarak başlanmış ve nominal akma sınırına kadar devam edilmiştir. Çerçeveye daha fazla yükleme yapılamaması durumuna kadar (yük-deplasman eğrisi yatay konuma geldiğine kadar) yüklemeye devam edilmiştir. Nominal akma sınırından sonra deneyler, deplasman kontrollü olarak deney elemanlarında büyük hasarlar meydana gelene kadar devam edilmiştir. Sistem nominal akma sınırına ulaştıktan sonra güçlendirilmiş elemanlarda yaklaşık 5 mm, boş çerçevede ise 10 mm deplasman artışları ile deneye devam edilmiştir. Deney numunelerinde uygulanan yük geçmişleri, deneylerin anlatıldığı kısımlarda tablo olarak ayrı ayrı verilmiştir.

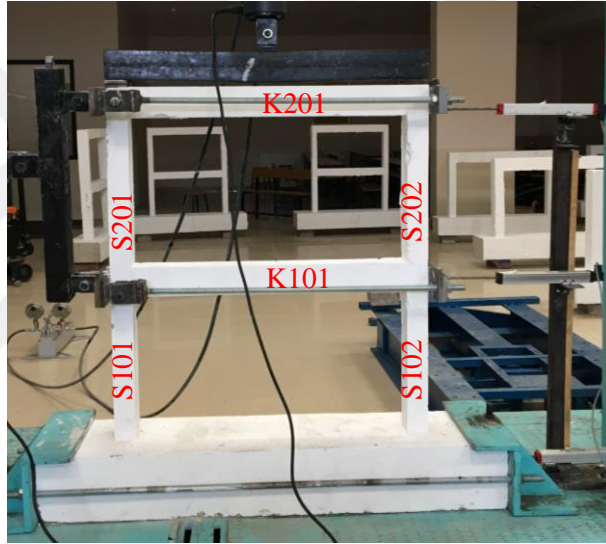
Bütün deney numuneleri için, her pozitif ve negatif çevrim için ölçülen yatay yük-tepe deplasman değerleri ile numunede meydana gelen çatlak ve hasarlar fotoğrafları verilerek anlatılmıştır. Ayrıca deney sonrasında, numunelerde oluşan bu hasarlar ve çatlaklar fotoğraflanmış ve şematik olarak bilgisayar ortamında çizilmiş ve deneylerin anlatımından sonra ayrı ayrı verilmiştir. Deney sonuçlarının daha iyi anlaşılması ve sonuçların birbirleri ile karşılaştırılabilmesi için her numune için aşağıdaki tablo ve grafikler oluşturulmuştur;

- a) Yük geçmişi tablosunun oluşturulması
- b) Maksimum taban kesme kuvveti-2. kat ötelenmesi çevrimsel histeresis eğrisi ve zarf eğrisi,
- c) Maksimum taban kesme kuvveti-1. kat ötelenmesi çevrimsel histeresis eğrisi ve zarf eğrisi

4.1. Deneý Sonuçları

4.1.1. Dolgu duvarsız B/A numune (RS)

Çalıřma kapsamında ilk olarak dolgu duvarsız B/A numune (Reference Specimen) test edilmiřtir. Referans çerçevenin, deneý düzeneđine yerleřtirilmiř durumu Őekil 4.1’de verilmiřtir. Referans numune olarak kabul edilen bu numuneye deneýde uygulanan yük geçmiř tablosu, yatay yüke ve tepe deplasmanına göre izelge 4.1.’de verilmiřtir. Deneý numunesine itmede ve çekmede 7 adet yk çevrimi uygulanmıřtır.



Őekil 4.1. Deneý Numunesi 1’in deneý öncesi görünümü

Çizelge 4. 1. RS numuneye toplam yatay yüke ve üst kat deplasmanına göre yük geçmişi

Çevrim No	Tepe Deplasmanı(mm)	Maksimum yatay yük(kN)
0	0	0,0
1	3,39	2,57
2	-2,03	-2,58
3	9,62	4,95
4	-6,15	-5,05
5	29,71	7,24
6	-14,52	-7,43
7	33,69	6,49
8	-28,13	-9,97
9	40,09	6,19
10	-45,11	-10,57
11	44,68	5,84
12	-50,05	-9,42
13	49,12	5,65
14	-56,72	-8,88

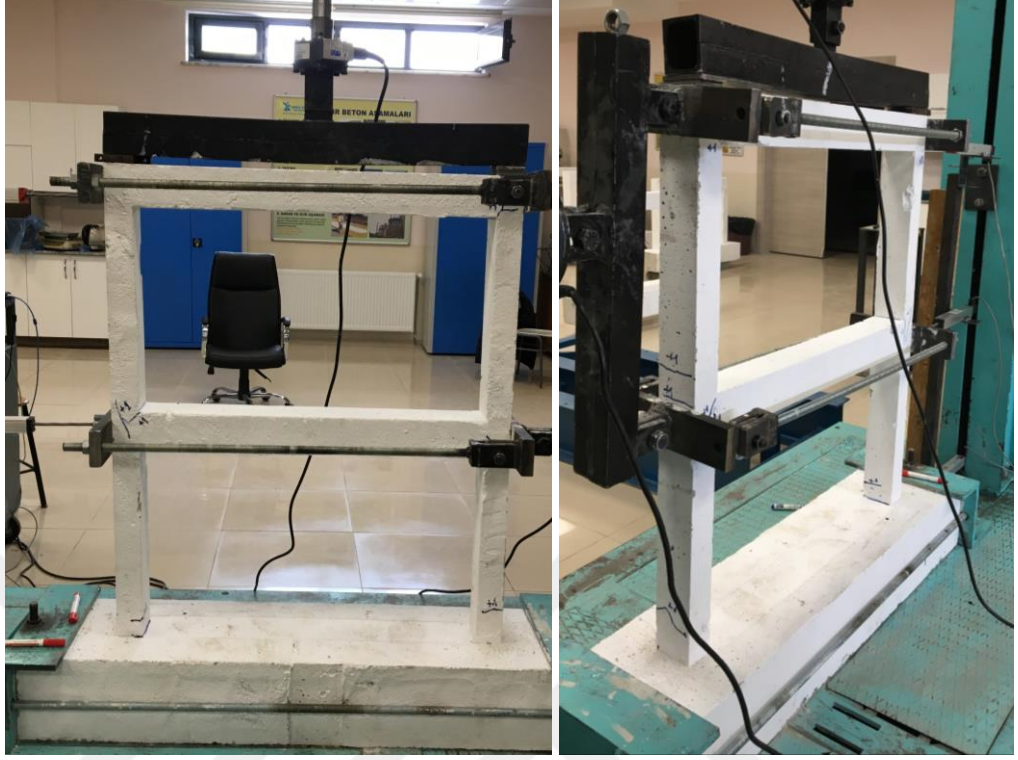
Çizelge 4.1.'de de görüldüğü gibi yükleme geçmişi çerçeveye uygulanan toplam yatay yük ve tepe deplasmanına göre ayrı ayrı verilmiştir. Yapılan deneyde yük kontrollü yüklemenin sonunda deplasman kontrollü yükleme ile devam edilmiştir. ± 2 kN olacak şekilde yükleme kontrolüyle başlayan deney, daha sonra ± 5 kN ve ± 7 kN olacak şekilde devam edilmiştir. Deplasman kontrollü yüklemede ise ± 5 mm deplasman artışları ile deney sonlanmıştır. 5. çevrimde yük maksimum düzeye ulaşmış ve bu çevrimden sonra yükte azalma meydana gelmeye başlamıştır. Deney 14. çevrimde büyük hasarlar meydana geldiği için sonlandırılmıştır. Deney numunesi ileri pozitif çevrimlerde maksimum 7.24 kN yatay yüke ulaşırken geri negatif çevrimlerde maksimum -10.57 kN yatay yüke dayanmıştır.

Deney numunesine eksenel yük olarak toplam 22 kN yük verilmiştir. Bu her bir kolon için 11 kN eksenel yük demektir. Yaklaşık 17 MPa'lık ortalama basınç dayanımı ve kolonlar 90x60 mm boyutlarında olduğu için kolonlara taşıma kapasitelerinin yaklaşık %20 si kadar eksenel yük uygulanmıştır.

Deney sırasında kayıt edilen ve numune üzerinde işaretlenen çatlakların çevrimlere göre dağılımı çizelgelerde özetlenmiştir. Çatlakların işaretlenmesinde itme çevrimlerde mavi renk ve negatif çevrimlerde kırmızı renk kullanılmıştır.

Çizelge 4. 2. Deney numunesi 1’de, yük çevrimlerine göre çatlakların dağılımı ve hasar oluşumu

Çevrim No	Maksimum Yatay Yük (kN)	Maksimum Tepe Deplasmanı (mm)	Numunede Gözlemlenen Çatlak ve Hasar oluşumu
+1 (itme)	2.57	3.39	Deneyin ilk 2 çevriminde herhangi bir çatlak oluşumu gözlemlenmemiştir. Bu çevrimler akma sınırının altında elastik çevrimler olarak uygulanmış ve numunenin elastik özelliklerini görmek için değerlendirilmiştir.
-1 (çekme)	-2.58	-2.03	
+2	4.95	9.62	+2 çevriminde S101, S102, S201, S202 kolonlarında +1 çatlağı oluşmuştur. S102 kolonunun iç kısmında çatlak oluşmuştur. Bu çatlaklar kolon giriş birleşim yerlerinde oluşmuştur. S101 ve S102 kolonlarında temel birleşim yerlerinde çatlaklar oluşmuştur. S201 ve S202 kolonlarında ise kolon giriş birleşimlerinde eğilme çatlakları oluşmuştur.
-2	-5.05	-6.15	
+3	V_{max}= 7.24 0.75V_{max}= 5.43 (nominal akma)	29.71	-2 çevriminde -1 çatlağı kolon giriş birleşimlerinde çatlaklar devam etmiştir.
-3	-7.43	-14.52	+3 çevrimde kolon dış yüzeylerinde, temel kolon birleşim yerlerinde +2 çatlağı oluşmuştur. Deney numunesi itme yönünde (V _{max} =7,24 kN) maksimum yatay yük taşıma kapasitesine ulaşmıştır.
+4	6.49	33.69	-3 çevriminde -2 çatlağı oluşmuştur.-2 çatlağında S101, S102, S201 kolonlarda çatlaklar oluşmuştur.
-4	-9.97 0.75V_{max}= -7.92 (nominal akma)	-28.13	+4 çevriminde S101, S102, S201, S202 kolonlarında +3 çatlağı oluşmuştur. +3 çatlağı S102 kolonunun iç kısmında oluşmuştur. Bu çatlaklar kolonun dış kısımlarında ve kolon giriş birleşimlerinde oluşmuştur.
+5	6.19	40.09	-4 çevriminde K101 girişinde ve S101 ile K101 kolon giriş birleşimlerinde -3 çatlağı oluşmuştur.
-5	V_{max}= -10.57	-45.11	
+6	5.84	44.68	+5 çevriminde S102 kolonunda önceki çatlakların devamı olarak +4 çatlağı oluşmuştur.
-6	-9.42	-50.05	-5 çevriminde S101 ve S102 kolonlarında -4 eğilme çatlağı oluşmuştur. -5 çevrim çekme yönünde V _{max} = -10,57 maksimum yatay yük taşıma kapasitesine ulaşmıştır.
+7	5.65 0.8V_{max}=5.79 (göçme yükü)	49.12	+6 çevriminde + 5 çatlağı oluşmuştur. +5 çatlağı K101 girişi ile S102 kolonu birleşim bölgesinde ve K101 girişi ile S101kolonu arasında kesme çatlağı olarak oluşmuştur.
-7	-8.88 0.8V_{max}=-8,45 (göçme yükü)	-56.72	-6, +7,-7 çevrimlerinden numunede oluşan hasarlar nedeniyle çatlak numaraları verilmemiştir. Sadece oluşan hasarları fotoğraflar ile tespiti gerçekleştirilmiştir. Deney numunesinde S101, S102 kolonları ile temel birleşim yerlerinde çatlakların genişlediği görülmüştür. Deney numunesi 1 çevrimlerinde oluşan çatlaklar Şekil 4.6’da verilmiştir.

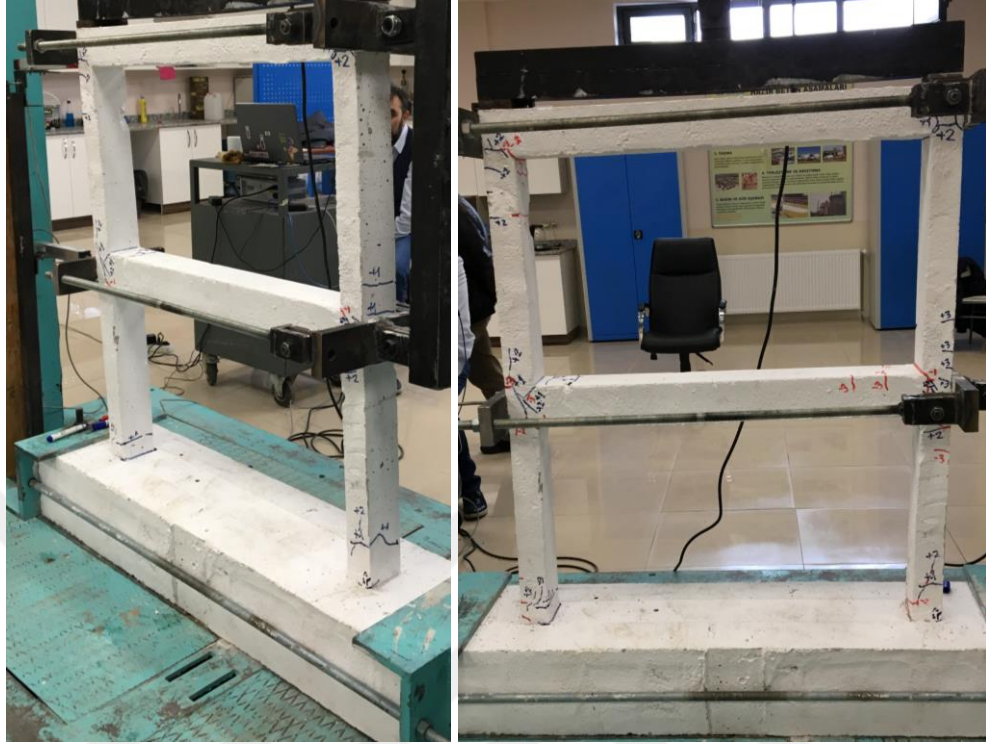


İtme yönü



Çekme yönü

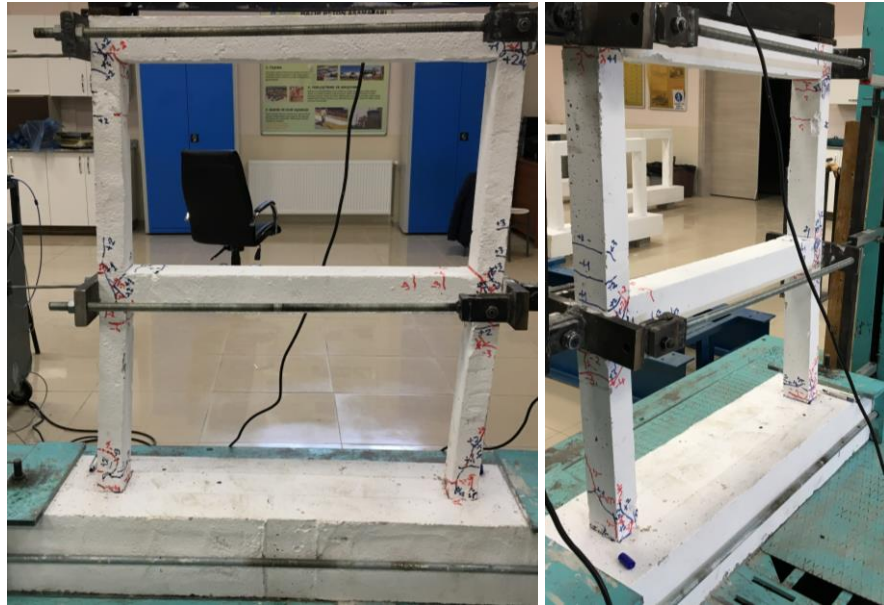
Şekil 4.2. Deneş numunesi 1'de, itme ve çekme çevrimlerinde oluşan ilk çatlaklar



İtme

Çekme

Şekil 4.3. Deney numunesi 1'in, nominal akma yüküne ($0.75.V_{max}$) ait görünümü



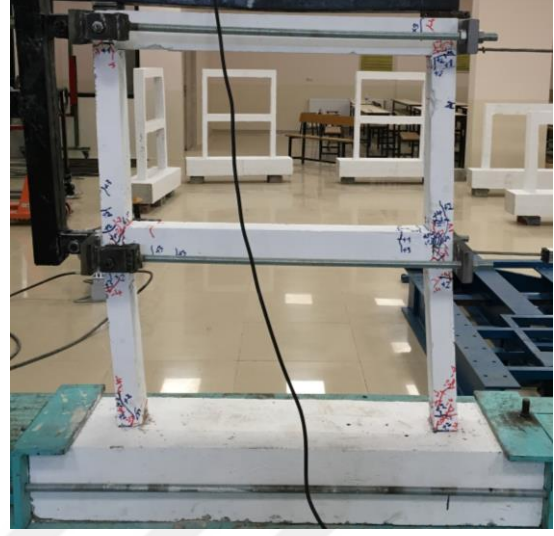
İtme

Çekme

Şekil 4.4. Deney numunesi 1'in, itme ve çekme yönünde maksimum yük taşıma kapasitesinde (V_{max}) görünümü



İtme



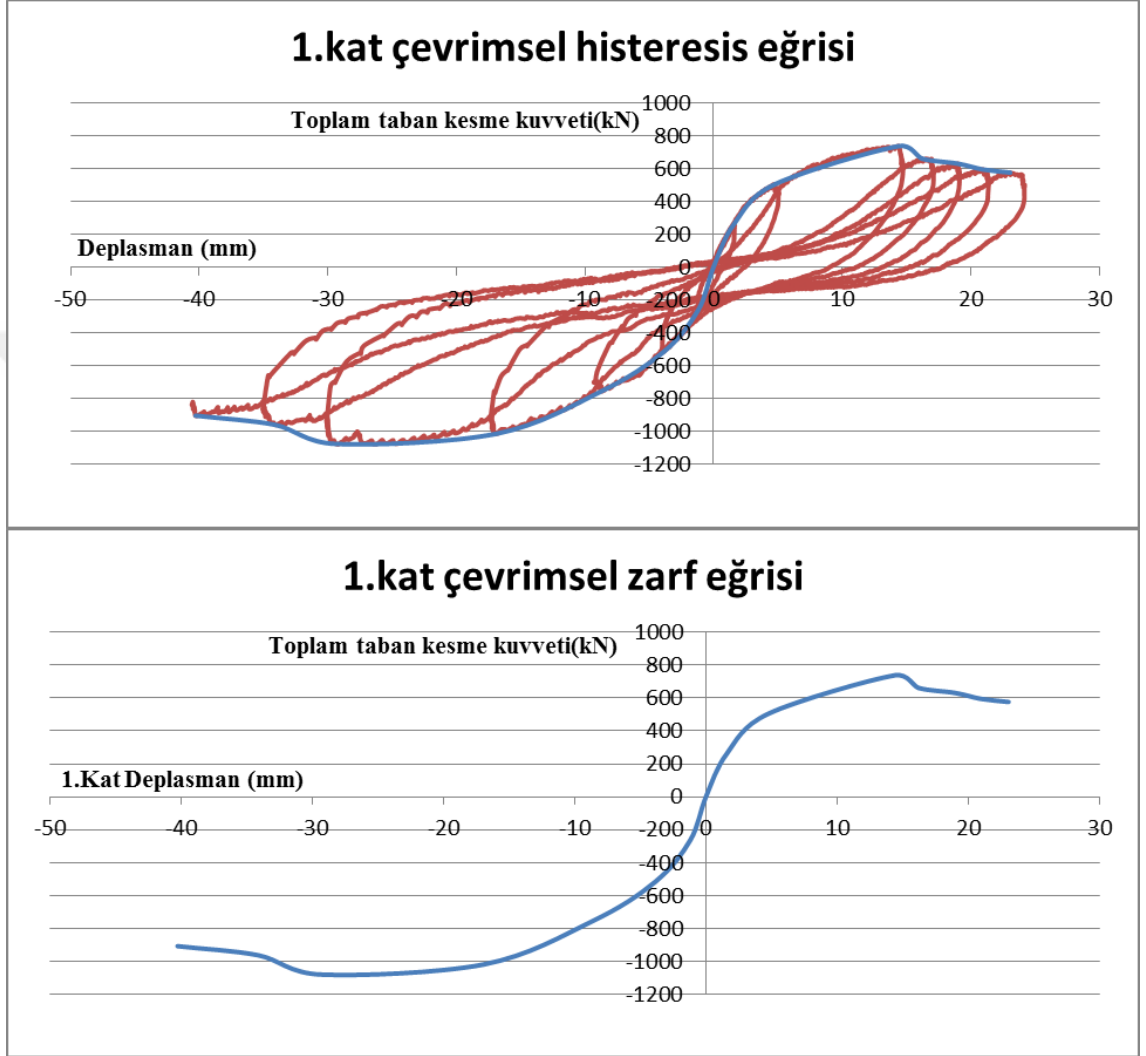
Çekme

Şekil 4.5. Deney numunesi 1'in itme ve çekme yönünde göçme yükü ($0.8V_{max}$) görünümü

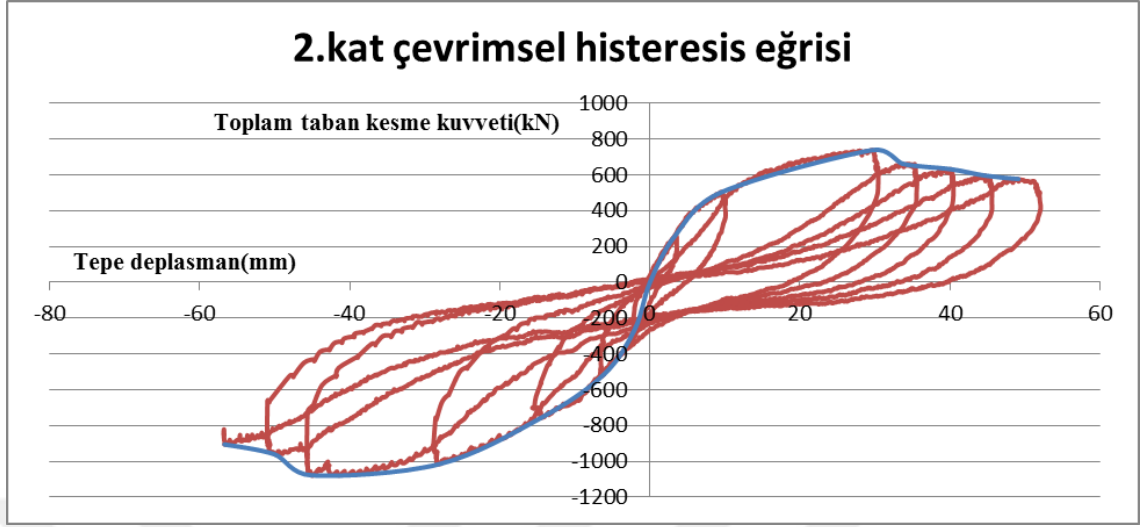


Şekil 4.6. Deney numunesi 1'de oluşan çatlakların ve hasarların, ön ve arka yüzden şematik olarak gösterimi

Deney numunesi 1'e maksimum taban kesme kuvveti 1. ve 2. kat ötelenmesi çevrimsel histeresis eğrisi ve zarf eğrisi, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'da verilmiştir.



Şekil 4.7. Deney numunesi 1'e ait maksimum taban kesme kuvveti 1. kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi (RS)



Şekil 4.8. Deney numunesi 1'e ait, maksimum taban kesme kuvveti 2. kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi (RS)

4.1.2. Gazbeton dolgu duvarlı B/A numune

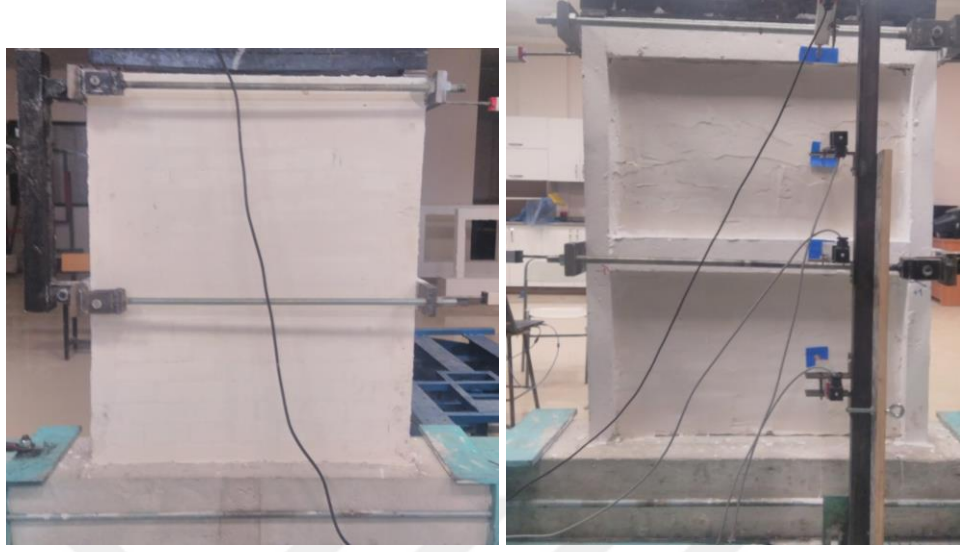
Gazbeton dolgu duvarlı bu numunenin, deney düzeneğine yerleştirilmiş hali Şekil 4.9'de verilmiştir. Bu numuneye, deneyde uygulanan yük geçmişi, yatay yüke ve tepe deplasmana göre ise Çizelge 4.3.'da verilmiştir. Deney numunesine, itmede 13 çekmede 12 adet yük çevrimi uygulanmıştır.

Deneye, yük kontrollü başlanılmış ve numunenin maksimum yük kapasitesine ulaşıldıktan sonra deneye deplasman kontrollü yükleme ile devam edilmeye çalışılmıştır. Deney numunesi +5. itme çevriminde maksimum 21.69 kN toplam yatay yüke dayandığı ve bu çevrimde numunede tepe deplasmanı 5,74 mm olarak ölçülmüştür. -4. çekme çevrimde ise numunenin -25.1 kN toplam yatay yüke dayandığı ve tepe deplasmanında -9.58 mm olduğu görülmüştür. Deneyde; itme çevriminde en fazla 24,82 mm, çekme çevriminde ise en fazla -24.14 mm deplasman seviyelerine kadar yükleme yapılmıştır.

Deney sırasında numuneye, toplam 22 kN eksenel yük verilmiştir. Böylelikle numunenin, kolonlarına 11 kN'luk eksenel yük uygulanmıştır. Buna göre; C17 MPa beton kalitesinde ve 90x60 mm kesitinde olan kolonlara, taşıma kapasitelerinin yaklaşık %20'si kadar eksenel yük verilmiştir.

Çizelge 4. 3. Gazbeton numuneye ait toplam yatay yüke ve üst kat deplasmanına göre yük geçmişleri

Çevrim No	Tepe Deplasmanı(mm)	Maksimum yatay yük(kN)
0	0	0
1	0	2,7
2	-0,69	-2,7
3	-0,63	5,1
4	-0,83	-5,2
5	-0,62	7,5
6	-1,23	-7,6
7	-0,72	10
8	-1,69	-10,2
9	-0,55	12,5
10	-2,11	-12,6
11	-0,21	15,1
12	-2,44	-15
13	0,80	17,5
14	-2,90	-17,5
15	1,91	20,3
16	-5,07	-25,4
17	5,74	22,1
18	-9,58	-25,5
19	9,78	20,9
20	-14,5	-21
21	14,8	20,9
22	-19,8	-17,9
23	19,3	13,3
24	-24,1	-16,6
25	24,8	11,6



Şekil 4.9. Deney numunesi 2'nin deney öncesi görünümü

Deney numunesine ait tepe deplasmanına ve maksimum yatay yüke göre yük geçmiş tablosu Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Deney sırasında kayıtları edilen ve numune üzerinde işaretlenen çatlakların çevrimlere göre dağılımı çizelgelerde özetlenmiştir. Çatlakların işaretlenmesinde itme çevrimlerde mavi renk ve negatif çevrimlerde kırmızı renk kullanılmıştır.

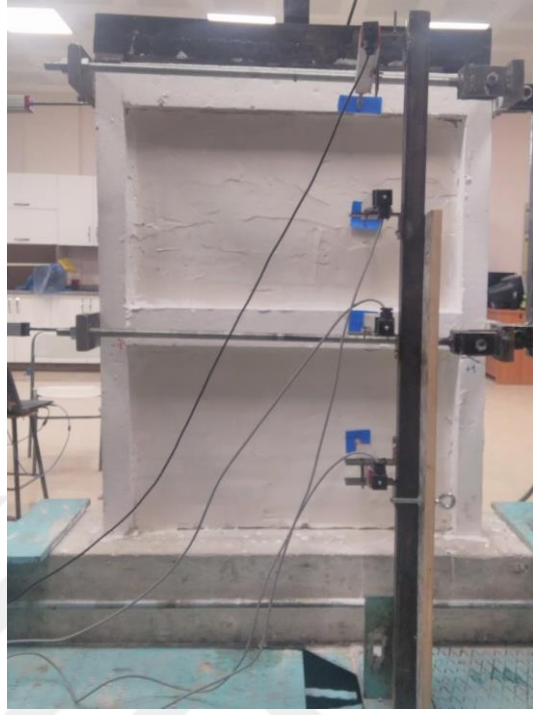
Çizelge 4. 4. Deney numunesi 2'de, yük çevrimlerine göre çatlakların dağılımı ve hasar oluşumu

Çevrim No	Maksimum Yatay Yük (kN)	Maksimum Tepe Deplasmanı (mm)	Numunede Gözlemlenen Çatlak ve Hasar oluşumu
+1	2,7	0	Deneyin ilk 6 çevriminde herhangi bir çatlak oluşumu gözlemlenmemiştir. Bu çevrimler akma sınırının altında elastik çevrimler olarak uygulanmış ve numunenin elastik özelliklerini görmek için değerlendirilmiştir.
-1	-2,7	-0,69	
+2	5,1	-0,63	
-2	-5,2	-0,83	
+3(itme)	7,5	-0,62	
-3(çekme)	-7,6	-1,23	
+4	10	-0,72	S102 kolonunda +1 eğilme çatlağı oluşmuştur.
-4	-10,02	-1,69	Herhangi bir çatlak oluşmamıştır.
+5	12,5	-0,55	Herhangi bir çatlak oluşmamıştır.
-5	-12,6	-2,11	S102 kolonu ile K101 kirişi birleşim noktasında -1 çatlağı oluşmuştur.
+6	15,1	-0,21	S102 kolonunda, D01 duvarı ile K101 kirişi birleşim yerinde, S102 kolonu ile d01 duvar birleşim yerinde, S202 kolonu ile D02 duvarının birleşim yerlerinde +2 çatlağı oluşmuştur.

Çizelge 4.4'ün devamı			
-6	-15	-2,44	S101 kolonu ile D01 duvarı birleşim yerlerinde, S101 kolonunda -2 çatlağı oluşmuştur.
+7	17,5 0.75V_{max}=-16,57 (Nominal akma)	0,80	S102 kolonunda, S102 kolonu ile D01 duvarı birleşim yerlerinde +3 çatlağı oluşmuştur.
-7	-17,5	-2,90	Herhangi bir çatlak oluşmamıştır.
+8	20,3	1,91	D101 duvarında, S102, S202 kolonunda, S102 kolonu ile D01 duvarı birleşimleri köşe kısmında +4 çatlağı oluşmuştur.
-8	-25,4 0.75V_{max}=-19,12 (Nominal akma)	-5,07	S101 kolonunda, S101 kolonu ile D01 duvarı birleşiminde, D01 duvarı ile K101 kirişi birleşiminde -3 çatlağı oluşmuştur.
+9	V_{max} =22,1	5,74	D02 duvarında, D01 duvarı birleşiminde, D01 ile K101 kirişi birleşiminde +5 çatlağı oluşmuştur. Bu çevrimde; deney numunesi itme yönünde maksimum yatay yük taşıma kapasitesine ulaşmıştır
-9	V_{max} =-25,5	-9,58	D01 duvarı ile S101 kolonunun köşe kısmında, S101 kolonunda, D02 duvarı ile K101 kirişi birleşim yerinde, S102 kolonunun köşe kısmında -4 çatlağı oluşmuştur. Bu çevrimde; deney numunesi çekme yönünde maksimum yatay yük taşıma kapasitesine ulaşmıştır
+10	20,9	9,78	S101, S102, S202 kolonlarında, D01, D02 duvarında +6 çatlağı oluşmuştur.
-10	-21	-14,8	D101 duvarında, S101 kolonunda -5 çatlağı oluşmuştur.
+11	20,9	14,8	S101, S102 kolonunda, D01 duvarında +7 çatlağı oluşmuştur.
-11	-17,19	-19,8	S102 kolonu, S201 kolonu ile D02 duvarı arasında -6 çatlağı oluşmuştur.
+12	13,3	19,3	S102, S202 kolonlarında +8 çatlağı oluşmuştur.
-12	-16,6 0.8V_{max}=-20,4 (Göçme yükü)	-24,1	S202 kolonunda -7 çatlağı oluşmuştur.
+13	11,6 0.8V_{max}=17,68 (Göçme yükü)	24,8	Bu çevrimde numunede oluşan hasarlar nedeniyle çatlak numarası verilmemiştir. Sadece oluşan hasarları fotoğraflar ile tespiti gerçekleştirilmiştir. Deney numunesinde D01 duvarındaki çatlağın genişlediği görülmüştür. D01 duvarının köşesi yıkılmıştır. Kolonlardaki sıvalar dökülmüştür. Deney numunesi 2 çevrimlerinde oluşan çatlaklar Şekil 4.14' de verilmiştir.

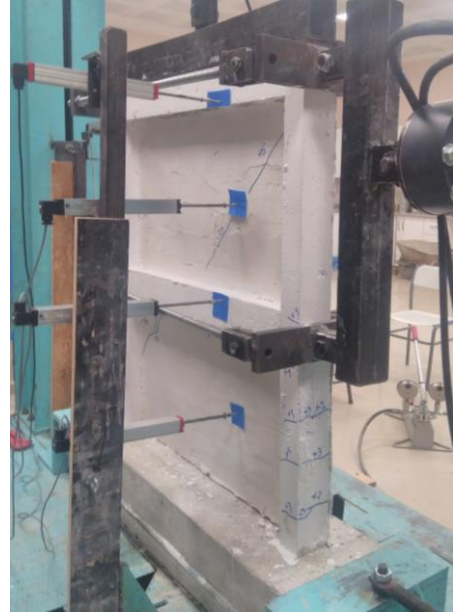
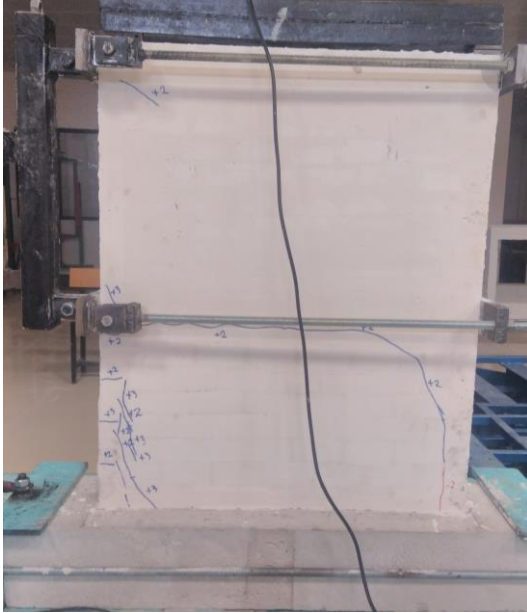


İtme



Çekme

Şekil 4.10. Deney numunesi 2’de, itme ve çekme çevrimlerinde oluşan ilk çatlaklar



İtme



Çekme

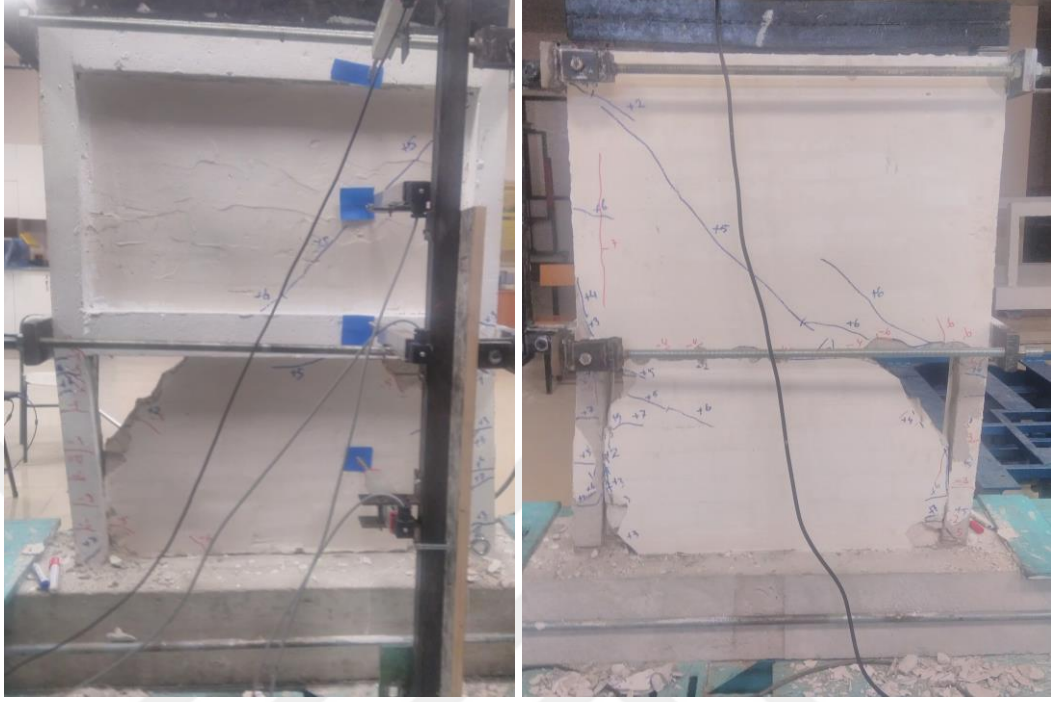
Şekil 4.11. Deneş numunesi 2'in, nominal akma yüküne ($0.75.V_{max}$) ait görünümü



İtme

Çekme

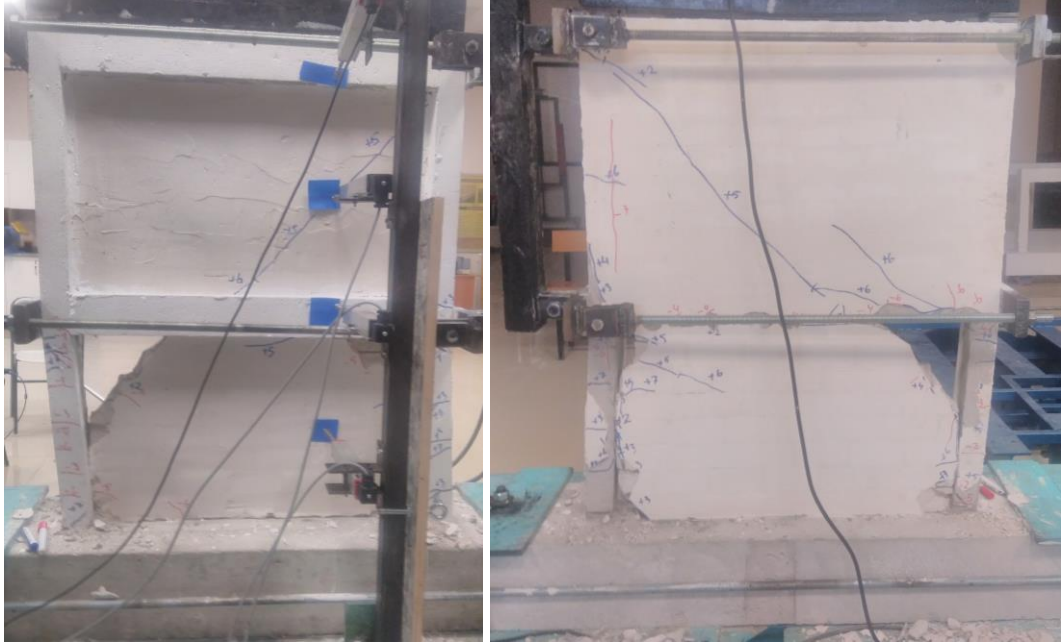
Şekil 4.12. Deneş numunesi 2'in, itme ve çekme yönünde maksimum yük taşıma kapasitesinde (V_{max}) görünümü



İtme

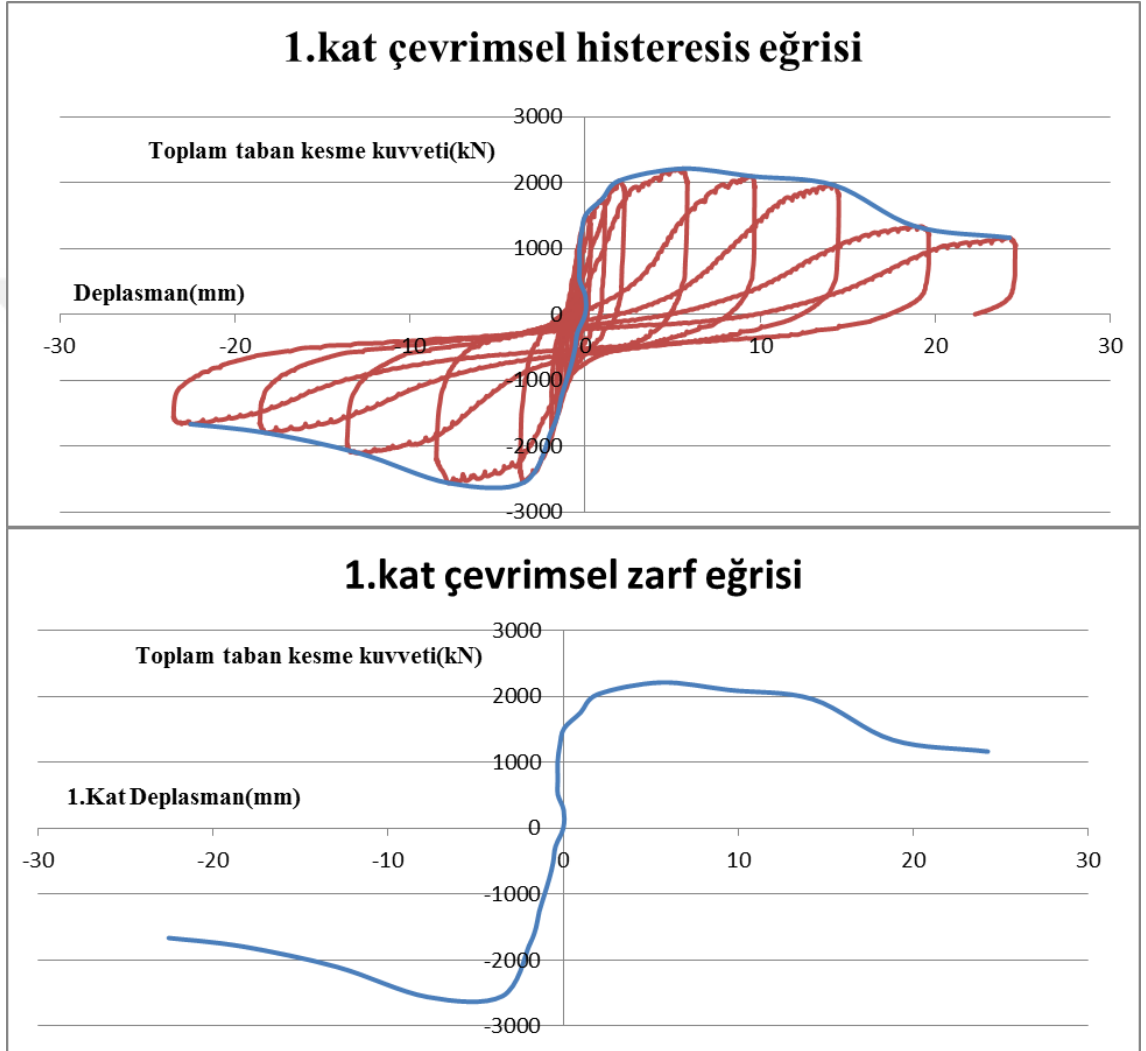
Çekme

Şekil 4.13. Deney numunesi 2'in itme ve çekme yönünde göçme yükü ($0.8V_{max}$) görünümü

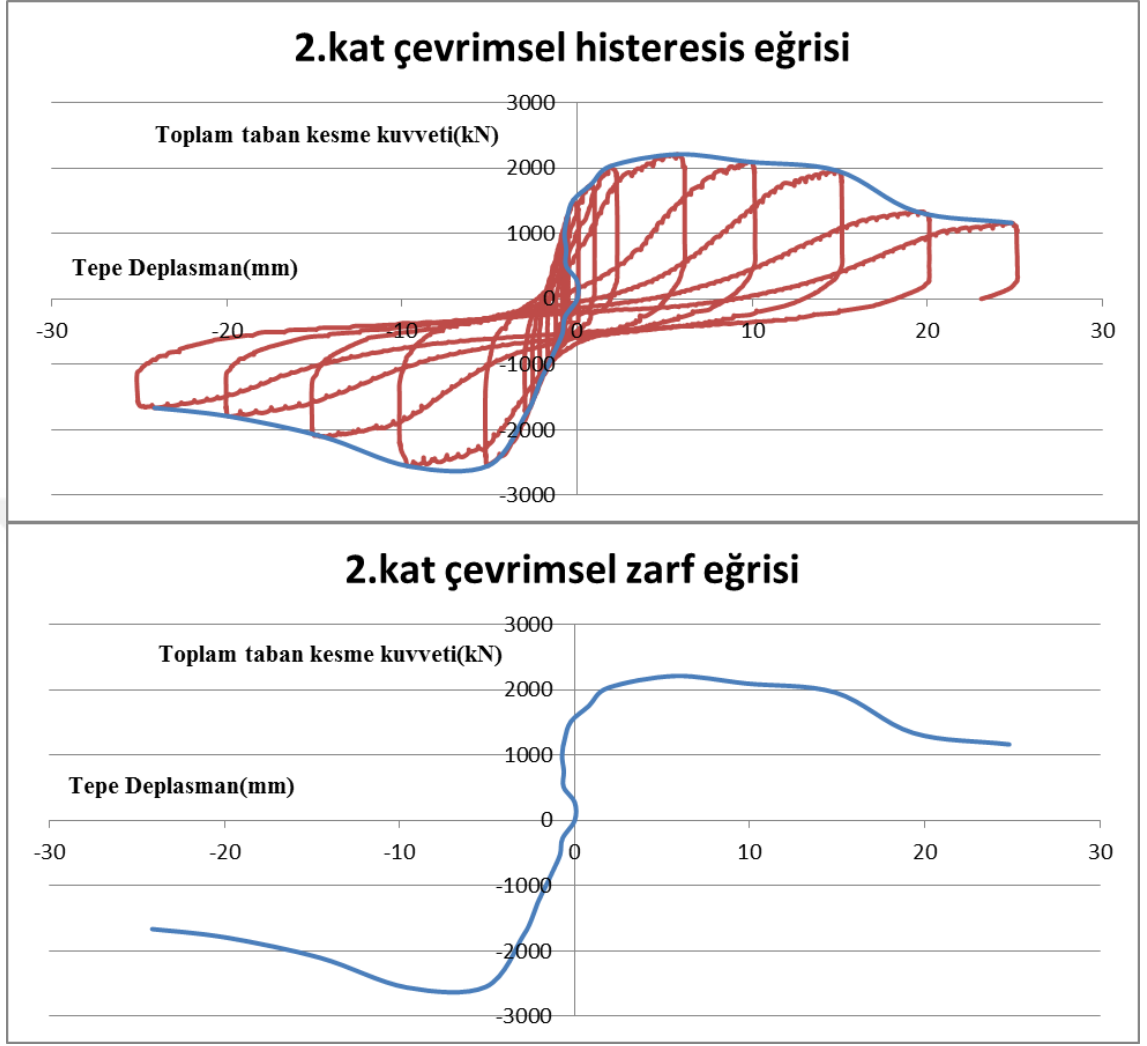


Şekil 4.14. Deney numunesi 2'de oluşan çatlakların ve hasarların, ön ve arka yüzden görünümü

Deney numunesi 2'e maksimum taban kesme kuvveti 1. ve 2. Kat ötelenmesi çevrimsel histeresis eğrisi ve zarf eğrisi, Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.15. Deney numunesi 2'e ait, maksimum taban kesme kuvveti 1. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi

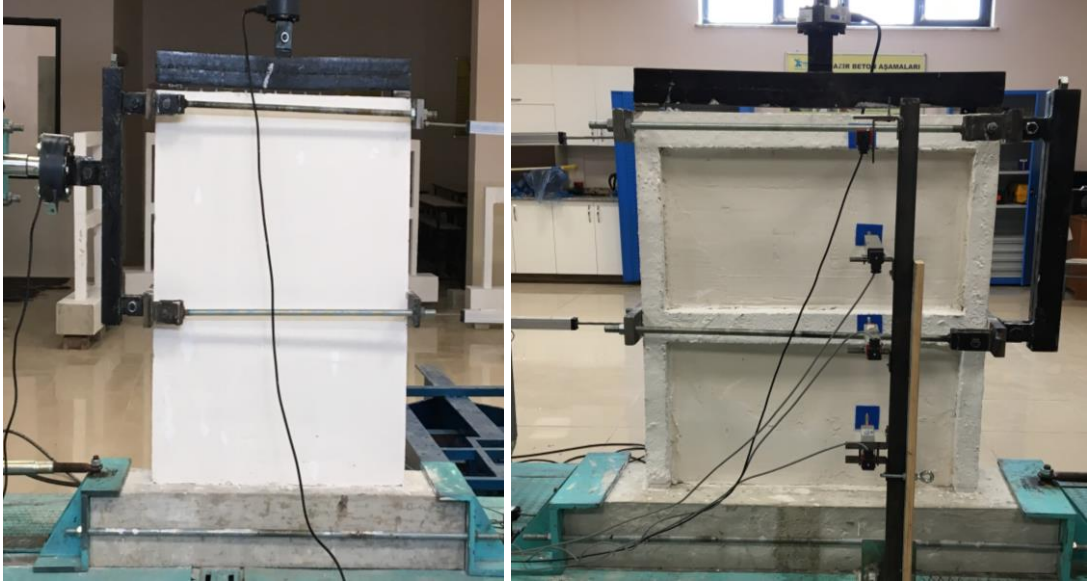


Şekil 4.16. Deney numunesi 2'e ait, maksimum taban kesme kuvveti 2. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi

4.1.3. Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı B/A numune

Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı numunenin, deney düzeneğine yerleştirilmiş hali Şekil 4.17’de verilmiştir. Bu numuneye, deneyde uygulanan yük geçmiş tablosu, yatay yüke ve tepe deplasmanına göre Çizelge 4.5.’de verilmiştir. Deney numunesine, itmede ve çekmede 16 yük çevrimi uygulanmıştır.

Yük kontrollü olarak başlayan deney, numune maksimum yük taşıma kapasitesine ulaştıktan sonra deplasman kontrollü olarak devam ettirilmiştir. Deney numunesi, itmede (+23. Çevrimde) maksimum 32.35 kN yatay yüke, çekmede (-24. Çevrimde) maksimum -30.88 kN yatay yüke dayanmıştır. Deney numunesi 3’ün, +23 çevriminde 8.03 mm tepe deplasmanı yaptığı ölçülmüştür. -24 çevriminde ise tepe deplasmanının -9.53 mm olduğu görülmüştür. Deneyde; itme çevrimlerde en fazla 24,68 mm, çekme çevrimlerinde ise en fazla -29,99 mm deplasman seviyelerine kadar yükleme yapılmıştır. -32. Çevrimde numunede büyük hasarlar meydana geldiği için deney sonlandırılmıştır.



Şekil 4.17. Deney numunesi 3’ün deney öncesi görünümü

Deney sırasında numuneye, toplam 22 kN eksenel yük verilmiştir. Böylelikle numunenin, S101-S201 ve S102-S202 numaralı kolonlarına 11 kN'luk eksenel yük uygulanmıştır. Buna göre; C17 MPa beton kalitesinde ve 90x60 mm kesitinde olan kolonlara, taşıma kapasitelerinin yaklaşık %20'si kadar eksenel yük verilmiştir.

Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı numunede çatlakların yeri anlatılırken, referans numunede kullanılan kolon ve kiriş numaraları esas alınacaktır. Ayrıca 1.kat hizasında bulunan duvara D01 ve 2.kat hizasında bulunan duvara ise D02 ismi verilmiştir. Numunede meydana gelen çatlaklar, Çizelge 4.6'da verilmiştir.

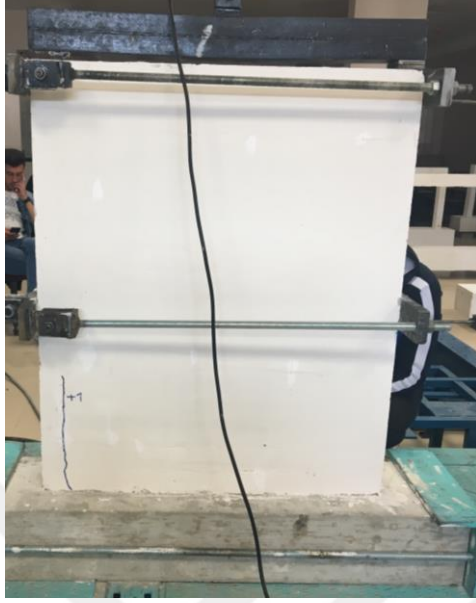


Çizelge 4. 5. Gazbeton donatılı numuneye ait toplam yatay yüke ve üst kat deplasmanına göre yük geçişleri

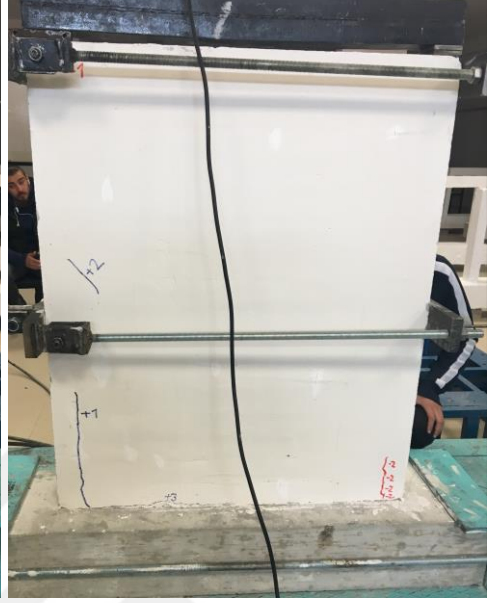
Çevrim No	Tepe Deplasmanı(mm)	Maksimum yatay yük(kN)
1	0,06	2,6
2	0,11	-3
3	0,62	6,8
4	0,24	-5,2
5	0,99	10
6	-0,13	-10,6
7	1,37	12,4
8	-0,44	-13,8
9	1,67	15,2
10	-0,64	-15,1
11	2,73	17,5
12	-0,83	-17,5
13	2,83	19,9
14	-1,41	-20,1
15	3,44	22,5
16	-2,07	-22,4
17	4,22	25,2
18	-3,04	-25
19	4,73	27,5
20	-3,75	-28
21	5,43	30,2
22	-5,20	-30
23	8,03	32,9
24	-9,53	-31,4
25	12,5	32
26	-14,8	-29,8
27	19,3	26,6
28	-20	-30,2
29	24,8	21,3
30	-22,6	-25,7
31	29,8	14,9
32	-29,9	-17,8

Çizelge 4. 6. Deney numunesi 3’de, itme ve çekme yük çevrimlerine göre çatlakların dağılımı ve hasar oluşumu

Çevrim No	Maksimum Tepe Deplasmanı (mm)	Maksimum Yatay Yük (kN)	Numunede Gözlemlenen Çatlak ve Hasar oluşumu
+1 (itme)	0,06	2,6	Deney numunesinin ilk 8 çevriminde, herhangi bir çatlak oluşmamıştır. Bu çevrimler akma sınırının altında elastik çevrimler olarak uygulanmış ve numunenin elastik özelliklerini görmek için değerlendirilmiştir.
-1 (çekme)	0,11	-3	
+2	0,62	6,8	
-2	0,24	-5,2	
+3	0,99	10	
-3	-0,13	-10,6	
+4	1,37	12,4	
-4	-0,44	-13,8	
+5	1,67	15,2	D01 duvarı ile S102 kolonu birleşimlerinde +1 çatlağı oluşmuştur.
-5	-0,64	-15,1	Herhangi bir çatlak oluşmamıştır.
+6	2,73	17,5	S202 kolonunda,S202 kolonundan başlayıp D02 duvarına doğru çapraz şekilde +2 çatlağı oluşmuştur.
-6	-0,83	-17,5	S202 kolonunda -1 çatlağı oluşmuştur.
+7	2,83	19,9	D01 duvarının sağ alt köşesi,D01 duvarı ile temel birleşim yerinde +3 çatlağı oluşmuştur.
-7	-1,41	-20,1	S201 kolonu ile D01 duvarının birleşiminde -2 çatlağı oluşmuştur.
+8	3,44	22,5	D01 duvarında,S102 kolonunda,S102 kolonu ile D01 duvarının birleşim noktasında,D02 duvarının köşe kısmında +4 çatlağı oluşmuştur.
-8	-2,07	-22,4	D01 duvarı ile S101 kolonunun birleşim noktasında -3 çatlağı oluşmuştur.
+9	4,22	25,2 0.75V_{max}=24,67 (nominal akma)	D01 duvarının ön ve arka kısmında,D01 duvarı ile K101 kirişi birleşim noktalarında +5 çatlağı oluşmuştur.
-9	-3,04	-25 0.75V_{max}=-23,55 (nominal akma)	D01 duvarının ön ve arka kısmında -4 çatlağı oluşmuştur.
+10	4,73	27,25	S202 kolonunun ön ve arka kısmında,D01,D02 duvarlarında,D02 ile K101 giriş birleşiminde,S101 kolonunda +6 çatlağı oluşmuştur.
-10	-3,75	-28	S101 kolonunda,D01 duvarında -5 çatlağı oluşmuştur.
+11	5,43	30,2	S101,S102,S202 kolonlarında,D02 duvarında,D101 duvarı ile K101 kirişi birleşimlerinde +7 çatlağı oluşmuştur.
-11	-5,20	-30	D01,D02 duvarlarında,S101,S201 kolonlarında -6 çatlağı oluşmuştur.
+12	8,03	V_{max} =32,9	S101,S102,S202 kolonlarında,D01,D02 duvarlarında,K101 girişinde +8 çatlağı oluşmuştur.
-12	-9,53	V_{max} = -31,4	S101 kolonunda,D01,D02 duvarında,K101 girişinde,K101 girişi ile D02 duvarı birleşiminde -7 çatlağı oluşmuştur.
+13	12,5	32	S101,S102 kolonlarında,D01 duvarında +9 çatlağı oluşmuştur.
-13	-14,8	-29,8	S101 kolonunda,D01 duvarında,S101 kolonu ile D01 duvarı birleşiminde -8 çatlağı oluşmuştur.
+14	19,3	26,6	S101 kolonu ile D01 duvarı birleşiminde,S101,S102 kolonunda,D01 duvarında +10 çatlağı oluşmuştur.
-14	-20	-30,2	S101,S102 kolonları,D01 duvarı,D01 duvarı ile K101 giriş birleşiminde -9 çatlağı oluşmuştur.
+15	24,8	21,3 0.8V_{max}=26,32 (göçme yükü)	D01 duvarı,S101 kolonunda +11 çatlağı oluşmuştur.
-15	-22,6	-25,7	D01 duvarında,D01 duvarı ile K101 girişi birleşiminde -10 çatlağı oluşmuştur.
+16	29,8	14,9	D01 duvarında +12 çatlağı oluşmuştur.
-16	-29,9	-17,8 0.8V_{max}=-25,12 (göçme yükü)	Bu çevrimde numunede oluşan hasarlar nedeniyle çatlak numarası verilmemiştir. Sadece oluşan hasarları fotoğraflar ile tespiti gerçekleştirilmiştir. Deney numunesinde D01 duvarındaki çatlağın genişlediği duvarın köşelerden yıkıldığı görülmüştür.S101 ve S102 kolonlarında kesme çatlağı oluşmuştur.S101,S102 kolonu ile D01 duvarındaki sıvalar dökülmüştür. Deney numunesi 3 çevrimlerinde oluşan çatlaklar Şekil 4.22 'de verilmiştir.

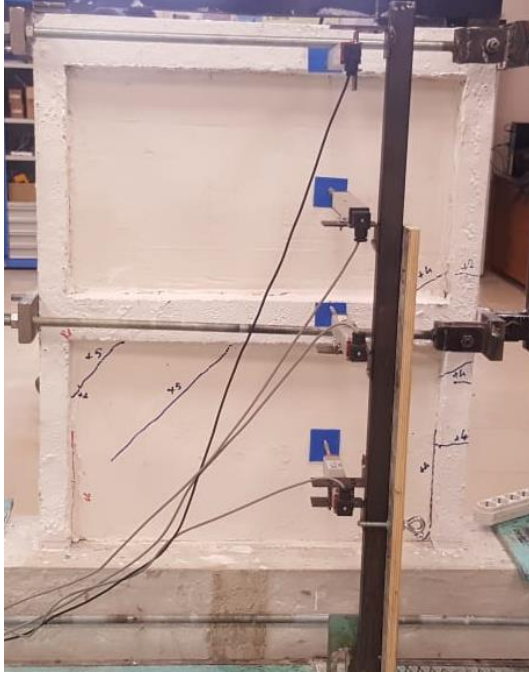


İtme

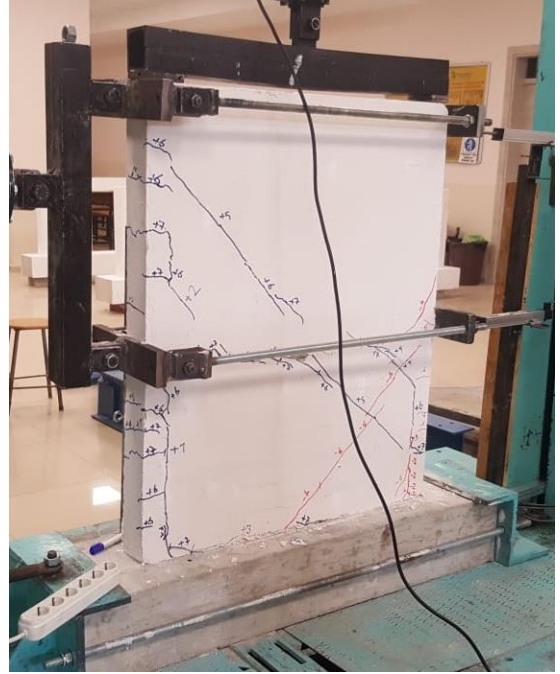


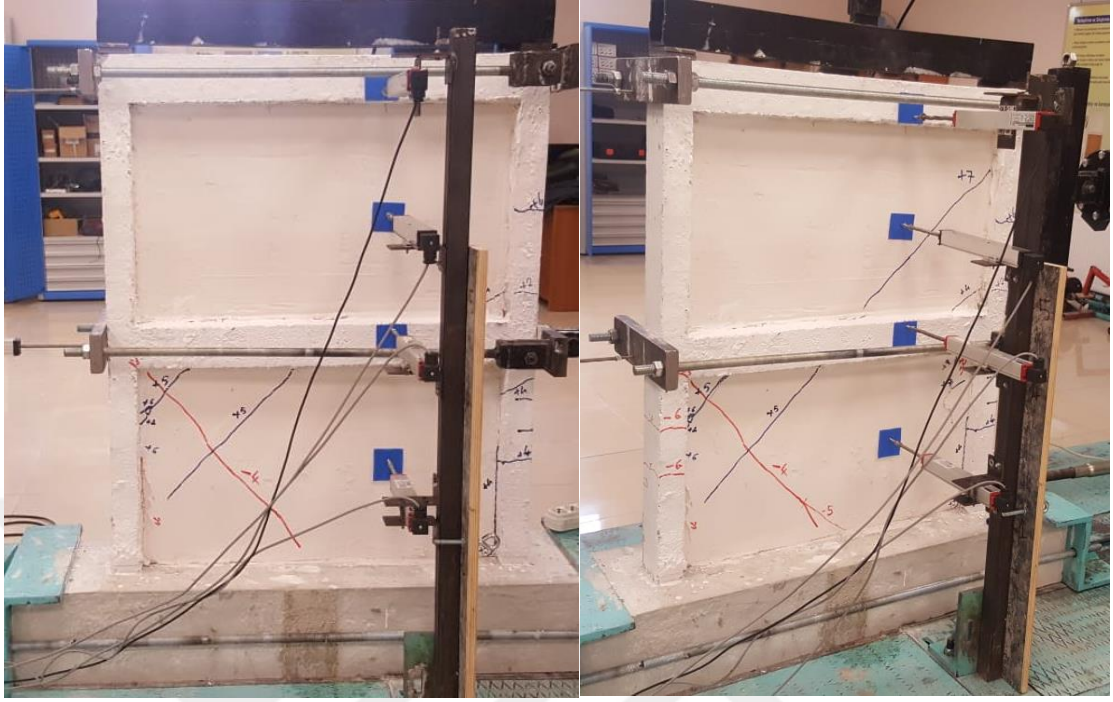
Çekme

Şekil 4.18. Deney numunesi 3'de, itme ve çekme çevrimlerinde oluşan ilk çatlaklar



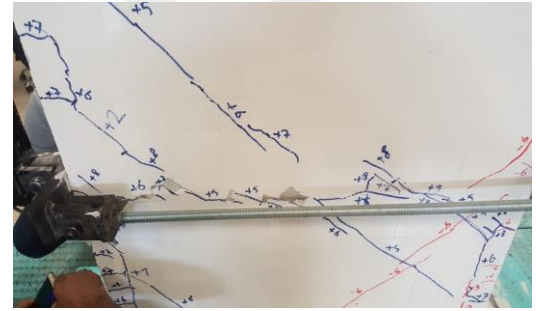
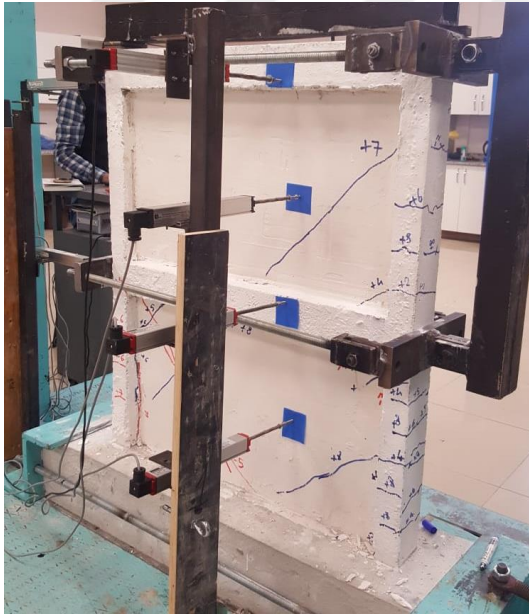
İtme





Çekme

Şekil 4.19. Deneş numunesi 3'ün, nominal akma yüküne ($0.75.V_{max}$) ait görünümü

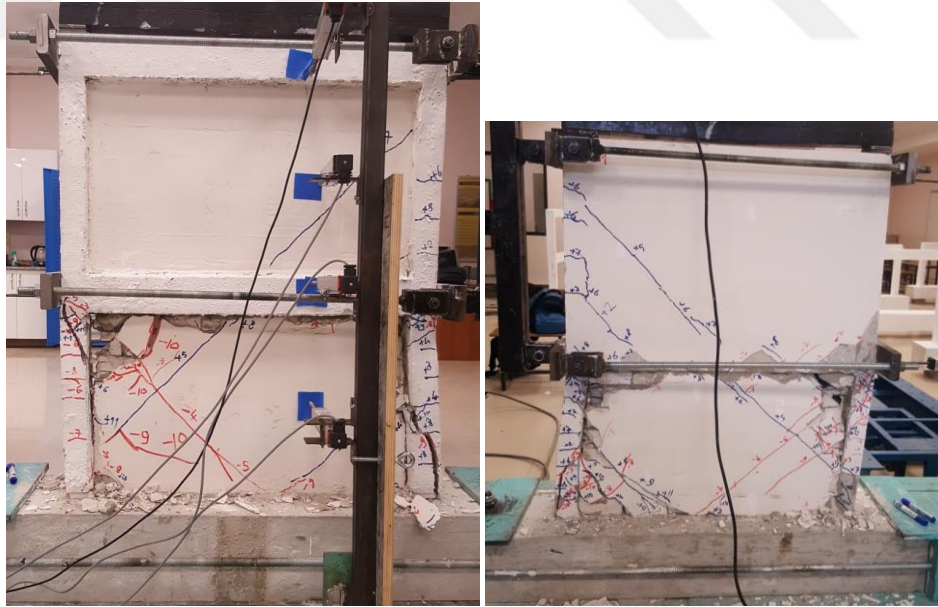


İtme



Çekme

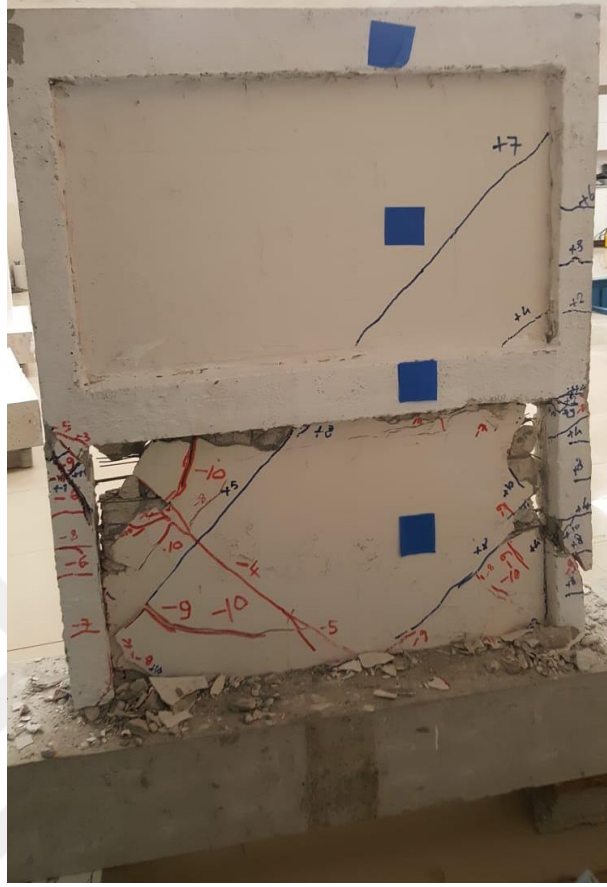
Şekil 4.20. Deney numunesi 3'ün, itme ve çekme yönünde maksimum yük taşıma kapasitesinde (V_{max}) görünümü



İtme

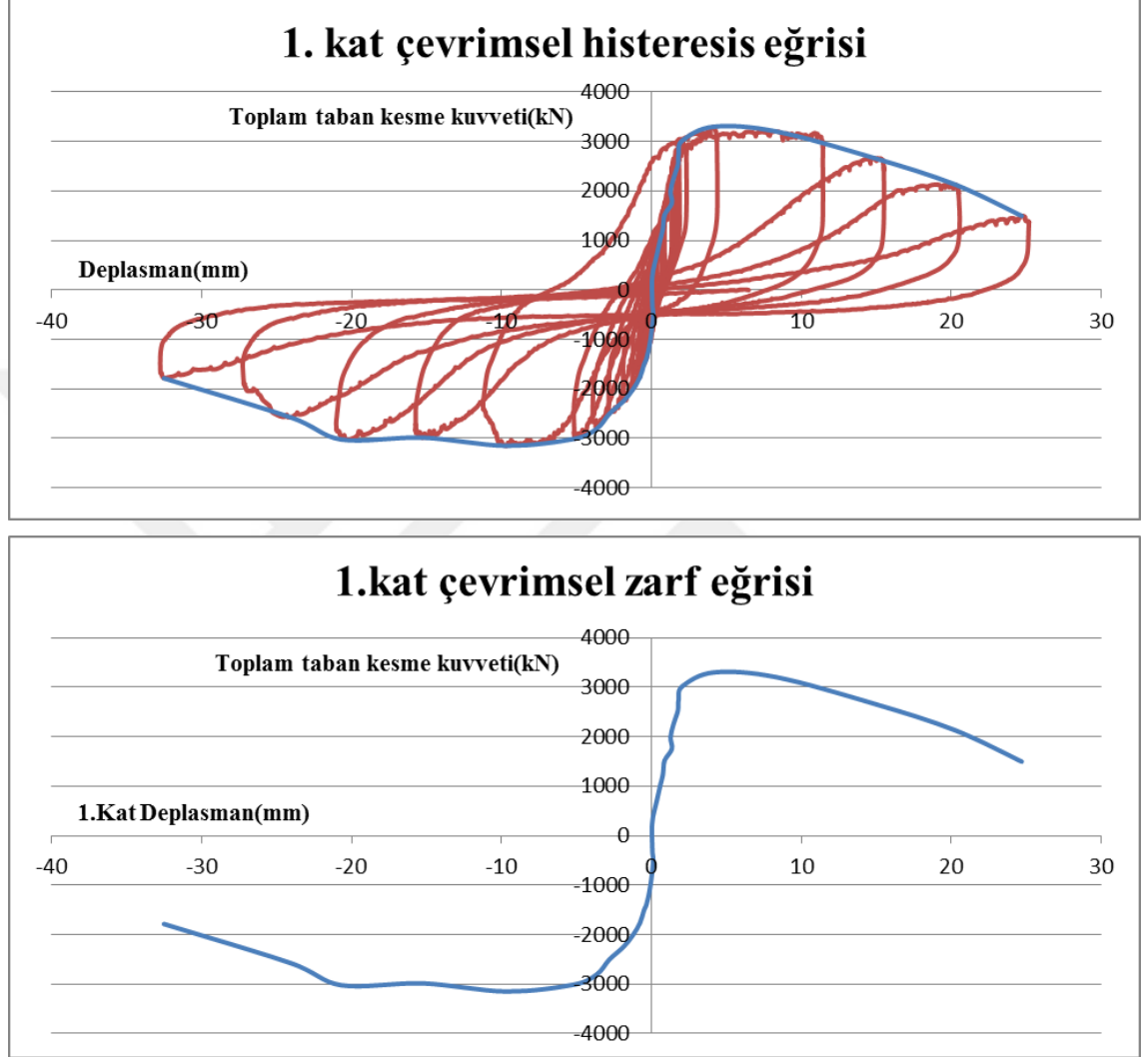
Çekme

Şekil 4.21. Deney numunesi 3'ün itme ve çekme yönünde göçme yükü ($0.8V_{max}$) görünümü

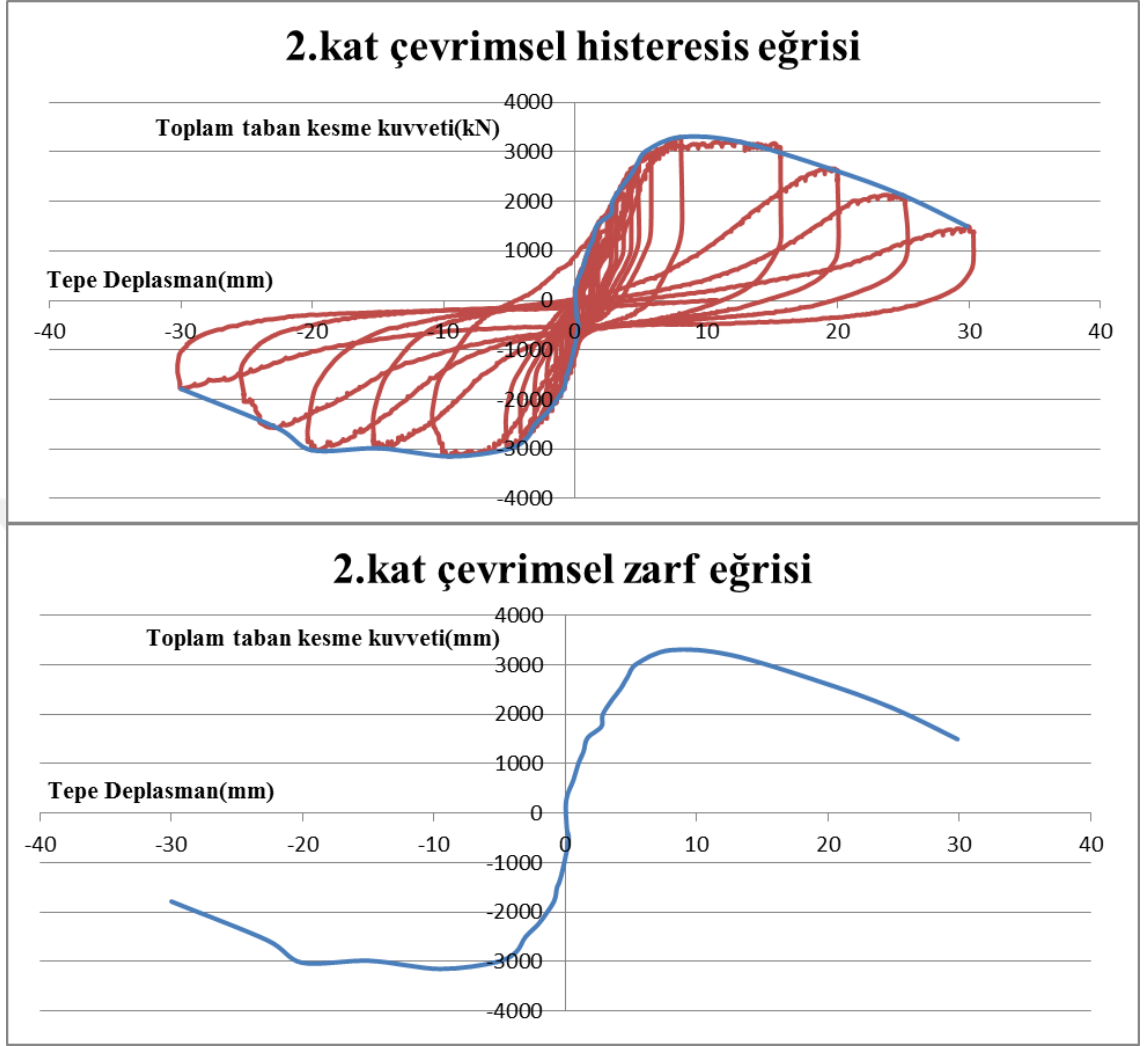


Şekil 4.22. Deney numunesi 3’de oluşan çatlakların ve hasarların, ön ve arka yüzden şematik olarak gösterimi

Deney numunesi 3'e maksimum taban kesme kuvveti 1. Ve 2. Kat ötelenmesi çevrimsel histeresis eğrisi ve zarf eğrisi, Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'da verilmiştir.



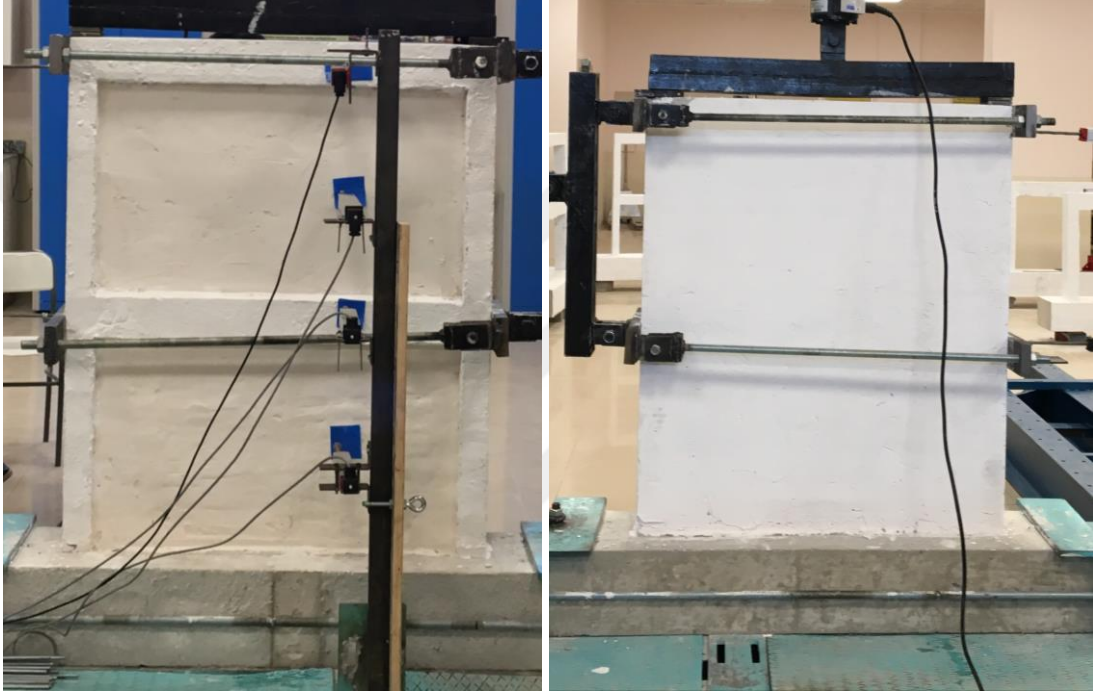
Şekil 4.23. Deney numunesi 3'e ait, maksimum taban kesme kuvveti 1. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi



Şekil 4.24. Deney numunesi 3'e ait, maksimum taban kesme kuvveti 2. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi

4.1.4. Yatay delikli tuğla dolgu duvarlı B/A numune

Yatay delikli tuğla dolgu duvarlı B/A numunenin, deney düzeneğine yerleştirilmiş hali Şekil 4.25’de verilmiştir. Bu numuneye, deneyde uygulanan yük geçmişi, yatay yüke ve tepe deplasmana göre ise Çizelge 4.7.’de verilmiştir. Deney numunesine, itmede 15 ve çekmede 15 yük çevrimi uygulanmıştır.



Şekil 4.25. Deney Numunesi 4’ün deney öncesi görünümü

Deneye, yük kontrollü başlanılmış ve numunenin maksimum yük kapasitesine ulaşıldıktan sonra deneye deplasman kontrollü yükleme ile devam edilmiştir. Deney numunesinde, +24. itme çevriminde maksimum 32.1 kN toplam yatay yüke dayandığı ve bu çevrimde numunede tepe deplasmanı 7,84 mm olarak ölçülmüştür. -18. çevrimde ise numunenin -33.70 kN toplam yatay yüke dayandığı ve tepe deplasmanında -34.28 mm olduğu görülmüştür. Deneyde; itme çevrimlerinde en fazla 24.96 mm, çekme çevrimlerinde ise en fazla -35.21 mm deplasman seviyelerine kadar yükleme yapılmıştır. Deney, -31. çevrimden sonra numunede büyük hasarlar meydana geldiği için deney bitirilmiştir.

Çizelge 4. 7. Tuğla numuneye ait toplam yatay yüke ve üst kat deplasmanına göre yük geçmişleri

Çevrim No	Tepe Deplasmanı(mm)	Maksimum yatay yük(kN)
2	-0,05	5,1
3	-0,42	-5,4
4	-0,44	7,7
5	-0,54	-7,7
6	-0,50	10,6
7	-1,04	-10,3
8	-0,85	12,5
9	-1,45	-12,7
10	-0,83	15
11	-1,96	-15
12	-0,72	17,6
13	-2,46	-17,6
14	-0,55	20
15	-3,24	-20
16	-0,47	22,3
17	-6,10	-22,9
18	2,78	23,1
19	-9,84	-24,8
20	3,94	25,4
21	-14,97	-27,8
22	5,24	27,8
23	-19,80	-29,4
24	7,84	32,1
25	-24,76	-31,9
26	10,2	21,5
27	-29,69	-32,8
28	19,6	14,7
29	-34,2	-33,7
30	24,9	12,1
31	-35,2	-32,8

Deney sırasında numuneye, toplam 22 kN eksenel yük verilmiştir. Böylelikle numunenin kolonlarına 11 kN'luk eksenel yük uygulanmıştır.

Deney numunesinde çatlakların yeri anlatılırken, referans numunede kullanılan kolon ve giriş numaraları esas alınacaktır. Ayrıca 1.kat hizasında bulunan duvara D01 ve 2.kat hizasında bulunan duvara ise D02 ismi kullanılmıştır. Numunede meydana gelen çatlaklar, Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4. 8. Deney numunesi 4'de, itme ve çekme yük çevrimlerine göre çatlakların dağılımı ve hasar oluşumu

Çevrim No	Maksimum Yatay Yük (kN)	Maksimum Tepe Deplasmanı (mm)	Numunede Gözlemlenen Çatlak ve Hasar oluşumu
+1 (itme)	5,1	-0,05	Deney numunesinin ilk 15 çevriminde, herhangi bir çatlak oluşmamıştır. Bu çevrimler akma sınırının altında elastik çevrimler olarak uygulanmış ve numunenin elastik özelliklerini görmek için değerlendirilmiştir.
-1 (çekme)	-5,4	-0,42	
+2	7,7	-0,44	
-2	-7,7	-0,54	
+3	10,6	-0,50	
-3	-10,3	-1,04	
+4	12,5	-0,85	
-4	-12,7	-1,45	
+5	15	-0,83	
-5	-15	-1,96	
+6	17,6	-0,72	
-6	-17,6	-2,46	
+7	20	-0,55	
-7	-20	-0,24	
+8	22,3	-0,47	
-8	-22,9	-6,10	D01 duvarı ile K101 kirişi birleşimlerinde,S202 kolonunda +1 çatlağı oluşmuştur.
+9	23,1	2,78	D02 duvarı ile S201 kolonu arasında,D01 duvarı ile S101 kolonu birleşimlerinde,S102 kolonu ile D01 duvar birleşiminde -1 çatlağı oluşmuştur.
-9	-24,8	-9,84	S102,S202 kolonunda,D02 duvarı ile temel birleşiminde +2 çatlağı oluşmuştur.
+10	25,4 0.75V_{max}=24,07 (nominal akma)	3,94	D02 duvarı ile K101 kirişi birleşiminde,S101,S201 kolonunda,D01 duvarı ile temel birleşim yerinde, D02 duvarı ile temel birleşimi,D01 duvarı ile K101 kirişi birleşim yerlerinde -2 çatlağı oluşmuştur.
-10	-27,8 0.75V_{max}=-25,27 (nominal akma)	-14,97	S201 kolonu ile D02 duvar birleşiminde,K101 kirişi,S102 kolonunda +3 çatlağında oluşmuştur.
+11	27,8	5,24	S101,S201,S102 kolonunda -3 çatlağı oluşmuştur.
-11	-29,4	-19,80	S201 kolonu ile D02 duvar birleşiminde,S102 kolonda,D02 duvarında,K101 kirişi ile D01 duvarı arasında +4 çatlağı oluşmuştur.
+12	V_{max} = 32,1	7,84	S101 kolonunda, S101 kolonu ile K101 kirişi birleşiminde -4 çatlağı oluşmuştur.
-12	-31,9	-24,76	D02 duvarında,D02 duvarı ile K102 kirişi birleşiminde, S201 kolonunda,S201 kolonu ile D02 duvarı birleşiminde,S202 kolonunda,D01 duvarında +5 çatlağı oluşmuştur.
+13	21,5	10,2	S101 kolonunda -5 çatlağı oluşmuştur.
-13	-32,8	-29,69	S101 kolonunda, S201 kolonunda,D01 duvarında +6 çatlağı oluşmuştur.
+14	14,7	19,6	D02 duvarı ile S202 kolonu birleşiminde -6 çatlağı oluşmuştur.
-14	V_{max} = -33,7	-34,2	S101,S102 kolonlarında +7 çatlağı oluşmuştur.
+15	12,1 0.8V_{max}=25,6 (göçme yükü)	24,9	S102 kolonunda,D01 duvarında -7 çatlağı oluşmuştur.

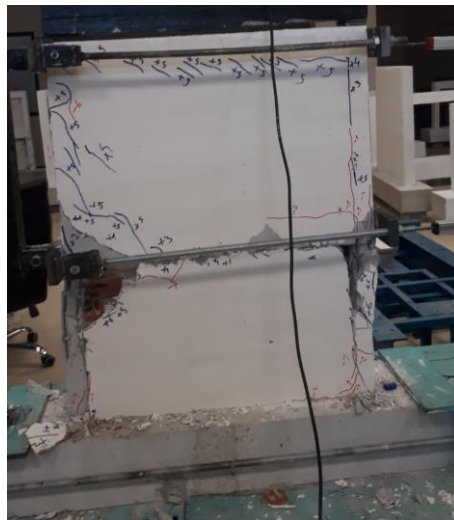
Çizelge 4.8'in devamı

-15	-32,8 0.8V_{max}=-26,9 (göçme yükü)	-35,2	Bu çevrimde numunede oluşan hasarlar nedeniyle çatlak numarası verilmemiştir. Sadece oluşan hasarları fotoğraflar ile tespiti gerçekleştirilmiştir. Deney numunesi 4 çevrimlerinde oluşan çatlaklar Şekil 4.30'da verilmiştir.
-----	----------------------------------------------------------	-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



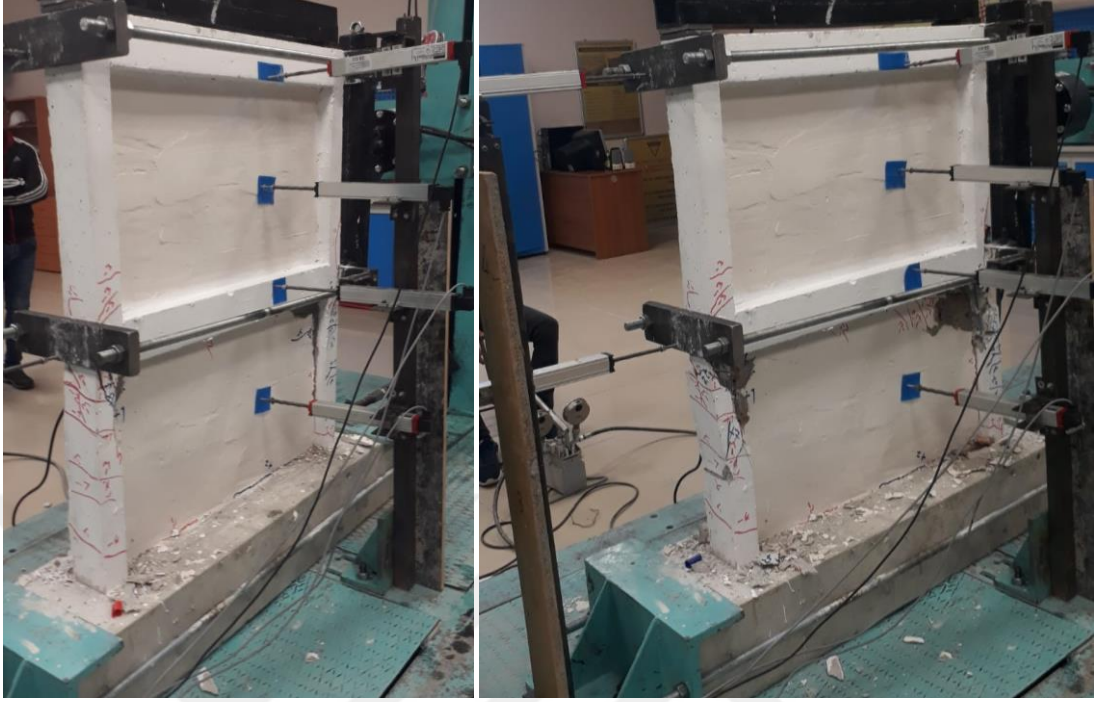
İtme

Şekil 4.26. Deney numunesi 4'de, itme çevrimlerinde oluşan ilk çatlaklar



İtme

Şekil 4.27. Deney numunesi 4'in, nominal akma yüküne (0.75.V_{max}) ait görünümü



İtme

Çekme

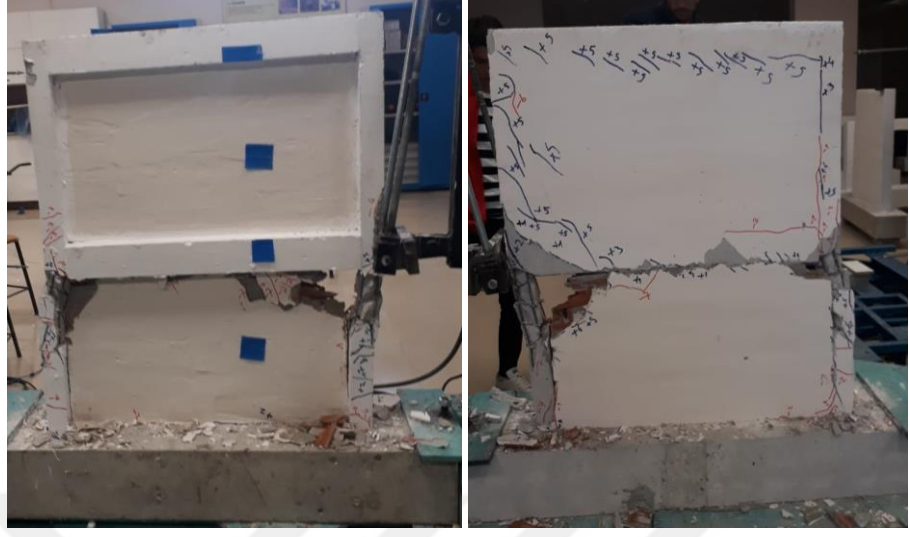
Şekil 4.28. Deney numunesi 4'in, itme ve çekme yönünde maksimum yük taşıma kapasitesinde (V_{max}) görünümü



İtme

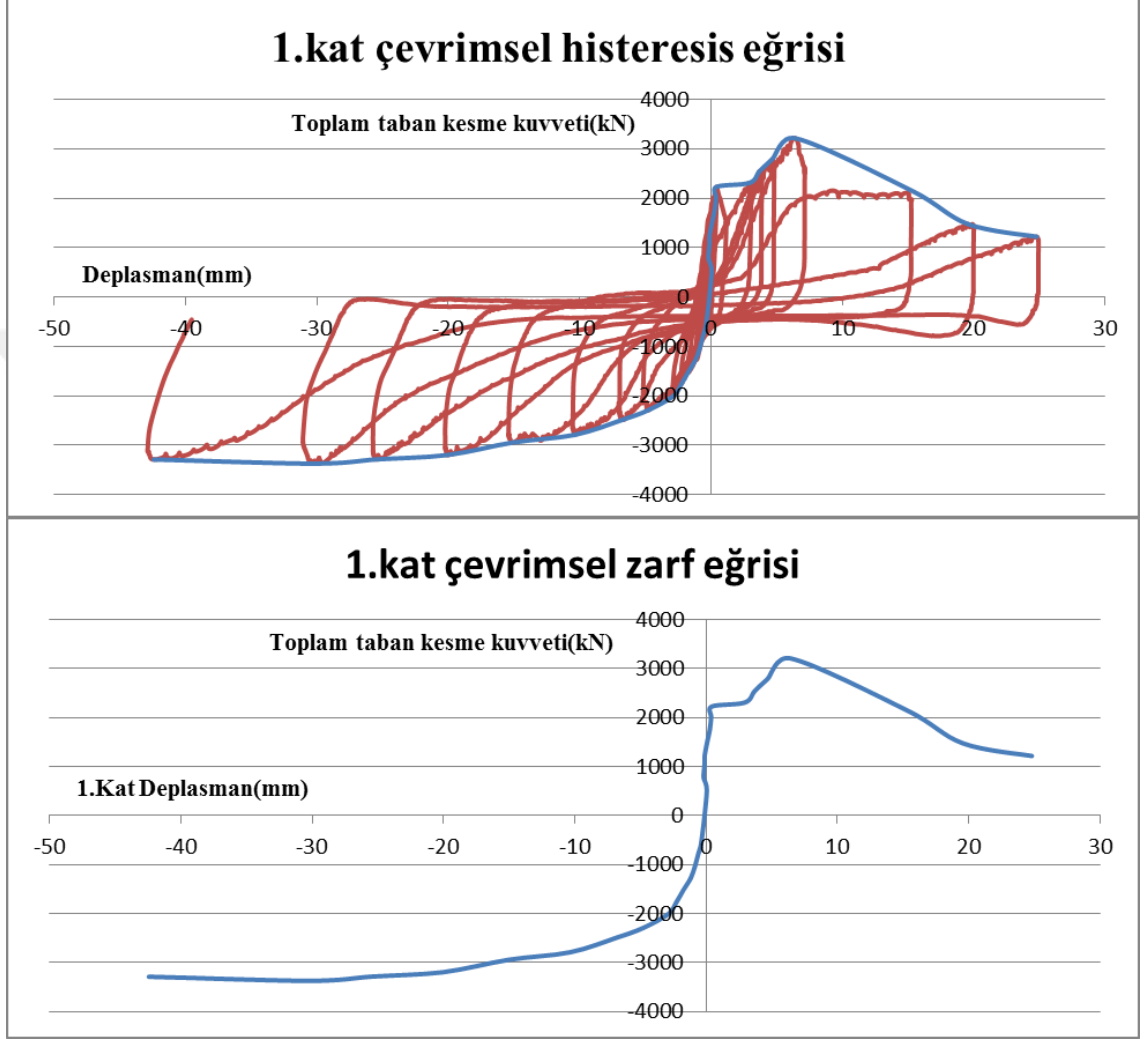
Çekme

Şekil 4.29. Deney numunesi 4'in itme ve çekme yönünde göçme yükü ($0.8V_{max}$) görünümü

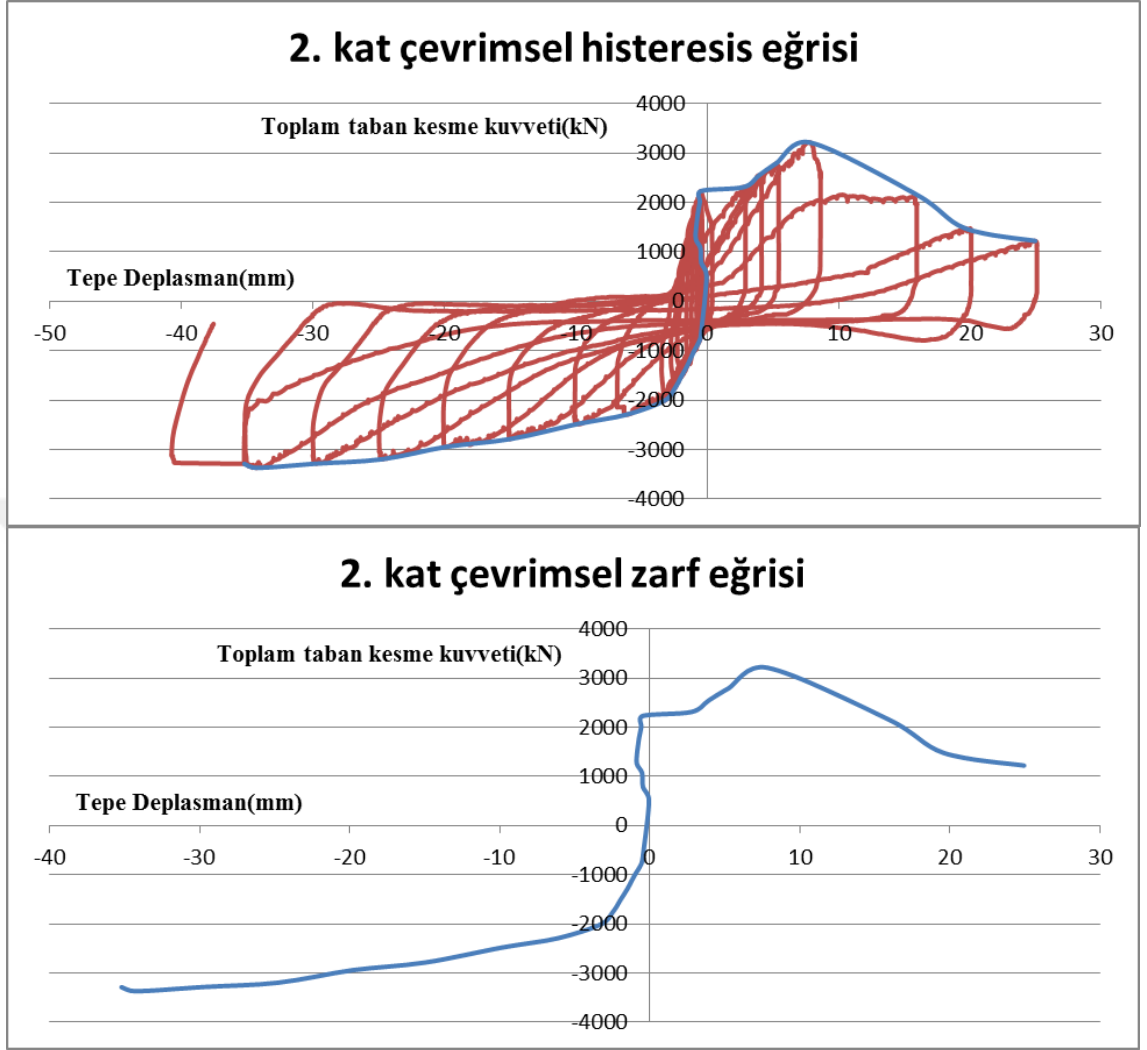


Şekil 4.30. Deney numunesi 4’de oluşan çatlakların ve hasarların, ön ve arka yüzden şematik olarak gösterimi

Deney numunesi 4'e maksimum taban kesme kuvveti 1. Ve 2. Kat ötelenmesi çevrimsel histeresis eğrisi ve zarf eğrisi, Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'da verilmiştir.



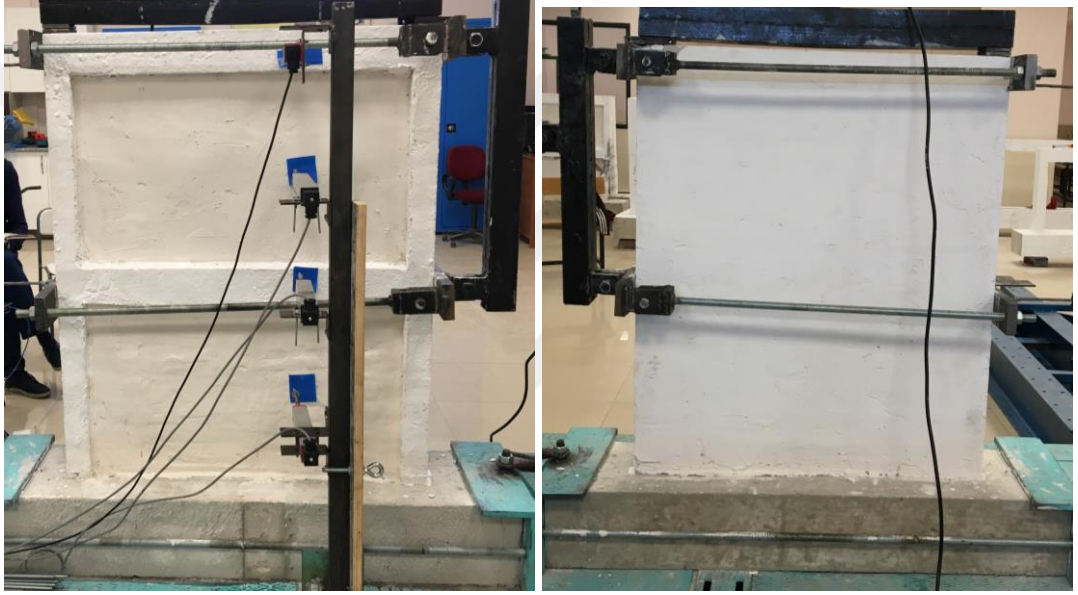
Şekil 4.31. Deney numunesi 4'e ait, maksimum taban kesme kuvveti 1. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi



Şekil 4.32. Deney numunesi 4'e ait, maksimum taban kesme kuvveti 2. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi

4.1.5. Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş yatay delikli tuğla dolgu duvarlı B/A numune

Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş yatay delikli tuğla dolgu duvarlı B/A numunenin, deney düzeneğine yerleştirilmiş hali Şekil 4.33’de verilmiştir. Bu numuneye, deneyde uygulanan yük geçmişi, yatay yüke ve tepe deplasmanına göre ise Çizelge 4.9.’da verilmiştir. Deney numunesine, itmede ve çekmede 22 yük çevrimi uygulanmıştır.



Şekil 4.33. Deney Numunesi 5’in deney öncesi görünümü

Deneye, yük kontrollü başlanılmış ve numunenin maksimum yük kapasitesine ulaşıldıktan sonra deneye deplasman kontrollü yükleme ile devam edilmiştir. Deney numunesi, +10. itme çevriminde maksimum 47.4 kN toplam yatay yüke dayandığı ve bu çevrimde numunede tepe deplasmanı 11.98 mm olarak ölçülmüştür. -10. çevrimde ise numunenin -50.3 kN toplam yatay yüke dayandığı ve tepe deplasmanında -19.39 mm olduğu görülmüştür. Deneyde; itme çevrimlerde en fazla 29.84 mm, çekme çevrimlerinde ise en fazla -28.04 mm deplasman seviyelerine kadar yükleme yapılmıştır. Deney, -22. çevrimden sonra numunede büyük hasarlar meydana geldiği için deney bitirilmiştir.

Çizelge 4.9. Tuğla donatılı numuneye ait toplam yatay yüke ve üst kat deplasmanına göre yük geçmişleri.

Çevrim No	Tepe Deplasmanı (mm)	Maksimum yatay yük (kN)
1	0,01	2,5
2	0,01	-2,6
3	0	5
4	0	-5,3
5	0,01	7,5
6	0	-7,7
7	0,04	11
8	-0,13	-10
9	0,01	12,5
10	-0,83	-12,5
11	-0,13	15
12	-1,25	-15
13	0,04	17,5
14	-1,77	-17,5
15	0,29	20
16	-2,17	-20
17	0,72	22,5
18	-2,66	-22,6
19	0,80	25,2
20	-3,35	-25
21	1,04	28
22	-3,89	-27,4
23	1,33	30
24	-4,54	-30,5
25	1,96	32,5
26	-5,20	-32,9
27	2,49	35
28	-5,71	-35
29	3,07	37,6
30	-6,60	-37,6
31	4,18	40
32	-7,57	-40
33	5,58	42,6
34	-9,55	-43,7
35	8,0	46
36	-11,47	-45,3
37	11,9	47,4
38	-14,13	-47,7
39	16,8	43,5

Çizelge 4.9'un devamı		
40	-19,3	-50,3
41	20,8	28,4
42	-24,1	-44,6
43	29,8	20,5
44	-28	-36,1

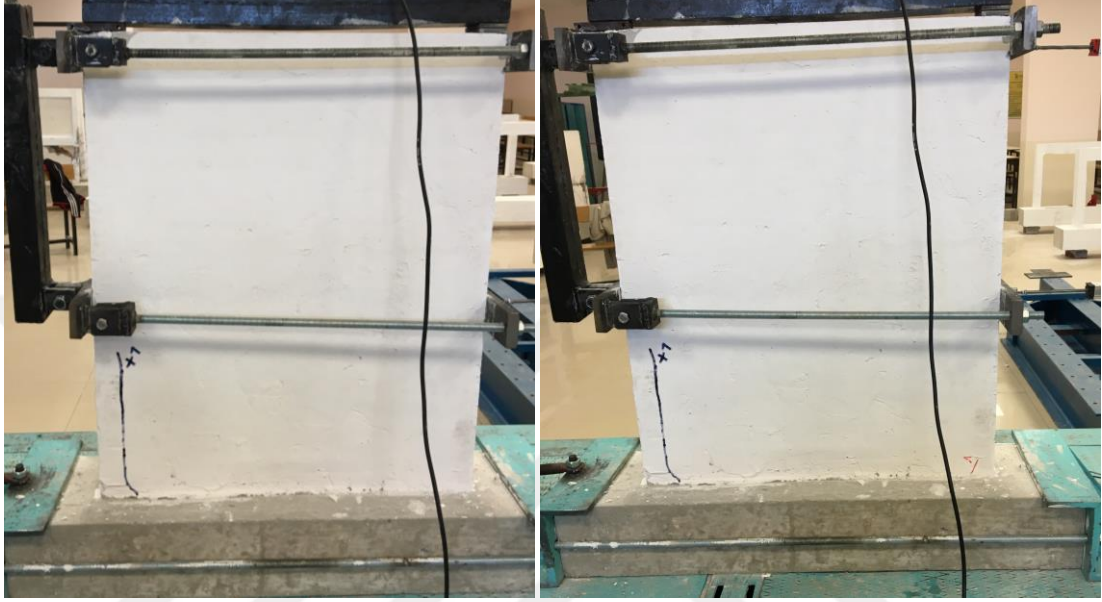
Deney sırasında numuneye, toplam 22 kN eksenel yük verilmiştir. Böylelikle numunenin, kolonlarına 11 kN'luk eksenel yük uygulanmıştır. Buna göre; C17 MPa beton kalitesinde ve 90x60 mm kesitinde olan kolonlara, taşıma kapasitelerinin yaklaşık %20'si kadar eksenel yük verilmiştir. Deney numunesinde çatlakların yeri anlatılırken, referans numunede kullanılan kolon ve kiriş numaraları esas alınacaktır. Ayrıca 1.kat hizasında bulunan duvara D01 ve 2.kat hizasında bulunan duvara ise D02 ismi kullanılmıştır. Numunede meydana gelen çatlaklar, Çizelge 4. 10.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 10. Deney numunesi 5'de, itme ve çekme yük çevrimlerine göre çatlakların dağılımı ve hasar oluşumu

Çevrim No	Maksimum Yatay Yük (kN)	Maksimum Tepe Deplasmanı (mm)	Numunede Gözlemlenen Çatlak ve Hasar oluşumu
+1 (itme)	2,5	0,01	Deney numunesi 5'nin testinde 18 çevrimde, herhangi bir çatlak oluşmamıştır. Bu çevrimler akma sınırının altında elastik çevrimler olarak uygulanmış ve numunenin elastik özelliklerini görmek için değerlendirilmiştir.
-1 (çekme)	-2,6	0,01	
+2	5	0	
-2	-5,3	0	
+3	7,5	0,01	
-3	-7,7	0	
+4	11	0,04	
-4	-10	-0,13	
+5	12,5	0,01	
-5	-12,5	-0,83	
+6	15	-0,13	
-6	-15	-1,25	
+7	17,5	0,04	
-7	-17,5	-1,77	
+8	20	0,29	
-8	-20	-2,17	
+9	22,5	0,72	
-9	-22,6	-2,66	
+10	25,2	0,80	D01 duvarı ile S102 kolonu birleşiminde +1 çatlağı oluşmuştur.

Çizelge 4.10'un devamı			
-10	-25	-3,35	Herhangi bir çatlak oluşmamıştır.
+11	28	1,04	S102 kolonunun ön yüz ve yan yüzünde, D01 duvarı ile S102 kolonu birleşiminde +2 çatlağı oluşmuştur.
-11	-27,4	-3,89	S101 kolonu ile D01 duvarı birleşiminin köşe kısmında -1 çatlağı oluşmuştur.
+12	30	1,33	S102 kolonu ile temel birleşiminde +3 çatlağı oluşmuştur.
-12	-30,5	-4,54	S101 kolonunda -2 çatlağı oluşmuştur.
+13	32,5	1,96	S102 kolonunun ön yüzünde ve arka yüzünde, S102 kolonu ile K101 kirişi birleşiminde +4 çatlağı oluşmuştur.
-13	-32,9	-5,20	S101 kolonu ile D01 duvarı birleşiminde,S101 kolonunda -3 çatlağı oluşmuştur.
+14	35	2,49	S102 kolonunun yan yüzeyinde,D01 duvarı ile temel birleşiminde +5 çatlağı oluşmuştur.
-14	-35	-5,71	S101 kolonu ile temel birleşiminde -4 çatlağı oluşmuştur.
+15	37,6 0.75V_{max}=35,55 (nominal akma)	3,07	K101 kirişi ile D02 duvar birleşiminde +6 çatlağı oluşmuştur.
-15	-37,6 0.75V_{max}=- 37,72 (nominal akma)	-6,60	S101 kolonunun yan yüzeyinde S102 kolonu ile K101 kirişi birleşiminde,K101 kirişi ile D02 duvarı birleşiminde -5 çatlağı oluşmuştur.
+16	40	4,18	S202 kolonu,D02 duvarında,K101 kirişi ile D02 duvarı birleşiminde,S101 kolonunda +7 çatlağı oluşmuştur.
-16	-40	-7,57	K101 kirişinde,D01 duvarında,S101 kolonunda -6 çatlağı oluşmuştur.
+17	42,6	5,58	K102 kirişi,D02 duvarında, D02 duvarı ile K102 kirişi birleşiminde,S202 kolonunda,S101 kolonu ile D01 duvarı birleşiminde,D02 duvarının köşe kısmında +8 çatlağı oluşmuştur.
-17	-43,7	-9,55	S101 kolonu ile K101 kirişinde,S102 kolonunda,S202 kolonu ile D02 duvarı birleşiminde,S102 kolonu ile D01 duvar birleşiminde,D01 duvarında -7 çatlağı oluşmuştur.
+18	46	8,0	S202 kolonunun yan yüzeylerinde,S201 kolonu ile D02 duvarının birleşim yerlerinde,S202 kolonu ile D02 duvarı birleşiminde,K102 kirişi ile D02 duvarı birleşiminde,D02 duvarında +9 çatlağı oluşmuştur.
-18	-45,3	-11,47	D02 duvarının sağ üst köşesinde,S202 kolonunda,D02 duvarı ile K102 kirişi birleşim yerlerinde, D01 duvarında,S101 kolonunda -8 çatlağı oluşmuştur.
+19	V_{max}=47,4	11,9	S201 kolonunda,S202 kolonunun ön ve yan yüzünde,D02 duvarı ile K102 kirişi birleşiminde,S201 kolonu ile D02 duvarı birleşiminde,S102 kolonu ile D01 duvarı birleşiminde +10 çatlağı oluşmuştur.
-19	-47,7	-14,13	S101,S102,S202 kolonlarında,S201 kolonu ile D02 duvarı birleşiminde S201 kolonunda -9 çatlağı meydana gelmiştir.
+20	43,5	16,8	D02 duvarında,S102 kolonu ile K101 kirişi birleşiminde,S201,S202,S101 kolonlarında +11 çatlağı oluşmuştur.
-20	V_{max}=-50,13	-19,13	S201,S202 kolonlarında,K101 kirişi ile S101 kolonu birleşiminde -10 çatlağı oluşmuştur.
+21	28,4 0.8V_{max}= 37,92 (göçme yükü)	20,8	D02 duvarında,D02 duvarı ile K102 kiriş birleşiminde,S201,S202 kolonlarında +12 çatlağı oluşmuştur.
-21	-44,6	-24,1	S202,S201 kolonlarında,D02 duvarında,D02 duvarı ile K101 kirişi birleşiminde -11 çatlağı oluşmuştur.
+22	20,5	29,8	Bu çevrimde numunede oluşan hasarlar nedeniyle çatlak numarası

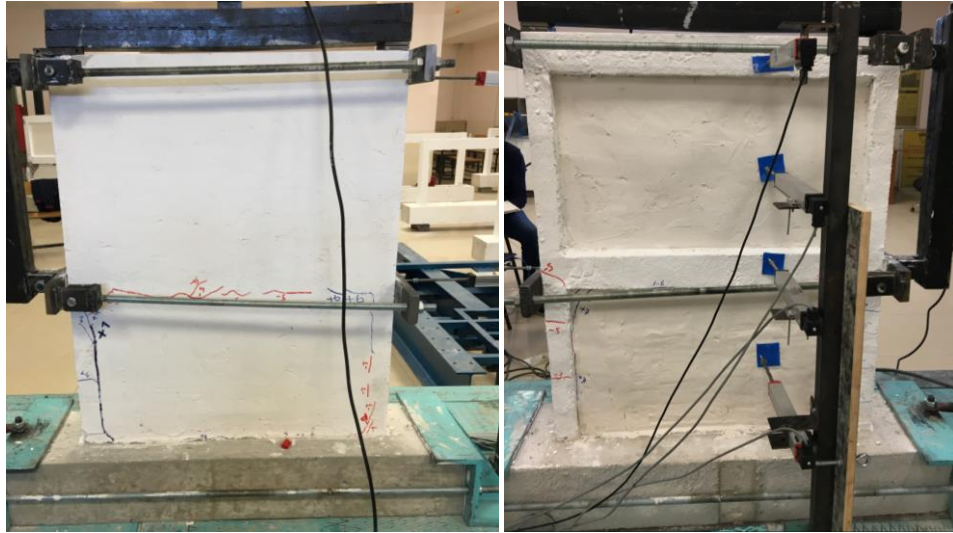
Çizelge 4.10'un devamı			verilmemiştir.Sadece oluşan hasarları fotoğraflar ile tespiti gerçekleştirilmiştir..Deney numunesi 5 çevrimlerinde oluşan çatlaklar Şekil 4.38'de verilmiştir.
-22	-36,1 0.8V_{max}=-40,24 (göçme yükü)	-28	



İtme

Çekme

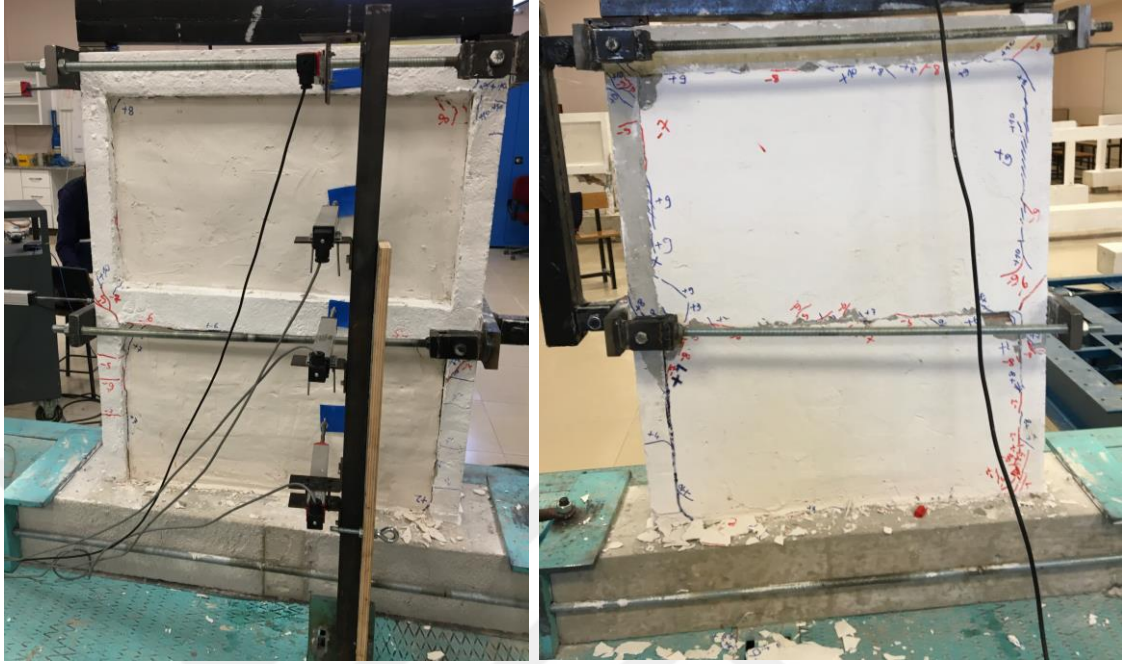
Şekil 4.34. Deney numunesi 5'de, itme ve çekme çevrimlerinde oluşan ilk çatlaklar



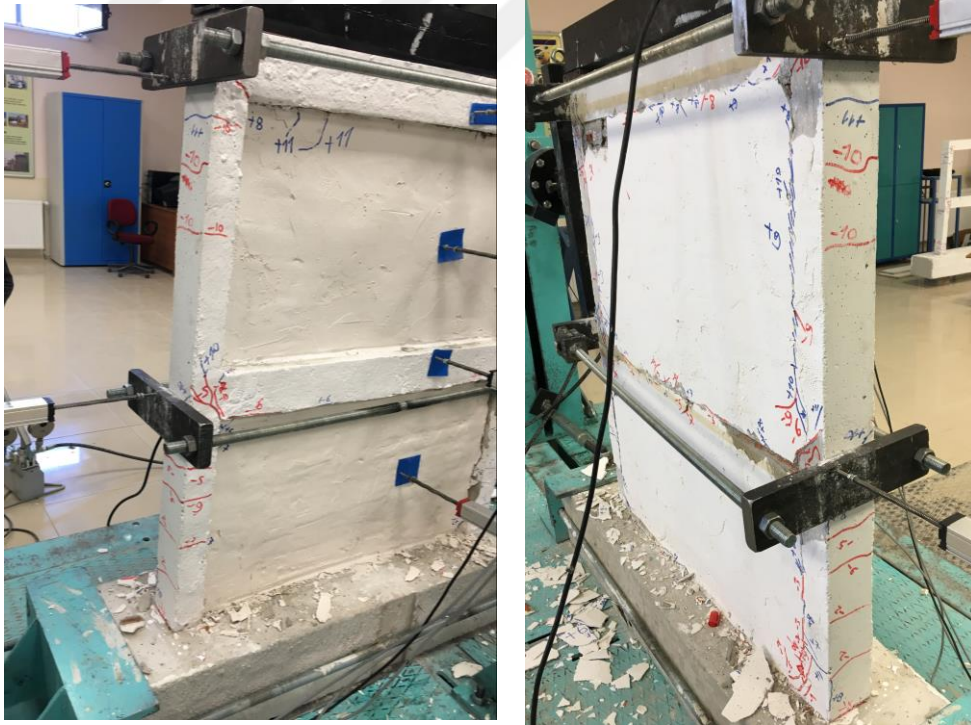
İtme

Çekme

Şekil 4.35. Deney numunesi 5'in, nominal akma yüküne (0.75.V_{max}) ait görünümü

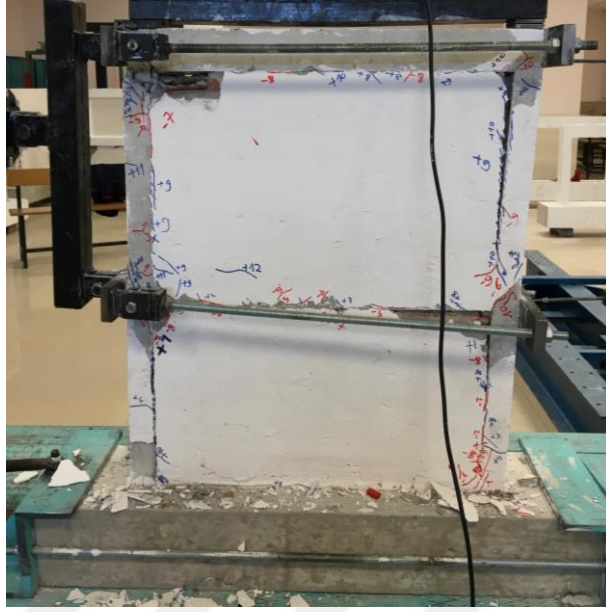


İtme

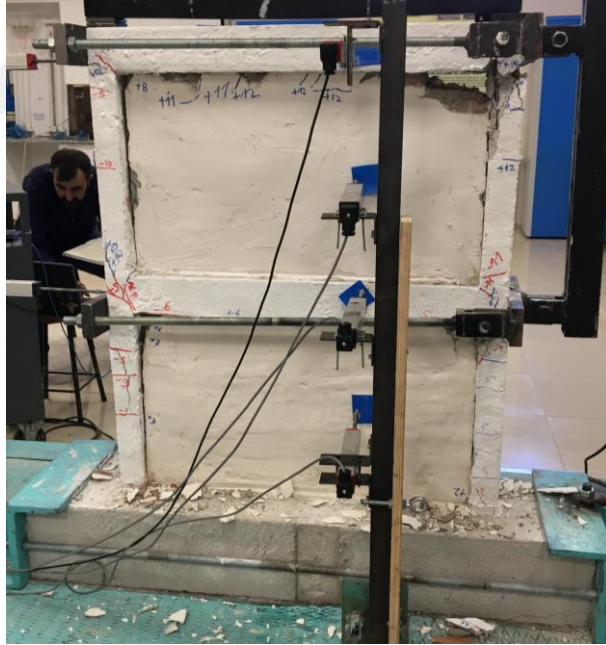


Çekme

Şekil 4.36. Deney numunesi 5'in, itme ve çekme yönünde maksimum yük taşıma kapasitesinde (V_{max}) görünümü

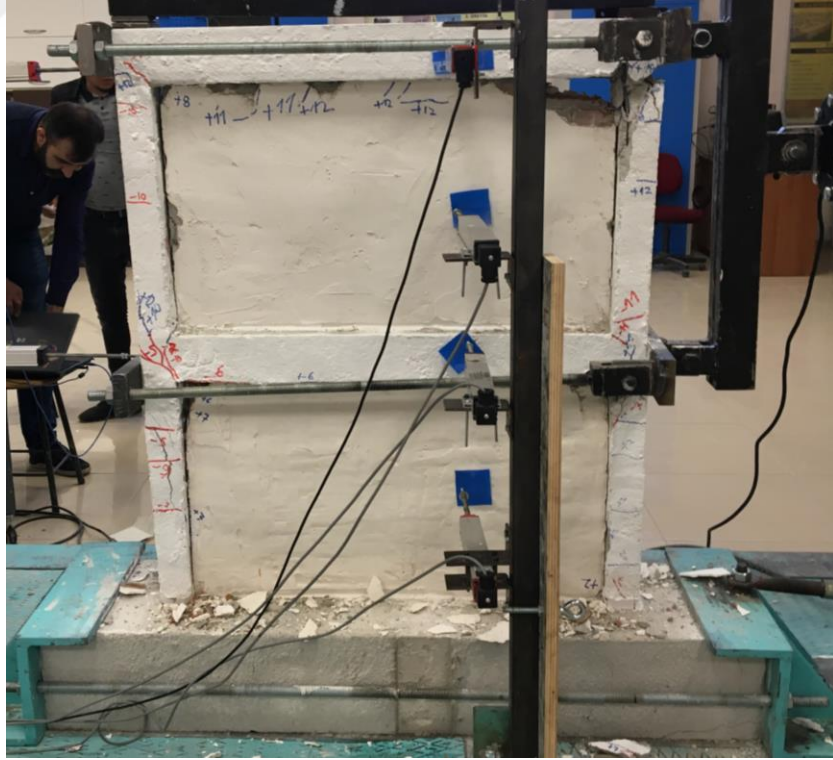
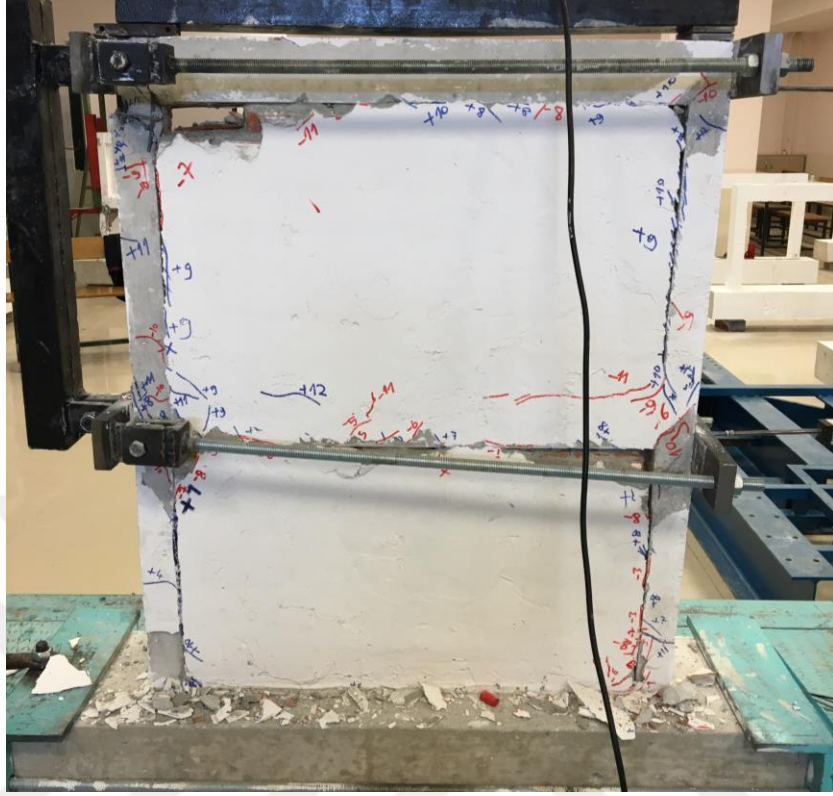


İtme



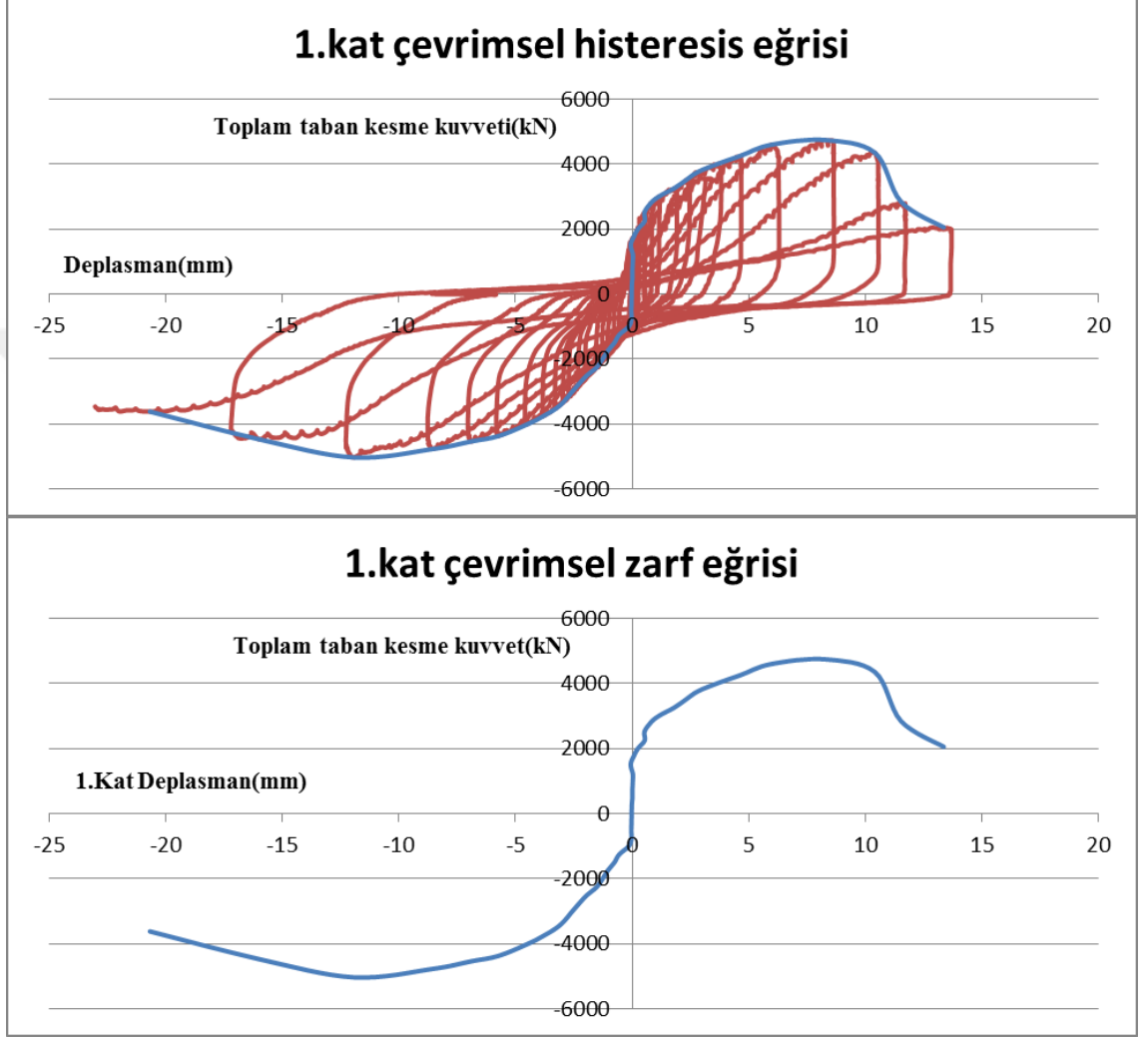
Çekme

Şekil 4.37. Deney numunesi 5'in itme ve çekme yönünde göçme yükü ($0.8V_{max}$) görünümü

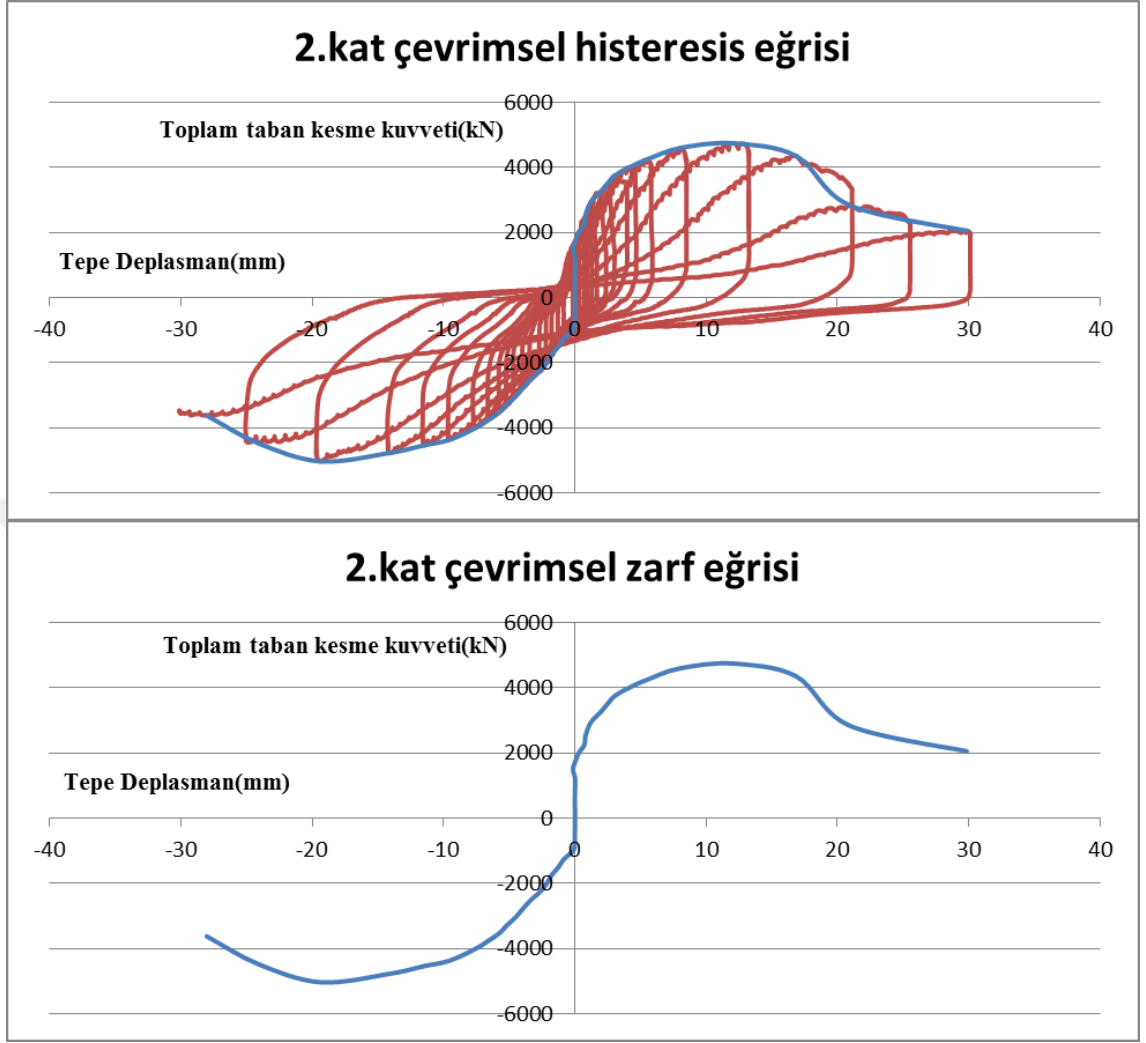


Şekil 4.38. Deney numunesi 5’de oluşan çatlakların ve hasarların, ön ve arka yüzden şematik olarak gösterimi

Deney numunesi 5'e maksimum taban kesme kuvveti 1. ve 2. Kat ötelenmesi çevrimsel histeresis eğrisi ve zarf eğrisi, Şekil 4.39 ve Şekil 4.40'da verilmiştir.



Şekil 4.39. Deney numunesi 5'e ait, maksimum taban kesme kuvveti 1. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi














Şekil 4.40. Deney numunesi 5'e ait, maksimum taban kesme kuvveti 2. Kat ötelenmesi histeresis eğrisi ve zarf eğrisi

4.2. Deneysel Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bu bölümde, deneyleri yapılan 5 adet numunenin, deneysel verilerinin birbirleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Deneysel verilerin karşılaştırılması yapılırken, çalışmanın amacı doğrultusunda numuneler arasında karşılaştırma grupları oluşturulmuştur (Çizelge 4.11). Oluşturulan grupların karşılaştırılmasında ilk olarak Referans numune, gazbeton dolgu duvarlı numune, gazbeton donatılı numune grup 1 olarak deney verileri karşılaştırılmıştır. İkinci olarak referans numune, tuğla dolgu duvarlı numune, tuğla donatılı numune olarak deney verileri karşılaştırılmıştır. Üçüncü olarak yapıldıktan sonra, 5 adet numunenin deney verileri bir arada karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonrasında, deneylerden elde edilen sayısal sonuçlar, çizelge halinde ve grafiksel olarak verilmiştir. Karşılaştırmalar için verilmiş olan grafikler ve çizelgeler şunlardır;

- a) Toplam yatay yük-tepe deplasmanı zarf eğrileri grafiği,
- b) Deneysel numunelerinin yatay yük taşıma kapasitelerindeki artış oranları çizelgesi

Çizelge 4. 11. Numuneler arasında oluşturulan karşılaştırma grupları

Grup No	Numuneler				
1	 RS	 GZD	 ÇTKGZD		
2	 RS	 TD	 ÇTKTD		
3	 RS	 GZD	 ÇTKGZD	 TD	 ÇTKTD

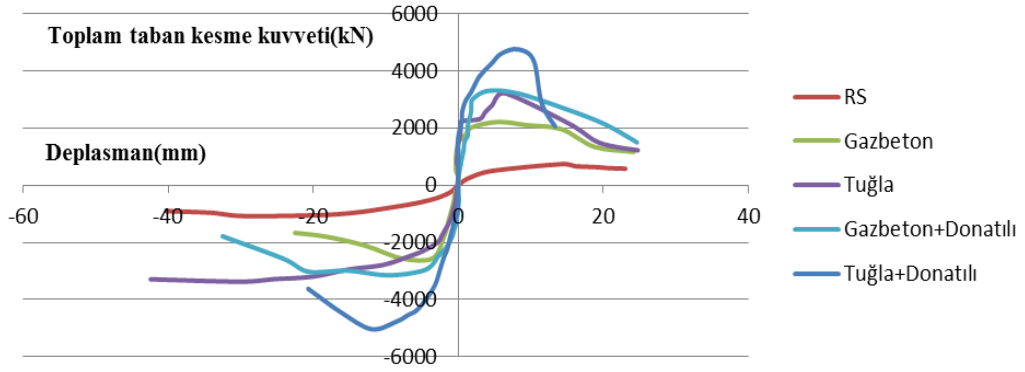
4.2.1. Grup 1'de Bulunan Numunelerin Karşılaştırılması Dayanımların karşılaştırılması:

Çalışma kapsamında deneyleri yapılan 5 adet numuneye ait toplam yatay yük-tepe deplasmanı zarf eğrileri grafiği Şekil 4.41'de, verilmiştir. Verilen bu grafiklere göre dolgu duvarsız B/A numune (RS), gaz beton dolgu duvarlı B/A numune, çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı B/A numuneye göre itme ve çekme yönlerinde yatay yük taşıma kapasitelerindeki artış oranları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

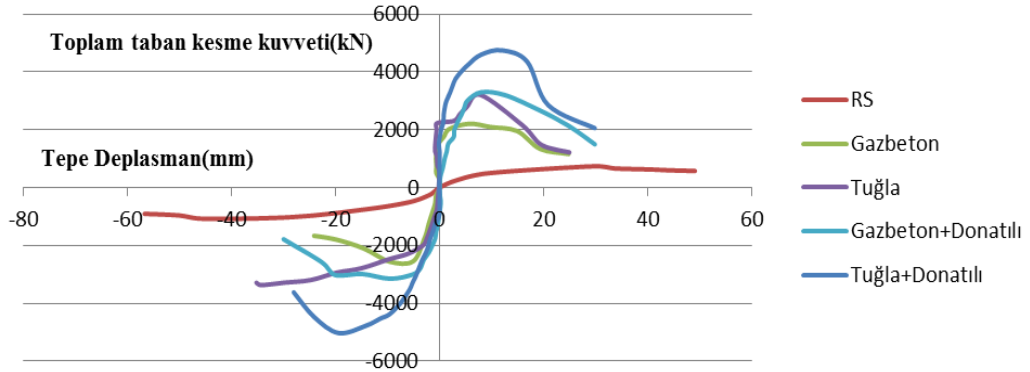
Çizelge 4.12.'den görüldüğü üzere; itme yönü için en fazla yatay yük taşıyan numune çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı B/A numunedir. Buna göre; çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı B/A numune, dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneye göre %354,4, gaz beton dolgu duvarlı B/A numuneye göre %48.86 daha fazla yatay yük taşımıştır.

Çizelge 4.12.'den görüldüğü üzere; çekme yönü için en fazla yatay yük taşıyan numune çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı B/A numunedir. Buna göre; çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gaz beton dolgu duvarlı B/A numune, dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneye göre %197.06, gaz beton dolgu duvarlı B/A numuneye göre %23,13 daha fazla yatay yük taşımıştır.

Tüm numunelere ait toplam 1.kat yatay yük-tepe deplasman eğrileri






Tüm numunelere ait toplam 2.kat yatay yük-tepe deplasman eğrileri



Şekil 4.41. Tüm numunelere ait toplam yatay yük-tepe deplasmanı zarf eğrileri grafiği

Çizelge 4. 12. Deney numunelerinin yatay yük taşıma kapasitelerindeki artış oranları

Deney numunesi	Max. Yükteki Tepe deplasmanı (mm)		Toplam yatay yüke göre					
			Max. Yatay Yük (kN)		Yatay yük taşıma artış oranları (%)		Yatay yük taşıma artış oranları	
	İtme	Çekme	İtme	Çekme	İtme	Çekme	İtme	Çekme
RS 	29.71	-45.11	7.24	-10.57	0	0	1	1
GZD 	5.74	-9.58	22.1	-25.5	205	141	21.5	15.1
ÇTKGZD 	8.03	-9.53	32.9	-31.4	354	197	36.4	20.7

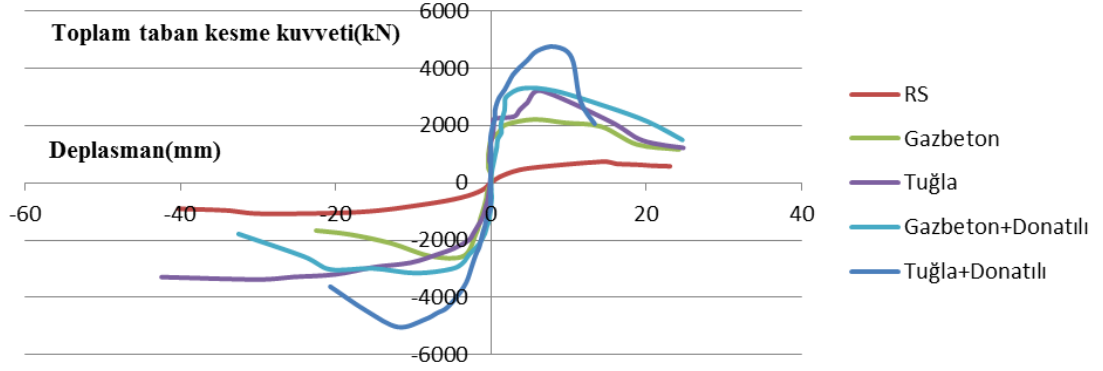
4.2.2. Grup 2’de Bulunan Numunelerin Karşılaştırılması Dayanımların karşılaştırılması:

Çalışma kapsamında deneyleri yapılan 5 adet numuneye ait toplam yatay yük-tepe deplasmanı zarf eğrileri grafiği Şekil 4.42’de, verilmiştir. Verilen bu grafiklere göre dolgu duvarsız B/A numune (RS), Tuğla dolgu duvarlı B/A numune, Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numuneye göre itme ve çekme yönlerinde yatay yük taşıma kapasitelerindeki artış oranları Çizelge 4.13.’de verilmiştir.

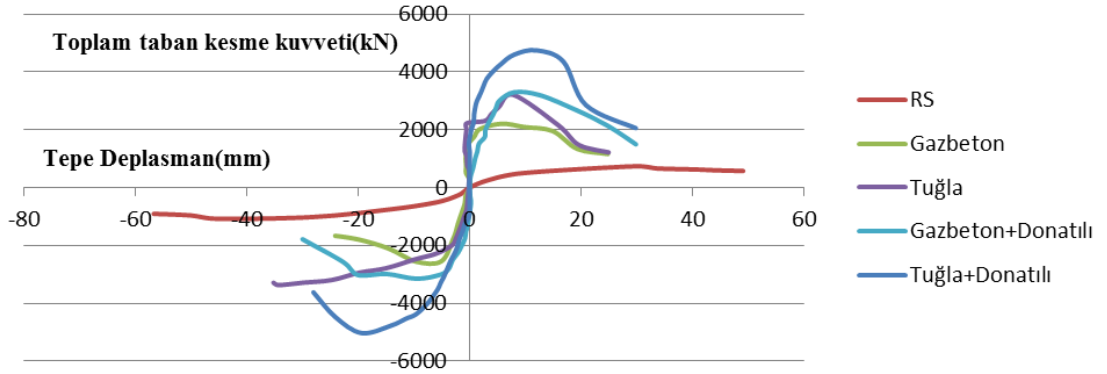
Çizelge 4.13.’den görüldüğü üzere; itme yönü için en fazla yatay yük taşıyan numune çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numunedir. Buna göre; çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune, dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneye göre %554.69, tuğla dolgu duvarlı B/A numuneye göre %47.66 daha fazla yatay yük taşımıştır.

Çizelge 4.13.’den görüldüğü üzere; çekme yönü için en fazla yatay yük taşıyan numune çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numunedir. Buna göre; çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune, dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneye göre %375.87, tuğla dolgu duvarlı B/A numuneye göre %49.34 daha fazla yatay yük taşımıştır.

Tüm numunelere ait toplam 1.kat yatay yük-tepe deplasman eğrileri






Tüm numunelere ait toplam 2.kat yatay yük-tepe deplasman eğrileri



Şekil 4.42. Tüm numunelere ait toplam yatay yük-tepe deplasmanı zarf eğrileri grafiği

Çizelge 4. 13. Deney numunelerinin yatay yük taşıma kapasitelerindeki artış oranları

Deney numunesi	Max. Yükteki Tepe deplasmanı (mm)		Toplam yatay yüke göre					
			Max. Yatay Yük (kN)		Yatay yük taşıma artış oranları (%)		Yatay yük taşıma artış oranları	
	İtme	Çekme	İtme	Çekme	İtme	Çekme	İtme	Çekme
RS 	29.71	-45.11	7.24	-10.57	0	0	1	1
TD 	7.84	-34.2	32.1	-33.7	343	219	35.3	22.9
ÇTKTD 	11.9	-19.3	47.4	-50.3	555	376	56.5	38.6

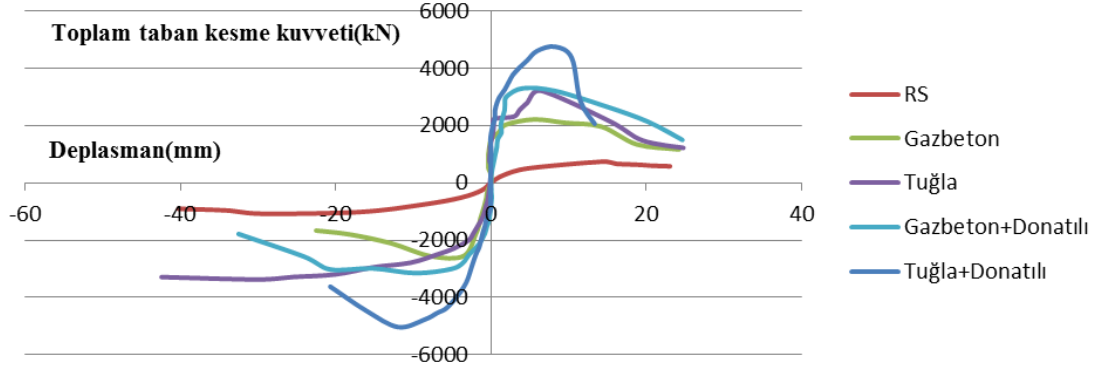
4.2.3. Grup 3'de Bulunan Numunelerin Karşılaştırılması Dayanımların karşılaştırılması:

Çalışma kapsamında deneyleri yapılan 5 adet numuneye ait toplam yatay yük-tepe deplasmanı zarf eğrileri grafiği Şekil 4.43'de, verilmiştir. Verilen bu grafiklere göre dolgu duvarsız B/A numune (RS), gazbeton dolgu duvarlı B/A numune, çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarlı B/A numune, tuğla dolgu duvarlı B/A numune, çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numuneye göre itme ve çekme yönlerinde yatay yük taşıma kapasitelerindeki artış oranları Çizelge 4.14.'de verilmiştir.

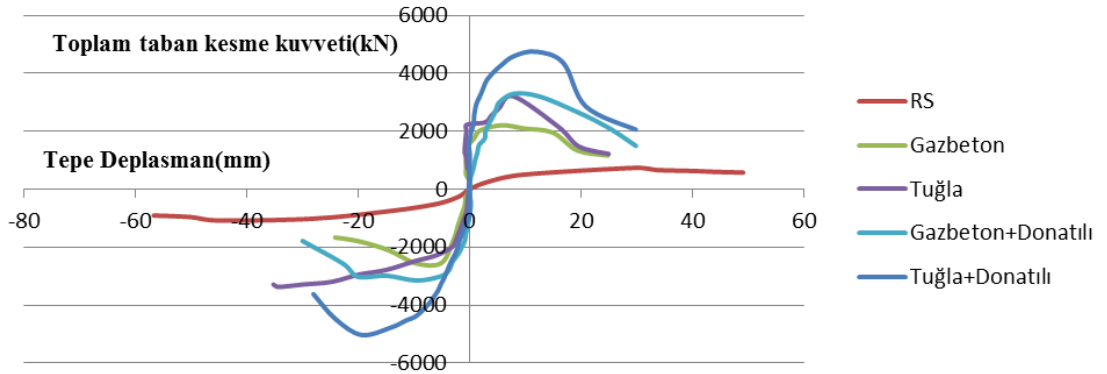
Çizelge 4.14'den görüldüğü üzere; itme yönü için en fazla yatay yük taşıyan numune çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numunedir. Buna göre; çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune, dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneye göre %554,69, gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye göre %114,47, çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye göre %44,07, tuğla dolgu duvarlı B/A numuneye göre %47,66, daha fazla yatay yük taşımıştır.

Çizelge 4.14'den görüldüğü üzere; çekme yönü için en fazla yatay yük taşıyan numune çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numunedir. Buna göre; çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune, dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneye göre %375,87, gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye göre %97,25, çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye göre %60,19, tuğla dolgu duvarlı B/A numuneye göre %49,34, daha fazla yatay yük taşımıştır.

Tüm numunelere ait toplam 1.kat yatay yük-tepe deplasman eğrileri








Tüm numunelere ait toplam 2.kat yatay yük-tepe deplasman eğrileri



Şekil 4.43. Tüm numunelere ait toplam yatay yük-tepe deplasmanı zarf eğrileri grafiği

Çizelge 4. 14. Deney numunelerinin yatay yük taşıma kapasitelerindeki artış oranları

Deney numunesi	Max. Yükteki Tepe deplasmanı (mm)		Toplam yatay yüke göre					
			Max. Yatay Yük (kN)		Yatay yük taşıma artış oranları (%)		Yatay yük taşıma artış oranları	
	İtme	Çekme	İtme	Çekme	İtme	Çekme	İtme	Çekme
RS 	29.71	-45.11	7.24	-10.57	0	0	1	1
GZD 	5.74	-9.58	22.1	-25.5	205	141	21.5	15.1
ÇTKGZD 	8.03	-9.53	32.9	-31.4	354	197	36.4	20.7
TD 	7.84	-34.2	32.1	-33.7	343	219	35.3	22.9
ÇTKTD 	11.9	-19.3	47.4	-50.3	555	376	56.5	38.6

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile dolgu duvarların betonarme çerçeveye katkısını arttırmak ve yapılarda depremden dolayı oluşan duvarların düzlem dışı hareketini kısıtlamak için dolgu duvarların yatay derzleri çelik tel kafes ile düşey derzleri ise düşey donatı ile güçlendirilerek dolgu duvarın yapı davranışına nasıl etkilediği deneysel olarak araştırılmıştır.

Yapılan bu tez çalışmasında; ülkemizde depreme karşı performansı yetersiz mevcut binalarda karşılaşılan kusurlar da dikkate alınarak 1/5 ölçekli, iki katlı ve tek açıklıklı 5 adet numune Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Kemal Akman Meslek Yüksekokulu Laboratuvarında yatay olarak üretilmiştir. Deneyler için üretilen bu numunelerden ilki dolgu duvarsız betonarme çerçeve kontrol amaçlı üretilmiş referans numunedir. Diğer deney numunelerinden 1'i gazbeton dolgu duvarla, 1'i çelik tel kafes ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarla, 1'i tuğla dolgu duvarla, 1'i çelik tel kafes ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarla güçlendirilmiştir. Hazırlanan 5 adet numune Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Kemal Akman Meslek Yüksekokulu İnşaat Laboratuvarında tersinir-tekrarlanır yükler altında test edilmiştir.

5.1. Sonuçlar

Bu tez kapsamında yapılan deneysel çalışmaların neticesinde, numunelerin yatay yük taşıma kapasiteleri, akma yük değerleri, göçme yükü değerleri, için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

- Dolgu duvarsız B/A çerçeve RS'nin, maksimum yatay yük taşıma kapasitesi itmede 7.24 kN, çekmede 10.57 kN, akma yükü değeri itmede 7.24 kN, çekmede 10.57 kN, göçme yükü değeri itmede 5.79 kN, çekmede 8.45 kN, olarak bulunmuştur. Numunede göçme mekanizması; S101 ve S102 kolonlarında meydana gelen eğilme çatlaklarından kaynaklanan hasarlar şeklinde gerçekleşmiştir. Böylelikle bu numunede zayıf kolon-güçlü kiriş davranışının oluşumu gözlemlenmiştir.

- Gazbeton dolgu duvarlı B/A numunenin, maksimum yatay yük taşıma kapasitesi itmede 22.1 kN, çekmede 25.5 kN, akma yükü değeri itmede 20.97 kN,

çekmede 25.5 kN, göçme yükü değeri itmede 17.68 kN, çekmede 20.4 kN bulunmuştur. Numunede göçme mekanizması; S101 ve S102 kolonlarında meydana gelen eğilme çatlaklarından kaynaklanan hasarlar şeklinde gerçekleşmiştir. D01 duvarının sol köşe kısmı yıkılmıştır. S101 ve S102 kolonlarının üzerindeki sıvalar dökülmüştür. D02 duvarında çapraz şekilde çatlaklar oluşmuştur.

■ Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarlı B/A numunenin, maksimum yatay yük taşıma kapasitesi itmede 32.9 kN, çekmede 31.4 kN, akma yükü değeri itmede 32.02 kN, çekmede 31.49 kN, göçme yükü değeri itmede 26.32 kN, çekmede 25.12 kN, bulunmuştur. Numunede göçme mekanizması; S101 ve S102 kolonlarında eğilme ve kesme çatlakları oluşmuştur. D01 duvarındaki çatlaklar giderek artmaya başlamıştır. D01, D02 duvarlarında sıvaların döküldüğü gözlemlenmiştir. D01 duvarı kolon – kiriş birleşim noktalarından ayrılmaya başlamıştır. D01 duvarının sağ ve sol üst köşelerinde yıkılmalar oluşmuştur. Düzlem dışı yapılan duvarın çerçeveden ayrılması, kolon-kiriş birleşim bölgelerinde gözlemlenmiştir. Kısa kolon davranışı, S101 ve S102 kolonlarında meydana geldiği gözlemlenmiştir.

■ Tuğla dolgu duvarlı B/A numunenin, maksimum yatay yük taşıma kapasitesi itmede 32.1 kN, çekmede 33.7 kN, akma yükü değeri itmede 32.11 kN, çekmede 33.70 kN, göçme yükü değeri itmede 25.6 kN, çekmede 26.9 kN, olarak bulunmuştur. Numunede göçme mekanizması; S101 ve S102 kolonlarında eğilme ve kesme çatlağı oluşmuştur. S101 ve S102 kolonlarındaki betonlar dökülmüştür, donatılar açığa çıkmıştır. Donatılar eğilmiştir. S101 kolonunun donatısı kopmuştur. S102 kolonundaki hasar S101 kolonundan fazla olmuştur. D01 duvarının sağ ve sol üst köşelerinde yıkılmalar meydana gelmiştir. D01 duvarının sol tarafındaki yıkılmalar sağ tarafındaki yıkılmadan daha fazladır. D02 duvarında kolon kiriş birleşim yerlerinde çatlaklar oluşmuştur.

■ Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numunenin, maksimum yatay yük taşıma kapasitesi itmede 47.4 kN, çekmede 50.3 kN, akma yükü değeri itmede 47.4 kN, çekmede 50.30 kN, göçme yükü değeri itmede 37.92 kN, çekmede 40.24 kN olarak bulunmuştur. Numunede göçme mekanizması; S202 kolonunda eğilme ve kesme çatlağı oluşmuştur. S202 kolonundaki beton dökülerek

donatılar açığa çıkmıştır. Donatılar eğilmiştir. S102 kolonunda eğilme çatlakları oluşmuştur. S102 kolonundaki beton dökülerek donatılar açığa çıkmıştır. Kolon ve kirişlerin üzerindeki sıvalar dökülmüştür. D02 duvarının sağ üst köşesi yıkılmıştır. D02 ve D01 duvarlarında kolon – kiriş birleşim yerleriyle duvarın birleşim yerlerinde çatlak oluşmuştur. D01 duvarının sol üst köşesinde yıkılmalar meydana gelmiştir. D01 duvarının K101 kirişi ile birleştiği kısımda çatlaklar oluşmuştur.

Yapılan deneylerden elde edilen verilerin karşılaştırılması neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune itme ve çekme yönünde en fazla yatay yük taşıma kapasitesine sahip numunedir (itme’de 47.4 kN, çekme’de 50.3 kN). Buna göre; bu numune, dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneye göre itmede %554.69, çekmede %375.87 daha fazla yük taşımaktadır. Bu numune, gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye göre itmede %114.47, çekmede %97.25 daha fazla yük taşımaktadır. Bu numune çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye göre itmede %44.07, çekmede %60.19 daha fazla yük taşımaktadır. Bu numune, tuğla dolgu duvarlı B/A numuneye göre itmede %47.66, çekmede %49.34, daha fazla yatay yük taşımaktadır.

- Tuğla dolgu duvarlı B/A numune, gazbeton dolgu duvarlı B/A numune ve dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneler arasında yatay yük taşıma kapasitesine göre kıyas yapılırsa itme yönünde, Tuğla dolgu duvarlı B/A numune (32,1 kN), gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye göre %45.24 dolgu duvarsız numuneye (RS) göre %343,37 daha fazla yük taşımıştır.

- Tuğla dolgu duvarlı B/A numune, gazbeton dolgu duvarlı B/A numune ve dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneler arasında yatay yük taşıma kapasitesine göre kıyas yapılırsa çekme yönünde, Tuğla dolgu duvarlı B/A numune (32,1 kN), gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye göre %32.15 dolgu duvarsız numuneye (RS) göre %218,82 daha fazla yük taşımıştır.

- Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune, çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye ve dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneler arasında yatay yük taşıma kapasitesine göre kıyas yapılırsa itme yönünde, Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A

numune (47,4 kN), gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye göre %44.07 dolgu duvarsız numuneye (RS) göre %554.69 daha fazla yük taşımıştır.

■ Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune, çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye ve dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneler arasında yatay yük taşıma kapasitesine göre kıyas yapılırsa ise çekme yönünde, Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune (47,4 kN), gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye göre % 60.19 dolgu duvarsız numuneye (RS) göre %375.87 daha fazla yük taşımıştır.

■ Tuğla dolgu duvarlı B/A numune, çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarlı B/A numune ve dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneler arasında yatay yük taşıma kapasitesine göre kıyas yapılırsa ise itme yönünde, Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarlı B/A numune (32,9 kN), tuğla dolgu duvarlı B/A numuneye göre %2.49 dolgu duvarsız numuneye (RS) göre %354.41 daha fazla yük taşımıştır.

■ Tuğla dolgu duvarlı B/A numune, çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarlı B/A numune ve dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneler arasında yatay yük taşıma kapasitesine göre kıyas yapılırsa ise çekme yönünde, tuğla dolgu duvarlı B/A numune (33,7 kN), çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye göre %7.32 dolgu duvarsız numuneye (RS) göre %197.06 daha fazla yük taşımıştır.

■ Gazbeton dolgu duvarlı B/A numune, çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune ve dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneler arasında yatay yük taşıma kapasitesine göre kıyas yapılırsa ise itme yönünde, Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune (47,4 kN), gazbeton dolgu duvarlı B/A numuneye göre %114.47 dolgu duvarsız numuneye (RS) göre %554.69 daha fazla yük taşımıştır.

■ Gazbeton dolgu duvarlı B/A numune, çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune ve dolgu duvarsız B/A çerçeve (RS) numuneler arasında yatay yük taşıma kapasitesine göre kıyas yapılırsa ise çekme yönünde, Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune (50,3 kN), gazbeton

dolgu duvarlı B/A numuneye göre %97.25 dolgu duvarsız numuneye (RS) göre %375.87 daha fazla yük taşımıştır.

5.2. Öneriler

Deprem davranışı yetersiz B/A çerçevelerin, düzlem dışı dolgu duvarların güçlendirilmesi konusunda yapılan araştırma sonucunda geliştirilen öneriler aşağıda sunulmuştur.

- Hasarlı betonarme çerçevelerin dolgu duvarlarına farklı boyutlarda çelik tel kafesler kullanılarak onarılması incelenmelidir.
- B/A dolgu duvarlı numunede farklı dolgu duvar malzemeleri kullanılarak yeni bir çalışma yapılabilir.
- Güçlendirme çalışmaları tamamlandıktan sonra dolgu duvardan kaynaklanan yalıtım sıkıntılarının yaşanmaması için gerekli yalıtım işlemlerinin yapılması gereklidir.
- Ülkemizdeki gerçek yapılarda uygulanan dolgu duvarlar dikkate alınarak ve bu çalışmadaki çelik tel kafesler , duvar dolgu malzemesi ve yerleşim yerleri değiştirilerek yeni bir çalışma yapılabilir.
- Çelik tel kafeslerle güçlendirilmiş dolgu duvarların dayanıma etkisini incelemek amacıyla yapılmış bir çalışmadır. Gerçek binalarda uygulanacak bu yöntemde binanın duvarlarının düzlem dışı hareket etmesini engellemek ve dayanımların artırılmasını sağlamak için bu araştırma düşünülmüştür. Bu çalışmaya ek olarak dolgu duvar malzemesini ve çelik tel kafes sistemin bi farklı şekli yapılarak yeni bir çalışmayla araştırılmalıdır.
- Mevcut betonarme çerçevelere benzer olarak, hazırlanacak çerçevelerin kolonlarına ek olarak güçlendirme yapılarak deneysel çalışmalar yapılabilir.
- Güçlendirme yapılacak olan numunenin belirlenmesinde, numunenin Çelik tel kafesler ile güçlendirilmiş tuğla dolgu duvarlı B/A numune seçilmesi önerilir.
- Hazırlanan bu çalışmada, deney numunelerinin çerçevelerinde ortalama basınç dayanımı 17 MPa olan beton kullanılmıştır. Yapılacak olan yeni bir çalışmada, numunelerin çerçeve betonu olarak daha düşük basınç dayanımına sahip

beton kullanılarak deneysel bir çalışma yapılabilir. Böylelikle, beton basınç dayanımı düşük olan mevcut betonarme yapılarda, çelik tel kafeslerle güçlendirilmiş dolgu duvarlarıyla yapılan güçlendirme yönteminin uygulanabilirliği hakkında fikir sahibi olunabilir.

- Yapılacak olan yeni bir çalışma kapsamında; çelik tel kafes sistemli dolgu duvarlarla güçlendirilmiş numunelerin davranışları analitik olarak incelenebilir. Böylelikle, numuneler için deneylerden elde edilen sonuçlar, analitik çalışma sonuçları ile karşılaştırılabilir.



KAYNAKLAR

- [1] Altın, S., 2010, Türkiye'nin deprem gerçeği paneli, Gazi Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayını, Ankara, 11-13.
- [2] Balık , F.S. , 2012, "Betonarme Dolgu Duvarla Güçlendirilmiş Deprem Davranışı Yetersiz Betonarme Çerçevelerin Davranışına Pencere Boşluklarının Etkisi",Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [3] DBYBHY, 2007, Afet bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [4] TBDY, 2018, Türkiye bina deprem yönetmeliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- [5] Bayülke, N. "Betonarme yapının dolgu duvarı." Türkiye mühendislik haberleri : 85-98. (2003)
- [6] Achyutha, H., Jagadish, R., Rao, P.S., and Rahman, S.S., "Finite Element Simulation of the Elastic Behaviour of Infilled Frames With Openings", Computers and Structures, 23 (5), 685-696, 1986.
- [7] Altın, S., 1990, "Strengthening of R/C Frames with RC Infills", A Doctor of Philosophy Thesis in Civil Engineering, Middle East Technical University.
- [8] Anıl, Ö., 2002, "Betonarme Çerçevelerin Boşluklu Betonarme Dolgu Duvarlar ile Güçlendirilmesi", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- [9] Aoyama, H., Kato, D., Katsumata, H., Hosokawa, Y., "Strength and Behavior of Postcast Shear Walls for Strengthening of Existing R/C Buildings", 8th World Conference on Earthquake Engineering, July, San Francisco CA, volume 1, page 485-492,1984.
- [10] Aristizabal-Ochoa, J.D., "Seismic Behavior of Slender Coupled Wall Systems", Journal of Structural Engineering, Volume.113, no. 10, pp. 2221-2235, 1987.
- [11] Arslan, M., H., 2007, "Kolonları Çekme Kırılması Gösteren Sünek Olmayan Betonarme Çerçevelerin Dış Perde Duvar ile Güçlendirilmesi", Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- [12] Buonopane, S.G., White, R.N., “Pseudodynamic Testing of Masonry Infilled Reinforced Concrete Frames”, ASCE, Journal of Structural Engineering, 125 (6): 578-589, 1999.
- [13] Ersoy, U., Özcebe, G., Tankut, T., Türk, M., Sonuvar, O., 1998, “Behavior of Reinforced Concrete Infilled Frames An Experimental Study”, Second JapanTurkey Workshop on Earthquake Engineering, page: 292-308, February 1998, Istanbul, Turkey.
- [14] Liauw, T.C., Lee, S.W., “On the Behaviour and the Analysis of Multistorey Infilled frames Subject to Lateral Loading”, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Volume. 63, pp. 641-656, 1977.
- [15] Liauw, T.C., “Test on Multistory Infilled Frames Subjected to Dynamic Lateral Loading”, ACI Structural Journal, 40: 551-563, 1979.
- [16] Liauw, T.C., “An Effective Structural System Against Earthquake-Infilled Frames”, Proceeding of 7th WCEE, İstanbul, Turkey, Vol. 4, 481-485,1980.
- [17] Liauw, T.C., Kwan, K.H., Unified Plastic Analysis for Inf Iled Frames, ASCE, Journal of Structural Division, Vol. 111, No. 7, pp.1427-1448 ,July 1985.
- [18] Kahn, L.F., Hanson, R., “Infilled Walls for Earthquake Strengthening”, Journal of the Structural Division, Volume: 5, page: 283-296, 1979 .
- [19] Kaltakçı M.Y., Yavuz G., 2006, “Kısmi Betonarme Perde Duvar İle Güçlendirilmiş Betonarme Çerçeveselerin Depremi Benzeştiren Yatay Yük Etkisindeki Davranışı”, Seventh International Congress on Advances in Civil Engineering October 11-13, 2006, Istanbul, Turkey.
- [20] Kaltakçı M.Y., Arslan M.H., Yılmaz Ü.S., 2006, “Nonlinear Model Analysis (Pushover Analysis) of Strengthened Reinforced Concrete Weak Frames”, International Conference on Modelling and Simulation (Ms’06 Turkey) General Application & Embedded Systems Engineering 28-30 August 2006 with The Selçuk University Research Center Of Applied Mathematics, Konya, Turkey.
- [21] Kaltakçı M.Y., Köken A., Korkmaz H.H., Kamanlı, M., 2006, “Dolgu Duvarlı Çelik Çerçeveselerin Tersinir-Tekrarlanır Yükleme Altındaki Davranışı Üzerine Deneysel Bir Çalışma”, Selçuk Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Dergisi, Cilt: 21, Sayı: 1-2, 2006, Konya.

- [22] Kaltakcı M.Y., Arslan M.H., Yılmaz Ü.S.. 2006, “Dış Perde Duvar ile Güçlendirilmiş Yatay Yük Kapasitesi Düşük Olan Betonarme Çerçevesinin Davranışının İncelenmesi”, Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu, Denizli, s. 375-383, 7-8 Aralık 2006.
- [23] Kaltakcı M.Y., Arslan M.H., Yılmaz Ü.S., Arslan H.D. 2008, “A New Approach On The Strengthening Of Primary School Buildings in Turkey: An Application Of External Shear Wall”, Building and Environment, Vol: 43, No: 6, Pages: 983-990, Jun. 2008.
- [24] Kara, M., E., 2006, “Sünek Olmayan Betonarme Çerçevesinin Betonarme Parçasal Dolgu Duvarlarıyla Güçlendirilmesi”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- [25] Kato, D., Kabesayasawa, T., Otani, S., Aoyama, H., “Earthquake Resistant Design of Shear Walls with One Opening”, ACI Structural Journal, 92 (4), 495-500,199,.
- [26] Kato, D., Noda, H., Sugishita, Y., “Strength and Deformation Capacity of Cantilever Structural Walls with Openings”, Pacific Earthquake Engineering Research Center, University of California, PEER Report 1999/10, Berkeley, Maui, Hawaii, 311-322, 1999.
- [27] Klingner, RE., Bertero, V.V., 1978, “Earthquake Resistance of Infilled Frames”, Journal of the Structural Division, Volume: 104, page: 973-989.
- [28] Mehrabi, A.B., Shing, P.B., Schuller, M.P., Noland, J.L., “Experimental Evaluation of Masonry-Infilled RC Frames”, Journal of Structural Engineering, Volume. 122, No. 3, pp. 228-237,1996.
- [29] Özden, K., 1998, “Connectors for Repair and Strengthening”, Second Japan-Turkey Workshop on Earthquake Engineering, page: 218-235, February 1998, Istanbul, Turkey.
- [30] Smith, B.S., “Lateral Stiffness of Infilled Frames”, ASCE, Journal of Structural Division, Vol. 88, ST6, pp. 183-199, December 1962.
- [31] Tezcan, S.S, İkizoğulları, S., “Stresses along the Periphery of the Infilled Shear Walls in Retrofitted Frames”, Repair and Strengthening of Existing Buildings"

Second Japan-Turkey Workshop on Earthquake Engineering, page: 199-209, February, 1998, Istanbul, Turkey.

[32] Yılmaz Ü.S., 2007, “Kolonları Basınç Kırılması Gösteren Sünek Olmayan Betonarme Çerçevelerin Dış Perde Duvar Uygulaması ile Güçlendirilmesi”, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.

[33] “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik”, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2007, Ankara.

[34] TS 500, “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları”, Türk Standartları Enstitüsü, Şubat 2000, Ankara.

[35] TS 648, “Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları”, Türk Standartları Enstitüsü, Aralık 1980, Ankara.

[36] TS 498, “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri”, Türk Standartları Enstitüsü, Kasım 1997, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mustafa TURAN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : EREĞLİ 11/07/1991
Telefon : 05549600646
Faks :
e-mail : m_turan42@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Atatürk Lisesi, Ereğli, Konya	2009
Üniversite	: Bayburt Üniversitesi, Müh. Fak. İnş. Müh. Bayburt	2010
Yüksek Lisans :	KTO Karatay Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya	-

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2014-2018	Başakkent Yapı Denetim	Kontrol Müh.
2018	Optim & Peta Müşavirlik	Kontrol Müh.

YABANCI DİLLER

İngilizce