



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

**MURFOR İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ YIĞMA TUĞLA DUVARLARIN KAYMA
DAYANIMLARININ DENEYSEL İNCELENMESİ**

Ertuğrul UÇAR

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Kasım 2022**

MURFOR İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ YIĞMA TUĞLA DUVARLARIN KAYMA
DAYANIMLARININ DENEYSEL İNCELENMESİ

Ertuğrul UÇAR

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
Kasım 2022

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 ... ay ertelenmiştir.²

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

24 Kasım 2022

Ertuğrul UÇAR

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 ay 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/proje 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.

24 Kasım 2022

Ertuğrul UÇAR

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamın yürütölmesi sırasında desteğini esirgemeyen ve hayatımda yol gösteren Sayın Dr.Öğr.Üyesi Süleyman Kamil Akın'a ve kıymetli hocam Fatih Bahadır'a, yoğun çalıőmalarım sırasında sabır gösterdiği ve bu çalışmada katkıları olan eőim Aslı Uçar'a, sürekli çalıőmalarıma izin veren kızım Gökçe Melisa Uçar'a, çalıőmalarım sırasında motivasyon ve desteğini esirgemeyen arkadaşım Muhammet Boztaş'a, maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen babam Ramazan Uçar'a ve annem Hatice Uçar'a, malzeme desteği sağlayan Baysan Tuğla firmasına sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

24 Kasım 2022

Ertuğrul UÇAR

ÖZET

Ertuğrul UÇAR

Murfor ile güçlendirilmiş yığma tuğla duvarların kayma dayanımlarının deneysel
incelenmesi

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2022

Bu projede yığma binalarda kullanılan duvarların dayanıklılığını murfor kullanılarak artırılması amaçlanmıştır. Murfor iki paralel telin, birbirine sürekli zigzag bir tel ile kaynaklanarak birleştirilmesiyle oluşturulmuş bir prefabrik donatıdır. Murfor kullanımının avantajları; yığma binalarda hamal ve odaları birbirinden ayıran duvarları murfor kullanılarak yapının rijitliğinin artırılması ve ani gelişen göçme tehlikesini ortadan kaldırılması ve kat yüksekliği fazla olan binalarda murfor kullanılması çatlak oluşumunun engellenmesinde ve dayanıklılığının artırılmasında çok etkilidir. Projede bu amaçlara yer verilerek farklı şekillerde murfor uygulanmak istenmiştir.

Yapılan bu deneysel çalışmada uygulamayı özgün kılan murforun tuğla arası harç ile birlikte farklı şekillerde kullanılmasıdır. Bunlar ise, harç katmanlarına ortadan kesilmiş şekilde yerleştirilip örülen duvar modeli, tüm harç katmanlarına murfor kullanılarak örülen duvar modeli, z şeklinde yerleştirilip üstteki sıra ile alt sıradan geçerek örülen duvar modeli, kısa parça z şeklinde murfor yerleştirilip örülen duvar modeli, tüm duvar sistemini z şeklinde keserek örülen duvar modelleri kullanılarak basınç ve çekmeye karşı dayanıklılığı hesaplanacaktır.

Murfor kullanılmasında hedeflenen amaçlar devlete milli servet katması, can ve mal güvenilirliliğinin artması, tek katlı binalarda karkas binalardan vazgeçilip yığma binalar kullanılması ve bu sayede yapım maliyetinin düşürülmesidir.

Anahtar Kelimeler

murfor, yığma, maliyet, tuğla duvar

ABSTRACT

Ertuğrul UÇAR

Experimental investigation of shear strength of masonry brick walls reinforced with
murfor

Master's Thesis

Konya, 2022

In this project, the durability of the walls used in the masonry structure is determined by the usage range of murfor. Murfor is a prefabricated equipment formed by welding two parallel wires together with a continuous zigzag wire. Murfor authorizations; In the masonry building, the walls that separate the porters and the rooms from each other, the rigidity of the rooms of the murfor users and the buildings that eliminate the danger of sudden collapse and the use of murfor in the buildings with a lot of floor attackers fly a lot in the prevention of cracks and in the openings of the evacuation. In order to include these purposes in the project, it was desired to apply murfor in different ways.

What makes my project unique is the use of murfor together with brick mortar in different ways. These are the wall model placed on the mortar layers as cut in the middle and built, the wall model built using murfor on all the mortar layers, the wall model placed in a z-shape and the top row and the bottom row of paintings built, the wall model with the short piece z-shaped murfor placed and knitted, the whole wall system in the form of z. will calculate its resistance to pressure and tensile by using cut-through wall models.

The aim of Murfor is to add national wealth to the state, to use life and property reliability, to give up carcass buildings in single-storey buildings and to use masonry construction and to reduce the cost of these construction costs.

Keywords

murfor, masonry, cost, brick wall

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM	ii
ETİK BEYAN.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER DİZİNİ.....	xii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	6
3.1. Bireysel Elemanların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi	6
3.1.1. Düşey Delikli (Yığma) Tuğla Özellik Ve Basınç Dayanımı Deneyi	6
3.1.2. Murfor Özellik Ve Dayanımı.....	11
3.1.3. Kullanılan Harcın Basınç ve Eğilmede Çekme Dayanım Deneyi	13
3.2. Duvar Numunelerinin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi	16
3.2.1. Yığma Tuğla Normal Dizilim (YTND).....	17
3.2.2. Yığma Tuğla Dizilim-1 (YTD1).....	18
3.2.3. Yığma Tuğla Dizilim-2 (YTD2).....	19
3.2.4. Yığma Tuğla Dizilim-3 (YTD3).....	20
3.2.5. Yığma Tuğla Dizilim-4 (YTD4).....	21
3.2.6. Yığma Tuğla Dizilim-5 (YTD5).....	23
3.2.7. Diagonal Basınç Deney Düzeneği	24
4. YIĞMA TUĞLA DENEY SONUÇLARI	27
4.1. Yığma Tuğla Normal Dizilim (YTND) Deneyi	28
4.2. Yığma Tuğla Dizilim-1 (YTD1) Deneyi	30
4.3. Yığma Tuğla Dizilim-2 (YTD2) Deneyi	33
4.4. Yığma Tuğla Dizilim-3 (YTD3) Deneyi	35
4.5. Yığma Tuğla Dizilim-4 (YTD4) Deneyi	37

4.6. Yığma Tuğla Dizilim-5 (YTD5) Deneyi.....	40
4.7. Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	42
5. SONUÇ	46
6. KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	49

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Üç Farklı Markadan Alınan Numunelerin Aynı Yönden Uygulanan Basınç Test Sonuçları.....	7
Tablo 2. Delikli Yüzeyin Yukarıya Denk Gelmesi (180x270 mm).....	10
Tablo 3. Deliksiz Uzun Yüzeyin Yukarıya Denk Gelmesi (135x270 mm).....	10
Tablo 4. Deliksiz Kısa Yüzeyin Yukarıya Denk Gelmesi (135x180 mm).....	10
Tablo 5. TS 2510'dan seçilen duvar harcı karışım oranlarının yüzdelerinde gösterimi.....	14
Tablo 6. Harcın 28 günlük basınç dayanım sonuçları.....	15
Tablo 7. Diyagonal basınç deney elemanları.....	17
Tablo 8. Diyagonal Basınç Sonuçları.....	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Boyutları Verilmiş Yığma Tuğla Örneği	6
Şekil 2. Yığma Tuğlaların Basınç Dayanım Testi	9
Şekil 3. Murfor Compact I-100	11
Şekil 4. Murforun Üreticisi Tarafından Verilmiş Geometrisi Ve Açılımı	11
Şekil 5. Murforun Üreticisi Tarafından Verilmiş Teknik Özellikleri	13
Şekil 6. TS 2510'dan seçilen duvar harcı karışımının yapılışı.....	14
Şekil 7. TS 2510'dan seçilen duvar harcı karışım oranı	14
Şekil 8. Harç basınç deney düzeneği.....	15
Şekil 9. Harç eğilmede çekme deneyi	16
Şekil 10. Yığma Tuğla Normal Diziliminin Bilgisayar Çizimi	18
Şekil 11. Yığma Tuğla Normal Diziliminin Yapımı.....	18
Şekil 12. Yığma Tuğla Dizilim-1'in Bilgisayar Çizimi	19
Şekil 13. Yığma Tuğla Dizilim-1'in Yapımı	19
Şekil 14. Yığma Tuğla Dizilim-2'in Bilgisayar Çizimi	20
Şekil 15. Yığma Tuğla Dizilim-2'in Yapımı	20
Şekil 16. Yığma Tuğla Dizilim-3'ün Bilgisayar Çizimi	21
Şekil 17. Yığma Tuğla Dizilim-3'ün Yapımı	21
Şekil 18. Yığma Tuğla Dizilim-4'ün Bilgisayar Çizimi	22
Şekil 19. Yığma Tuğla Dizilim-4'ün Yapımı	22
Şekil 20. Yığma Tuğla Dizilim-5'ün Bilgisayar Çizimi	23
Şekil 21. Yığma Tuğla Dizilim-5'ün Yapımı	23
Şekil 22. Duvarların Üzerine Örüldüğü Düzenek	24
Şekil 23. ASTM E519'da önerilen V başlık ebatları	25
Şekil 24. V başlık altına yerleştirilmiş duvar deneyi	26
Şekil 25. Normal Dizilim Deneyinin Uygulanışı	29
Şekil 26. Normal Dizilim Deneyinin Yük-Yatay Deplasman Grafiği	29
Şekil 27. Normal Dizilim Deneyinin Yük-Dikey Deplasman Grafiği	30
Şekil 28. YTD-1 Deneyinin Uygulanışı	31
Şekil 29. YTD-1 Deneyinin Yük-Yatay Deplasman Grafiği	32
Şekil 30. YTD-1 Deneyinin Yük-Dikey Deplasman Grafiği	32
Şekil 31. YTD-2 Deneyinin Uygulanışı	34
Şekil 32. YTD-2 Deneyinin Yük-Yatay Deplasman Grafiği	34

Şekil 33. YTD-2 Deneyinin Yük-Dikey Deplasman Grafiği.....	35
Şekil 34. YTD-3 Deneyinin Uygulanışı.....	36
Şekil 35. YTD-3 Deneyinin Yük-Dikey Deplasman Grafiği.....	36
Şekil 36. YTD-4 Deneyinin Uygulanışı.....	38
Şekil 37. YTD-4 Deneyinin Yük-Yatay Deplasman Grafiği.....	39
Şekil 38. YTD-4 Deneyinin Yük-Dikey Deplasman Grafiği.....	39
Şekil 39. YTD-5 Deneyinin Uygulanışı.....	41
Şekil 40. YTD-5 Deneyinin Yük-Yatay Deplasman Grafiği.....	41
Şekil 41. YTD-5 Deneyinin Yük-Dikey Deplasman Grafiği.....	42
Şekil 42. Fmaks Değerlerinin Karşılaştırılması	43
Şekil 43. Smaks Değerlerinin Karşılaştırılması	43
Şekil 44. Kayma Modülü Değerlerinin Karşılaştırılması.....	44
Kayma modülü değerlerinden elde edilen elastisite modülü değerlerinin karşılaştırılması da aşağıdaki grafikte verilmiştir.....	44
Şekil 45. Elastisite Modülü Değerlerinin Karşılaştırılması.....	44
Şekil 46. Enerji Kapasite Değerlerinin Karşılaştırılması	45

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
f_{ci}	Yığma tuğlanın basınç dayanımı
F_i	Yığma tuğlanın basınç dayanım deneyinin kırılma anındaki ulaşılan maksimum yük
A_{ci}	Yığma tuğlanın basıncın uygulandığı yöndeki en kesitinin alanıdır
Smaks	Kayma Gerilmesi
γ	Kayma Şekil Değişirmesi
ΔV	LVDT Dikey Deplasman Miktarı
ΔH	LVDT Yatay Deplasman Miktarı
g	LVDT Dikey Miktarı

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
ASTM	Uluslararası Amerikan Test ve Materyalleri Topluluğu
cm	Santimetre
KN	Kilonewton
KTO	Konya Ticaret Odası
LVDT	Doğrusal Değişen Fark Transformatörü
mm	Milimetre
MPa	Megapascal
IPE	Uluslararası Konum Değerlendirmesi
TS	Türk Standartı
TSE	Türk Standart Enstitüsü
YTND	Yığma Tuğla Normal Dizilim
YTD	Yığma Tuğla Dizilim

1. GİRİŞ

Yığma binalar insanlık tarihinin oluşumundan beri inşa edilmiştir. Yığma yapılar diğer binalar gibi taşıyıcı sistemine muhtaç olmadan ana taşıyıcı sistemi tuğla, taş, bims ve kerpiç gibi maddelerden yapılan yapılardır. Bu yapılar ekonomik, kolay ve hızlı olmasından dolayı sıklıkla uygulanmaktadır. Yığma yapı elemanları aslında bireysel olarak dayanıklı bir yapıya sahiptir. Fakat bütünsel olarak kolay zarar görebilen malzemeler olduğu için ve içerisinde çekme ve basınç kuvvetlerine karşı dayanabilecek materyal içermediği için deprem esnasında gelen yatay kuvvetlere karşı güç uygulayamadığından zarar görme olasılığı yüksektir.

Ülkemizde yığma yapılar bu konuda deneyimli ve eğitim almış kişiler tarafından yapılmamaktadır. Çoğunlukla tarımsal alanlarda lokal malzemeler kullanılarak yığma yapılar meydana getirilmektedir. 2000 yılında yapılan bir araştırma sonucunda, belediyelerin sınırları içerisinde uygulanmış ve bu bölgelerde toplam 224.971 yapı tespit edilmiştir. Taşıyıcı sisteme göre, binaların %51,1'i yığma, %48,4'ü karkas olarak inşa edilmişlerdir. İnşaatların dolgu maddesi cinsine göre ise en fazla payı %59,6 ile tuğla almaktadır. Bu binaların büyük bir kısmının deprem bölgelerinde yer aldığı bilinmektedir. Can güvenliği için bu binaların sağlamlığının kontrol edilmesi ve ihtiyaç halinde onarılması gerekmektedir.

Yığma yapıları oluşturan harç ve tuğla farklı özelliklere sahip kompozit maddelerdir. Dayanıklı olmasının yanında gevrek bir madde olduğu için basınca karşı kuvvetli ama çekme kuvvetine karşı dayanıksızdır. Ana taşıyıcı sistem olarak duvarlar; ölü ve hareketli yükler dışında deprem, su ve rüzgarın yarattığı yatay yüke maruz kalırlar. İki yükün birbirine tesir etmesi halinde kötü sonuçlar etki edeceği için hamal duvarların güçlendirilmesi dikkate alınmalıdır.

Deprem, su ve rüzgarın yarattığı yükten etkilenen bir duvarda harç, tuğlaya göre daha az direnç göstermektedir. Tuğla ve harç arasında bulunan aralarında gerilme kuvvetinin az olmasından dolayı çatlamlar genellikle derzlerde ortaya çıkmaktadır.

Duvarlarda meydana gelen çatlakları engellemek için donatıyla engellemesi yapılabilmektedir. Duvarların baskı direnci üst seviyede ve çekme direnci alt seviyededir. Donatı eklenmesi, kesme kuvveti etkisi ile meydana gelen kırılmaları

engellemek için kullanılır. Donatı eklenmesi hem yığma yapılar hemde betonarme yapılar için güvenilirliği arttırmaktadır.

Murfor duvar donatı çeşitidir. Murfor; iki paralel tel ve bunların arasında zigzag bir şekilde kaynaklanmış bir başka telin birleşiminden oluşturulmuş düzlem kafes prefabrik bir donatı çeşididir. Üretildiği çeliğin niteliğine göre dirayeti yükselmektedir.

Murfor ürün kataloğuna göre yatay derz donatıları; ilave çekme dayanımı sunar ve duvarın basınç dayanımını daha iyi bir şekilde kullanılabilmesine olanak sağlar. İki materyal, tuğla ve harç, birbirini tamamlayarak zamanın etkilerine karşı koyan ve tasarım olanaklarının kapsamını genişleten bir yapı malzemesidir. Elektriksel yük sayesinde meydana gelen gerilmeleri aza indirmektedir. Binanın yukarıya doğru ek yapılması durumunda meydana gelen basıncın yükselmesi halinde oluşacak gerilmeleri azalmaktadır. Kirişlerin üzerinde bulunan ayırıcı duvarlarda yük aldığı zaman meydana gelen çatlak oluşmasına engel olmaktadır.

Bu çalışmada iki tuğla arasına farklı şekillerde yerleştirdiğimiz murfor ların yığma binalarda etkinliğini gözlemlemek ve kullanılabilirliği ölçmek amaç edinilmiştir. Yığma binalarda güvenilirliği arttırmanın uygulanabilirliği ve bunların mekanik özellikleri test edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada toplam 6 adet duvar yapılmıştır. 1 tanesi harç ile birleştirilmiş duvar olurken 5 tanesi murfor kullanılarak oluşturulmuştur. Deneylerden elde edilen neticede; deney elementleri arasında bulunan yük iletme sınırı, kayma şiddeti, bozulma ve yaptığı yer değişim sınırları gibi veriler kıyaslanarak incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu çalışmada, deprem davranışı yetersiz olan duvarlarda kullanılan tuğlaların harç katmanlarına farklı şekillerde murfor eklenerek duvarlardaki kesme ve basınç tepkileri incelenecektir. Çalışmada yapılacak olan diyagonal basınç deneyinde yığma tuğlası ve compact murfor kullanılacaktır. Deneysel olarak yapılacak olan bu çalışmada 6 farklı duvar numunesi yapılacaktır. Yapılan literatür araştırmasında murfor ile ilgili çalışma olmadığından piyasada uygulanan şekil olan yatay olarak her üç duvar sırasının arasına değil farklı şekillerde uygulanacaktır. Bu şekilde piyasa koşullarından farklı olarak uygulanabilirlik olarak daha uzun süreçli olan ama daha güvenli değerler elde edeceğimiz düşünülmektedir.

Düzgün (1985) çalışmasında, yığma (kargir) yapıyı tarif edersek, karkası olmayan ve taşıyıcı duvarları nitelikleri T.S.E. ve yetkili kuruluşlarca kabul edilmiş şartname ve yönetmelik ilkelerine uyum doğal taş ve yapı taşlarından yapılmış döşemeleri betonarme ya da betonarmenin sağladığı yatay bütünlüğü olan diğer tip döşemelerden oluşan yapılara yığma denir.

Düzgün (1985) çalışmasında, malzeme temini, yapım kolaylığı, iyi ısı yalıtım gibi kolay ekonomik kolaylıkları bulunan taş ve tuğla yığma türleri, belli bir stabiliteyi sağlamak maksadıyla duvarları kalın olarak yapılmaktadır. Gevrek malzeme olarak adlandırdığımız bu yapı kısımları deprem kuvvetleri altında çok çabuk deformasyon gösterirler. Böylelikle kesme kuvvetinin tesiri altında çatlama gösteren duvar elemanları, bir müddet sonra düşey yükleri de taşımayacak şekilde tahrip olurlar.

Bayülke (1992) çalışmasında, Türkiye’de yapıların büyük bir oranı, yığma olarak yapılmaktadır. Yığma yapılar bazı açılardan üstün olmalarına karşın, çok ağır olmaları ve deprem gibi dinamik ve yatay yüklere dayanımlarının az olması nedeniyle, genellikle depreme dayanıklı yapı olarak nitelenmezler. Ancak ekonomik koşullar karşısında, Türkiye’de yığma yapı yapımı devam edeceğinden, bu yapıların elden geldiğince depreme dayanıklı yapılması, depremlerdeki davranışlarının bilinmesi ve deprem dayanmalarının arttırılması gerekir.

Çamlıbel (2000) çalışmasında, yığma yapıların ana taşıyıcı elemanı duvarlardır. Bu nedenle duvarlardaki hasarlar doğrudan doğruya taşıyıcı sistemi etkiler. Yığma duvarlı

taşıyıcı sistemler genelde; deformasyon kabiliyeti eksik, süneklikleri zayıf ve gevrek kırılmaya yatkın olma gibi edilgen ve olumsuz niteliklere sahiptirler.

Özsaraç ve Bayülke (2008-2001) çalışmalarında, yığma yapılardaki duvarlar temel oturmalarına karşı çok duyarlıdır. Yığma duvarlar zemin oturmalarına karşı uyum sağlayamaz. Duvarlar elastik deformasyon yapamadıkları için çatlarlar. Ayrıca deprem gibi yatay yükler sonucu, duvarlarda çatlaklar oluşur, hatta sistemin aşırı yük taşıması sonucu göçmeler oluşur.

Çakıroğlu (2014) çalışmasında, yığma binaların güçlendirmesini çalışmasında, çalışma kapsamında yer alan deneylerde ortaya çıkan hasar oluşumları genel olarak değerlendirilerek güçlendirme yöntemlerinin etkinliği hakkında fikir edinilebilir.

Gedik (2008) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında, tarihi yığma yapıların malzeme özellikleri, elemanları, bu yapılarda oluşan hasarlar ve bunların onarım ve güçlendirilmesi hakkında özet bilgi verildikten sonra, tarihi Mehmet Ağa Camii incelemiştir. Yapı, Kuzey Anadolu Fay hattının çok yakınındadır. Yapıdaki mevcut hasarlar saha çalışmalarıyla belirlenmiştir. Yapı modeli hazırlanmış ve yapının kendi ağırlığı ile deprem yükleri altında analiz edilmiştir. 50 yılda aşılma olasılıkları % 2 ve %10 olan iki farklı deprem yüklemesi kullanılmıştır. Mevcut hasarların nedenlerini belirlemek amacıyla özellikle çekme gerilmesi bölgeleri araştırılmış ve mevcut hasarlarla karşılaştırılmıştır. Gelecekteki olası hasarların önlenmesi için bazı onarım ve güçlendirme önerileri sunulmuştur.

Benjamin ve Williams (1958) yaptığı çalışmada bir kattan ve bir açıklıktan oluşan üç tür deney elemanlarını, yatay yükler altında test etmiştir. Duvarın davranışlarını tahmin edebilmek için, bazı yakınsamalar üretilmiştir. Test edilen duvar örnekleri; çerçeve elemanı olmaksızın test edilen duvarlar, betonarme çerçeveli dolgu duvarlar ve çelik çerçeveli dolgu duvarlardır.

Çalışılan modellerin ölçekleri 0,34 ile 1 arasında değişirken, duvarların uzunluk/yükseklik oranları 0,9 ile 3 arasında değişmekte idi. Benjamin ve Williams bu çalışmada, davranış ile ilgili tahminler önermiş olsa da, çok özel koşullarla sınırlandırdılar. Çalışmalarına dayanan tahminleri yalnızca yaklaşık olarak değerlendirilmelidir. Nihai yük ve rijitlikteki sapmalarda, %50'ye varan oranlar yaygındır. Çalışmada uzunluk/yükseklik oranının nihai yük ve rijitlik üzerinde önemli

bir etkisi olduğu bildirilmiştir. Uzunluk/yükseklik oranı arttıkça, yük artmaktadır. Tuğla duvar panellerinin çerçeve ile doğru şekilde bağlantılarının gerçekteştirildiğinde, önemli dayanımlarının olduğu görülmüştür. Ayrıca deneylerde betonarme kolonun alanının ve donatı çeliği alanının etkisinin az olduğu kanaatine varılmıştır. Ölçeklemeyle ilgili de, tuğla boyutunun küçültülmüş modellerinin kullanılmasıyla, davranışta önemli değişikliklerin olmayacağı bildirilmiştir. Ancak ölçeklendirme faktörleri ne kadar yüksekse, hatalarında o ölçüde yükseleceği açıktır.

Oyguç (2020), Elazığ şehrinin yapı stoku betonarme ve yığma yapılardan oluşmaktadır. Yerinde yapılan incelemelerde, bu yapıların büyük bir çoğunluğunun mühendislik hizmeti almadığı ve mühendislik kurallarına uyulmadan yapı sahipleri tarafından inşa edildikleri anlaşılmıştır. Literatürde yapılan çalışmalar deprem sırasında yapıların sismik performanslarının inşaat kaliteleri ile doğru orantılı olduğunu göstermiştir.

Timperman (2002), Murfor takviyesi, iki paralel uzunlamasına telden oluşan düz bir tel, ađ olacak şekilde sürekli bir çapraz tel vasıtasıyla birbirine kaynak yapılır. Tel örgünün toplam kalınlığı, uzunlamasına tellerin çapını geçmez. Kullanılan çeliğin kalitesi EN 845-3 gerekliliklerine uygundur. Bu řu anlama gelir. Telin çekme mukavemetinin en az 550 N/mm² ve akma mukavemetinin en az 500 N/mm² olduğunu. Kaynakların kesme direnci minimum 2500 N'dir. Her iki uzunlamasına tel, harçla iyi bir bağlantı sağlamak için girintilidir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

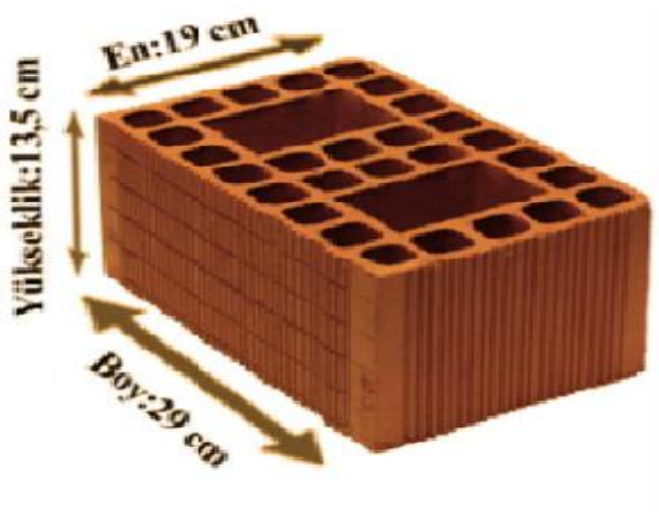
3.1. Bireysel Elemanların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Yığma binalarda genellikle iki adet malzeme kullanılmaktadır. Bunlardan birisi ana malzeme yani tuğla olurken ikincisi birleştirici malzeme olarak kullanılan harçtır. Genellikle duvar malzemesi olarak kullanılan tuğlanın çekme dayanımı ve birleştirici olarak kullanılan harcın kayma dayanımı düşüktür. Bazı yığma binalarda duvarların kesiştiği yerlerde çatlaklar oluşabilmektedir buda kullanılan malzemelerin kalitesi ile alakalıdır. Yığma yapılar, çekme gerilmelerine karşı zayıftır ve güç tükenmesini bu gerilmeler kontrol eder. Dolayısıyla, depremden meydana gelen yatay kuvvetler duvarları kesme kuvveti ile zorlar. Bu eksiklik donatı kullanılarak giderilebilmektedir. Fakat ülkemizde maliyetinden dolayı çok kullanılmamaktadır.

Çalışmada kullanılan tuğla, harç ve murfor olmak üzere üç farklı bireysel malzeme kullanılmıştır. Aşağıda bu üç malzeme derinlemesine incelenerek anlatılmıştır.

3.1.1. Düşey Delikli (Yığma) Tuğla Özellik Ve Basınç Dayanımı Deneyi

Uygulanan deneylerde, düşey delikli (yığma) tuğla kullanılmıştır. Tuğla boyutları 290x190x135 mm'dir. Kullanılan tüm tuğlaların tamamı aynı özellik ve boyuta sahip olup, aynı yerden temin edilmiştir. Şekil-1'de tuğlaların gerçek görseli, boyutları ve ebatları verilmiştir.



Şekil 1. Boyutları Verilmiş Yığma Tuğla Örneği

Düşey delikli (yığma) tuğla ilk önce 3 farklı üreticiden alınan 3'er adetini basınç testine tabi tutarak en dayanımlı olan ürün olan Konyanın Ilgın ilçesinde Baysan Baykara Tuğla San. Ve Tic. A.Ş.'inde üretilmiş olan tuğla seçilmiştir. Diğer markalarla karşılaştırmasını içeren basınç değerlerini gösteren tablo aşağıdaki tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Üç Farklı Markadan Alınan Numunelerin Aynı Yönden Uygulanan Basınç Test Sonuçları

Baysan	Afyon	Kadınhanı
8,39 N/mm ²	3,80 N/mm ²	5,38 N/mm ²
9,21 N/mm ²	4,16 N/mm ²	4,31 N/mm ²
7,15 N/mm ²	3,45 N/mm ²	5,95 N/mm ²

Standarlara göre hazırlanmış numunelere yük , aksel ve yükselme yönüne göre dik şekilde aktarım uygulanmıştır. Numuneye, tedrici ve ani darbeler oluşmaksızın, yük uygulanan yüzeydeki gerilme artışı saniyede (0,1 ± 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 yığma tuğla basınç dayanımları denklem 3.1.'e göre f_{ci} hesaplanmış ve bu değerlerin aritmetik ortalaması denklem 3.2.'ye göre tezde kullanılan yığma tuğlanın basınç dayanımı hesaplanmıştır.3.3 de verilen formül ile basınç dayanımının ve kırılma yükünün standart sapma değeri hesaplanmıştır. Kullanılan yığma tuğla basınç dayanım deney düzeneği Şekil 3'de verilmiştir.

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

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

$$\sqrt{\frac{\sum (x-x_i)^2}{n-1}} \quad (3.3)$$

DüŖey delikli (yığma) tuğlaların mekanik özellikleri üretim standardına ve göre tuğla ağırlığı; 4,7-5 kg/adet, hacim ağırlığı ise yaklaşık 700 kg/m³ olarak üretilmektedir. Üretim prosedörüne göre düŖey delikli (yığma) tuğlaların basınç dayanımı yaklaşık 4 N/mm² olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda mevcut çalışmada kullanılan düŖey delikli tuğlaların özellikleri TS EN 1052-1'e göre uygunluğunun test edilmesi amacıyla 27 adet tuğla üzerinde yapılan deneyler sayesinde tuğlaların ağırlığı ortalama olarak yaklaşık 4,87 kg/adet olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu 27 adet tuğla numunesi TS EN 1052-1 prosedürüne uygun olarak basınç altında tutularak dayanımları test edilmiştir. Alınan numunelerin 9 adedinde tuğlaların 180x135 mm doğrultusunda ortalama 1,67 MPa, standart sapması ise 0,06 MPa kaydedilmiştir. 9 adedinde ise tuğlaların 270x135 mm doğrultusunda ortalama 3,40 MPa, standart sapması ise 0,38 MPa hesaplanmıştır. 9 adedinde ise tuğlaların 270x180 mm doğrultusunda doğrultusunda ortalama 8,15 MPa, standart sapması 0,65 MPa basınç dayanımına sahip oldukları görülmüştür. Tuğlaların basınç dayanımınının test anı Ŗekil 2'de, sonuçları ise Tablo 2-3-4.'te verilmiştir.



Şekil 2. Yığma Tuğlaların Basınç Dayanım Testi

Tablo 2. Delikli Yüzeyin Yukarıya Denk Gelmesi (180x270 mm)

No	Yükleme alanı (mm ²)	Kırılma yükü (kN)	Basınç yükü (MPa)
1	48600	447,41	9,21
2	48600	407,59	8,39
3	48600	347,60	7,15
4	48600	389,50	8,01
5	48600	401,27	8,25
6	48600	422,96	8,70
7	48600	415,87	8,55
8	48600	359,64	7,40
9	48600	375,96	7,73
Ortalama		396,42	8,15
Standart Sapma		31,68	0,65

Tablo 3. Deliksiz Uzun Yüzeyin Yukarıya Denk Gelmesi (135x270 mm)

No	Yükleme alanı (mm ²)	Kırılma yükü (kN)	Basınç yükü (MPa)
1	36450	118,60	3,25
2	36450	144,30	3,95
3	36450	104,00	2,85
4	36450	113,98	3,12
5	36450	127,50	3,49
6	36450	136,49	3,74
7	36450	121,71	3,33
8	36450	140,58	3,85
9	36450	109,29	2,99
Ortalama		124,05	3,40
Standart Sapma		14,17	0,38

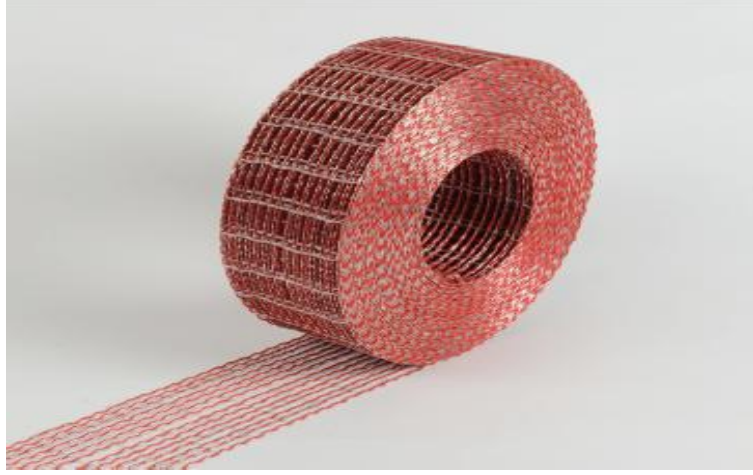
Tablo 4. Deliksiz Kısa Yüzeyin Yukarıya Denk Gelmesi (135x180 mm)

No	Yükleme alanı (mm ²)	Kırılma yükü (kN)	Basınç yükü (MPa)
1	24300	40,90	1,68
2	24300	39,70	1,63
3	24300	42,30	1,74
4	24300	38,76	1,59
5	24300	43,10	1,77
6	24300	39,25	1,61
7	24300	40,42	1,66
8	24300	41,96	1,72
9	24300	39,50	1,62
Ortalama		40,65	1,67
Standart Sapma		15,12	0,06

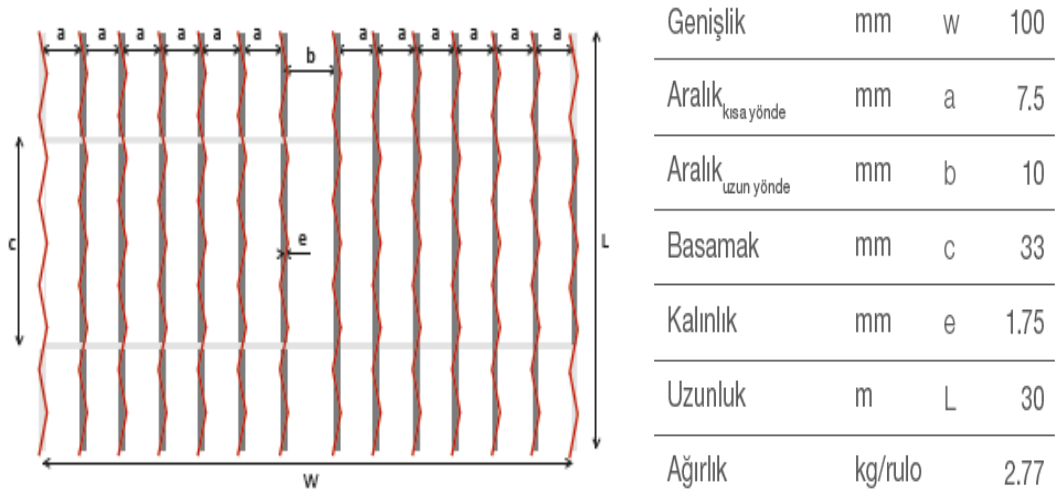
3.1.2. Murfor Özellik Ve Dayanımı

İlk defa Avrupa'da 35 yıl önce kullanılmıştır. Belçika'da bina sayılarının artmasıyla ve inşaat güvenliğine verilen önem ile birlikte kullanılmaya ihtiyaç duyulmuştur. Kafes çelik donatı malzemesi olarak bilinir. İki tuğla arasında bulunan birleştirici madde üzerine farklı şekillerde kullanılarak dayanıklılığı arttıran bir donatı malzemesidir.

Murfor, iki paralel tel ve bunların arasında zigzag bir şekilde kaynaklanmış bir başka telin birleşiminden oluşturulmuş düzlem kafes prefabrik bir donatı çeşididir. Çeliğinin kalitesiyle birlikte murforun etkisi artmaktadır. Direnci artıran çıkıntılar ve tırnaklarının olması harç ile daha bağlamlı olmasını sağlamaktadır.



Şekil 3. Murfor Compact I-100



Şekil 4. Murforun Üreticisi Tarafından Verilmiş Geometrisi Ve Açılımı

Yukarıda anlatılan bilgiler murforun genel kapsamda anlatılmıştır. Yapılmış olan deneyde murfor compactı-100 kullanılmıştır. Murforun bu çeşidinin seçilme nedenleri olarak ilk sırada firmanın vermiş olduğu bilgiler doğrultusunda yığma tuğlaya uygunluğu, malzemenin genişliği, esneklik ve kolay şekil alınabilirliği, 3 mm ile 12 mm arası kalınlıktaki tüm harçlı derzlerde kullanıma uygunluğu yer almaktadır.

Murfor ürün kataloğuna göre yatay derz donatıları; ilave çekme dayanımı sunar ve duvarın basınç dayanımını daha iyi bir şekilde kullanılabilmesine olanak sağlar. İki materyal, tuğla ve harç, birbirini tamamlayarak zamanın etkilerine karşı koyan ve tasarım olanaklarının kapsamını genişleten bir yapı malzemesidir. Elektriksel yük sayesinde meydana gelen gerilmeleri aza indirmektedir. Binanın yukarıya doğru ek yapılması durumunda meydana gelen basıncın yükselmesi halinde oluşacak gerilmeleri azalmaktadır. Kirişlerin üzerinde bulunan ayırıcı duvarlarda yük aldığı zaman meydana gelen çatlak oluşmasına engel olmaktadır.

Duvar donatısı, daha yüksek binalar oluşmasına katkıda bulunur, duvarların sertlik miktarını fazlalaştırır. Duvarların sertliğinin artması gelebilecek ani zararlara engel olmaktadır. Yapım aşaması zor ve maliyetlidir.

Bina yapılırken alt katla üst kat arasında farklılık olması gerektiği durumlarda yani üst katta bir çıkma olması beklenir ise tabana 5-6 sıra murfor serilerek binanın daha kararlı olması beklenmektedir.

Duvar yapılırken normalde boyunun önemi güvenlik açısından göz önüne alınmaktadır. Murfor bu dezavantajı bize kaldırmaktadır. Murfor sayesinde daha güvenilir uzun duvarlar yapmak mümkündür.

Çelik kesiti		
Boylamasına kord	mm ²	0.69
Toplam	mm ²	9.66
<hr/>		
Karakteristik		
Akma dayanımı	Mpa	1770
<hr/>		
Young modülü	Gpa	180
<hr/>		
Gerilme-Agt	%	2.2
<hr/>		
Kaplama referansı		R 20
EN843-3		
<hr/>		

Şekil 5. Murforun Üreticisi Tarafından Verilmiş Teknik Özellikleri

3.1.3. Kullanılan Harcın Basınç ve Eğilmede Çekme Dayanım Deneyi

Çalışmamın kapsamında, düşey delikli (yığma) tuğla duvarı örme imalatında uygulanmış, piyasa uygulamalarında kullanılan ve standartlara uygun olacak şekilde hazırlanan içerisinde su, çimento ve elenmiş kumun birleştirilmesiyle hazırlanan karışma harç denmektedir. Tuğlaları yapıştırma özelliğine sahip olmakla birlikte bir bütünlük kazanmasını sağlamaktadır. Harç uygulamaya başlanmadan önce ihtiyaç kadar olacak kadar karıştırılmaktadır. Çimentonun priz alma süresi kısa olduğundan karıştırıldıktan sonra hemen uygulanır. Bu karışımın birleşim oranlarını TS-2510'dan C-3 harc grubundan alınmıştır. TS-2510 standartının detaylı tablosu Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 6. TS 2510'dan seçilen duvar harcı karışımının yapılışı

UDK 693.1/2
351.785

TÜRK STANDARDI

TS 2510/Nisan 1977

ÇİZELGE - 2 Duvar Harcı Karışımları (Hacim Olarak)

Harç Grubu		Kum	Çimento	Harç Çimentosu	Kireç Hamuru	Toz Kireç
A	—	3	1	—	—	—
B	1	4	1	—	—	—
	2	4	1	1/2	—	—
	3	4	1	—	—	1/2
	4	4	1	—	—	1
C	1	7 - 9	1	2	—	—
	2	5	1	—	—	—
	3	5	1	—	1	—
D	1	6 - 8	1	—	2	—
	2	6 - 8	1	—	—	3
	3	2 - 3	—	1	—	—
E	—	3	—	—	1	—

Şekil 7. TS 2510'dan seçilen duvar harcı karışım oranı

Tablo 5. TS 2510'dan seçilen duvar harcı karışım oranlarının yüzdelerinde gösterimi

Malzeme	Katılan Miktar	Yüzde Oranı (%)
Çimento-(32,5)	1	% 11,1
Kireç	1	% 11,1
Elenmiş Kum	5	% 55,5
Su	2	% 22,2
	9	% 99,9

Karışımı yapımlı 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 6'da gösterilmiştir. Deney düzenekleri Şekil 10 ve Şekil 11'de verilmiştir.

Tablo 6. Harcın 28 günlük basınç dayanım sonuçları

Numune Sırası	Basınç Dayanımı (MPa)
1	8,63
2	7,5
3	8,20
	8,11



Şekil 8. Harç basınç deney düzeneği



Şekil 9. Harç eğilmede çekme deneyi

3.2. Duvar Numunelerinin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Uygulanan deneylerde, düşey delikli (yığma) tuğla kullanılmıştır. Tuğla boyutları 290x190x135 mm'dir. Kullanılan tüm tuğlaların tamamı aynı özellik ve boyuta sahip olup, aynı yerden temin edilmiştir.

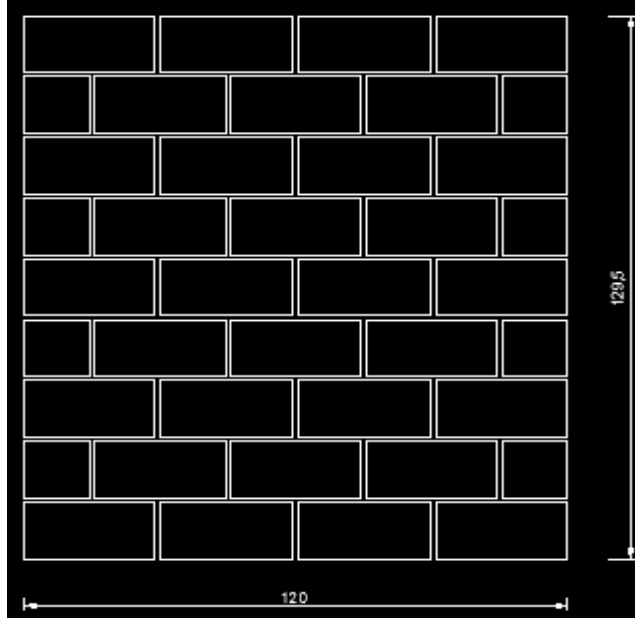
6 adet örülmüş duvarlar diyagonal basınç altında incelemeye tabi tutulmuştur. Yapmış olduğumuz deney KTO Karatay üniversitesinde bulunan İnşaat Mühendisliği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deney de bulunan duvarlar Tablo 7.'de sırayla verilmiştir.

Tablo 7. Diyagonal basınç deney elemanları

Kullanılan Malzeme	Yığma Tuğla Ebatları(cm)	Deney Elemanı Adı	Uygulama Numuneleri
YIĞMA TUĞLA	29 x 13,5 x 19	YIĞMA TUĞLA NORMAL DİZİLİM(YTND)	Eleman kullanmadan örülen duvar modeli
	29 x 13,5 x 19	YIĞMA TUĞLA DİZİLİM-1(YTD1)	Tüm harç katmanlarına murfor kullanılarak örülen duvar modeli
	29 x 13,5 x 19	YIĞMA TUĞLA DİZİLİM-2(YTD2)	Harç katmanlarına ortadan kesilmiş şekilde yerleştirilip örülen duvar modeli
	29 x 13,5 x 19	YIĞMA TUĞLA DİZİLİM-3(YTD3)	Z şeklinde yerleştirilip üstteki sıra ile alt sıradan geçerek örülen duvar modeli
	29 x 13,5 x 19	YIĞMA TUĞLA DİZİLİM-4(YTD4)	Tüm duvar sistemini z şeklinde keserek örülen duvar modeli
	29 x 13,5 x 19	YIĞMA TUĞLA DİZİLİM-5(YTD5)	Kısa parça z şeklinde murfor yerleştirilip örülen duvar modeli

3.2.1. Yığma Tuğla Normal Dizilim (YTND)

Bu deneyde 29 x 13,5 x 19 cm boyutlarındaki yığma tuğlalarından 129,5 x 120 x 19 cm boyutlarında duvar örülmüştür. Standart duvar harcı ile örülmüştür. Tüm numunelerin iki yüzlerine de perlitli sıva alçısıyla 2 mm alçı çekilmiştir. Bu alçılar sayesinde numunelerde oluşan çatlaklar ortaya çıkacaktır. Numune ile ilgili detay Şekil 10 ve Şekil 11'dedir.



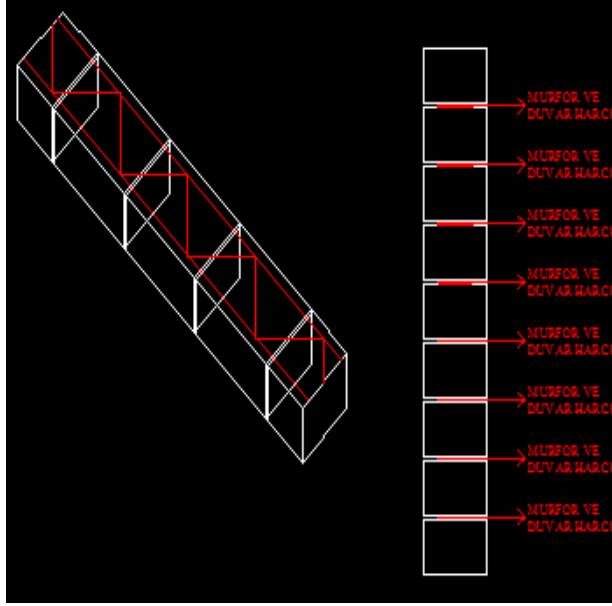
Şekil 10. Yığma Tuğla Normal Diziliminin Bilgisayar Çizimi



Şekil 11. Yığma Tuğla Normal Diziliminin Yapımı

3.2.2. Yığma Tuğla Dizilim-1 (YTD1)

Bu deneyde yine 29 x 13,5 x 19 cm boyutlarındaki yığma tuğlalarından 129,5 x 120 x 19 cm boyutlarında duvar örülmüştür. Her yatay harç katmanlarına murfor konularak duvar örümü tamamlanmıştır. Murfor ise compact I-100 tipine sahiptir. Murfor ile yapıştırma veya normal harçlı duvarlarda, genişliği ise 13 ile 20 cm olan duvarlarda uygulanan murfor olduğu için seçilmiştir. Numune ile ilgili detay Şekil 12 ve Şekil 13'tedir.



Şekil 12. Yığma Tuğla Dizilim-1'in Bilgisayar Çizimi

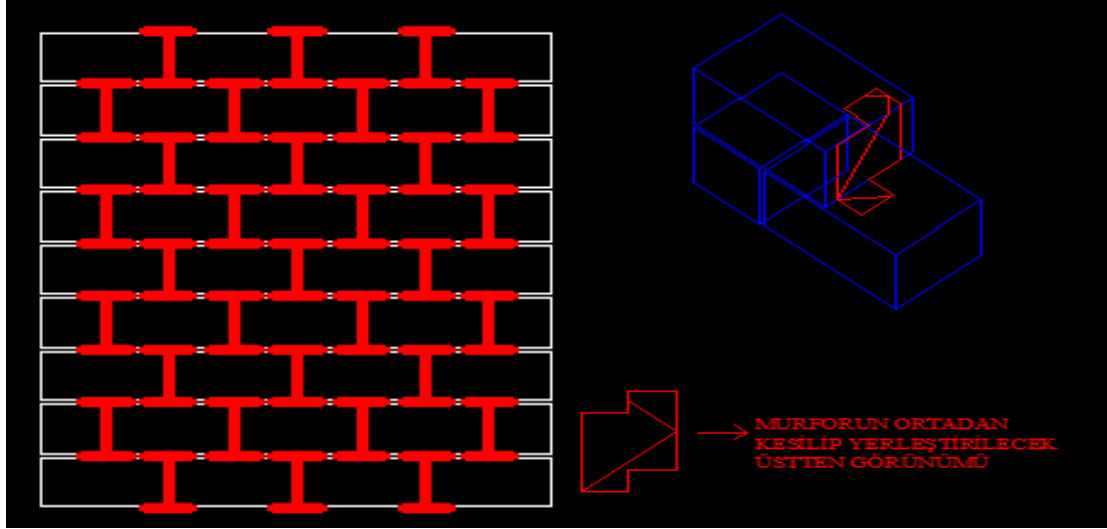


Şekil 13. Yığma Tuğla Dizilim-1'in Yapımı

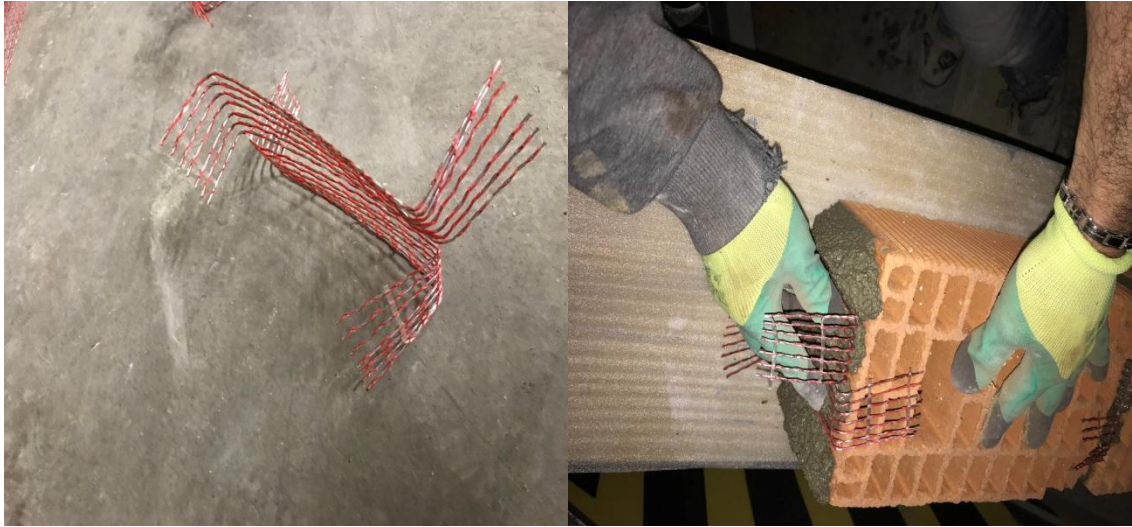
3.2.3. Yığma Tuğla Dizilim-2 (YTD2)

Bu numunede ise, duvar dizilim şeklimiz ve kullandığımız yığma tuğla ve murfor da özellik olarak her hangi bir değişiklik yapılmamaktadır. Sadece uygulamada murforu 25 cm uzunluklarında kestikten sonra baş ve sonundan 5,5 cm uzunluğundan ortadan kesilmektedir. Bu kesim işlemi yapıldıktan sonra 5,5 cm olan kısımlar sağ ve sol olarak iki tarafa ayrılacak ve dikey olan tüm harç katmanlarına yerleştirilecektir. Sağ ve sol

kısımlar 1. tuğlanın üzerine ve altına daha sonra gelen tuğlanın da altına ve üzerine yerleştirilip harçlanıp, duvar numunemizi tamamlanmaktadır. Numune ile ilgili detay Şekil 14 ve Şekil 15'dedir.



Şekil 14. Yığma Tuğla Dizilim-2'in Bilgisayar Çizimi

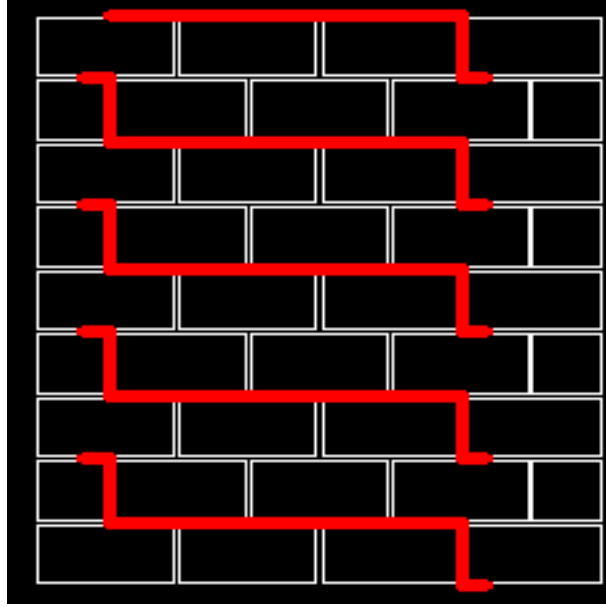


Şekil 15. Yığma Tuğla Dizilim-2'in Yapımı

3.2.4. Yığma Tuğla Dizilim-3 (YTD3)

Bu numunede, duvar örüm şeklimiz değişmezken, murfor 115 cm olarak kesilmektedir. Bu murforu üst sıra tuğlanın ilk olarak üzerine 5,5 cm kısmını bükerek koyduktan sonra ilk dikey harç katmanına yerleştirip bir alt sıranın üzerinden devam edip en son dikey harç katmanından aşağıya inip yine 5,5cm lik kısmını bükerek yerleştirilmektedir. Bu

uygulama tüm duvar boyunca devam etmektedir. Detaylı görsel olarak Şekil 16 ve Şekil 17 de gösterilmektedir.



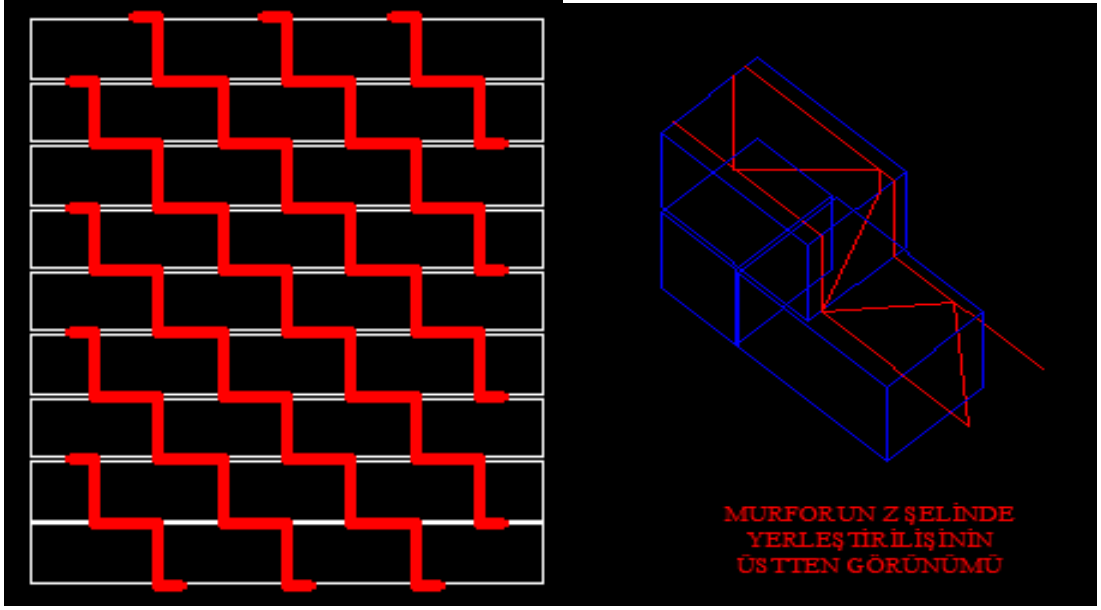
Şekil 16. Yığma Tuğla Dizilim-3'ün Bilgisayar Çizimi



Şekil 17. Yığma Tuğla Dizilim-3'ün Yapımı

3.2.5. Yığma Tuğla Dizilim-4 (YTD4)

Bu numunede murfor tüm dikey harçlarından z şeklinde geçirecek şekilde devam ettirerek uygulanmaktadır. Numune ile ilgili detay Şekil 18 ve Şekil 19'dadır.



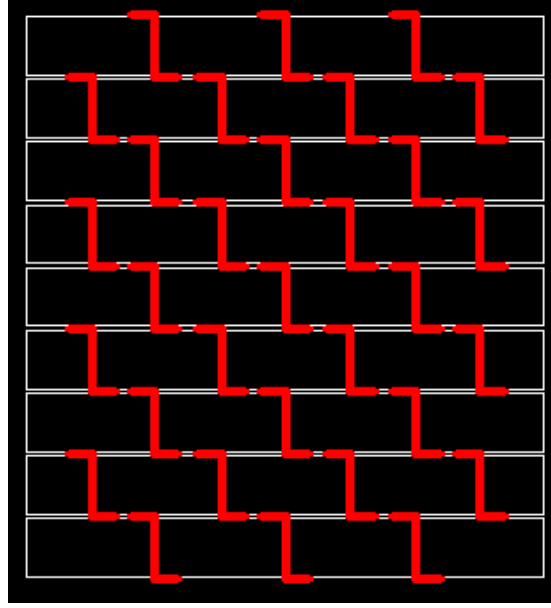
Şekil 18. Yığma Tuğla Dizilim-4'ün Bilgisayar Çizimi



Şekil 19. Yığma Tuğla Dizilim-4'ün Yapımı

3.2.6. Yığma Tuğla Dizilim-5 (YTD5)

Bu numunede tekrardan murfor 25 cm olarak kesilmektedir. 25 cm parçaların yine baş ve sonundan 5,5 cm lik kısımlarını yerleştireceğimiz dikey harcın sağ ve solundaki tuğlaların alt ve üzerine yerleştirilmektedir. Bu kesilen parçalar tüm dikey harçlara yerleştirilmektedir. Numune ile ilgili detay Şekil 20 ve Şekil 21'dedir.



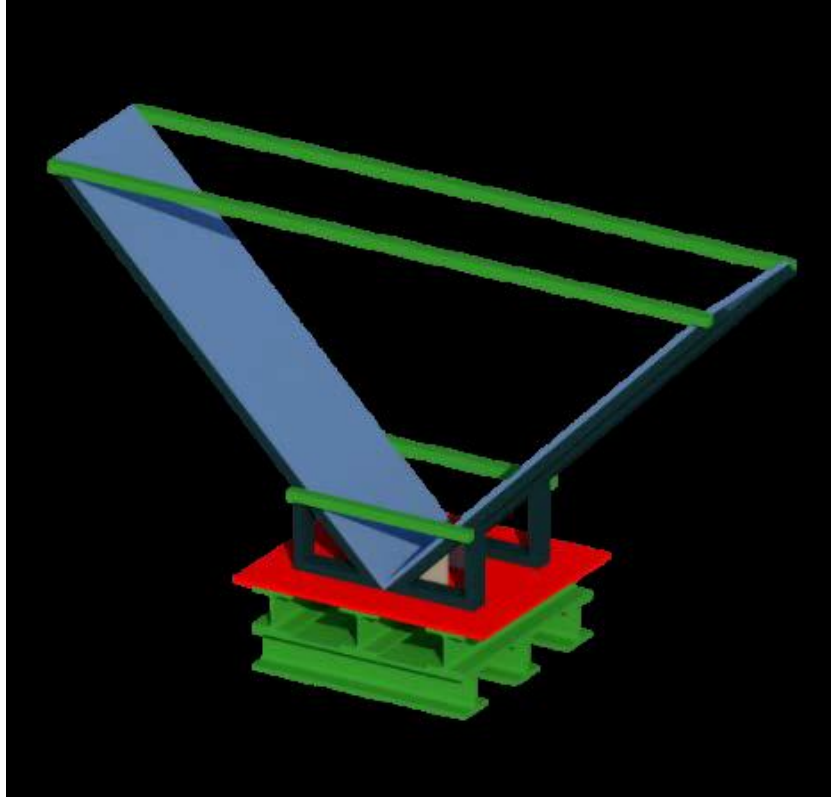
Şekil 20. Yığma Tuğla Dizilim-5'ün Bilgisayar Çizimi



Şekil 21. Yığma Tuğla Dizilim-5'ün Yapımı

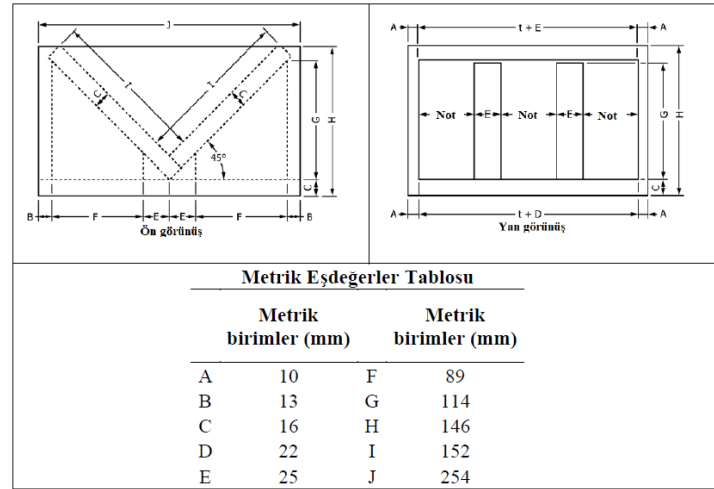
3.2.7. Diyagonal Basınç Deneş Düzeneği

Murfor kullanılmadan yapılan düş tuğla duvar örneğimiz ve 5 farklı şekilde murfor kullanılarak yapılan duvar örnekleri KTO Karatay Üniversitesi İnşaat laboratuvarında hazırlanarak kullanılmıştır. Laboratuvarımızda bulunan hazır bir düzeneğin içerisine duvarlar örölerek deneylerin zarar görmesi engellenmiştir. Bu düzenek Şekil 22’de gösterilmiştir. Bu düzenek üzerinde yapılması zaman ve deneylerin taşınma sırasında zarar görmesini engellemiştir.



Şekil 22. Duvarların Üzerine Örüldüğü Düzenek

Bu platform V yükleme başlığı içeren bir düzenek ve iki kenardan oluşmaktadır. Düzenek üzerindeki V yükleme başlığı ASTM E 519M-15 (2015)’e (Şekil.23) uygun olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan düzenek Şekil. 26’da gösterilmiştir. Kenarlar taşıma sırasında L profil ile birbirine bağlanmış ve deney başlamadan önce sökülmüştür.



Şekil 23. ASTM E519'da önerilen V başlık ebatları

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

Bu düzenek altında 6 adet IPE100 profil kullanılmıştır. IPE100 profiller üçer adet ve birbirine dik olacak şekilde üst üste birleştirilmiştir. Düzenegin üzerinde duvarın diyagonal olarak örülmesi sırasında duvara destek verecek 2 adet kenar kullanılmıştır. Duvarlar bu düzenekte örülmüş ve 28 gün bekletilmiştir fakat YTD3 duvarından ilk deneyde sonuç alınmadığı için tekrar bir duvar örülüp 28 gün daha bekletilmiştir. Kırım aşamasında en iyi sonucu almak için en az 28 gün beklemek gerekmektedir. Bekleme işlemi bittikten sonra duvarlar düzeneğe tek tek yerleştirilip duvarların düzeneğe dikliği çekül ile ölçülmüş ve kontrol edilmiştir.



Şekil 24. V başlık altına yerleştirilmiş duvar deneyi

Şekil.24 gösterildiği gibi duvarın üst kısmında V başlıklı yükleme aparatı yerleştirilmiş ve 300 kN kapasiteli hidrolik pres yardımı ile yaklaşık 250– 300 N ön yükleme yaparak kenarlar sökülmüş ve deney başlatılmıştır.

4. YIĞMA TUĞLA DENEY SONUÇLARI

Deneyle uygulandıktan sonra karşılaştırmak için bazı veriler elde edilmesi gerekmektedir. Bu verileri LVDT ve Data logger aracılığıyla elde edilen F_{maks} ve yatay-düşey deplasman miktarlarının yardımıyla elde edilmiştir. Ayrıca duvarlarımızın dış çerçeve boyutları ve yığma tuğlamızın en uzunluğu kullanılmıştır. Tüm deneylerde aynı ürün tuğla kullandığımızda, tuğlalarımızın eni 135 mm dir. Dış çerçeve uzunlukları 1250 mm – 1250 mm şeklinde örülmüştür. Bunlar tüm deneylerde sabit veri olarak alınmıştır. Hesaplanması gereken ilk veri kayma gerilmesi (S_{maks})dır.

Kayma Gerilmesi (S_{maks}) = Bir yüzeye etkileyen net bileşke kuvvetin yüzeye aynı yönde hareket eden komponentinin yüzeyde oluşturduğu gerilmedir. Maksimum basınç değerinin %70.7 ile çarpılarak, alana bölünmesi sonucunda oluşan değerdir.

$$S_s = \frac{0,707P_{maks}}{A_n} \quad (4.1)$$

Dış çerçeve kenarlarının toplamı ikiye bölünüp en kesit kalınlığına bölerek kayma enkesit alanını elde edilebilmektedir.

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

Kayma Şekil Değiştirmesi = ASTM E519 standartına göre veriler hesaplanmıştır. Kayma şekil değiştirmesi en maksimum basınçtaki yatay ve düşeydeki deplasman miktarlarının toplamının deney başlamadan önce ölçülen LVDT dikey ölçüsüne bölünmesiyle bulunur.

$$\gamma = \left(\frac{\Delta V + \Delta H}{g} \right) \quad (4.3)$$

Rijitlik = Duvara dışardan gelen bir kuvvet karşısında gösterdiği dirence denir. Bu deneyde rijitliğinin yüksek olması için murfor kullanılmıştır.

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 ($0,05S_{maks}$) ile

%70'ine (0,7Ssmaks) karşılık gelen öteleme oranının sekant değeri olarak hesaplanmaktadır

Elastisite modülü = ASTM C469- 02'ye göre uygulanan maksimum kuvvetin %40'ına karşılık gelen Δx 'in Δy 'ye oranı olarak belirlenmiştir. Piosson oranı 0,20 olarak kabul edilmiştir. Elatisite Modülünün hesaplanması için verilen denklem aşağıda verilmiştir.

$$E = 2G(1 + \nu) \quad (4.4)$$

4.1. Yığma Tuğla Normal Dizilim (YTND) Deneyi

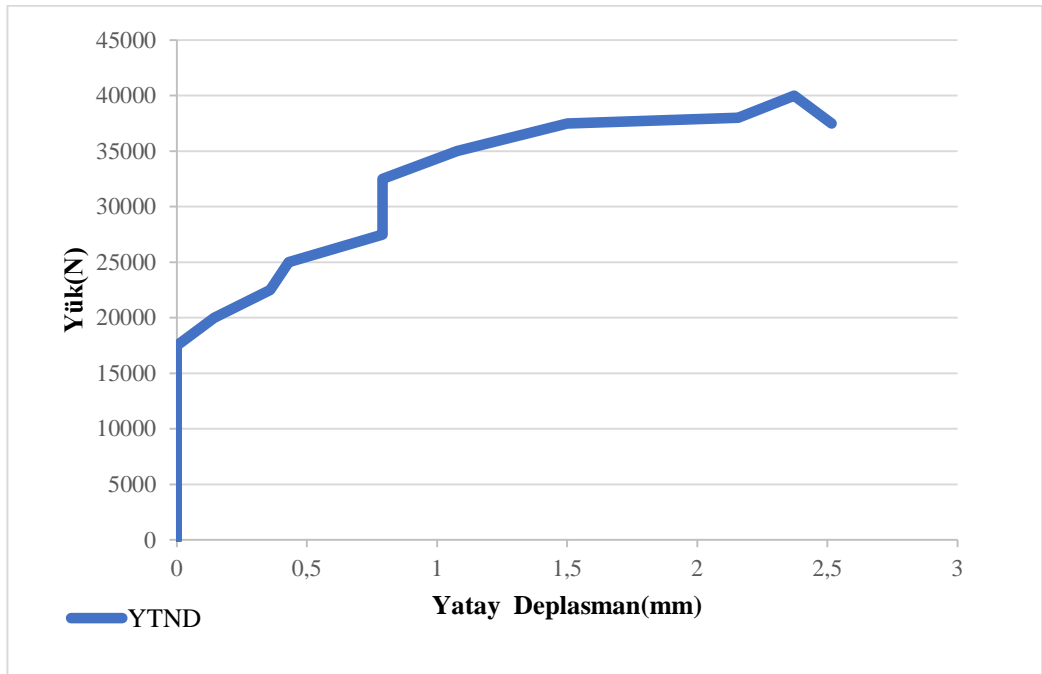
Numune hiçbir materyal kullanılmadan yapılan referans numunesidir. Standart biçimde duvar örüm şekli ile yapılmış ve duvarın diyagonal altında sonucunu görmek için yapılmıştır.

Numune önceden hazırlanmış olan yukarıda anlatılmış olan diyagonal basınç deneyinin altına yerleştirilip, şaküle alınıp kuvvet verilecek şekilde basınç deneyine başlatılmaya hazır hale gelmiştir. Ayrıca LVDT uzunlukları ve duvar dış ölçüleri alınmıştır. Duvarın dikey dış ölçüsü 156 cm, yatay dış ölçüsü 165 cm olarak ölçülmüştür. Aynı şekilde LVDT dikey ölçüsü 124 cm, LVDT yatay ölçüsü 124,5 cm olarak ölçülmüştür. Deneyde 2.5 KN ve katları uygulanarak sonuç elde edilmiştir. Basınç uygulanmaya başlandıktan sonra deney numunesinde herhangi bir çatlama ve hareket gözlemlenmesi yapılması amaçlanmıştır. Her 2.5 KN katlarında deney kontrol edilmiş olup 40 KN a kadar herhangi bir çatlama gözlemlenmemiştir. 40KN da ani çatlamlar gerçekleşip deney yük almayı kesmiştir. Kırılma ve çatlamlar Şekil.25 görüldüğü gibi derz birleşimlerinden oluşmuştur.

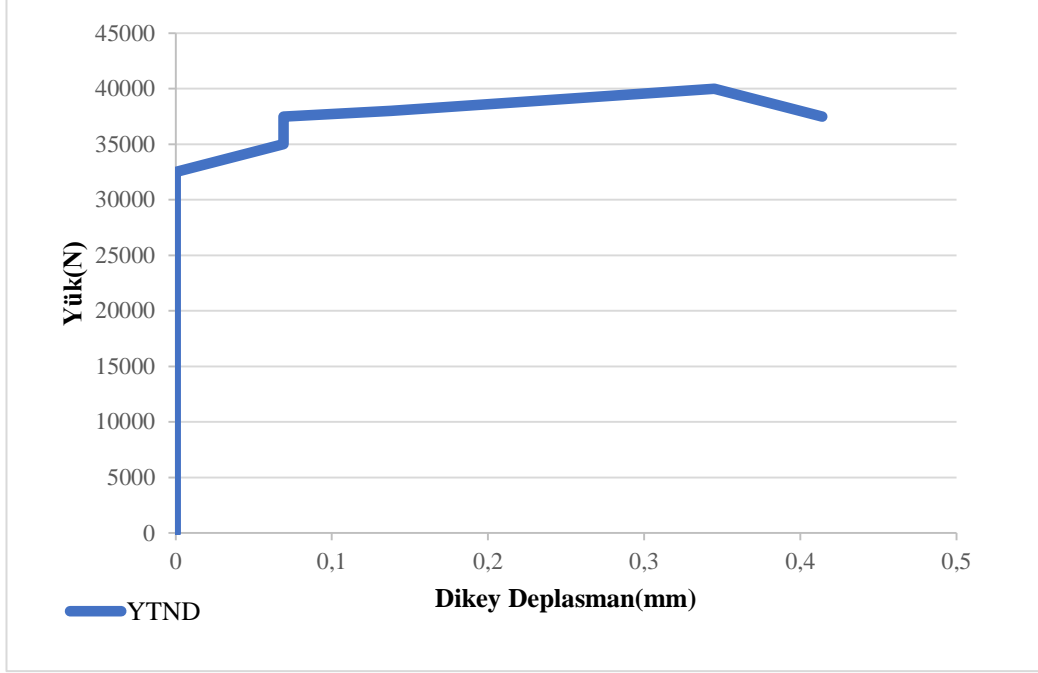
Numune 40KN a kadar dayanım göstermiş olup Datalogger dan aktarılmış veriler ışığında Taşıma gücü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji tüketim kapasitesi değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Bu hesaplanan veriler, ölçülen veriler ve gözlemler sonucunda deneyin gevrek bir yapıda olduğu anlaşılmıştır. Çünkü ani kırılma neticesinde duvarın derz noktaları haricinde her hangi bir zarar görülmemiştir.



Şekil 25. Normal Dizilim Deneyinin Uygulanışı



Şekil 26. Normal Dizilim Deneyinin Yük-Yatay Deplasman Grafiği



Şekil 27. Normal Dizilim Deneyinin Yük-Dikey Deplasman Grafiği

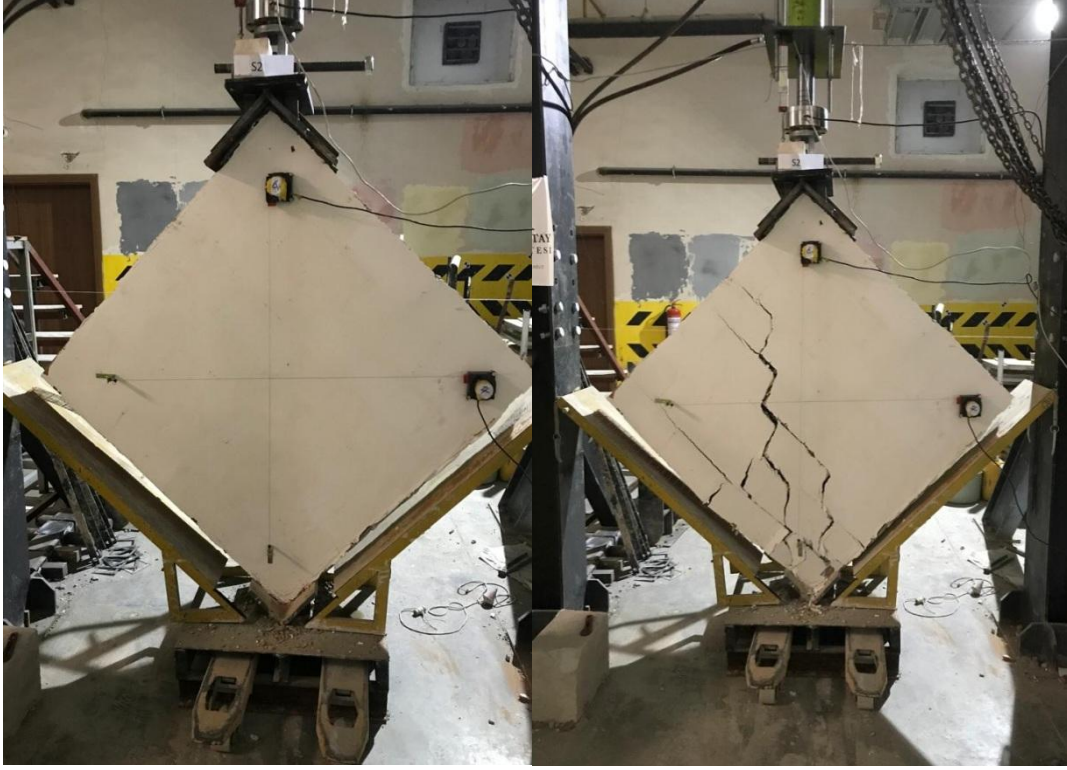
4.2. Yığma Tuğla Dizilim-1 (YTD1) Deneyi

Numune Yığma Tuğla Dizilim-1 de anlatıldığı gibi örülmüştür. Standardı belirlenmiş olan harç uygulanmıştır.

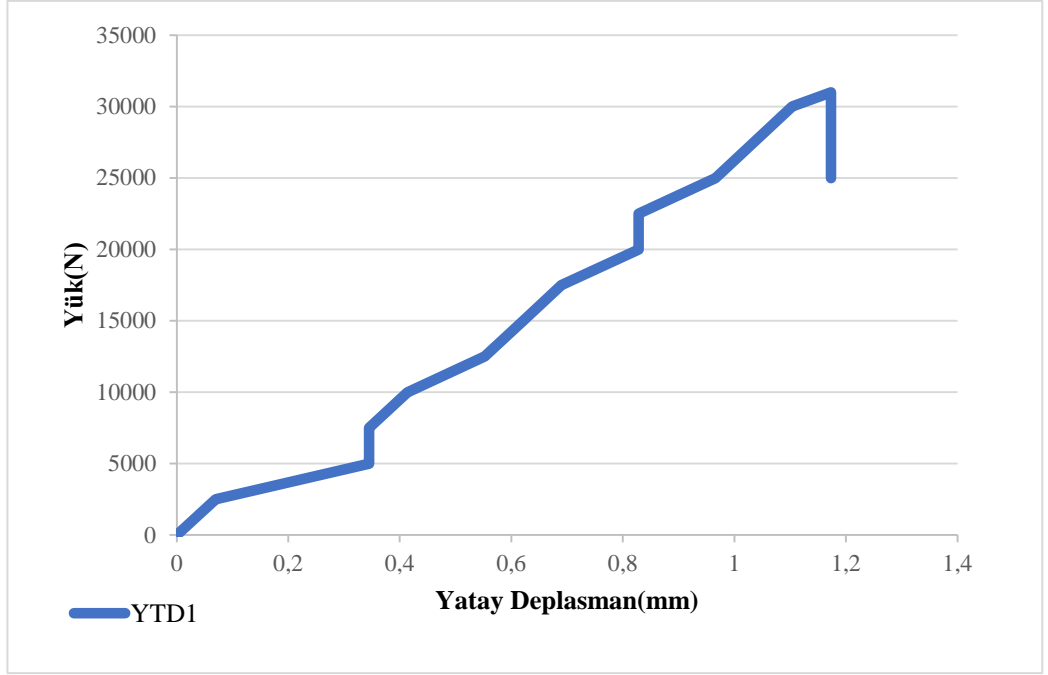
Numune YTND deneyinde anlatılmış olduğu gibi deney düzeneğine yerleştirdikten sonra duvar dış ölçüleri ve LVDT ölçüleri alınmıştır. Duvar yatay dış ölçüsü 165 cm, dikey dış ölçüsü 155 cm ölçülmüştür. LVDT yatay ölçüsü 116 cm ve dikey ölçüsü 109 cm ölçülmüştür. Deneyde 2,5 KN ve katları kontrol edilerek ilerleme kaydedilmiştir. Yükleme devam ederken 2,5 KN'dan başlayarak 27,5 KN'a kadar ki olan katlarında herhangi bir çatlama ve kırılma görülmemiştir. 27,5 KN'da başlık ezilmesi görülmüş olup yükleme devam edilmiştir. 31 KN'a gelindiğinde ise aniden çatlama ve kırılmalar gerçekleşip yük almayı kesmiştir. Uygulanan kuvvetler neticesinde oluşan değerler dataloggerdan alınmıştır. Çatlama ve kırılmaların görüntüsü Şekil.28'de gösterilmiştir.

Datalogger dan aktarılmış veriler ışığında Taşıma gücü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji tüketim kapasitesi değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Veriler ve gözlem sonucunda bu deneyde ani kırılma gerçekleştiğinden dolayı duvarın gevrek bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Kullanılan murfor şeklinin derzlerde ayırıcı

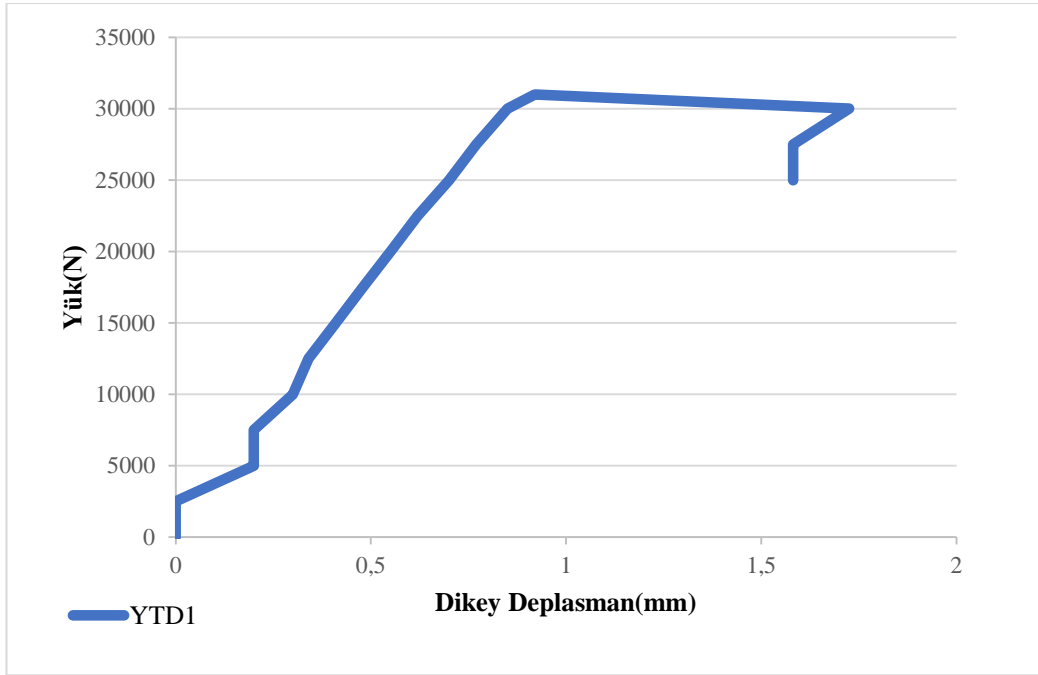
özelliğ yapmış olup duvarın çatlamamasında katkısı olmadığı gözlemlenmiştir. Sadece duvarın bütünsel olarak ayakta kalmasını sağlamıştır.



Şekil 28. YTD-1 Deneyinin Uygulanışı



Şekil 29. YTD-1 Deneyinin Yük-Yatay Deplasman Grafiği



Şekil 30. YTD-1 Deneyinin Yük-Dikey Deplasman Grafiği

4.3. Yığıma Tuğla Dizilim-2 (YTD2) Deneyi

Numune Yığıma Tuğla Dizilim-1 de anlatıldığı gibi örülmüştür. Standardı belirlenmiş olan harç uygulanmıştır.

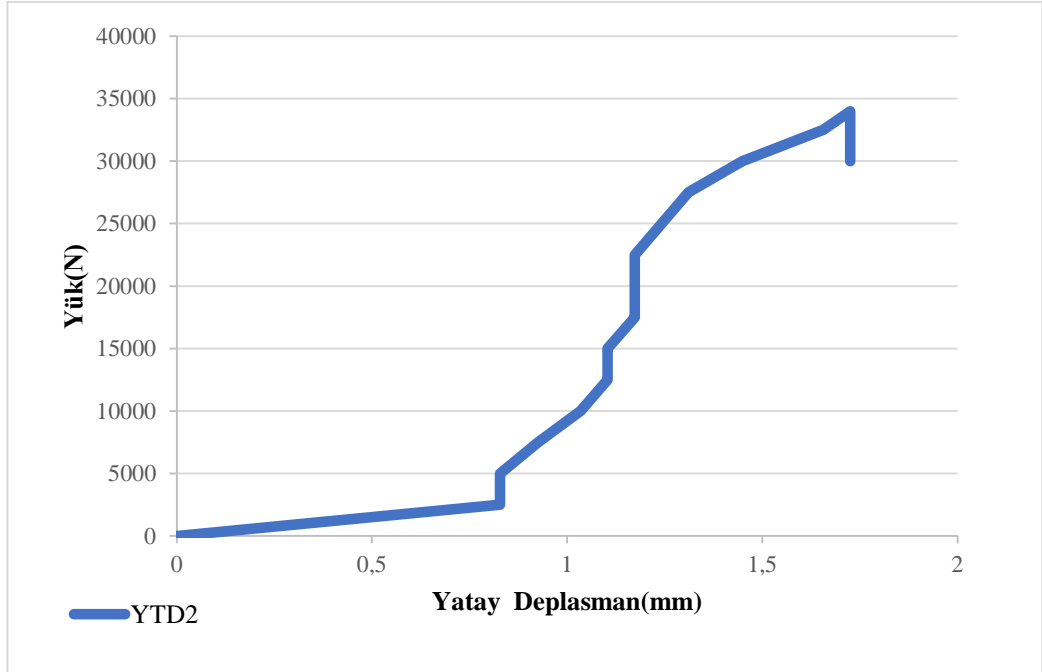
Numune YTND deneyinde anlatılmış olduğu gibi deney düzeneğine yerleştirdikten sonra duvar dış ölçüleri ve LVDT ölçüleri alınmıştır. Duvar yatay dış ölçüsü 165 cm, dikey dış ölçüsü 158 cm ölçülmüştür. LVDT yatay ölçüsü 119,5 cm ve dikey ölçüsü 120 cm ölçülmüştür. Deneyde 2,5 KN ve katları kontrol edilerek ilerleme kaydedilmiştir.

Yükleme devam ederken 2,5 KN'dan başlayarak 34 KN'a kadar ki olan katlarında herhangi bir çatlama ve kırılma görülmemiştir. 34 KN'da ani çatlama gerçekleşerek duvar yük almayı bırakmıştır. Uygulanan kuvvetler neticesinde oluşan değerler dataloggerdan alınmıştır. Çatlamaların görüntüsü Şekil.31'de gösterilmiştir.

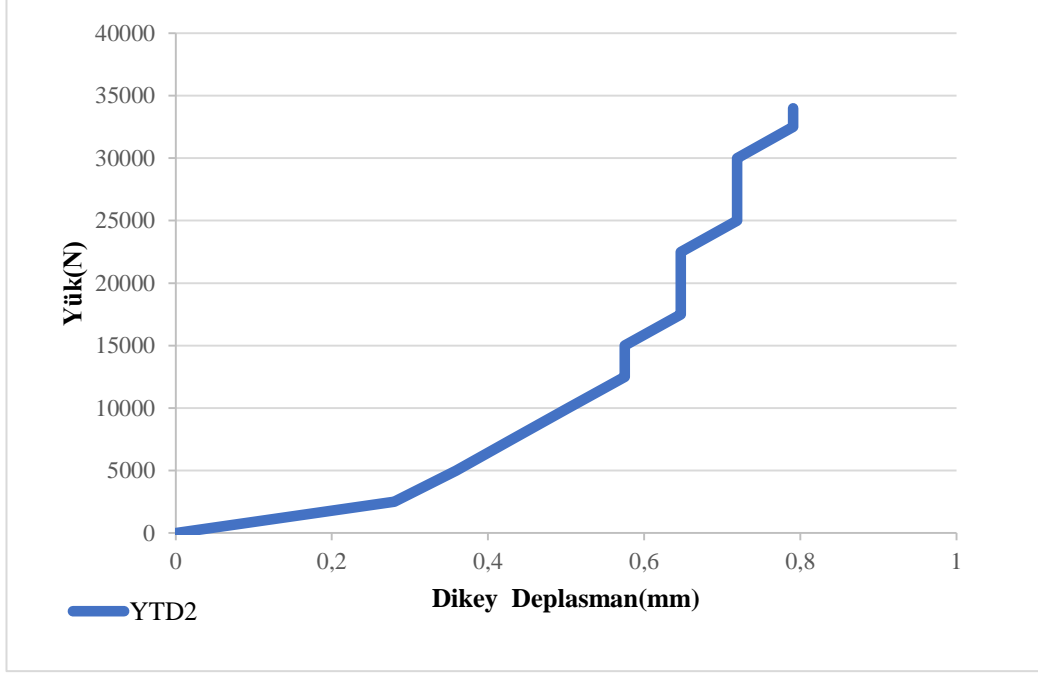
Datalogger dan aktarılmış veriler ışığında Taşıma gücü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji tüketim kapasitesi değerleri Tablo 8'de verilmiştir. veriler ve gözlem sonucunda bir önceki deneyde olduğu gibi ani kırılma gerçekleştiğinden dolayı duvarın gevrek bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Kullanılan murfor şeklinin derzlerde ayırıcı özellik yapmış olup bir önceki deneyden farklı olarak duvar bütünlüğünü koruyamamıştır. Ayrıca murfor olmayan yerlerde ise harcında dayanımının yüksek olmadığı gözlemlenmiştir. Çünkü murforlar derzlere dik doğrultuda yerleştirilmiş olup yatayda da duvarın bütünlüğü sağlanamamış murfor olmayan yerde çatlaklar oluşmuştur.



Şekil 31. YTD-2 Deneyinin Uygulanışı



Şekil 32. YTD-2 Deneyinin Yük-Yatay Deplasman Grafiği



Şekil 33. YTD-2 Deneyinin Yük-Dikey Deplasman Grafiği

4.4. Yığma Tuğla Dizilim-3 (YTD3) Deneyi

Numune Yığma Tuğla Dizilim-1 de anlatıldığı gibi örülmüştür. Standardı belirlenmiş olan harç uygulanmıştır.

Numune YTND deneyinde anlatılmış olduğu gibi deney düzeneğine yerleştirdikten sonra duvar dış ölçüleri ve LVDT ölçüleri alınmıştır. Duvar yatay dış ölçüsü 163 cm, dikey dış ölçüsü 160 cm ölçülmüştür. LVDT yatay ölçüsü 114 cm ve dikey ölçüsü 120 cm ölçülmüştür. Deneyde 2,5 KN ve katları kontrol edilerek ilerleme kaydedilmiştir.

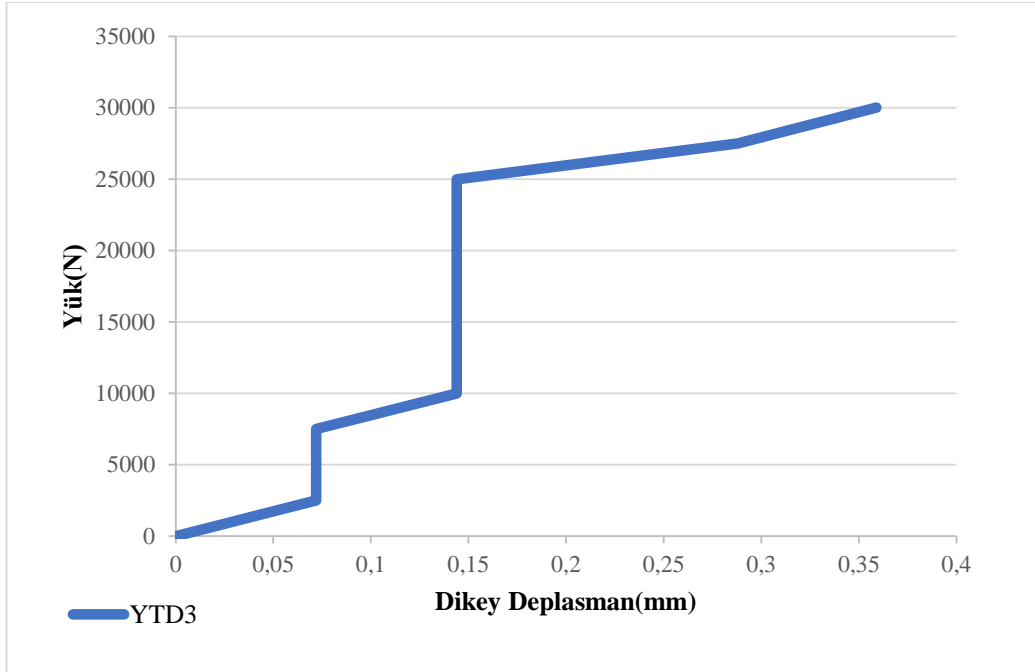
Yükleme devam ederken 2,5 KN'dan başlayarak 27,5 KN'a kadar ki olan katlarında herhangi bir çatlama ve kırılma görülmemiştir. 30 KN'a gelindiğinde ise deneyin basınç uygulanan yani başlık kısmı parçalanarak yük almayı kesmiştir. Bu sebepten dolayı deney numunesinden sonuç alınamamıştır. Teknik yöntemlerle başlık kısmının tekrardan onarılıp bir kez daha basınç deneyine tabi tutuldu. Yükleme başladıktan sonra yine aynı yöntemlerle devam edilmiş olup tekrardan başlık ezilmesi gerçekleşmiştir. Çatlamaların görüntüsü Şekil.34'de gösterilmiştir. Bu deneyde duvarın basınç yüküne karşı tam dayanım aldığı görülmüştür. Bu sebeple duvarda ayrılma gerçekleşmemiş

olup sadece başlık ezilmesi görülmüştür ve bu deneyi iki kere tekrar ederek bu murfor sisteminin basınç dayanım yönünden yüksek çıkması kanıtlanmış olundu. Bu sonuçtan yola çıkılarak tam sonuç alınmış deney olarak bu deneyi öngörebiliriz.

Datalogger dan aktarılmış veriler ışığında Taşıma gücü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji tüketim kapasitesi değerleri Tablo 8'de verilmiştir.



Şekil 34. YTD-3 Deneyinin Uygulanışı



Şekil 35. YTD-3 Deneyinin Yük-Dikey Deplasman Grafiği

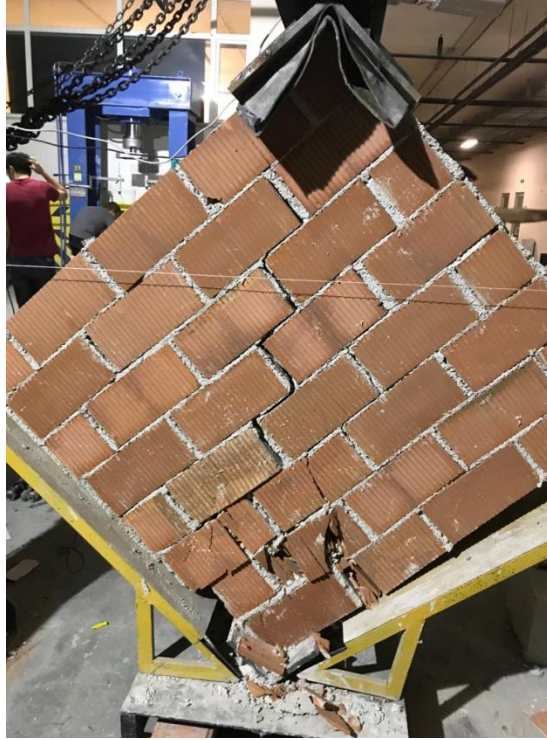
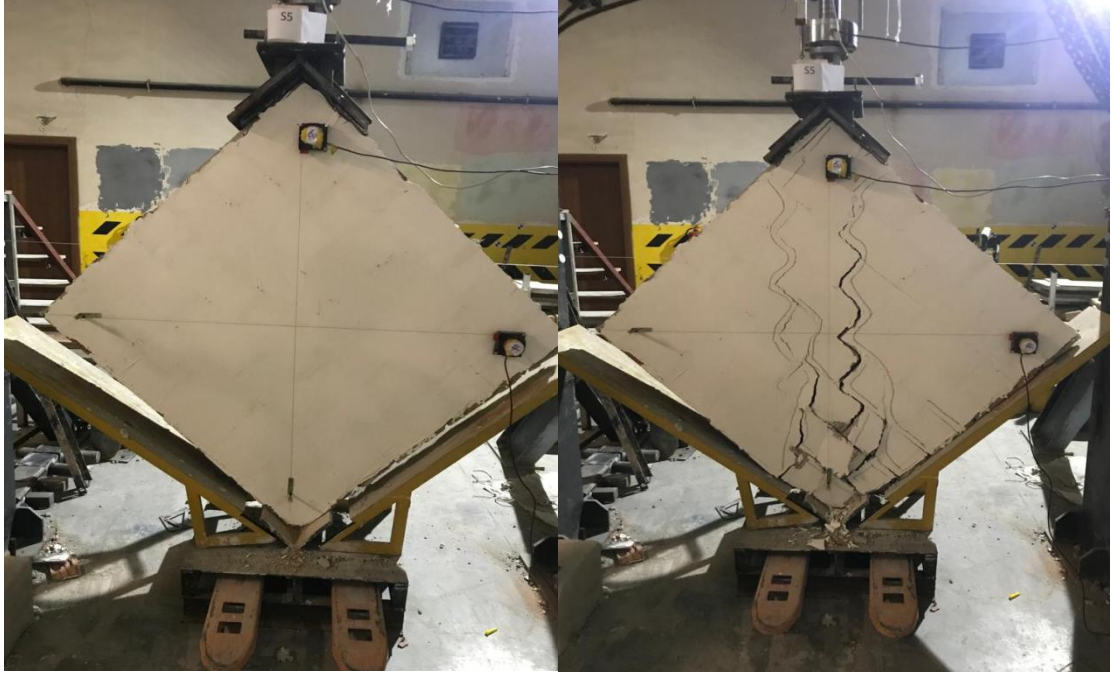
4.5. Yığma Tuğla Dizilim-4 (YTD4) Deneyi

Numune Yığma Tuğla Dizilim-1 de anlatıldığı gibi örülmüştür. Standardı belirlenmiş olan harç uygulanmıştır.

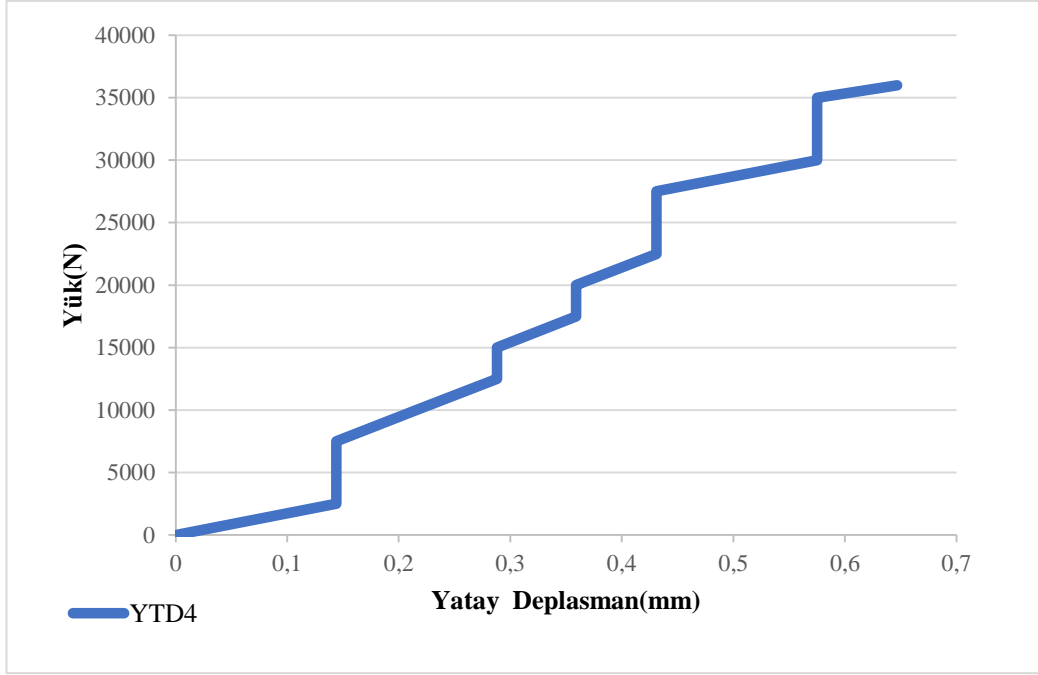
Numune YTND deneyinde anlatılmış olduğu gibi deney düzeneğine yerleştirdikten sonra duvar dış ölçüleri ve LVDT ölçüleri alınmıştır. Duvar yatay dış ölçüsü 166 cm, dikey dış ölçüsü 160 cm ölçülmüştür. LVDT yatay ölçüsü 127 cm ve dikey ölçüsü 120 cm ölçülmüştür. Deneyde 2,5 KN ve katları kontrol edilerek ilerleme kaydedilmiştir.

Yükleme devam ederken 2,5 KN'dan başlayarak 17,5 KN'a kadar ki olan katlarında herhangi bir çatlama ve kırılma görülmemiştir. 20 KN'a gelindiğinde ise deney numunesinde başlık kısmında çatlama gerçekleşmiştir. 37 KN'a gelindiğinde ani çatlama ile yük almayı kesmiştir. Bu deneyde ise tamamıyla murfor ayırıcı bir özellik göstermiştir. Çünkü iki başlık arasında tüm derzleri zikzak şeklinde işleyerek gelen murfor basınç testinin sonuç kısmında ortaya çıkan görüntüyle uygulanan murfor şeklimiz tamamıyla aynıdır. Duvar bütünlüğünü kaybetmiştir. Çatlamaların görüntüsü Şekil.36'de gösterilmiştir.

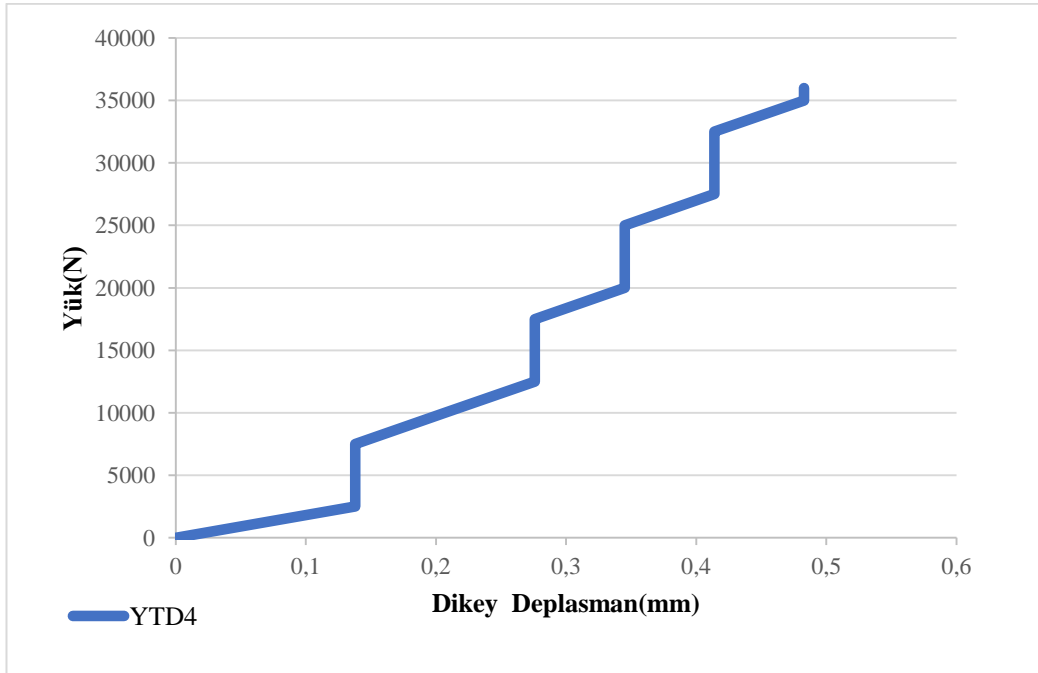
Datalogger dan aktarılmış veriler ışığında Taşıma gücü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji tüketim kapasitesi değerleri Tablo 8'de verilmiştir.



Şekil 36. YTD-4 Deneyinin Uygulanışı



Şekil 37. YTD-4 Deneyinin Yük-Yatay Deplasman Grafiği



Şekil 38. YTD-4 Deneyinin Yük-Dikey Deplasman Grafiği

4.6. Yığıma Tuğla Dizilim-5 (YTD5) Deneyi

Numune Yığıma Tuğla Dizilim-1 de anlatıldığı gibi örülmüştür. Standardı belirlenmiş olan harç uygulanmıştır.

Numune YTND deneyinde anlatılmış olduğu gibi deney düzeneğine yerleştirdikten sonra duvar dış ölçüleri ve LVDT ölçüleri alınmıştır. Duvar yatay dış ölçüsü 165 cm, dikey dış ölçüsü 158 cm ölçülmüştür. LVDT yatay ölçüsü 125 cm ve dikey ölçüsü 122,5 cm ölçülmüştür. Deneyde 2,5 KN ve katları kontrol edilerek ilerleme kaydedilmiştir.

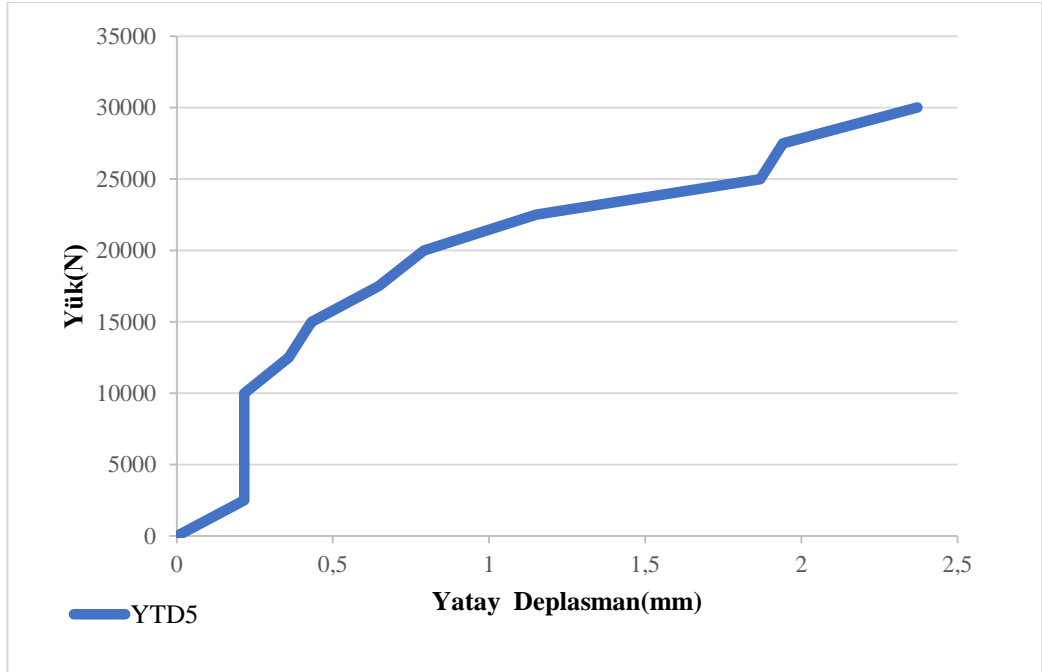
Yüklemeye devam ederken 2,5 KN'dan başlayarak 27,5 KN'a kadar ki olan katlarında herhangi bir çatlama ve kırılma görülmemiştir. 30 KN'a gelindiğinde ani çatlama ile yük almayı kesmiştir. Bu deneyde murforun konulduğu derz hattı, standartlara uygun olarak yapılmış harç katmanı ve ayrıca diğer deneylerde olmayan tuğla kırılması gözlemlenmiştir. Murfor uygulaması harç katmanlarında destekleyici olup basınca dayanamayan murforsuz harç katmanından başlayan bir ani kırılma tuğlanın kırılmasına sebep olmuştur. Çatlama görünümleri Şekil.39'de gösterilmiştir.

Datalogger dan aktarılmış veriler ışığında Taşıma gücü, Kayma dayanımı, Deplasman kapasitesi, Rijitlik ve Enerji tüketim kapasitesi değerleri Tablo 8'de verilmiştir.

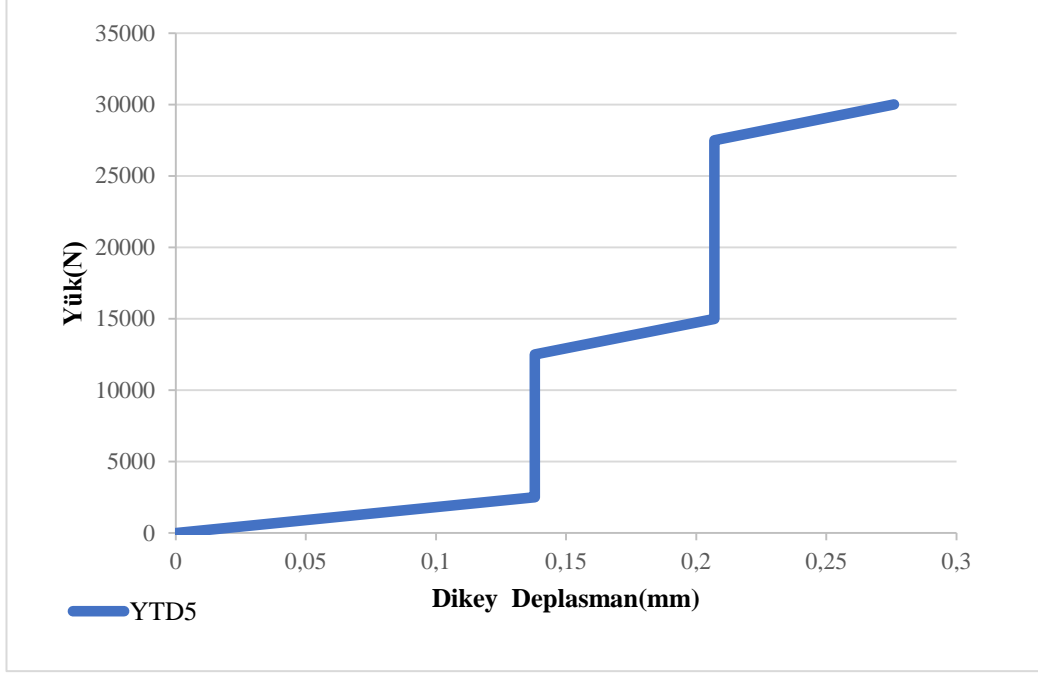




Şekil 39. YTD-5 Deneyinin Uygulanışı



Şekil 40. YTD-5 Deneyinin Yük-Yatay Deplasman Grafiği



Şekil 41. YTD-5 Deneyinin Yük-Dikey Deplasman Grafiği

Deney Adı	Fmaks(N)	Smaks(N/mm ²)	G((N/mm ²)	E(N/mm ²)	Ed(j)
YTND	40000	0,17	186	445,33	60,30
YTD1	31000	0,07	67	161,28	49,99
YTD2	34000	0,14	102	245,94	54,08
YTD3	30000	0,125	729	1750	
YTD4	36000	0,15	292	700	20,94
YTD5	30000	0,125	117	280	30,95

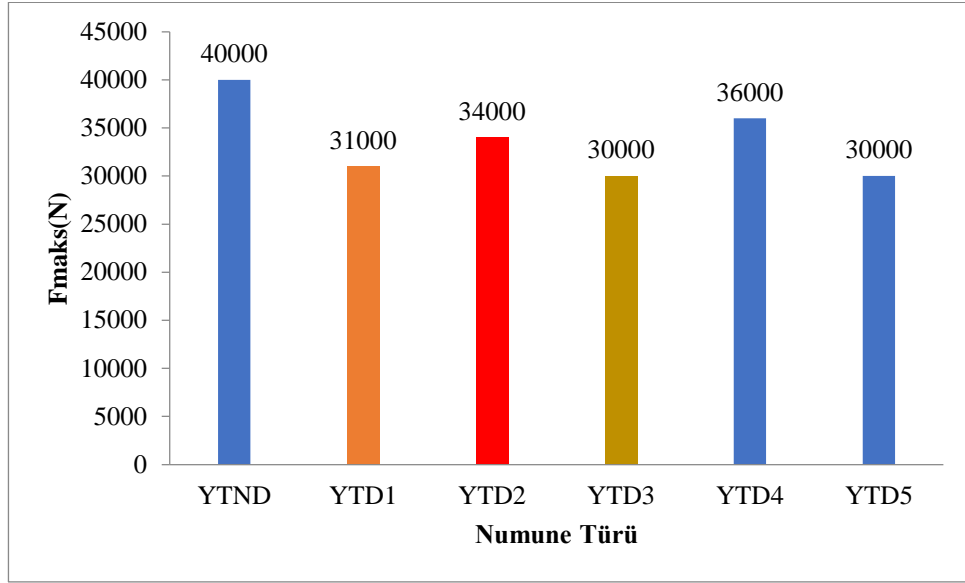
Tablo 8. Diyagonal Basınç Sonuçları

4.7. Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması

Deneylede uygulanan toplam 6 adet duvar numunesinin sonuçları birbiri arasında karşılaştırılmıştır.

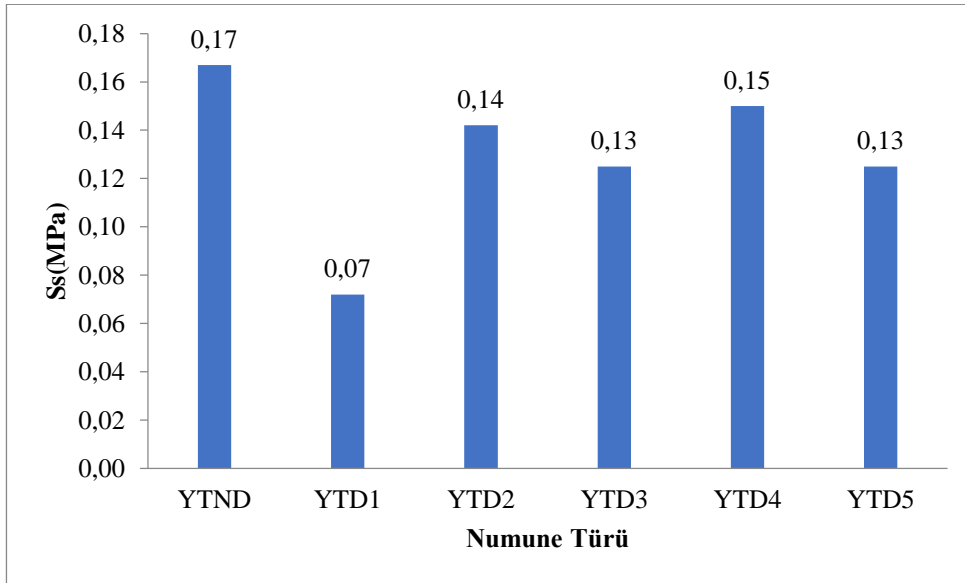
İlk olarak deneylede uygulanan basınç miktarlarının kırılma anındaki maksimum basınç değerleri N cinsinden aşağıda verilen grafikte gösterilmiştir. Referans olarak kullandığımız YTND duvar numunesi en fazla yük taşıyan duvar olmuştur. Diğer duvar numunelerinin bu duvar kadar basınca dayanıklı olmadığını gözlemledikten sonra harçların arasında duvarları güçlendirmeyi hesapladığımız murfor malzemesinin

diagonal basınca maruz kaldığında basınca dayanma yönünde herhangi bir artış göstermediği görülmüştür.



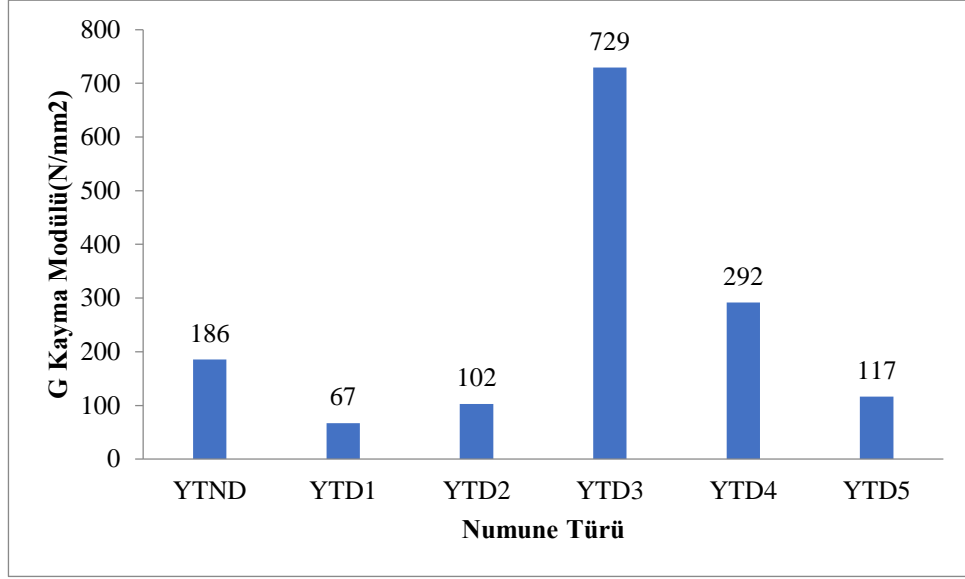
Şekil 42. Fmaks Değerlerinin Karşılaştırılması

Deney numunelerden elde edilen veriler doğrultusunda hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplardan biri kayma gerilmesinin değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin karşılaştırılması aşağıdaki grafikte verilmiştir. Bu değerler arasından en yüksek sonuca YTND deneyinde ulaşılmıştır. Bu sonuç doğrultusunda murforun deneyler üzerinde etkisi görülmemiştir.



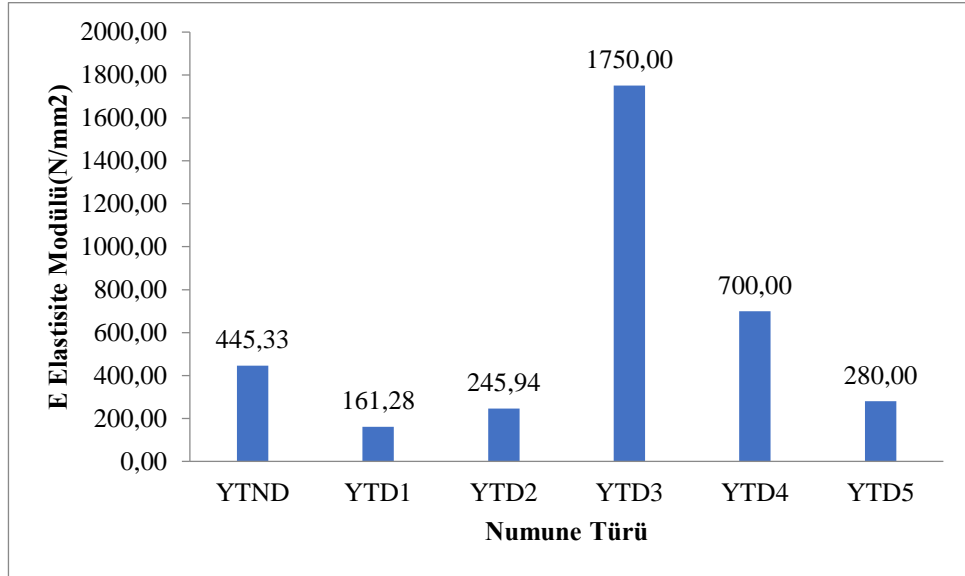
Şekil 43. Smaks Değerlerinin Karşılaştırılması

Deneyde elde edilen veriler sonucunda kayma modülü elde edilmiştir. Kayma modülü zeminin kaymaya karşı gösterdiği direnç olarak adlandırılabilir. Binaların depreme dayanıklılığını tespit etmek için önemlidir. Bir diğer elde ettiğimiz sonuçlardan elastite modülünü bulmamız için gerekli olan bir bileşendir. Aşağıdaki grafikte kayma modülü G harfi ile gösterilmektedir. Sonuçlar doğrultusunda YTD3 nolu deneyde en yüksek kayma modülü değerine ulaşılmıştır.



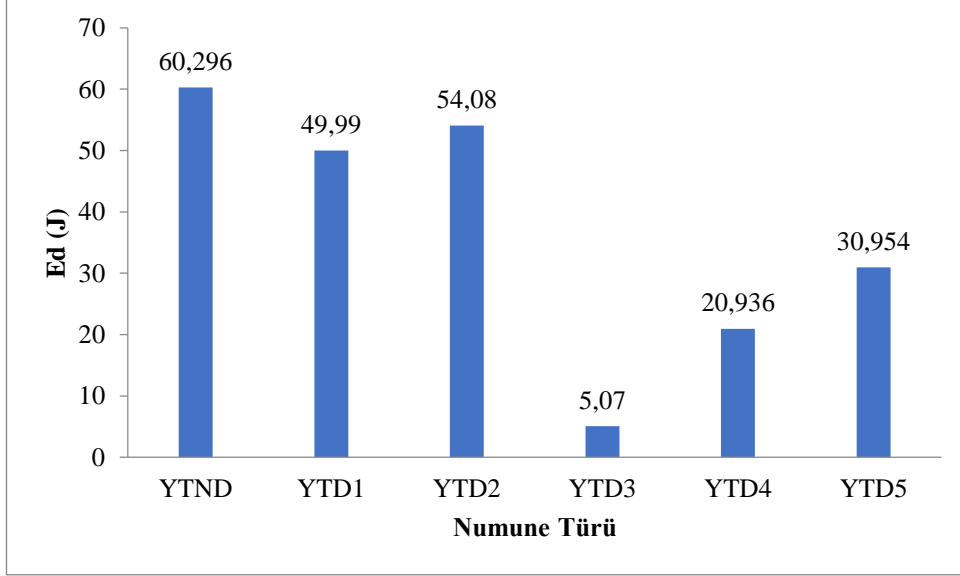
Şekil 44. Kayma Modülü Değerlerinin Karşılaştırılması

Kayma modülü değerlerinden elde edilen elastisite modülü değerlerinin karşılaştırılması da aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Şekil 45. Elastisite Modülü Değerlerinin Karşılaştırılması

Son olarak enerji kapasite değerleri hesaplanmış olup bu değerlerin karşılaştırılması aşağıdaki grafikte verilmiştir. YTND adlı numunenin enerji kapasitesi diğer deneylere göre en yüksektir.



şekil 46. Enerji Kapasite Değerlerinin Karşılaştırılması

5. SONUÇ

Bu çalışmanın yapılma amacı yığma tuğla kullanımının güvenilirliği artırmaktır. Güvenirliği artırmak çelik malzeme ve esnek yapıya sahip olan murfor malzemesi kullanılmıştır. Murforu farklı şekillerde kullanarak duvarlarda güvenlik test edilmiştir. Yığma tuğlanın kullanıldığı yığma binalar ise mühendis çalıştırılmadan güvenilir bir ortam yaratmadan yapılan binalardır. Yığma binaların sayısı ve deprem esnasında oluşturduğu risk araştırılmıştır. Bu sebeple bu yöntemlerin bu yapılara uyarlanması amaçlanmıştır. Bu deneyde kullanılan yöntem Türkiye’de az kullanılan maliyeti yüksek bir yöntemdir.

Tuğla aralarında farklı şekillerde kullanılan murfor, duvarların düzlem içi davranışının deneysel olarak belirlenmesi kapsamında, deneyde yapılan 6 adet duvarda kullanılan malzemeler detaylı olarak incelenmiş ve bu duvarların diyagonal basınç testinden alınan sonuçlar doğrultusunda bazı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar olumlu yönde değerlendirilirken bazı duvarlarda olumlu sonuçlar alınamamıştır. Bunun sebebi araştırıldığı zaman deney üzerinde kullanılan duvarın boyutu öne çıkmaktadır.

Kısaca murfor duvar yapımı esnasında güvenilirliği ve gelir seviyesini yükseltecek olanaklar sunmaktadır. Fakat murfor uygulaması zor ve maliyetli olmasından dolayı tercih edilmediği gözlemlenmiştir. Deneylerimizde uygulanan duvarların yeni yığma yapılarında yapılabilirliği tavsiye edilmektedir.

Bu deneylere ek çalışma olarak ;

- Deneylerde gözlemlerine göre üzere yatay ve dikey derzde aralarında kullanılan çoğu murfor donatılarının duvara dayanıklılık kattığı gözlemlenirken bazı murfor donatılarının katkı sağlamadığı gözlemlenmiştir. Buna göre sac levhalar kullanılarak tekrar kırılabilirliği ölçülmelidir.
- Deneylerin boyutlarını değiştirilmeden uygulanan deney yöntemleri ile hazırlanmış duvarların basınç mukavemetleri üzerinde tekrar edilmelidir.
- Bu deney kapsamında belirlenen murfor donatılı duvarlar diyagonal basınç altından aldığımız değerler murfor yapı malzemesi olarak kullanıldığında yapılarda depreme karşı sergileyeceği durumların belirlenmesinde eksik sonuçlar olacaktır. Bu sebeple,

murfor kullanılarak inşa edilmiş yapılar incelenerek bundan sonra yapılacak olan murfor kullanılarak yapılacak binalara yol gösterilmesi daha iyi olacaktır.

6. KAYNAKLAR

2018, <https://insapedia.com/murfor-nedir-murfor-duvar-donatisi-ne-ise-yarar/>

Düzgün M., 1985, Türkiye Mühendislik Haberleri, Yığma Kargir Yapılar

Bayülke, N. 1992. Yığma Yapılar. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Çamlıbel, N. 2000. Yapıların Taşıma Gücünün İyileştirilmesi, İstanbul.

Özsaraç, S. 2008. Yığma Yapılarda Taşıyıcı Tuğla Duvarların GFRP ile Güçlendirilmesinin Deneysel Olarak İncelenmesi, M.S., İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Anabilim Dalı Yapı Mühendisliği Programı, İstanbul

Bayülke, N. 2001. Depremde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir

Çakıroğlu M., 2014, Yığma Yapıların Güçlendirilmesi, Isparta

Gedik E., 2008, Kısmi Ve Tam Kesme Bağlantılı Kompozit Kirişlerin Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Modellenmesi, Ankara

ASTM E 519M-15. (2015). Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages. ASTM International.

Boztaş M. 2021, Farklı şekillerde güçlendirilmiş taşıyıcı gazbeton duvarların mekanik davranışlarının deneysel olarak incelenmesi

Akrami A. 2020, Yığma tuğla duvarların diyagonal yük etkisi altındaki davranışının iyileştirilmesine yönelik deneysel çalışma

Oyguç R. 2020, 24 Ocak 2020 Elazığ Depreminde Hasar Gören Yapıların Sismik Davranışlarının İncelenmesi

TS 2510 (1977) Kârgir Duvarlar Hesap ve Yapım Kuralları

Koç V. 2016, Depreme Maruz Kalmış Yığma ve Kırsal Yapı Davranışlarının İncelenerek Yığma Yapı Yapımında Dikkat Edilmesi Gereken Kuralların Derlenmesi

https://www.bekaert.com/doc/~/-/media/Files/ImportFiles/Murfor-Compact/Murfor-Compact-I-100-I100.pdf?sc_lang=tr-TR

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Ertuğrul UÇAR

EĞİTİM DURUMU

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

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

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri :

İŞ DENEYİMİ

Stajlar :2014 Saha Mühendisi, Doğancı Yapı
2015, Saha Mühendisi, DSİ 4.BÖLGE MÜD.
2016-2017, Saha Mühendisi , AKM YAPI DENETİM
2018, Saha Mühendisi, RMA MÜŞAVİRLİK-
MÜHENDİSLİK

Projeler :

Çalıştığı Kurumlar : 2017-2022, Şantiye Şefi, Murat Kalaycı İnşaat
2022, Şantiye Şefi, Makam Dekor

Tarih: 24 Kasım 2022