



İSKENDERUN TEKNİK
ÜNİVERSİTESİ

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**ASTM E519 DİYAGONAL
KAYMA DENEYİNE GÖRE
GAZBETON DUVARLARDA
NUMUNE BOYUT ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

Nilay SABAHOĞLU

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI

ŞUBAT 2022



**ASTM E519 DİYAGONAL KAYMA DENEYİNE GÖRE GAZBETON
DUVARLARDA NUMUNE BOYUT ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Nilay SABAHOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

ŞUBAT 2022

Nilay SABAHOĞLU tarafından hazırlanan “ASTM E519 DİYAGONAL KAYMA DENEYİNE GÖRE GAZBETON DUVARLARDA NUMUNE BOYUT ETKİSİNİN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Murat BİKÇE

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
.....

Başkan: Prof. Dr. Murat BİKÇE

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Selçuk KAÇIN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Engin EMSEN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Akdeniz Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
.....

Tez Savunma Tarihi: 03/02/2022

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Doç. Dr. Ersin BAHÇECİ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülediğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
 - Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirim, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Nilay SABAHOĞLU

03/02/2022

ASTM E519 DİYAGONAL KAYMA DENEYİNE GÖRE GAZBETON DUVARLARDA
NUMUNE BOYUT ETKİSİNİN İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Nilay SABAHOĞLU

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Şubat 2022

ÖZET

Yığma veya çerçeve sisteme sahip yapılardaki duvarların kayma dayanımının gerçeğe en yakın şekilde belirlenebilmesi, yapının sismik performansının doğru tahmin edilmesi açısından oldukça önemlidir. Duvarların kayma dayanımı, yapının yük taşıma kapasitesini, sünekliğini ve rijitliğini etkileyebileceğinden, dayanımlarının doğru tespit edilmesi gereklidir. Duvar kayma dayanımının belirlenmesi amacıyla ulusal/uluslararası çeşitli standartlar mevcuttur. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan ASTM E519 standardında kayma dayanımı, 120x120 cm boyutlarındaki numunelerin deneye tabi tutulması ile belirlenmektedir. Ancak araştırmalarda, maliyet, işçilik, kolaylık ve laboratuvar imkânları gibi çeşitli gerekçelerle standartta belirtilen boyutlardan daha küçük numunelerin deneylerde kullanıldığı göze çarpmaktadır. Yapılan araştırmalar, numune boyutunun kayma dayanımı üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinde veya standartta belirtilenden daha küçük ölçekli duvar numune deney sonuçlarının asıl ölçüdeki numunelere dönüştürecek bir korelasyonda kullanılmak üzere gereken deneysel verilerin yetersiz olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, ASTM E519’da belirtilen numune boyutundan daha küçük 5 farklı boyuttaki gazbeton duvar numunelerinin dayanımları deneysel olarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda, gazbeton duvar numune boyutlarının ASTM E519 standardından daha küçük boyutlarda alındığında, standardın gerektirdiği boyutlardan elde edilenlere göre daha yüksek kayma dayanımlarının elde edildiği görülmüştür. Bu çalışmada gazbeton duvar panelleri üzerine yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, numune boyutları ile diyagonal kayma dayanımları arasındaki ilişki grafik olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Dolgu duvar, Diyagonal kayma deneyi, Gazbeton, Kayma dayanımı,
Numune boyut etkisi
Sayfa Adedi : 55
Danışman : Prof. Dr. Murat BİKÇE

INVESTIGATION OF SAMPLE SIZE EFFECT ON AAC WALLS ACCORDING TO
ASTM E519 DIAGONAL SHEAR TEST
(M. Sc. Thesis)

Nilay SABAHOĞLU

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE EDUCATION INSTITUTE

February 2022

ABSTRACT

It is very important to determine the shear strength of the walls in the structures with masonry or frame system as close to the truth in terms of estimating the seismic performance of the structure correctly. Since the shear strength of the walls can affect the load bearing capacity, ductility and rigidity of the structure, it is necessary to determine their strength correctly. There are various national/international standards for determining the wall shear strength. In the most widely used ASTM E519 standard, shear strength is determined by testing 120x120 cm samples. However, it is striking that samples smaller than the dimensions specified in the standard are used in the experiments for various reasons such as cost, workmanship, convenience and laboratory facilities. Studies show that there is insufficient experimental data to be used in evaluating the effect of sample size on shear strength or in a correlation that will convert wall sample test results with smaller scales than specified in the standard to actual size samples. In this study, the strengths of 5 different sizes of aerated concrete wall samples smaller than the sample size specified in ASTM E519 were experimentally investigated. As a result of the study, it was observed that higher shear strengths were obtained when the aerated concrete wall sample sizes were taken in smaller sizes than the ASTM E519 standard, compared to those obtained from the dimensions required by the standard. In this study, as a result of experimental studies on aerated concrete wall panels, the relationship between sample sizes and diagonal shear strengths is presented graphically.

Key Words : Infill wall, Diagonal shear test, Autoclaved aerated concrete (AAC),
Shear strength, Sample size effect
Page Number : 55
Supervisor : Prof. Dr. Murat BİKÇE

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, çalışmalarımın her aşamasında destek olan, tecrübesi ile yol gösteren, bilgi ve birikimiyle her alanda ilerlememi sağlayan saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Murat BİKÇE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kıymetli eleştiri ve önerileriyle çalışmama önemli katkılar sağlayan tez izleme komitesi üyeleri Dr. Öğr. Üyesi Selçuk KAÇIN ve Dr. Öğr. Üyesi Engin EMSEN'e teşekkürlerimi bildiririm.

Tezimin hazırlanması sürecindeki deneysel ve analitik çalışmalarımda ve eğitim hayatımda desteğini esirgemeyen (İSTE) İnşaat Mühendisliği Bölümü hocam Sayın Arş. Gör. Dr. M. Musab ERDEM'e teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarında bulunarak destek olan İSTE İnşaat Mühendisliği bölümü öğrencilerinden Abdullah KARAKAŞ, Cengiz YAMAN, Gökhan FIRINCIOĞULLARI, Mehmet Ali BAKIR, Mehmet Emin ERTAŞ, Mehmet KARTAL, Seda YEDEK'e, arkadaşım Songül İŞKARAK'a, aile bireylerim S. Kaan SABAHOĞLU ve Süleyman SABAHOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Tez sürecimin yoğunluğuna ortak olan, büyük sabır ve anlayış gösteren kıymetli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. NUMUNELERİN İMALATI	7
2.1. Genel.....	7
2.2. Numunelerin Genel Özellikleri	7
2.3. Duvar Numunelerinin İmalatı	8
2.4. Deplasman Ölçerlerin Yerleştirilmesi	10
2.5. Yükleme Pabuçları.....	12
3. MALZEME ÖZELLİKLERİ.....	13
3.1. Gazbeton Yapıştırıcısı.....	13
3.1.1. Gazbeton yapıştırıcı harcın basınç testi	13
3.1.2. Yapıştırıcı Harç Numunelerinin Basınç Testi Sonuçları	15
3.2. Gazbeton Özellikleri.....	16
3.2.1. Gazbeton Basınç Testi	16
3.2.2. Gazbeton basınç testi sonuçları	17
4. DUVAR DENEYLERİ.....	19
4.1. Deney Düzenegi	19
4.1.1. Yükleme Düzenegi	19

	Sayfa
4.1.2. Ölçüm Düzenegi	21
4.2. Duvarların Diyagonal Kayma Deneyleri	21
5. DENEYSEL SONUÇLAR.....	23
5.1. DeneY Sonuçları	23
5.1.1. 25x25 cm'lik Numuneler	23
5.1.2. 50x50 cm'lik Numuneler	26
5.1.3. 75x75 cm'lik Numuneler	29
5.1.4. 100x100 cm'lik Numuneler	32
5.1.5. 120x120 cm'lik Numuneler	35
6. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRMESİ VE TARTIŞMA.....	39
6.1. Gerilme-Şekil Değıştirme ve Hasar Davranışlarının Karşılaştırılması.....	39
6.2. Numune Boyutu ve Kayma Dayanımı İlişkisi	44
6.3. Önerilen Denklemin Bir Örnekle Uygulanması	47
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	51
DİZİN	55

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Yapıştırıcı harç numuneleri basınç deneyi sonuçları	16
Çizelge 3.2. Gazbeton numunelerinin basınç deneyi sonuçları	18
Çizelge 5.1. 25x25 cm boyutlu numunelerin kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri.....	24
Çizelge 5.2. 50x50 cm boyutlu numunelerin kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri.....	28
Çizelge 5.3. 75x75 cm boyutlu numunelerin kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri.....	31
Çizelge 5.4. 100x100 cm boyutlu numunelerin kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri.....	34
Çizelge 5.5. 120x120 cm boyutlu numunelerin kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri.....	37
Çizelge 6.1. Numunelerin ortalama kayma dayanımı ve şekil değiştirme değerleri.....	45

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Teste tabi tutulan duvarlar, (a) Boy/En=2.13, (b) Boy/En=1.18, (c) Boy/En=0.27 [30]	3
Şekil 1.2. Diyagonal teste tabi tutulan duvar numunelerinin deney sonrası görünümleri (a) 120x120x25 cm standart boyutlu numune, (b) 65x65x25 cm yarım ölçekli numune [31].....	3
Şekil 1.3. Duvar numunelerinin deney sonrası görünümleri (a) 60x60x11 cm'lik numune, (b) 120x120x11 cm'lik numune [15].....	4
Şekil 1.4. Diyagonal kayma testine tabi tutulan duvarlar (a) 35x35x7cm duvar numunesi, (b) 50x50x7 cm duvar numunesi [32].....	5
Şekil 1.5. Yarım ölçekli ve tam ölçekli tuğla [33]	5
Şekil 2.1. Duvar numuneleri, (a) 25x25 cm, (b) 50x50 cm, (c) 75x75 cm, (d) 100x100 cm, (e) 120x120 cm	8
Şekil 2.2. Duvar numunelerinin imalat aşaması.....	8
Şekil 2.3. Hazırlanan duvar numuneleri (a) 25x25 cm, (b) 50x50 cm, (c) 75x75 cm, (d) 100x100 cm, (e) 120x120 cm	9
Şekil 2.4. Deplasman ölçer (LPDT)	10
Şekil 2.5. Numune üzerine deplasman ölçer yerleştirilmesi.....	10
Şekil 2.6. Deplasman ölçerlerin numune üzerinde yerleşimi	11
Şekil 2.7. Mevcut ve imal edilen pabuçlar.....	12
Şekil 3.1. Kullanılan gazbeton yapıştırıcısı	13
Şekil 3.2. Yapıştırıcı harç numunelerinin kalıplanması	14
Şekil 3.3. Yapıştırıcı harç numuneleri	14
Şekil 3.4. Basınç test makinesi.....	15
Şekil 3.5. Yapıştırıcı harç numunelerinin tek eksenli basınç testleri sonucunda kırılma görüntüleri	15
Şekil 3.6. Gazbeton birimlerinin boyutları	16
Şekil 3.7. 10x10x20 cm gazbeton numuneleri	17

Şekil	Sayfa
Şekil 3.8. 10x10x10 cm gazbeton numuneleri	17
Şekil 4.1. Numune ve ölçüm düzenekleri	19
Şekil 4.2. Deney düzeneği ve duvar yerleşimi	20
Şekil 4.3. Numune üzerinde deplasman ölçerlerin yerleşimi	21
Şekil 5.1. 25x25 cm'lik duvar numunelerinin yükleme öncesi görünüşleri (a) 25-1, (b) 25-2 ve (c) 25-3.....	24
Şekil 5.2. 25x25 cm'lik duvar numunelerinin yükleme sonrası görünüşleri (a) 25-1, (b) 25-2 ve (c) 25-3.....	24
Şekil 5.3. 25-1 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	25
Şekil 5.4. 25-2 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	25
Şekil 5.5. 25-3 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	26
Şekil 5.6. 50x50 cm'lik duvar numunelerinin yükleme öncesi görünüşleri (a) 50-1, (b) 50-2 ve (c) 50-3.....	27
Şekil 5.7. 50x50 cm'lik kırılan duvar numunelerinin yükleme sonrası görünüşleri (a) 50-1, (b) 50-2 ve (c) 50-3.....	27
Şekil 5.8. 50-1 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	28
Şekil 5.9. 50-2 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	29
Şekil 5.10. 50-3 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	29
Şekil 5.11. 75x75 cm'lik duvar numunelerinin yükleme öncesi görünüşleri (a) 75-1, (b) 75-2 ve (c) 75-3.....	30
Şekil 5.12. 75x75 cm'lik kırılan duvar numunelerinin yükleme sonrası görünüşleri (a) 75-1, (b) 75-2 ve (c) 75-3.....	31
Şekil 5.13. 75-1 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	31
Şekil 5.14. 75-2 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	32
Şekil 5.15. 75-3 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	32
Şekil 5.16. 100x100 cm'lik duvar numunelerinin yükleme öncesi görünüşleri (a) 100-1, (b) 100-2 ve (c) 100-3	33

Şekil	Sayfa
Şekil 5.17. 100x100 cm'lik kırılan duvar numunelerinin yükleme sonrası görünümleri (a) 100-1, (b) 100-2 ve (c) 100-3	34
Şekil 5.18. 100-1 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	34
Şekil 5.19. 100-2 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	35
Şekil 5.20. 100-3 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	35
Şekil 5.21. 120x120 cm'lik duvar numunelerinin yükleme öncesi görünümleri (a) 120-1, (b) 120-2 ve (c) 120-3	36
Şekil 5.22. 120x120 cm'lik kırılan duvar numunelerinin yükleme sonrası görünümleri (a) 120-1, (b) 120-2 ve (c) 120-3	37
Şekil 5.23. 120-1 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	37
Şekil 5.24. 120-2 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	38
Şekil 5.25. 120-3 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği	38
Şekil 6.1. 25x25 cm boyutlarındaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değiştirme eğrilerinin karşılaştırılması.....	39
Şekil 6.2. 25x25 cm boyutlarındaki numunelerde oluşan hasarların karşılaştırılması (a) 25-1, (b) 25-2 ve (c) 25-3	40
Şekil 6.3. 50x50 cm boyutlarındaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değiştirme eğrilerinin karşılaştırılması.....	40
Şekil 6.4. 50x50 cm boyutlarındaki numunelerde oluşan hasarların karşılaştırılması (a) 50-1, (b) 50-2 ve (c) 50-3	41
Şekil 6.5. 75x75 cm boyutlarındaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değiştirme eğrilerinin karşılaştırılması.....	41
Şekil 6.6. 75x75 cm boyutlarındaki numunelerde oluşan hasarların karşılaştırılması (a) 75-1, (b) 75-2 ve (c) 75-3	42
Şekil 6.7. 100x100 cm boyutlarındaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değiştirme eğrilerinin karşılaştırılması.....	42
Şekil 6.8. 100x100 cm boyutlarındaki numunelerde oluşan hasarların karşılaştırılması (a) 100-1, (b) 100-2 ve (c) 100-3	43
Şekil 6.9. 120x120 cm boyutlarındaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değiştirme eğrilerinin karşılaştırılması.....	43

Şekil	Sayfa
Şekil 6.10. 120x120 cm boyutlarındaki numunelerde oluşan hasarların karşılaştırılması (a) 120-1, (b) 120-2 ve (c) 120-3	44
Şekil 6.11. Kayma dayanımı ve numune boyutu ilişkisi	45
Şekil 6.12. Bir araştırmacının örnek duvar numunesinin boyutları	47



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

Δx	Yatay uzama
Δy	Düşey kısalma
γ	Kayma birim şekil değıştirmesi
τ	Kayma dayanımı
A_n	Duvar panelinin net alanı
D	Numune boyutu
G	Kayma modülü numune boyutu
g	Yüklemeye paralel yöndeki duvar ölçü uzunluğu
h	Duvar panelinin yüksekliği
n	Duvar panelinin katı olan brüt alanının yüzdesi
P	Uygulanan kuvvet
t	Duvar panelinin genişliği
w	Duvar panelinin uzunluğu

Kısaltmalar

Açıklamalar

ASTM	American Society for Testing and Materials (Amerikan Test ve Materyalleri Topluluğu)
İSTE	İskenderun Teknik Üniversitesi
LPDT	Linear Potentiometer Displacement Transducer (Doğrusal Potansiyometre Deplasman Dönüştürücü)

Kısaltmalar**Açıklamalar****25 - 1, 2, 3**

25x25 cm boyutundaki 1., 2., 3. numune

50 - 1, 2, 3

50x50 cm boyutundaki 1., 2., 3. numune

75 - 1, 2, 3

75x75 cm boyutundaki 1., 2., 3. numune

100 - 1, 2, 3

100x100 cm boyutundaki 1., 2., 3. numune

120 - 1, 2, 3

120x120 cm boyutundaki 1., 2., 3. numune



1. GİRİŞ

Yığma taşıyıcı sisteme sahip binalarda, yatay ve düşey yükler duvarlar tarafından taşınmaktadır. Betonarme çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapılarda ise duvarlar taşıyıcı eleman olmasa da, dolgu duvarların dayanımı ve yapıdaki yatay/düşey dağılımları, yapının sismik yükler altındaki davranışını olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Dolgu duvarlar üzerine yapılan birçok araştırmada, duvarlar düzlem içi yanal yüke tepki göstererek içinde buldukları çerçeveleri önemli ölçüde etkiledikleri gösterilmiştir [1–10]. Bu çalışmalarda dolgu duvarlar yapının, yatay rijitliğini, yük taşıma kapasitesini ve enerji tüketimini artırdığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte yapının dinamik karakterini etkileyerek sistemin periyodunu azalttığı da bilinmektedir [11,12].

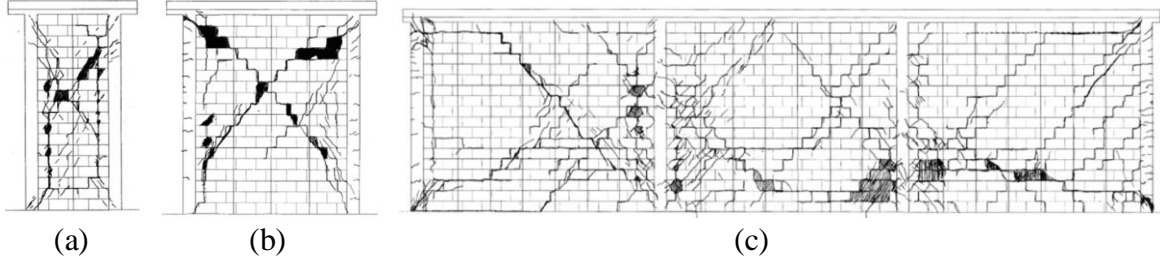
Çerçeve sisteme etkisi olduğu bilinen dolgu duvarların yapı tasarımına dâhil edilmemesi veya doğru modellenmemiş olması, binanın sismik performansının değerlendirilmesinde oldukça önemlidir [7]. Bu doğrultuda yapıların tasarımda, güçlendirilmesinde veya mevcut yapıların değerlendirilmesinde elde edilecek sonuçların doğruluğu, duvarları karakterize eden mekanik özelliklerin yapının analiz modeline doğru tanımlanmasına bağlıdır [13,14]. Yığma ve çerçeve sisteme sahip yapıların yatay yükler altında gereken performansı gösterebilmesi ve yapısal davranışın doğru anlaşılması için, duvarların mekanik özelliklerden biri olan düzlem içi kayma dayanımının bilinmesi ve yapısal modele yansıtılması önem arz etmektedir.

Sismik etkiler sırasında dolgu duvarlar, kırılğan yapıları nedeniyle diyagonal kesme çatlağının hâkim olduğu çeşitli hasar mekanizmalarına maruz kalırlar [15,16]. Bu nedenle, duvarların çapraz kayma dayanımının doğruluğu, yatay etki altındaki duvar davranışının tahmin edilmesinde oldukça önemlidir [13]. Duvarların kayma dayanımını elde etmek için kullanılan başlıca yöntemlerden biri diyagonal kayma test yöntemidir. Bu test yöntemi ASTM (American Society for Testing Materials) tarafından ASTM E519/E519M-21 [17] koduyla tanımlanmaktadır. Bu test yöntemi, bir diyagonal boyunca basınç altında yükleyerek duvar yapı gruplarının diyagonal çekme veya kayma mukavemetinin belirlenmesini kapsamakta, böylece numunenin yük yönüne paralel olarak ayrılmasıyla bir diyagonal gerilim kırılmasına neden olmaktadır [18].

ASTM E519’da ve çeşitli araştırmalarda diyagonal kayma dayanımının 120x120 cm boyutlarındaki duvar numuneleri üzerinde belirlenmesi önerilmektedir. Gerçek duvarları kabul edilebilir düzeyde temsil etmesi, birçok laboratuvar tarafından kullanılan test makinelerinin kullanımına izin verecek en küçük boyut olması, yapılarda yanal yüke maruz kalan duvarların sınır koşullarının diyagonal yük altında eşdeğer sınır koşullarına dönüştürülebilir olması, yükseklik/genişlik oranı 0.6-1.5 için diyagonal yükleme durumundaki nihai kesme dayanımının kare boyutlu duvardakine yakın olması gibi nedenlerle 120x120 cm numune boyutları önerilmiştir [19].

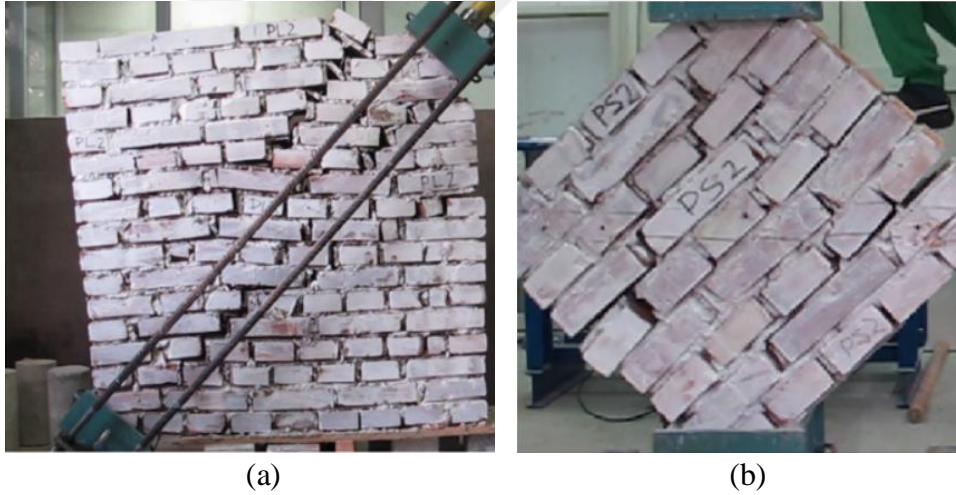
ASTM E519 standardı 120x120 cm’lik numune koşulunun yanı sıra ekipmanların yetersiz kalması durumunda daha küçük boyutlu duvar numunelerinin kullanımına müsaade etmekte olup, daha küçük boyutlu duvar numune deney sonuçlarının asıl ölçüdeki numunelere dönüştürecek bir korelasyonda kullanılmak üzere gereken deneysel verilerin yetersiz olduğunu da vurgulamaktadır. Literatürde de maliyet, işçilik ve laboratuvar imkânları gibi nedenler dolayı küçük boyutlu numuneler tercih edilen çalışmalar ile sıklıkla karşılaşılmaktadır [20–25]. Örneğin, Ferretti ve ark. [14] gazbeton duvar panellerinin mekanik karakterizasyonunda 250x250 mm boyutlarında numuneler kullanmış, Kanchidurai ve ark. [26] tuğla duvar panellerinin kayma dayanımını 480x480 mm boyutlarındaki numuneler ile elde etmiş, Galman [27,28] deneylerini 900x900 mm boyutlu gazbeton paneller üzerinde gerçekleştirmiş, Silva ve ark. [29] ise boşluklu tuğla numuneler üzerinde yaptıkları deneylerde 750x750 ve 830x830 mm’lik numuneler kullanmışlardır.

Perez Gavilan ve ark., 7 adet değişen yükseklik-uzunluk oranına sahip tuğla duvar numunelerine çerçeve sistem içerisinde yanal mukavemet testi uygulamışlardır. Boy/En oranı 0.27 ile 2.13 arasında değişmekte olan duvarların tümünü 2.5 m yüksekliğinde ve 12 cm kalınlığında üretmişlerdir. Şekil 1.1’de bazı duvar numunelerinin deney sonrası görünümleri verilmiştir. Boy/En oranındaki azalış doğrultusunda duvarların kayma mukavemetinde artış olduğunu, en-boy oranının artması ile deformasyonların arttığını ve bu oranının duvarların aksenal gerilmeleri ve yatay rijitlikleri üzerinde etkili olmadığını görmüşlerdir [30].



Şekil 1.1. Teste tabi tutulan duvarlar, (a) Boy/En=2.13, (b) Boy/En=1.18, (c) Boy/En=0.27 [30]

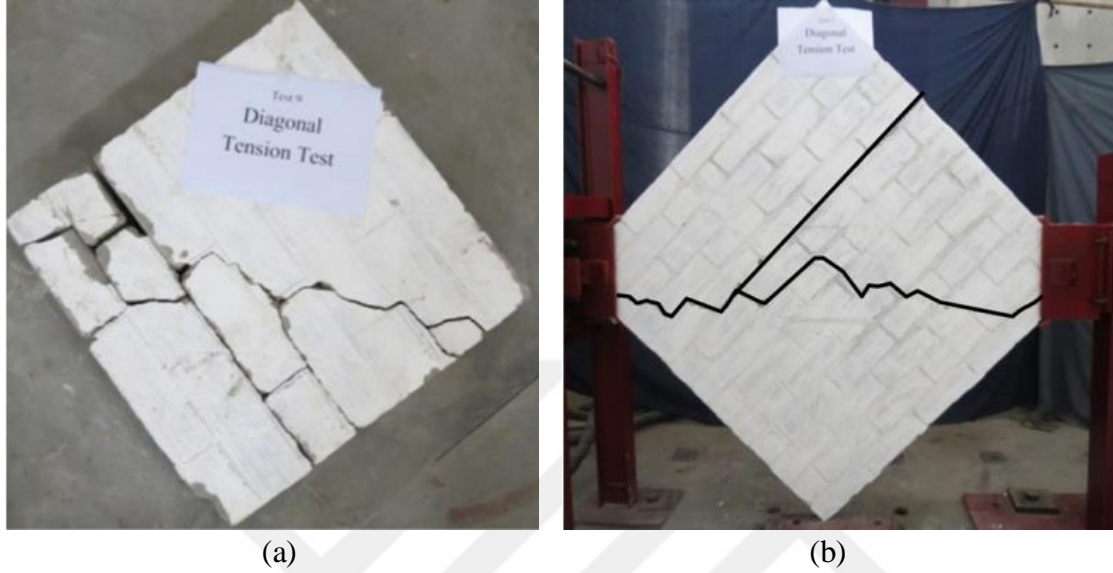
Yardım ve Lalaj tuğla duvarların güçlendirilmesi yönelik yaptıkları deneysel çalışmada, 2 adet 120x120x25 cm'lik tam ölçekli ve 10 adet 65x65x25 cm'lik yarım ölçekli olmak üzere iki farklı boyuta sahip toplam 12 adet tuğla duvar numunesi imal etmişlerdir. ASTM E519 standardına uygun olarak duvarların diyalagonal kayma deneylerini gerçekleştirmişlerdir (Şekil 1.2). Güçlendirilmemiş olan iki adet 120x120x25 cm'lik ve iki adet 65x65x25 cm'lik toplam dört sıvasız duvar numunesinin deney sonucunda; 120 cm'lik numunelerin ortalama kayma mukavemetini 140.4 kPa iken 65 cm'lik numunelerin ortalama kayma mukavemetini 120.32 kPa olarak elde etmişlerdir [31].



Şekil 1.2. Diyalagonal teste tabi tutulan duvar numunelerinin deney sonrası görünüşleri (a) 120x120x25 cm standart boyutlu numune, (b) 65x65x25 cm yarım ölçekli numune [31]

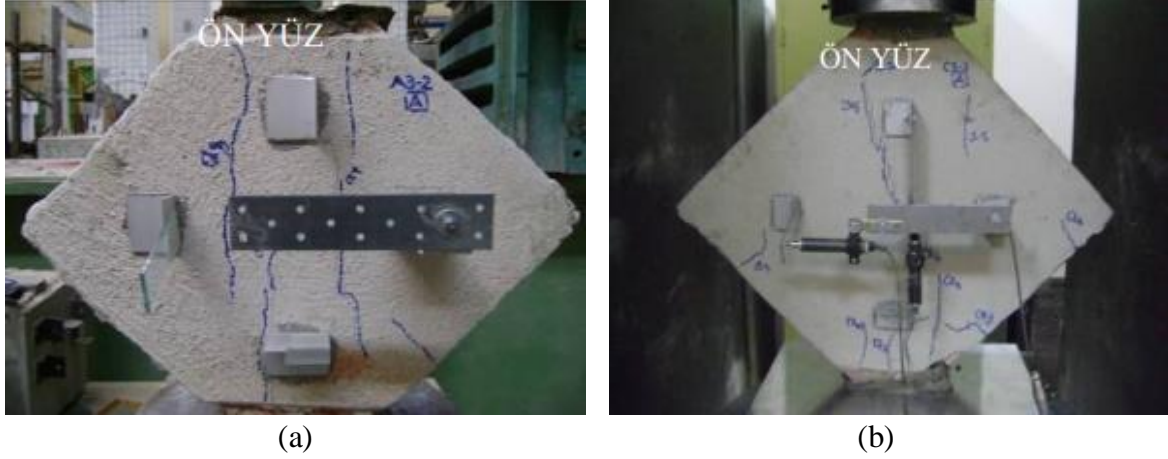
Basha ve Kaushik duvar numune boyutunun diyalagonal kayma mukavemeti üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla iki farklı boyutta duvar numunesini test etmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada, 120x120x11 cm boyutlarında 10 adet tam ölçekli ve 60x60x11 cm boyutlarında 10 adet yarım ölçekli olmak üzere toplam 20 adet duvar numunesi test etmişlerdir (Şekil 1.3). ASTM E519 [17]'a uygun test edilen duvar

numunelerinin ortalama kırılma yükü küçük boyutlu duvarlarda daha fazla olduğu ve buna bağlı olarak küçük boyutlu duvarların ortalama kayma dayanımını ve kayma modülünü büyük numunelere göre daha fazla olarak elde etmişlerdir [15].



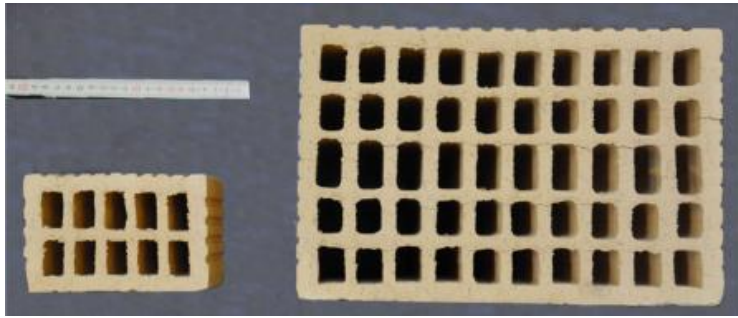
Şekil 1.3. Duvar numunelerinin deney sonrası görünümleri (a) 60x60x11 cm'lik numune, (b) 120x120x11 cm'lik numune [15]

Yılmaz tez çalışmasında, duvar boyutları, harç tipi ve güçlendirme levhaları gibi parametrik değişkenleri göz önüne alarak, standart tuğla bloğun genişlik, yükseklik ve kalınlık ölçülerinin 1/3 oranında ölçeklendirilmesi ile daha küçük özel olarak üretilen içi boş tuğla kullanmıştır. Bu tuğlalar ile 35x35x7 cm ve 50x50x7 cm'lik toplam 24 adet duvar numunesi üreterek, numuneler üzerinde diyagonal kayma testi uygulamıştır (Şekil 1.4). ASTM E519 [17] standardına uygun olarak yürütülen çalışmada, güçlendirilmemiş ve aynı harç ile örülmüş 35x35x7 cm ve 50x50x7 cm boyutlarındaki duvar numuneleri karşılaştırıldığında, boyutu küçük olan numunenin büyük olan numuneye göre; kayma modülü daha az, kayma dayanımı, süneklik ve kayma şekil değiştirme daha fazla olarak elde etmiştir [32].



Şekil 1.4. Diyagonal kayma testine tabi tutulan duvarlar (a) 35x35x7cm duvar numunesi, (b) 50x50x7 cm duvar numunesi [32]

Petry ve Beyer duvar deneylerinin ölçeklendirilmesi amacıyla 29.7x19.4x18.9 cm boyutlarındaki tam ölçekli ve 14.8x9.6x9.4 cm boyutlarındaki özel üretim olan yarım ölçekli içi boş kil tuğla kullanılmışlardır (Şekil 1.5). 123x119 cm ve 61.5x59.5 cm ölçülerine sahip toplam 10 adet duvar numunesini diyagonal kayma testine tabi tutulmuşlardır. Büyük boyutlu numuneden küçük boyutlu numuneye göre daha fazla diyagonal gerilme mukavemeti elde etmişlerdir [33].



Şekil 1.5. Yarım ölçekli ve tam ölçekli tuğla [33]

Bu tez çalışmasında, küçük boyutlu numune kullanımının kayma dayanımı üzerindeki etkisi incelenmek üzere, aynı kalınlıktaki gazbeton bloklarından beş farklı boyutta, 25x25 cm, 50x50 cm, 75x75 cm, 100x100 cm ve 120x120 cm, diyagonal kayma testi duvar numuneleri üretilmiştir. Farklı boyutlardaki numunelerden deneysel olarak elde edilen kayma dayanımları, ASTM E519'un önerdiği 120x120 cm'lik numuneler ile karşılaştırılmıştır. Yığma ve dolgu duvarlar taş, tuğla, briket, gazbeton veya kerpiç gibi farklı malzemelerden imal edilebilmektedir. Bu çalışmada ise duvar malzemesi olarak, ısı yalıtım özelliği, yangın direnci, şekil verilebilirliği ve hafifliği bakımından günümüzde rağbet gören gazbeton

bloklar tercih edilmiştir [34–39]. Ayrıca gazbeton bloklarını kapsayan sınırlı sayıda çalışmanın olması nedeniyle de, literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Genel olarak konuyla ilgili mevcut çalışmalar, duvar örümünde kullanılan tuğla vb. malzeme birimlerinin genişlik, yükseklik ve kalınlıklarının belirli bir ölçekte küçültülerek “özel üretim malzeme” kullanılması veya duvarın boy/en boyutlarının oranlanması ile alakalıdır. Sınırlı sayıda ise örülen duvar boyutlarının değişken olduğu çalışma vardır. Yapılan bu çalışmalarda farklı boyuta sahip numune sayısı, numune boyutunun kayma dayanımı üzerindeki etkisinin görülebilmesi için yetersiz kalabilmektedir. Numune boyutunun kayma dayanımı arasındaki ilişkiyi görebilmek ve boyutlar arasındaki en iyi korelasyonu sağlayabilmek için, bu tez çalışmasında daha çok sayıda deney numunesi imal edilmiş ve beş farklı boyut tercih edilmiştir.

2. NUMUNELERİN İMALATI

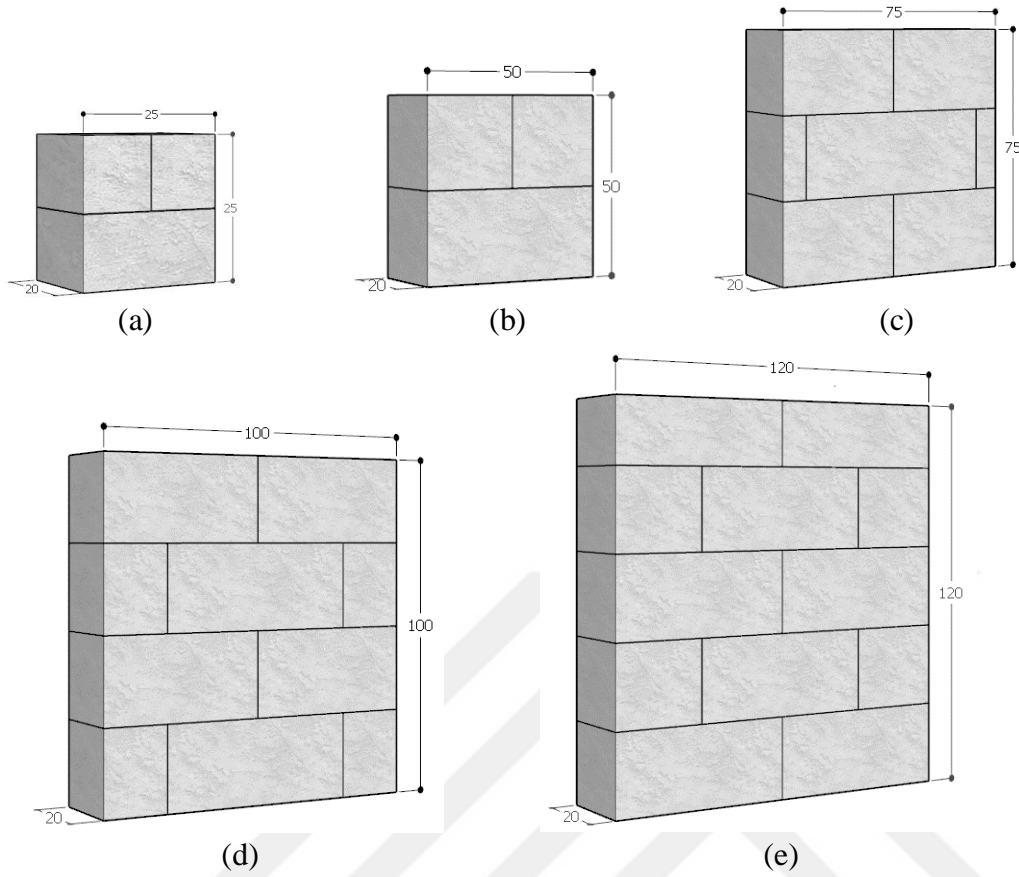
2.1. Genel

Bu tez çalışması kapsamında beş farklı boyutta ve her bir boyuttan dörder adet olmak üzere toplamda 20 adet gazbetondan duvar numuneleri imal edilmiştir. Tüm numunelerin kalınlıkları aynıdır. Bu çalışmada duvar numuneleri kare boyuta sahip olduklarından bir kenar ölçüsü ile anılmaları yeterli görülmüştür. Örneğin “25’lik numuneler” 25x25x20 cm boyutundaki duvarları temsil etmektedir.

Deney numuneleri 5 ana gruptan oluşmaktadır. Bu çalışmada, gruplar isimlendirilirken, önce numune boyutu daha sonra numune sıra sayısı verilerek adlandırılmıştır. Örneğin 25-1 isimli numune 25x25 cm boyutundaki birinci numuneyi temsil etmektedir. Diğer boyutlar için ön grup tanımlamaları 75-, 50-, 100- ve 125- olarak isimlendirilmiştir. Her bir farklı boyuttaki grup için 4 duvar numunesi imal edilmesine rağmen 3 duvar numunesi diyagonal kayma deneyine tabi tutulmuştur. Her grup için fazladan üretilen bir adet numune taşıma, yerleştirme ve deney sırasında olası aksaklıklar halinde grubu temsil etmeleri açısından hazır bulundurulmuştur. Bu tezin amacı olan numune boyutlarındaki deneysel sonuçların farklılıklarının karşılaştırılmasında her gruptan 3 adet numunenin diyagonal kayma deneyi sonucu değerlendirmeye alınmıştır.

2.2. Numunelerin Genel Özellikleri

Gazbetondan üretilen 5 farklı boyuta sahip duvar numuneleri hazırlanmıştır. Bu tezde duvar numunelerinin ölçüleri sırasıyla Genişlik x Yükseklik x Kalınlık şeklinde sıralanmaktadır. Kalınlık sabit tutulduğu için ifadelerde kısaltma tercih edilmiştir. Dolayısıyla, 25x25x20 cm boyutundaki birinci grup 25x25, 50x50x20 cm boyutundaki ikinci grup 50x50, 75x75x20 cm boyutundaki üçüncü grup 75x75, 100x100x20 cm boyutundaki dördüncü grup 100x100 ve 120x120x20 cm boyutunda olan beşinci grup 120x120 şeklinde duvar numuneleri tanımlanmaktadır (Şekil 2.1a-e). Her deney grubunda 3 adet numune olmak üzere toplam 15 adet deney numunesi deneye tabi tutularak sonuçları değerlendirilmiştir.



Şekil 2.1. Duvar numuneleri, (a) 25x25 cm, (b) 50x50 cm, (c) 75x75 cm, (d) 100x100 cm, (e) 120x120 cm

2.3. Duvar Numunelerinin İmalatı

Duvar numunelerinin imalatında 60x25x20 cm boyutlarındaki gazbeton ve gazbeton yapıştırıcısı kullanılarak üretim yapılmıştır. Yapıştırıcı harcın kullanım kılavuzunda belirtilen oranda su katılarak karıştırıcı yardımıyla hazırlanmıştır.

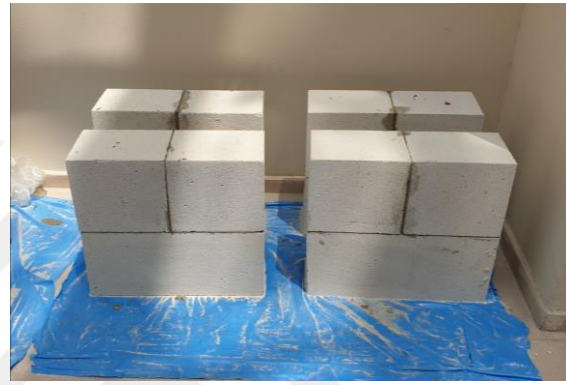


Şekil 2.2. Duvar numunelerinin imalat aşaması

Testere yardımıyla da gazbetonlar bu çalışmada belirlenen ölçülere göre kesilmiştir. Gazbetonlar arası düşey derzler, alt ve üst sıradaki derzlerin üzerine gelmeyecek şekilde şaşırtmalı olarak duvar imalatları gerçekleştirilmiştir. Bir üst sıraya dizilen gazbetonların, tokmak adı verilen el aletleri yardımıyla iyice yerleşmesi sağlanmıştır. Su terazisi yardımı ile de duvarların düzgünlüğü kontrol edilmiştir. Bu şekliyle, derz kalınlığı yaklaşık 3 mm olarak belirlenmiştir. Sıvasız olarak hazırlanan duvar numuneleri laboratuvar ortamında muhafaza edilmiştir (Şekil 2.3).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

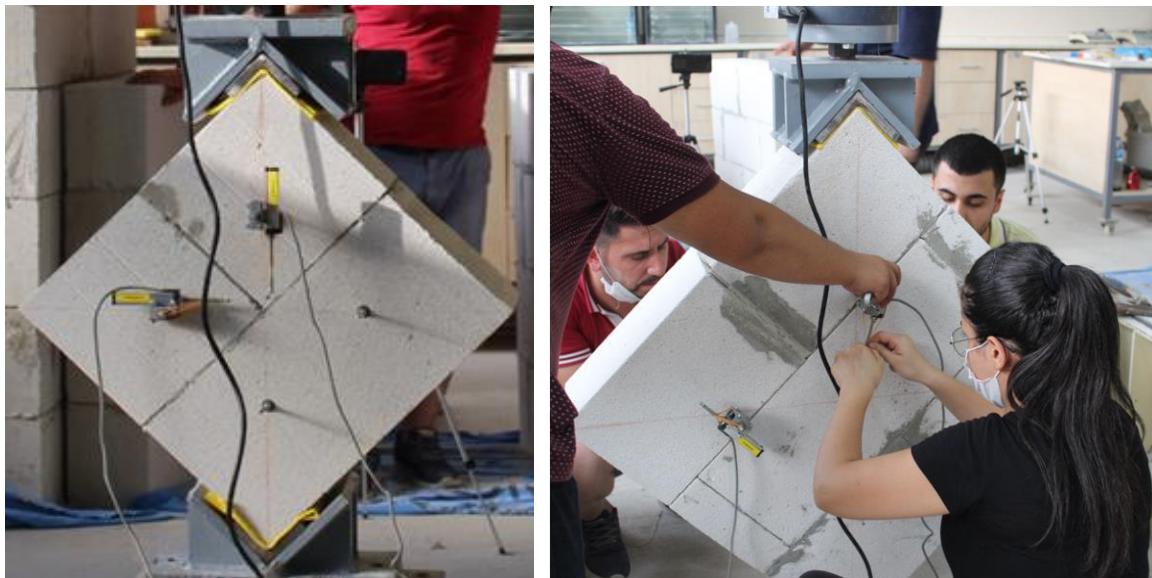
Şekil 2.3. Hazırlanan duvar numuneleri (a) 25x25 cm, (b) 50x50 cm, (c) 75x75 cm, (d) 100x100 cm, (e) 120x120 cm

2.4. Deplasman Ölçerlerin Yerleştirilmesi

Diyagonal basınç testine tabi tutulan duvar numunelerinde yatayda uzama ve düşeyde kısılmalar meydana gelmesi beklenmektedir. Bu değişimleri ölçmek amacıyla 30 ve 50 mm'lik iki çeşit deplasman ölçer (LPDT - Linear potentiometer displacement transducer) kullanılmıştır (Şekil 2.4). 25x25 cm'lik numuneler de 30 mm'lik, diğer numunelerde ise 50mm'lik deplasman ölçer kullanılmıştır. Deplasman ölçerler numune üzerine biri yatay ve diğeri düşey olacak şekilde, ölçümünü kısıtlamadığı kontrol edilerek sabitlenmiştir (Şekil 2.5). Her bir numune hazırlığı için toplamda iki adet LPDT kullanılmıştır.



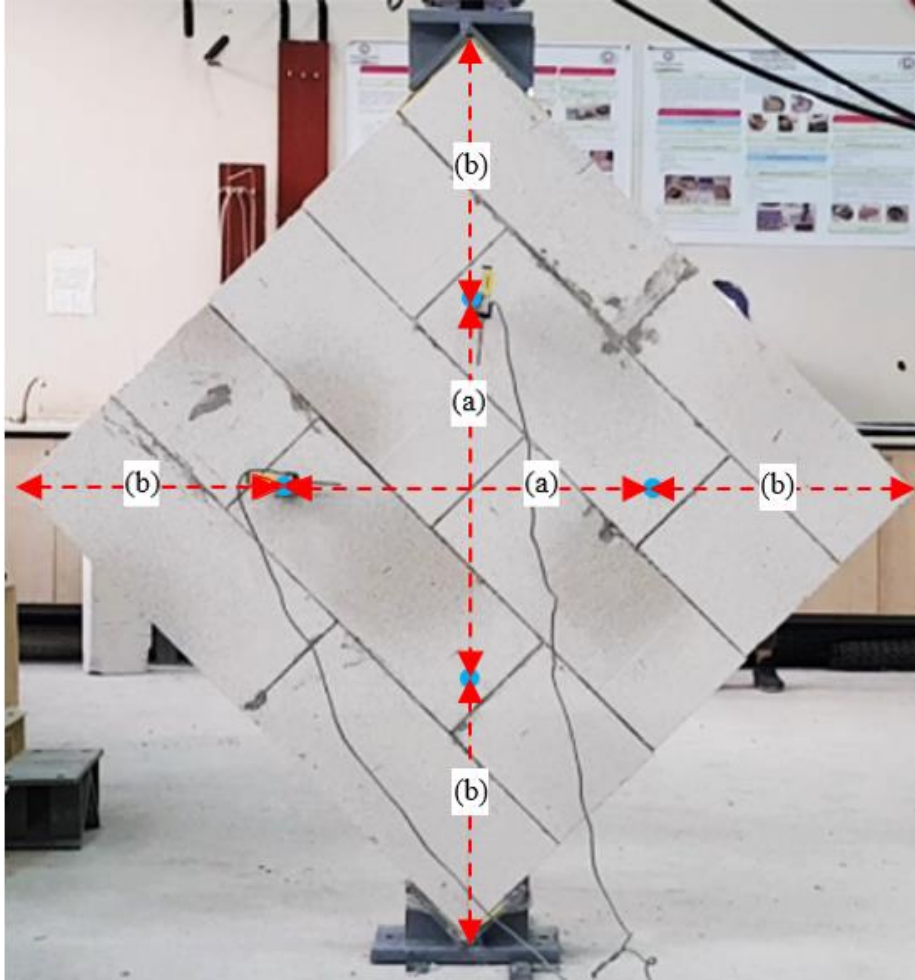
Şekil 2.4. Deplasman ölçer (LPDT)



Şekil 2.5. Numune üzerine deplasman ölçer yerleştirilmesi

LPDT'lerin hareketli ucuna tutturulan esnek olmayan ip, "a" kadar mesafeyle yerleştirilen hareketsiz metal çubuğa bağlanmıştır. İpin hareketi ile alınan ölçümler bilgisayar ortamına kaydedilmiştir. LPDT ve bağlı olduğu sabit metal çubuk arasındaki mesafe "a" olarak, LPDT ve bağlı olduğu sabit metal çubukların duvar köşe uç noktasında diyagonal doğrultudaki mesafeleri "b" olarak isimlendirilmiştir (Şekil 2.6). Bu mesafeler düşeyde ve yatayda aynıdır.

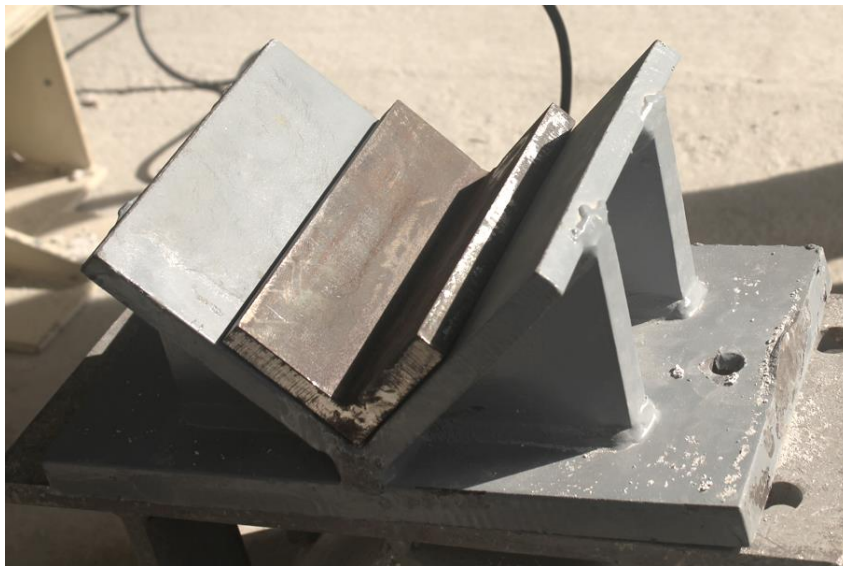
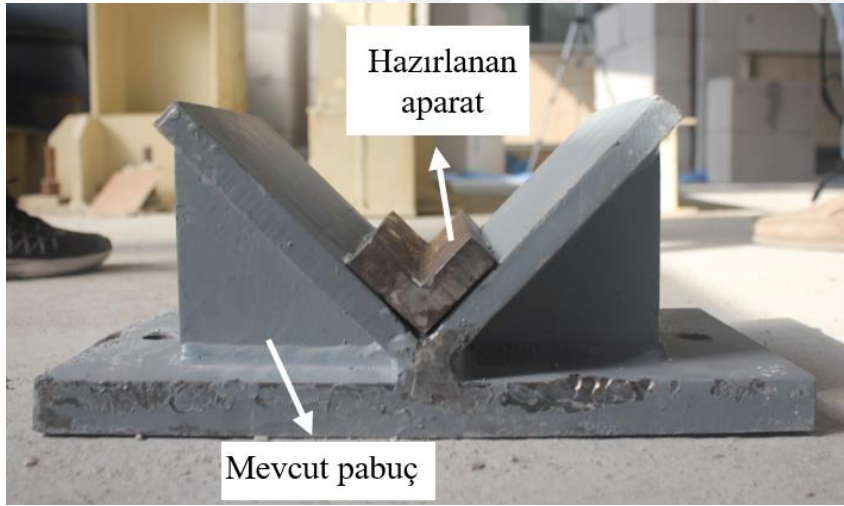
Şekil 2.6'da LPDT'lerin yerleşim mesafelerini temsil eden b ve a değerleri sırasıyla, 120x120 cm'lik numuneler için 50 ve 70.4 cm, 100x100 cm'lik numuneler için 42 ve 58 cm, 75x75 cm'lik numuneler için 31 ve 44.5 cm, 50x50 cm'lik numuneler için 21 ve 29 cm, 25x25 cm'lik numuneler için 10 ve 15.6 cm olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.6. Deplasman ölçerlerin numune üzerinde yerleşimi

2.5. Yükleme Pabuçları

ASTM E519 deney prosedüründe pabuçların kol uzunluğunun, duvar numunelerinin bir kenar uzunluğunun 1/8'i kadar olması gerektiği belirtilmektedir. Bu çalışmada farklı boyutlar olduğundan, numunelere gelen basınç yüklerinin uygulandığı temas alanını azaltma amacıyla, her numunenin boyutuna uygun V şeklinde pabuç parçaları hazırlanmıştır. Laboratuvarında mevcut olan pabuç 15 cm'lik olup 120x120 cm'lik numune için uygundur. Diğer farklı boyutlardaki numune deneylerinde kullanılmak üzere, duvar numunelerinin bir kenar uzunluğunun 1/8 oranında dört farklı boyuttaki toplam 8 adet V kesitli metal parça hazırlanmıştır. Şekil 2.7'da görüleceği üzere, hazırlanan metal parçalar mevcut pabucun ortasına oturtularak, duvar numunesinin testi sırasında uygulanan yükün temas alanı, standardı sağlayacak şekilde uygun hale getirilmiştir.



Şekil 2.7. Mevcut ve imal edilen pabuçlar

3. MALZEME ÖZELLİKLERİ

3.1. Gazbeton Yapıştırıcısı

Duvar numunelerinin imalatı sırasında yapıştırıcı olarak Şekil 3.1’de görülen özel çimento esaslı yapıştırıcı kullanılmıştır. Yapıştırıcı harcın basınç dayanımını belirlemek amacıyla duvar numunelerinin hazırlandığı esnada yapıştırıcıdan örnekler alınmıştır. Özel olarak hazırlanan kalıplar kullanılmıştır. 8x8x16 cm’lik toplam 6 adet numune alınmıştır.

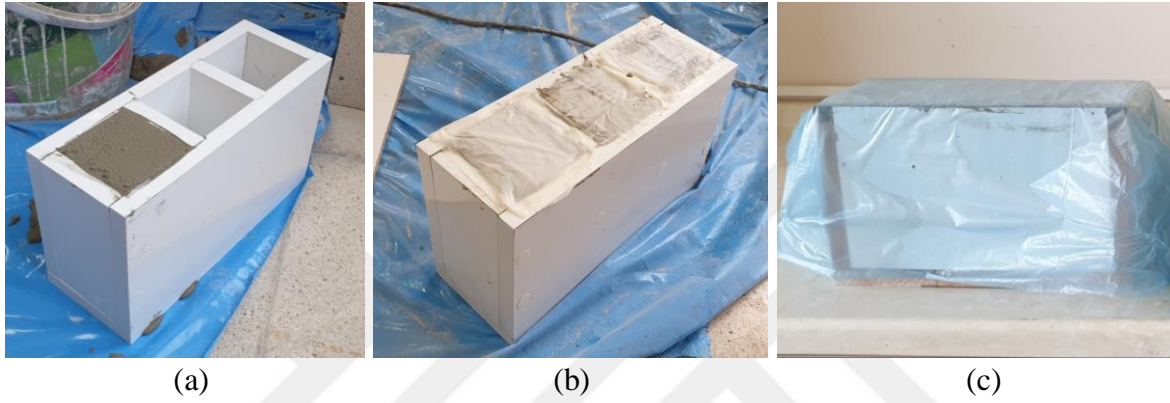


Şekil 3.1. Kullanılan gazbeton yapıştırıcısı

3.1.1. Gazbeton yapıştırıcı harcın basınç testi

Duvarların yapıştırıcısını temsil edecek şekilde yapıştırıcı harçtan numuneler ASTM C1019 [40] standardına uygun olarak alınmıştır. Standartta verilen numune boyutları baz alınarak, 8x8x16 cm ölçülerine sahip toplam altı adet yapıştırıcı harç numunesi alınmış ve basınç testine tabi tutulmuştur. Her biri üç bölmeden oluşan iki ayrı kalıp hazırlanmıştır (Şekil 3.2a). Yapışmayı önlemek için kalıpların içi fırça yardımıyla yağlanmıştır. Harç örneği

alınırken, kalıplar yaklaşık eşit derinlikte iki kat halinde harçla doldurulmuştur. Her katmana sıkıştırma çubuğu ile 15 kez şişleme uygulanmıştır. Yerleştirme işleminin tamamlanmasından sonra numune yüzeyleri mala yardımıyla düzeltilmiştir. Su kaybını önlemek için numune üzerleri nemli kağıt havlu ile kaplanmıştır (Şekil 3.2b). Daha sonra emici olmayan bir parça ile tüm yüzeyler kaplanarak üst yüzeyin nemli tutulması sağlanmıştır (Şekil 3.2c). Numuneler 48 saat boyunca hareketsiz bir şekilde laboratuvar ortamında bekletilmiştir.



Şekil 3.2. Yapıştırıcı harç numunelerinin kalıplanması

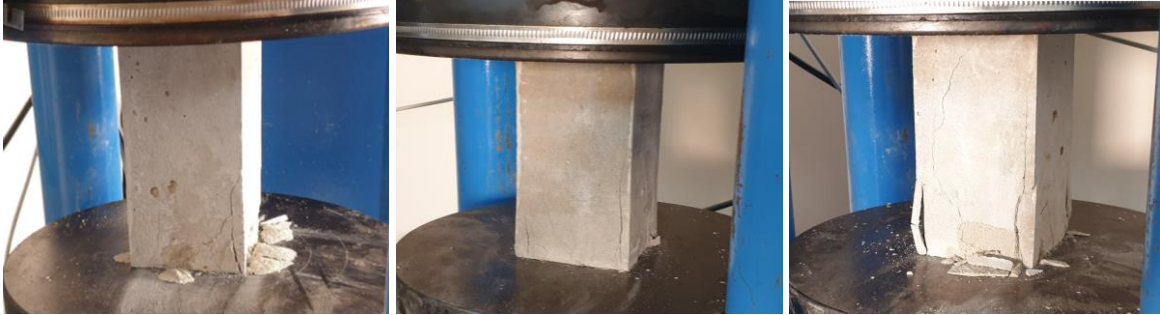
Daha sonra bu numuneler ideal sıcaklıktaki su havuzunda bekletilmiştir. 28 gün sonunda numuneler su havuzundan çıkarılmıştır (Şekil 3.3). Şekil 3.4'te görülen tek eksenli basınç aleti ile deneye tabi tutulmuşlardır. ASTM C1019 [40] standardına uygun şekilde teste tabi tutulan numunelerde genellikle dikey çatlaklar meydana gelmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.3. Yapıştırıcı harç numuneleri



Şekil 3.4. Basınç test makinesi



Şekil 3.5. Yapıştırıcı harç numunelerinin tek eksenli basınç testleri sonucunda kırılma görüntüleri

3.1.2. Yapıştırıcı harç numunelerinin basınç testi sonuçları

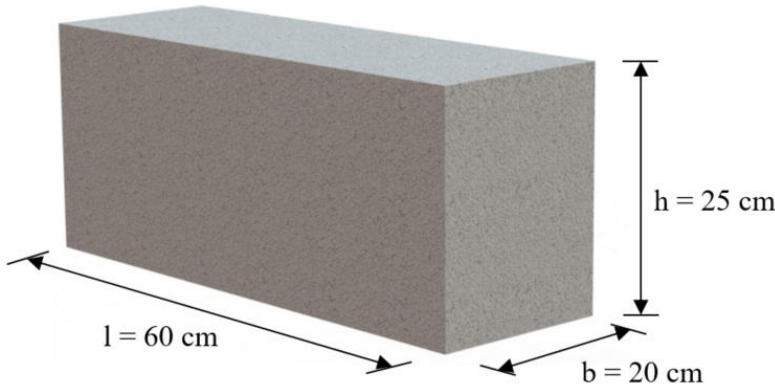
Çizelge 3.1’de yapıştırıcı harcın basınç testi sonuçları verilmiştir. Görüldüğü gibi yapıştırıcıdan hazırlanan numunelerin tek eksen altında basınç dayanımları birbirine yakın çıkmıştır. Elde edilen ortalama basınç dayanımı 15.88 MPa’dır.

Çizelge 3.1. Yapıştırıcı harç numuneleri basınç deneyi sonuçları

Numune	Basınç dayanımı (MPa)
1	16.07
2	14.24
3	15.89
4	14.20
5	17.26
6	17.59

3.2. Gazbeton Özellikleri

Yapılarda yaygın bir şekilde kullanılan 60x25x20 cm boyutlarındaki gazbeton bloklar duvar numunelerinin imalatında kullanılmıştır (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Gazbeton sınıfı olarak G2 tercih edilmiştir. Gazbeton bloklarının basınç dayanımını ölçmek amacıyla, 10x10x10 cm'lik üç adet küp ve 10x10x20 cm'lik üç adet prizma gazbeton numunesi olmak üzere toplamda altı adet gazbeton numune bloğu basınç testine tabi tutulmuştur.



Şekil 3.6. Gazbeton birimlerinin boyutları

3.2.1. Gazbeton basınç testi

Gazbeton bloklarının tek eksen altında basınç testleri Şekil 3.4'te görülen alet kullanılarak yapılmıştır. Üç adet 10x10x10 cm'lik küp ve üç adet 10x10x20 cm'lik prizma şeklinde iki farklı gazbeton numuneleri hazırlanmış ve tek eksen altında basınç testine tabi tutulmuşlardır. Şekil 3.7-8'de görüleceği üzere deneye tabi tutulan gazbeton blok

numunelerinde genellikle dikey çatlaklar meydana gelmiştir. Ayrıca, bazı numunelerin uç kısımlarında parçalanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.7. 10x10x20 cm gazbeton numuneleri



Şekil 3.8. 10x10x10 cm gazbeton numuneleri

3.2.2. Gazbeton basınç testi sonuçları

Basınç testinden elde edilen sonuçlar Çizelge 3.2’de verilmiştir. Yapılan deneyler sonucu; küp numunelerden elde edilen ortalama basınç dayanımı 1.86 MPa, prizma numunelerden elde edilen ortalama basınç dayanımı 1.73 MPa olarak elde edilmiştir. Prizma numunelerin ortalama dayanımları küp numunelerin ortalama dayanımlarına göre yaklaşık %8 daha düşük çıkmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Gazbeton numunelerinin basınç deneyi sonuçları

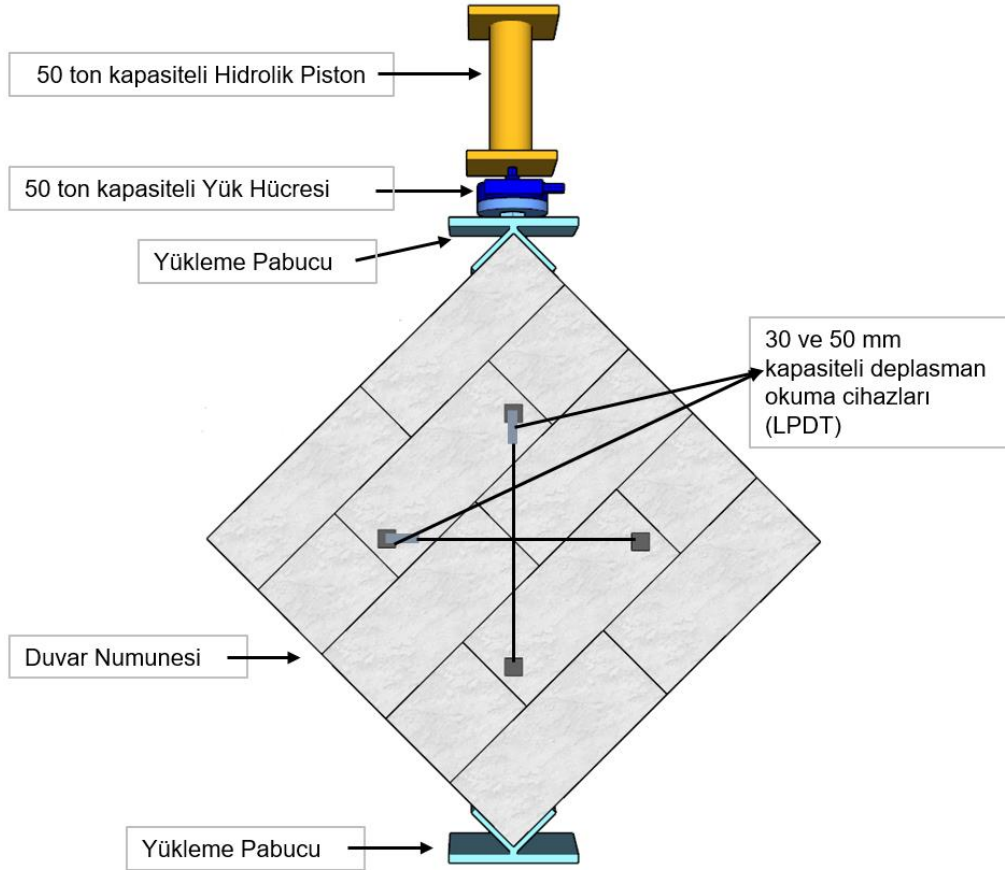
Numune Boyutu	Numune Sırası	Kırılma Yüğü (kN)	Basınç Dayanımı (MPa)	Ortalama Basınç Dayanımı (MPa)
10x10x10	1	16.14	1.61	1.86
	2	18.07	1.81	
	3	20.24	2.02	
	4	19.80	1.98	
10x10x20	5	19.37	1.94	1.73
	6	15.45	1.55	
	7	18.55	1.86	
	8	16.01	1.60	

4. DUVAR DENEYLERİ

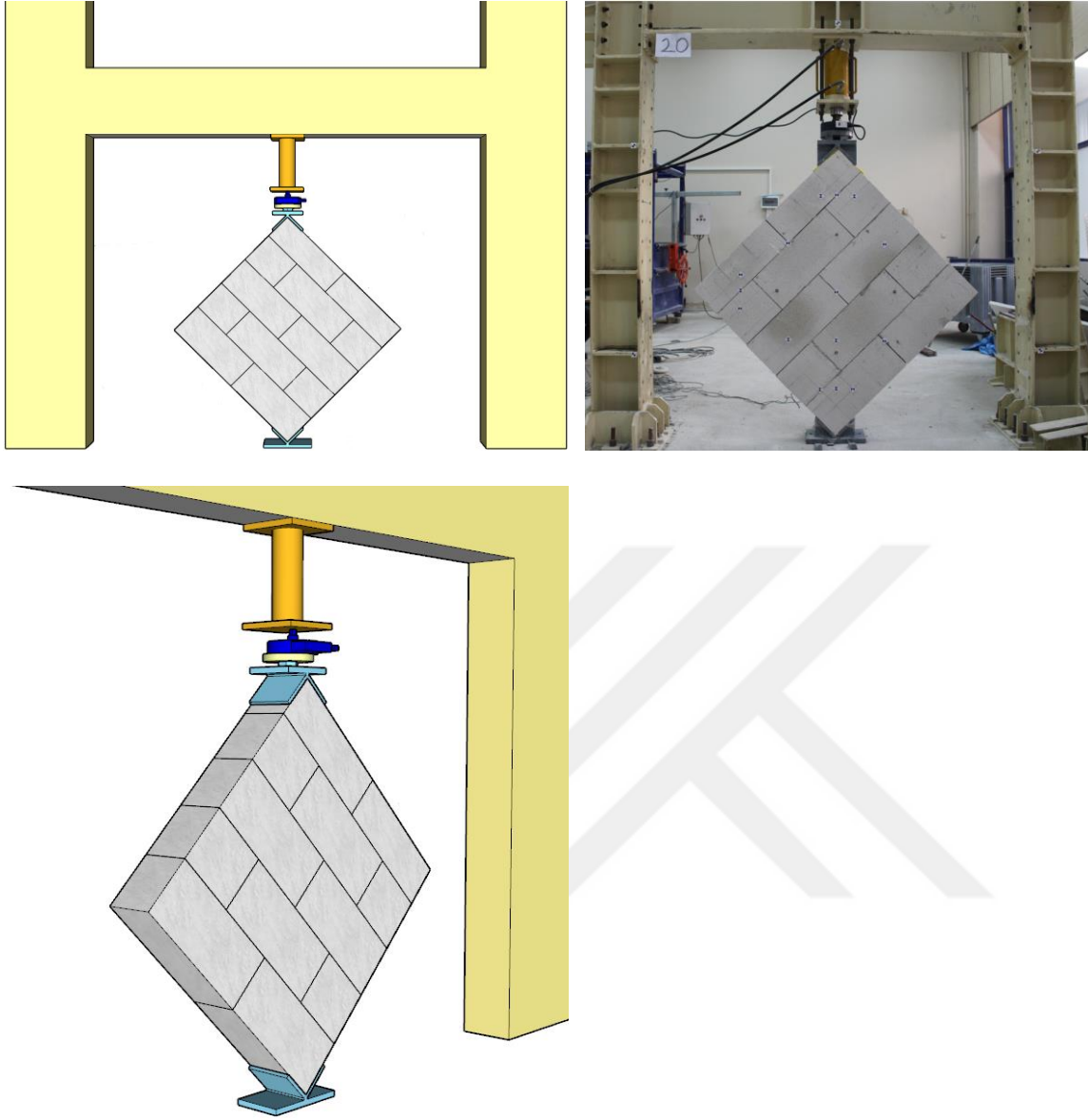
4.1. Deney Düzenegi

4.1.1. Yükleme düzenegi

Bu tez çalışması kapsamındaki deneysel çalışmalar, İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yapı-Mekanik Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deney düzenegi 80 ton kapasiteli çelik çerçeve, 50 ton kapasiteli hidrolik piston, 50 ton kapasiteli yük hücresi, 50 ton kapasiteli yük hücresi, 30 ve 50 mm kapasiteli deplasman okuma cihazları ve iki adet yükleme pabucundan oluşmaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Numune ve ölçüm düzenekleri



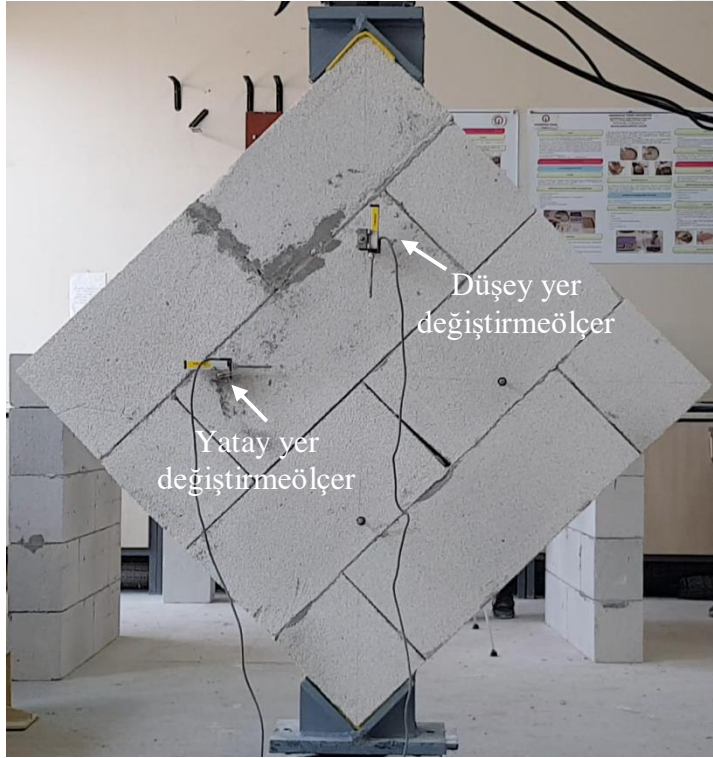
Şekil 4.2. Deneş düzeneği ve duvar yerleşimi

Şekil 4.1’de yükleme sistemi içerisinde duvar yerleşimi gösterilmiştir. Duvar numunesi iki pabuç arasına yerleştirilmektedir. Alt kısımdaki pabuç sabit, üstteki pabuç hareketlidir. Düzenekte bulunan piston düşey yönde hareket etmektedir. Her bir deney öncesinde pabuç ve duvar arasında boşluk kalmaması ve pabucun duvar yüzeyine tam oturması sağlanmıştır. Piston basınç değeri okumaları Şekil 4.1’de lacivert renk ile görülen yük hücresiyle sağlanmaktadır. Duvar numunesi üzerinde meydana gelecek olan yer değiştirmeler, duvar numunesi üzerine yerleştirilmiş LPDT’ler ile okunmaktadır. Yük hücresi ve LPDT’lerden okunan yük ve deplasman verileri bilgisayar ortamına aktarılmaktadır.

Her bir test için, deney numunesinin diyagonal yüksekliği ve yük hücresinin hareket mesafesi düşünülerek, yükleme çerçevesinin yatay kirişi gereken yüksekliklere çelik işçileri vasıtasıyla alınmıştır.

4.1.2. Ölçüm düzeneği

Diyagonal basınç uygulanan deney numunelerinde yatayda ve düşeyde yer değiştirmeler meydana gelmektedir. Bu değişimleri ölçmek için duvar numunelerinin tek yüzüne, yatayda ve düşeyde olmak üzere toplam iki adet deplasman ölçer (LPDT) yerleştirilmiştir. Veriler bilgisayara aktarılarak Excel programı yardımıyla işlenmektedir. LPDT'lerden alınan ölçümlerden elde edilen eğriler ileriki kısımlarda değerlendirilmiştir. LPDT'lerin duvar numunesi üzerindeki yerleşimi Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Numune üzerinde deplasman ölçerlerin yerleşimi

4.2. Duvarların Diyagonal Kayma Deneyleri

Farklı boyutlarda hazırlanan 15 adet duvar numunesi diyagonal kayma testine tabi tutulmuştur. Bu çalışmada, diyagonal kayma deneyi için American Society for Testing and Materials tarafından geliştirilen ASTM E519-20 [17] standardında belirtilen deney

prosedürü dikkate alınmıştır. Bu test standardı ile duvar numunelerinin kayma gerilmesi ve kayma şekil değiştirmesi hesaplanmıştır. ASTM E519-20'e göre kayma gerilmesi (τ) hesaplamaları için kullanılan formüller aşağıda 4.1-2 eşitlikleri ile ifade edilmektedir.

$$\tau = \frac{0.707P}{A_n} \quad (4.1)$$

$$A_n = \frac{w+h}{2}tn \quad (4.2)$$

Burada, P , uygulanan kuvvet, A_n , duvar panelinin net alanı, w , h ve t sırasıyla duvar panelinin uzunluğu, yüksekliği ve genişliğini göstermektedir. Ayrıca n , duvar panelinin katı olan brüt alanının yüzdesidir. Duvar numunesinin kayma şekil değiştirmesi (γ), Eş. 4.3 ile elde edilmektedir.

$$\gamma = \frac{\Delta x + \Delta y}{g} \quad (4.3)$$

Burada, Δy , yatay uzamayı, Δx , düşey kısalmayı ve g , yüklemeye paralel yöndeki ölçü uzunluğunu göstermektedir. Kayma modülü (G) ise aşağıda belirtilen 4.4 eşitliği ile belirlenmektedir.

$$G = \frac{\tau}{\gamma} \quad (4.4)$$

5. DENEYSEL SONUÇLAR

5.1. Deneysel Sonuçları

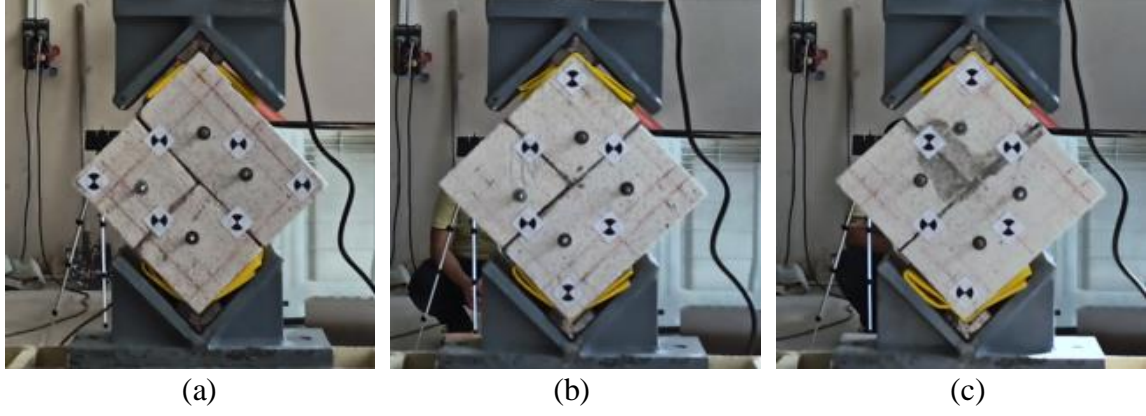
5.1.1. 25x25 cm'lik numuneler

Boyutları 25x25 cm olan duvar numuneleri üzerinde gerçekleştirilen diyagonal kayma deneyinin sonuçları bu kısımda açıklanmaktadır. Numuneye ait kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri Çizelge 5.1'de, deney düzeneğine yerleştirilmiş üç numunenin görselleri Şekil 5.1'de sunulmaktadır.

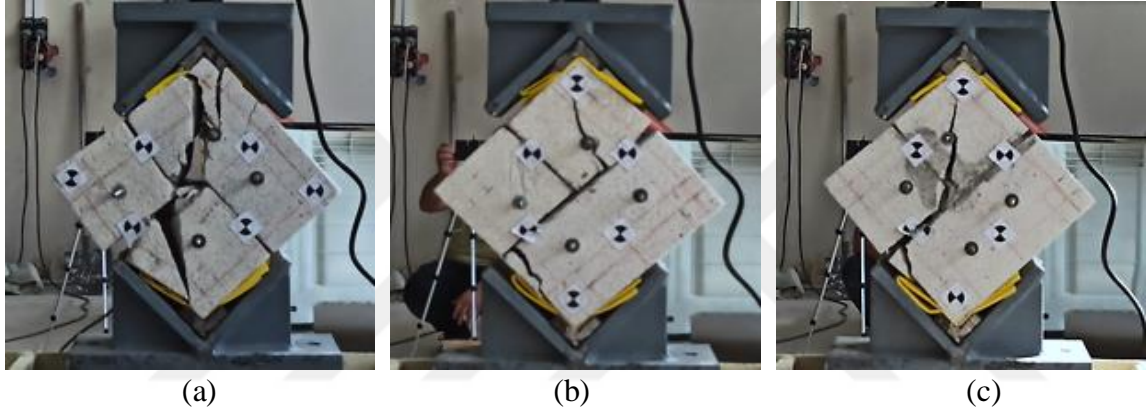
25'lik birinci duvar numunesinin (25-1), 18,60 kN yük değerine ulaşıldığında çatladığı görülmüştür. ASTM E519 [17] Eş. 4.1'e göre kayma dayanımı 0,186 MPa olarak hesaplanmıştır. 25-1 numunesinin kırılma mekanizması incelendiğinde, kırılmanın çoğunlukla gazbeton bloklarının gövdesinde gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 5.2a). LPDT'lerden elde edilen yer değiştirme değerleri ile hesaplanan kayma şekil değiştirme ve kayma gerilmesi eğrisi Şekil 5.3'te sunulmuştur.

25'lik ikinci duvar numunesinin (25-2), 10,17 kN yük değerine ulaşıldığında çatladığı görülmüştür. Eş. 4.1 kullanılarak kayma dayanımı 0,102 MPa olarak hesaplanmıştır. 25-2 numunesinin kırılma mekanizması incelendiğinde, kırılmanın yatay derzde ve gazbeton bloklarının gövdesinde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 5.2b). LPDT'lerden elde edilen yer değiştirme değerleri ile hesaplanan kayma şekil değiştirme ve kayma gerilmesi eğrisi Şekil 5.4'te sunulmuştur.

25'lik üçüncü duvar numunesinin (25-3), 15,91 kN yük değerine ulaşıldığında çatladığı görülmüştür. Eş. 4.1 ile hesaplanan kayma dayanımı 0,159 MPa olarak belirlenmiştir. 25-3 numunesinin kırılma mekanizması incelendiğinde gazbeton bloklarının gövdesinde ve derzlerde gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 5.2c). LPDT'lerden elde edilen yer değiştirme değerleri ile hesaplanan kayma şekil değiştirme ve kayma gerilmesi eğrisi Şekil 5.5'te sunulmuştur.



Şekil 5.1. 25x25 cm'lik duvar numunelerinin yükleme öncesi görünüşleri (a) 25-1, (b) 25-2 ve (c) 25-3

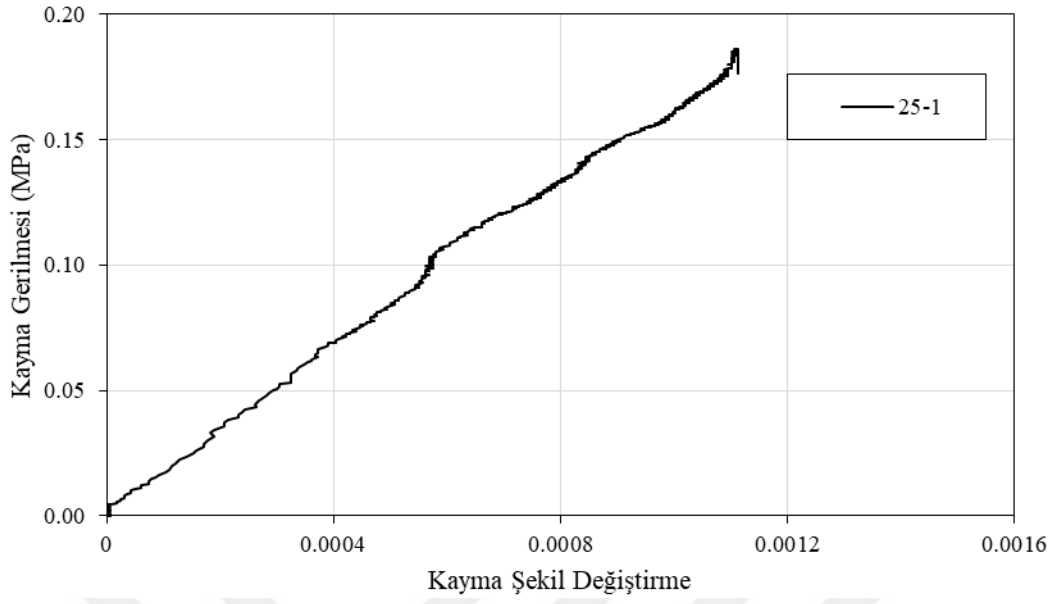


Şekil 5.2. 25x25 cm'lik duvar numunelerinin yükleme sonrası görünüşleri (a) 25-1, (b) 25-2 ve (c) 25-3

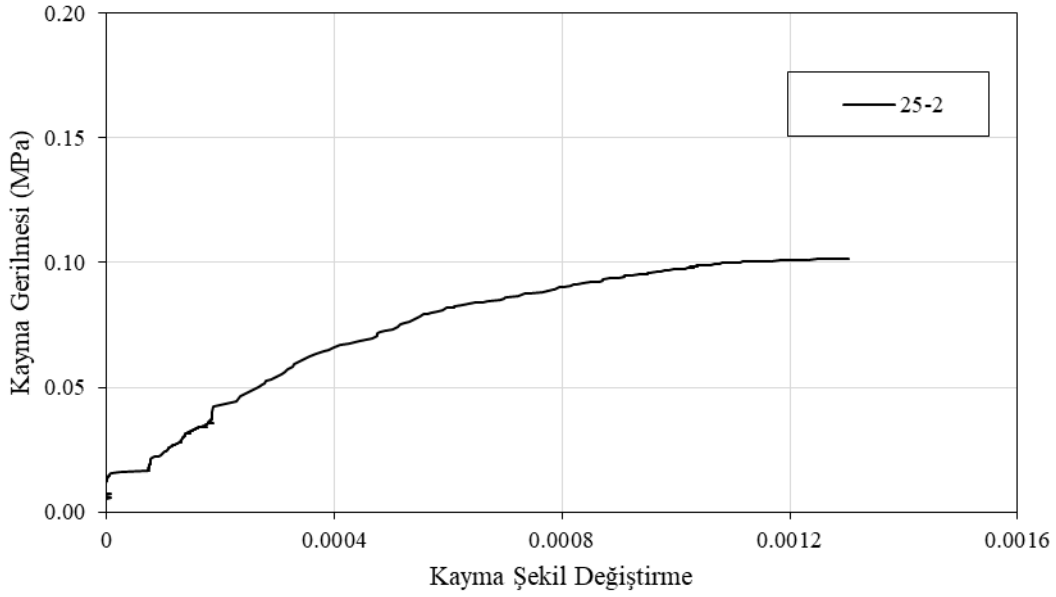
Çizelge 5.1. 25x25 cm boyutlu numunelerin kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri

Numune	Kırılma Yükü (kN)	Kayma Dayanımı (MPa)
25 – 1	18,60	0,186
25 – 2	10,17	0,102
25 – 3	15,91	0,159
Ortalama	14,90	0,149

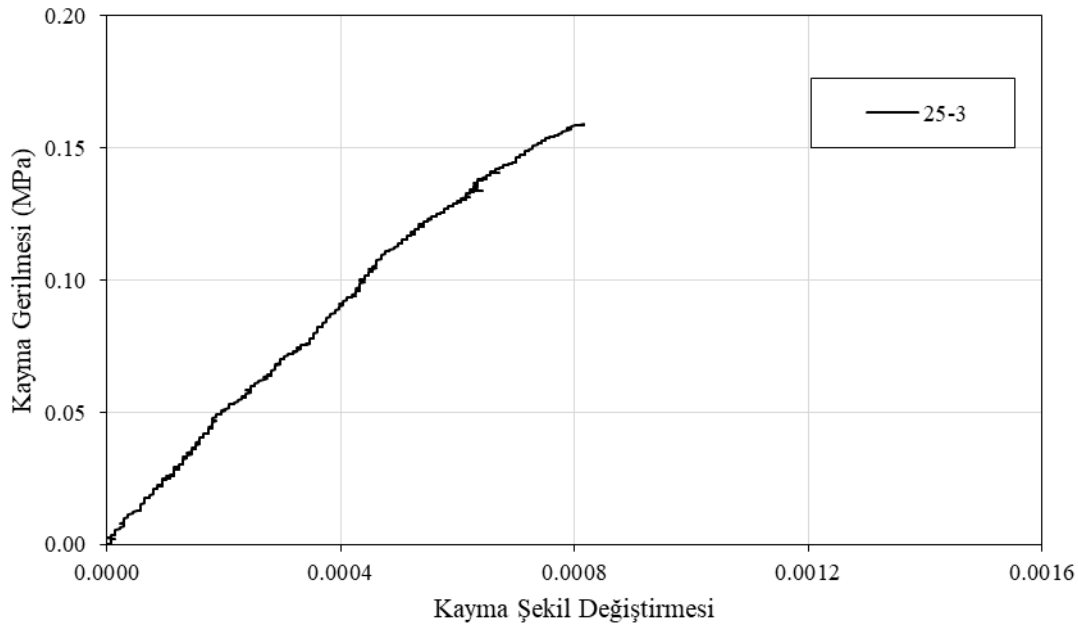
25'lik üç duvar numunesi değerlendirildiğinde ortalama kırılma yükünün 14,90 kN ve ortalama kayma dayanımının 0,149 MPa olduğu görülmektedir (Çizelge 5.1).



Şekil 5.3. 25-1 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği



Şekil 5.4. 25-2 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği



Şekil 5.5. 25-3 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değişirme grafiği

5.1.2. 50x50 cm'lik numuneler

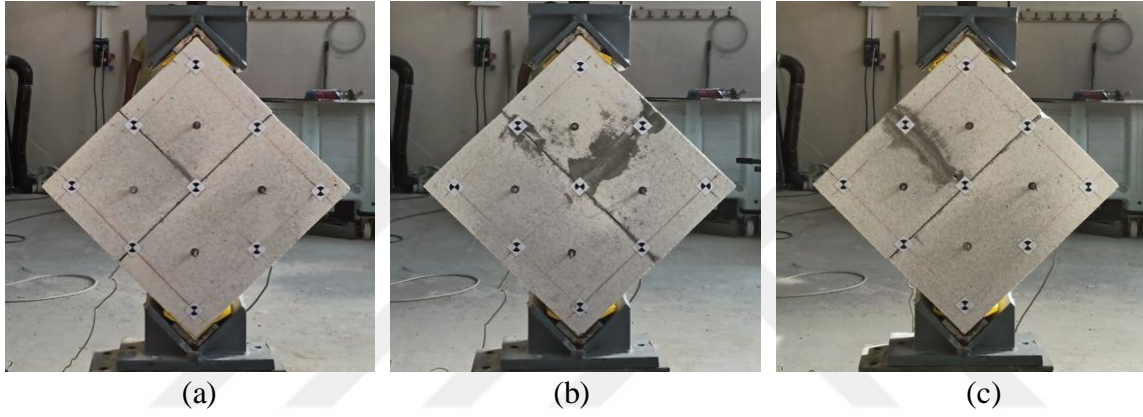
Boyutları 50x50 cm olan duvar numuneleri üzerinde gerçekleştirilen diyagonal kayma deneyinin sonuçları bu kısımda açıklanmaktadır. Çizelge 5.2'de numuneye ait kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri, Şekil 5.6'da ise deney düzeneğine yerleştirilmiş üç numunenin görselleri sunulmaktadır.

50 cm'lik birinci duvar numunesinin (50-1), 15,71 kN yük değerine ulaşıldığında çatladığı görülmüştür. ASTM E519 [17] Eş. 4.1 göre kayma dayanımı 0,079 MPa olarak elde edilmiştir. 50-1 olarak tanımlanan numunenin kırılma mekanizması incelendiğinde, yükleme pabuçlarına temas eden gazbeton bloklarında kırılma gerçekleştiği ve numunenin dikey ve yatay derzlerden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 5.2a). LPDT'lerden elde edilen yer değiştirme değerleri ile hesaplanan kayma şekil değiştirme ve kayma gerilmesi eğrisi Şekil 5.38'de sunulmuştur.

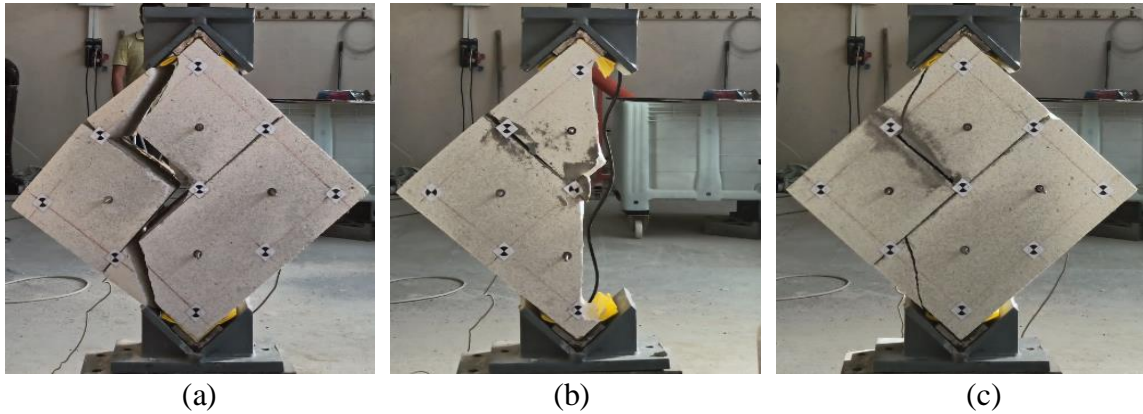
50 cm'lik ikinci duvar numunesinin (50-2), 29,54 kN yük değerine ulaşıldığında çatladığı görülmüştür. Eş. 4.1 kullanılarak kayma dayanımı 0,148 MPa olarak hesaplanmıştır. Numunenin kırılma mekanizması incelendiğinde gazbeton bloklarının kırıldığı ve numunenin yükleme doğrultusunda diyagonal olarak kırılıp hasar aldığı görülmüştür (Şekil

5.7b). LPDT'lerden elde edilen yer değiştirme değerleri ile hesaplanan kayma Şekil değiştirme ve kayma gerilmesi eğrisi Şekil 5.9'da sunulmaktadır.

50 cm'lik üçüncü numune (50-3) 23,34 kN yük değerine ulaşıldığında çatladığı görülmüştür. Eş. 4.1 ile kullanılarak kayma dayanımı 0,117 MPa olarak hesaplanmıştır. Numunenin kırılma mekanizması incelendiğinde yükleme pabuçlarına temas eden gazbeton bloklarının gövdelerinden kırıldığı ve numunenin düşey ve yatay derzlerden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 5.7c). LPDT okumalarından elde edilen yer değiştirme değerleri ile kayma gerilmesi ve kayma Şekil değiştirme eğrisi Şekil 5.10'da sunulmaktadır.



Şekil 5.6. 50x50 cm'lik duvar numunelerinin yükleme öncesi görünümleri (a) 50-1, (b) 50-2 ve (c) 50-3

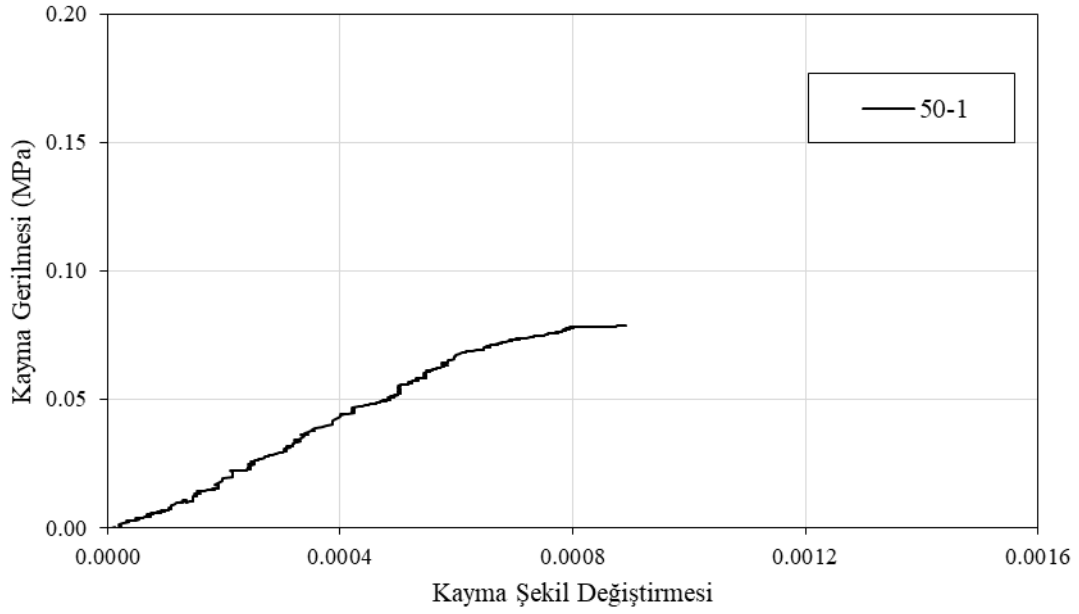


Şekil 5.7. 50x50 cm'lik kırılan duvar numunelerinin yükleme sonrası görünümleri (a) 50-1, (b) 50-2 ve (c) 50-3

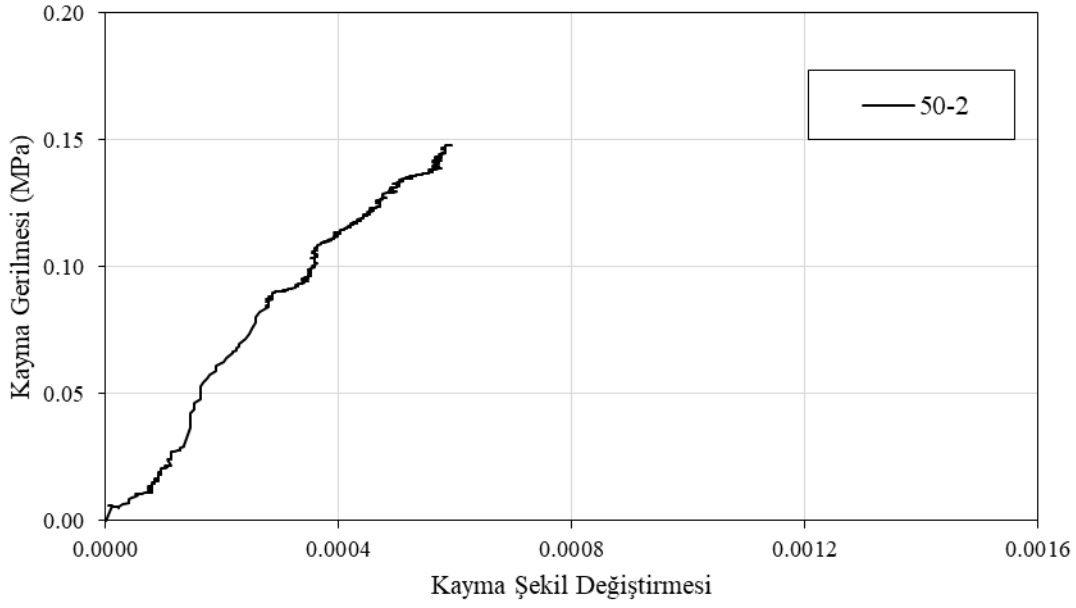
Çizelge 5.2. 50x50 cm boyutlu numunelerin kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri

Numune	Kırılma Yüğü (kN)	Kayma Dayanımı (MPa)
50 – 1	15,71	0,079
50 – 2	29,54	0,148
50 – 3	23,34	0,117
Ortalama	22,86	0,114

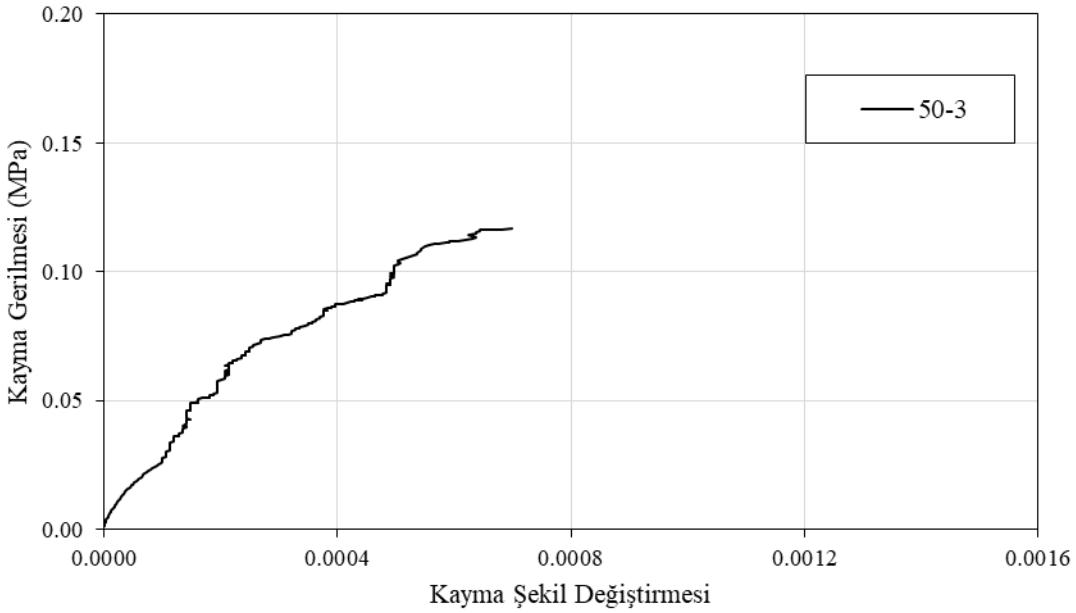
50x50 ölçüye sahip üç numune değerlendirildiğinde ortalama kırılma yükü 22,86 kN ve ortalama kayma dayanımı 0,114 MPa olarak elde edilmiştir (Çizelge 5.2).



Şekil 5.8. 50-1 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği



Şekil 5.9. 50-2 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği



Şekil 5.10. 50-3 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği

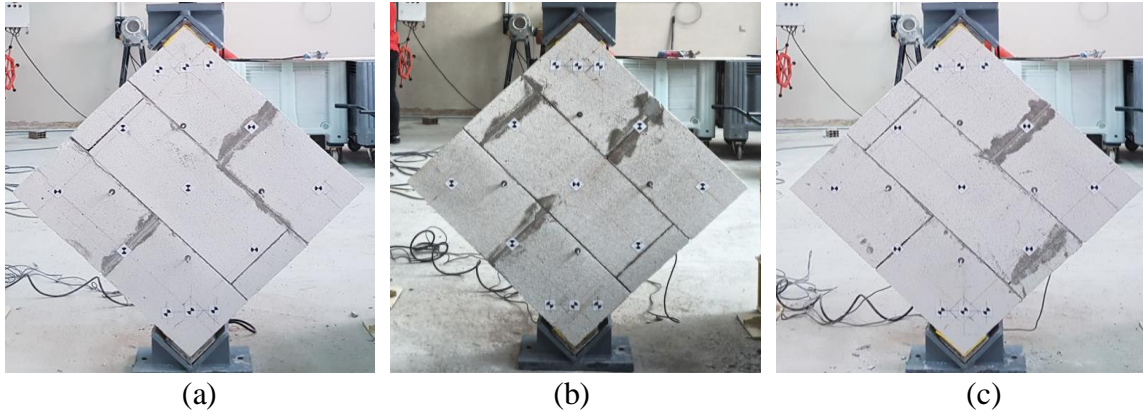
5.1.3. 75x75 cm'lik numuneler

Boyutları 75x75 cm olan duvar numuneleri üzerinde geręekleřtirilen diyagonal kayma deneyinin sonuçları bu kısımda verilmiştir. Çizelge 5.3'te numuneye ait kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri verilmiştir. Şekil 5.11'de deney düzeneğine yerleştirilmiş 3 numunenin görselleri verilmiştir.

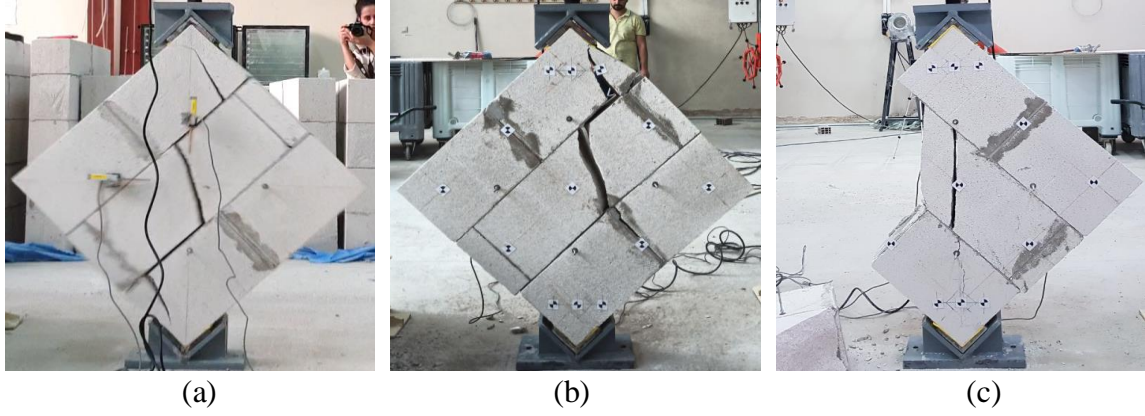
75 cm'lik birinci duvar numunesi (75-1) 24,91 kN yükte kırılmıştır. ASTM E519 [17] Eş. 4.1'e göre hesaplanan kayma dayanımı değeri ise 0,083 MPa olarak elde edilmiştir. Numunenin kırılma mekanizması incelendiğinde gazbeton bloklarının kırıldığı ve numunenin yatay derzlerden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 5.12a). LPDT'lerden elde edilen yer değiştirme değerleri ile hesaplanan kayma şekil değiştirme ve kayma gerilmesi eğrisi Şekil 5.13'te sunulmaktadır.

75 cm'lik ikinci numune (75-2) 34,50 kN yükte kırılmıştır. Eş. 4.1 ile hesaplanan kayma dayanımı değeri ise 0,115 MPa olarak elde edilmiştir. Numunenin kırılma mekanizması incelendiğinde gazbeton bloklarının kırıldığı ve numunenin yatay ve düşey derzlerden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 5.12b). LPDT'lerden elde edilen yer değiştirme değerleri ile hesaplanan kayma şekil değiştirme ve kayma gerilmesi eğrisi Şekil 5.14'te sunulmaktadır.

75 cm'lik üçüncü numune (75-3) 43,20 kN yükte kırılmıştır. Eş. 4.1 ile hesaplanan kayma dayanımı değeri ise 0,144 MPa olarak elde edilmiştir. Numunenin kırılma mekanizması incelendiğinde gazbeton bloklarının kırıldığı ve numunenin orta düşey derzden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 5.12c). LPDT okumalarından elde edilen yer değiştirme değerleri ile kayma gerilmesi ve kayma şekil değiştirme eğrisi Şekil 5.15'te sunulmaktadır.



Şekil 5.11. 75x75 cm'lik duvar numunelerinin yükleme öncesi görünüşleri (a) 75-1, (b) 75-2 ve (c) 75-3

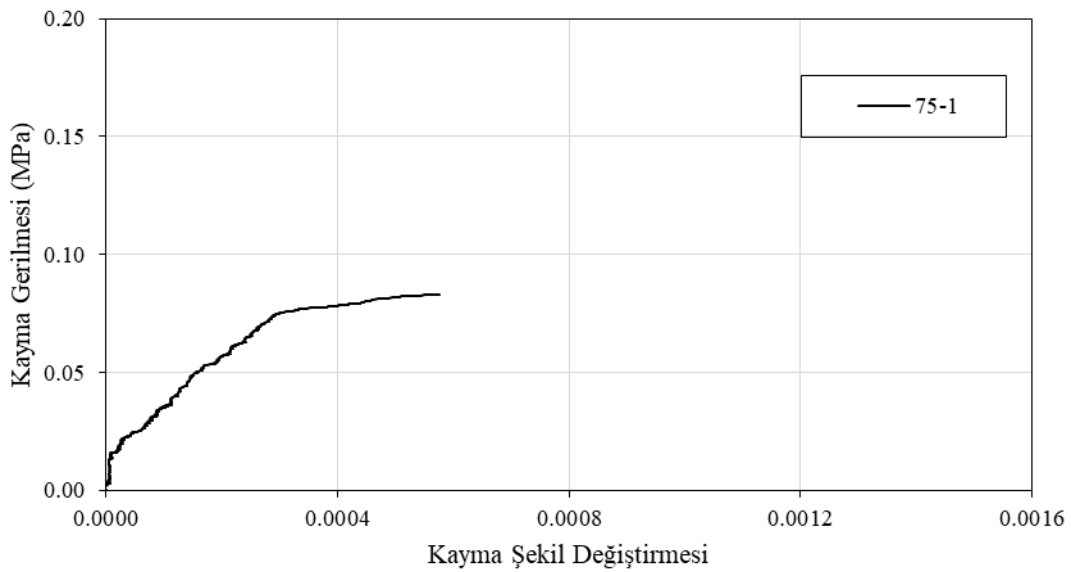


Şekil 5.12. 75x75 cm'lik kırılan duvar numunelerinin yükleme sonrası görünüşleri (a) 50-1, (b) 50-2 ve (c) 50-3

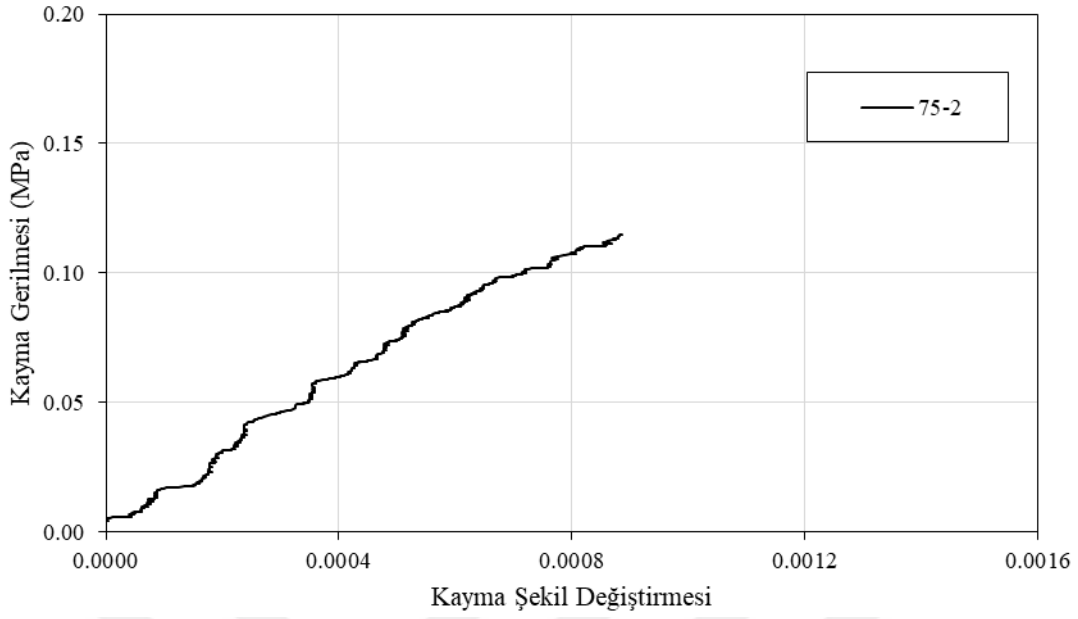
Çizelge 5.3. 75x75 cm boyutlu numunelerin kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri

Numune	Kırılma Yüğü (kN)	Kayma Dayanımı (MPa)
75 – 1	24,91	0,083
75 – 2	34,50	0,115
75 – 3	43,20	0,144
Ortalama	34,20	0,114

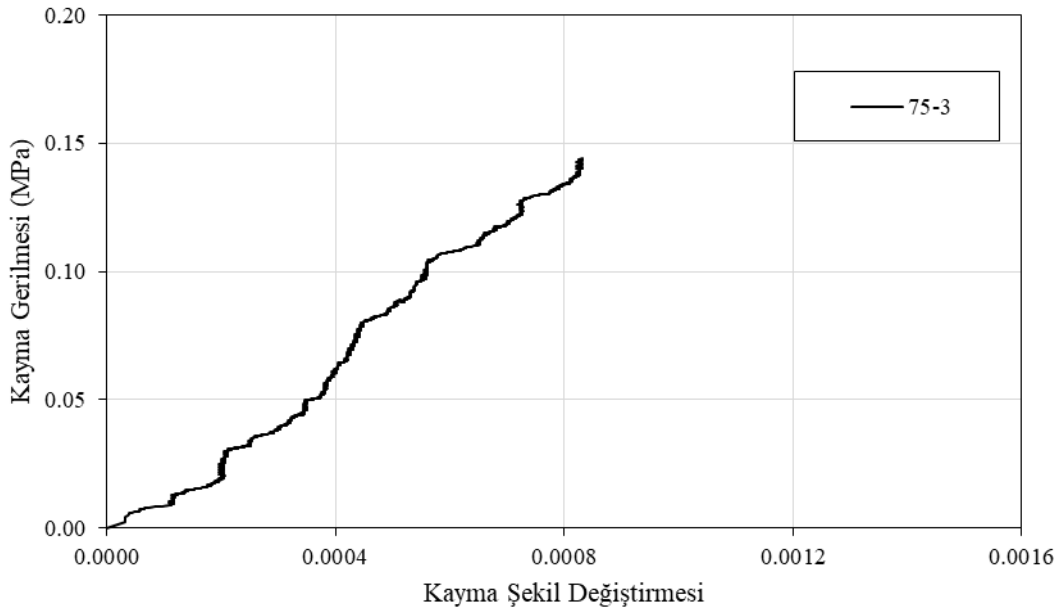
75x75 ölçüye sahip 3 numune değerlendirildiğinde ortalama kırılma yükü 34,20 kN ve ortalama kayma dayanımı ise 0.114 MPa olarak elde edilmiştir (Çizelge 5.3).



Şekil 5.13. 75-1 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği



Şekil 5.14. 75-2 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği



Şekil 5.15. 75-3 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği

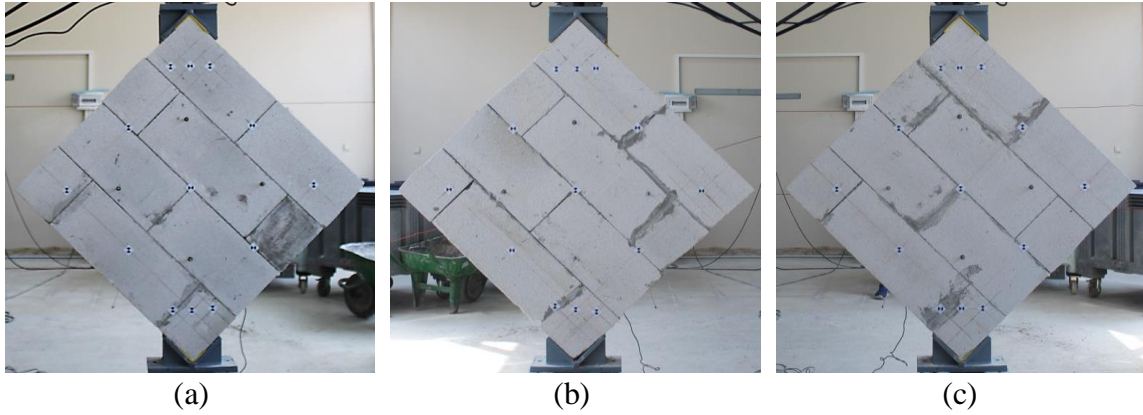
5.1.4. 100x100 cm'lik numuneler

Boyutları 100x100 cm olan duvar numuneleri üzerinde gerçekleştirilen diyagonal kayma deneyinin sonuçları bu kısımda verilmiştir. Çizelge 5.4'te numuneye ait kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri verilmiştir. Şekil 5.16'de deney düzeneğine yerleştirilmiş 3 numunenin görselleri verilmiştir.

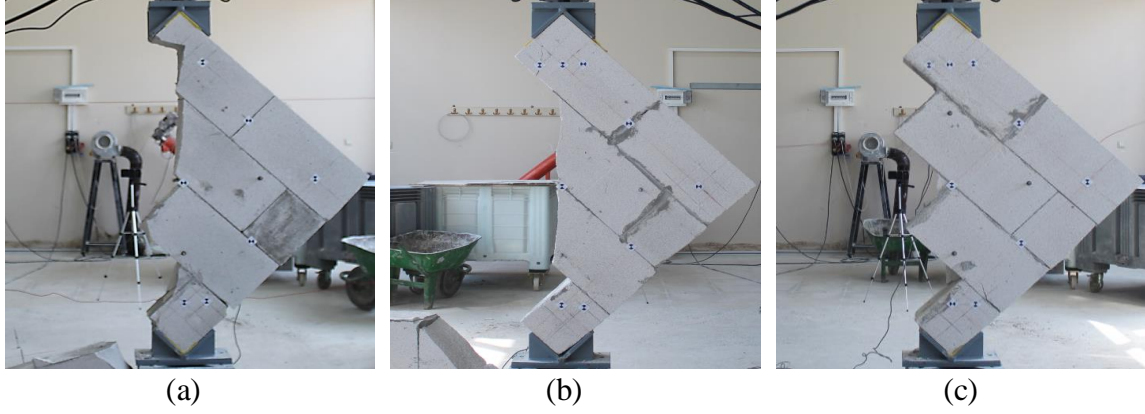
100 cm'lik birinci duvar numunesi (100-1) 33,17 kN yükte kırılmıştır. ASTM E519 [17] Eş. 4.1'e göre hesaplanan kayma dayanımı 0,083 MPa olarak elde edilmiştir. Numunenin kırılma mekanizması incelendiğinde orta diyagonal kısımdan gazbeton bloklarının kırıldığı ve numunenin yatay ve dikey derzlerden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 5.17a). LPDT'lerden elde edilen yer değiştirme değerleri ile hesaplanan kayma şekil değiştirme ve kayma gerilmesi eğrisi Şekil 5.18'de sunulmaktadır.

100 cm'lik ikinci numune (100-2) 41,02 kN yükte kırılmıştır. Eş. 4.1 ile hesaplanan kayma dayanımı 0,103 MPa olarak elde edilmiştir. Numunenin kırılma mekanizması incelendiğinde orta diyagonal kısımdan hasar aldığı görülmüştür (Şekil 5.17b). LPDT'lerden elde edilen yer değiştirme değerleri ile hesaplanan kayma şekil değiştirme ve kayma gerilmesi eğrisi Şekil 5.19'da sunulmaktadır.

100 cm'lik üçüncü numune (100-3) 26,40 kN yükte kırılmıştır. Eş. 4.1 ile hesaplanan kayma dayanımı 0,066 MPa olarak elde edilmiştir. Numunenin kırılma mekanizması incelendiğinde, orta diyagonal kısımdaki yatay ve düşey derzlerden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 5.17c). LPDT okumalarından elde edilen yer değiştirme değerleri ile kayma gerilmesi ve kayma şekil değiştirme eğrisi Şekil 5.20'te sunulmaktadır.



Şekil 5.16. 100x100 cm'lik duvar numunelerinin yükleme öncesi görünüşleri (a) 100-1, (b) 100-2 ve (c) 100-3

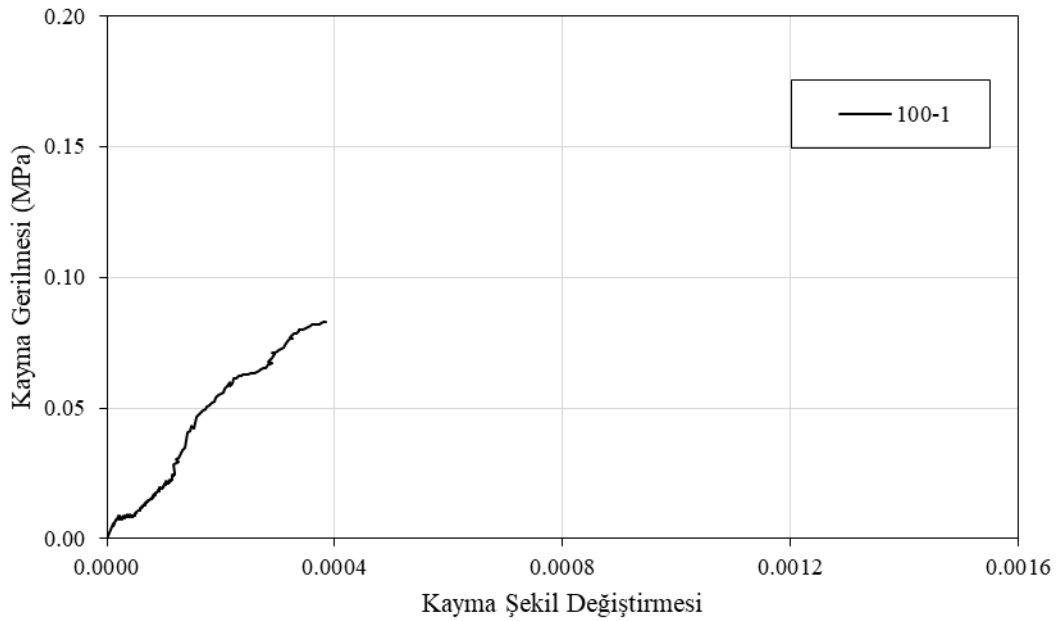


Şekil 5.17. 100x100 cm'lik kırılan duvar numunelerinin yükleme sonrası görünüşleri (a) 100-1, (b) 100-2 ve (c) 100-3

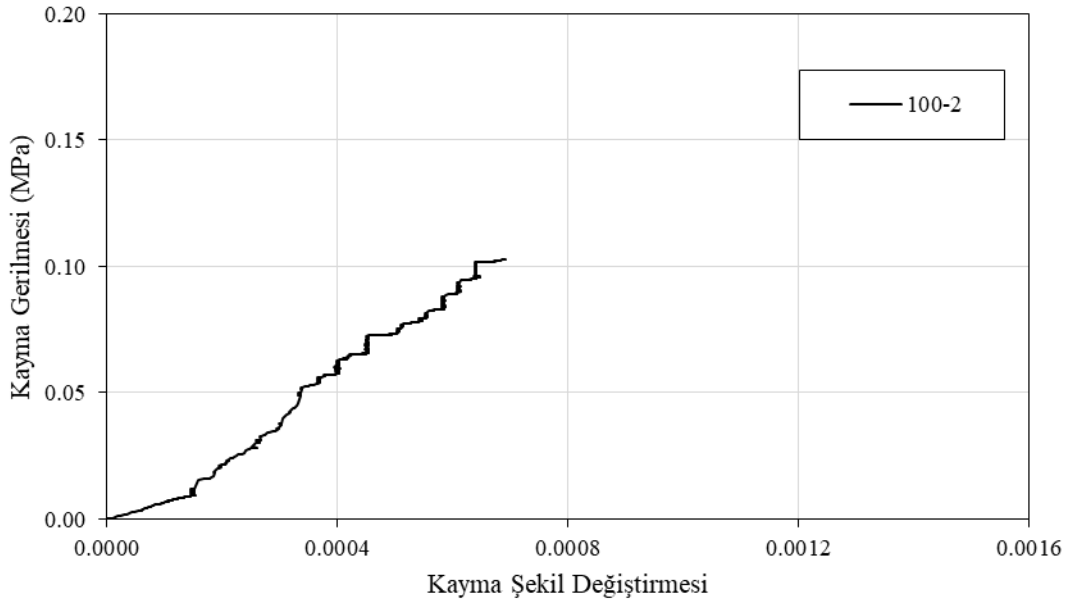
Çizelge 5.4. 100x100 cm boyutlu numunelerin kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri

Numune	Kırılma Yüğü (kN)	Kayma Dayanımı (MPa)
100 – 1	33,17	0,083
100 – 2	41,02	0,103
100 – 3	26,40	0,066
Ortalama	33,53	0,084

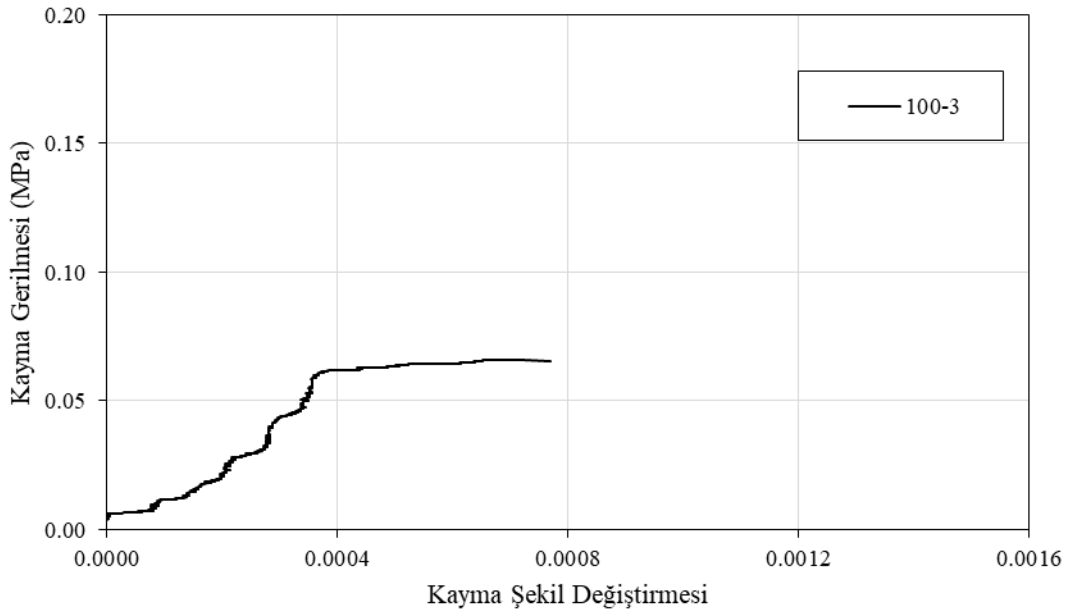
100x100 ölçüye sahip 3 numune değerlendirildiğinde ortalama kırılma yükü 33,53 kN ve ortalama kayma dayanımı 0.084 MPa olarak elde edilmiştir (Çizelge 5.4).



Şekil 5.18. 100-1 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği



Şekil 5.19. 100-2 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği



Şekil 5.20. 100-3 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği

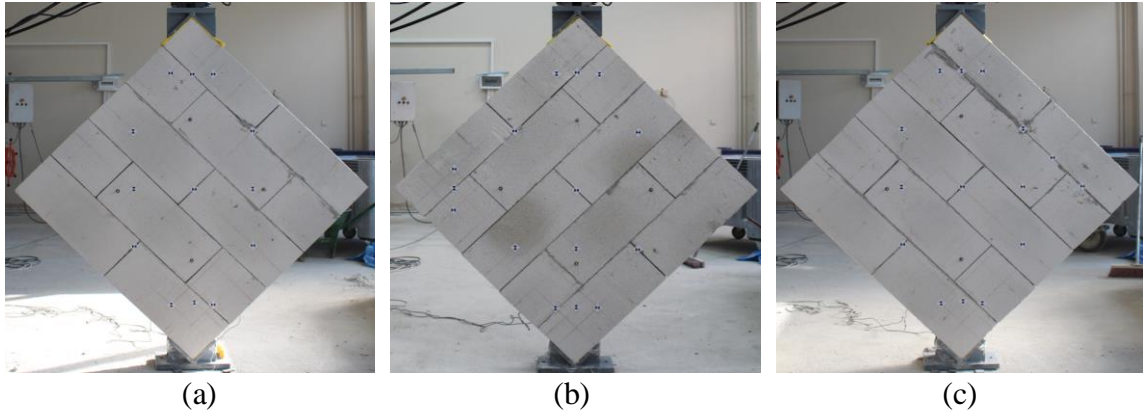
5.1.5. 120x120 cm'lik numuneler

Boyutları 120x120 cm olan duvar numuneleri üzerinde gerçekteştirilen diyagonal kayma deneyinin sonuçları bu kısımda verilmiştir. Çizelge 5.5'te numuneye ait kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri verilmiştir. Şekil 5.21'de deney düzeneğine yerleştirilmiş 3 numunenin görselleri verilmiştir.

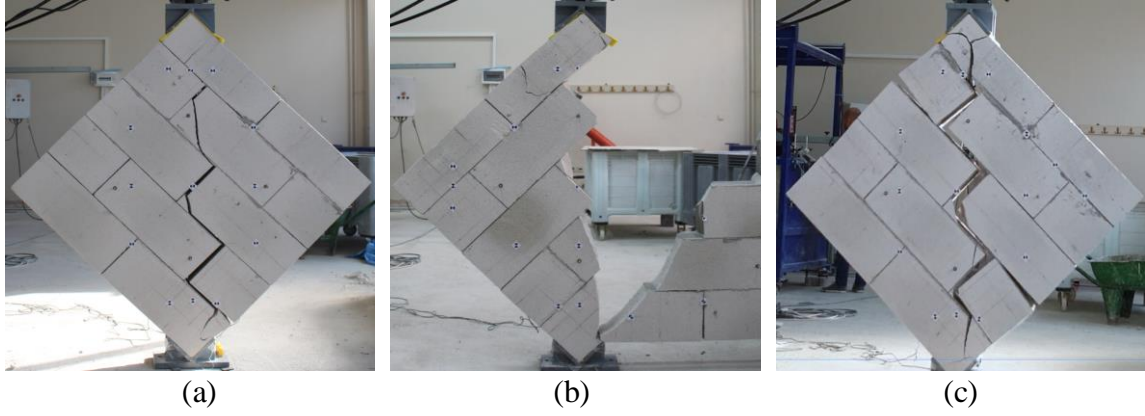
120 cm boyutuna sahip birinci duvar numunesi (120-1) 38,71 kN yükte kırılmıştır. ASTM E519 [17] Eş. 4.1'e göre hesaplanan kayma dayanımı 0,081 MPa olarak elde edilmiştir. Numunenin kırılma mekanizması incelendiğinde orta diyagonal kısımdan numunenin yatay ve düşey derzlerden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 5.22a). LPDT'lerden elde edilen yer değiştirme değerleri ile hesaplanan kayma şekil değiştirme ve kayma gerilmesi eğrisi Şekil 5.23'te sunulmaktadır.

120 cm'lik ikinci numune (120-2) 28,70 kN yükte kırılmıştır. Eş. 4.1 ile hesaplanan kayma dayanımı değeri ise 0,060 MPa olarak elde edilmiştir. Numunenin kırılma mekanizması incelendiğinde düşey ve yatay derzlerden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 5.22b). LPDT'lerden elde edilen yer değiştirme değerleri ile hesaplanan kayma şekil değiştirme ve kayma gerilmesi eğrisi Şekil 5.24'te sunulmaktadır.

120 cm'lik üçüncü numune (120-3) 24,53 kN yükte kırılmıştır. Eş. 4.1 ile hesaplanan kayma dayanımı 0,051 MPa olarak elde edilmiştir. Numunenin kırılma mekanizması incelendiğinde orta diyagonal kısımda numunenin derzlerden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 5.22c). LPDT okumalarından elde edilen yer değiştirme değerleri ile kayma gerilmesi ve kayma şekil değiştirme eğrisi Şekil 5.25'te sunulmaktadır.



Şekil 5.21. 120x120 cm'lik duvar numunelerinin yükleme öncesi görünüşleri (a) 120-1, (b) 120-2 ve (c) 120-3

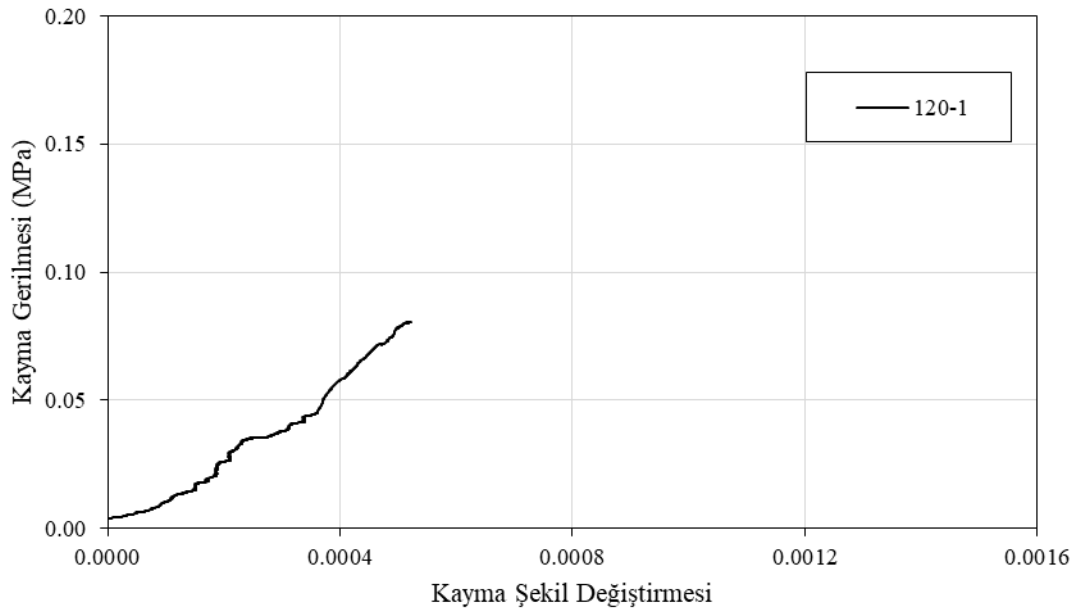


Şekil 5.22. 120x120 cm'lik kırılan duvar numunelerinin yükleme sonrası görünüşleri (a) 120-1, (b) 120-2 ve (c) 120-3

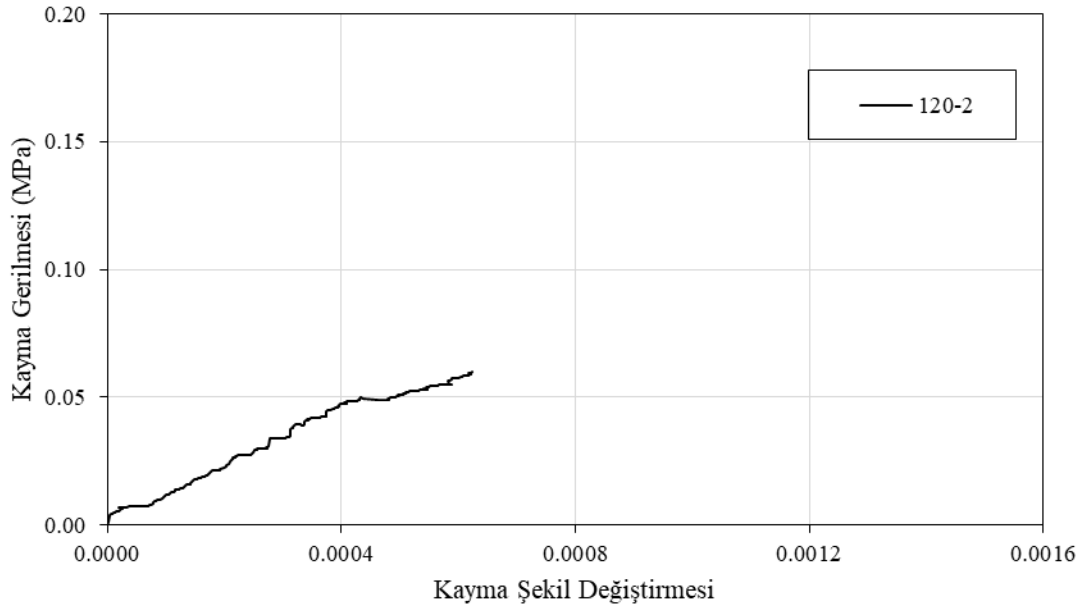
Çizelge 5.5. 120x120 cm boyutlu numunelerin kırılma yükü ve kayma dayanımı değerleri

Numune	Kırılma Yüğü (kN)	Kayma Dayanımı (MPa)
120 – 1	38,71	0,081
120 – 2	28,70	0,060
120 – 3	24,53	0,051
Ortalama	30,64	0,064

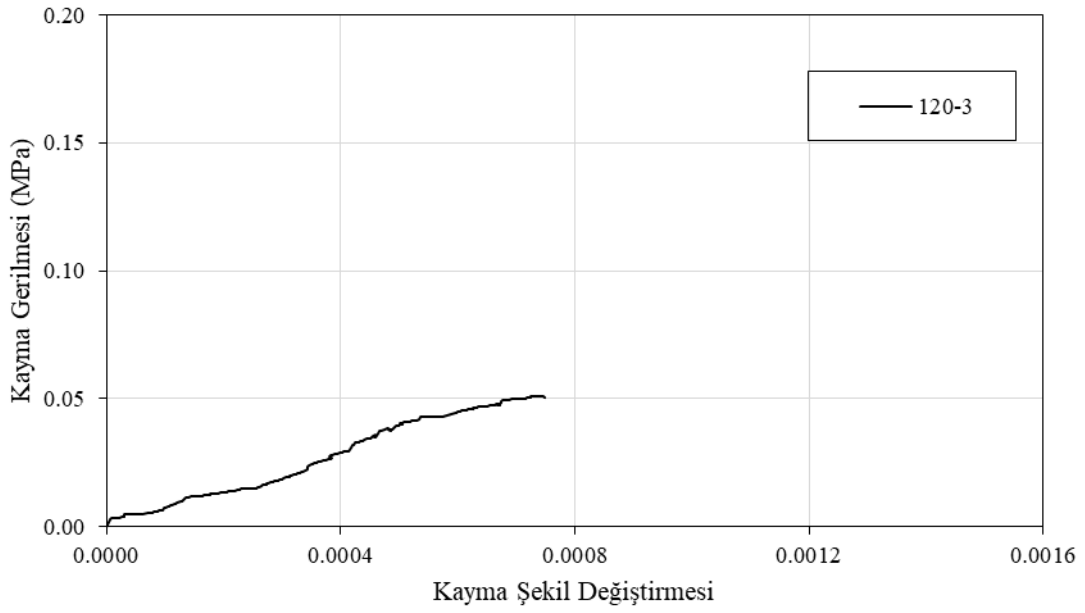
120x120 ölçüye sahip 3 numune değerlendirildiğinde ortalama kırılma yükü 30,64 kN ve ortalama kayma dayanımı 0,064 MPa olarak elde edilmektedir (Çizelge 5.5).



Şekil 5.23. 120-1 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği



Şekil 5.24. 120-2 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği



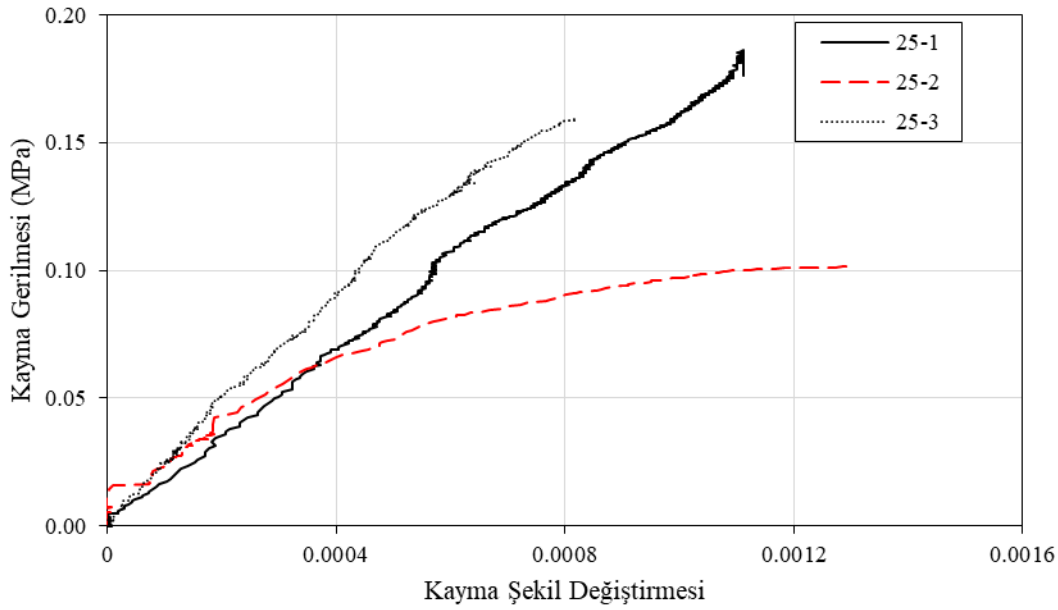
Şekil 5.25. 120-3 numunesinin kayma gerilmesi-şekil değiştirme grafiği

Üç numunenin de diyagonal yükleme hizasında derzlerden ayrılarak hasar aldığı görülmüştür.

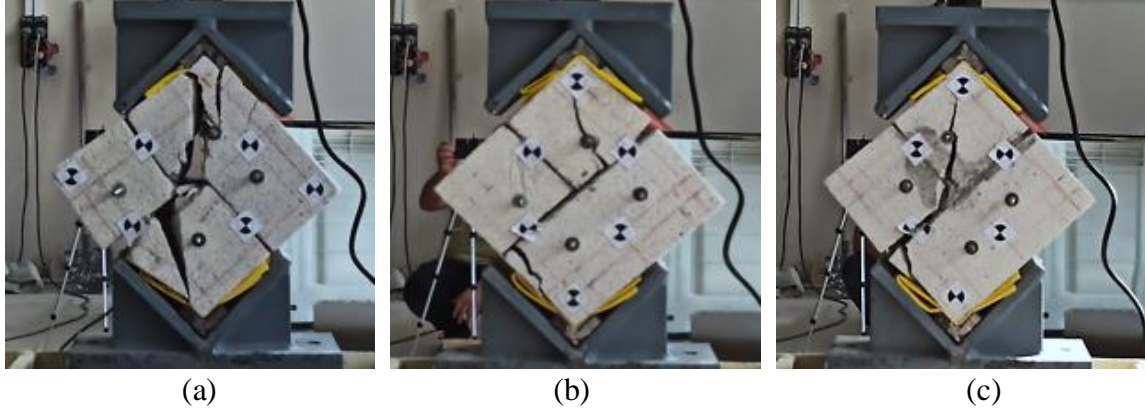
6. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRMESİ VE TARTIŞMA

6.1. Gerilme-Şekil Değişirme ve Hasar Davranışlarının Karşılaştırılması

Bu çalışmada gazbeton bloklar kullanılarak, 20 cm kalınlığında, 25 cm, 50 cm, 75 cm, 100 cm ve 120 cm kare numunelerin her birinden üçer adet üretilerek gruplar oluşturulmuş ve toplamda 15 adet numune üzerinde diyagonal kayma deneyi uygulanmıştır. Deneyler sırasında gruplardan alınan verilerle elde edilen gerilme-şekil değişirme eğrileri ve hasar görselleri Şekil 6.1-10'da sunulmuştur. Bu başlık altında, aynı boyuttaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değişirme davranışları ve hasar davranışları kendi aralarında kıyaslanarak elde edilen bulgular açıklanmıştır.

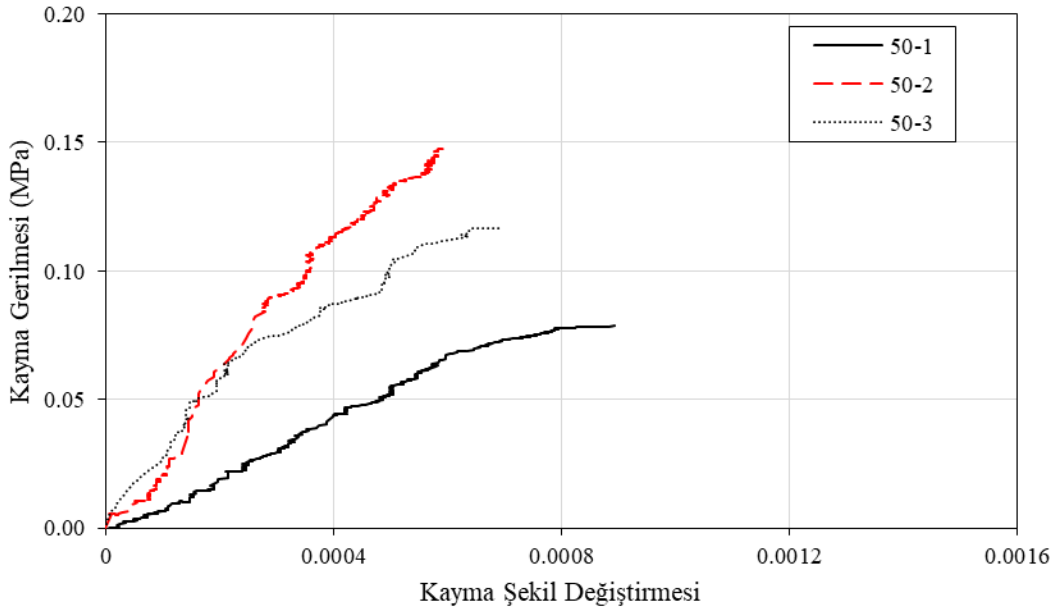


Şekil 6.1. 25x25 cm boyutlarındaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değişirme eğrilerinin karşılaştırılması

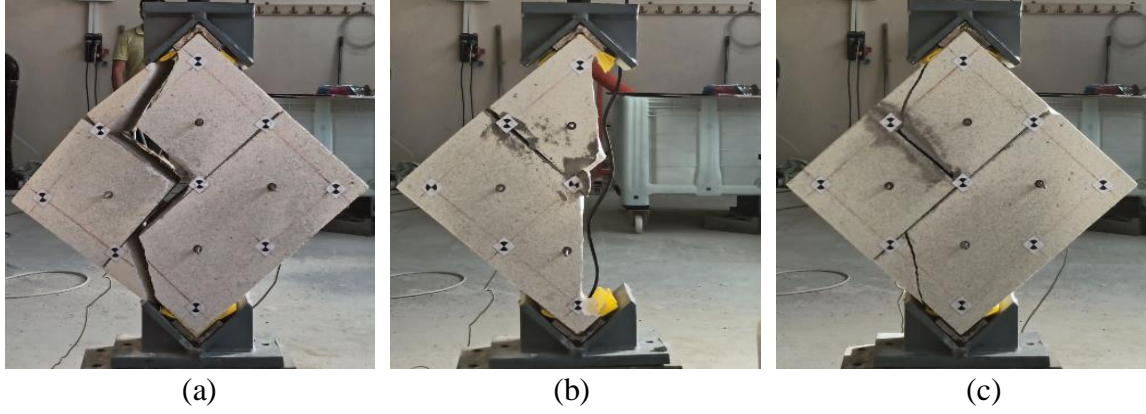


Şekil 6.2. 25x25 cm boyutlarındaki numunelerde oluşan hasarların karşılaştırılması (a) 25-1, (b) 25-2 ve (c) 25-3

Şekil 6.2 incelendiğinde 25'lik üç numunenin de gazbeton bloklarından kırılarak ve yatay derzlerden ayrılarak hasar aldığı görülmektedir. 25'lik numunelerin kayma gerilmesi ve şekil değiştirme grafiği (Şekil 6.1) incelendiğinde, daha çok gazbeton bloklarından diyagonal hasar alan 25-1 numunesi diğer numunelere göre daha fazla gerilme yükü taşımıştır. Derzlerden ayrılarak hasar alan 25-2 numunesi en fazla şekil değiştirme değerine ulaşırken, taşıdığı gerilme yükü diğer numunelerden daha azdır. Benzer şekilde hasar alan 25-1 ve 25-3 numuneleri birbirine yakın değerlerde kırılma yükü taşımışlardır.

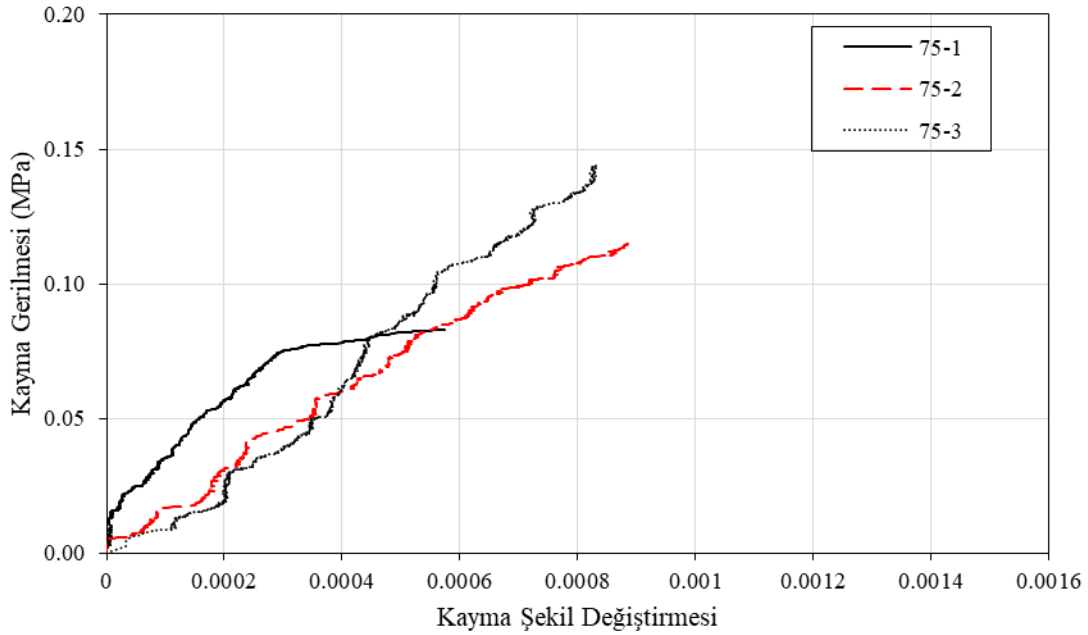


Şekil 6.3. 50x50 cm boyutlarındaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değiştirme eğrilerinin karşılaştırılması

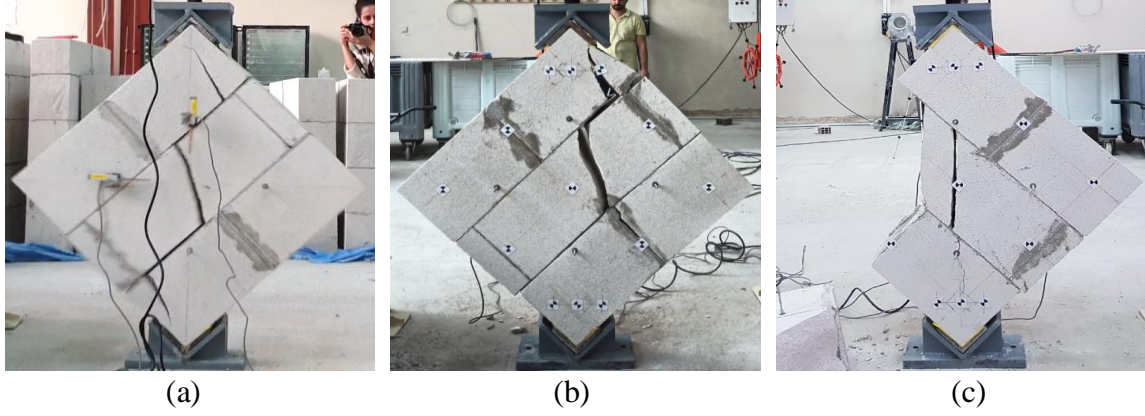


Şekil 6.4. 50x50 cm boyutlarındaki numunelerde oluşan hasarların karşılaştırılması (a) 50-1, (b) 50-2 ve (c) 50-3

50'lik numunelerin kayma gerilmesi ve şekil değiştirme grafiği Şekil 6.3'te, hasar görselleri verilmiştir. 50-2 numunesi gazbeton bloklarından yükleme doğrultusunda diyagonal kısımdan kırılarak hasar almıştır ve diğer numunelere göre daha fazla gerilme yükü taşımıştır. Derzlerden ayrılarak hasar alan 50-1 numunesi en fazla şekil değiştirme gösterirken, taşıdığı gerilme yükü diğer numunelerden daha azdır. 50-1 ve 50-3 numuneleri benzer şekilde düşey ve yatay derzlerden ayrılarak hasar almışlardır ve 50-2 numunesine göre daha az gerilme yükü taşımışlardır.

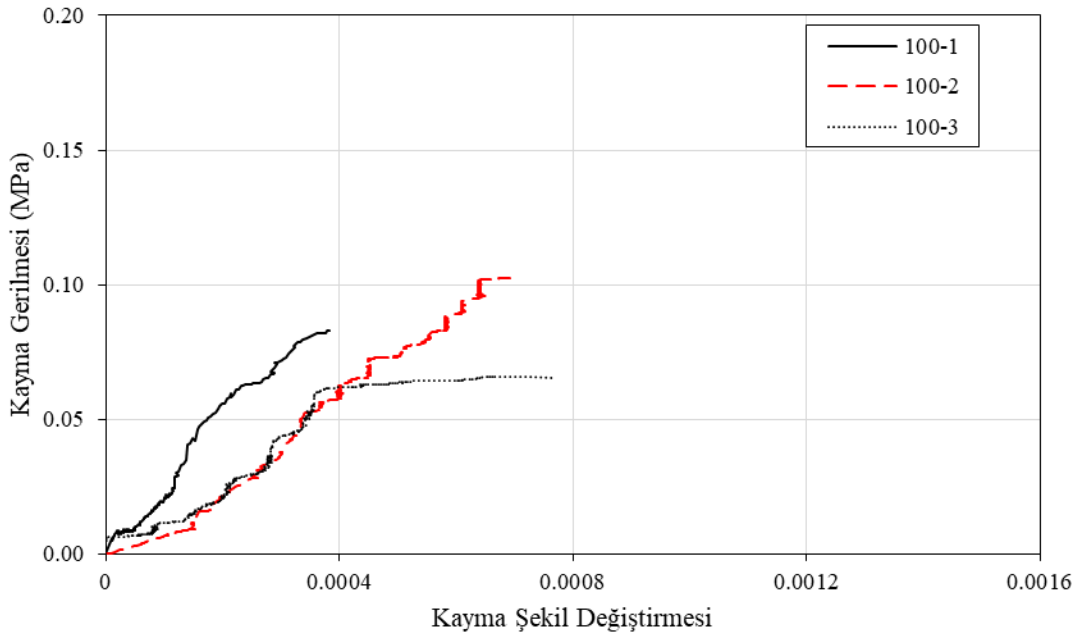


Şekil 6.5. 75x75 cm boyutlarındaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değiştirme eğrilerinin karşılaştırılması

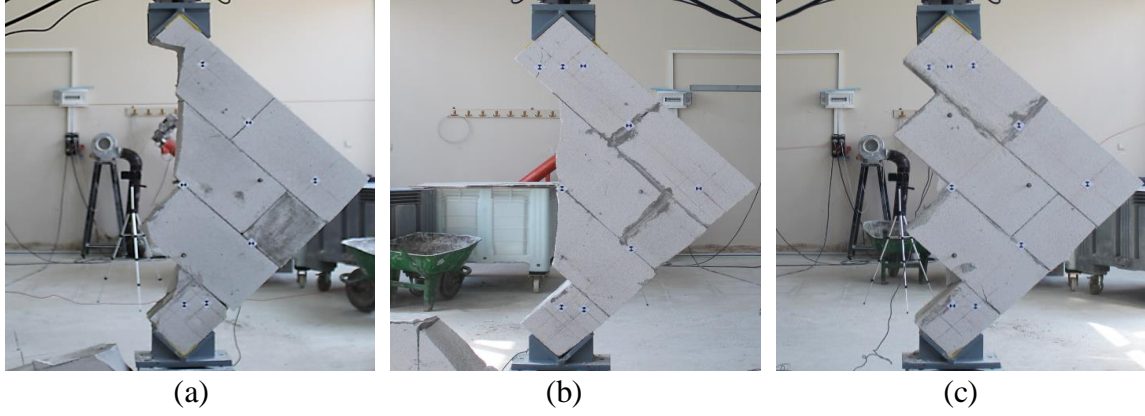


Şekil 6.6. 75x75 cm boyutlarındaki numunelerde oluşan hasarların karşılaştırılması (a) 75-1, (b) 75-2 ve (c) 75-3

75'lik üç numunenin de ağırlıklı olarak derzlerden ayrılarak hasar aldığı görülmüştür (Şekil 6.6). 75'lik numunelerin kayma gerilmesi ve şekil değiştirme grafiği (Şekil 6.5) incelendiğinde, 75-3 numunesi, 75-1 ve 75-2 numunelerine göre gerilme yükü ve şekil değiştirme miktarı daha fazladır. 75-1 ve 75-2 numuneleri, gazbeton blokların kırılmasıyla ve yatay derzlerin ayrılmasıyla hasar almışlardır. Şekil 6.5'e göre; 75 cm boyutundaki numunelerden 75-2 ve 75-3, yükleme boyunca yaklaşık olarak benzer bir davranış gösterdiği ve aniden göçtüğü anlaşılmaktadır. 75-1 numunesi ise yaklaşık 0,0003 değerindeki şekil değiştirmeye ulaştıktan sonra rijitliğini kaybederek neredeyse yatay seyir gerçekleştirmiştir.

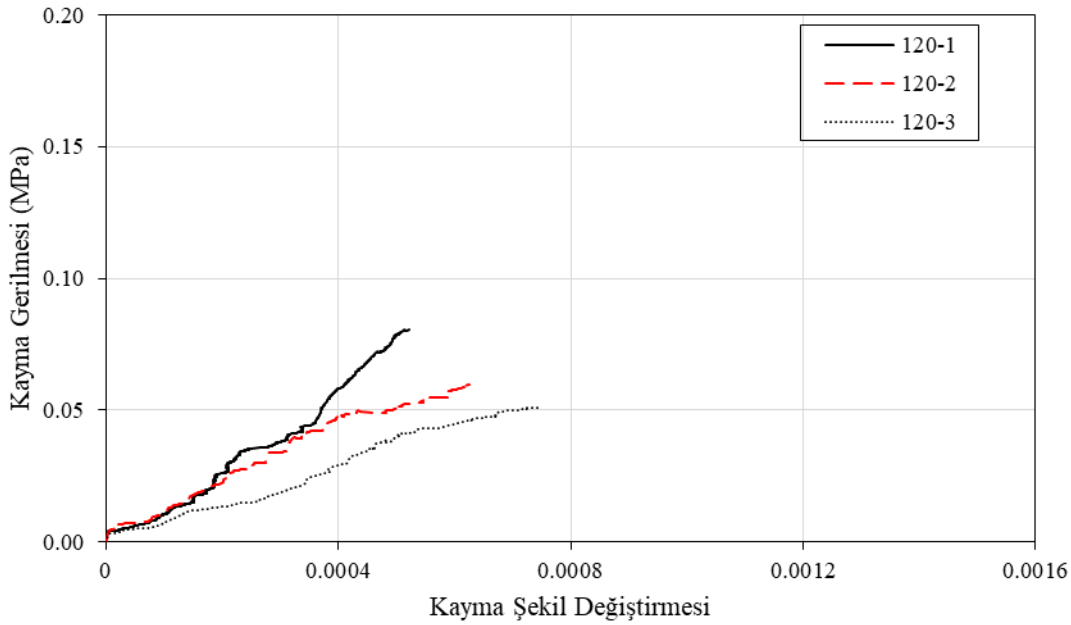


Şekil 6.7. 100x100 cm boyutlarındaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değiştirme eğrilerinin karşılaştırılması

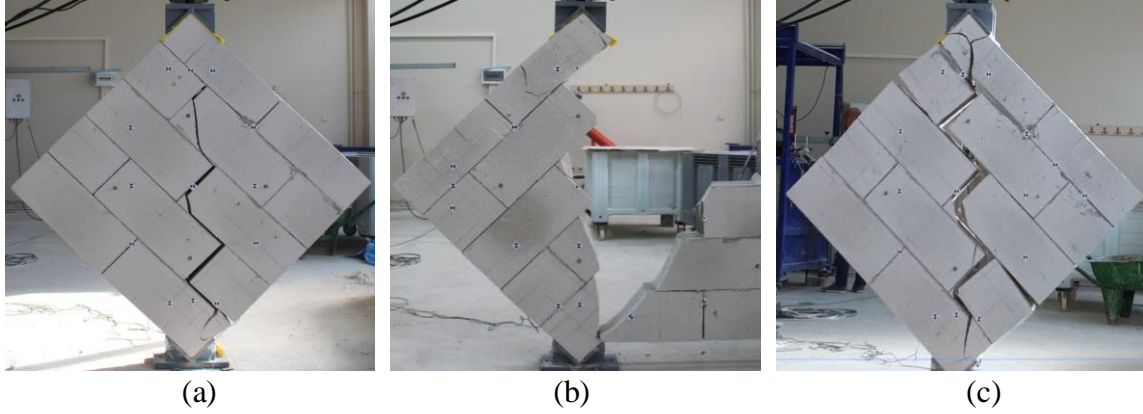


Şekil 6.8. 100x100 cm boyutlarındaki numunelerde oluşan hasarların karşılaştırılması (a) 100-1, (b) 100-2 ve (c) 100-3

100 cm boyutundaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değiştirme eğrileri Şekil 6.7’de görülmektedir. Genel olarak 100’lük numuneler birbirine benzer şekilde davranış göstermiştir. Numuneler yükleme hizasındaki yatay ve düşey derzlerden ayrılarak hasar almışlardır. 100-3 numunesi tamamen derzlerden ayrılırken, 100-1 ve 100-2 numunelerinde diyagonal doğrultuda gazbeton bloklarının kırıldığı görülmektedir (Şekil 6.8). Gazbeton bloklardan kırılarak hasar alan 100-2 numunesi en yüksek gerilme yükünü taşımıştır.



Şekil 6.9. 120x120 cm boyutlarındaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değiştirme eğrilerinin karşılaştırılması



Şekil 6.10. 120x120 cm boyutlarındaki numunelerde oluşan hasarların karşılaştırılması (a) 120-1, (b) 120-2 ve (c) 120-3

120 cm boyutundaki numunelerin kayma gerilmesi-şekil değiştirme eğrileri Şekil 6.9’da görülmektedir. 120-2 ve 120-3 numuneleri yakın yük değerlerinde göçerken, 120-1 numunesi nispeten rijit davranmış ve daha fazla yük almıştır. Şekil 6.10’daki hasar görselleri incelendiğinde tüm numunelerin birbirine benzer şekilde orta diyagonal kısımdaki derzlerden ayrılarak hasar aldıkları görülmektedir. 120-1 ve 120-2 numunelerinde gazbeton bloklarının da kırılarak hasar aldığı tespit edilmiştir.

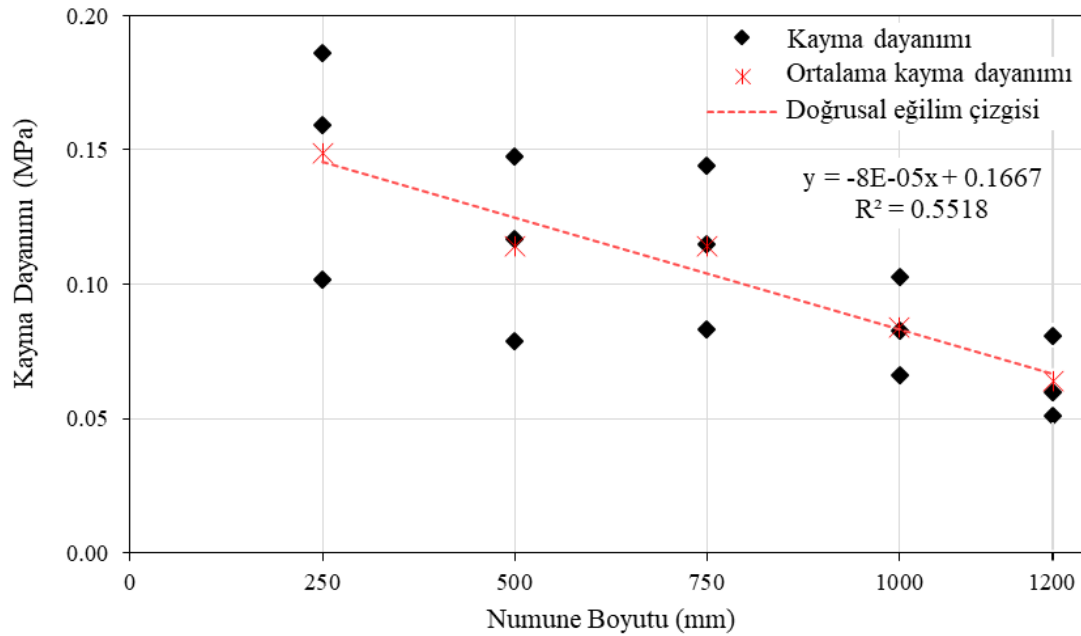
Tüm duvar numuneleri değerlendirildiğinde, aynı boyuttaki numunelerden bazılarında gazbeton kırılmaları baskın iken, bazılarında da derz ayrılmalarının baskın olmasının işçilik faktöründen kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum, numunelerden elde edilen kayma gerilmesi-şekil değiştirme davranışını da etkileyebileceğini söylemek mümkündür. Çünkü numunelerdeki hasarların oluştuğu yerler ve kayma gerilmesi-şekil değiştirme davranışları karşılaştırıldığında, gazbeton kırılmalarının baskın olduğu numunelerde göçmeler daha gevrek karakterde gerçekleşmiştir ve şekil değiştirme değerleri daha düşüktür.

6.2. Numune Boyutu ve Kayma Dayanımı İlişkisi

Deneylemlerden elde edilen kayma dayanımları ve karşılık gelen şekil değiştirme değerlerinin ortalamaları, numune boyutlarına göre Çizelge 6.1’de sunulmaktadır. Kayma dayanımı ile numune boyutu arasındaki ilişki, Şekil 6.11’de daha açık gösterilmektedir. Şekil 6.11’deki grafikte, her bir numunenin kayma dayanımı, her bir boyuttan elde edilen ortalama kayma dayanımı ve kayma dayanımlarına göre oluşturulan doğrusal eğilim, numune boyutlarına göre gösterilmektedir.

Çizelge 6.1. Numunelerin ortalama kayma dayanımı ve şekil değıştirme değeri

Numune	Ortalama Kayma Dayanımı (MPa)	Ortalama Kayma Şekil Değıştirmesi (%)
25 x 25	0.149	0.108%
50 x 50	0.114	0.073%
75 x 75	0.114	0.076%
100 x 100	0.084	0.058%
120 x 120	0.064	0.064%



Şekil 6.11. Kayma dayanımı ve numune boyutu ilişkisi

Şekil 6.11 incelendiğinde küçük boyutlu numunelerde daha yüksek kayma dayanımı elde edilirken, numune boyutu arttıkça kayma dayanımının azaldığı görülmektedir. 20 cm kalınlığındaki gazbeton duvar numunelerinin kullanıldığı bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara göre oluşturulan doğrusal eğilim çizgisinin denklemi Eş. 5.1’de gösterilmektedir. Eş. 5.1’de kayma dayanımı τ , numune boyutu ise D ile tanımlanmıştır.

$$\tau = -8.0 \times 10^{-5} \times D + 0.1667 \quad (5.1)$$

ASTM E519 [17]’da duvarların kayma dayanımını belirlemek için 120x120 cm boyutlarında numunelerin kullanılması zorunluluğu bulunmaktadır. Ancak, farklı değışkenlerin

incelendiği karşılaştırmalı çalışmalarda 120x120 cm'den daha küçük boyutlarda numunelerin kullanılmasına müsaade edilmiştir. Gazbeton duvar numune boyutunun kayma dayanımına etkisinin incelendiği bu çalışmada, 20 cm kalınlığında ve G2 sınıfı gazbeton kullanılarak üretilen daha küçük boyutlu duvar numunelerinden elde edilen kayma dayanımlarının 120x120 cm'lik numune dayanımına dönüştürmek için bu çalışmada, Eş. 5.2'nin sadeleştirilmesiyle elde edilen Eş. 5.3 önerilmiştir.

$$\tau_{120} = -8.0 \times 10^{-5} \times 1200 + \left(0.1667 + \tau_{test} - (-8.0 \times 10^{-5} \times D_{test} + 0.1667)\right) \quad (5.2)$$

$$\tau_{120} = \tau_{test} + (D_{test} - 1200) \times 8.0 \times 10^{-5} \quad (5.3)$$

Eş. 5.2'de elde edilmek istenen 120x120 cm boyutlarına göre kayma dayanımı τ_{120} ile tanımlanmıştır. D_{test} ve τ_{test} parametreleri sırasıyla, 120x120 cm'den küçük olan mm cinsinden numune boyutu ve bu numuneden elde edilmiş MPa cinsinden kayma dayanımını ifade etmektedir.

Bu işlemin temelinde, kayma dayanımı-numune boyutu ilişkisinin doğrusal eğiminin sabit olduğu varsayılmıştır. Bu varsayım ile, kayma dayanımı deneysel olarak elde edilmiş bir gazbeton duvar numunesi için, Eş. 5.1'deki sabit sayı olan 0,1667 yeniden belirlenerek 120x120 cm'lik kayma dayanımı yaklaşık olarak elde edilmektedir.

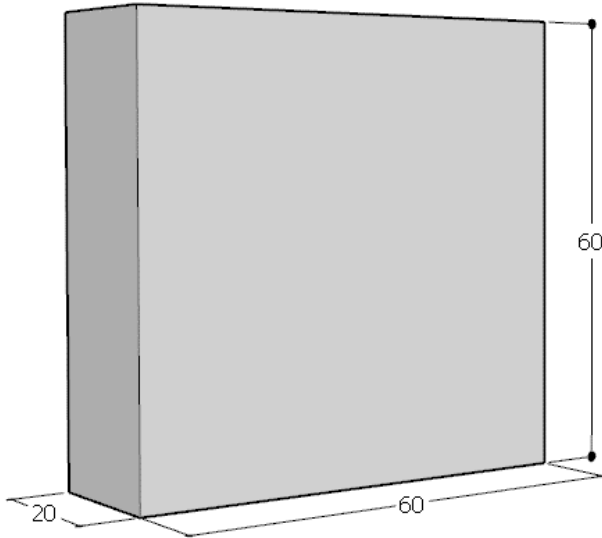
Öncelikle D_{test} boyutundaki numunenin Eş. 5.1'e göre kayma dayanımı hesaplanmaktadır. Hâlihazırda deneysel olarak elde edilmiş olan kayma dayanımı τ_{test} değerinden, D_{test} boyutu için Eş. 5.1'e göre hesaplanan kayma dayanımı çıkarılmaktadır. Bu işlem ile 120 cm'den küçük bir numunenin kayma dayanımı-numune boyutu ilişkisinin sabitini elde etmek üzere 0,1667'e eklenecek değer bulunmaktadır. Yani Eş. 5.1'deki doğru denklemi, dayanımı mevcut olan bir numuneye göre yeniden şekillendirilerek Eş. 5.2 elde edilmiştir. Eş. 5.2'nin sadeleştirilmesiyle Eş. 5.3 elde edilmektedir.

Hâlihazırda kayma dayanımı (τ_{test}) ve boyutu (D_{test}) bilinen 120x120 cm'den küçük bir numunenin, 120 cm'lik boyuta göre kayma dayanımı Eş. 5.3 ile yaklaşık olarak elde edilebileceği düşünülmektedir.

6.3. Önerilen Denklemin Bir Örnekle Uygulanması

Bu tez kapsamında yapılan deneysel çalışma numune boyutu-kayma dayanımı arasındaki ilişki araştırılmış ve çalışma sonunda daha küçük boyutlu numune kullanan araştırmacılar için; kullandıkları küçük boyutlu numunenin kayma dayanımını ASTM E519 [17] standardına uygun olan 120x120 cm'lik numunenin kayma dayanımı değerine dönüştürülebilmesi için Eşitlik 5.3 önerilmiştir. Çalışmanın bu kısmında, sunduğumuz eşitlik bir örnek üzerinde uygulanmıştır.

Bir araştırmacı yapacağı deneysel çalışma için, G2 sınıfı 60x25x20 boyutundaki gazbeton blokları ile, 60x60x20 cm boyutlarında duvar numunesi ürettiği ve ASTM E519 [17] standardına uygun olarak duvar numuneleri üzerinde diyagonal kayma deneyi gerçekleştirdiği düşünülmüştür. Şekil 6.12'de araştırmacının duvar numunesi boyutları verilmiştir.



Şekil 6.12. Bir araştırmacının örnek duvar numunesinin boyutları

Araştırmacı yaptığı diyagonal kayma deneyi sonucunda, duvar kayma dayanımını 0.15 MPa olarak elde etmiş olduğu ve standardın belirlediği boyutlardan daha küçük numune boyutu tercih eden araştırmacı, duvar kayma dayanımını 120'lik numuneye dönüştürmek istediği varsayılmıştır.

Burada;

$\tau_{test} = 0.15$ MPa (Araştırmacının 60x60x20 cm'lik numuneden elde ettiği kayma dayanımı)

$D_{test} = 600$ mm (Araştırmacının kullandığı numune boyutunun bir kenar ölçüsü)

$\tau_{120} = ?$ (Araştırmacının 120'lik numune için aradığı kayma dayanımı değerı)'dir.

Varsayılan bu veriler, bu tez çalışması sonucunda önerilen Eş. 5.3 kullanılarak standarda uygun numune boyutu için kayma dayanımı değerine dönüştürölmek istenirse;

$$\tau_{120} = \tau_{test} + (D_{test} - 1200) \times 8.0 \times 10^{-5}$$

$$\tau_{120} = 0.15 + (600 - 1200) \times 8.0 \times 10^{-5}$$

$\tau_{120} = 0.102$ MPa olarak elde edilmiş olacaktır.

Varsayılan bu örneğe göre 60x60x20 boyutlarında gazbeton kullanarak duvar numunesi üretmiş ve ASTM E519 [17]'a uygun diyagonal kayma testine tabi tutmuş bir araştırmacı, test ettiği duvar numunesinin kayma dayanımı değerini 120x120 cm'lik numunenin kayma dayanımı değerine dönüştürmek isterse, bu tez çalışması sonucunda önerilen Eş. 5.3 ile kayma dayanımı değerini 0.102 MPa olarak elde edecektir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

ASTM E519'a göre diyagonal kayma deney numunesinin boyutunun 120x120 cm olması gerekliliğine karşın, literatürde daha küçük boyutlu numunelerin kullanılmasına ve bu numunelerden elde edilen diyagonal kayma değerinin araştırmalarda direkt kullanılmasına sıklıkla karşılaşılması, bu çalışmanın motivasyon kaynağı olmuştur. Maliyet, işçilik, kolaylık ve laboratuvar imkânları gibi çeşitli gerekçelerle standartta belirtilen boyutlardan daha küçük numunelerin deneylerde kullanılmasının, diyagonal kayma değerini etkileyip/etkilemediği araştırılmıştır.

Bu çalışmada, 60x25x20 cm ölçülerindeki G2 sınıfı gazbeton blokları kullanılarak, 20 cm kalınlığında 25x25 cm, 50x50 cm, 75x75 cm, 100x100 cm ve 120x120 cm olmak üzere 5 farklı boyutta kare duvar numuneleri üretilmiş ve diyagonal kayma dayanımları elde edilmiştir. ASTM E519 deney prosedüründe belirtilen yöntem uygulanarak kayma dayanımı-numune boyutu ilişkisi incelenmiştir.

Bu çalışmada uygulanan deneysel çalışma sonucu elde edilen tespitler aşağıda özetlenmiştir;

- İşçilik faktörünün kırılma türünü etkileyerek kayma gerilmesi-şekil değiştirme davranışında etkili olduğu görülmüştür.
- Numune boyutu arttıkça kayma dayanımının azaldığı gözlemlenmiştir.
- Numune boyutu arttıkça, duvarların kayma dayanımı değerleri birbirine daha yakın sonuçlar vermiştir.
- ASTM E519 [17] standardında verilen eşitliklerin küçük boyutlu numuneler için doğru sonucu vermediği ve duvarların diyagonal kayma dayanımının hatalı tahmin edilmesine yol açabileceği görülmüştür.

Literatür çalışmaları da boyut etkisinin değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir. Bu çalışmada kullanılan gazbeton duvar deneylerinden elde edilen sonuçlar ile, benzer çalışmalarda kullanılabilecek küçük boyutlu numunelerin kayma dayanımlarının, ASTM E519'da belirtilen 120 cm'lik numune boyutlarındaki karşılığının elde edilebileceği bir grafik ve bağıntı önerilmiştir.

Ayrıca bu çalışmada, deneysel olarak elde edilen kayma gerilme-şekil değiştirme davranışlarının, hasar biçimlerinden nasıl etkilendiği konusundaki değerlendirmeler de sunulmuştur. Ancak, yapıştırıcı etkisinin ayrıca araştırılması yararlı olacaktır.

Bu çalışmadaki diyagonal kayma deneylerinde, gazbeton sınıfı (G2), gazbeton dayanımı (2,5 MPa), yapıştırıcı (harç) dayanımı ve duvar kalınlığı sabit tutulmuş, deneyler sıvasız numunelerle gerçekleştirilmiştir. Gazbeton dolgu duvarların tümü için geçerli sonuçlar elde edilebilmesi için, boyut etkisinin, gazbeton sınıfları, harç dayanımı ve kalınlığı, sıva dayanımı ve kalınlığı çeşitlendirilerek incelenmesi önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- 1 Korkmaz, K.A., Demir, F., Sivri, M. (2007). Earthquake assessment of R/C structures with masonry infill walls. *International Journal of Science & Technology*, 2, 155–164.
- 2 Pujol, S., Fick, D. (2010). The test of a full-scale three-story RC structure with masonry infill walls. *Engineering Structures*, 32, 3112–3121. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2010.05.030>.
- 3 Rajeeva, P., Tesfamariam, S. (2012). Seismic fragilities for reinforced concrete buildings with consideration of irregularities, *Structural Safety*, 39,1–13.
- 4 Dolšek, M., Fajfar, P. (2008). The effect of masonry infills on the seismic response of a four-storey reinforced concrete frame - a deterministic assessment. *Engineering Structures*, 30, 1991–2001. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2008.01.001>.
- 5 Fiore, A., Netti, A., Monaco, P. (2012). The influence of masonry infill on the seismic behaviour of RC frame buildings. *Engineering Structures*, 44, 133–145. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2012.05.023>.
- 6 Goutam, M., Tesfamariam, S. (2014). Effects of vertical irregularity and thickness of unreinforced masonry infill on the robustness of RC framed buildings. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 43, 205–223. <https://doi.org/10.1002/eqe>.
- 7 Wijaya, H., Rajeev, P., Gad, E., Amirsardari, A. (2020). Effect of Infill-Wall Material Types and Modeling Techniques on the Seismic Response of Reinforced Concrete Buildings. *Natural Hazards Review*, 21, 04020031. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)nh.1527-6996.0000395](https://doi.org/10.1061/(asce)nh.1527-6996.0000395).
- 8 Binici, B., Canbay, E., Aldemir, A., Demirel, I. O., Uzgan, U., Eryurtlu, Z., Bulbul, K., Yakut, A. (2019). Seismic behavior and improvement of autoclaved aerated concrete infill walls. *Engineering Structures*, 193, 68–81. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.05.032>.
- 9 Kasapgil, S. M., Binici, B., Canbay, E. (2021). Seismic behavior of AAC infill walls insulated with cementitious lightweight panels in reinforced concrete frames. *Engineering Structures*, 248, 113215. <https://doi.org/10.1016/J.ENGSTRUCT.2021.113215>.
- 10 Wang, F., Zhao, K., Zhang, J., Yan, K. (2021). Influence of Different Types of Infill Walls on the Hysteretic Performance of Reinforced Concrete Frames. *Buildings*, 11(7), 310. <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS11070310>.
- 11 Benavent-Climent, A., Ramírez-Márquez, A., Pujol, S. (2018). Seismic strengthening of low-rise reinforced concrete frame structures with masonry infill walls: Shaking-table test. *Engineering Structures*, 165, 142–151. <https://doi.org/10.1016/J.ENGSTRUCT.2018.03.026>.

- 12 Perrone, D., Leone, M., Aiello, M. A. (2016). Evaluation of the infill influence on the elastic period of existing RC frames. *Engineering Structures*, 123, 419–433. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2016.05.050>.
- 13 Alecci, V., Fagone, M., Rotunno, T., De Stefano, M. (2013). Shear strength of brick masonry walls assembled with different types of mortar. *Construction and Building Materials*, 40, 1038–1045. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.11.107>.
- 14 Ferretti, D., Michelini, E., Rosati, G. (2015). Mechanical characterization of autoclaved aerated concrete masonry subjected to in-plane loading: Experimental investigation and FE modeling. *Construction and Building Materials*, 98, 353–365. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.121>.
- 15 Basha, S. H., Kaushik, H. B. (2015). Evaluation of Nonlinear Material Properties of Fly Ash Brick Masonry under Compression and Shear. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 27, 04014227. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0001188](https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0001188).
- 16 Mehrabi, A. B., Benson Shing, P., Schuller, M. P., Noland, J. L. (1996). Experimental Evaluation of Masonry-Infilled RC Frames. *Journal of Structural Engineering*, 122, 228–237. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9445\(1996\)122:3\(228\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9445(1996)122:3(228)).
- 17 ASTM (2002) E519/E519M-15, Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages, ASTM International, West Conshohocken. https://doi.org/https://doi.org/10.1520/E0519_E0519M-15.
- 18 Segura, J., Pelà, L., Saloustros, S., Roca, P. (2021). Experimental and numerical insights on the diagonal compression test for the shear characterisation of masonry. *Construction and Building Materials*, 287 122964. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2021.122964>.
- 19 Ghanem, G., Sheirf, A., Honsy, H. (1994). Suggested Modifications to the Diagonal Tension Test Calculation for Masonry Assemblages. *10th International Brick/Block Masonry Conference*. Calgary, 1325–1334.
- 20 Dündar, B. (2013). Farklı duvar ve harç malzemeleri ile üretilen duvarların mekanik özelliklerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi.
- 21 Büyükkaragöz, A., Sevil, N., Koprman, Y. (2019). Gazbeton malzemesinden üretilmiş duvarların çelik lifli beton panellerle güçlendirilmesi: deneysel çalışma. *Politeknik Dergisi*, 22, 335–340. <https://doi.org/10.2339/politeknik.389644>.
- 22 Maraş, M. M. (2019). Geogrid geopolimer panellerle güçlendirilmiş yığma duvarların yapısal davranışının incelenmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- 23 Özmen, R. E. (2018). Tuğla Duvarların Çelik Levha/Şerit Kullanılarak Kesme Davranışının İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi.
- 24 Rosti, A., Penna, A., Rota, M., Magenes, G. (2016). In-plane cyclic response of low-density AAC URM walls. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*. 49, 4785–4798. <https://doi.org/10.1617/s11527-016-0825-5>.

- 25 Ismail, N., El-Maaddawy, T., Najmal, A., Khattak, N. (2018). Experimental in-plane performance of insulated concrete and brick masonry wall panels retrofitted using polymer composites. *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*, 51, 85–91. <https://doi.org/10.5459/bnzsee.51.2.85-91>.
- 26 Kanchidurai, S., Krishanan, P. A., Baskar, K., Mohan, K. S. R. (2019). Strength characteristic of novel mesh embedment technique for new brick construction with least expensive material. *Engineering Structures*, 178, 484–492 <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.10.062>.
- 27 Galman, I. (2016). Comparison of the Effectiveness of Superficial Strengthening of Masonry with Two Types of GFRP Reinforcement. *Procedia Engineering*, 161, 875–880. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2016.08.737>.
- 28 Kubica, J., Galman, I. (2017). Comparison of Two Ways of AAC Block Masonry Strengthening Using CFRP Strips - Diagonal Compression Test. *Procedia Engineering*, 193, 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.184>.
- 29 Silva, L. M., Vasconcelos, G., Lourenço, P. B. (2021). Innovative systems for earthquake-resistant masonry infill walls: Characterization of materials and masonry assemblages. *Journal of Building Engineering*, 39, 102195. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2021.102195>.
- 30 Perez Gavilan, J. J., Flores, L. E., Alcocera, S. M. (2015). An experimental study of confined masonry walls with varying aspect ratio. *Earthquake Spectra*, 31, 945–968.
- 31 Yardım, Y., Lalaj, O., (2016). Shear strengthening of unreinforced masonry wall with different fiber reinforced mortar jacketing. *Construction and Building Materials*, 102, 149–154.
- 32 Yılmaz, E. (2010). Boşluklu tuğla ile örülmüş yığma duvarların LP kompozitler ile güçlendirilmesi ve davranışta boyut etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- 33 Petry, S., Beyer, K. (2014). Scaling unreinforced masonry for reduced-scale seismic testing. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 12, 2557–2581. <https://doi.org/10.1007/s10518-014-9605-1>.
- 34 Asadzadeh, S. A., Mohammadi, M., Attari, N. K. A., Zareei, S. A. (2020). An Experimental Study on Finding Prequalified Connectors between the Wall and Steel Frame Infilled with Autoclave-Cured Aerated Concrete Blocks. *Journal of Earthquake Engineering*, 20, 1363–2469 <https://doi.org/10.1080/13632469.2020.1822231>.
- 35 Aydin, B. B., Binici, B., Hendriks, M. A. N., Tuncay, K. (2022). Lattice modeling and testing of aerated autoclaved concrete infilled frames. *Engineering Structures*, 251, 113467. <https://doi.org/10.1016/J.ENGSTRUCT.2021.113467>.
- 36 Penna, A., Mandirola, M., Rota, M., Magenes, G., (2015). Experimental assessment of the in-plane lateral capacity of autoclaved aerated concrete (AAC) masonry walls with flat-truss bed-joint reinforcement. *Construction and Building Materials*, 82, 155–166. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.02.057>.

- 37 Jasiński, R., Drobiec, Ł. (2016). Study of Autoclaved Aerated Concrete Masonry Walls with Horizontal Reinforcement under Compression and Shear. *Procedia Engineering*, 161, 918–924. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.758>.
- 38 Xu, C., Nehdi, M. L., Wang, K., Guo, Y. (2021). Experimental study on seismic behavior of novel AAC prefabricated panel walls. *Journal of Building Engineering*, 44, 103390. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2021.103390>.
- 39 Jasiński, R., Drobiec, Ł., (2016). Comparison Research of Bed Joints Construction and Bed Joints Reinforcement on Shear Parameters of AAC Masonry Walls. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 10, 1329–1343. <https://doi.org/10.17265/1934-7359/2016.12.004>.
- 40 ASTM (2014). C1019-16, Standard Test Method for Sampling and Testing Grout 1, ASTM International, West Conshohocken.



DİZİN

<hr/>		<hr/>		korelasyon	6
A		E		<hr/>	
ASTM	1	enerji tüketimi	1	L	
ASTM E519	1			LPDT	11
<hr/>		<hr/>		<hr/>	
B		G		N	
Basınç testi	15	gazbeton	2	numune	10
Betonarme çerçeve	1	gazbeton bloklar	39	Numune Boyutu	44
<hr/>		<hr/>		<hr/>	
Ç		H		Ö	
Çerçeve sistem	1	harç	50	Ölçüm düzeneği	21
		hasar	41		
<hr/>		<hr/>		<hr/>	
D		Hasar Davranışları	39	P	
davranış	42	İ		pabuç	12
Deney Düzeneği	19	imalat	8		
deplasman	10	<hr/>		Y	
Deplasman ölçer	11	K		yatay rijitlik	1
Derz	40	kayma gerilmesi	38	yatay uzama	22
diyagonal kayma dayanımı	2	Kayma modülü	22	Yığma taşıyıcı sistem	1
diyagonal kayma testi	1, 48	kayma mukavemeti	1	yük taşıma kapasitesi	1
dolgu duvar	1	kayma şekil değiştirmesi	22	Yükleme düzeneği	19
duvar	4	kırılma	42		
DUVAR DENEYLERİ	19				
düşey kısalma	22				



TEKNOVERSİTE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

