



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

**FARKLI ŞEKİLLERDE GÜÇLENDİRİLMİŞ TAŞIYICI GAZBETON DUVARLARIN
MEKANİK DAVRANIŞLARININ DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

Muhammed BOZTAŞ

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Eylül 2021**

FARKLI ŞEKİLLERDE GÜÇLENDİRİLMİŞ TAŞIYICI GAZBETON DUVARLARIN
MEKANİK DAVRANIŞLARININ DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Muhammed BOZTAŞ

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

Yüksek Lisans Tezi

Tez DanıŐmanı: Dr.Öğr.Üyesi Süleyman Kamil AKIN

Konya
Eylül 2021

BİLDİRİM

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

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

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

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

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

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

01 Eylül 2021

Muhammed BOZTAŞ

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

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

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

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

ETİK BEYAN

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

01 Eylül 2021

Muhammed BOZTAŞ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince değerli bilgilerini , fikirlerini , zamanını ve tecrübesiyle bana bu yolda ışık tutan ve hiçbir zaman ve konuda yardımlarını esirgemeyen kıymetli danışman hocam , Sayın Dr.Öğr.Üyesi Süleyman Kamil AKIN'a, ve kıymetli hocam Sayın Dr.Öğr.Üyesi Fatih Süleyman BALIK'a ve bu süre boyunca benden desteğini esirgemeyen sürekli beni motive eden ve deney çalışmalarında hep yardımcı olan değerli hocalarım ve meslektaşlarım olan Arş. Gör. Ahmed Javid ZİA, Arş. Gör. Abdullah MÜSEVİTOĞLU, Arş. Gör. Sadettin SANCIOĞLU, İnş. Müh. Hasan Furkan SOYDOĞAN ve değerli arkadaşım Sayın Ertuğrul UÇAR'a ve tezimin maddi gereksinimlerini karşılayan Konyıl İnşaat A.Ş. çalışanı değerli Sayın Necmettin YILMAZ'a teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca benden hiçbir desteğini esirgemeyen ve beni bu günlere getiren babam Binali BOZTAŞ'a , annem Ferhan BOZTAŞ'a minnetlerimi sunar ve teşekkür ederim. Ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca bana destek olan ve gösterdiği anlayıştan dolayı sevgili eşim Elif BOZTAŞ'a teşekkürü borç bilirim.

01 Eylül 2021

Muhammed BOZTAŞ

ÖZET

Muhamed BOZTAŞ

Farklı Şekillerde Güçlendirilmiş Taşıyıcı Gazbeton Duvarların Mekanik Davranışlarının
Deneysel Olarak İncelenmesi

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2021

Yığma yapılar; esas taşıyıcı elemanı doğal taş, kumtaşı, tuğla gibi süneklikleri az gevrek malzemeler ile inşa edilmiş yapılardır. Bu tür yapıların, düşey ve yatay deprem yüklerine dayanımda duvar geometrisinin, duvarda kullanılan malzeme özelliklerinin ve duvar işçiliğinin belirgin payı vardır. Taşıyıcı duvarlar, deprem kuvvetleri nedeniyle oluşan çekme gerilmelerini karşılayacak deformasyon yeteneğinden yoksundur. Nadiren yaşanan kuvvetli deprem etkisinin yanı sıra zaman içindeki bozunmalar, yapının hizmet amacına aykırı kullanılması gibi sebepler nedeniyle duvarlar yatay yük taşıma kapasitesi ve süneklik özelliği bakımından genellikle yetersiz kalmaktadır. Bundan dolayı yeni taşıyıcı duvar elemanlarına ve bu duvar elemanlarının da güçlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Yeni tek katlı veya iki katlı yığma yapılarda taşıyıcı olarak seçilen gazbeton duvarların klasik mevcut tutkal harcını değiştirmeyerek , ek bağlantı elemanları ile gazbeton bloklarını birbirine kenet ve zıvana sistemi ile örerek , duvarların diyagonal basınç deneyi altında davranışlarını incelemek amaçlanmıştır.

Mevcut bulunduğumuz zamanda tek katlı binaların taşıyıcı sisteminin betonarme yapmak maliyetli ve zaman açısından uzun bir zaman olacağından dolayı gazbeton duvarları kullanarak hem zaman hemde maliyetten tasarruf edileceği düşünülmüştür. Bu çalışmada 6 farklı gazbeton duvar numunesi yapılmıştır. Deney numunelerinin boyutları 1200x1200x250 mm şeklindedir. Birinci numune normal kendi özel tutkal şeklindeki normal harcı ile örülmüştür bunun nedeni ise bu numune tipinin çıkan değerleri referans alınarak diğer 5 numune bu değerlere göre değerlendirilmiştir. 2.duvar numunesi Ø12'lik donatılarla birbirine temas eden gazbeton blokların birbirine bağlanması ve diğer 4 duvar numuneside farklı kombinasyonlarla birbirine bağlayarak güçlendirerek toplam 6 gazbeton duvar çeşiti diyagonal basınç deneyine tabi tutulmuştur. Deneyler sonucu, duvarların mekanik özelliklerinin olumlu etkilendiği gözlenmiştir; gevrek

davranış sergileyen referans numunesinin yanında diğerk güçlendirilmiş duvarların sünek bir davranış sergilediği görünmüştür aynı zamanda yük taşıma kapasiteleride artmıştır. Tüm çalışmalar ve deney KTO Karatay Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Labaratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler

Gazbetonu , yığma yapı , basınç ve çekme dayanımı , güçlendirme

ABSTRACT

Muhammed BOZTAŞ

Experimental Investigation of Mechanical Behaviors of Aerated Concrete Walls

Strengthening in Different Shapes

Master's Thesis

Konya, 2021

Masonry structures; The main carrier element is the structures built with brittle materials such as natural stone, sandstone, brick with less ductility. The wall geometry, the material used in the wall and the masonry work have a significant role in the resistance of such structures to vertical and horizontal earthquake loads. The load-bearing walls are incapable of deformation to meet the tensile stresses caused by earthquake forces. In addition to the rarely experienced strong earthquake effect, the walls are generally insufficient in terms of lateral load bearing capacity and ductility due to reasons such as deterioration over time and use of the building contrary to its service purpose. Therefore, new load-bearing wall elements and strengthening of these wall elements are needed.

It is aimed to examine the behavior of the walls under the diagonal pressure test by not changing the classical existing glue mortar of the aerated concrete walls selected as carriers in the new single-storey or two-storey masonry buildings, by interlacing the gas concrete blocks with additional fasteners with a clamp and tenon system.

In our current time, it is thought that it will be costly and time-consuming to make reinforced concrete of the carrier system of single-storey buildings, therefore, by using aerated concrete walls, both time and cost will be saved. In this study, 6 different aerated concrete wall samples were made. The dimensions of the test samples are 1200x1200x250 mm. The first sample was knitted with normal mortar in the form of its own special glue, because the other 5 samples were evaluated according to these values by taking the values of this sample type as reference. A total of 6 aerated concrete wall types were subjected to diagonal pressure tests by connecting the gas concrete blocks in contact with each other with Ø12 irons in the 2nd wall sample and by strengthening the other 4 wall samples by connecting them with different combinations. As a result of the experiments, it was observed that the mechanical properties of the walls were positively

affected; In addition to the reference sample exhibiting brittle behavior, the other reinforced walls showed a ductile behavior, and their load carrying capacity also increased. All studies and experiments were carried out in KTO Karatay University Civil Engineering Laboratory.

Keywords

Aerated concrete, masonry structure, compressive and tensile strength, strengthening

İÇİNDEKİLER

BİLDİRİM	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER DİZİNİ.....	xiv
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1. Bireysel Elemanların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi	9
3.1.1. Gazbeton Basınç Dayanımı Deneyi.....	9
3.1.2. Gazbeton Eğilmede Çekme Dayanımı Deneyi.....	14
3.1.3. Gazbeton Yapıştırma Harcının Basınç ve Eğilmede Çekme Dayanım Deneyi.....	17
3.1.4. Donatı Çekme Deneyi.....	20
3.2. Duvar Numunelerinin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi	22
3.2.1. Gazbeton Deney Numune Standart	24
3.2.2. Gazbeton Deney Numune 1	26
3.2.3. Gazbeton Deney Numune 2.....	29
3.2.4. Gazbeton Deney Numune 3.....	32
3.2.5. Gazbeton Deney Numune 4.....	34
3.2.6. Gazbeton Deney Numune 5.....	37
3.2.7. Diyagonal Basınç Deney Düzenegi	39
4. GAZBETON TAŞIYICI DUVAR DENEY SONUÇLARI	43
4.1. Gazbeton Deney Numune Standart	45
4.2. Gazbeton Deney Numune 1	46
4.3. Gazbeton Deney Numune 2	49
4.4. Gazbeton Deney Numune 3	51

4.5. Gazbeton Deney Numune 4	54
4.6. Gazbeton Deney Numune 5	56
4.7. Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	59
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
6. KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	66

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Gazbeton basınç dayanımları.....	12
Tablo 2. G4 sınıfı gazbeton eğilmede çekme dayanım sonuçları	16
Tablo 3. Yapıştırma harcının 28 günlük basınç dayanım sonuçları.....	18
Tablo 4. Yapıştırma harcının 28 günlük eğilmede çekme dayanım sonuçları.....	19
Tablo 5. Ø12'lik donatı deney sonuçları	20
Tablo 6. Ø8'lik donatı deney sonuçları	20
Tablo 7. Diyagonal basınç deney elemanları	24
Tablo 8. Diyagonal basınç deney numunelerinin boyutları	43
Tablo 9. Diyagonal basınç deney sonuçları	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Gazbeton numunesi.....	1
Şekil 2. Gazbeton numune alma planı	10
Şekil 3. Basınç dayanım deney şematik görseli	11
Şekil 4. Gazbeton basınç dayanım deney düzeneği	12
Şekil 5. Basınç dayanım deney sonrası deforme olmuş numuneler.....	13
Şekil 6. Basınç dayanım deney yük-zaman grafikleri.....	13
Şekil 7. Gazbeton eğilmede çekme dayanım deneyi için numune alma planı.....	14
Şekil 8. Gazbeton eğilmede çekme dayanım deneyi düzenek planı	15
Şekil 9. Gazbeton eğilmede çekme deney düzeneği	16
Şekil 10. Eğilmede çekme dayanım deneyi sonrası deforme olmuş numuneler.....	17
Şekil 11. Eğilmede çekme dayanım deneyinin yük-zaman grafiği.....	17
Şekil 12. Kullanılan yapıştırıcının firmadan temin edilen mekanik özellikleri	18
Şekil 13. Harç basınç deney düzeneği.....	19
Şekil 14. Harç eğilmede çekme deneyi	19
Şekil 15. Donatı çekme deney düzeneği	21
Şekil 16. Ø12'lik donatı numunelerin gerilme - şekil değiştirme grafikleri.....	21
Şekil 17. Ø8'lik donatı çekme deney numunelerin gerilme - şekil değiştirme grafikleri	22
Şekil 18. Gazbeton yapıştırıcısının hazırlanması	23
Şekil 19. GBS duvar örüm aşaması.....	25
Şekil 20. GBS duvar örümü son hali.....	26
Şekil 21. GB1 donatı yerleştirme şeması	27
Şekil 22. GB1 duvar örümü aşaması.....	29
Şekil 23. GB2 donatı yerleştirme şeması	30
Şekil 24. GB2 duvar örümü aşaması.....	31
Şekil 25. GB3 donatı yerleştirme şeması	32
Şekil 26. GB3 duvar örümü aşaması.....	34
Şekil 27. GB4 donatı yerleştirme şeması	35
Şekil 28. GB4 duvar örüm aşaması.....	36
Şekil 29. GB5 donatı yerleştirme şeması	37
Şekil 30. GB5 duvar örüm aşaması.....	39
Şekil 31. Duvarların üzerine örüldüğü platform ve destekleri.....	40
Şekil 32. ASTM E519'da önerilen V başlık ebatları	41

Şekil 33. ASTM E519'a göre yapılan başlığın şematik gösterimi	41
Şekil 34. Diyagonal basınç deney düzeneği.....	42
Şekil 35. İdeal yük deplasman eğrisi(Kaynak: Maheri).....	45
Şekil 36. Gazbeton Deney Numune Standart-REF	46
Şekil 37. GB1 yük-deplasman grafiği.....	47
Şekil 38. Gazbeton Deney Numune 1	48
Şekil 39. GB2 yük-deplasman grafiği.....	50
Şekil 40. Gazbeton Deney Numune 2	51
Şekil 41. GB3 yük-deplasman grafiği.....	52
Şekil 42. Gazbeton Deney Numune 3	53
Şekil 43. GB4 yük-deplasman grafiği.....	54
Şekil 44. Gazbeton Deney Numune 4	55
Şekil 45. GB5 yük-deplasman grafiği.....	56
Şekil 46. Gazbeton Deney Numune 5	57
Şekil 47. Deney numunelerinin F_{maks} değerleri.....	59
Şekil 48. Deney numunelerinin düşey deplasman değerleri	60
Şekil 49. Deney numunelerinin kayma gerilmeleri	61
Şekil 50. Deney numunelerine ait rijitlik ölçütleri.....	61
Şekil 51. Deney numunelerinin enerji tüketim kapasite değerleri	62

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
Ψ	Psi fonksiyonu
Φ_{nm}^{ab}	Kuvvet parametreleri matrisi
\emptyset	Donatı çapı mm
R	Deprem yükü azaltma katsayısı
C_d	R değerine karşılık gelen deplasman büyütme katsayısının
f_{ci}	Gazbetonunun basınç dayanımı
F_i	Gazbeton basınç dayanım deneyinin kırılma anındaki ulaşılan maksimum yük
A_{ci}	Gazbeton basınç dayanım deneyinin yük uygulanan en kesitinin alanıdır
f_{cf}	Gazbeton eğilme dayanımı
F_f	Gazbeton eğilmede çekme dayanım deneyinin uygulanan yük
I	Gazbeton eğilmede çekme dayanım deneyinin mesnet açıklığı
b	Gazbeton eğilmede çekme dayanım deney numune genişliği
h	Gazbeton eğilmede çekme dayanım deney numune yüksekliği

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
GBS	Gazbetonu Deney Numune Standart
GB1	Gazbetonu Deney Numune 1
GB2	Gazbetonu Deney Numune 2
GB3	Gazbetonu Deney Numune 3
GB4	Gazbetonu Deney Numune 4
GB5	Gazbetonu Deney Numune 5
AAC	Gazbeton(Autoclaved Aerated Concrete)
ABYYHY	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
SEM	Taramalı Elektron Mikroskopi
ANASYS	Sayısal çözümlerde sonlu eleman esaslı programı
TBDY	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

1. GİRİŞ

Son zamanlarda binalara çok yönlü katkılar sağlayan, modern dünyanın duvar örgü malzemesi olarak ilk tercihi konumunda olan gazbeton; bünyesinde kuvarsit, çimento, kireç ve alçıtaşı bulundurur. İnce toz kıvamında öğütülen bu malzemelere su ve gözenek oluşturu alüminyum tozu ilave edilerek hafif beton sınıfına ait hafif bir yapı malzemesi elde edilir. Şekil 1 'de gazbeton örneği verilmiştir. Hacim olarak içinde %75-80 milyonlarca gözenek bulunduran, yoğunluğu düşük,masif bir malzemedir. Yüksek performansı sayesinde gazbeton, yüksek ısı yalıtımı özellikleri ile yapının yangın ve deprem güvenliğini artırması nedeniyle pazarın önemli bir ihtiyacını karşılar.



Şekil 1. Gazbeton numunesi

Yangın ve don dayanımının yüksek olması, yerel imkanlardan faydalanmaya olanak vermesi, nitelikli işçiliğin şart olmaması ve dayanıklılığı sebebiyle yığma yapılar hem ülkemizde hem de global ölçekte sıkça tercih edilmiştir. TÜİK'nin 2000 yılında gerçekleştirdiği bina sayımına göre taşıyıcı sistemi yığma olan yapılar Türkiye'deki binaların %51'ini oluşturmaktadır. Binalarda meydana gelen ısı kayıplarının büyük kısmı dış duvarlarda oluşur. Bina dış duvarlarında ısı yalıtımı sağlamanın pratik ve ekonomik çözümü gazbeton kullanmaktır. Tuğla, taş, briket gibi malzemelerle yapılmış duvarlar, ilave maddeler ve ek masraflarla gazbetonun tek başına sağladığı üstün yalıtım gücüne ancak ulaşabilirler.

Binaların yangından korunması hakkındaki yönetmeliğe göre, 1200°C'ye kadar ısıya dayanıklı "A1 sınıfı hiç yanmaz" malzeme sınıfındaki gazbeton, yangına 240 dakikadan

fazla karşı koyabilmesiyle, yangına karşı emniyetli binalar inşa edilmesinde, "yangın duvarı" ve "yangın güvenlik holü" çözümlerinde vazgeçilmez bir seçenektir.

Yığma yapılar, yapıdaki ana taşıyıcı elemanları olan duvarların; hem yapıya etkileyen yükleri taşıma, hem de bölücü duvar özelliği gösterdiği yapılardır. Yığma yapılar, bir iskelet sistemine sahip olmayan, yapıyı teşkil eden birimlerin sırayla yükün zemine aktarımıyla yük iletimini yerine getiren sistemlerdir. Bu tip yapılarda taşıyıcı özelliği duvarlar gösterirken duvarı teşkil eden her yapı birimi kendine düşen yükü sonraki birime aktararak yükün zemine iletilmesi sağlanmış olur.

Bu yapılar, yangına dayanıklılığı, kolay, ekonomik ve hızlı bir şekilde imal edilebilmesi ve ısı ve ses yalıtımının iyi olması gibi nedenlerle tercih edilmelerine rağmen; çekme ve kayma gerilmelerini karşılayabilecek yeterli süneklik kapasitesine sahip olmamaları nedeniyle yapıya etkileyen çekme gerilmesine sebep olabilecek yükler altında enerjiyi sönümleyemez ve ani oluşan hasarlara maruz kalır. Bu ani hasarlar kısmi ya da topyekün göçmeye kadar ilerleyebilir.

Sonuç olarak şuan günümüzde yığma yapılar hala yapılmaktadır ve bu tezin amacında taşıyıcısı gazbeton duvar olan yığma yapıların depreme olan dayanımı mevcut duvarlardan daha dayanıklı güçlendirilmiş , ekonomik duvarlar yaparak bunların mekanik özelliklerini araştırmaktır.

Çalışma kapsamında, gazbeton kullanılarak üretilecek toplam 6 adet duvardan 5'i belli çelik donatı ve ankrajlarla güçlendirilmiş olarak ve 1 tanesinde normal harçlı olarak örülecek duvardır. Deneyler sonucunda; deney elemanları arasındaki yük taşıma kapasitesi, kayma dayanım, deformasyon ve yaptığı deplasman kapasiteleri gibi veriler karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yığma yapılarda en önemli yapısal eleman hiç kuşkusuz taşıyıcı duvarlardır. Literatür incelendiğinde de yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunu taşıyıcı duvarlar üzerine yapılan araştırmalar teşkil etmektedir. Bu çalışmaların bir kısmı aşağıda verilmiştir.

1992 yılında Erzincan'da meydana gelen depremde, hasar görmeyen üç katlı bir yığma yapının sismik performansını araştırmışlardır. Bu amaçla yapıda kullanılan malzemelerin özelliklerini deneysel olarak tespit etmişler ve doğrusal olmayan dinamik analiz gerçekleştirmişlerdir (Sucuoglu & Erberik, 1997).

Gazbeton bloklar kullanılarak tasarlanmış bloklu bir yığma yapının deprem etkisi altındaki davranışını sekiz bölüm altında incelenmiştir. Birinci, ikinci ve üçüncü bölümlerde, yığma yapılarda kullanılan malzemelerin ve yığma yapı elemanlarının, tanımları ve uygulanabilme şartları, yerli ve yabancı standartlardan faydalanılarak aktarılmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde, bir yığma yapı tasarımında, önceki bölümlerde tanıtılan yığma yapı elemanlarının, yapının hangi bölgesinde ve hangi şartlarda uygulanabileceğine ilişkin yerli ve yabancı standartların getirdiği hükümler üzerinde durulmuştur. Beşinci bölümde, yığma yapılarda deprem hasarlarının sebepleri ve hasar sonrası güçlendirme önlemlerine ilişkin bilgiler aktarılmıştır. Çalışmanın altıncı bölümünde, çağdaş bir yapı malzemesi olan gazbetonun tanıtımı yapılmış, tarihçesi ve üretimi hakkında genel bilgiler aktarılmış, fiziksel özellikleri ve üstünlükleri vurgulanarak, donatılı gazbeton uygulamaları hakkında genel bilgiler verilmiştir. Yedinci bölümde, gazbeton bloklar kullanılarak tasarlanmış bir yığma yapı, bilgisayar ortamında modellenmiştir. Modellenen yapı, düşey ve yatay yükler altında SAP 2000 programı yardımıyla çözülmüş ve söz konusu yapının bu yükler altındaki davranışı irdelenmiş, ulaşılan sonuçlar yorumlanmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise elde edilen sonuçların ışığında, gazbeton malzemesinin yığma yapılarda kullanımı önerilmiş, yığma yapıların deprem etkilerine karşı güvenliğinin sağlanması konusunda küçük ama önemli tedbirlerin alınmamasının, yapılar üzerinde yarattığı olumsuzluklar vurgulanmış, bu konuda gerekli öneriler yapılmıştır (Erçin, 2003).

Donatısız yığma yapıların yatay yük altında davranışları incelemiş ve konu ile ilgili Türk Standartlarını; Eurocode 8, ACI, AIJ ve BS 5628 ile karşılaştırmıştır. Standartlarımızda bulunan eksiklikleri belirtmiş ve çalışmasının sonunda 3 katlı

donatısız bir yığma binanın yatay ve düşey yükler altında çözümünü yapmıştır (Batur, 1999).

Donatılı yığma yapı tasarımı incelenmiştir. Yığma yapı elemanlarının donatı ile nasıl teşkil edildikleri anlatılmış ve kesit detayları örnekler ile açıklanmıştır. Donatılı yığma yapı elemanlarının sağlaması gereken koşullar, ilgili yabancı standartlar ışığında açıklanmıştır. Depreme dayanımlı donatılı yığma duvar sistemleri belirtilmiş ve bunların deprem yüklerine karşı elastik veya düktil olarak nasıl tasarlanabilecekleri hakkında bilgi verilmiştir. Yığma duvarların düşey yük ve yatay yükler altında kesit hesabı anlatılmış, bu hesap yönteminde dikkate alınan parametrelerin neler olduğu ve bunların nasıl kullanılacağı incelenmiştir. Bu bilgiler ışığında yatay yük etkisinde iki katlı yığma bir duvar örneği donatılı olarak çözülmüştür. Ayrıca donatısız bir yığma yapıda, yatay deprem kuvvetlerinin yapı duvarlarına hangi oranlarda dağıldığını belirleyebilmek ve bu duvarlarda gerekli kontrollerin yapılması amacı ile ABYYHY 1998 baz alınarak tek katlı donatısız bir yığma yapı örneği çözülmüştür. Çalışma sonunda en çok kullanılan standartlardan biri olan İngiliz BS-5628'in donatılı yığma tasarımı ile ilgili bölümündeki esaslar açıklanmıştır (Büyükgökmen, 2001).

Gazbetonun taşıyıcı yapı elemanı olarak kullanıldığı yeni tip yapıların deprem yükü azaltma katsayısı (R) ve bu değere karşılık gelen deplasman büyütme katsayısının (Cd), sadece bu tip yapıların önceki depremlerdeki performanslarının gözlemlenmesiyle elde edilmesi yeterli değildir. Bu nedenle, bu yapı tipi için yeni R ve Cd katsayılarının hesaplanması gereklidir. Bu çalışma iki etaptan oluşmaktadır. Çalışmasında ilk kısımda 14 adet, farklı donatı oranlarına ve davranış biçimlerine sahip taşıyıcı duvarlar farklı aksenal yük seviyelerinde yön değiştiren yatay yükler altında test edilmiştir. İkinci kısımda ise gazbeton taşıyıcı elemanlardan oluşan tam ölçekli, iki katlı bir bina yön değiştiren yatay yükler altında test edilmiştir (Valera, 2003).

Deprem bölgelerinde gazbeton donatılı veya donatısız elemanlar kullanılarak yapılacak olan yapı tipleri için tasarım kurallarının getirilmesi önemlidir. Bu kurallar için temel olarak, yapıların deprem anında davranışını en çok etkileyecek taşıyıcı duvar elemanlarının davranışları belirlenmelidir. Gazbeton blok veya panellerin farklı yönlerde yerleştirilmesi ile oluşturulmuş taşıyıcı duvarlar ve tam ölçekli, iki katlı gazbeton bina test edilmiştir. Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, 14 adet

taşıyıcı duvar test edilmiş ve bu duvarların farklı eksenel yük seviyelerinde yatay yükler altında davranışları incelenmiştir. İkinci aşamada ise gazbeton duvarlar ile bu duvarlar arasında diyafram etkisini yaratacak olan gazbeton döşeme panelleri kullanılarak iki katlı bina inşa edilmiş ve yön değiştiren tekrarlı yükler altında test edilmiştir (Tanner, 2003).

Gazbetonun basınç dayanımının, malzemenin kütlece barındırdığı nem oranı değişimine göre aldığı farklı değerler test edilmiştir. Farklı nem-kütle oranının gazbeton malzemelerin basınç dayanımında sebep olduğu değişikliklerinin saptanmasının ardından, nem-kütle oranı aynı olan gazbeton blokların eğilmede çekme dayanımı ile basınç dayanımı arasında ilişki kurulmaya çalışılmıştır (Hu et al, 1997).

Gazbeton malzemesinin gözeneklilik oranına bağlı olarak ısı iletkenlik değeri analitik, sayısal ve deneysel olarak ortaya koyulmuştur. Analitik inceleme yapılırken gözenek oranları dikkate alınarak literatürde yer alan ısı iletkenlik hesap modelleri kullanılmıştır. Sayısal incelemede elektron mikroskopta elde edilen görüntüler (SEM) kullanılarak gazbetona ait geometrik model oluşturulup tek boyutlu çözümler elde etmiştir. Sayısal çözümler yapılırken hava kabarcıklarının ısı iletkenliğinin sıcaklığa bağlı olarak değiştiği, kuvarsitin sıcaklıkla değişmediği değerler kullanılmıştır. Sayısal çözümlerde sonlu eleman esaslı (ANSYS) programı kullanılmıştır. Çözümlerde sabit yüzey sıcaklığı sınır şartları altında ısı akısı hesaplanmıştır. Deneysel çalışmalar Laser Flash teknoloji kullanan cihazla farklı gözeneklilik oranlarında yapılmıştır. Çalışmanın sonunda analitik, sayısal ve deneysel sonuç verileri karşılaştırılarak ortaya koyulmuştur (Doğan, 2018).

Gazbeton üretiminde kullanılan kireç ve çimento gibi bağlayıcı malzemelerin karışım oranlarındaki değişimin farklı nem durumlarında rötreye olan etkisi incelenmiştir. Bu amaca yönelik olarak gazbeton üretiminde gerekli olan bağlayıcı içeriği olarak kireç miktarı %25 ila %30 arasında, çimento miktarı ise %7 ila % 10 arasında kullanılarak bağlayıcı miktarları her seride değişik tutulmuştur. Deney sonuçlarına göre hem kireç esaslı hem de çimento esaslı üretimdeki kuruma rötresi değerlerinin gazbetonlar için standart değer olan 0.5 mm/m değerinden düşük olduğu, gazbeton üretiminde bağlayıcı olarak kireç ve çimento miktarının artmasının kuruma rötresi değerlerini artırdığı görülmüştür (Uysal, 2012).

İçerisinde hava kabarcıkları bulunan hafif yoğunluklu yapı malzemesi gazbetonun ısı iletkenlik değeri nem içeriğine ve sıcaklığa bağı olarak değişimi deneysel olarak incelendi. Çalışmada, duvar elamanı olarak kullanılan G2/04 sınıfı gazbeton numuneleri, 0,0% ile 48% arasında değişen beş farklı kütlesele nem içeriği için 0°C ile 45°C arasındaki sıcaklıklarda ısı iletkenlik katsayılarının değişimi deneysel olarak incelenmiştir. LaserComp 300 cihazı yardımıyla ölçülen ısı iletkenliğin kütlesele nem içeriğine ve sıcaklığa bağı olarak arttığı deneysel olarak belirlenmiştir (Pehlivanlı, 2009).

Gazbeton duvarların duvar basınç dayanımı ve elastisite modülü, çekme, kesme ve diyagonal çatlama dayanım değerleri klasik harçlar ve ince derzli harç kullanılarak deneysel olarak araştırılmıştır. Bu amaçla sırasıyla küp, örgü blok ve diyagonal basınç deneyleri gerçekleştirilmiştir. Farklı harç tipleri için duvar basınç dayanımları belirlenmiştir. Duvarların çekme ve kesme dayanımları analitik bir yaklaşımla hesaplanmıştır. Kullanılan harç çeşidinin duvarların mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında duvarların kırılğan davranışını önlemek amacıyla, gazbeton duvarların örgü tutkalı kullanılarak ve yatay derzlerde donatı ile takviye edilmiş gazbeton duvarların diyagonal yük altındaki gösterdiği davranışlar incelenmiştir (Alankoç, 1999).

Malzeme ve eleman deneyleri olarak sınıflandırılmış ve donatılı gazbeton panel elemanlarının yatay ve düşey yükler altında davranış saptanmıştır. Malzeme deneyleri kapsamında donatı içermeyen gazbeton bloklar kullanılmış ve bu malzemenin basınç ve eğilmede çekme dayanımları, elastisite modülleri, kullanılan donatıların çekme dayanımları hesaplanmıştır. Eleman deneylerinde ise donatılı duvar ve döşeme panelleri kullanılmış ve bu panellerin arasındaki sürtünme katsayıları, basınç dayanımları hesaplanmıştır. Bu testlerin ardından, Aachen Üniversitesi ile yapılan ortak çalışma ile taşıyıcı duvar deneylerinde kullanılacak gerilme değerleri belirlenmiş ve donatılı panellerle oluşturulan taşıyıcı duvarlar farklı aksenele gerilmeler altında yatay yükler etkisinde test edilmiş ve davranışları incelenmiştir. Proje kapsamında, bu tez dahilinde anlatılan çalışmalara ek olarak üç boyutlu, gerçek ölçekli bina deneyi de yapılmıştır. Yapılan deneyler sonrası ulaşılan sonuçlar Yeni Deprem Yönetmeliği'nde(2018) bu tür panellerin kullanılması ile inşa edilecek yapıların tasarımı konusunda önemli katkı sağlamıştır (Özeren, 2016).

Doğal taş binaların inşası için, içi boş çok katmanlı doğal taş duvarın tasarımı ve düzlem içi davranışının araştırılması gerçekleştirilmiştir. Bu duvar geleneksel çok katmanlı doğal taş duvarlardan esinlenmiş ve aradaki fark ise iç ve dış katmanlar arasındaki boşluğun bulunması ve bu katmanların, tez kapsamında geliştirilen metal bağlantı elemanları ile birbirine bağlanmasıdır. Böylece günümüzün mühendislik hizmetlerinden faydalanarak tasarlanan duvarların uygulanması ve doğal taşın verdiği ihtişamla, servis ömrü uzun, mimari geçmişi ve değeri olan yığma binaların inşası için zemin hazırlanmaya amaçlanmıştır. Bu bağlamda kapsamlı literatür araştırılması ardından tasarlanan duvarın düzlem içi mekanik özelliklerinin belirlenmesi için uygun deneyler belirlenmiştir. Deneysel çalışmalar kapsamında önce tasarlanan duvar numunelerde kullanılan bireysel elemanların mekanik özellikleri belirlenmiş ardından duvarın basınç dayanımı, elastisite modülü ve başlangıç kayma dayanımı mikro boyutlu duvar numuneler kullanılarak tespit edilmiştir. Buna ek olarak makro boyutlu duvar numuneler kullanılarak duvarın düzlem içi kayma dayanımı, diyagonal basınç deneyi ile ve tef/hef oranı gibi parametrelerin etkisi, tek eksenli basınç deneyi ile belirlenmiştir. Deneysel çalışmaların ardından tek katmanlı duvarın basınç ve başlangıç kayma dayanımının nümerik modeli tasarlanmış ve analizleri yapılarak deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır (Zia, 2020).

Gazbetonun ısı iletkenlik değeri, basınç ve eğilme dayanımındaki değişimler deneysel olarak, G3/05 (3,5 kg/cm² basınç dayanımı, 500 kg/m³ yoğunluk) ve G4/06 (5 kg/cm² basınç dayanımı, 600 kg/m³ yoğunluk) sınıfına göre hazırlanmış olan gazbeton karışıma polipropilen, karbon, bazalt ve cam fiber ilave edilerek araştırılmıştır. Fiber malzemeler, hacimsel olarak eşit miktarlarda gazbeton içinde agrega ile ikame edilmiştir. Üretilen numuneler, fibersiz gazbetonda olduğu gibi küremeye tabi tutulmuştur. Deneysel çalışma sonucunda; fiber ikame edilmiş gazbetonun ısı iletkenliğinin, ikame edilmiş fiberlerin ısı iletkenliği ile lineer olarak değiştiği ve bazalt fiber takviyeli gazbetonun en yüksek termal iletkenliği sağladığı görülmüştür. Çalışmada karbon fiber miktarı çimentonun yaklaşık ağırlıkça %0,5 oranında kullanıldığından ve fiber miktarı arttıkça karıştırmanın güçleşmesi ve homojen dağılım sağlanamadığı belirtilmiştir. Ancak, en iyi basınç ve eğilme mukavemetinin karbon fiber takviyeli numunelerden elde edildiği görülmüştür (Pehlivanlı, 2016).

Yapılan literatür araştırma sonucunda , önceden yapılan çalışmalar genelde eski ve yeni yığma yapılarda gazbeton bölme duvarlar ve taşıyıcı duvarların mekanik özelliklerinin incelenmesi üzerine yapılmıştır. Deneysel olarak yapılan bu çalışmada da taşıyıcı gazbeton duvarların örümünde 6 farklı bağlantı tipi yaparak mekanik özelliklerinin inceleyip bu doğrultuda hem basınç hemde kesme dayanımlarını artıracak sonuçların bulunması hedeflenmektedir.Bundan dolayı bu çalışmada yığma yapılarda taşıyıcı duvarda gazbetonun tercih edilmesinde bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölüm iki başlık altında deney numunelerinde kullanılan bireysel elemanların mekanik özellikleri belirlenmesi ve duvar numunelerinin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan deneyler anlatılmıştır.

3.1. Bireysel Elemanların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Yığma yapılarda kullanılan taşıyıcı duvarlar, çoğu zaman birden fazla bireysel elemandan oluşmaktadır. Bu bireysel elemanlar, ana malzemeler (taş, gazbeton, tuğla vb.) ve bağlayıcı malzemeler (harçlar) olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Buna göre yığma duvarlarda yük aktarma durumu devamlı sürekli olmayıp bu iki malzemenin birleşim yerlerinde süreksizlikler meydana gelmektedir. Bunun nedeni duvarlarda kullanılan bireysel elemanların mekanik özellikleri birbirinden farklı olması ve yük aktarma sırasında farklı durum ve davranış gösterebilmeleridir. Yığma yapıların statik hesaplamalarının doğru bir şekilde yapılabilmesi için kullanılan bireysel elemanların mekanik özellikleri belirlenmeli ve buna ek olarak bu malzemelerin birlikte nasıl bir davranış sergiledikleri uygun deneylerle gözlenmelidir. TBDY 2018 – 11. bölümünde, yığma duvarların tasarım aşamasına geçmeden önce, duvarın hangi mekanik özelliklere sahip olduğunun belirlenmesi ve bunun için yapılabilecek deneyler ve ilgili standartlara yer verilmiştir .

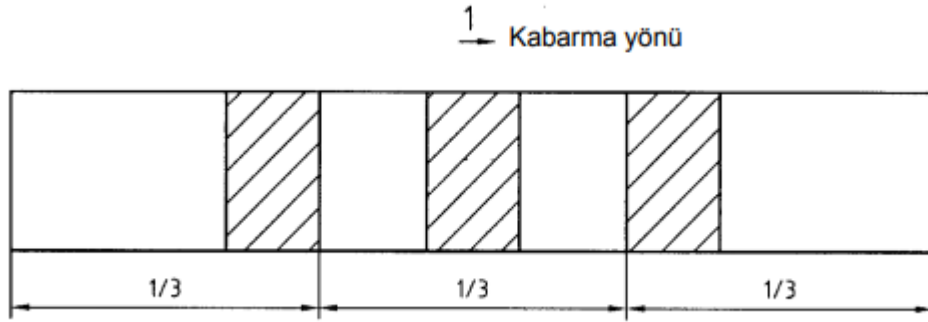
Tez kapsamında tasarlanan gazbeton duvarlarda, gazbetonu, yapıştırma harcı ve bağlantı elemanı olarak donatı olmak üzere üç farklı bireysel malzeme kullanılmıştır. Aşağıda bu üç malzemenin mekanik özelliklerinin belirlenmesi detaylı olarak açıklanmıştır.

3.1.1. Gazbeton Basınç Dayanımı Deneyi

Gazbeton numunelerin basınç dayanım hesabının yapılması için TS EN 679 nolu standart incelenmiş ve bu standardın öngördüğü numune boyutları, yükleme koşulları ve deneyin yapılacağı şartlar belirlenmiştir. Deney numuneleri, kenar uzunluğu 100 mm'lik küp biçiminde olmalıdır. Başka biçim veya boyutlarda deney numuneleri de kullanılabilir. Ancak, bu deney numuneleri üzerinde tayin edilen basınç dayanımı değerleri ile 100 mm kenarlı küpler üzerinde tayin edilen basınç dayanımı değerleri

arasında doğrudan bir ilişki kurulmalıdır. Bu bilgilere göre deneylerde 100 mm x 100 mm x 100 mm kenar uzunluklu küp, donatı bulundurmeyen G4 sınıfı gazbeton bloğu kullanılacağına karar verilmiştir.

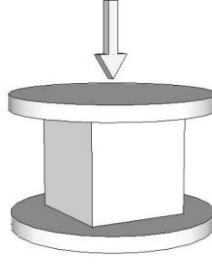
Bu deneyde G4 sınıfından 3 numune üzerinde yapılmıştır. Mümkün olduğu takdirde, deney numunesinin biri, imalât sırasında mamulün kabarma yönünün üst üçte birlik kısmından, biri orta üçte birlik kısmından, biri de alt üçte birlik kısmından hazırlanmalıdır. Gazbeton numune alma planı Şekil 2'de ki gibidir. Deney numunelerinin malzeme içerisindeki yeri, kütle kabarma yönüne göre numaralandırılmalı ve kütle kabarma yönü deney numuneleri üzerine işaretlenmelidir. Bizim deneyimizde malzeme dışarıdan hazır temin edildiği için ilgili standart göre numune boyutlarının belirlenmesinden sonra KTO Karatay Üniversitesi Laboratuvarına gelen 3 gazbeton paletinden her paletten bir numune alındı.



Şekil 2. Gazbeton numune alma planı

(Kaynak: TS EN 679)

Deney numuneleri, gazbeton kesme testeresi ile bloklardan kesilerek alındı. Yük aktarımının deney numunesine rijit bir şekilde uygulanabilmesi için deney numunelerinin bütün yüzeyler silme taşı ile güzel temizlenip düzgün yüzey elde edildi. Yüzey düzgünlüğü iki köşegen boyunca cetvel ve 0,1 mm'lik sentil kullanılarak kontrol edildi. Yük uygulanacak yüzeyler ile komşu yüzeyler arasındaki açı tam gönyeye getirildi. Küp prizma numuneler üzerinde uygulanan gazbeton basınç dayanım deneylerinin şematik görseli Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Basınç dayanım deney şematik görseli

Standarlara göre hazırlanmış numunelere yük , aksenal ve yükselme yönüne göre dik şekilde aktarım uygulanmıştır. Numuneye, tedrici ve ani darbeler oluşmaksızın, yük uygulanan yüzeydeki gerilme artışı saniyede $(0,1 \pm 0,10)$ MPa olacak şekilde sabit hızla, kırılıncaya kadar yüklenmiştir. Basınç deneyi için 2000 kN yükleme kapasitesine sahip beton pres, yük hücresi (loadcell) ve potansiyometre cetvel olarak LVDT'ler kullanılmıştır. Deney sırasında düşey yük ile numunedeki boy değişimi, sırasıyla yük hücresi ve LVDT'ler ile bilgisayara aktarılmıştır.

Yapılan deneylerin sonunda numunelerin kırıldığı yük değerlerinin yüzey alanlarına oranlanmasıyla gazbeton basınç dayanımları denklem 3.1.'e göre f_{ci} hesaplanmış ve bu değerlerin aritmetik ortalaması denklem 3.2.'ye göre tezde kullanılan G4 sınıfı gazbetonun basınç dayanımı hesaplanmıştır. Kullanılan gazbeton basınç dayanım deney düzeneği Şekil 4'de verilmiştir.

$$f_{ci} = \frac{F_i}{A_{ci}} \quad i = 1, 2, 3 \quad (3.1)$$

$$f_c = \frac{f_{c1} + f_{c2} + f_{c3}}{3} \quad (3.2)$$



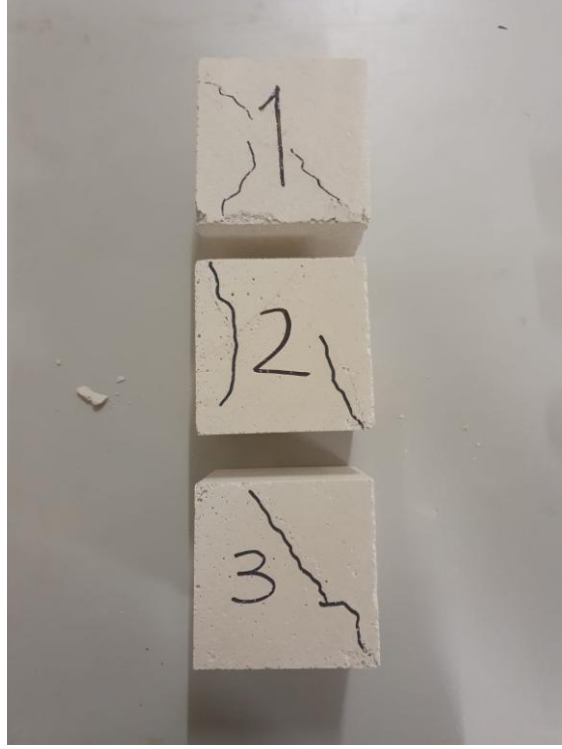
Şekil 4. Gazbeton basınç dayanım deney düzeneği

Kullanılan bu denklemlerde f_{ci} gazbetonunun basınç mukavemeti , F_i kırılma anındaki ulaşılan maksimum yük , A_{ci} yük uygulanan en kesitinin alanıdır. Yapılan deney sonuçlarına göre numunelerin gazbeton basınç dayanımları Tablo 1'de gösterilmiştir.

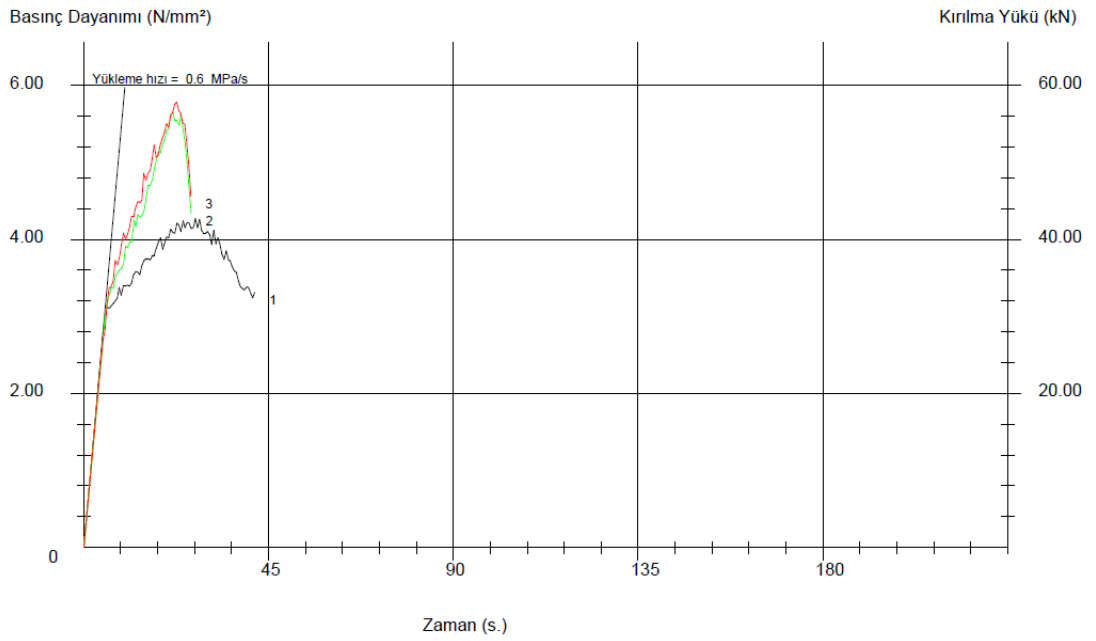
Tablo 1. Gazbeton basınç dayanımları

Numune Sırası	Kesit Boyutları (mm x mm x mm)	Kırılma Anındaki Yük (kN)	Basınç Dayanımı (MPa)
1	100x100x100	42,9	4,29
2	100x100x100	56,7	5,67
3	100x100x100	58,1	5,81
	Ortalama	52,57	5,26

Gazbeton numunelerinin dayanım testi sonucunda deforme olmuş ve ortaya çıkan hasarlar Şekil 5'de gösterilmiştir. Ve yük-zaman grafikleri Şekil 6'da yer verilmiştir.



Şekil 5. Basınç dayanım deney sonrası deforme olmuş numuneler

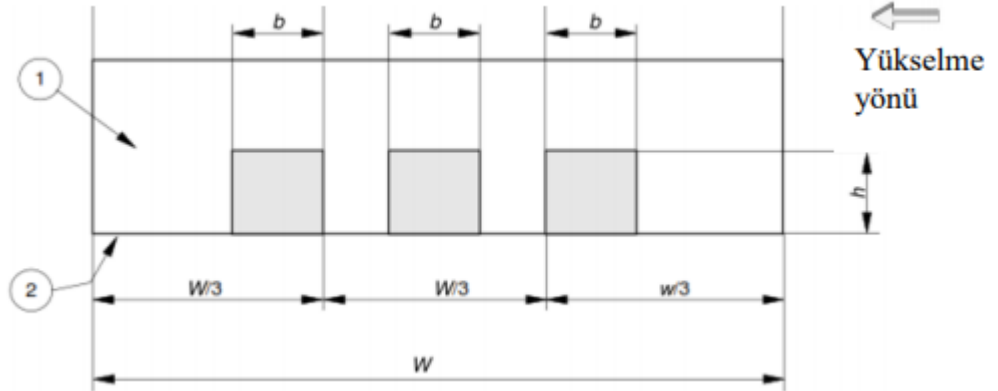


Şekil 6. Basınç dayanım deney yük-zaman grafikleri

3.1.2. Gazbeton Eğilmede Çekme Dayanımı Deneyi

Gazbeton numunelerin bir diğer deneyi olan eğilmede çekme deneyi dayanım hesabının yapılması için TS EN 1351 nolu standart incelenmiş ve bu standardın öngördüğü numune boyutları, yükleme koşulları ve deneyin yapılacağı şartlar belirlenmiştir. Deney numuneleri, kenar uzunlukları 50 mm x 50 mm x 200 mm'lik kare tabanlı dikdörtgen prizma biçiminde olmalıdır. Başka biçim veya boyutlarda deney numuneleri de kullanılabilir. Ancak, bu deney numuneleri üzerinde tayin edilen eğilmede çekme dayanımı değerleri ile 50 mm x 50 mm x 200 mm'lik kenarlı dikdörtgen prizma üzerinde tayin edilen eğilmede çekme dayanımı değerleri arasında doğrudan bir ilişki kurulmalıdır. Bu bilgilere göre deneylerde 50 mm x 50 mm x 200 mm kenar uzunluklu dikdörtgen prizma, donatı bulundurmayan G4 sınıfı gazbeton bloğu kullanılacağına karar verilmiştir.

Numuneler ilgili standarta göre aynı koşul ve şartlarda alınabiliyorsa imalat aşamasında veya deney için laboratuvara gelen paletlerden aşağıdaki Şekil 7'ye göre , yükselme yönüne dikkat edilerek alınan bloğun ilk, orta ve son üçte birlik bölümünden birer adet olmak üzere numune alınmıştır. Bu şekilde, b numune genişliği (50 mm), h numune yüksekliği (50 mm) ve W(600 mm) gazbeton blok genişliğidir.

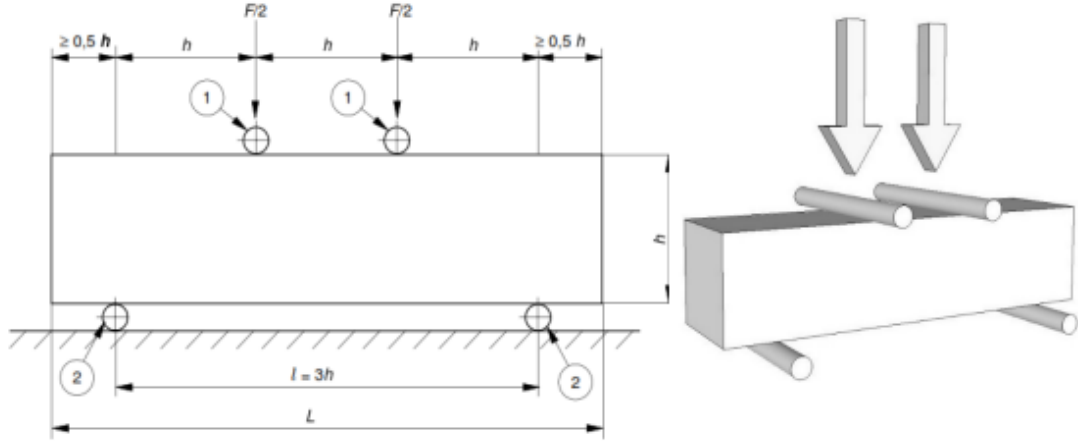


Şekil 7. Gazbeton eğilmede çekme dayanım deneyi için numune alma planı

(Kaynak: TS EN 1351)

Numunelerin deney şartlarına uygun hale getirilmelerinin ardından deney yapılmıştır. G4 sınıfı gazbeton numuneleri iki noktadan yüklenmiş (4 noktalı) eğilme deneyi yöntemi uygulanmıştır bunun nedeni sadece eğilme etkisini inceleyeceğimiz için bu deneylerde maksimum moment belirli bir aralıkta değer almaktadır bundan dolayı bu

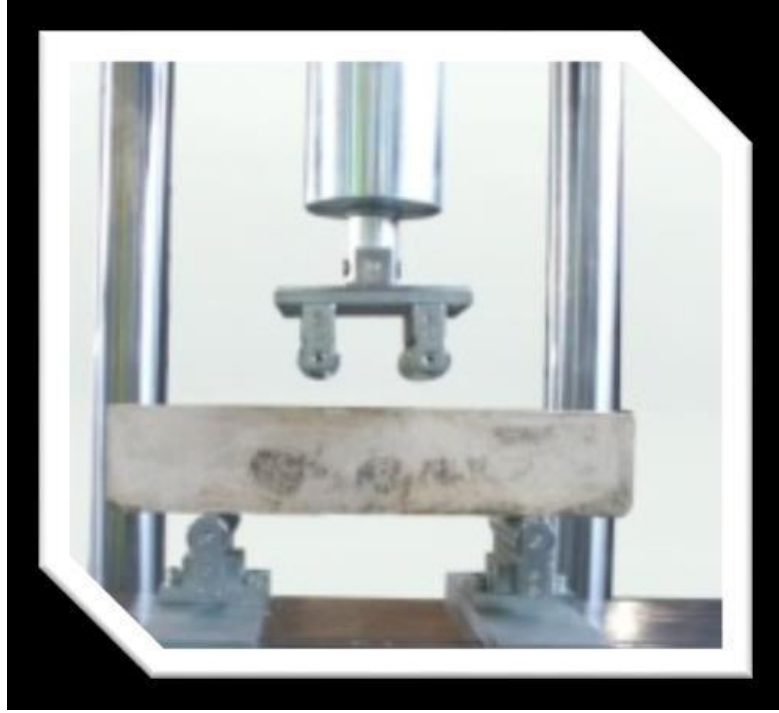
aralıkta kesme kuvveti sıfır ve salt eğilme söz konusudur. Mesnet silindirlerinin eksenleri arasındaki mesafe (mesnet açıklığı), l , $3h$ 'a eşittir(150 mm), h deney numunesinin anma yüksekliğidir(50 mm), L numune uzunluğudur(200 mm). Yükleme silindirleri Şekil 1'de gösterildiği gibi mesnet silindirlerinin arasına eşit aralıklarla yerleştirilmelidir. Deneyin şematik göreseli Şekil 8'de gösterilmiştir; h : numune yüksekliği=50 mm, L : numune uzunluğu=200 mm.



Şekil 8. Gazbeton eğilmede çekme dayanım deneyi düzenek planı

(Kaynak: TS EN 1351)

Deneyde, üst(1) ve alt(2) yükleme çubukları mesnetleri 15 mm çaplı çelik dolu silindirlere ve numune genişliğinden 10 mm uzun seçilmiştir ve silindirler eksenleri birbirine paralel şekilde yerleştirilmiştir. Yük aktarımı numuneleri dayanıma ulaştıracak yükün yaklaşık yarısına kadar yük, yüksek hızla (ani yükleme olmadan) verilmiştir. Bu yük değerine ulaştıktan sonra ise 20 N/sn sabit yükleme hızı kullanılmıştır. Deneyde "Instron 1195" isimli hidrolik yük veren kullanılmıştır. Deney düzeneği Şekil 9'de verilmiştir.



Şekil 9. Gazbeton eğilme çekme deney düzeneği

Deney sonunda G4 sınıfı numunelerin eğilme çekme dayanımları Denklem 3.3 yardımıyla hesaplanmıştır. Bu denklemde, f_{cf} eğilme dayanımı (N/mm^2), F_f maksimum yük (N), I açıklık (mm), b (mm) ve h (mm) numune en kesit boyutlarıdır.

$$f_{cf} = \frac{F_f \times I}{b \times h^2} \quad f = 1, 2, 3 \quad (3.3)$$

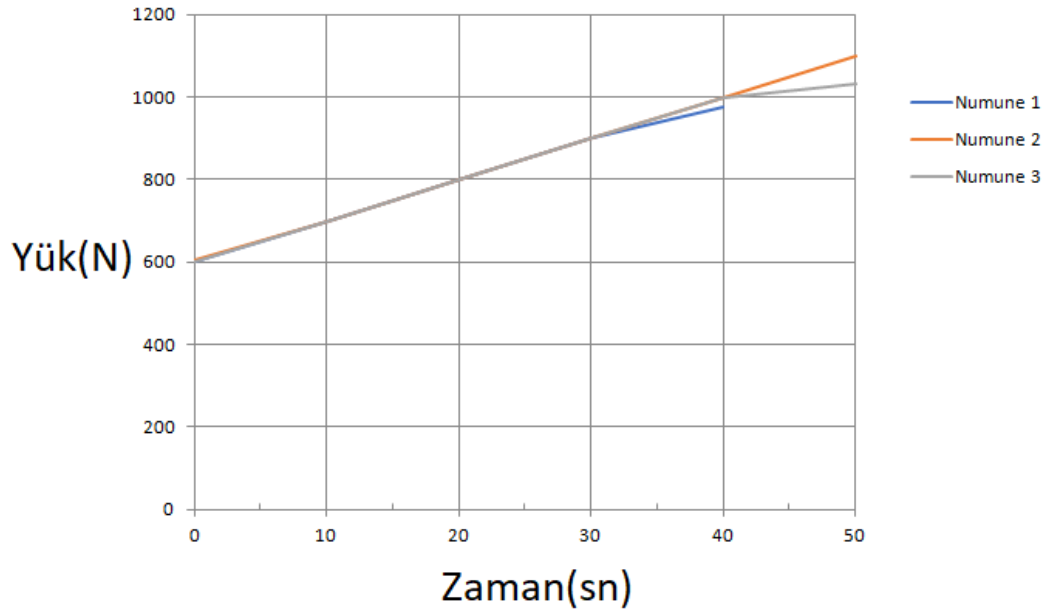
Deney sonuçlarından elde edilen dayanımların ortalamasından, G4 sınıfı gazbetonunun eğilme çekme dayanımı hesaplanmıştır. Deney sonucu deforme olan gazbeton numunelerinin son halleri Şekil 10'da gösterilmiştir. Deney veri sonuçları ise Tablo 2 'de verilmiştir. Numunelerin yük-zaman grafikleri Şekil 11 'de verilmiştir.

Tablo 2. G4 sınıfı gazbeton eğilme çekme dayanım sonuçları

Numune Sırası	Kırılma Anındaki Yük (kN)	Eğilme Dayanımı (MPa)
1	0,975	1,17
2	1,100	1,32
3	1,033	1,24
Ortalama	1,036	1,243



Şekil 10. Eğilmede çekme dayanım deneyi sonrası deforme olmuş numuneler



Şekil 11. Eğilmede çekme dayanım deneyinin yük-zaman grafiği

3.1.3. Gazbeton Yapıştırma Harcının Basınç ve Eğilmede Çekme Dayanım Deneyi

Tez kapsamında gazbeton duvar örme imalatında kullanılan harç özel çimento esaslı bir kimyasal yapıştırıcıdır. Bu yapıştırıcıya gazbeton yapıştırma tutkalı ismi verilir. Tez için bu kimyasal yapıştırıcı 25 kg torbalarda hazır olarak Entegre firmasından gazbetonfix

ürünü temin edildi. Firmanın kendi malzemesi için teknik özellikler Şekil 12'de gösterilmiştir.

Sertleşmiş Harcın Boşluklu Birim Hacim Ağırlığı, kg/m ³	1400 ± 200
Kuru Birim Ağırlığı, gr/cm ³	Ort 1,2
İşlenebilme Süresi, dk	≥ 120
Düzeltililebilme Süresi, dk	10 ± 5
Basınç Dayanımı, N/mm ²	≥ 5,0 (M 5)
Agrega en büyük tane büyüklüğü, mm	≤ 2
Su Emme, kg/m ² . min ^{0,5}	≤ 2,5
Su Buharı Geçirgenliği Katsayısı (μ)	5/20
Yangına Tepki	A1



Şekil 12. Kullanılan yapıştırıcının firmadan temin edilen mekanik özellikleri

Yapıştırma harcın basınç dayanımı ve eğilmede çekme dayanımı TS EN 1015-11'e göre belirlenmiştir. Harçların basınç ve eğilmede çekme dayanımının belirlenmesi için üçer adet numune kullanılmıştır. Eğilmede 40 x 40 x 160 mm boyutlarındaki numuneler, basınç deneyinde ise eğilme deneyi sonucunda kırılan numunelerden elde edilen 40 x 40 x 40 mm boyutlarındaki numuneler kullanılmıştır. Bu deneyler KTO Karatay Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yapı Laboratuvarı bünyesinde bulunan bilgisayar kontrollü tam otomatik 200 kN basma ve 10 kN eğilme kapasiteli çimento test pres cihazı kullanılarak yapılmıştır. Harçların 28 günlük basınç dayanımı(Tablo 3) ve eğilmede çekme dayanımları belirlenmiştir.(Tablo 4) Deney düzenekleri ve numune son halleri Şekil 13 ve Şekil 14'de verilmiştir.

Tablo 3. Yapıştırma harcının 28 günlük basınç dayanım sonuçları

Numune Sırası	Basınç Dayanımı (MPa)
1	2,05
2	1,95
3	2,12
	2,04

Tablo 4. Yapıştırma harcının 28 günlük eğilmede çekme dayanım sonuçları

Numune Sırası	Kırılma Anındaki Yük (kN)	Eğilme Dayanımı (MPa)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
Ortalama		0

Eğilmede çekme deneyinde herhangi bir veri elde edilememiştir çünkü malzemenin sehim kapasitesi yoktur.



Şekil 13. Harç basınç deney düzeneği



Şekil 14. Harç eğilmede çekme deneyi

3.1.4. Donatı Çekme Deneyi

G4 gazbeton sınıfı ile deneyde örülme aşamasında 6 duvardan 5 tanesinin S420 sınıfı donatı kullanılmıştır. Bu donatılar 2018 yılında yayınlanan deprem yönetmeliğinin 11. bölümüne göre Ø12'lik ve Ø8 donatılar kullanılmıştır. Kullanılan bu donatılar için 3 tane donatı çekme deneyi yapılmıştır. Deney düzeneği Şekil 15'de verilmiştir. Bu deneyde, donatıların elastik-plastik davranışları altında; elastisite modülleri, kopma uzama oranları, akma ve çekme dayanımları ile gerilme – birim şekildeğiştirme durumları ortaya koyulmuştur. Deney sonuçları Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmiştir ve gerilme - birim uzama grafikleri Şekil 16 ve şekil 17'de verilmiştir.

Tablo 5. Ø12'lik donatı deney sonuçları

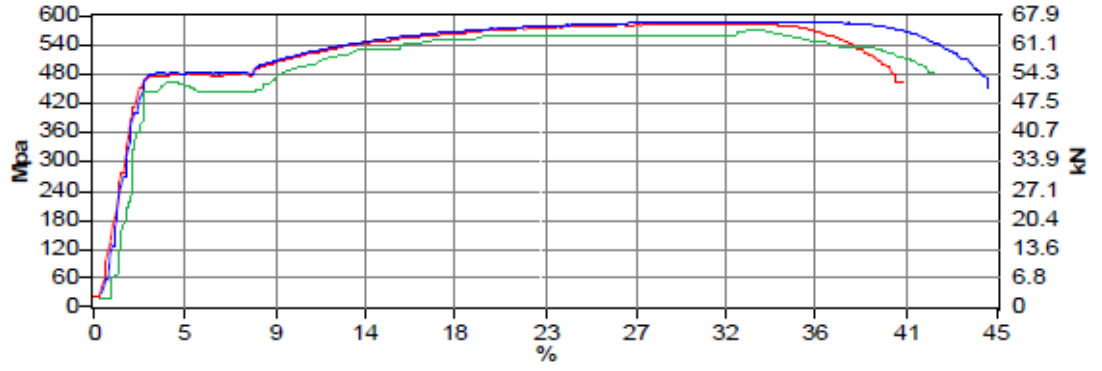
Numune Sırası	Donatı Çap	Anma Çapı	Elastisite Modülü	Kopma		
				Uzama Oranı	Akma Gerilmesi	Çekme Dayanımı
	(mm)	(mm)	(MPa)	(%)	(MPa)	(MPa)
1	11,98	12	204256	40,3	477	585
2	12,00	12	211054	44,5	486	589
3	11,96	12	208745	42,0	476	583
Ortalama			208018	42,26	479,67	585,67

Tablo 6. Ø8'lik donatı deney sonuçları

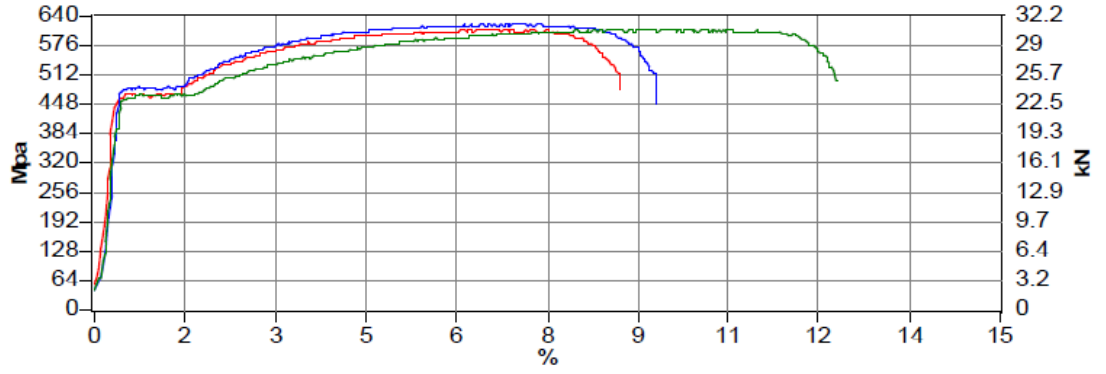
Numune Sırası	Donatı Çap	Anma Çapı	Elastisite Modülü	Kopma		
				Uzama Oranı	Akma Gerilmesi	Çekme Dayanımı
	(mm)	(mm)	(MPa)	(%)	(MPa)	(MPa)
1	7,96	8	205458	8,7	468	610
2	7,98	8	210547	9,3	478	624
3	7,95	8	207371	12,3	461	610
Ortalama	7,96	8	207792	10,1	469	614



Şekil 15. Donatı çekme deney düzeneği



Şekil 16. Ø12'lik donatı numunelerinin gerilme - şekil değiştirme grafikleri



Şekil 17. Ø8'lik donatı çekme deney numunelerin gerilme - şekil değiştirme grafikleri

3.2. Duvar Numunelerinin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Taşıyıcı duvarlar TS EN 771-4'e uygun olarak 600x300x250 mm ebatlardaki G4 sınıfı gazbeton bloklarından 1200x1200x250 mm boyutunda örölmüştür. Numune ebatları ASTM E 519M-15 (2015)'e göre yapılmış ve aynı standarda göre bu ebatlar 1/1 ölçekli duvarların davranışını temsil edecek en küçük ebat olarak kabul edilmiştir. Uygulamaya başlamadan önce uygulama alanı ölçüleri diyagonaller dahil kontrol edilip, deney düzenek kalıpları gönyeye getirilip, uygulamanın yapılacağı zemin temizlenerek TS EN 998-2'ye göre örgü tutkalı belirtilen standartlara göre parti halide hazırlandı. Harcın hazırlanması ve gelen malzeme örneği Şekil 18'de verilmiştir.



Şekil 18. Gazbeton yapıştırıcısının hazırlanması

Deneylere ilk olarak Ø12'lik donatı ile güçlendirilme yapılmamış normal donatısız duvar ile başlayıp akabinde diğer Ø12'lik donatı ile güçlendirilmiş 5 duvar numunesine diyagonal basınç yüklemesi altında test ederek incelenmiştir. Deneyler KTO Karatay Üniversitesi İnşaat Bölüm Laboratuvarında gerçekleşmiştir. Deney numuneleri test sırası ve güçlendirme şekillerine göre Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Diyagonal basınç deney elemanları

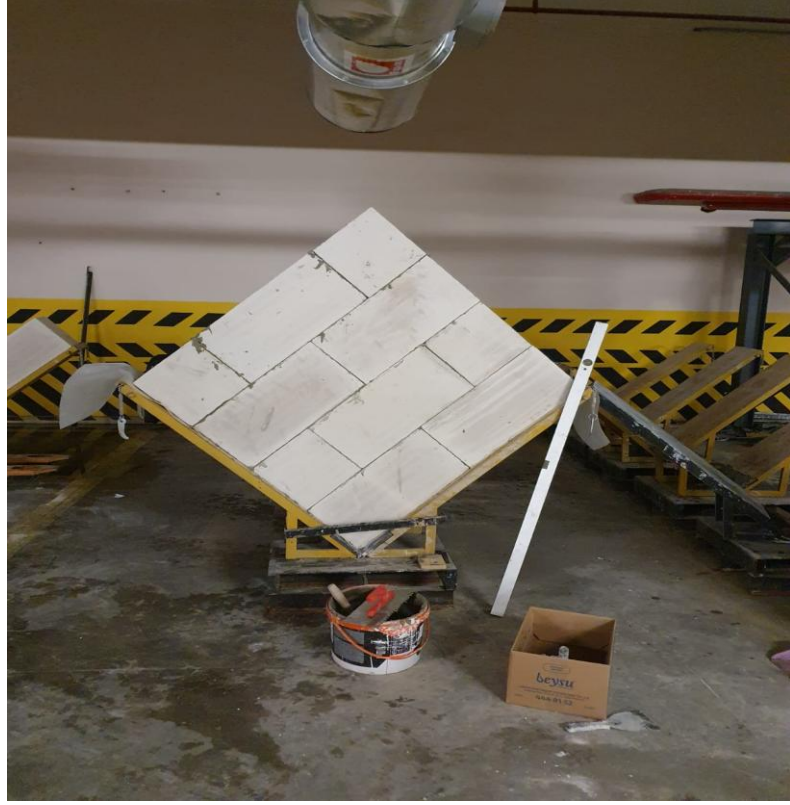
Kullanılan Malzeme	Gazbeton Blok Ebatları(mm)	Deney Eleman Adı	Güçlendirme Uygulanması
G4	600X300X250	GBS	Normal harc ile örülmüş duvar
G4	600X300X250	GB1	Bloklar arası Ø12'lik donatı dikey yönde zıvana tipi ile güçlendirilmiş duvar
G4	600X300X250	GB2	Bloklar arası Ø12'lik donatı yatay yönde zıvana tipi ile güçlendirilmiş duvar
G4	600X300X250	GB3	Bloklar arası Ø12'lik donatı Kenetleme tipi ile güçlendirilmiş duvar
G4	600X300X250	GB4	Bloklar arası Ø12'lik donatı H şeklinde zıvana tipi ile güçlendirilmiş duvar
G4	600X300X250	GB5	Bloklar arası Ø12'lik donatı duvar kalınlığı yönünde zıvana tipi ile güçlendirmiş duvar

3.2.1. Gazbeton Deney Numune Standart

Deney düzeneğinden dolayı duvar diyagonal biçimde örüleceği için düzenek kalıbı gönyeye alındıktan sonra ilk gazbeton blok yerleşimi yapılmıştır. Daha sonrasında taraklı mala ile yatay ve düşey birleşim yüzlerine örgü tutkalı 2-3 mm kalınlığında, derzleri tamamen kapatacak şekilde serilmiştir. Yerleştirilen gazbeton blok, lastik tokmak kullanımı ile hafifçe vurularak daha önce yerleştirilen bloğa doğru baskılanır ve bir önceki blokla arasında boşluk kalmayacak biçimde sıkıştırılır. Bu yapılırken su terazisi ile yatay düşey doğrultuda gerekli olan terazi kontrolü yapılarak, ipinde, terazisinde ve şakulde duvar örme işlemi tamamlanmıştır.(Şekil 19 ve Şekil 20).



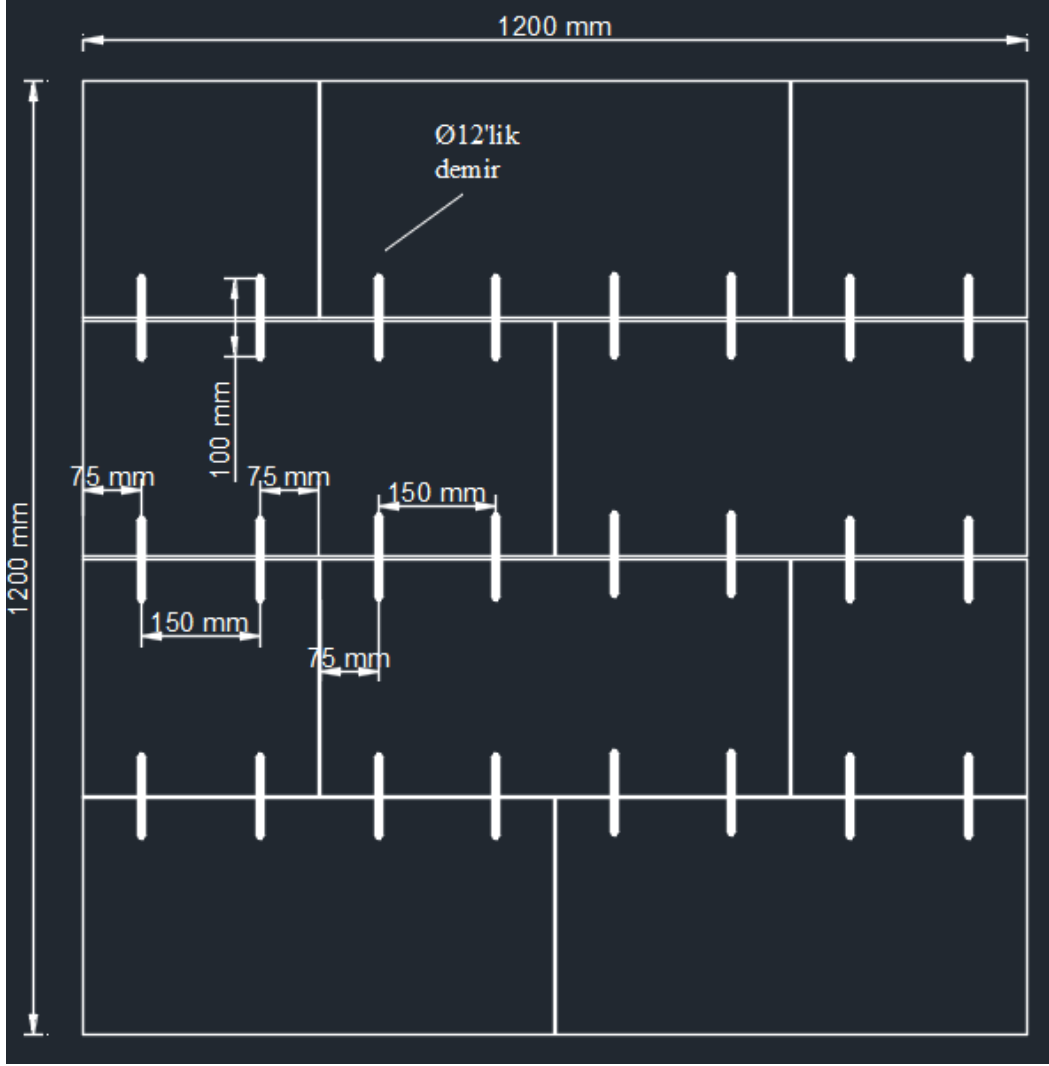
Şekil 19. GBS duvar örüm aşaması



Şekil 20. GBS duvar örümü son hali

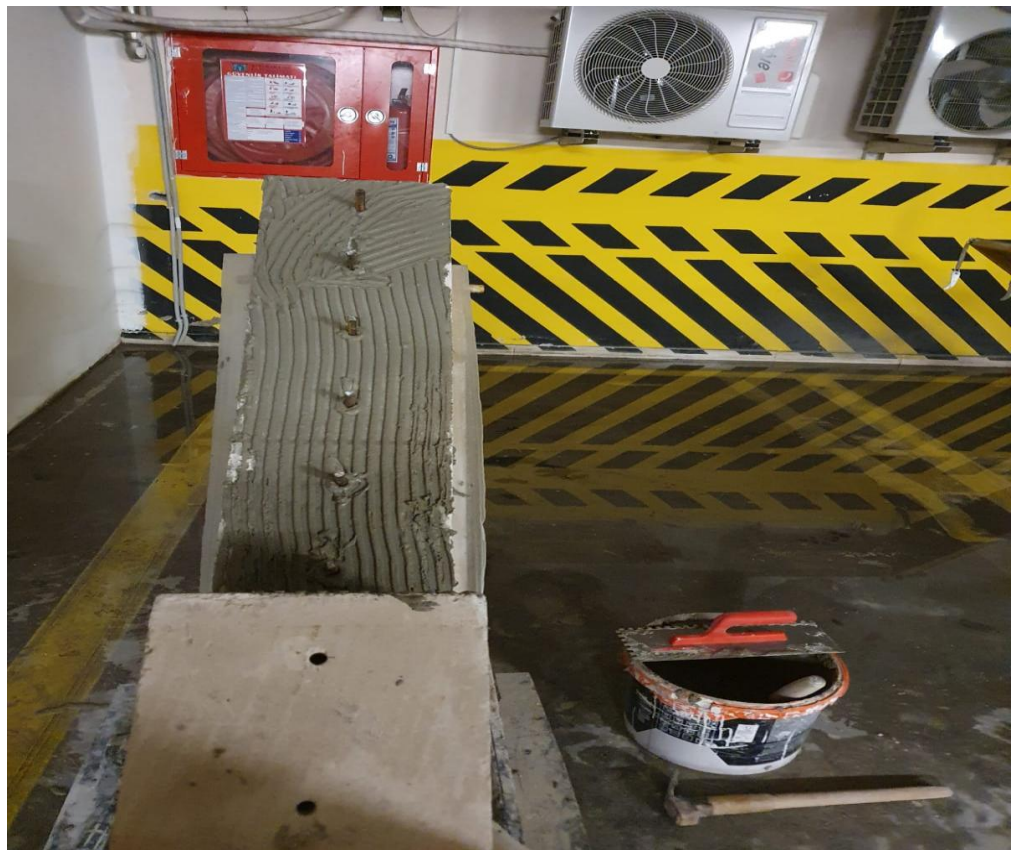
3.2.2. Gazbeton Deney Numune 1

TGÜB'ün gazbeton duvar örme şartnamesine göre duvar örüme imalatı yapılmıştır. GB1'in GBS'ye göre yapıştırıcı ile örülmesine ek olarak Şekil 21'de ki şemaya göre ek Ø12'lik donatılar atılmıştır.



Şekil 21. GB1 donatı yerleştirme şeması

Gazbeton blokları birbirine örgü harcı ile yapıştırılmalarının yanında Ø12'lik 100 mm boyunda donatı ile dikine y eksenine boyuna güçlendirmeleri yapılmıştır. Ø12'lik donatıların montajı ; ilk olarak matkap ile Ø14 çapında delik açılıp içinin tozu kompresör ile alındıktan sonra harç ile donatı içine oturtulacaktır. Bindirme boyları 50'er mm olacaktır. GB1 duvarının örülme aşamaları Şekil 22'de verilmiştir.

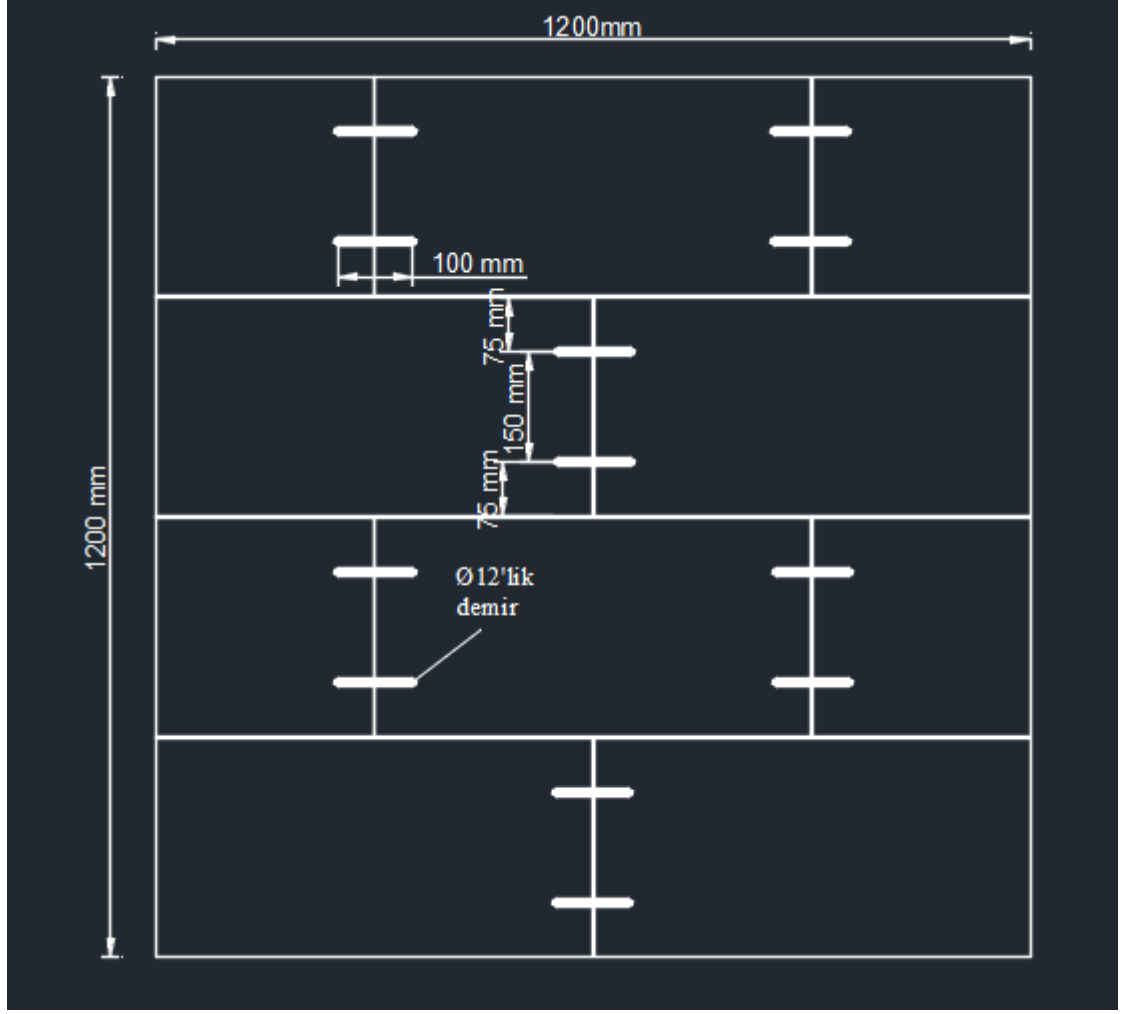




Şekil 22. GB1 duvar örümü aşaması

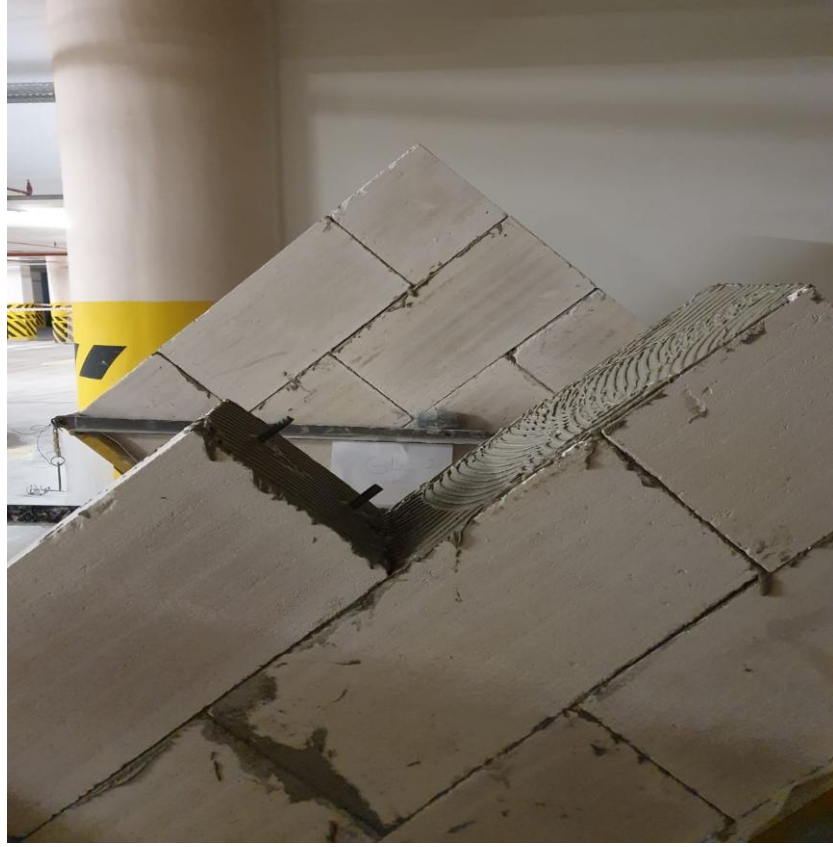
3.2.3. Gazbeton Deney Numune 2

Duvar örme standartları çerçevesinde imalatı yapılan GB2'in GBS'ye göre ek olarak Şekil 23'de ki şemaya göre donatılar yerleştirilmiştir.



Şekil 23. GB2 donatı yerleştirme şeması

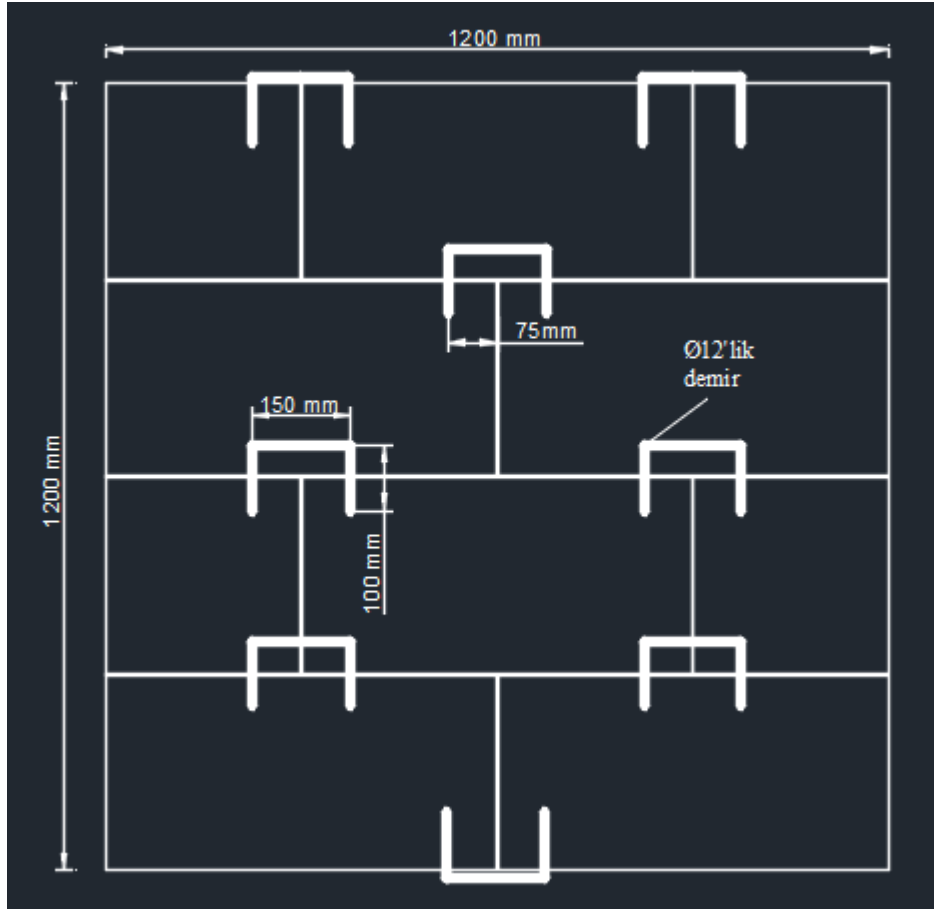
GB2 taşıyıcı duvara Ø12'lik donatılar yatay x ekseni boyunda 100 mm'lik uzunluğunda bloklar arası 50'er mm bindirmeler olacak şekilde uygulanmıştır. GB2 duvar imalat aşamaları Şekil 24'de verilmiştir.



Şekil 24. GB2 duvar örümü aşaması

3.2.4. Gazbeton Deneý Numune 3

Bu numunede de diğer numuneler gibi normal duvar örümü devam ederken Ø12'lik donatı güçlendirmesi U şeklindeki donatılar, donatı bülme makinası yardımı ile bükülüp Şekil 25'de şematik görsel gibi uygulanmıştır. Numune ile ilgili uygulama aşamasındaki bir kaç görsel Şekil 26'tedir.



Şekil 25. GB3 donatı yerleştirme şeması

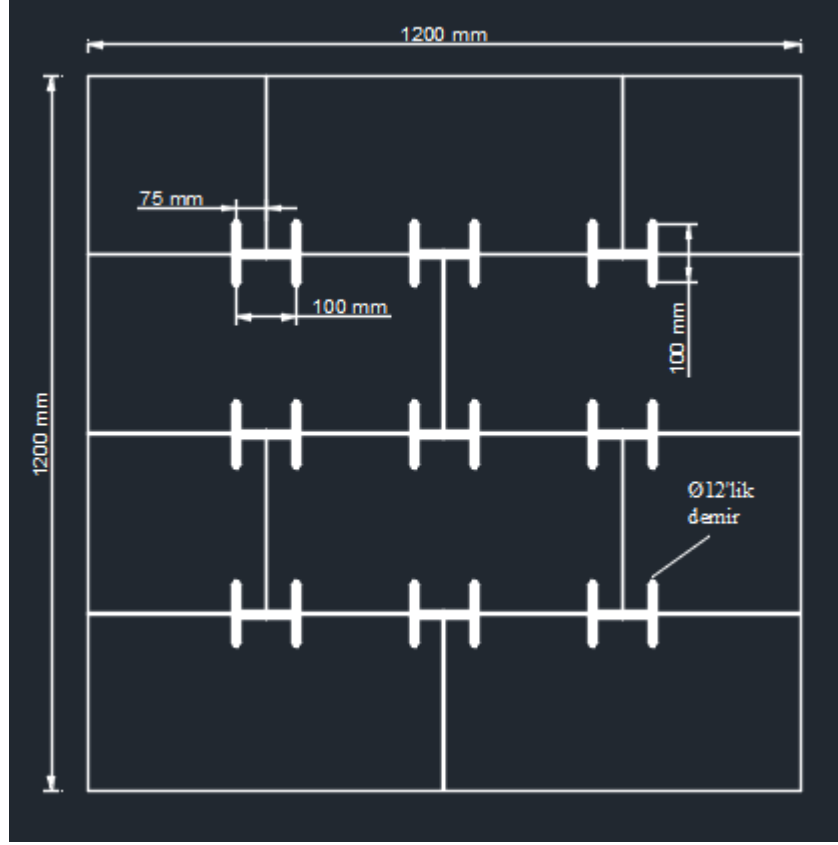




Şekil 26. GB3 duvar örümü aşaması

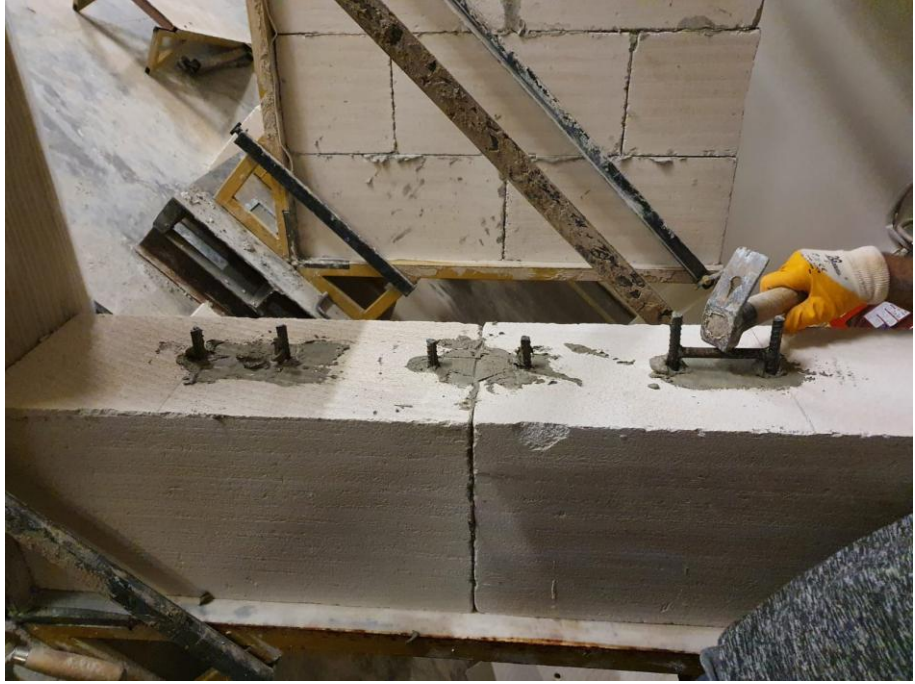
3.2.5. Gazbeton Deney Numune 4

Bu numunede de diğer numuneler gibi normal duvar örümü devam ederken Ø12'lik donatı güçlendirmesi H şeklindeki donatılar ile sağlanmıştır. Donatılar H şeklinde getirebilmek içinde 3 donatının birbirine TBDY'ye göre gazaltı kaynak yardımı ile kaynaklanması ile elde edilmiştir. Donatılar, Şekil 27'da şematik görsel gibi uygulanmıştır. Numune ile ilgili uygulama aşamasındaki bir kaç görsel Şekil 28'de verilmiştir.



Şekil 27. GB4 donatı yerleştirme şeması

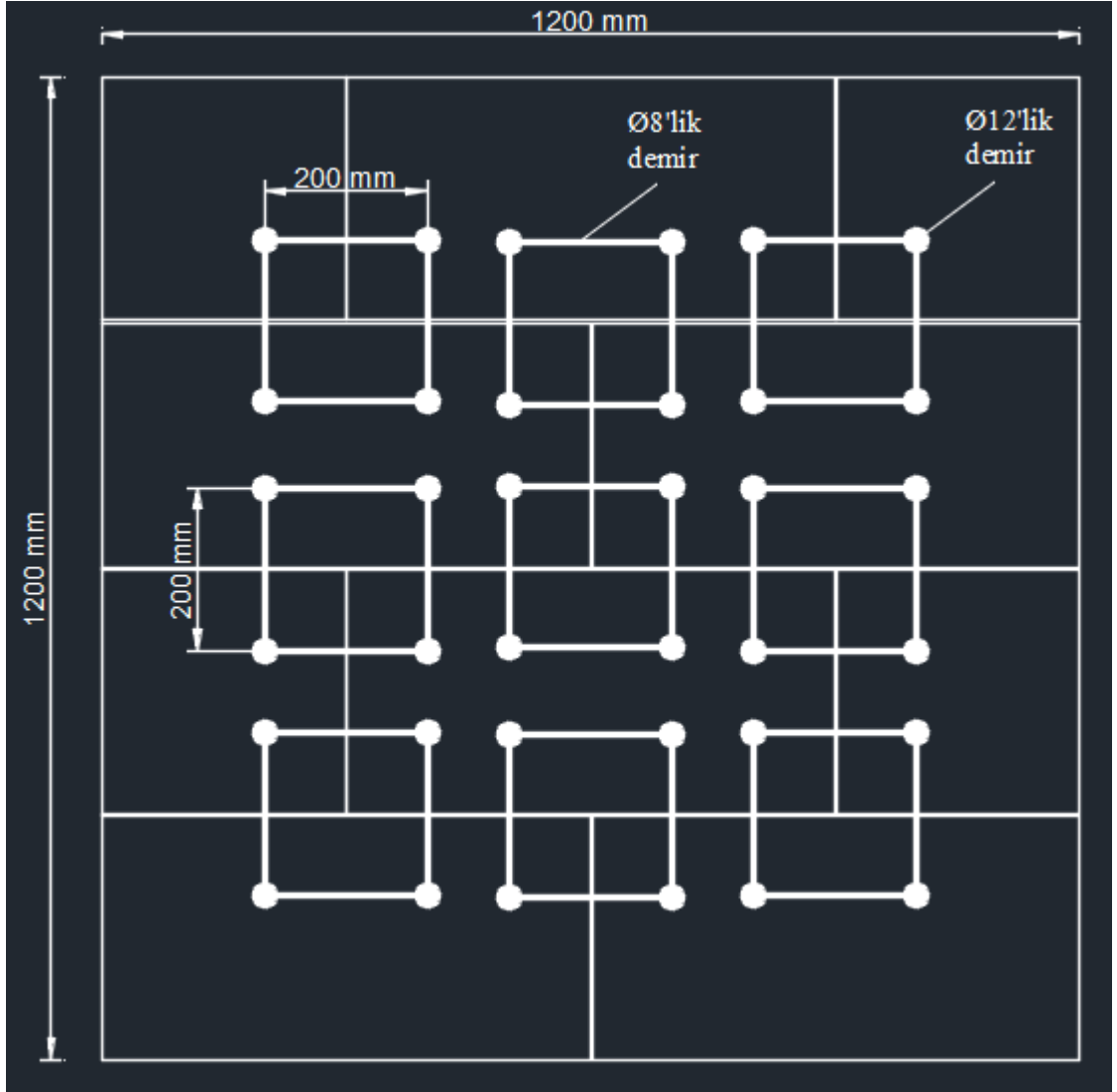




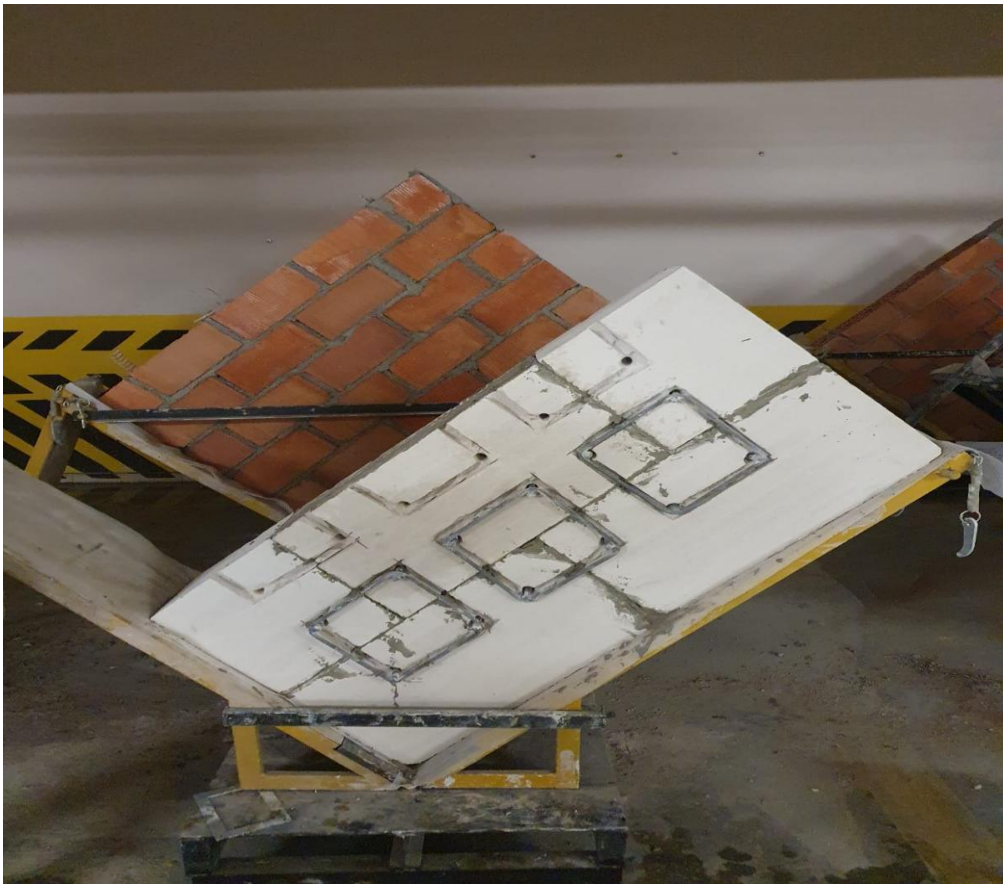
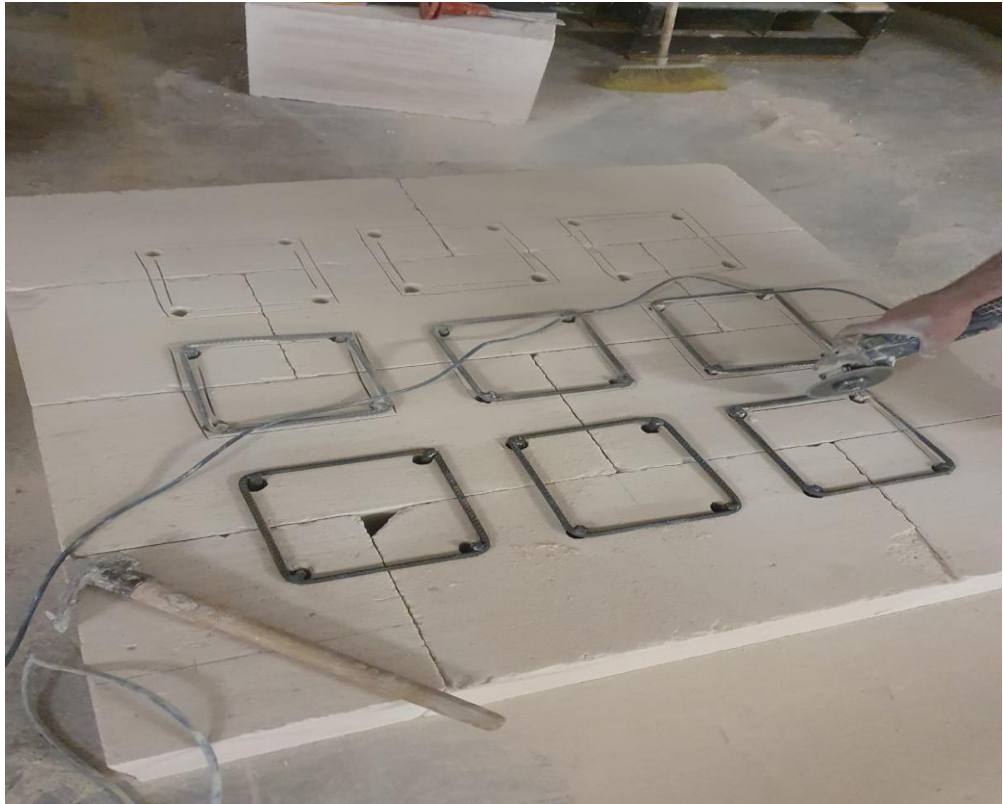
Şekil 28. GB4 duvar örüm aşaması

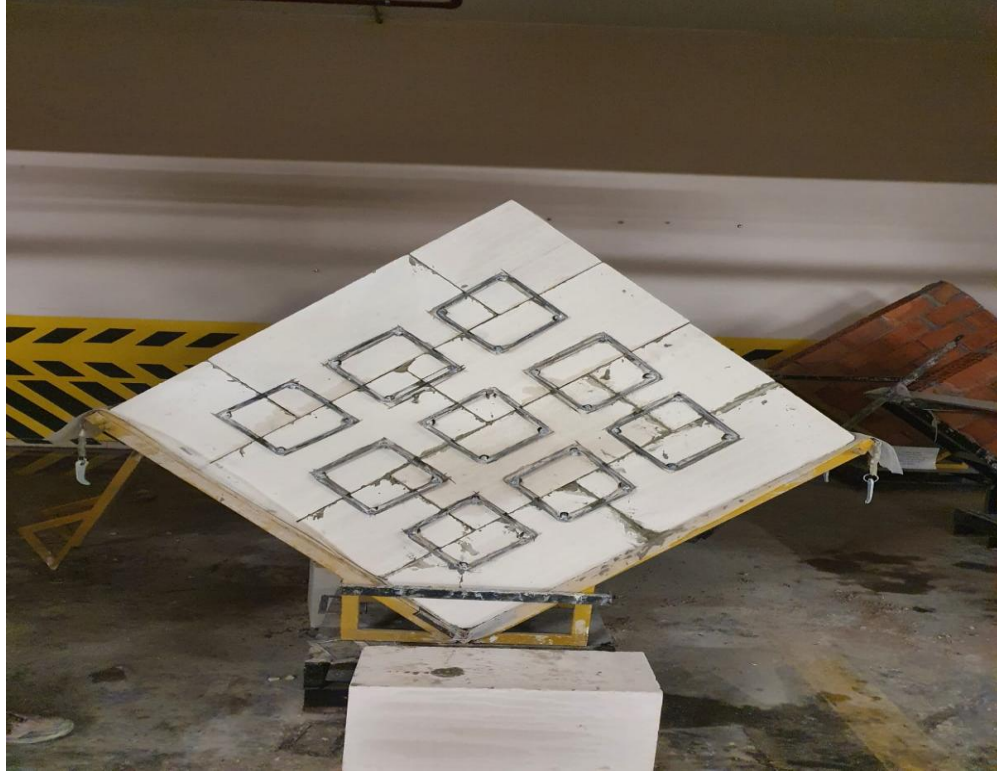
3.2.6. Gazbeton Deney Numune 5

Bu numunede de diğer numuneler gibi normal duvar örümü devam ederken Ø12'lik ve Ø8'lik donatılarla Şekil 29'da ki şematik görsele göre güçlendirme sağlanmıştır. Donatılar TBDY'ye göre gazaltı kaynak yardımı ile kaynaklanması ile elde edilmiştir. Gerekli donatı delik ve kanalları sprial ve matkap yardımı ile açılmıştır. Numune ile ilgili uygulama aşamasındaki bir kaç görsel Şekil 30'da verilmiştir.



Şekil 29. GB5 donatı yerleştirme şeması

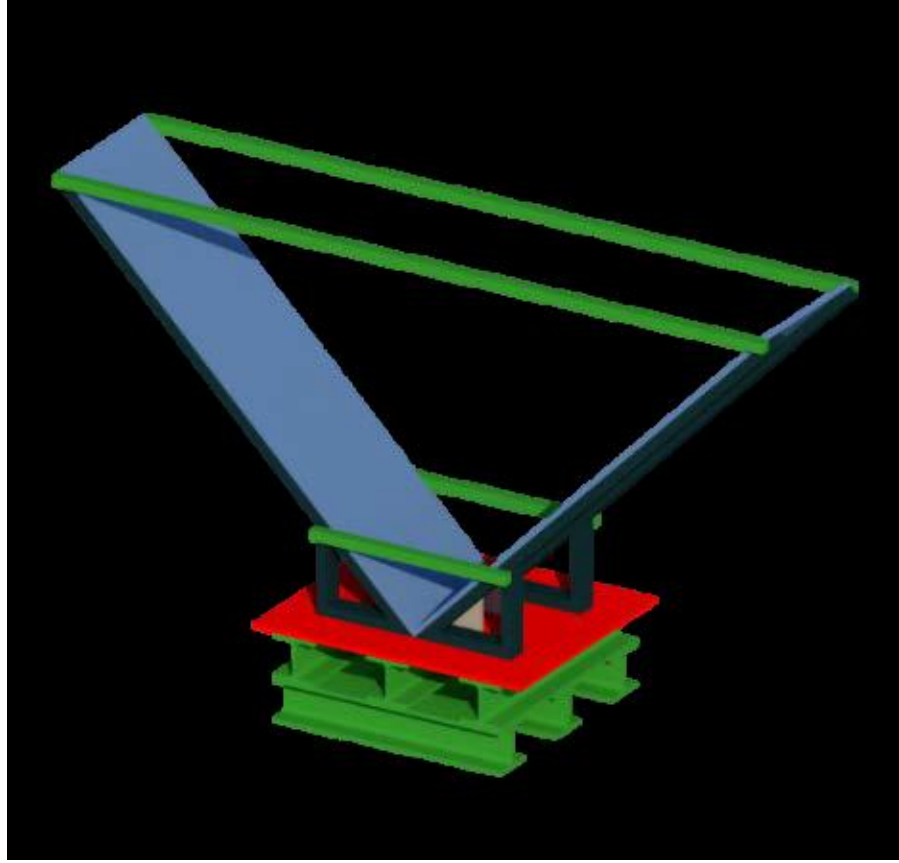




Şekil 30. GB5 duvar örüm aşaması

3.2.7. Diyagonal Basınç Deney Düzenegi

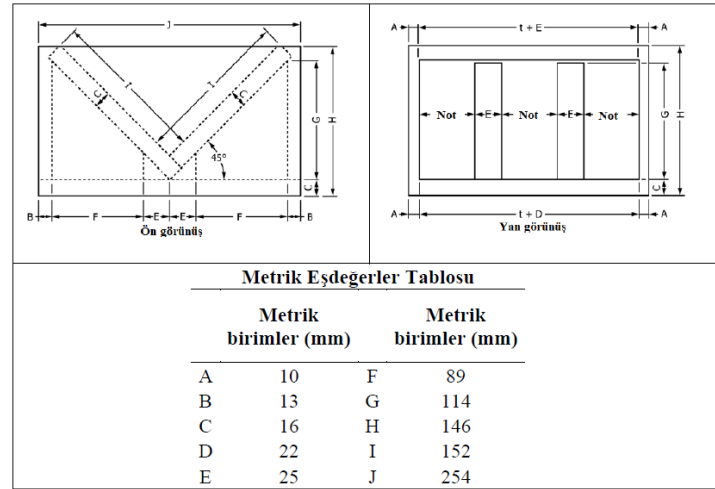
Standart donatısız numune ve diğ er 5 tane güçlendirilmiş donatılı duvar numuneleri için KTO Karatay Üniversitesi İnşaat laboratuvarın da daha öncesinde bir doktora projesi için hazırlanan deney düzenegi kullanılmıştır. Gazbeton taşıyıcı duvar numuneleri için ASTM E 519M-15 (2015)'in önerdiği ebatlar büyük olduğundan dolayı ki bu çalışmada kullanılan gazbetonun yoğunluğu 600 kg/m^3 olduğundan numunelerin düz bir zemin üzerinde örölüp diyagonal pozisyonuna dönüştürülmesi oldukça zordur. Bu işlem sırasında duvar numunelere zarar verme ihtimali çok yüksek olduğundan zaman ve maliyet açısından büyük bir probleme yol açmaktadır. Bundan dolayı tüm deney numuneleri diyagonal olarak örülmüştür. Duvar numunelerinin diyagonal olarak örülebilmesi ve zarar verilmeden deney düzenegine taşınıp yerleştirilebilmesi için Şekil 31'de ki gösterilen önceden başka bir doktora projesi için laboratuvarda bulunan hazır düzenek kullanılmıştır.



Şekil 31. Duvarların üzerine örüldüğü platform ve destekleri

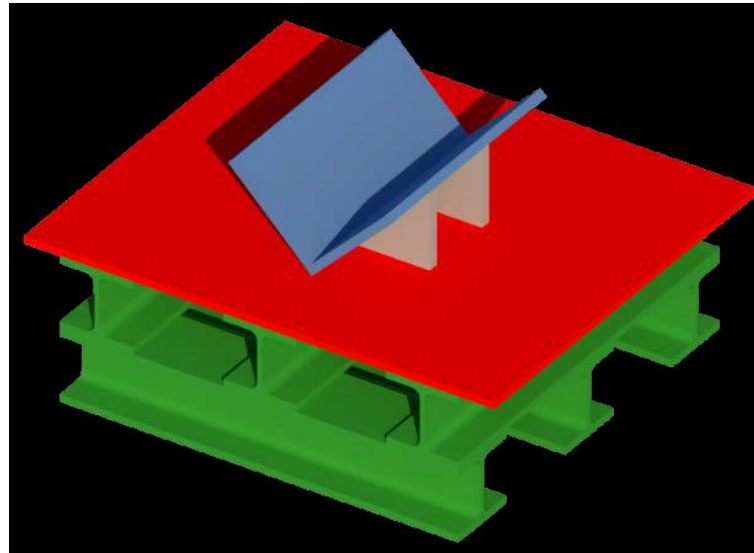
(Kaynak: Zia , 2020)

Bu düzenek V yükleme başlığı içeren bir platform ve iki kanattan oluşmaktadır. Platform üzerindeki V yükleme başlığı ASTM E 519M-15 (2015)'e (Şekil 32) uygun olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan düzenek Şekil 33'de gösterilmiştir. Kanatlar ise kür ve taşıma sırasında L profillerle birbirine bağlanmış ve deney başlamadan önce sökülmüştür.



Şekil 32. ASTM E519'da önerilen V başlık ebatları

(Kaynak: ASTM E 519M-15, 2015)



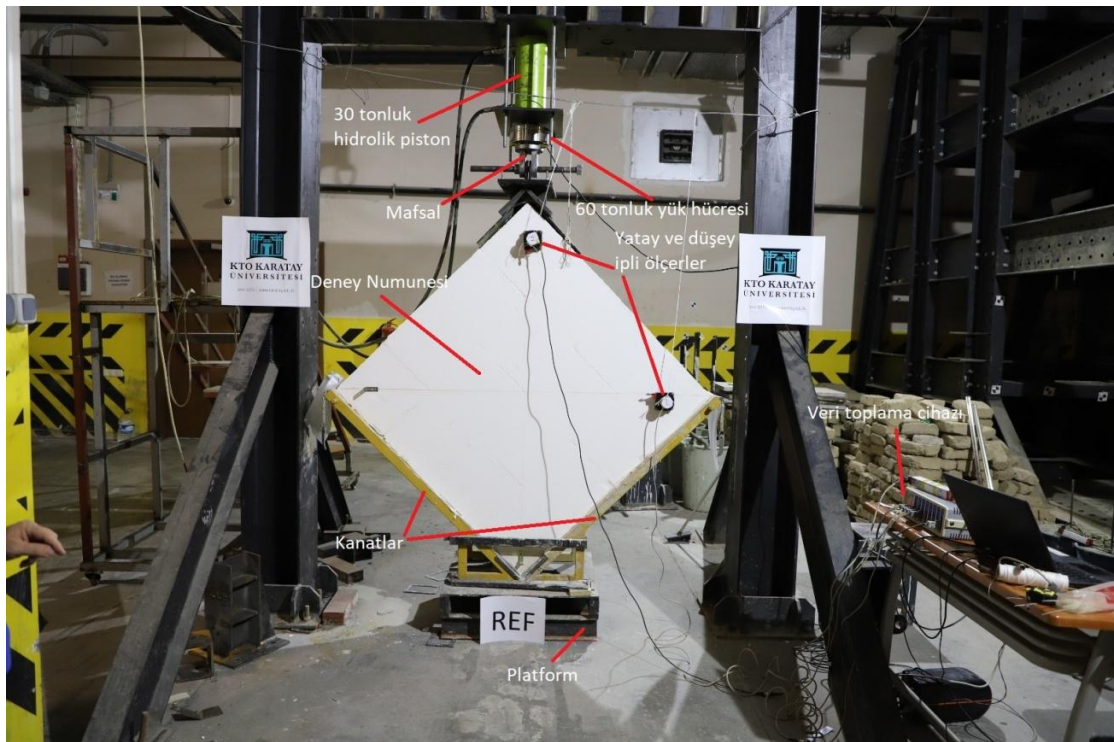
Şekil 33. ASTM E519'a göre yapılan başlığın şematik gösterimi

(Kaynak: Zia, 2020)

Şekil 33'de ki platformun altında 6 adet IPE100 profil kullanılmıştır. IPE100 profiller üçer adet ve birbirine dik olacak şekilde üst üste konumlandırılmış ve kaynak yapılmıştır. Platformun üstünde duvarın diyagonal olarak örülmesi sırasında duvara destek verecek kanatlar kullanılmıştır (Şekil 31). Duvar örüldükten sonra en az 28 gün bekletilmiş ve deney düzeneğine desteklerle birlikte taşınıp yerleştirilmiştir. Yerleştirildikten sonra numune üzerinde ipli ölçerler, yükleme yönüne paralel ve dik

olacak şekilde konumlandırılmış ve duvarın diyagonal yükleme düzleminin dik olup olmadığı çekül ile kontrol edilmiştir.

Düzlemdeki çekül sapmaları platform ayakları altına 2 mm kalınlığında çelik saçlarla beslenerek düzeltilmiştir. Şekil 34’de gösterildiği gibi duvarın üst ucunda V başlıklı yükleme aparatı yerleştirilmiş ve 300 kN kapasiteli hidrolik pres yardımı ile yaklaşık 250– 300 N ön yükleme yaparak kanatlar sökülüş ve deney başlatılmıştır. Kanatlar önce duvardan uzaklaştırılmış ve Şekil 34 gösterildiği gibi duvar kırıldıktan sonra dağılıp üzerine monte edilen ölçüm aletlerine zarar vermesini engellemek için deney süresince çelik çerçeveye yaslanmış bir vaziyette bırakılmıştır.



Şekil 34. Diyagonal basınç deney düzeneği

Şekil 34’de gösterildiği gibi deney düzeneğinde; yükleme için 300 kN kapasiteli hidrolik pres, uygulanan yükü veri toplama cihazına aktarmak için 600 kN kapasiteli yük hücresi, deplasmanları ölçmek için ipli potansiyometre ölçerler ve deneysel verileri bilgisayara aktarmak için veri toplama cihazı kullanılmıştır. Kullanılan veri toplama cihazı saniyede iki veri alma kapasitesine sahiptir. Yükleme el kriko yardımı ile ve olabildiğince sabit hızla yapılmıştır. Deplasmanlar ise yüke paralel ve dik olmak üzere iki yönde ölçülmüştür. Bu ölçümler duvarlarda iki adet ipli potansiyometre ile yapılmıştır.

4. GAZBETON TAŞIYICI DUVAR DENEY SONUÇLARI

DeneySEL çalışmadan sonra duvar tipleri arasındaki karşılaştırma kriterleri; Taşıma gücü Kırılma türü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji kapasitesi olarak belirlenmiştir. Bu bölümde öncelikle diyagonal basınç deneyi kapsamında deneye tabi tutulan bütün numunelerin deney sırasında ölçülen boyut değerlerine Tablo 8'de yer verilmiştir. Daha sonra karşılaştırma kriterleri detaylı olarak açıklanmış ve her bir gruba ait deney sonuçları ayrı ayrı başlıklar altında sunulmuştur. Bölümün sonunda ise diyagonal basınç deneyine ait bilgiler Tablo 8'de özetlenmiş ve sunulmuştur. Numuneler deneySEL verileri olan basınç yükü ve deplasmanlar, sırasıyla veri toplama cihazı ve potansiyometrik cetveller (ipli ölçer) ile bilgisayara aktarılmıştır. Bu veriler yardımı ile karşılaştırma kriterleri olarak belirlenen değerler hesaplanmıştır. Kriterlerin hesaplanmasında kullanılan yöntem ve formüller aşağıda verilmiştir.

Tablo 8. Diyagonal basınç deney numunelerinin boyutları

Deney Elemanı	Numune Boyutları (H x w x t) (mm)	α°	LVDT 1 (yatay) (mm)	LVDT 2(düşey) (mm)
GBS	1205x1208x250	44,93	1269	1387
GB1	1206x1209x250	44,93	1420	1376
GB2	1208x1209x250	44,98	1422	1342
GB3	1204x1206x250	44,95	1351	1422
GB4	1203x1210x250	44,83	1336	1422
GB5	1203x1204x250	44,98	1330	1426

Taşıma gücü: Güçlendirme nedenlerinden birisi deney elemanlarının depreme karşı dayanımı ve taşıma gücü kapasitesinin artırılmasıdır. Deneye tabi tutulan numunelerin ilk çatlamadaki yükü ve ulaşılan maximum taşıma yükü veri toplama cihazı tarafından kaydedilmiştir.

Rijitlik: Genel bir tanım olarak rijitlik cisimlerin yer değiştirmesine karşı gösterdiği dirençten ibarettir. Güçlendirme sistemi dolgu ve yığma duvarların rijitliğini artırdığı için yapıların da yanal ötelenmesini azaltmış oluyor, bu da yönetmelikler tarafından istenilen ve güçlendirmede amaçlanan bir davranıştır.

ASTM E 519M-15 (2015)'da ise duvar numunelerin kayma modülünü temsil eden G, malzemenin rijitlik ölçütü olarak tanımlanmakta ve gerilmenin gerinime oranı şeklinde hesaplanmaktadır. Bu değer genellikle maksimum gerilmenin %5'i (0,05Ssmaks) ile

%70'ine (0,7S_{maks}) karşılık gelen öteleme oranının sekant değeri olarak hesaplanmaktadır (Demir, 2012; Dizhur ve ark., 2013; Ismail ve ark., 2011; Rezaie ve ark., 2020; Vanin ve ark., 2017). Duvarların poisson oranı ν iki şekilde kabul edilebilmektedir. Ismail ve ark. (2011) yaptığı çalışmada bu değeri (ν) direk olarak 0,25 kabul edilmiştir. Ancak Dizhur ve ark. (2013) yaptığı çalışmada bu oranı, beton basınç deneyinde statik elastisite ve poisson oranının belirlenme standardı olan ASTM C469-02'ye bağlı olarak maksimum kuvvetin %40'ına karşılık gelen Δx 'in Δy 'ye oranı olarak belirlemiştir. Bu tezde duvarların poisson oranı 0,25 olarak kabul edilmiştir. Böylece her bir duvar numunesinin rijitliği olan E, Denklem 4.1'de verilen eşitlik vasıtasıyla hesaplanmıştır.

$$E = 2G(1 + \nu) \quad (4.1)$$

Kayma dayanımı: Deney sırasında uygulanan basınç kuvveti, yük hücresiyle ölçülmüş ve veri toplama cihazı ile bilgisayara aktarılmıştır. Duvarın düzlem içi kayma dayanımı (S_s) ise ölçülen basınç kuvveti ve Denklem 4.2'de verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$S_s = \frac{0,707P_{maks}}{A_n} \quad (4.2)$$

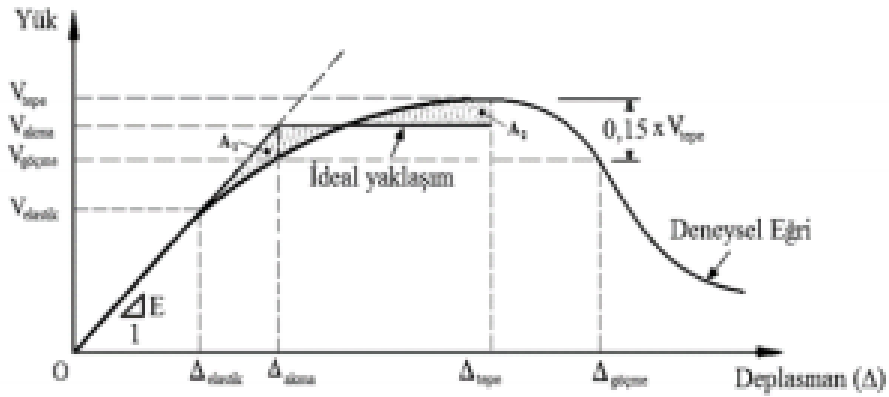
Burada; P_{maks} ölçülen maksimum basınç yükünü ve A_n Denklem 4.3'den hesaplanan duvar numunesinin kayma enkesit alanını temsil etmektedir.

$$A_n = \left(\frac{w + h}{2} \right) tn \quad (4.3)$$

Denklemdaki w duvar numunesinin genişliğini, h yüksekliğini, t kalınlığını ve n bireysel elemanın, yani kullanılan doğal taşların, katı olan brüt alanını temsil etmektedir. Kullanılan taşlar masif olduğundan bu oran 1 olarak kabul edilmiştir.

Enerji Kapasitesi: Katı cisimler, belirli bir enerji girişi ile ($Ed, giriş$) şekil değiştirmektedir. Bu enerji elastik sınırlar içerisinde, malzeme üzerinden yük kaldırılınca bir iş yaparak malzemeyi eski haline getirir. Elastik sınırın ötesinde bu enerji, malzemelerde kalcı şekil değiştirmeye sebep olmaktadır. Yığma yapılarda taşıyıcı elemanların enerji tüketim kapasitesi kuvvet – deplasman veya gerilme –

gerinim grafiğinin altında kalan alan olarak hesaplanmaktadır (Demir, 2012; Dizhur ve ark., 2013; Vasconcelos, 2005). Gazbeton duvarlar malzeme doğası gereği sünek değildirler. Bu nedenle, basınç veya çekme esnasında belirgin bir elastik davranış limiti gözlenmek mümkün olamamaktadır. Deney elemanlarının enerji tüketim kapasitesini ve kırılma yükünü yük-deplasman eğrisi üzerinden yorumlayabilmek için deney sonuçları kullanılarak Şekil 35’ te gösterildiği gibi idealize edilmiş bir deneysel yük-deplasman grafikleri oluşturulmuştur. İdealize grafikte eleman davranışı bakımından önemli olan akma noktası, tepe noktası ve göçme noktası olmak üzere üç yük seviyesi tanımlanmıştır. Deney numunesinin ulaşabildiği en yüksek kapasite V_{tepe} , ulaşılan bu kapasiteden %15’lik yük kaybının meydana geldiği ve artık deney elemanının yük taşıyamaz hale geldiği ve elemanın göçtüğü kabul edilen noktada $V_{göçme}$ kapasitesi tanımlanmıştır. Deney elemanında elastik sınır Maheri tarafından tanımlandığı şekilde benimsenmiştir. Deney elemanlarının düşey deplasmandaki yük-deplasman grafiğine göre enerji tüketim kapasiteleri hesaplanmıştır.



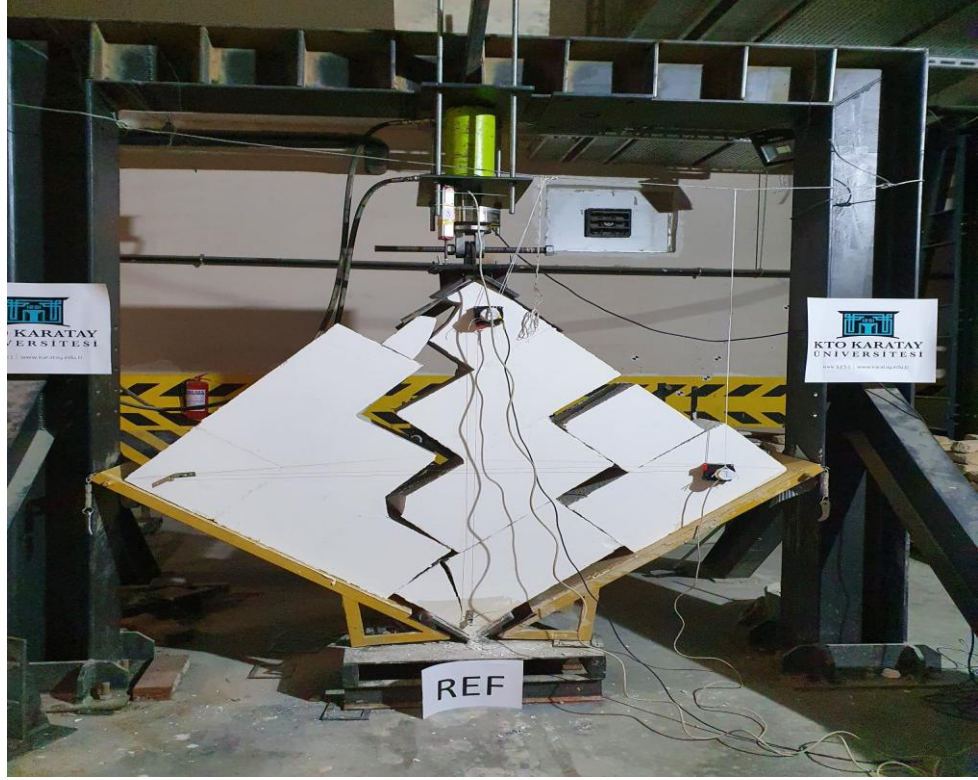
Şekil 35. İdeal yük deplasman eğrisi(Kaynak: Maheri)

4.1. Gazbeton Deney Numune Standart

Bu numune, diğer numunelerin kıyaslaması için kullanılacak olan referans numunesidir. Numune herhangi bir donatı güçlendirmesi yapılmadan gazbeton bloklar 2mm kendi yapıştırma tutkalı ile duvar örülmüştür.

Numune deney düzeneğine yerleştirilmiş ve sonrasında basınç yüklemesine maruz bırakılmıştır. Bu yükleme numune kırılana kadar sabit hızla 5 kN'ar arttırılarak yüklenmiştir. Yükleme devam ederken numunede herhangi bir çatlama olup olmadığı sürekli takip edilmiştir. Kırılma anına kadar herhangi bir çatlama meydana gelmemiştir.

Kırılmalar son derece ani gerçekleşmiştir ve veri toplama cihazının kaydettiği yük ve deplasmanlar da bu durumu desteklemiştir. Kırılmalar Şekil 36'de görüldüğü gibi genel olarak derzlerde olmuştur bunun yanında numunenin yükleme yapıldığı alt ve üst başlıklardaki gazbeton bloklarında kırılmalar meydana gelmiştir.



Şekil 36. Gazbeton Deney Numune Standart-REF

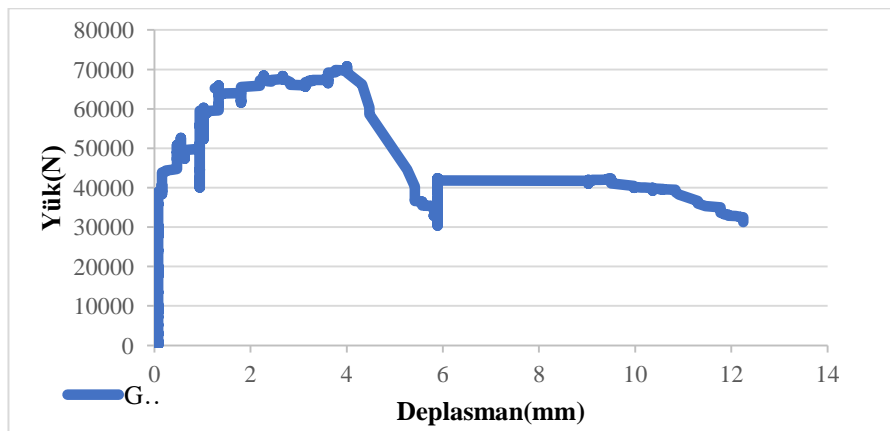
Numunenin kırılma yükü yani taşıma kapasitesi yükü 89.4 kN olarak veri toplama cihazı tarafından kaydedilmiştir. Numunenin düzlem içindeki kayması davranışını incelendiğinde son derece gevrek bir davranış gösterdiği gözlemlenmiştir. Veri toplama cihazının kaydettiği verilere göre yük-deplasman grafiği Şekil 36'de verilmiştir. Veri toplama cihazından alınan yük ve deplasman değerler ile numunenin; Taşıma gücü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji tüketim kapasitesi değerleri Tablo 9'de verilmiştir.

4.2. Gazbeton Deney Numune 1

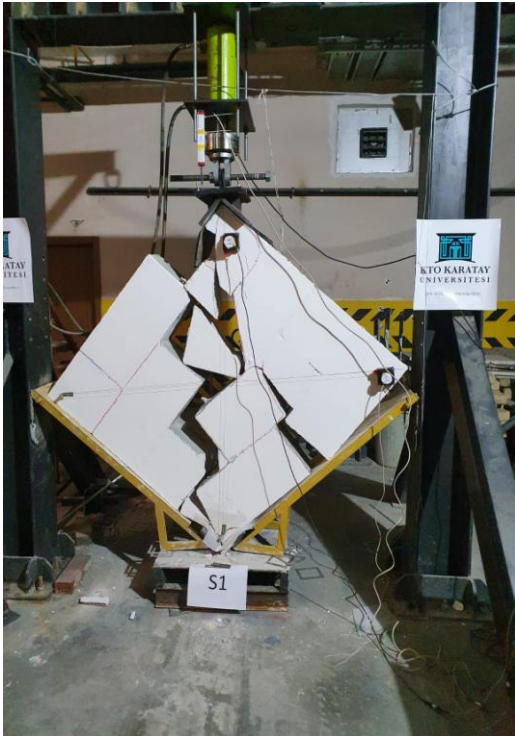
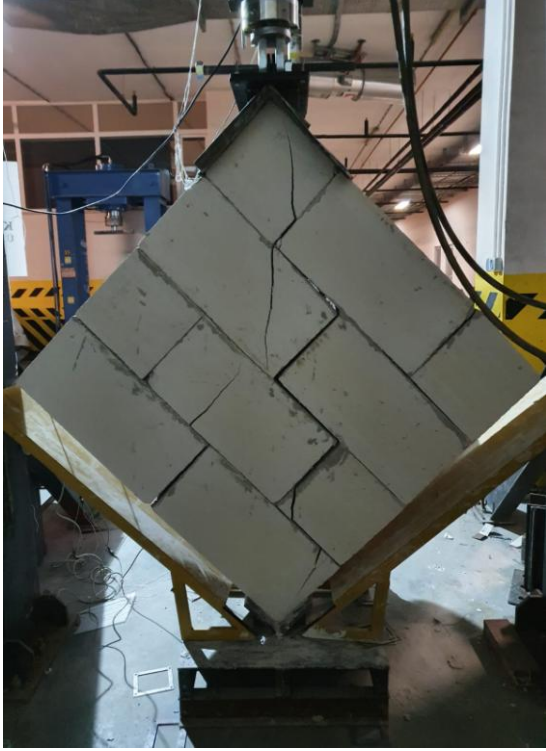
Bu numune, Şekil 21'deki donatı şemasına göre donatılarla güçlendirilmiş gazbeton blokların 2 mm gazbeton yapıştırıcı tutkalı ile örülmüştür.

Numune deney düzeneğine yerleştirilmiş ve sonrasında basınç yüklemesine maruz bırakılmıştır. Bu yükleme numune kırılana kadar sabit hızla 10 kN'ar arttırılarak yüklenmiştir. Yükleme devam ederken numunede herhangi bir çatlama olup olmadığı sürekli takip edilmiştir. 54 kN'a kadar numunede herhangi bir çatlama meydana gelmemiştir. 54 kN'da ilk çatlamlar meydana gelmiş ve bu çatlamlar siyah pastel boya ile gösterilmiştir. Tekrar yükleme yapıp 60 kN'da mevcut çatlakların uzadığını ve önceki çatlak yarıklarının 1 mm kadar genişlediği gözlenmiştir. Tekrar yükleme yapıldığında 70 kN'da mevcut çatlakların genişliği 10 mm ulaştığı ve derzlerde yeni çatlamlar meydana geldiği görünmüştür ve bu çatlamlar kırmızı pastel boya ile gösterilmiştir. Bu çatlamalardan sonra numunede yük boşalması meydana gelmiştir ve tekrar yükleme yapıldığında artık numunenin eski aldığı yüklere çıkamadığını ama 40 kN'da yataydaki LVDT 1'e göre deplasman kapasitesinin arttığı gözlenmiştir.

Edinilen gözlemlere göre numune 60 kN'a kadar gevrek bir davranış sergilemiştir ama 60 kN'dan sonra numune içine yerleştirilen donatıları sıyırmaya çalışmıştır ve 70 kN'da maksimum taşıma gücüne ulaşmıştır. 70 kN'dan sonra taşıma yükünde düşme meydana gelmiş, gevrek davranıştan, yerleştirilen donatıları sıyırmaya çalışmıştır ve donatılar sıyrılanaya kadar deplasmanda maksimum yükteki(70 kN) 23 mm deplasmandan 35 mm daha uzayarak 40 kN'da yatayda 58 mm deplasman meydana gelmiştir. Artık numune yük alamaz durumuna gelmiştir. Numunenin yük-deplasman grafiği Şekil 37'de verilmiştir. Kırılmalar ve çatlamlar Şekil 38'de görüldüğü gibi ilk derzlerde başlamış olup bunun yanında numunenin yükleme yapıldığı alt ve üst başlıklardaki ve diğer gazbeton bloklarında kırılmalar meydana gelmiştir.



Şekil 37. GB1 yük-deplasman grafiği



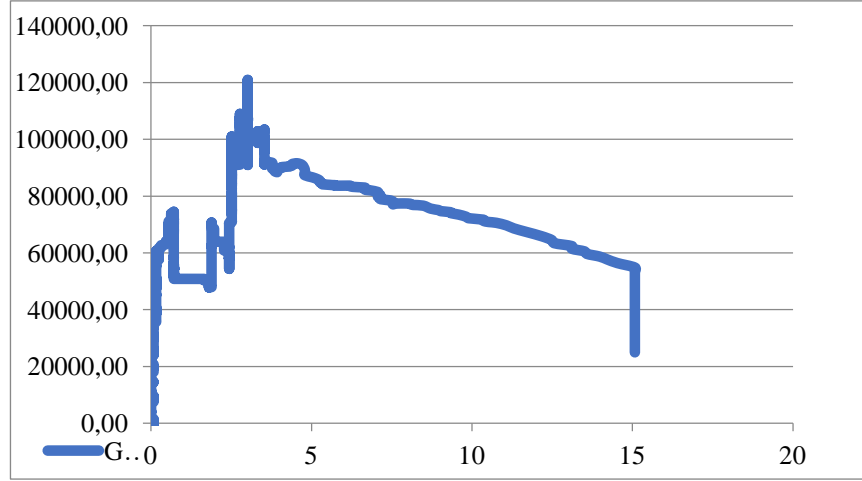
Şekil 38. Gazbeton Deney Numune 1

Kırılmalar donatı sıyrılmasının olduğu gazbeton bloklarda diyagonal şekilde olduğu gözlenmiştir. Veri toplama cihazından alınan yük ve deplasman değerler ile numunenin ; Taşıma gücü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji tüketim kapasitesi değerleri Tablo 9'da verilmiştir.

4.3. Gazbeton Deney Numune 2

Bu numune, Şekil 23'de ki donatı şemasına göre donatılarla güçlendirilmiş gazbeton blokların 2 mm gazbeton yapıştırıcı tutkalı ile örülmüştür.

Numune deney düzeneğine yerleştirilmiş ve sonrasında basınç yüklemesine maruz bırakılmıştır. Bu yükleme numune kırılana kadar sabit hızla 10 kN'ar arttırılarak yüklenmiştir. Yükleme devam ederken numunede herhangi bir çatlama olup olmadığı sürekli takip edilmiştir. 73 kN'a kadar numunede herhangi bir çatlama meydana gelmemiştir. 73 kN'da üst başlık kısmında çatlakların belli olması için çekilen ön yüzeydeki alçı kendini bıraktı onun bırakmasıyla LVDT 2'de onunla beraber yere düştü. LDVT 2 değeri sıfırlanıp tekrar kaldığı yükten numuneye yükleme yapıldı. 90 kN'a kadar alt ve üst başlıkta ufak çatlamlar meydana gelmiştir. 100 kN da yükte ise yük altında gazbeton bloklar donatıyı sıyırmaya çalışmıştır fakat donatıyı sıyıramadan üst ve alt başlık malzemenin gevrek olmasından kaynaklı olarak kırılmıştır, tekrar yük verilmez hale gelmiştir ve üst başlık kısmındaki gazbeton bloklarda atılan donatı güçlendirmesine paralel olarak çatlamlar meydana gelmiştir. Numunenin yük-deplasman grafiği Şekil 39'da verilmiştir. Bu numune ile ilgili görseller Şekil 40'da verilmiştir. Veri toplama cihazından alınan yük ve deplasman değerler ile numunenin ; Taşıma gücü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji tüketim kapasitesi değerleri Tablo 9'da verilmiştir.



Şekil 39. GB2 yük-deplasman grafiği





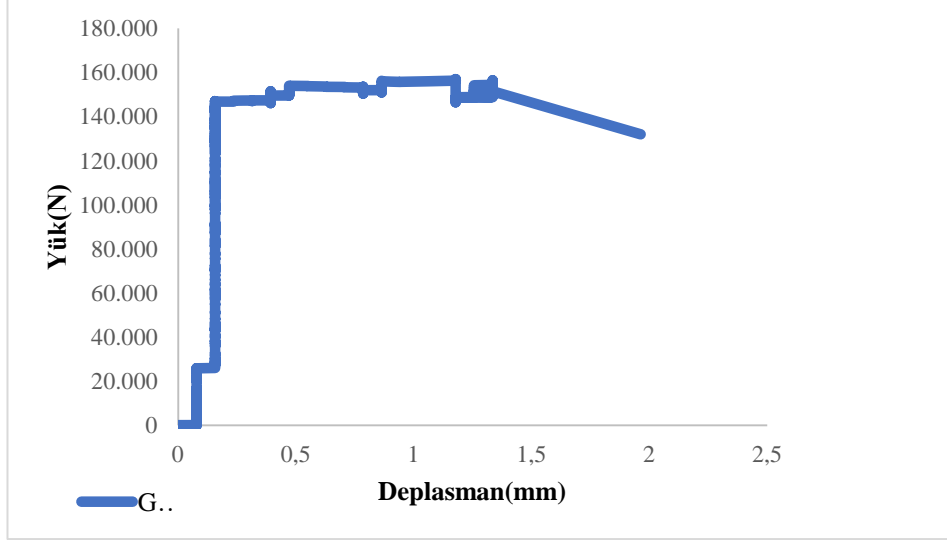
Şekil 40. Gazbeton Deney Numune 2

4.4. Gazbeton Deney Numune 3

Bu numune de Şekil 25'de ki donatı şemasına göre donatılarla güçlendirilmiş gazbeton blokların 2 mm gazbeton yapıştırıcı tutkalı ile örülmüştür.

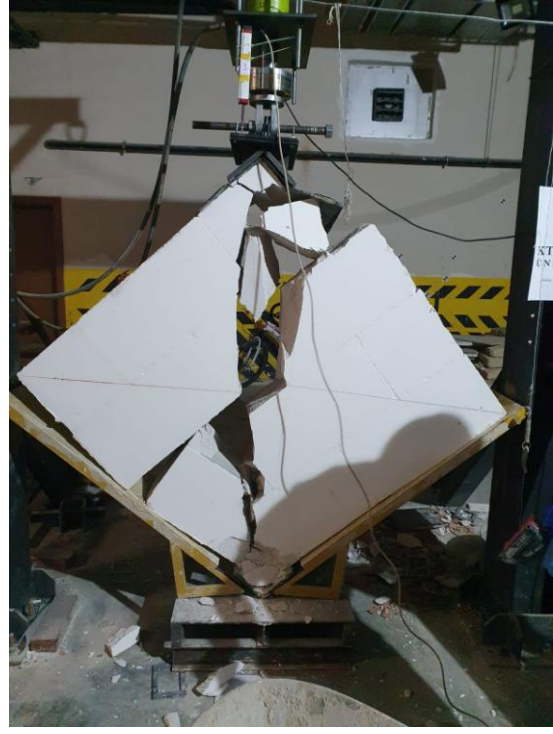
Numune deney düzeneğine yerleştirildikten sonra 10 kN'ar artırılarak yükleme yapılmıştır. Her yük artırımında önce numunede oluşan çatlama, deformasyon, eziklik gibi durumlar için sürekli kontrol edilmiştir. Numunede 120 kN'a kadar herhangi bir çatlama veya ezilme meydana gelmemiştir ancak 121 kN da üst ve alt başlıkta ilk kılcal çatlamlar olduğu görülmüştür. 130 kN da ise mevcut kılcal çatlakların 1 mm'den az bir şekilde genişlediğini ve üst taraftaki gazbeton bloklarda bir önceki deney gibi dikine çatlamlar meydana geldiği görülmüştür. 140 kN da mevcut önceki çatlakların 2 mm daha da genişlediğini ve hatta üst ve alt başlıkların ufalanarak küçük parçacıkların döküldüğü gözlenmiştir. Numune 154 kN da maksimum taşıyabileceği yükü alarak bir anda gevrek bir davranış sergileyerek, derz ve donatı yerleşim yerlerinden kırılmalar meydana gelerek yük almaz duruma gelmiştir. Deney numunesinin yük-deplasman grafiği Şekil 41'de verilmiştir. Bu numune ile ilgili görseller Şekil 42'de verilmiştir. Veri

toplama cihazından alınan yük ve deplasman değerler ile numunenin; Taşıma gücü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji tüketim kapasitesi değerleri Tablo 9'da verilmiştir.



Şekil 41. GB3 yük-deplasman grafiği



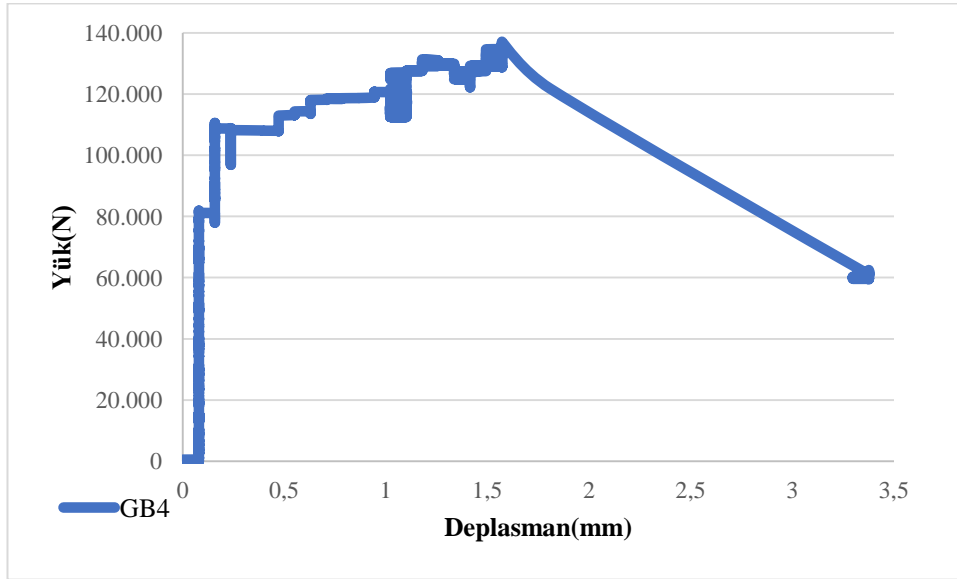


Şekil 42. Gazbeton Deney Numune 3

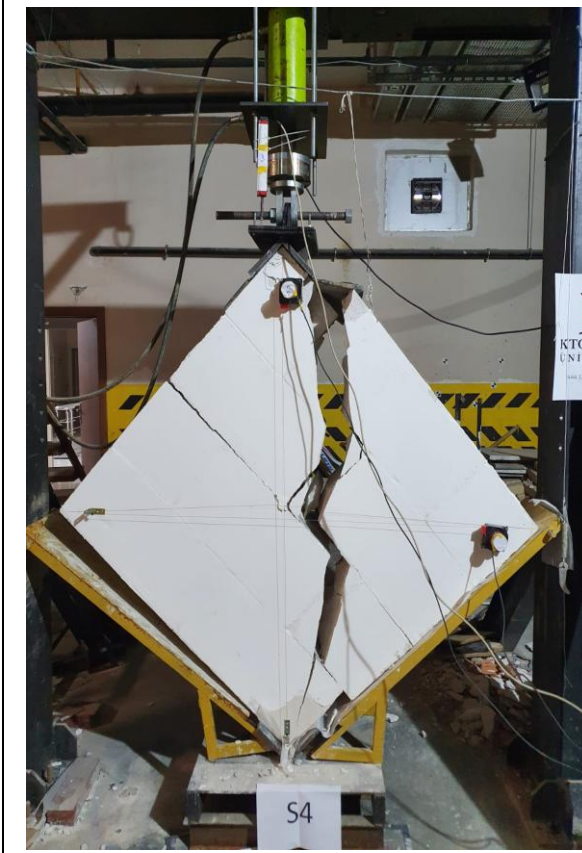
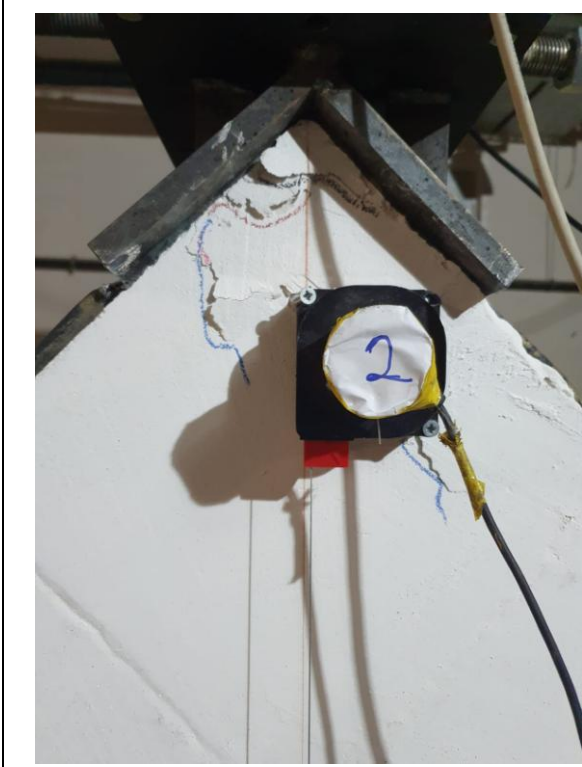
4.5. Gazbeton Deney Numune 4

Bu numune de Şekil 27'de ki donatı şemasına göre donatılarla güçlendirilmiş gazbeton blokların 2 mm gazbeton yapıştırıcı tutkalı ile örülmüştür.

Numune deney düzeneğine yerleştirildikten sonra 10 kN'ar artırılarak yükleme yapılmıştır. Her yük artırımında önce numunede oluşan çatlama, deformasyon, eziklik gibi durumlar için sürekli kontrol edilmiştir. 110 kN'da üst başlıkta çatlamlar meydana geldiği görülmüştür. Deney 137 kN'a kadar yük taşımaya devam ederken aniden gevrek bir davranış sergileyerek yükleme eksenini boyunca numune ikiye ayrıldı. Kırılma anında sadece 1 derzde ayrılma meydana gelirken asıl kırılmalar numuneye yerleştirilmiş H tipi donatıların sıyırılmasıyla oluşan bölgelerdeki gazbeton blokların ayrılmasıyla oluştuğu gözlenmiştir. Deney numunesinin yük-deplasman grafiği Şekil 43'de verilmiştir. Bu numune ile ilgili görseller Şekil 44'de verilmiştir. Veri toplama cihazından alınan yük ve deplasman değerleri ile numunenin; Taşıma gücü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji tüketim kapasitesi değerleri Tablo 9'da verilmiştir.



Şekil 43. GB4 yük-deplasman grafiği

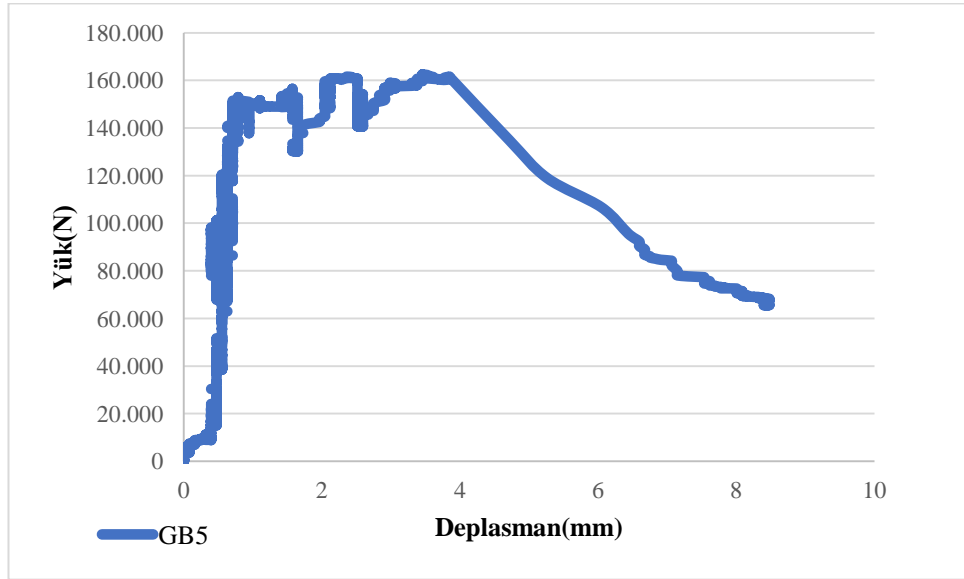


Şekil 44. Gazbeton Deney Numune 4

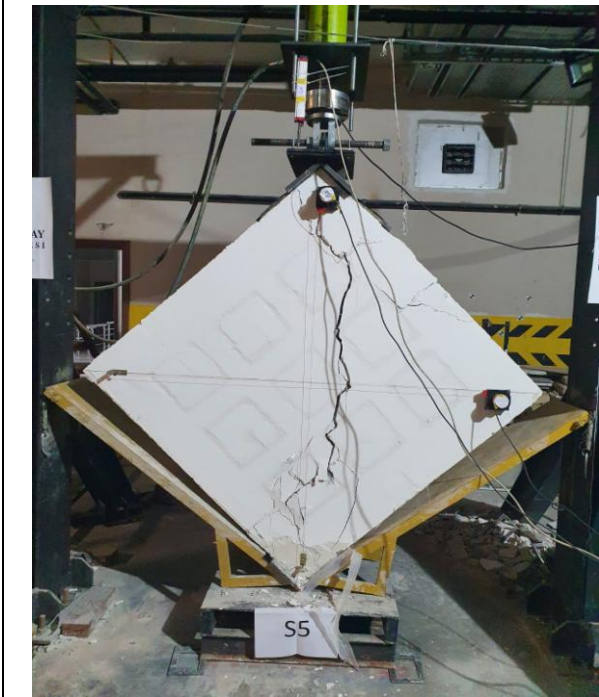
4.6. Gazbeton Deney Numune 5

Bu numune de Şekil 27'de ki donatı şemasına göre donatılarla güçlendirilmiş gazbeton blokların 2 mm gazbeton yapıştırıcı tutkalı ile örülmüştür.

Numune deney düzeneğine yerleştirildikten sonra 10 kN'ar artırılarak yükleme yapılmıştır. Her yük artırımında önce numunede oluşan çatlama, deformasyon, eziklik gibi durumlar için sürekli kontrol edilmiştir. 110 kN'a kadar gözle görülen bir çatlama olmamıştır. Bu yükten sonra yapılan 112 kN'da üst başlıktaki gazbetonlarda boyuna çatlamlar meydana gelmiştir. Bu çatlamlar 120 - 130 - 140 - 150 kN'a kadar uzama ve genişlemeler meydana gelmiştir. 155 kN da üst ve alt başlıkta çatlamlar başlamıştır daha sonra 162 kN da numune yükleme ekseninde kırılmalar meydana gelerek taşıma kapasitesine ulaşarak yük alamaz hale gelmiştir. Numunenin yük-deplasman grafiği Şekil 45'de verilmiştir. Bu numune ile ilgili görseller Şekil 46da verilmiştir. Veri toplama cihazından alınan yük ve deplasman değerler ile numunenin; Taşıma gücü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji tüketim kapasitesi değerleri Tablo 9'de verilmiştir.



Şekil 45. GB5 yük-deplasman grafiği



Şekil 46. Gazbeton Deney Numune 5

Tablo 9. Diyagonal basınç deney sonuçları

No	Numune Adı	$F_{maks}(N)$	$\Delta_{Yatay\ max}(mm)$	$\Delta_{Dikey\ max}(mm)$	$S_{maks}(N/mm^2)$	$G(N/mm^2)$	$E(N/mm^2)$	$E_d(J)$
1	GBS	89560	0	0,38	0,209	0	0	32,6
2	GB1	70842	59	12,24	0,164	288,51	721,27	80,7
3	GB2	104056	3,45	15,07	0,248	371,85	929,69	120,8
4	GB3	157006	1,1	1,96	0,360	414,51	1036,28	610,2
5	GB4	137062	87	3,37	0,320	449,68	1124,20	425,7
6	GB5	162479	11	8,47	0,379	606,68	1516,71	804,6

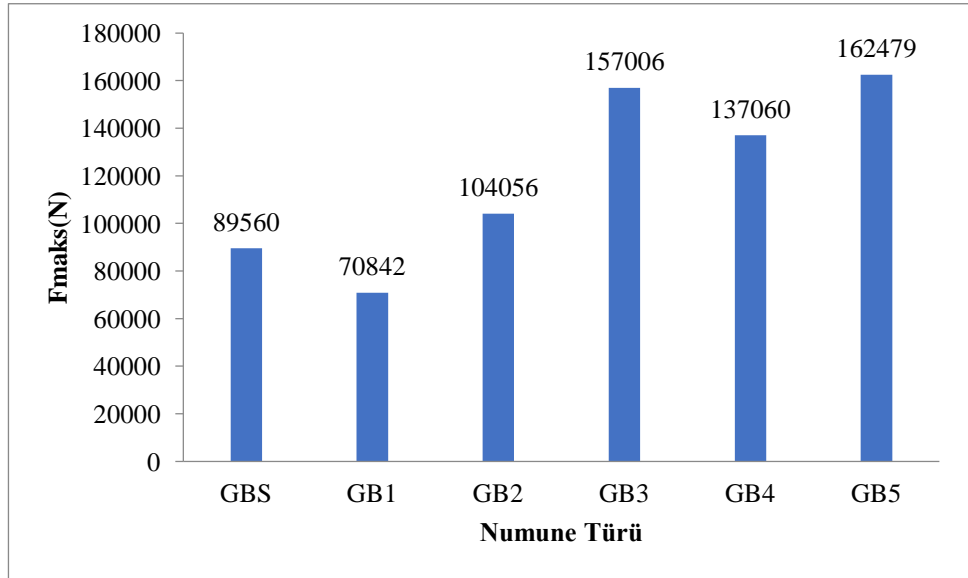
4.7. Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması

Deneyisel çalışmada üretilen ve test edilen 6 adet deney elemanında elde edilen sonuçlar aşağıda özet olarak verilmiştir.

Yapılan diyagonal basınç deneyleri sonucunda referans olarak alınan GBS numunesine yapılan yüklemde numune kırılana kadar herhangi bir çatlama meydana gelmemiştir, bir anda numune kırılmıştır. Numune bu kırılmadan sonra çok hızlı bir şekilde yük kaybetmeye başlamış ve tekrar yük alamaz duruma gelmiştir. Bundan dolayı numune son derece sünek olmayan bir davranış sergilemiştir. Düşey ve yatayda herhangi bir deplasman yapmamıştır. Bundan dolayı herhangi bir deplasman değeri kayda geçilememiştir.

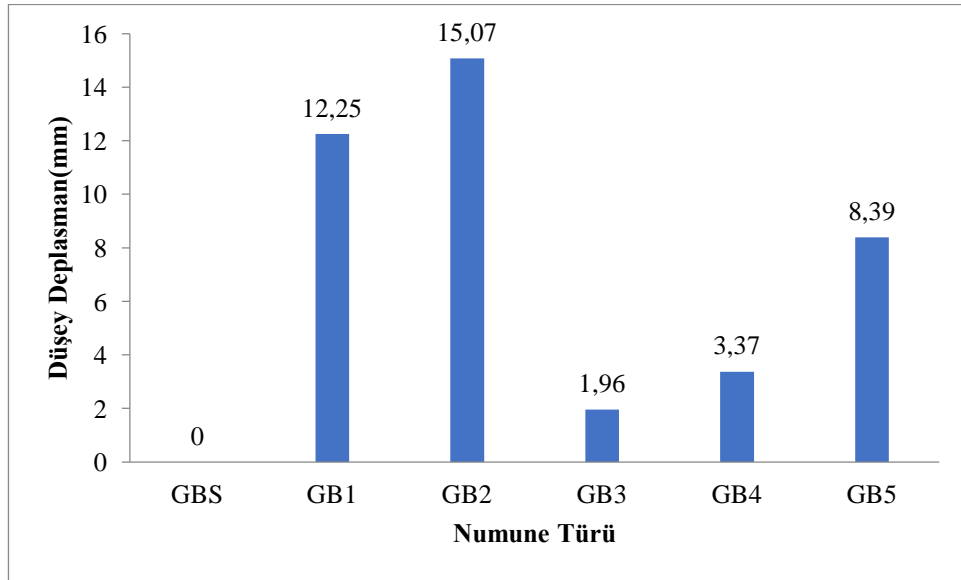
Güçlendirme yapılmış diğer 5 numune referans numunesine göre gevrek ve kırılğan davranışa karşın daha sünek bir davranış gerçekleştirmiştir. Yapılan bu güçlendirmeler numunelere davranışları üzerinde olumlu etkiler yaratmıştır. Bu olumlu etkilerin yorumları şunlardır ;

- Yapılan güçlendirmeler referans numuneye göre yük kapasitesini arttırmıştır. Referans deney numunesi GBS maksimum 89,56 kN yük taşıırken GB5 deney numunesi 162,47 kN yük taşımıştır. Bununla ilgili veriler Şekil 47'de ki grafikte gösterilmiştir.



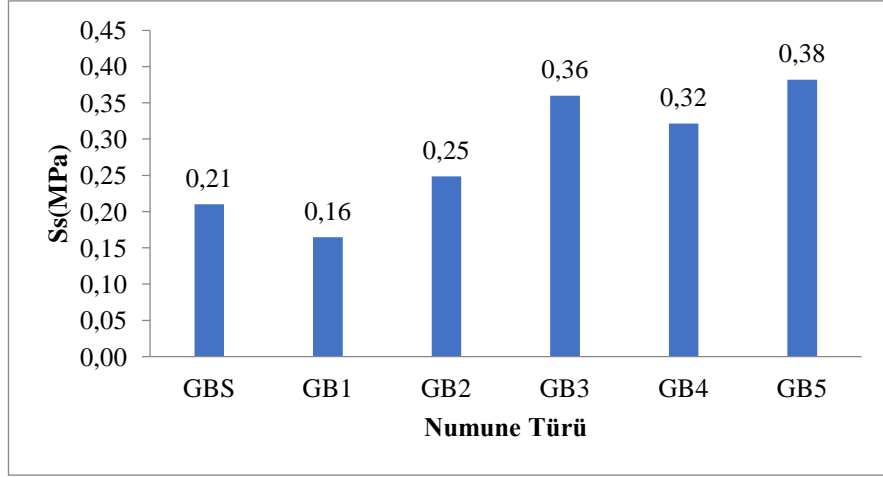
Şekil 47. Deney numunelerinin F_{maks} değerleri

- Güçlendirilmiş duvar numunelerinde kullanılan donatılar sayesinde zıvana etkisi oluşturmuş ve bunun sayesinde deney numunelerinin referans numuneye göre mekanik özelliklerini iyileştirerek derzlerden kırılma yapısını azaltmıştır.
- Yapılan donatı güçlendirmeli deney elemanları, referans deney numunesine göre gevrek malzeme davranışından, sünek bir malzeme davranışına yaklaşmıştır. Bununla birlikte referans numune neredeyse hiç deplasman yapamamasına karşın güçlendirilmiş deney numuneleri deplasman yapmış ve arttırmıştır. Bununla ilgili karşılaştırma Şekil 48'de grafik üstünde verilmiştir.



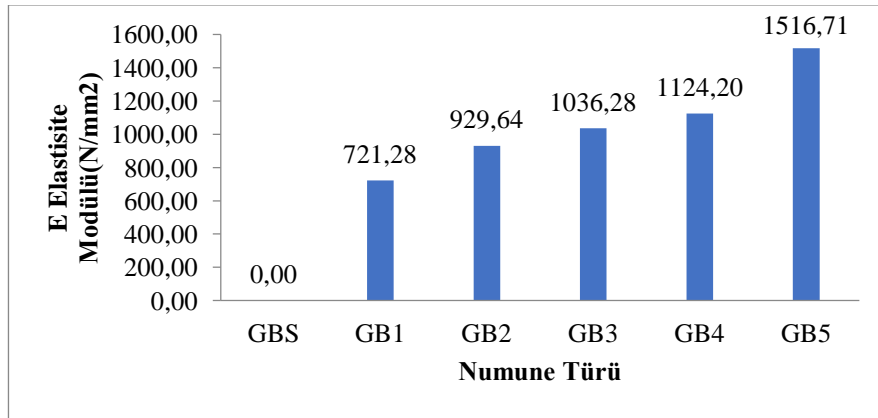
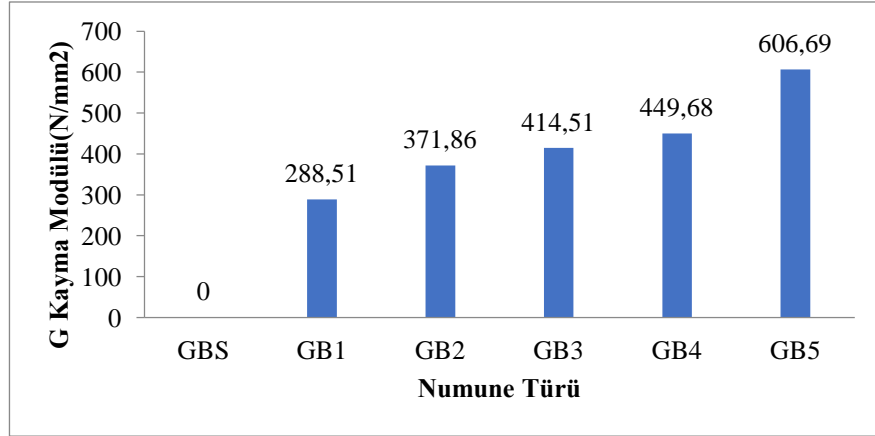
Şekil 48. Deney numunelerinin düşey deplasman değerleri

- Deneyleerin kırılma şekli göz önüne alındığında maksimum yükte referans numunesi derzlerden kırılırken, donatı ile güçlendirilmiş numunelerde donatı yerleştirildiği bloklar arasından sıyrılmaya çalışmış, derzler yerine donatıların yerleştirildiği yerden gazbeton bloklarının kırıldığı gözlemlenmiştir.
- Yapılan donatı güçlendirmeleri numunelerin kayma mukavemetine olumlu etki etmiştir. Referans numunesinin $S_s = 0,21$ MPa iken GB5 deney numunesinin kayma gerilmesi 0,38 MPa hesaplanmıştır. Deney numunelerinin kayma gerilme değerleri Şekil 49'da verilmiştir.



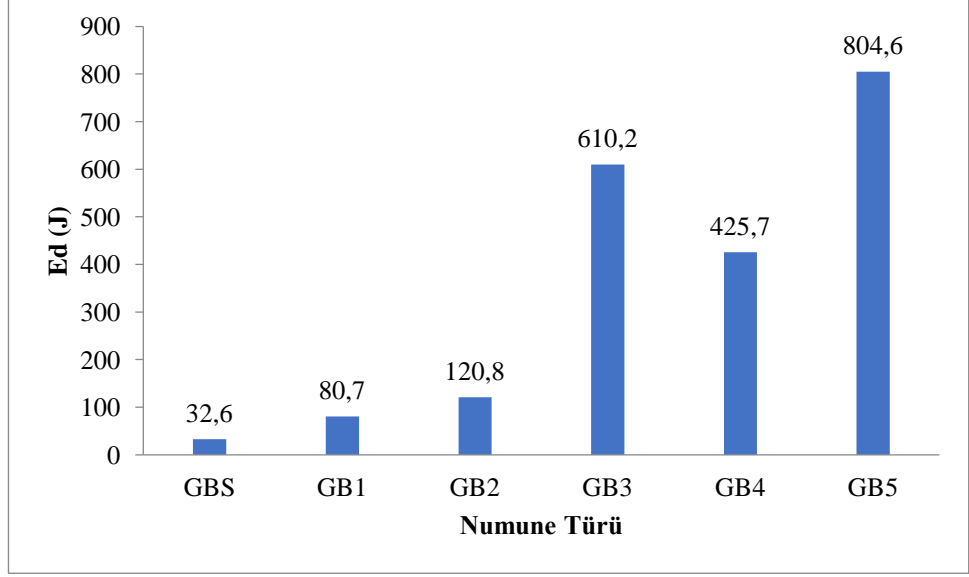
Şekil 49. Deney numunelerinin kayma gerilmeleri

- Güçlendirilmiş duvar deney numunelerinin referans deney numunesine göre rijitliklerinin arttığı görülmüştür. Deney numunelerinin kayma modülü ve elastisite modülü değerleri Şekil 50'de verilmiştir.



Şekil 50. Deney numunelerine ait rijitlik ölçütleri

- Donatı takviyesi yapılmış duvar numunelerinin referans donatısız duvar numunesine göre enerji tüketim kapasitelerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Deneş numunelerinin göçme anındaki enerji tüketim kapasiteleri ile ilgili veriler Şekil 51'de verilmiştir.



Şekil 51. Deneş numunelerinin enerji tüketim kapasite değeri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu tez çalışması kapsamında günümüzün ihtiyaçlarını karşılayacak gazbeton yığma yapılar için yeni taşıyıcı duvar tasarımları gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın temel esas hedefi taşıyıcı duvarların düzlem içi davranışlarının deneysel olarak araştırmaktır. Buna ilave olarak Türkiye'nin eski ve şimdi ki zamanı göz önüne alarak gazbeton yığma yapıların çok tercih edildiği görünmektedir. Bundan dolayı gelecekte ki yapılar ve mevcut yönetmelikler için yeni maddelerin eklenmesi veya değişiklik yapılabilmesi için temel düzeyde deneysel veri sağlamaktır. Bu bağlamda kapsamlı kaynak araştırma sonucu deneysel çalışmalar yapılarak elde edilen veriler çözümlenmiş ve sonuçları ilgili bölümlerde detaylı olarak verilmiştir.

Tasarlanan duvarların düzlem içi davranışının deneysel olarak belirlenmesi kapsamında, önce duvarda kullanılan bireysel elemanların mekanik özellikleri ve sonrasında duvarların diyagonal basınç deneyi altında mekanik özellikleri belirlenmiştir. Kullanılan yöntemlerin duvarların üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Uygulanan yöntemin, ucuz, kolay üretilebilir ve pratik uygulanabilir olması bakımından elde edilen sonuçlara göre maliyet/fayda oranı açısından oldukça başarılı olduğu gözlenmiştir. Tasarlanan duvarların yeni yığma yapılarda uygulanabilirliği önerilmektedir.

Bu çalışmaya ek olarak ;

- Çalışmada görüldüğü üzere yatay ve dikey derzde kullanılan donatıların duvarın gevrek yapısına süneklilik katmıştır buna göre bu tasarımda donatılar yerine sac levhalar kullanarak kırılma eğilimine olan etkisi araştırılmalıdır.
- Ebatlar değiştirilmeden mevcut yöntem ile tasarlanan duvarların basınç mukavemetleri üzerinde deneyler yapılmalıdır.
- Bu proje kapsamında belirlenen gazbeton taşıyıcı duvarların yatay ve düşey yükler altındaki davranışları, gazbetonun yapı malzemesi olarak kullanıldığı yapıların depreme davranışlarının belirlenmesinde yetersiz kalacaktır. Bu sebeple, donatılı gazbeton elemanlar kullanılarak inşa edilmiş, gerçek ölçekli deneyler yapılması gazbeton ile inşa edilecek yapıların depreme dayanıklı davranış sergilemesi açısından daha güvenilir sonuçlar verecektir.

6. KAYNAKLAR

- Alankoç, C. A. (1999) Gazbeton Blok ve Duvarların Deneysel Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- ASTM E 519M-15. (2015). Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages. ASTM International.
- Batur, A., 1999, Donatısız Yığma Binaların Yatay Yükler Altındaki Davranışı ve Bazı Ülkelerin Şartnamelerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 68s.
- Büyükgökmen, D., 2001, Donatılı Yığma Yapı Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 127s.
- Doğan, B.(2018), Gazbetonun Malzemesinin Isıl İletkenliğinin Farklı Gözeneklilik Oranlarında İncelenmesi, Sinop Uni J Nat Sci 3 (2): 39-51 (2018)
- Erçin, A, E., 2003, Bloklü Bir Yığma Yapının Deprem Etkisi Altındaki Davranışı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 137s.
- Hu, W., Neufeld, R.D., Vallejo, L.E., Latona, M. (1997). Strength properties of autoclaved cellular concrete with high volume ash. Journal of energy engineering 123.2, 44-54.
- Maheri M. R. and Hadjipour A., “Experimental investigation and design of steel brace connection to RC frame”, Engineering Structures, 25(13): 1707-14, (2003).
- Özeren, Ö.(2016) Donatılı Gazbeton Paneller Ve Bu Paneller İle Yapılan Binaların Düşey Ve Yatay Yükler Altında Davranışı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yapı Mühendisliği Dalı, İstanbul
- Pehlivanlı, Z., Gazbeton Malzemesinin Isıl İletkenliğinin Nem Ve Sıcaklıkla Değişiminin İncelenmesi Int.J.Eng.Research & Development, 2009. 1(2): P. 76-80.
- Pehlivanlı, Z. I.U., Zeynep Pınar Yücel , İlhami Demir, The Effect Of Different Fiber Reinforcement On The Thermal And Mechanical Properties Of Autoclaved Aerated Concrete. Construction And Building Materials, 2016. 112: P. 325–330.
- Pehlivanlı, Z. I.U. İlhami Demir, Mechanical And Microstructural Features Of Autoclaved Aerated Concrete Reinforced With Autoclaved Polypropylene, Carbon, Basalt And Glass Fiber. Construction And Building Materials, 2015. 96: P. 428–433.
- Sucuoğlu, H. ve Erberik, A., 1997, Performance Evaluation of a Three-Storey Unreinforced Masonry Buildings During the 1992 Erzincan Earthquake, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol.26, 319-336.
- Tanner, J.E. (2003). Design provisions for autoclaved aerated concrete (aac) structural systems, Austin, Amerika Birleşik Devletleri.

TS EN 679, Gazbeton - Basınç Dayanım Tayini, 2008

TS EN 1351, Gazbeton - Eğilmede Çekme Dayanım Tayini, 1998

TS EN 1015-11, Harcın Basınç ve Eğilme Dayanımı Tayini, 2020

TBDY. (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.

Uysal, M. B.C.G., Mansur Sümer Gazbetonun Kuruma Rötresine Bağlayıcı Malzeme Miktarı Değişiminin Etkisi Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2012. 28(4)(Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü): P. 303-308.

Varela, L.V.R. (2003). Development of R and Cd factors for the seismic design of AAC structures, Austin, Amerika Birleşik Devletleri.

Zia, A. J.(2020) Kesme Taş İle Yapılan Katmanlı Duvarların Deneysel Olarak Araştırılması, Doktora Tezi, KTO Karatay Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Muhammed BOZTAŞ

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2017, KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi ,
İnşaat Mühendisliği

Yüksek Lisans Öğrenimi : KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi ,
İnşaat Mühendisliği

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri :

İŞ DENEYİMİ

Stajlar : 2015, Saha mühendisi , Tepekent Mimarlık
2016-2017, Saha mühendisi, Rma Müşavirlik

Projeler : 2017-2018, Şantiye Şefi, Eskişehir Şehir Hastanesi,
Dost İnşaat, Akfen Holding

2018-2021, Şantiye Şefi, Mete Konakları - 362 Daire,
Karsan Karadeniz İnşaat

Çalıştığı Kurumlar : 2016-2017, Saha Mühendisliği, Rma Müşavirlik
2017-2018, Şantiye Şefi, DTB İnşaat
2018- , Şantiye Şefi, Karsan Karadeniz İnşaat

Tarih: 01 Eylül 2021



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

FARKLI ŞEKİLLERDE GÜÇLENDİRİLMİŞ TAŞIYICI
GAZBETON DUVARLARIN MEKANİK
DAVRANIŞLARININ DENEYSEL OLARAK
İNCELENMESİ

Muhammed BOZTAŞ

Yüksek Lisans Tezi

KONYA
Eylül 2021

FARKLI ŞEKİLLERDE GÜÇLENDİRİLMİŞ TAŞIYICI GAZBETON
DUVARLARIN MEKANİK DAVRANIŞLARININ DENEYSEL OLARAK
İNCELENMESİ

Muhammed BOZTAŞ

2021



Farklı Şekillerde Güçlendirilmiş Taşıyıcı Gazbeton Duvarların
Mekanik Davranışlarının Deneysel Olarak İncelenmesi
Yüksek Lisans Programı
Muhammed BOZTAŞ - 21743580
Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Süleyman Kamil AKIN
Referans Numarası: 10420824



Yüksek Lisans Programı
FARKLI ŞEKİLLERDE GÜÇLENDİRİLMİŞ TAŞIYICI GAZBETON
DUVARLARIN MEKANİK DAVRANIŞLARININ DENEYSEL OLARAK
İNCELENMESİ
21743580
Muhammed BOZTAŞ
Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Süleyman Kamil AKIN
Referans Numarası: 10420824