



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YIĞMA TİPİ YAPILARIN PERFORMANSLARININ ORTAM TİTREŞİM
ETKİSİ ALTINDA ALETSEL VE HESAPLAMALARA GÖRE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Şahin BANKİR

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
AĞUSTOS-2014**



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YIĞMA TİPİ YAPILARIN PERFORMANSLARININ ORTAM TİTREŞİM
ETKİSİ ALTINDA ALETSEL VE HESAPLAMALARA GÖRE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Şahin BANKİR

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
AĞUSTOS-2014**

T.C.
MUSTAFAKEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YIĞMA TİPİ YAPILARIN PERFORMANSLARININ ORTAM TİTREŞİM
ETKİSİ ALTINDA ALETSEL VE HESAPLAMALARA GÖRE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

ŞahinBANKİR

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANSTEZİ

Doç. Dr. Murat BİKÇE danışmanlığında hazırlanan bu tez **12/08/2014** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Murat BİKÇE
Başkan

Yrd. Doç. Dr. Selçuk KAÇIN
Üye

Yrd. Doç. Dr. Cuma KARAKUŞ
Üye

Kod No:

Prof. Dr. İsmail Hakkı KARAHAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 9840

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

12/08/2014

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklikyapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmza

Şahin BANKİR

ÖZET

YIĞMA TİPİ YAPILARIN PERFORMANSLARININ ORTAM TİTREŞİM ETKİSİ ALTINDA ALETSSEL VE HESAPLAMALARA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

Ülkemizde bugünlerde yapı tipi betonarme yapılar kullanılıyor olmasına rağmen ülkemizin yapı stokuna bakıldığında geleneksel yapı tipinin yığma tipi yapıların olduğu görülmektedir. Yığma yapılar; harç ile birbirine bağlanan taş, tuğla veya beton briketlerden oluşur. Bu nedenle yapı elamanları süreklilik gösteremezler ve yükler altında gerçek davranışlarını sayısal yöntemlerle ortaya çıkarmak zordur. Bu nedenle deneysel çalışmalar yapmak gereklidir.

Bu çalışmada, Antakya bölgesindeki genel yığma yapı stokunu temsil edebilecek şekilde seçilen 11 adet yığma yapının aletsel veriler ile elde edilen dinamik davranış parametrelerine bağlı olarak model düzeltmeleri yapıldıktan sonra sismik performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılar titreşim deney sonuçları dikkate alınarak model kalibrasyonu yapılmış ve doğrusal olmayan statik hesaplamalara olanak veren MASS ve 3MURI analiz programı ile analizleri yapılmıştır. Çalışmada ulaşılan sonuçlar ışığında, yapıların deprem etkisi altındaki davranışları daha gerçekçi bir şekilde belirlenmiş ve Antakya genelindeki yığma yapıların olası bir senaryo depremde nasıl bir hasar dağılımı ortaya çıkaracağına ilişkin yapılacak olan çalışmaya veri hazırlanmıştır.

2014, 102 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yığma yapı, sismik performans, ortam titreşimi, MASS, 3MURI

ABSTRACT

EVALUATION PERFORMANCE OF MASONRY TYPE STRUCTURES ACCORDING TO INSTRUMENTAL AND CALCULATIONS UNDER THE INFLUENCE OF ENVIRONMENT VIBRATION

Type of structure in our country despite the fact that is made of reinforced concrete in these days, considering the building stock in our country, it is observed that traditional structure type is masonry type structures. Masonry structures; forms linked together by mortar stone, bricks or concrete blocks. Therefore elements of structures can't demonstrate continuity and it is difficult to reveal their real behavior with numerical methods under loads. So experimental work is required.

In this study, it was aimed to determine the seismic performance after model adjustments of 11 selected masonry structures which are representative of the general masonry building stock in Antakya region, with obtained instrumental data depending on dynamic behaviour parameters. Considering the vibration test results, model calibration of structures and their analysis was done with MASS and 3MURI analysis programmes which are allow to non linear static calculations. In the light of obtained results in this study, behaviour of structures under influence of earthquake are determined more realistic and throughout Antakya masonry structures, data was prepared to a study that performs how a damage distribution will reveal with a possible scenario earthquake.

2014, 102 pages

Key Words: Masonry structure, Seismic performance, ambient vibration MASS, 3MURI

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez programımın yürütülmesi esnasında, çalışmalarına yön vererek yardım ve bilgi konusunda bana her türlü desteği sağlayan danışman hocam, sayın Doç. Dr. MURAT BİKÇE'ye içtenlikle teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmalarına yardımcı olan Öğretim elemanı sayın Doç. Dr. M. Cemal GENEŞ, sayın Yrd. Doç. Dr. Selçuk KAÇIN, Arş. Gör. Müzeyyen BALÇIKANLI, Arş. Gör. Gökhan ÇEVİK, Arş. Gör. İsmail Ozan DEMİREL, Arş. Gör. Vesile Hatun AKANSEL, Arş. Gör. Hasan Hüseyin BİLGİÇ, yüksek lisans öğrencisi Bekir Can DELİKURT' ve Metin BAHÇELİ' ye teşekkür ederim. Tez çalışmalarımı maddi olarak destekleyen Mustafa Kemal Üniversitesi Rektörlük Araştırma Fonuna, teşekkür ederim.

Ayrıca, Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince bana emeği geçen Mustafa Kemal Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde görev yapan ve her fırsatta bana yardımcı olan değerli hocalarıma teşekkür ederim.

Desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Annem Faize BANKİR'e, Babam İzzet BANKİR'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	IX
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Türkiye’de Mevcut Yapı Türleri	3
1.1.1. Betonarme Yapılar	3
1.1.2. Çelik Yapılar	3
1.1.3. Prefabrik Yapılar	4
1.1.4. Ahşap Yapılar.....	4
1.1.5. Yığma Yapılar	5
1.2. Yığma Yapılarda Kullanılan Malzemeler.....	7
1.2.1. Taş	7
1.2.2. Tuğla.....	8
1.2.3. Briket.....	10
1.2.4. Yığma Yapılarda Kullanılan Harçlar	11
1.2.5. Horosan Harcı	11
1.3. Deprem Yönetmeliğinde Yığma Yapılarla İlgili Özellikler	12
1.3.1. Yığma Yapılar İle İlgili Genel Kurallar	12
1.3.2. Yığma Duvar Gerilmelerinin Hesabı	13
1.3.3. Düşey Gerilme Hesabı	13
1.3.4. Kayma Gerilmesinin Hesabı	15
1.3.5. Elastisite Modülü.....	17
1.3.6. Taşıyıcı Duvar Malzemesi	17
1.3.7. Duvar Malzemesi Dayanımları	17
1.3.8. İzin Verilen En Küçük Taşıyıcı Duvar Kalınlıkları	18
1.3.9. Taşıyıcı Duvarlarda Toplam Uzunluk Sınırı.....	19
1.3.10. Taşıyıcı Duvarların En Büyük Desteklenmemiş Uzunluğu.....	20
1.3.11. Taşıyıcı Duvar Boşlukları	21
1.3.12. Lentolar	23
1.3.13. Yatay Hatıllar	23
1.3.14. Düşey Hatıllar	24
1.3.15. Döşemeler	25
1.3.16. Çatılar.....	26
1.3.17. Taşıyıcı Olmayan Duvarlar	26
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	28
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	31
3.1. Materyal	31
3.1.1. Hız Ölçer Sistemi ve Ağ Kontrol Merkezi (NCC)	31
3.1.2. Deneysel Çalışmalar.....	32
3.1.3. 3MURI Analiz Programı	35
3.1.4. MASS Analiz Programı.....	36

3.2. Yöntem	37
3.2.1. Antakya Bina Veritabanının Güncellenmesi ve Detaylandırılması	37
3.2.2. Yapıdan Titreşim Kayıtlarının Alınması	40
3.2.3. Yığma Yapıların Analizi Ve Hasar Türleri.....	41
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	46
4.1. Malzeme Deney Sonuçları.....	47
4.2. Tuğla Binaların Analiz Sonuçları	48
4.2.1. Mıntıka 3 P506 binası	48
4.2.2. Hakim Mod Değerleri	50
4.2.3. Pushover Eğrisi	51
4.2.4. Duvarların Hasar Seviyeleri Ve Yapının Hasar Seviyesi	52
4.2.5. Yapı Aldığı Hasar Sonrası 3boyutlu Görünümleri	54
4.2.6. Mıntıka 2 P811 Binası Üzerinde Yapılan Çalışmalar	57
4.2.7. Mıntıka 4 P839 Binası Üzerinde Yapılan Çalışmalar	62
4.2.8. Mıntıka 4 P2628 Binası	67
4.2.9. Mıntıka 4 P2591 Binası	69
4.3. Briket Binaların Analiz Sonuçları	71
4.3.1. Mıntıka 4 P2663 Binası	71
4.3.2. Hakim Mod Değerleri	73
4.3.3. Pushover Eğrisi	73
4.3.4. Duvarların Hasar Seviyeleri Ve Yapının Hasar Seviyesi	74
4.3.5. Yapı Aldığı Hasar Sonrası 3boyutlu Görünümleri	78
4.3.6. Mıntıka 4 P636 Binası	81
4.3.7. Mıntıka 3 P794 Binası	84
4.3.8. Mıntıka 4 P813 Binası	85
4.3.9. Mıntıka 4 P1428 Binası	86
4.4. Taş Binanın Analiz Sonuçları.....	87
4.4.1. Belediye Binası	87
4.4.2. Hakim Mod Değerleri	89
4.4.3. Pushover Eğrisi	90
4.4.4. Duvarların Hasar Seviyeleri Ve Yapının Hasar Seviyesi	91
4.4.5. Yapı Aldığı Hasar Sonrası 3boyutlu Görünümleri	93
4.5. Yapıların Performans Seviyeleri.....	96
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	98
KAYNAKLAR	100
ÖZGEÇMİŞ	102

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Yatay yüklere maruz kalan yığma yapıda oluşan iç tesir kuvvetleri (Çöğürücü, 2007).	2
Şekil 1.2.	Çelik bina örneği.....	4
Şekil 1.3.	Yığma Yapılarda Kullanılan Tipik Yığma Elemanlar	6
Şekil 1.4.	Farklı malzemeden yapılmış yığma yapılar: briket (sol) taş (orta) harman tuğlası (sağ).....	6
Şekil 1.5.	Taşıyıcı duvarda toplam uzunluk sınırı	20
Şekil 1.6.	Taşıyıcı duvarların en büyük desteklenmemiş uzunluğu.....	21
Şekil 1.7.	Kapı ve pencere boşluklarında uygulanacak kurallar.	22
Şekil 1.8.	Yığma yapılarda yapılacak yatay hatıl detayları (DBYBHY,2007)	24
Şekil 1.9.	Yığma yapılarda kullanılan düşey hatıl detayı (DBYBHY,2007).....	25
Şekil 1.10.	Yığma yapıların çatı detayı.....	26
Şekil 3.1.	Hızölçer sensör sistemi ve ağ kontrol merkezi	31
Şekil 3.2.	Duvar elemanı olarak kullanılan harman tuğlası ve test edilmek üzere hazırlanan numuneler	32
Şekil 3.3.	Yığma duvar örme harcı numuneleri ve testleri	33
Şekil 3.4.	Eksenel basınç altında test edilmek üzere hazırlanan duvar elemanları.....	34
Şekil 3.5.	Basınç kuvveti altında duvar elemanlarının test edilmesi	35
Şekil 3.6.	3MURI programında modellenen bir binanın görünümü	36
Şekil 3.7.	Antakya'daki yığma yapı stoğu dağılımı.....	37
Şekil 3.8.	Gece konu veya mühendislik hizmeti görmemiş binaların yoğun olduğu bölge	38
Şekil 3.9.	Antakya'nın tarihi dokusunu temsil eden yığma binaların yoğun olduğu bölge.	38
Şekil 3.10.	Veri toplama formu.....	39
Şekil 3.11.	Kat sayısı dağılımı	39
Şekil 3.12.	Taşıyıcı duvar tipi dağılımı.....	40
Şekil 3.13.	Temsili bir bina için hızölçer sensörlerinin yerleştirilme planı	40
Şekil 3.14.	3MURI programı için hazırlanan örnek dxf dosyası	41
Şekil 3.15.	Malzeme özellikleri ve kullanılan parametreler	42
Şekil 3.16.	Yığma duvarda açılan kapı ve pencere boşluklarının tanımlanması	43
Şekil 3.17.	Duvar kalınlığı ve duvar malzemesinin seçilmesi	43
Şekil 3.18.	Yığma duvarların boşlukların yarattığı etki sebebi ile parçalara ayrılması.....	44
Şekil 3.19.	Yığma yapılarda meydana gelen hasar türleri: kesme hasarı (sol) ve basınç kuvvetine dayanamayan duvarların köşesinde momentin yarattığı hasar (sağ).....	45
Şekil 3.20.	Düzlemi dışına devrilen duvar (Kara 2009)	45
Şekil 3.21.	Kısmen çöken duvar (Kara 2009).	45
Şekil 4.1.	Mıntika 3 P506 Binası Kat planı.....	49
Şekil 4.2.	Mıntika 3 P506 Binası 3MURI Programındaki 3 boyutlu görünümü	50
Şekil 4.3.	Mıntika 3 p506 binası +X yönü Pushover eğrisi	51

Şekil 4.4.	Mıntıka 3 p506 binası-X yönü Pushover eğrisi	51
Şekil 4.5.	Mıntıka 3 p506 binası +Y yönü Pushover eğrisi	52
Şekil 4.6.	Mıntıka 3 p506 binası -Y yönü Pushover eğrisi	52
Şekil 4.7.	Mıntıka 3 p506 binası 3MURI programında Plan Üzerindeki Duvarların Numaraları.....	52
Şekil 4.8.	Mıntıka 3P506 binası +X yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü.....	54
Şekil 4.9.	Mıntıka 3 p506 binası 1 no'lu duvarın +X yönü performans ve göçme noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri	54
Şekil 4.10.	Mıntıka 3 p506 binası -X yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü.....	55
Şekil 4.11.	Mıntıka 3 p506 binası -X yönü göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü	55
Şekil 4.12.	Mıntıka 3 P506 binası +Y yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü.....	55
Şekil 4.13.	Mıntıka 3 P506 binası 1 no'lu duvarın +Y yönü performans ve göçme noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri	56
Şekil 4.14.	Mıntıka 3 P506 binası -Y yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü.....	56
Şekil 4.15.	Mıntıka 3 P506 binası 1 no'lu duvarın -Y yönü performans ve göçme noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri	56
Şekil 4.16.	Mıntıka 2, Parsel 811'deki binaya yerleştirilen hızölçer sisteminin şeması.....	57
Şekil 4.17.	MR1 Hız ölçer sensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız ve deplasman kayıtları.	58
Şekil 4.18.	MR2 Hız ölçer sensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız ve deplasman kayıtları	58
Şekil 4.19.	MR1 Hız ölçer sensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız Fourier Amplitude Spektrumu	58
Şekil 4.20.	MR2 Hız ölçer sensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız Fourier Amplitude Spektrumu	59
Şekil 4.21.	Mıntıka 4 P839 binasına yerleştirilen hızölçer sisteminin şeması	63
Şekil 4.22.	MR1 hızölçer sensörünün doğu-batı ve kuzey-güney yönlerindeki hız ve deplasman kayıtları	63
Şekil 4.23.	MR2 Hızölçer sensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız ve deplasman kayıtları	64
Şekil 4.24.	MR1 Hızölçer sensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız Fourier Amplitude Spektrumu	64
Şekil 4.25.	MR2 Hızölçer sensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız Fourier Amplitude Spektrumu	64
Şekil 4.26.	Mıntıka 4 P2663 binası kat planı	72
Şekil 4.27.	Mıntıka 4 P2663 binası 3MURI programındaki 3 boyutlu görünümü	72
Şekil 4.28.	Mıntıka 4 P2663 binası +X yönü pushover eğrisi.	73
Şekil 4.29.	Mıntıka 4 P2663 binası -X yönü pushover eğrisi	74
Şekil 4.30.	Mıntıka 4 P2663 binası +Y yönü pushover eğrisi	74
Şekil 4.31.	Mıntıka 4 P2663 binası -Y yönü pushover eğrisi	74
Şekil 4.32.	Mıntıka 4 P2663 binası plan üzerindeki duvarların numaraları	75

Şekil 4.33.	Mıntika 4 P2663 binası +X yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü.....	78
Şekil 4.34.	Mıntika 4 P2663 binası 1 no'lu duvarın +X yönü performans (sol) ve göçme (sağ) noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri	79
Şekil 4.35.	Mıntika 4 P2663 binası -X yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü.....	79
Şekil 4.36.	Mıntika 4 P2663 binası 1 no'lu duvarın -X yönü performans (sol) ve göçme (sağ) noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri	79
Şekil 4.37.	Mıntika 4 P2663 binası +Y yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü.....	80
Şekil 4.38.	Mıntika 4 P2663 binası 1 no'lu duvarın +Y yönü performans (sol) ve göçme (sağ) noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri	80
Şekil 4.39.	Mıntika 4 P2663 binası -Y yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü.....	80
Şekil 4.40.	Mıntika 4 P2663 binası 1 no'lu duvarın -Y yönü performans (sol) ve göçme (sağ) noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri	81
Şekil 4.41.	Belediye binası 1. kat planı.....	88
Şekil 4.42.	Belediye binası 2. kat planı.....	88
Şekil 4.43.	Belediye binası 3MURI programındaki 3 boyutlu görünümü	89
Şekil 4.44.	Belediye binası +X yönü pushover eğrisi	90
Şekil 4.45.	Belediye binası -X yönü pushover eğrisi	90
Şekil 4.46.	Belediye binası +Y yönü pushover eğrisi.	90
Şekil 4.47.	Belediye binası -Y yönü pushover eğrisi	91
Şekil 4.48.	Belediye binası plan üzerindeki duvarların numaraları.	91
Şekil 4.49.	Belediye binası +X yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü.	93
Şekil 4.50.	Belediye binası 1 no'lu duvarın +X yönü performans (sol) ve göçme (sağ) noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri	94
Şekil 4.51.	Belediye binası -X yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü	94
Şekil 4.52.	Belediye binası 1 nolu duvarın -X yönü performans ve göçme noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri	94
Şekil 4.53.	Belediye binası +Y yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü	95
Şekil 4.54.	Belediye binası 1 nolu duvarın +Y yönü performans ve göçme noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri	95
Şekil 4.55.	Belediye binası -Y yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü	95
Şekil 4.56.	Belediye binası 1 nolu duvarın -Y yönü performans ve göçme noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri	96

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Biçim ve basınç dayanımlarına göre harman tuğlası (Çöğürücü, 2007).....	9
Çizelge 1.2. Harman tuğlası boyutları	9
Çizelge 1.3. İzin verilen en çok kat sayısı (DBYBHY,2007)	12
Çizelge 1.4. Duvar malzemesinin serbest basınç dayanımına ve harç sınıfına bağlı duvar basınç emniyet gerilmeleri (DBYBHY,2007)	14
Çizelge 1.5. Narinlik oranına göre emniyet gerilmeleri için azaltma katsayıları (DBYBHY,2007)	14
Çizelge 1.6. Serbest basınç dayanımı bilinmeyen duvarların basınç emniyet gerilmeleri (DBYBHY,2007)	15
Çizelge 1.7. Duvarların çatlama emniyet gerilmeleri (τ_o) (DBYBHY, 2007)	16
Çizelge 1.8. Taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları (DBYBHY, 2007)	19
Çizelge 3.1. Yığma duvar harç malzemesi karışım oranları	32
Çizelge 3.2. Yığma duvar örümünde kullanılan harç malzemesi (I. Test Seti)	33
Çizelge 3.3. Yığma duvar örümünde kullanılan harç malzemesi (II. Test Seti)	33
Çizelge 3.4. Yığma duvar örümünde kullanılan harç malzemesi (II. Test Seti)	33
Çizelge 4.1. Yığma duvar örümünde kullanılan harç malzemesi basınç deney sonuçları	47
Çizelge 4.2. Harç karışımı ile hazırlanmış duvar elemanlarının basınç deneyi sonuçları	48
Çizelge 4.3. Mıntıka 3 P506 binası malzeme özellikleri	50
Çizelge 4.4. Mıntıka 3 P506 binası periyot değerleri	51
Çizelge 4.5. Mıntıka 3 p506 binasını oluşturan duvarlarda göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	53
Çizelge 4.6. Mıntıka 3 p506 binasını oluşturan duvarların performans noktasındaki performans seviyeleri	53
Çizelge 4.7. Serbest titreşim kayıtlarına ve analitik modele göre hakim titreşim periyotları	59
Çizelge 4.8. Mıntıka 2 P811 binasını duvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	60
Çizelge 4.9. Mıntıka 2 P811 binasını duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	61
Çizelge 4.10. Mıntıka 2 P811 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri	62
Çizelge 4.8. Mıntıka 4 P839 binası duvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	55
Çizelge 4.9. Mıntıka 4 P839 binası duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	55
Çizelge 4.10. Mıntıka 4 P839 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri	56
Çizelge 4.11. Analitik ve Test ile elde edilmiş olan hakim titreşim periyotları ve sönüm oranlarının	65

Çizelge 4.12. Mıntıka 4 P839 binası duvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	65
Çizelge 4.13. Mıntıka 4 P839 binası duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	66
Çizelge 4.14. Mıntıka 4 P839 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri.....	66
Çizelge 4.15. Mıntıka 4 P2628 binası duvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	67
Çizelge 4.16. Mıntıka 4 P2628 binası duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	67
Çizelge 4.17. Mıntıka 4 P2628 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri.....	68
Çizelge 4.18. Mıntıka 4 P2591 binası duvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	69
Çizelge 4.19. Mıntıka 4 P2591 binası duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	70
Çizelge 4.20. Mıntıka 4 P2591 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri.....	71
Çizelge 4.21. Mıntıka 4 P2663 binası malzeme özellikleri	73
Çizelge 4.22. Mıntıka 4 P2663 binası periyot değerleri	73
Çizelge 4.23. Mıntıka 4 P2663 binası duvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	76
Çizelge 4.24. Mıntıka 4 P2663 binası duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	77
Çizelge 4.25. Mıntıka 4 P2663 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri.....	78
Çizelge 4.26. Mıntıka 4 P636 binası duvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	81
Çizelge 4.27. Mıntıka 4 P636 binası duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	82
Çizelge 4.28. Mıntıka 4 P636 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri.....	83
Çizelge 4.29. Mıntıka 3 P794 binası duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	84
Çizelge 4.30. Mıntıka 3 P794 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri.....	84
Çizelge 4.31. Mıntıka 4 P813 binası duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	85
Çizelge 4.32. Mıntıka 4 P813 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri.....	85
Çizelge 4.33. Mıntıka 4 P1428 binası duvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	86
Çizelge 4.34. Mıntıka 4 P1428 binası duvarlarında Göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	86
Çizelge 4.35. Mıntıka 4 P1428 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri.....	87
Çizelge 4.36. Belediye binası malzeme özellikleri	89
Çizelge 4.37. Belediye binası periyot değerleri	89

Çizelge 4.38. Belediye binası duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri	92
Çizelge 4.39. Belediye binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri	93
Çizelge 4.40. Yapı malzemelerine göre analizi yapılan binaların performans seviyesi	97

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

f_d	: duvar basınç dayanımı (MPa)
f_{em}	: duvar basınç dayanımı (MPa)
A	: Dolu duvar parçasının yatay en kesit alanı (m ²)
h	: Dolu duvar parçasının her iki yanındaki boşlukların yüksekliğinin en küçük olanı (m)
k	: Rijitlik katsayısı
τ_{em}	: Duvar kayma emniyet gerilmesi (MPa)
τ_0	: Duvar çatlama emniyet gerilmesi (MPa)
μ	: Sürtünme katsayısı
s	: Düşey yükler altında duvarda oluşan gerilme (MPa)
Ed	: Duvar yapımında kullanılan kargir birimlerin Elastisite Modülü (MPa)
E	: Malzemenin Elastisite modülü (MPa)
G	: Malzemenin Kayma modülü (MPa)
f_m	: Malzemenin basınç dayanımı (MPa)
τ	: Malzemenin kayma dayanımı (MPa)
g	: Malzemenin güvenlik katsayısı

KISALTMALAR

DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
TS-2510	: Kargir Duvarlar Hesap ve Yapım Kuralları
TS-705	: Fabrika Tuğlaları-Duvarlar İçin Dolu ve Düşey Delikli Tuğla Kuralları
TS EN771-1	: Kâgir birimler - Özellikler - Bölüm 1: Kil kâgir birimler (tuğlalar)
TS-500	: Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları

ABSTRACT

EVALUATION PERFORMANCE OF MASONRY TYPE STRUCTURES ACCORDING TO INSTRUMENTAL AND CALCULATIONS UNDER THE INFLUENCE OF ENVIRONMENT VIBRATION

Type of structure in our country despite the fact that is made of reinforced concrete in these days, considering the building stock in our country, it is observed that traditional structure type is masonry type structures. Masonry structures; forms linked together by mortar stone, bricks or concrete blocks. Therefore elements of structures can't demonstrate continuity and it is difficult to reveal their real behavior with numerical methods under loads. So experimental work is required.

In this study, it was aimed to determine the seismic performance after model adjustments of 11 selected masonry structures which are representative of the general masonry building stock in Antakya region, with obtained instrumental data depending on dynamic behaviour parameters. Considering the vibration test results, model calibration of structures and their analysis was done with MASS and 3MURI analysis programmes which are allow to non linear static calculations. In the light of obtained results in this study, behaviour of structures under influence of earthquake are determined more realistic and throughout Antakya masonry structures, data was prepared to a study that performs how a damage distribution will reveal with a possible scenario earthquake.

2014, 102 pages

Key Words: Masonry structure, Seismic performance, ambient vibration MASS, 3MURI

1. GİRİŞ

İnsanların yerleşik hayata geçmesi, on binlerce yıl öncesinden başlayıp günümüze kadar devam etmektedir. İnsanoğlu gereksinimlerini karşılamak için mevcut imkânları ve günün teknolojisini kullanarak yapılar, köprüler, sarnıçlar ve su kanalları inşa etmiştir. Günümüzde her ne kadar betonarme ve çelik yapılar yaygın yapı türleri olsa da, dünyadaki birçok ülkede ve ülkemizin de birçok yerleşim bölgesinde yığma yapılar hala inşa edilmektedir.

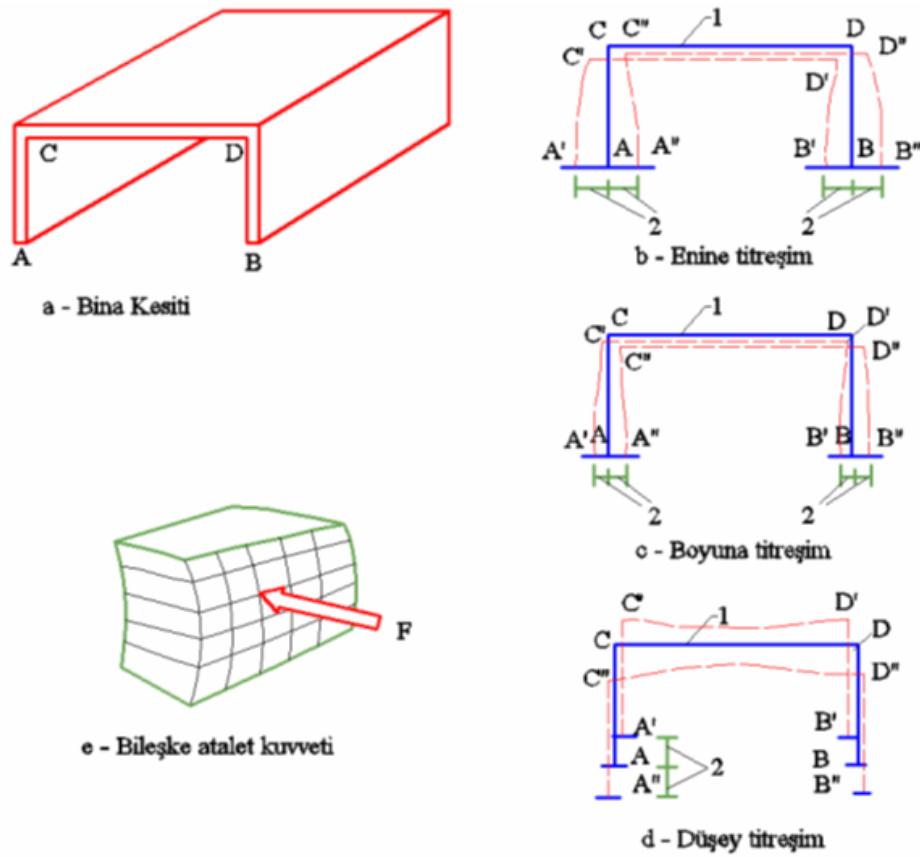
Türkiye'nin yerleşim yerlerinin büyük bir bölümü deprem kuşağında yer almakta ve bu yerleşim yerlerinde yaşayan insanların büyük çoğunluğunun yaşamını sürdürdüğü yapılar birinci ve ikinci derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Ülkemizdeki yapı stokunun büyük kısmı, özellikle Anadolu'nun kırsal kesimlerinde, büyük şehirlerin kenar mahallelerinde ve gecekondu semtlerinde yapılaşmanın neredeyse tamamına yakını yığma yapı olarak inşa edilmiştir. Bu durum günümüzde de devam etmektedir ve gelecekte de devam edecek gibi görünmektedir. Yapı sahibine göre; malzemeyi kolay temin etmek, malzemelerin ucuz olması ve yapım aşamasındaki işçiliğin basitliği yığma yapıyı özellikle konut yapımında cazip kılmaktadır.

Yığma yapılar genellikle mali açıdan gücü zayıf insanlarımız tarafından yapılmakta, yaptırılmakta ve az gelişmiş kırsal bölgelerimizde bulunmaktadır (Önal, 2005).

Kırsal bölgelerde daha yoğun inşa edilen yığma yapılar diğer yapılarla karşılaştırıldığında avantajları ve dezavantajları vardır. Yığma yapıların en büyük dezavantajı oldukça ağır, hantal, sünek olmayan malzemelerden oluşması ve yeterli mühendislik hizmetleri almamış olmalarıdır. Deprem konusunda daha önce yapılan çalışmalarında gösterdiği gibi yapı ağırlığı ne kadar fazla olursa deprem esnasında oluşacak atalet kuvvetleri de o kadar fazla olmaktadır. Bu nedenle yapı elemanları çok büyük iç tesirlere maruz kalmaktadır (Şekil 1.1.).

Yığma yapılar rijit olmalarından dolayı sünek yapılar gibi davranamaz ve sünek yapılar gibi enerji yutma yeteneğine sahip değildirler. Bu nedenle, depremde ortaya çıkan enerjiyi azaltma kapasitesi düşük olduğu için büyük yatay kuvvetlere maruz kalmaktadırlar.

Ayrıca yığma yapılarda kullanılan malzemelerin gevrek malzemeler olmasından dolayı mühendislik açısından istenmeyen davranışlar göstermekte, taşıma limitini aştıkları anda ani çatlamalara ve kırılmalara sebep olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı yığma yapılar depreme dayanıklı yapılar olarak değerlendirilmezler. Bununla beraber yığma yapılar deprem açısından tamamen olumsuz yapılar olarak algılanmamalıdır. Bütün diğer yapılarda olduğu gibi yığma yapılar da standartlara, yönetmeliklere uygun olarak yapıldığı ve mühendislik çalışması uygulandığı takdirde sağlam ve emniyetli olabilirler.



Şekil 1.1. Yatay yüklere maruz kalan yığma yapıda oluşan iç tesir kuvvetleri (Çöğürücü, 2007)

1.1 Türkiye’de Mevcut Yapı Türleri

1950’den sonra Betonarme yapım tekniği ülkemizde daha yoğun kullanılmaya başlanmış ve günümüzde betonarme yapılaşmalar hala kullanılmaktadır. Şimdi en yaygın yapı türü olan betonarme yapıya ek olarak çelik, ahşap ve prefabrik yapılar kullanılmaktadır. Fakat daha önce yapılmış yığma yapılar da hala günümüzde kullanılmakta ve kırsal bölgelerde hala inşa edilmeye devam edilmektedir. Bugünlerde yine en yaygın yapı tipleri betonarme başta olmak üzere çelik, ahşap ve prefabrik olarak sıralanabilir. Fakat daha önce inşa edilmiş olan hımış, bağdadi veya yığma yapılar hala kullanılmaktadır.

Yapılan araştırmalar neticesinde ve yukarıda belirtilen yapı türlerine dayanarak yapıların genel olarak inşa edildikleri malzeme betonarme, çelik, yığma, prefabrik ve ahşap olarak beş temel sınıfta gruplandırılabilir.

1.1.1. Betonarme Yapılar

Yapıya etki eden yatay ve düşey yükleri betonarme elemanlardan oluşan taşıyıcı sistemlerle karşılayan yapı sistemidir. Bu sistemler yatay yükleri taşıyan kirişler ve düşey yükleri taşıyan kolonlardan oluşur. Betonarme yapı sisteminde yük taşıma ve aktarımı şöyledir; Döşeme ve çatılar üzerine gelen yükü kendi ağırlıkları ile birlikte kirişlere aktarır. Daha sonra kirişler bu yükleri, mesnetlendiği düşey taşıyıcı sistemler olan kolonlara aktarır. Kolonlar üzerine gelen yükleri temele temelde zemine aktarır. Yapıda bu sistemden dolayı kolonlar arasında boşluklar oluşur ve bu boşluklar yapıyı kullanım amacına göre delikli tuğla veya gaz betonelemanları ile örtülen duvarlarla örtülür. Betonarme yapılarda dolgu duvarlar taşıyıcı özellik göstermezler.

1.1.2 Çelik Yapılar

Taşıyıcı elamanları çelik olan yapı türüdür. Bu elamanlar birbirine perçin bulon veya kaynak vasıtasıyla bağlanarak elamanlar arasındaki yük aktarımı

sağlanır. Kolon gibi düşey taşıyıcı elemanlar genellikle beton ile örtülür (Şekil1.2).



Şekil 1.2. Çelik bina örneği

1.1.3 Prefabrik Yapılar

Binayı oluşturan yapı elemanlarının inşaat sahasında birleştirilecek şekilde fabrikada imal edilerek hazırlanan yapı türüdür. Yapı temeli projesine uygun inşa edildikten sonra hazırlanan elemanların yerlerine yerleştirilmesi ile oluşur. Birleştirilen bu yapı elemanları kullanılan malzemelere göre iki farklı türde incelenir.

- ❖ Hafif prefabrike yapılar: Yapıda kullanılan malzemenin boşluk oranı fazla ve hafif (gaz beton, boşluklu beton, hafif agregalı beton) olan malzemeden oluşan yapıdır.
- ❖ Ağır prefabrike yapılar: Yapıda kullanılan malzeme daha yoğundur ve boşluk oranı azdır. Çok katlı yapılarda ses ve ısı yalıtımından daha çok dayanımının ön planda olmasından ötürü bu tür malzemelerin kullanılması uygundur.

1.1.4 Ahşap Yapılar

Taşıyıcı elemanları ahşaptan oluşan yapı türleridir. Ülkemizde ahşaptan yapılmış tarihi evlere rastlamak mümkündür. Ancak günümüzde betonarme binaların yaygınlaşmasıyla yeni ahşap yapılar nadiren yapılmaktadır. Mevcut yapıların bazıları

ise restorasyon çalışmalarıyla ayakta kalmaya çalışmaktadır.

1.1.5 Yığma Yapılar

Yığma yapılar; yapıya etki eden yatay ve düşey yükleri iç ve dış duvarlar tarafından temele aktaran yapılar olarak tanımlanabilir.

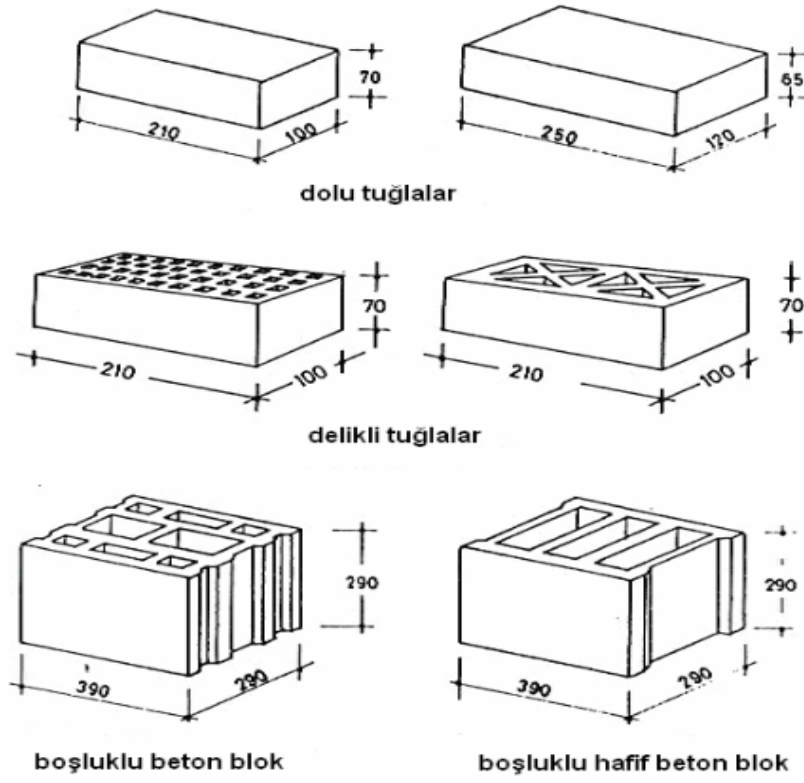
Yığma yapılar taş veya tuğla gibi malzemelerin üst üste konularak ve bu malzemelerin harçla bağlanmasıyla oluşan taşıyıcı duvarların üzerine döşeme atılmasıyla oluşur.

Yığma yapılarda duvarların hem taşıyıcı hem de mimari özellikleri vardır. Duvarlar yükleri taşıyarak taşıyıcı özelliğini gösterirken yapının işlevi gereğinde iç bölmeleri oluşturmasıyla mimari özelliğini göstermektedir.

Ülkemizdeki yapı stokunun büyük bir bölümü yığma olarak yapılmıştır. Bunun yanında günümüzde de yapılan yapılara baktığımızda inşa edilen yığma yapıların sayısı da azımsanacak sayıda değildir. Yığma yapıların inşa edilmesindeki bu ısrarın en önemli sebepleri, ekonomik, malzeme teminin kolaylığı, işçiliğinin kolay olması olarak sayılabilir. Ama bunun yanında yığma yapıların en önemli olumsuz yanı da ağır olmaları ve deprem gibi yatay yükler karşısında dayanımlarının az olmasıdır. Bu sebepten yığma yapıların deprem karşısındaki davranışının bilinmesi ve dayanımlarının artırılması gerekir.

Tuğla yığma yapılar betonarme yapılara göre depreme karşı çok daha az dayanıklıdır. Ayrıca harçtan oluşan tuğla duvarın sünek davranması beklenemez. Çünkü bu tarz elemanlar gevrek yapı elemanlarıdır. Yığma yapılara betonarme gibi donatılı kesitler eklenirse yapının sünekliliğinde artış görülür fakat bu süneklik betonarme yapıda beklenen kadar olmamaktadır.

Yığma yapılar kullanılan malzemeye göre kerpiç, taş, tuğla, hafif beton blok, briket ve bunların karışımı olarak sınıflandırılabilir (Şekil 1.3). Yığma yapılarda kullanılacak birimler genellikle kullanımı kolay, basınç mukavemeti yüksek ve harçile iyi uyum sağlar nitelikte olmalıdır (Kara,2009).



Şekil 1.3. Yığma yapılarda kullanılan tipik yığma elemanlar

Yığma yapılarda yükün tamamını duvarlar taşıyacağından, yapının herhangi bir bölümündeki duvarın kaldırılması veya yerinin değiştirilmesi yapının statik açısından tehlikelidir. Ayrıca kaldırılan veya yeri değiştirilen duvara gelen yük, en yakınındaki duvara aktarılacağından duvarlarda oluşan iç kuvvetler değişecektir.



Şekil 1.4. Farklı malzemeden yapılmış yığma yapılar: briket (sol) taş (orta) harman tuğlası (sağ)

1.2. Yığma Yapılarda Kullanılan Malzemeler

Yığma yapılarda genelde kullanılan yapı malzemeleri; tuğla, briket ve taş olarak sıralanabilir. Bu malzemelerin kullanılmasında malzemelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirleyici olmuştur. Fiziksel olarak şekil verilebilir malzemeler kullanılmıştır. Buna örnek olarak taşla şekil verilerek yapılan yığma binalar gösterilebilir. Yığma yapılar ağır olduklarından yapıyı oluşturan malzemelerin basınca karşı dayanıklı olması gerekir. Basınca karşı bu dayanımı gösteren yığma malzemeler aynı dayanımı çekme ve eğilmeye karşı gösterememektedir. Bu nedenle yığma birimleri birbirine bağlamak amacı ile bağlayıcı malzemeler kullanılmaktadır. Bu bağlayıcı malzemelerle yığma birimler birbirine bağlanmalı ve yığma yapıyı oluşturan birimlerin özelliklerinin yanında bağlayıcı malzemenin özellikleride göz önüne alınarak yapının davranışı yorumlanmalıdır.

1.2.1. Taş

En eski yapı birimlerinden biri olan taş, kalıcı olacağı düşünüldüğünden yığma yapıların inşasında özellikle tercih edilmiştir. Taşın yaygın olarak kullanılmasının en önemli sebebi her yerde kolaylıkla bulunabilmesidir.

Tuğla yığma yapıların temel ve bodrum dış ve bazende iç duvarlarında kullanılmaktadır. Taş duvarlar yaklaşık 50-60 cm kalınlıktadır. Örgü biçimleri çok iyi olmayabilir. Ancak kalınlıkları nedeni ile zorlandıkları düşey gerilmeler azdır (Bayülke,2011).

Betonarme kat döşemeli ve tuğla yığma duvarlı bir yapının duvarının yükü kat başına 3.5 ton/metre olabilir. Üç katlı bir yapının 50 cm kalınlığındaki bodrum duvarına yaklaşık 10.5 ton/metre yük etkimektedir. 50 cm genişlikte 100 cm uzunlukta taş bodrum kat duvarında düşey gerilme $10500 \text{ kgf}/(50\text{cm} \times 100\text{cm}) = 2 \text{ kg/cm}^2$ gibi oldukça düşük bir miktardadır. Çok iyiyapılmamış da olsa taş bodrum duvarı bu yükü sorunsuz taşıyabilmektedir (Bayülke,2011).

1.2.2. Tuğla

Yığma yapılarınimalatında kullanılan;Harman ve Fabrika tuğlası olmak üzere iki tür tuğla vardır.

I. Harman tuğlası

Harman tuğlası kil, killi toprak ve balçığın ayrı ayrı veya birlikte yoğrulupgerektiğinde su, kum, öğütölmüş tuğla ve kiremit tozu ve benzerleri ile karıştırılıpşekillendirildikten sonra kurutulup genellikle harman yerinde ocaklarda pişirilmesiyolu ile elde edilen ve duvar yapımında kullanılan bir malzemedir.

Harman tuğlasının sınıflandırılması için Çöğürücü (2007)'nün bildirdiğine göre; Harman tuğlaları basınç dayanımlarına ve biçimlerine göre iki şekilde sınıflandırılırlar(Kaya,2003);

Basınç dayanımlarına göre harman tuğlaları;

- Orta dayanımlı harman tuğlası
- Az dayanımlı harman tuğlası

olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

Biçimlerine göre harman tuğlaları;

- Dolu harman tuğlası (DOHT)
- Delikli harman tuğlası (DEHT)

olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Çizelge 1.1 de biçim ve basınç dayanımlarına göre harman tuğlalarının ortalama değerleri verilmiştir.

Harman tuğlasının şekli;

Harman tuğlası dikdörtgenler prizması şeklinde olmalı, yüzleri ve kenarlarıdüzgün bulunmalıdır. Dolu tuğlaların üst yüzünün ortasında, derinliği 10 mm'denfazla olmayan çukurluklar bulunabilir.

Tuğla üst yüzünde bu şekilde çukurluklar bulunması halinde çukur kenarlarının,bulundukları yüzün kenarlarına uzaklığı 20 mm'den daha az olmamalıdır.

Çizelge 1.1. Biçim ve basınç dayanımlarına göre harman tuğlası (Çöğürücü, 2007)

SINIFLAR		Tuğlanın Sembolü	Ortalama Hacim Ağırlığı (max) kg/dm ³	Ortalama Basınç Dayanımı (min) kg/dm ²	Basınç Dayanımı (min) kg/dm ²
Dolu harman tuğlası	Orta dayanımlı	DOHT/50	Sınırlandırılmamıştır	50	40
	Az dayanımlı	DOHT/30	Sınırlandırılmamıştır	30	25
Delikli harman tuğlası	Orta dayanımlı	DEHT/50	1.40	50	40
	Az dayanımlı	DEHT/30	1.40	30	25

Çöğürücü (2007)'nın bildirdiğine göre; Harman Tuğlasındaki delikler; Düşey delikli harman tuğlasında bulunan delikler, tuğlanın alt ve üst yüzlerinde olabildiğince eşit aralıklarla yayılmış bulunmalı ve bu yüzlere dik olarak tuğlanın bütün yüksekliği boyunca devam etmelidir(Kaya,2003).

Dikdörtgen biçimli bir delik kesitin kenar uzunluğu 15 mm'den küçük ve en kesiti 4-5 cm den büyük olmamalı ve daire biçimli deliklerin çapları 25 mm'yi aşmamalıdır(Çizelge 1.2). Deliklerin toplam en kesit alanı, bulundukları tuğla yüzünün %25'inden büyük olmamalıdır.

Çizelge 1.2. Harman tuğlası boyutları

		Toleranslar (mm)
Uzunluk	190	+6
		-13
Genişlik	90	+4
		-5
Yükseklik	50	+3
		-2

II.Fabrika Tuğlası

Fabrika tuğlası kil, killi toprak ve balçığın ayrı ayrı veya harman edilip, gerektiğinde su, kum, öğütölmüş tuğla ve kiremit tozu, kül ve benzerleri karıştırılarak makinelerle şekillendirildikten ve kurutulduktan sonra fırınlarda pişirilmesi ile elde edilen ve duvar yapımında kullanılan bir malzemedir.

Fabrika tuğlasının sınıflandırılması;

Fabrika tuğlaları delik oranlarına ve dona dayanıklılıklarına göre iki şekilde sınıflandırılırlar.

Çöğürücü (2007)'nün bildirdiğine göre; Delik oranlarına göre fabrika tuğlaları;

I. Dolu Tuğla

II. Seyrek Delikli Tuğla

III. Az Delikli Tuğla

olmak üzere üç sınıfa ayrılırlar(Kaya,2003).

Dona Dayanıklılıklarına göre Fabrika Tuğlaları;

- Dona Dayanıklı Tuğla (Cephe Tuğlası)
- Dona Dayanıksız Tuğla olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar.

Fabrika Tuğlasının basınç dayanımı birçok faktöre bağlıdır:

- Yapıldığı toprağın cinsi
- Porozitesi
- Pişirilme ısısı
- Üretim biçimi
- Delikli tuğla ise deliklerin miktarına ve deliklerin yerine
- Kenarların biçimine
- Yükleme yönüne

1.2.3. Briket

Volkanik hareketler sonucu oluşan, kristalize, birbirinden bağımsız gözenekli, süngerimsi, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklı, doğal, volkanik kayalara bims denir. Briket, kum, çakıl veya tuf cüruf ve bims gibi malzemeler ile agrega çimento, su karışımının özel kalıplara dökölerek ve prese edilmesi suretiyle elde edilen inşaat malzemesidir (Köylü,2008).Duvar yapımında kullanılan briketlere duvar briketi,dişli döşemelerde dolgu malzemesi olarak kullanılan briketlere de Asmolen briketi denir.

Briket imal edilecek betonun birim hacim ağırlığı duvar briketlerinde 1600 kg/m³ ve döşeme briketlerinde ise 1400 kg/m³ den fazla olmamalıdır(Köylü,2008).

Briket boyutları genellikle 11x6x23, 10x20x40, 20x20x40, 30x20x40 cm olmak üzere içi dolu veya deliklerden oluşan dikdörtgen prizma şeklindedir.

1.2.4. Yığma Yapılarda Kullanılan Harçlar

Yığma yapı duvarlarında çimentolu kireç harcı kullanımı yaygındır. Kireç, harcın sertleşmesini ve su kaybını yavaşlatmakta çimento ise dayanımı arttırmaktadır. Duvarların örülmesi yavaş bir işlem olduğuiçin harcında yavaş sertleşmesi uyumludur.Genellikle 1:3:6-7 oranlarında çimento, kireç ve kum karışımı kullanılmakta ve bu harcın basınç dayanımı da 25-30 kgf/cm² kadar olmaktadır (Bayülke,2011).

Harcın en büyük sorunu iyi pişmemiş tuğlanın harcın suyunu emerek yeterince sertleşmesi ve dayanım kazanmasının önlenmesidir. İyi pişmemiş tuğlalar nedeni ile yeterli harç dayanımı sağlanmamaktadır (Bayülke,2011).

1.2.5. Horosan Harcı

Horasan; pişirildikten sonra öğütülmüş kildir. Horasan harcı, horasan ve kireçleyapılan harca denir. Su ile hidrate olan kireç Ca(OH)_2 zamanla suyunu atar, kristalleşir ve katılaşıır. Kirecin bu katılaşması kristalize olayından ileri geldiği için, su ile temasında tekrar yumuşar. Harç mutlaka duvar örüldükten sonra kuru ortamda muhafaza edilmelidir. Kireç, kalsiyum karbonata dönüştükten sonra sertleşme süreci devam eder. Pişmiş kil tozu kimyasal etkinlik kazanmış silistir (SiO_2). Silis zayıf bir asittir. Kuvvetli baz olan kireç, pişmiş kil tozları ile asit-baz reaksiyona girince kalsiyum silikat oluşur. Bu oluşum için rutubetli ortam yeterlidir. Kalsiyum karbonat ve kalsiyum silikat dış etkilere karşı dayanıklı malzemelerdir (Bayraktar,2005).

Horosan harcının sertleşme süresi uzun olduğundan dayanımını da uzun süre de kazanır.Horosan harcının dayanımını arttıran faktörler ise, kullanılan kirecin kalitesi ve kullanılan katkı malzemesinin miktarıdır.

1.2 Deprem Yönetmeliğinde Yığma Yapılarla İlgili Özellikler

Ülkemizde yapılacak olan binaların boyutlandırılması ve donatılандırılması konusunda yürürlükte olan ‘Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğ’in 5. Bölümünde yığma yapıların boyutlandırılması ve donatılандırılmasına ilişkin şartlara yer verilmiştir. Bu şartlar sırası ile aşağıda belirtilmiştir.

1.3.1 Yığma Yapılar İle İlgili Genel Kurallar

1. $S(T_1)=2.5$ ve $R_a(T_1)=2.0$ (DBYBHY,2007) alınarak belirlenen deprem yüklerinin bina duvarlarında oluşturduğu kayma gerilmeleri hesaplanacak ve izin verilen sınırları aşmaması istenecektir.

2. Deprem bölgelerine göre izin verilen kat yükseklikleri tabloda verilmiştir.

Çizelge 1.3. İzin verilen en çok kat sayısı (DBYBHY,2007)

Deprem Bölgesi	En Çok Kat Sayısı
1	2
2,3	3
4	4

En çok kat sayıları zemin kat dahil üst katlardaki tam katların toplamıdır. Bu verilen katlara ek olarak yapılacak çatı katı temeldeki brüt alanın %25 inden fazla olamaz. Eğer bu alan %25 den büyük ise tam kat olarak alınır. Yapıya en fazla bir bodrum kat yapılabilir. Birden çok bodrum katı yapılmışsa verilen en çok kat sayısı bir azaltılır. Kerpiç duvarlı yığma yapılar bodrum katı yapılmaksızın en fazla bir katlı yapılabilir.

3. Yığma binalarda döşeme üstünden döşeme üstüne olan kat yüksekliği en fazla 3 m olacaktır. Kerpiç duvarlı yapılarda kat yüksekliği en fazla 2.70 m, eğer bodrum yapılmışsa bodrumun kat yüksekliği ise en fazla 2.40 m olacaktır.

4. Yığma yapılarda taşıyıcı duvarlar planda olabildiğince düzenli ve ana akslara göre simetrik ve simetriğe yakın şekilde düzenlenecektir. Ayrıca kısmi bodrum yapmaktan kaçınılmalıdır.

5. Taşıyıcı duvarlar planda kesinlikle üst üste gelmelidir.

1.3.2 Yığma Duvar Gerilmelerinin Hesabı

Yığma duvarlara gelecek olan düşey yüklerin oluşturduğu basınç gerilmeleri ile deprem hesap yüklerinin oluşturduğu kayma gerilmelerinin duvarda izin verilen basınç ve kayma gerilmelerinin aşmadığı gösterilmelidir.

1.3.3. Düşey Gerilme Hesabı

Duvarların kesme dayanımına duvarlarda oluşan düşey gerilmelerinde etkisi olacağından düşey yüklerden oluşan gerilmelerin hesaplanması gerekmektedir.

Duvarda oluşan gerilmeler izin verilen gerilmelerle karşılaştırılacaktır. Bu hesaplamada döşemelerden gelen yüklerde göz önünde bulundurulacaktır. Duvardaki kapı ve pencere boşluk en kesitleri kadar azaltılmış duvar en kesit alanına bölünerek bulunacak olan gerilme izin verilen gerilmeden büyük olmayacaktır.

Duvarlarda basınç emniyet gerilmesi; duvar yapımında kullanılan yığma duvar ve harcın basınç dayanıma eşit dayanımda yapılmış duvar parçacıklarının basınç dayanım deneylerinden elde edilen duvar dayanımının 0.25'i duvarın basınç emniyet gerilmesidir.

Duvarda kullanılan harç sınıfına ve duvar malzemesinin TS-2510'da verilen ortalama serbest basınç dayanımına bağlı olarak duvar emniyet gerilmesi Çizelge 1.4.'ten alınabilir (DBYBHY,2007).

Duvar parçasının dayanım deneyi yapılmamışsa duvarda kullanılan bloktan elde edilen deneysel serbest basınç dayanımının 0.5'if_d duvar basınç dayanımı ve bu basınç dayanımının 0.25'i f_{em} duvar basınç emniyet gerilmesidir.

Duvarda kullanılan bloğun basınç dayanımı belli değilse veya deney yapılmamışsa bloğun basınç dayanımı Çizelge 1.6.'dan alınır.

Yığma duvarı oluşturan birimlerin ve kullanılan harcın dayanımları, ilgili standartlarda belirtilen şartlara uygun deneylerle belirlenecektir.

Duvarların basınç emniyet gerilmeleri narinlik oranlarına göre Çizelge 1.5.'te verilen miktarda azaltılacaktır.

Çizelge 1.4. Duvar malzemesinin serbest basınç dayanımına ve harç sınıfına bağlı duvar basınç emniyet gerilmeleri (DBYBHY,2007)

Duvar malzemesi ortalama basınç dayanımı (MPa)	Duvarda kullanılan harç sınıfı (MPa)				
	A (15)	B (11)	C (5)	D (2)	E (0.5)
25	1.8	1.4	1.2	1.0	0.8
16	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7
11	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5
5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4

Çizelge 1.5. Narinlik oranına göre emniyet gerilmeleri için azaltma katsayıları (DBYBHY,2007)

Narinlik oranı	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Azaltma katsayısı	1.0	0.95	0.89	0.84	0.78	0.73	0.67	0.62	0.56	0.51

Çizelge 1.6. Serbest basınç dayanımı bilinmeyen duvarların basınç emniyet gerilmeleri (DBYBHY,2007)

Duvarda kullanılan kargir birim cinsi ve harç	Duvar basınç emniyet gerilmesi f_{em} (MPa)
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı %35'den az,çimento takviyeli kireç harcı ile)	1.0
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı %35-45 arasında,çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.8
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı %45'den fazla,çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.5
Dolu blok tuğla veya harman tuğlası (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.8
Taş duvar (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.3
Gaz beton (tutkal ile)	0.6
Dolu beton briket (çimento harcı ile)	0.8

1.3.4. Kayma Gerilmesinin Hesabı

Yönetmelikte deprem hesap yükünün duvarların yatay derzlerine paralel olarak oluşturduğu kayma gerilmelerinin hesabı aşağıdaki şekilde anlatılmaktadır.

Yığma binanın her duvar eksenindeki kapı veya pencere boşlukları arasında kalandolu duvar parçalarının görelî kayma rijitliği kA/h ifadesinden hesaplanacaktır.

A =Dolu duvar parçasının yatay en kesit alanıdır.

h =Dolu duvar parçasının her iki yanındaki boşlukların yüksekliğinin en küçük olanıdır.

Duvarın en kesiti dikdörtgen ise $k = 1.0$, duvarın uç elemanı varsa veya duvarın ucunda duvara dik doğrultuda bir dış ya da payanda duvar varsa $k = 1.2$ alınacaktır.

Bir duvar ekseninin kayma rijitliği, o eksenindeki duvar parçalarının kayma rijitliklerinin toplamıdır. Duvar eksenlerinin kayma rijitliğinden gidilerek binanın kayma rijitlik merkezi hesaplanacaktır.

Yönetmelikte duvarlara gelen kesme kuvveti, kat kesme kuvveti yanında kat burulmamomentleri de göz önüne alınarak binanın birbirine dik her iki eksenini doğrultusunda hesaplanması gerekmektedir.

Duvara gelen deprem kuvveti duvar yatay en kesit alanına bölünerek duvarda oluşankayma gerilmesi hesaplanacak ve Denklem 1.1’den bulunacak duvar kayma emniyet gerilmesi τ_{em} ile karşılaştırılacaktır.

$$\tau_{em} = \tau_0 + \mu s \quad (1.1)$$

Bu denklemde;

τ_{em} = Duvar kayma emniyet gerilmesi (MPa)

τ_0 = Duvar atlama emniyet gerilmesi (MPa)

μ = Sürtünme katsayısı (0.5 olarak alınabilir)

s = Düşey yükler altında duvarda oluşan gerilme (MPa)

Duvarda kullanılan kargir birim cinsine göre duvar çatlama dayanımı τ_0 değeri çizelge 1.7.’den alınacaktır.

Çizelge 1.7. Duvarların atlama emniyet gerilmeleri (τ_0) (DBYBHY, 2007)

Duvarda kullanılan kargir birim cinsi ve harç	Duvar atlama emniyet gerilmesi τ_0 (MPa)
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı %35’den az,imento takviyeli kireç harcı ile)	0.25
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı %35’den fazla,imento takviyeli kireç harcı ile)	0.12
Dolu blok tuğla veya harman tuğlası (imento takviyeli kireç harcı ile)	0.15
Taş duvar (imento takviyeli kireç harcı ile)	0.10
Gaz beton (tutkal ile)	0.15
Dolu beton briket (imento harcı ile)	0.20

1.3.5.Elastisite Modülü

Duvar yapımında kullanılan kargir birimlerin Elastisite Modülü (E_d) Denklem 1.2 ile hesaplanacaktır.

$$E_d = 200f_d \quad (1.2)$$

1.3.6. Taşıyıcı Duvar Malzemesi

DBYBHY 2007’de taşıyıcı duvarda yığma malzemesi olarak Türk Standartlarına uygun doğal taş, dolu tuğla, TS-2510 ve TS EN 771-1’de taşıyıcı duvar malzemesi olarak izin verilen en büyük boşluk oranlarını aşmayan boşluk oranları olan tuğlalar ve blok tuğlalar, gazbeton yapı malzeme ve elemanları, kireç kumtaşı, dolu beton briket, kerpiç ya da benzeri kargir birimlerin kullanılması belirtilmektedir.

Ayrıca boşluklu beton briket, hafif agregalı beton kargir birimler, TS-2510 ve TS-705 (TS EN 771-1)’de taşıyıcı duvar malzemesi olarak izin verilen en büyük boşluk oranlarının üzerinde boşluk oranları olan tuğlalar ve blok tuğlalar, TS-4377 (TS EN 771-1)’e göre dolgu duvarları için üretilmiş diğer tuğlalar ve benzeri biçim verilmiş blokların hiçbir zaman taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılamayacağı belirtilmiştir.

Ayrıca doğal taş taşıyıcı duvarların ve beton taşıyıcı duvarların, yığma binaların yalnızca bodrum ve zemin katlarında yapılabileceği belirtilmiştir.

1.3.7. Duvar Malzemesi Dayanımları

Yönetmelikte duvar yapımında kullanılan doğal ve yapay kargir birimlerin ve bunları bağlayan harçların dayanım ve diğer özellikleri tanımlanmıştır.

Taşıyıcı duvarlarda kullanılacak doğal ve yapay kargir birimlerin en düşük basınç dayanımı, brüt basınç alanına göre, en az 5.0MPa olacaktır. Bodrum katlarda kullanılacak doğal taşların basınç dayanımı en az 10.0MPa olacaktır.

Bodrum katlarda beton duvar yapılması durumunda, kullanılacak en düşük beton kalitesi C16 olacaktır.

Taşıyıcı duvarlarda çimento takviyeli kireç harcı kullanılması durumunda çimento/kireç/kum hacimsel oranı = 1/2/9 olacaktır. Çimento harcı kullanılması durumunda ise çimento/kum hacimsel oranı = 1/4 olacaktır.

Duvarların basınç emniyet gerilmesi (f_{em}) yönetmelikte verilen hesap yöntemlerinden biriyle hesaplanacaktır.

Duvarların kayma emniyet gerilmesi Denklem 1. 1'e göre hesaplanacaktır.

Bu koşullar kerpiç için geçerli değildir. Kerpiç sadece kerpiç binalarda kullanılabilir.

1.3.8.İzin Verilen En Küçük Taşıyıcı Duvar Kalınlıkları

Taşıyıcı duvarların, sıva kalınlığı sayılmaksızın, en küçük kalınlıkları yığma binanın kat adedine bağlı olarak Çizelge 1.8.'de verilmektedir. Bodrum kat yapılmamış ise zemin kat ve üstündeki katlar için Çizelge 1.8.'de verilen en küçük duvar kalınlıkları kabul edilecektir.

Çatı katındaki taşıyıcı duvarların en küçük kalınlığı bir alttaki kat için verilen duvar kalınlığı ile aynı olacaktır.

Bodrum kattaki taşıyıcı duvarlar beton ise bütün deprem bölgelerinde en küçük kalınlık 25 cm olacaktır.

Doğal taş malzemenin yığma yapıların her katında değil de sadece bodrum ve zemin katlarında kullanılmasına izin verilmiştir ve en küçük duvar kalınlığının 50 cm den az olmaması istenmiştir.

Üç veya dört katlı yığma binaların taşıyıcı duvarlarında tuğla ve gazbeton kullanılması durumunda bodrum katında taşıyıcı duvarların en küçük kalınlığı 1.5 tuğla veya gazbeton olacaktır. İki katlı yapılarda ise duvar kalınlığı 1 tuğla veya gazbeton olacaktır.

Çizelge 1.8. Taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları (DBYBHY, 2007)

Deprem Bölgesi	İzin Verilen Katlar	Doğal Taş (mm)	Beton(mm)	Tuğla ve Gazbeton	Diğerleri(mm)
1, 2, 3, 4	Bodrum Kat	500	250	1	200
	Zemin Kat	500	-	1	200
1, 2, 3, 4	Bodrum Kat	500	250	1.5	300
	Zemin Kat	500	-	1	200
	Birinci Kat	-	-	1	200
2, 3, 4	Bodrum Kat	500	250	1.5	300
	Zemin Kat	500	-	1.5	300
	Birinci Kat	-	-	1	200
	İkincikat	-	-	1	200
4	Bodrum Kat	500	250	1.5	300
	Zemin Kat	500	-	1.5	300
	Birinci Kat	-	-	1.5	300
	İkincikat	-	-	1	200
	Üçüncükat	-	-	1	200

Kerpiç duvarlı binalarda taşıyıcı dış duvarlar en az 1.5, taşıyıcı iç duvarlar en az 1 kerpiç boyu kalınlığında olacaktır. Taşıyıcı duvarlarda kullanılacak kerpiç boyutları, mm olarak;

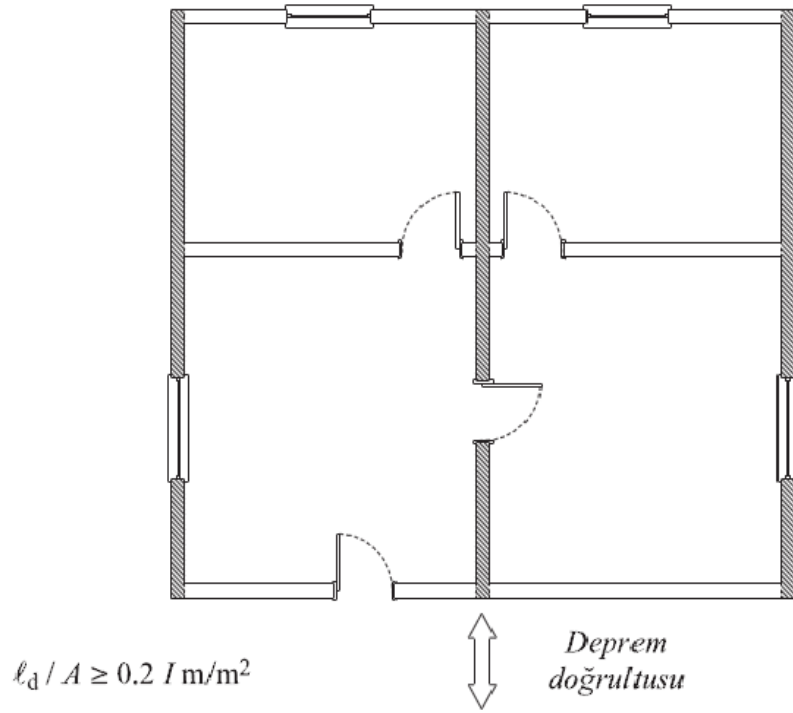
120mmx300mmx400mm (ana), 120mmx190mmx400mm (kuzu)

120mmx250mmx300mm (ana),120mmx180mmx300mm (kuzu) olacaktır.

1.3.9. Taşıyıcı Duvarlarda Toplam Uzunluk Sınırı

Planda birbirine dik doğrultuların her biri boyunca uzanan taşıyıcı duvarların,pencere ve kapı boşlukları sayılmaksızın toplam uzunluğunun brüt kat alanına(konsol döşeme alanları dışındaki alan) oranı $0.2I \text{ m/m}^2$ 'den daha az olmayacaktır

(Şekil 1.5.). Burada I , bina önem katsayısıdır.

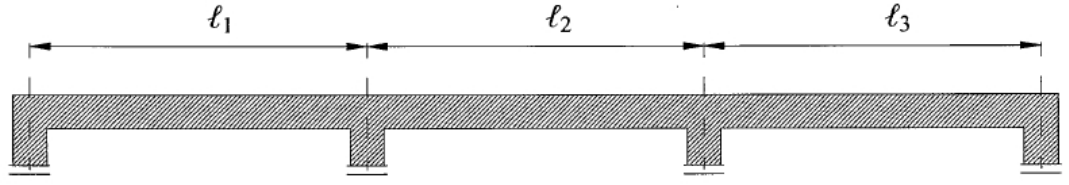


ℓ_d : Taralı alan uzunluğu (m)
 A : Brüt kat alanı (m²)
 I : Bina önem katsayısı

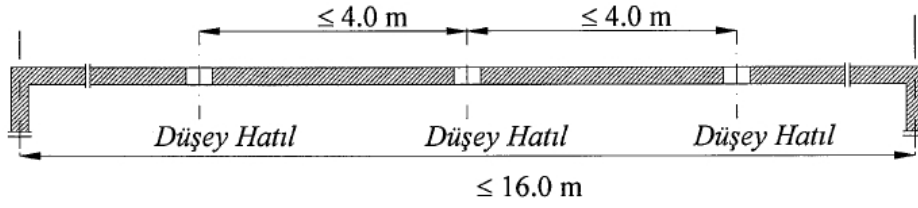
Şekil 1.5. Taşıyıcı duvarda toplam uzunluk sınırı

1.3.10. Taşıyıcı Duvarların En Büyük Desteklenmemiş Uzunluğu

Herhangi bir taşıyıcı duvarın planda kendisine dik olarak saplanan taşıyıcı duvar eksenleri arasında kalan desteklenmemiş uzunluğu birinci derece deprem bölgesinde en çok 5.5 m, diğer deprem bölgelerinde en çok 7.5 m olmalıdır. Kerpiç duvarlı yığma binalarda desteklenmemiş duvar uzunluğu en fazla 4.5 m olmalıdır. Belirtilen en büyük desteklenmemiş duvar boyu koşulunun sağlanamaması durumunda bina köşelerinde ve söz konusu duvarda planda eksenden eksene aralıkları 4.0 m.'yi geçmeyen betonarme düşey hatıllar yapılacaktır. Ancak bu tür düşey hatıllarla desteklenen duvarların toplam uzunluğu 16 m.'yi geçemez (Şekil 1.6.).



Mesnetlenmemiş duvar boyu : l_1, l_2 ve l_3 $\begin{cases} \leq 5.5 \text{ m (1. derece deprem bölgesi)} \\ \leq 7.5 \text{ m (2,3 ve 4. derece deprem bölgesi)} \end{cases}$
(Bkz. 5.4.5.1)



Şekil 1.6. Taşıyıcı duvarların en büyük desteklenmemiş uzunluğu.

1.3.11. Taşıyıcı Duvar Boşlukları

Yürürlükte olan yönetmeliğimizde bina köşesine en yakın pencere ya da kapı için bırakılan boşluk ile bina köşesi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğunun birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.50 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde 1.0 m'den az olmaması gerekmektedir. Ayrıca kerpiç duvarlı binalarda da bütün deprem bölgelerinde bu miktarın 1.0m'den az olamaz (DBYBHY, 2007).

Bina köşelerinin dışında açılan pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğunun birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde 0.80 m'den az olmaması gerekmektedir. Kerpiç duvarlı binalarda ise köşeye uzak açılan kapı ve pencere arasında kalan duvar parçalarının uzunluğu bütün deprem bölgelerinde en az 1.0 m olacağı belirtilmiştir. Eğer Pencere ve kapı boşluklarının her iki kenarında yönetmelikte belirtilen kurallara uygun şekilde betonarme düşey hatıllar yapılırsa en az dolu duvar parçası uzunluğu koşullarının %20 azaltılmasına izin verilmektedir. Kerpiç duvarlı binalarda pencere ve kapı boşluklarının ikikenarına da 0.10 m×0.10 m kesitinde ahşap dikmeler konulmuş ise iki boşluk arasındaki dolu duvar parçasının 0.80 m olmasına izin

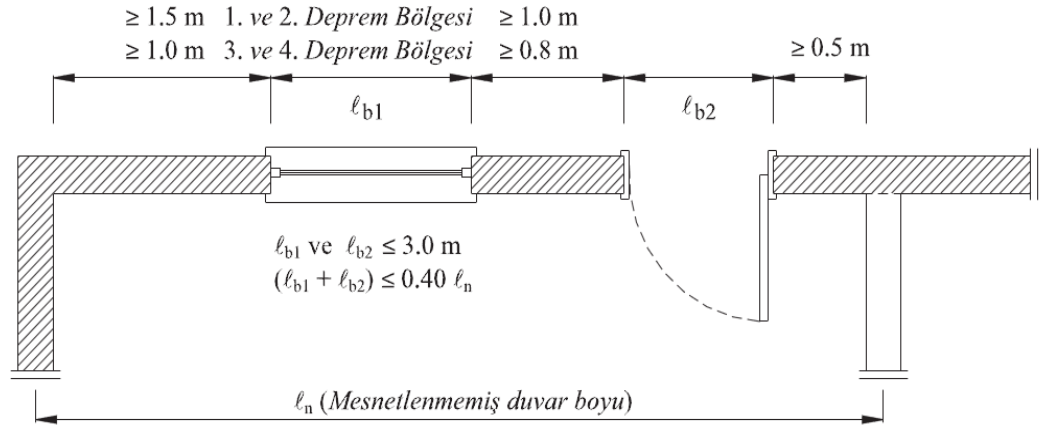
verilmektedir. Yerleştirilen bu ahşap dikmeler pencere alt ve üst ahşap hatıllarına bağlanmalıdır.

Bina köşeleri dışında, birbirini dik olarak kesen duvarların arakesitine en yakın pencere ya da kapı boşluğu ile duvarların arakesiti arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğunun, tüm deprem bölgelerinde 0.50 m'den az olmaması gerektiği belirtilmiştir (Şekil 1.7.). Boşlukların her iki kenarında yönetmeliğe uygun şekilde kat yüksekliğince betonarme düşey hatıl yapılmış ise dolu duvar parçasının 0.50 m'den az olmasına izin verilmektedir.

Herhangi bir kapı veya pencere boşluğunun plandaki büyüklüğü 3 m'den büyük olamaz. Kerpiç duvarlı binalarda ise kapıların genişliği 1.0 m, yüksekliği 1.90 m'den; pencere boşluklarının genişliği 0.90 m'den yüksekliği 1.20 m'den daha büyük olamaz.

Herhangi bir duvarın mesnetlenmemiş uzunluğu boyunca açılan kapı ve pencere boşluklarının toplam uzunlukları duvarın toplam uzunluğunun %40'ından fazla olamaz (DBYBHY, 2007).

Kapı ve pencere boşluklarının her iki kenarına da düşey hatıllar yapılırsa en büyük boşluk uzunluğu ve en büyük boşluk oranı %20 arttırılabilir. Fakat bu madde kerpiç binalar için geçerli değildir.



Şekil 1.7. Kapı ve pencere boşluklarında uygulanacak kurallar

1.3.12. Lentolar

Pencere ve kapı lentolarının duvarlara oturan uçlarının her birinin uzunluğu serbest lento açıklığının %15'inden ve 200 mm'den az olmayacaktır (DBYBHY, 2007).

Lento en kesit boyutları ile boyuna ve enine donatıları yatay hatıllar için verilen miktarlardan az olmayacaktır.

1.3.13. Yatay Hatıllar

Her bir döşemenin taşıyıcı duvarlara oturduğu yerlerde koşulları sağlayan yatay hatıllar yapılmalıdır. Buna merdiven sahanlıkları da dahildir.

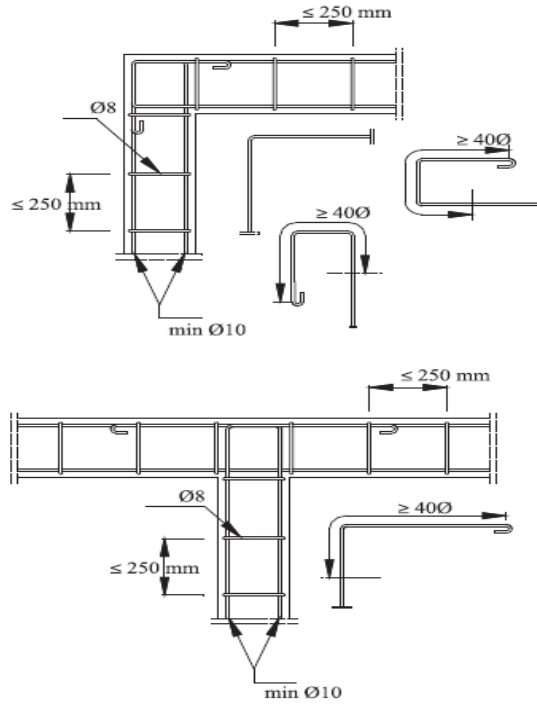
Yatay hatılların genişliği duvar genişliğine eşit genişlikte ve en az 20 cm yüksekliğinde olmalıdır.

Hatılarda kullanılan beton sınıfı en az C16 olmalıdır (DBYBHY, 2007).

Taş duvarlarda hatılların içine en az üçü altta, üçü üstte olmak şartı ile en az 6Ø10, diğer malzemeden yapılmış taşıyıcı duvarlarda ise en az 4Ø10 boyuna donatı konulmalıdır. Bu hatıllara en fazla 25 cm ara ile Ø8'lik enine donatı konulmalıdır. Ayrıca boyuna donatıların birleşim bölgelerinde sürekliliği sağlanmalıdır (DBYBHY 2007).

Moloz taş duvarlarda döşeme ve merdiven sahanlıkları dışında düşey yönde 1.5 m'yi geçmeyen kurallara uygun betonarme hatıllar yapılmalıdır.

Kerpiç yığma yapılarda hatıllar ahşap malzemeden yapılabilir. Ahşap hatıllar 10x10 cm kesitindeki iki adet kadron, dış yüzeyleri duvar iç ve dış yüzeyleri ile çakışacak aralıkta konulmalıdır. Bu kadronlar boyuna doğrultuda 50 cm'de bir 5x10 cm kesitinde dikine kadronlarla çivili olarak birleştirilmeli ve araları taş kırıntıları ile doldurulmalıdır.



Şekil.1.8. Yığma yapılarda yapılacak yatay hatıl detayları (DBYBHY,2007)

1.3.14. Düşey Hatıllar

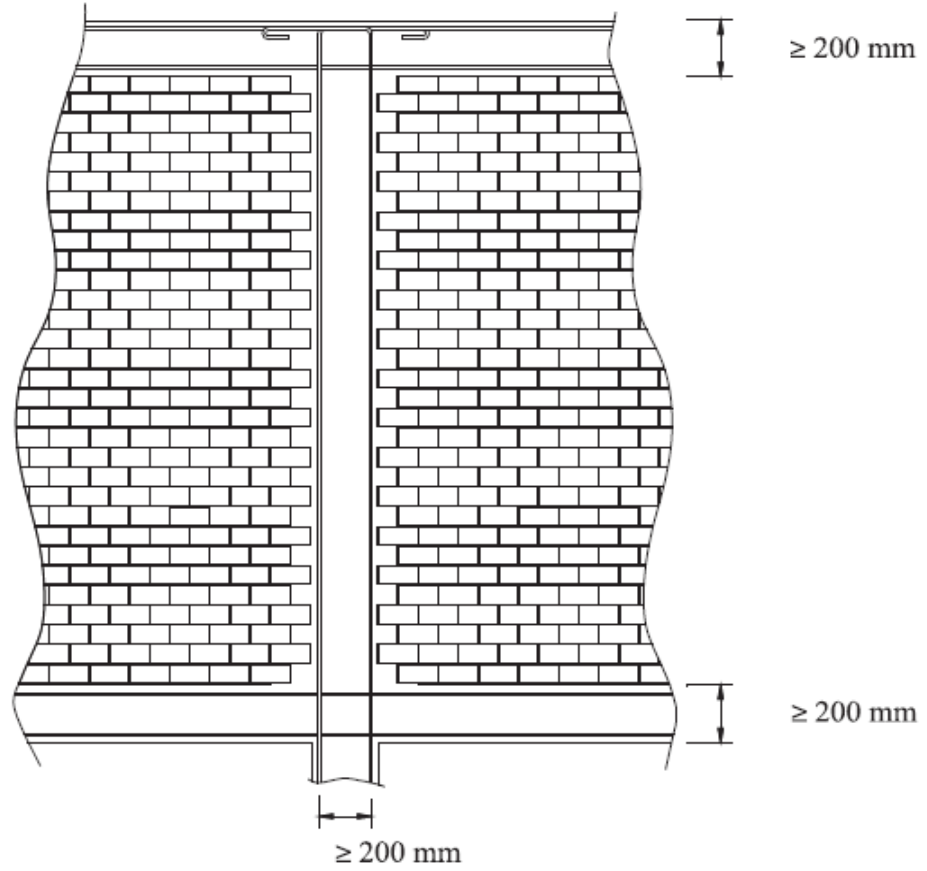
Yığma yapıların deprem dayanımlarını arttırmak için bina köşelerine, taşıyıcı duvarların düşey kesitlerine, kapı ve pencere boşluklarının her iki kenarına kat yüksekliği boyunca betonarme düşey hatıllar yapılması uygundur.

Düşey hatıllar, her iki yandan gelen taşıyıcı duvarlar örüldükten sonra bu duvara paralel olacak şekilde her iki yana kalıp yerleştirilip ve bu kalıpların arasına donatı yerleştirilerek betonlanmasının yapılması ile imal edilmelidir.

Düşey hatılların boyutu kesiştiği duvarın boyutu ile eşit olmalıdır. Pencere ve kapı kenarlarına yapılacak hatılarda ise hatılın duvara dik en kesitinin genişliği duvar kalınlığında olmalı, diğer en kesiti ise 20 cm'den az olmamalıdır.

Düşey hatılarda kullanılan beton sınıfı en az C16 olmalıdır (DBYBHY, 2007).

Taş duvarlarda her iki duvar yüzeyine paralel en az üç adet olmak üzere toplam 6Ø12, diğer taşıyıcı duvarlarda ise 4Ø12 olmalıdır. Ayrıca en çok 20 cm aralıyla Ø8 enine donatı konulmalıdır. Boyuna donatılar için temel ve katlar arasında filiz bırakılmalıdır.



Şekil 1.9. Yığma yapılarda kullanılan düşey hatıl detayı (DBYBHY,2007)

1.3.15. Döşemeler

Yığma yapılardaki kat döşemeleri TS 500'deki kurallara göre plak veya dişli döşeme olarak tasarlanmalıdır. Boyut ve donatılar TS500'e göre belirlenmelidir.

Yukarıdaki özelliklere uymayan döşeme sistemli yapılar bodrum katı sayılmaksızın en fazla iki katlı yapılmalıdır. Kerpiç binalarda ise bodrum katı yapılmaksızın en fazla bir katlı olmalıdır.

Konsol şeklindeki balkonlar, kornişler ve çatı saçakları yalnızca kat döşemelerinin uzantısı olarak yapılmalı ve serbest konsol uzunluğu 1.5 m'den çok olmamalıdır. Konsol şeklindeki merdivenlerin konsol uzunluğu ise en fazla 1.0 m olmalıdır. Kerpiç duvarlı yapılar için bu özellikler geçerli değildir.

Teraslarda yığma duvar malzemesi ile yapılan korkulukların yüksekliği 60 cm'yi geçmemelidir. Bu korkulukların deprem yükleri etkisiyle yıkılması önlenmelidir.

Yığma duvar malzemesi ile yapılacak bahçe duvarının yüksekliği kaldırım seviyesinden başlayarak en fazla 1.0 m olmalıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

F. Aköz ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada; yığma yapılarda kullanılan malzemeler ile ilgili deneylerden bahsetmiştir. Bu deneylerin yapılması esnasında yapıya tahribat verilmemesi ve tahribat verecek deney metotlarından kaçınılması gerektiği konusunda görüş bildirmiştir. Ayrıca restorasyon ve güçlendirme yapılan binalarda kullanılan malzeme ile yapıdaki mevcut malzeme arasında uyum olması gerektiği kanısına varmıştır. Yapıyı koruma onarım ve güçlendirmeler çalışmaları bilimsel yapılmalıdır.

M. A. Erberik (2007) tarafından yapılan çalışmada; Türkiye’ deki yığma yapıların hasar görebilirliği, hasar potansiyeli yardımıyla incelenmiş ve daha önce yapılmış çalışmalarda baz alınarak yığma yapıların sınıflandırılmasında kullanılacak dört parametre belirlenmiştir. Yapının kat sayısı, taşıyıcı duvar malzemesi, plan geometrisi, taşıyıcı duvar uzunluğu ve boşluk oranı göz önüne alınarak 120 adet bina sınıfı oluşturulmuştur. Statik itme analizi ve zaman tanım alanında doğrusal elastik analizler yardımıyla hasar potansiyeli eğrileri oluşturulmuştur. Elde edilen hasar tespit eğrileri ile 1995 Dinar depreminden etkilenmiş yığma yapının gerçek hasarları tahmin edilmiştir.

R. Kanit (2007) tarafından yapılan çalışmada; Düzlem dışı yüklenen bir yığma duvarın kırılma davranışı, analitik ve deneysel olarak incelenmiştir. Düzlem dışı yüke maruz kalan yığma binaların duvarlarında meydana gelen kırılmalar binanın hasara ve çökmeye maruz kalacağını göstermiştir. Yığma duvarda iyi kalitede ve iyi uygulanmış bir sıvanın sürekliliği sağlayacağından yapıda duvarların her iki yüzü de sıva yapılmalıdır. Yığma duvarlardaki güç tüketimi kesme kuvveti şeklinde olduğu için gevrek davranmaktadır. Duvarın gevrek davranması enerji tüketebilmesini engellemektedir. Ayrıca bu çalışmada 2.7x2.1 m boyutlarında prototip bir duvar yapılarak duvarın tam ortasına yayılı bir şekilde gelecek yükü yatay yönde yükleyerek modelde oluşan kırılmalar tahmin edilmiştir.

M. Çöğürücü (2007) tarafından yapılan çalışmada; yığma yapıların deprem etkisi altındaki davranışı incelenmiştir. Yığma yapılarda kullanılan malzemeler

belirlenerek bu malzemeler hakkında bilgi verilmiştir. Bir katlı yığma bina laboratuvar ortamında hazırlanarak modele yatay tersinir yükler ektirilmiştir. Modele yatay yönde 65 kN yük yüklenerek yapı incelenmiş ve güçlendirme yapılması gereken yerler güçlendirilmiştir. Daha sonra yük 80 kN'a çıkartılarak yapının durumu incelenmiştir. Her iki yükleme durumu için de her eleman için yük deplasman eğrisi çizilmiştir. İlk çatlamanın 40 kN' da meydana geldiği belirtilmiştir. Deney sonuçları incelendiğinde yük - deplasman eğrileri oluşturulmuş ve bu eğriler incelendiğinde şu sonuçlar çıkmıştır; düzlem dışı yüklenen duvarlarda farklı etkilerin ortaya çıktığı, ilk duvar çatlamaının elastik sınırlar içinde olduğu, ilk çatlamanın duvar köşelerini çekme altında bırakan yükün oluşturduğunu, çatlama sonrasında duvarın rijitliğinde %50 azalma olduğu, çatlama sonrasında yapının periyodunun 1.40 kez büyüdüğü, gözlemlenmiştir.

N. Bayülke (2011) tarafından yapılan çalışmada; yığma yapılarda kullanılan malzeme özellikleri hakkında araştırmalar yapılmıştır. Yığma yapılarla ilgili deprem yönetmeliğinde bulunan özellikler belirtilmiş ve 2007 deprem yönetmeliği ile FEMA 273'ü karşılaştırmıştır. Yığma yapının deprem davranışı hakkında bilgi vererek Düzce DSİ hizmet binasını deprem yönetmeliğinde yığma yapılar hakkında verilen sınırlamalar yönünden incelemiş ve yönetmeliğe göre yapıda birçok aykırılık tespit etmiştir. 12 Kasım 1999 depreminden alınan ivme kaydının kısa ve uzun yönde her bir duvarda oluşturduğu kayma gerilmelerini hesaplamıştır. Yapıda oluşan gerilme ve dayanımları sınır değerlerle karşılaştırarak yapıdaki hasarsızlığın nedeni hakkında bilgi vermiştir.

A. Aldemir ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada; tuğla yığma yapılar için performansa dayalı bir metot geliştirmek için yapılan analitik çalışmalar anlatılmıştır. Delikli fabrika tuğlalarından oluşturulan (3600x2000x150 mm³) boyutlu bir yığma duvarın ve iki uç elamandan (150x2000x600 mm³) oluşan sistemin testleri yapılmıştır. Bu testin yapılması esnasında duvarın üst bölgesinden düşey yönde yayılı yük ektirilerek döşeme hizasından da yanal olarak çekilmiştir. Yapıda oluşan çatlaklar incelenmiştir. Aynı boyutlardaki duvar modeli ANSYS (2007) programında modellenerek analitik çözüm yapılmış ve deney sonuçları karşılaştırılmıştır.

Z. Ay ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada; yapı teknolojisinin gelişme göstermesiyle duvar elemanı gaz beton olan 2 katlı bir yığma yapının Solid programıyla modellenmesi ve sonlu elemanlar yöntemiyle analizi yapılarak yığma yapıların deprem davranışları değerlendirilmiştir. Sap2000 programında modellenen yapı farklı zemin sınıfı, farklı deprem bölgesi ve farklı süneklik düzeyleri göz önüne alınarak analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda zemin kötüleşmesiyle duvarda oluşan gerilmelerin arttığı, deprem bölgeleri açısından bakıldığında deprem bölgesi 1'den deprem bölgesi 4'e doğru gidildiğinde gerilme değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

İ. O. Demirel ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada; Antakya bölgesindeki yığma binaların tasarım depremi etkisi altındaki performans değerlendirmesi yapılmıştır. Performans değerlendirmesini Antakya bölgesinde bulunan ve o bölgedeki binaları temsil edebilecek bir binanın SAP2000 programıyla analizi yapılmıştır. Yapılan analizlere göre yapının performansı bulunmuştur. Analizlerin yapılmasında x ve y yönlerindeki duvar alanlarına bakılarak aynı binanın mevcut planından eksiltelen duvarlardan türetilen farklı bir planda göz önüne alınmıştır. Ayrıca yapıda kullanılan malzeme özellikleri bakımından da duvar basınç dayanımları 3MPa ve 6MPa olmak üzere iki farklı şekilde analiz yapılmıştır. Statik itme analizi uygulanmış ve her yön ve her model için kapasite eğrileri oluşturulmuş ve performans noktaları tespit edilmiştir. Yapının performans değerlendirmesi yapılarak yapının her bir duvarının performans seviyesi tespit edilmiştir.

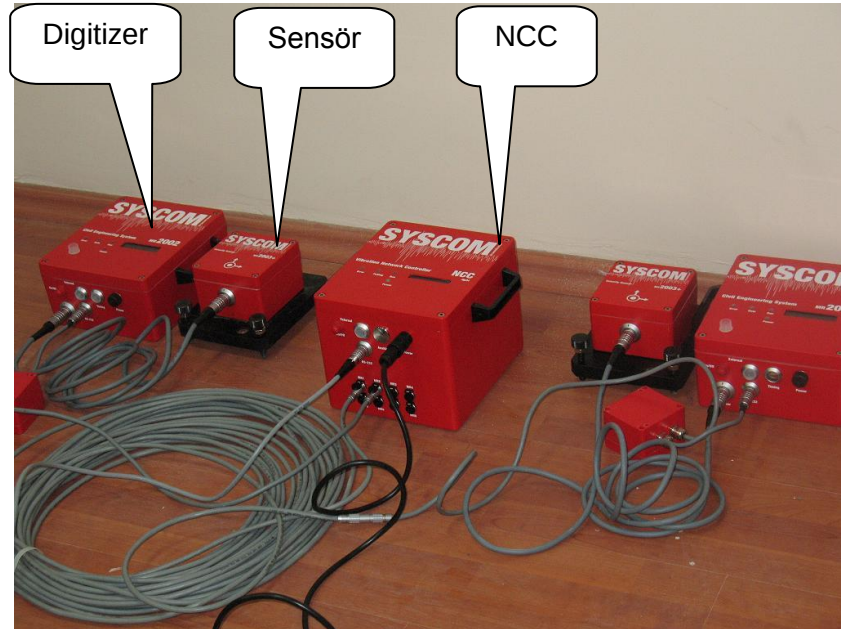
A. I. Çarhoğlu ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada; mevcut bir tuğla yapının zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemi ile depremde davranışı incelenmiştir. Yapıya 20 farklı deprem ettirilerek yapıda meydana gelen yer değiştirme ve gerilme değerleri karşılaştırılmıştır. Yapıdaki en büyük yer değiştirmenin çatı katı üst seviyesinde olduğu gözlemlenmiştir. Depremin odak derinliğinin değişmesi ile yapıda meydana gelen hasar değişimleri karşılaştırılmış ve yapıya en çok hasar ile en az hasar veren depremler belirlenmiştir. Gerilme dağılımlarına bakıldığında en büyük gerilmenin en büyük yer değiştirmenin elde edildiği depremde meydana geldiği ve gerilmelerin çoğunlukla kapı ve pencere boşluklarında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. İncelenen yapıya ait kayma ve basınç gerilmeleri hesaplanarak analizden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmış ve yapının güvenilirliği kontrol edilmiştir.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hız Ölçer SistemiveAğ Kontrol Merkezi (NCC)

Hızölçer sistemi 6 adet 3 kanallı sensör, bu sensörlerin enerji ihtiyacını uzun süre sağlayabilecek şekilde bataryanın bulunduğu ve titreşimlerin sayısallaştırıldığı ve depolandığı Dijitizer ve bütün sensörlerin kontrolünün tek bir merkezden sağlanması için **Ağ Kontrol Merkezi (NCC)** denen bir üniteden oluşmaktadır. NCC'ye 8 adet sensör bağlanabilmektedir. Sensör sistemi Şekil 3.1'de verilmektedir. Bu sistem NCC üzerinden bir dizüstü bilgisayara bağlanmakta ve bilgisayar ile NCC arasındaki iletişimi sağlayan bir program ile sensörlerin ayarları, kayıta başlayacakları andaki senkronizasyonu ve elde edilen kayıtların bilgisayara aktarılması yapılabilmektedir. Sensörlerinher biri tek başına bir bilgisayara da bağlanabilmektedir. Böylece, herhangi bir noktadaki mevcut titreşimlerin kaydı için tüm sistemin kurulmasına gerek kalmadan sadece 3 kanallı bir sistem ile mümkün olmaktadır.



Şekil 3.1. Hızölçer sensör sistemi ve ağ kontrol merkezi

3.1.2. Deneysel Çalışmalar

Yöresel yığma malzemelerin laboratuvar testlerinin yapılması ve malzeme özelliklerinin belirlenmesi için Antakya’da restorasyon çalışmasına girmiş yığma yapılardan alınan malzemelerden numuneler hazırlanmıştır.



Şekil 3.2. Duvar elemanı olarak kullanılan harman tuğlası ve test edilmek üzere hazırlanan numuneler

Şekil 3.2.’de verilmiş olan tuğla elemanlarından hazırlanan numuneler basınç deneyine tabi tutulmuştur. Ayrıca, yığma yapılarda kullanılmakta olan duvar örme elemanları (Şekil 3.2.) (dolu harman tuğlası, delikli tuğla, ve moloz taş) ve bu elemanları birbirine bağlayan harç malzemelerinde kullanılan malzemeler belirlenmeye çalışılmış (kil, çimento ve kum) ve temin edilebilen malzemeler ile deneyler yapılmıştır. Öncelikle harç yapımında kullanılan malzemeler ile üç farklı karışım oranlarında numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan karışım oranları Çizelge 3.1.’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Yığma duvar harç malzemesi karışım oranları

Karışım No:	Elenmiş Dere Kumu (%)	Eritilmiş Kireç (%)
I.	75	25
II.	67	33
III.	62.5	37.5

Ayrıca, yığma duvar örümünde kullanılan harç malzemelerinin dayanımlarının belirlenmesi amacıyla 10cm boyutlarında küp numuneler oluşturulmuş ve daha sonra bu numuneler üzerinde basınç deneyleri yapılarak dayanımları elde edilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Yığma duvar örme harcı numuneleri ve testleri

Çizelge 3.2. Yığma duvarörümünde kullanılan harç malzemesi (I. Test Seti)

	Numune		N. Boyutu (mm)
	No	Harç içerik oranları	
Test Seti I	1-1	4.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100
	1-2	4.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100
	1-3	4.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100

Çizelge3.3. Yığma duvar örümünde kullanılan harç malzemesi (II. Test Seti)

	Numune		N. Boyutu (mm)
	No	Harç içerik oranları	
Test Seti II	2-1	3 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100
	2-2	3 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100
	2-3	3 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100

Çizelge3.4. Yığma duvar örümünde kullanılan harç malzemesi (III. Test Seti)

	Numune		N. Boyutu (mm)
	No	Harç içerik oranları	
Test Seti III	2	2.5 Hacim Kum* + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100
	3-2	2.5 Hacim Kum* + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100
	3-3	2.5 Hacim Kum* + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100

Harç malzemeleri kullanılarak ve eski binalardan temin edilmiş olan farklı tuğla elemanlar kullanılarak duvar numuneleri örülmüştür. Hazırlanan duvar numuneleri basınç kuvveti altında test edilmiştir. Bu duvar elemanları yukarıda karışım oranları verilen üç farklı harç karışımı için ve iki farklı tuğla tipi (dolu harman tuğlası ve delikli harman tuğlası) için oluşturulmuştur. Hazırlanan elemanlar Şekil 3.4.'te verilmektedir.



Şekil 3.4. Eksenel basınç altında test edilmek üzere hazırlanan duvar elemanları

Hazırlanan duvar elemanları basınç altında test edilmiştir (Şekil 3.5.).

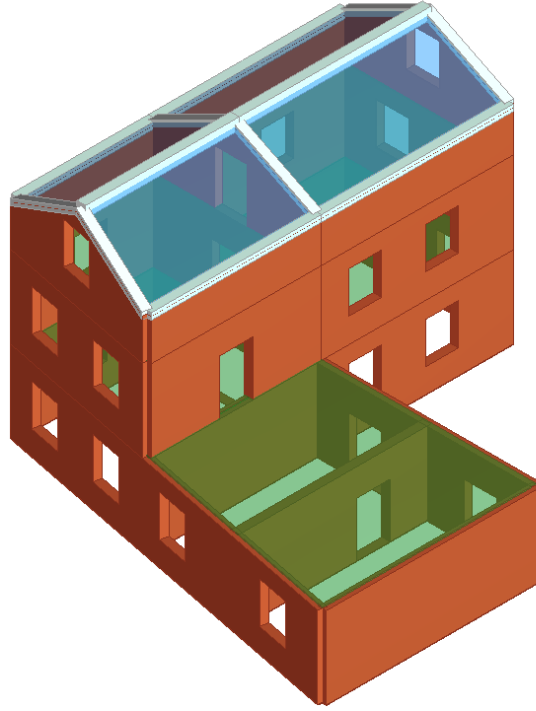


Şekil 3.5. Basınç kuvveti altında duvar elemanlarının test edilmesi

3.1.3. 3MURİAnaliz Programı

3MURI programı yığma yapıların lineer ve non-lineer analizlerini yaparak yapıda oluşan hasarları ve bu hasarların nedenlerini sonuç olarak bize sunmaktadır. Bu programın tercih edilmesi yapıların modelleme süresini kısaltmış ve daha çok yapının analizini sağlamıştır. Analiz edilen bina sayısının artması gerçeğe daha yakın sonuçların elde edilmesini sağlamıştır.

S.T.A. DATA tarafından üretilen ve yığma yapıların analizlerini yapan bu program 2013 yılında Mustafa Kemal üniversitesi bilimsel araştırma projeleri koordinasyon biriminden 9840 no'lu “ Yığma Tipi Yapıların Performanslarının Ortam Titreşimi Altında Aletsel ve Hesaplamalara Göre Değerlendirilmesi” isimli projeden sağlanan destekle alınmıştır.



Şekil 3.6. 3MURI programında modellenen bir binanın görünümü

3.1.4. MASS Analiz Programı

1992 yılında yazılan ve yığma yapıların analizlerini yapan programdır. MASS programıyla yığma yapılarda yapılan analizler;

- lineer statik analiz
- serbest titreşim analiz
- deprem spektrumu analiz
- doğrusal zamana bağlı analiz
- doğrusal olmayan zamana bağlı analiz

Yapılan analizler sonucunda yapıda oluşan hasar verilerine ve yapının periyotlarına ulaşılabilmektedir.

MASS programı ile yapılan lineer statik analizler sonucunda elde edilen periyot değerleri 3MURI programıyla yapılan değerlere yakın çıkmaktadır. Ancak non lineer analizlerde MASS programı düzensiz binaların analizini yapamamaktadır. Antakya bölgesinde düzenli yığma bina bulmak zor olduğundan non lineer analizlerin tamamı 3MURI programında yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Antakya Bina Veritabanının Güncellenmesi ve Detaylandırılması

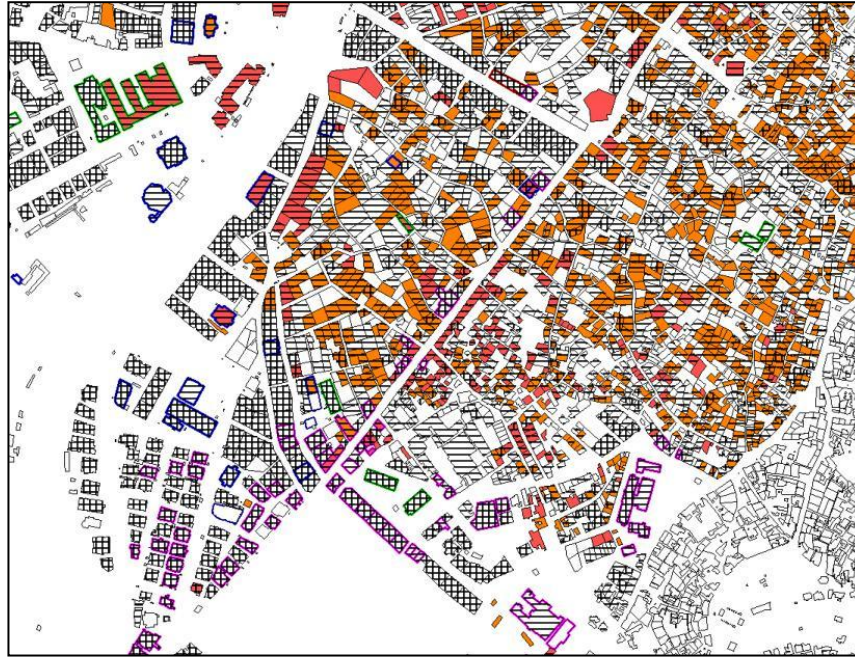
Antakya'nın farklı bölgelerinden seçilmiş tipik yığma binalar saha gözlemleriyle sokaktan incelenmiş ve bu binalara ait genel özellikler elde edilmiştir. Bina verilerinin toplanması için geliştirilen veri formu (Şekil 7) kullanılmıştır. Bu kapsamda 265 bina sokak taramasına tabi tutulmuştur. Bu binaların kat sayısı ve taşıyıcı duvar tipi dağılımları sırasıyla Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmektedir. Görüldüğü gibi binaların çoğu 1 ve 2 katlı olup, taşıyıcı duvarları genellikle briket veya taş ile yapılmıştır.



Şekil 3.7. Antakya'daki yığma yapı stoğu dağılımı



Şekil 3.8. Gece kondu veya mühendislik hizmeti görmemiş binaların yoğun olduğu bölge

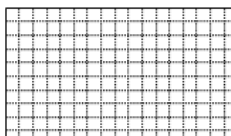


Şekil 3.9. Antakya'nın tarihi dokusunu temsil eden yığma binaların yoğun olduğu bölge

YIĞMA BİNALAR İÇİN DEĞERLENDİRME FORMU

Genel Bilgiler:

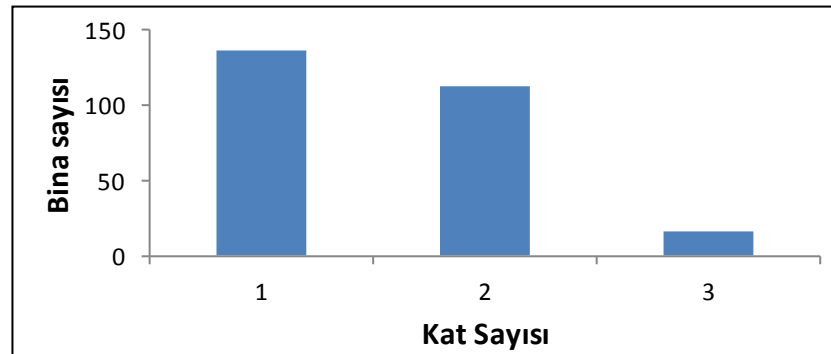
İncelemeyi Yapan Kişi / Tarih	
Bina Kimlik Kodu	
Binanın Adresi	
Binanın Yapılış Tarihi	
Binanın Koordinatları	

Binanın Cephe Fotoğrafı	Plan Geometrisi :	
	☐ Dikdörtgen	☐ Girintili
	☐ Yamuk	☐ Aşırı düzensiz
	☐ L-şeklinde	
		

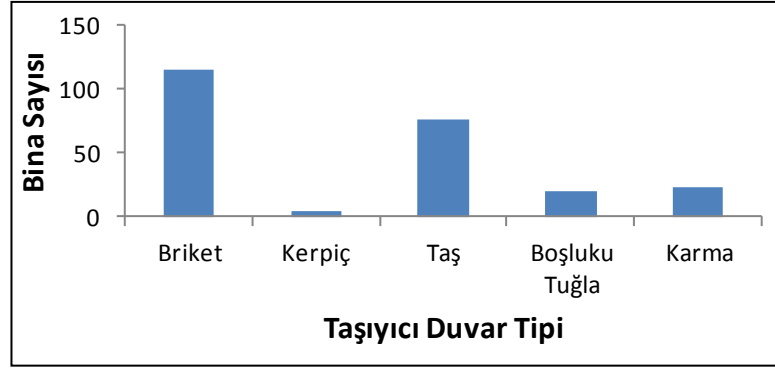
Yapısal Bilgiler:

Kullanım Amacı	☐ Konut ☐ Ticari ☐ Sanayi / İmalat ☐ Resmi
Kullanım Dağılımı	☐ Tüm katlar aynı ☐ Alt kat konut dışı, üst kat konut
Kat Sayısı	() Normal + () Asma + () Çekme = () Toplam
Taşıyıcı Duvar Tipi	☐ Kerpiç ☐ Briket ☐ Delikli Fabrika Tuğlası
	☐ Haman Tuğlası ☐ Taş ☐ Kama ☐ Belirlenemedi
Plan Genişliği (Ön cephe)	(metre)
Boşluk Miktarı (Ön cephe)	(metre)
Plan Genişliği (Yan cephe)	(metre)
Boşluk Miktarı (Yan cephe)	(metre)
Yatay Hatlı ?	☐ Duvar üstü ☐ Pencere üstü ☐ Yok
Duvar Düşey Boşluk Düzeni	☐ Düzenli ☐ Az düzenli ☐ Düzensiz
Döşeme Türü	☐ Betonarme ☐ Ahşap ☐ Belirlenemedi
Yapı Nizamı	☐ Ayrık ☐ Bitişik ☐ Köşede ve bitişik
Bitişik Binalar ile Yükseklik Farkı	☐ Yok ☐ Var
Bitişik Binalar ile Döşeme Seviyesi Farkı	☐ Yok ☐ Var
Çatı Geometrisi	☐ Düz ☐ Eğik ☐ Beşik ☐ Kıрма
Çatı Malzemesi	☐ Kiremit ☐ Beton ☐ Saç ☐ Toprak
Bodrum	☐ Var ☐ Yok ☐ Belirlenemedi
Binanın Görünen Kalitesi	☐ İyi ☐ Orta ☐ Kötü

Şekil 3.10. Veri toplama formu



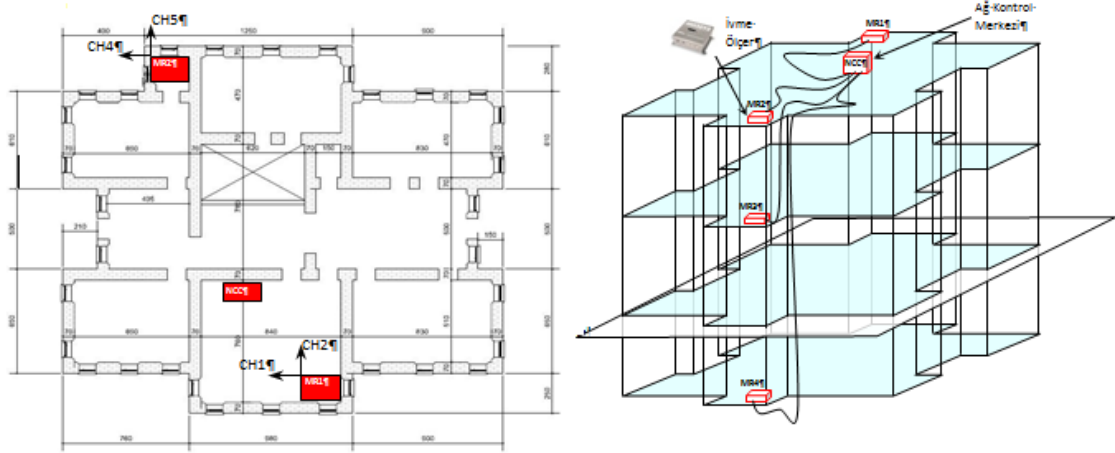
Şekil 3.11. Kat sayısı dağılımı



Şekil 3.12. Taşıyıcı duvar tipi dağılımı

3.2.2. Yapıdan Titreşim Kayıtlarının Alınması

Analiz edilecek binalar Antakya bölgesindeki yığma yapı stokunu temsil edebilecek şekilde seçilmiştir. Bina çatısına yerleştirilen bina sarsma cihazı (Shaker) ile binaya uygulanacak olan titreşimler veya binada bulunan ortamsal titreşimler, bina çatısına, ara katlara, giriş katına veya bodrum katına uygun yerlere yerleştirilen 5 veya 6 adet hız ölçer ile kayıt edilecektir (Şekil 3.3). Bu kayıtlar hız ölçerlerden bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Ayrıca, sürekli bina izleme sistemi yerleştirilen yığma binalardan deprem kayıtları alınarak binaların deprem esnasındaki davranışları izlenmiştir. Alınan kayıtların analizinden mevcut binanın periyodu bulunmuş ve gerçek modelle karşılaştırılarak model kalibrasyonu yapılmıştır.

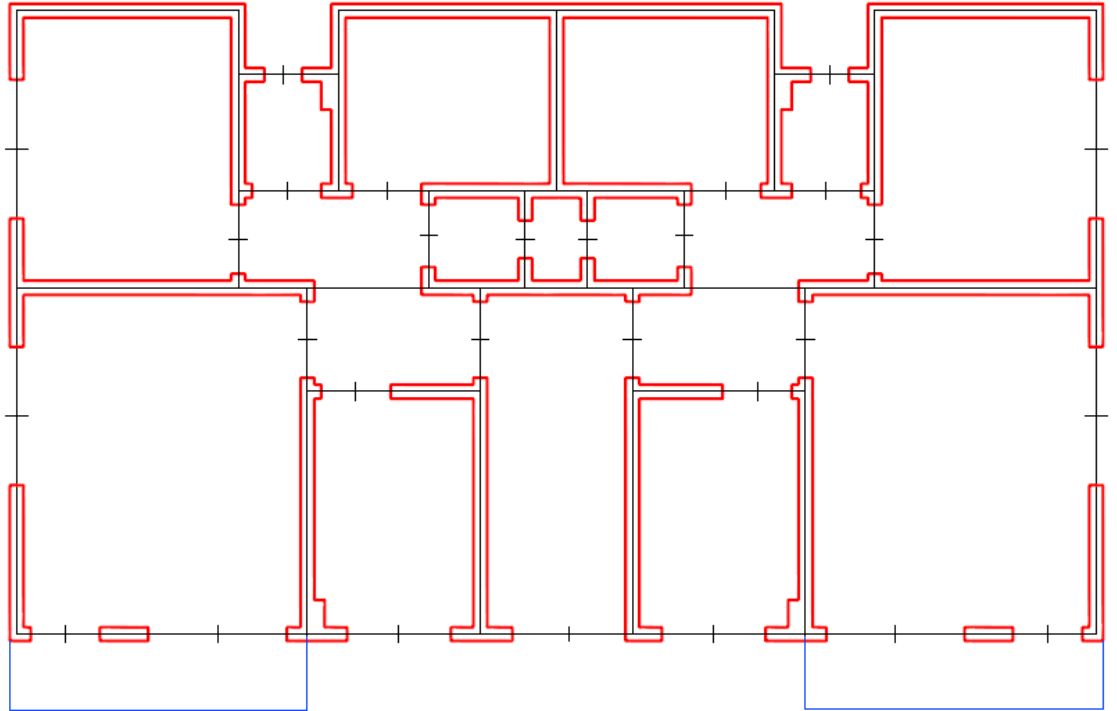


Şekil 3.13. Temsili bir bina için hızölçer sensörlerinin yerleştirilme planı

3.2.3. Yığma Yapıların Analizi Ve Hasar Türleri

Yığma yapıların analizleri 3MURI programında yapılmıştır. Yapının modellenmesi ve analizinin yapılmasında izlenen yol ve kullanılan yöntemler sırasıyla anlatılmıştır.

- Analizi yapılacak binanın çizilmiş kat planı var ise bu plan Autocad programında çizilmiş, planı yok ise yapının yerinde rölevesi alınmış ve Autocad programında çizilmiştir.
- Bilgisayar ortamında elimizde olan planlar 3MURI programının kabul edeceği formata dönüştürülmüş ve programın veri tabanının istediği dosya uzantısı olan dxf formatında kaydedilmiştir (Şekil 3.4)



Şekil 3.14. 3MURI programı için hazırlanan örnek dxf dosyası

Hazırlanan dxf dosyasında, yapıdaki kapı ve pencere boşluklarının orta noktaları belirlenmeli ve Şekil 3.4.' te gösterildiği gibi orta noktalarından çizgiler çizilmelidir.

- Analiz programına aktarılan dxf dosyasında duvarın merkezinde çizilen akslara duvarlar çizilmektedir.

- Eğer yapı her katta aynı plana sahip ise yapının her katı kopyalanarak sistem tamamlanabilir. Ama yapının her katı aynı plana sahip değil ise her kat seviyesi için hazırlanan dxf dosyalarının ayrı ayrı kat seviyelerine getirilmeleri gerekmektedir. Bu işlemde dikkat edilmesi gereken husus yapının her katı için belirlenen referans noktalarının doğru verilmesidir. Referans noktaları yapının her katta üst üste gelecek noktalarını x:0, y:0, z=0 noktasına taşınmasıyla oluşturulur.
- Yapı sistemi oluşturulmadan önce yapının malzeme özellikleri tanımlanır. Yapı analizinde gerekli olacak parametrelerin değerleri yazılır.

Analysis parameters				
E	[N/mm2]	5.000,00	fk [N/cm2]	500,00
G	[N/mm2]	2.000,00	γm	3,00
w	[kN/m3]	12		
fm	[N/cm2]	965,25		
τ	[N/cm2]	39,15		

Şekil 3.15. Malzeme özellikleri ve kullanılan parametreler

Kullanılan malzemenin özelliklerine bakıldığında kullanılan parametreler şunlardır;

E = Malzemenin Elastisitemodülü

G = Malzemenin Kayma modülü

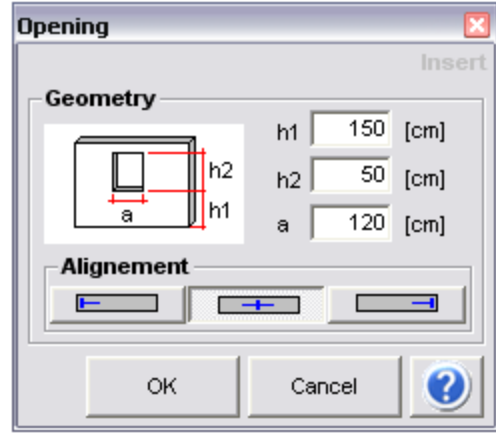
W = Malzemenin birim hacim ağırlığı

f_m = Malzemenin basınç dayanımı

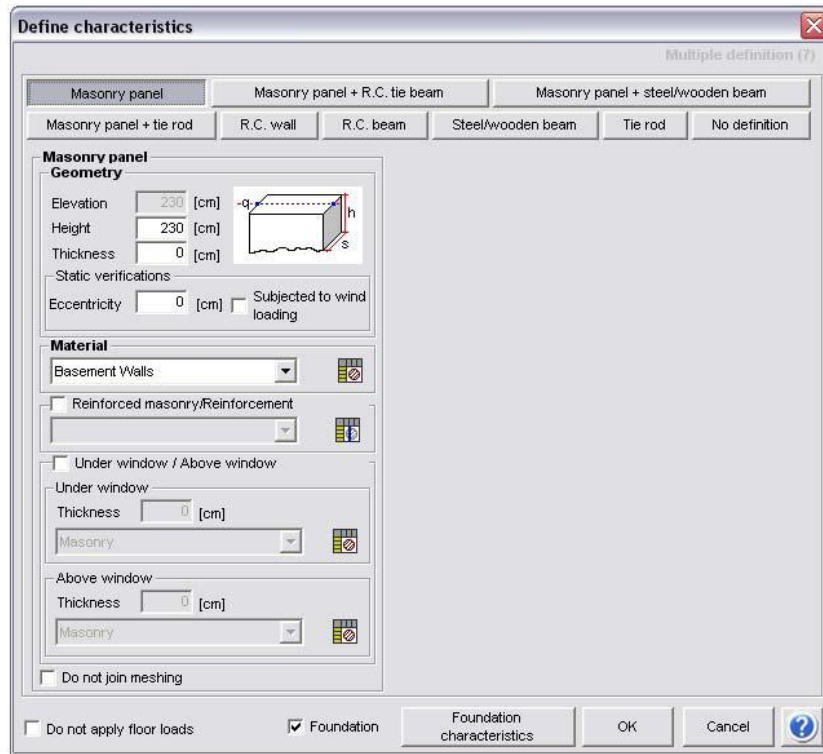
τ = Malzemenin kayma dayanımı

g = Malzemenin güvenlik katsayısı

Malzeme özellikleri ve duvarın kalınlığı tanımlanarak yapının duvarları oluşturulur. Oluşturulan duvar üzerindeki kapı ve pencere boşlukları tanımlanır.

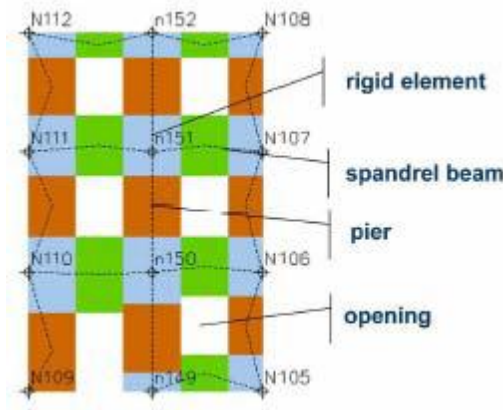


Şekil 3.16. Yığma duvarda açılan kapı ve pencere boşluklarının tanımlanması



Şekil 3.17. Duvar kalınlığı ve duvar malzemesinin seçilmesi

- Yığma duvarların üzerine oturan döşemeler tanımlanır. Programın içerisinde farklı döşeme tiplerinin olmasına karşın mevcut yapılardaki döşeme türü olan betonarme döşemeler tanımlandı ve döşemelere gelen yükler ektirildi.
- Yığma yapının analizlerinin yapılması için duvar ve döşeme elemanları parçalara ayırarak (mesh) sonlu elemanlar analizi ile yapının modal ve sismik analizlerine taban hazırlandı.



Şekil 3.18. Yığma duvarların boşlukların yarattığı etki sebebi ile parçalara ayrılması

Yığma duvarlarda boşluklardan kaynaklanan yük dağılımındaki değişim duvardaki yük aktarım şeklini de değiştirmektedir. Alt kattaki duvarın bir kısmı ile üst kattaki duvarın bir kısmı birlikte rijit bir eleman olarak çalışmakta ve o bölgelerde hasarların oluşmadığı kabul edilmektedir.

- Yığma yapıya sismik kuvvetler ettirilerek 4 farklı yönde toplamda 24 farklı analiz yapılmaktadır. Bu analizlerin yapılması esnasında tepe noktasındaki bir nokta seçilerek bu noktaya etkittirilen yatay yük altında yapının taban kesme kuvveti-tepe noktası yer değiştirme grafiği çizilir ve yapıda oluşan hasarlar adım adım takip edilir. Yapı duvarlarının aldığı hasar seviyeleri de adım adım tablo halinde kullanıcıya sunulur.
- 3MURI programında oluşan hasarların nedenleri basınç, moment, ve kesme kuvvetleri olarak verilmektedir ve her bir hasar duvarlar üzerinde temsili şekil ve farklı renklerle belirtilmektedir. Yapılarda oluşan bazı hasarlar Şekil 3.9’da verilmektedir. Bu hasarlar genellikle kesme veya moment’e dayalı hasarlardır.



Şekil 3.19. Yığma yapılarda meydana gelen hasar türleri: kesme hasarı (sol) ve basınç kuvvetine dayanamayan duvarların köşesinde momentin yarattığı hasar (sağ)



Şekil 3.20. Düzlemi dışına devrilen duvar (Kara 2009)



Şekil 3.21. Kısmen çöken duvar (Kara 2009)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde yığma yapılarda kullanılan malzemeler üzerinde yapılan deney sonuçları ve 11 adet binanın 3MURI programında yapılan analiz sonuçlarına yer verilmektedir. Binaların ismi Antakya imar planında yer alan mülk ve parsel numaralarıyla isimlendirilmiştir.

3MURI analiz sonuçlarında verilen her renk bir hasar türünü temsil etmektedir.

- Yeşil: Hasarsız duvar
- Açık sarı: Kesme hasarı
- Koyu sarı: Kesme kırılması
- Pembe: Moment hasarı
- Kırmızı: Moment kırılması
- Mor: Basınç kırılması
- Mavi: Çekme kırılması
- Turkuaz: Elastik bölgede oluşan kırılma

Yığma yapının performans seviyesini belirlemek için yapının birinci kat duvarlarında da oluşan hasarlara bakılarak önce duvarların performans seviyeleri belirlenmiştir. Duvarların performans seviyelerine bakılarak yapının performans seviyesi belirlenmiştir.

- Duvar hasar almamış ise minimum hasar bölgesinde (MH)
- Duvar hasar almış ise belirgin hasar bölgesinde (BH)
- Duvarda kırılmalar meydana gelmiş ise ileri hasar bölgesinde (İH) olarak değerlendirilecektir.
- Yapının performans seviyesine bakıldığında birinci kat duvarlarından hiçbiri hasar görmemiş ise yapının performansı hemen kullanım olacaktır. MH ve BH varsa yapı belirgin hasarda olacaktır. Yapıda İH seviyesinde bir duvar dahi varsa yapı İH olacaktır. Yapının tamamı İH seviyesinde ise bina göçme seviyesinde olacaktır.

4.1.Malzeme Deney Sonuçları

Yığma duvar örümünde kullanılan harç malzemelerin dayanımlarının belirlenmesi amacıyla yapılan basınç deneylerinin sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yığma duvar örümünde kullanılan harç malzemesi basınç deney sonuçları

	Numune No	Harç içerik oranları	N. Boyutu (mm)	Ağırlık (gr)	Max. Yük (kN)	Gerilme (MPa)
Test Seti – I	1-1	4.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100	1619	7.3	0.73
	1-2	4.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100	1646	7	0.71
	1-3	4.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100	1626	7.0	0.70
Test Seti – II	2-1	3 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100	1697	6.6	0.66
	2-2	3 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100	1598	6.4	0.64
	2-3	3 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100	1588	6.6	0.66
Test Seti – III	2	2.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100	1751	8.5	0.85
	3-2	2.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100	1664	7.8	0.78
	3-3	2.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	100x100x100	1644	8.7	0.70

Yukarıda testi yapılan harç, tarihi yapılarda (100 yıldan az) kullanılmış bir harçtır. Düşük dayanımlı harç için hacimsel olarak 1 birim kireç : 3 birim kum gereklidir. Bu harç karışımı Türk Standartlarına göre E sınıfına dahil olup dayanımı yaklaşık olarak 0.5 MPa civarındadır (Bayülke, 1992). Bu karışım oranına en yakın olan karışım ikinci test setinde oluşturulmuş ve bu numunelerden elde edilen dayanım 0.65 MPa olmuştur.

Tuğla elemanların test edilmesi amacıyla hazırlanan üç farklı harç karışımı ve iki farklı tuğla duvar numuneleri basınç kuvveti altında test edilmiştir. Elde edilen dayanımlar Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Harç karışımı ile hazırlanmış duvar elemanlarının basınç deneyi sonuçları

	Numune No	Harç içerik oranları	Tuğla Sayısı	N. Boyutu (mm)	Max Yük (kN)	Gerilme (MPa)	Tuğla Tipi
Test Seti - I	101	4.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	5	260x200x90	21.0	1.17	Dolu Harman Tuğlası
	102	4.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	5	260x200x90	20.9	1.16	Delikli Harman Tuğlası
	103	4.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	4	250x200x100	34.7	1.74	Delikli Harman Tuğlası
Test Seti - II	201	3 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	5	260x200x90	22.2	1.23	Dolu Harman Tuğlası
	202	3 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	5	260x200x90	40.3	2.24	Delikli Harman Tuğlası
	203	3 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	4	260x200x100	31.9	1.60	Delikli Harman Tuğlası
Test Seti - III	301	2.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	5	260x200x90	29.7	1.65	Dolu Harman Tuğlası
	302	2.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	5	260x200x90	27.6	1.53	Delikli Harman Tuğlası
	303	2.5 Hacim Kum + 1.5 Hacim Kireç	4	260x200x100	18.0	0.90	Delikli Harman Tuğlası

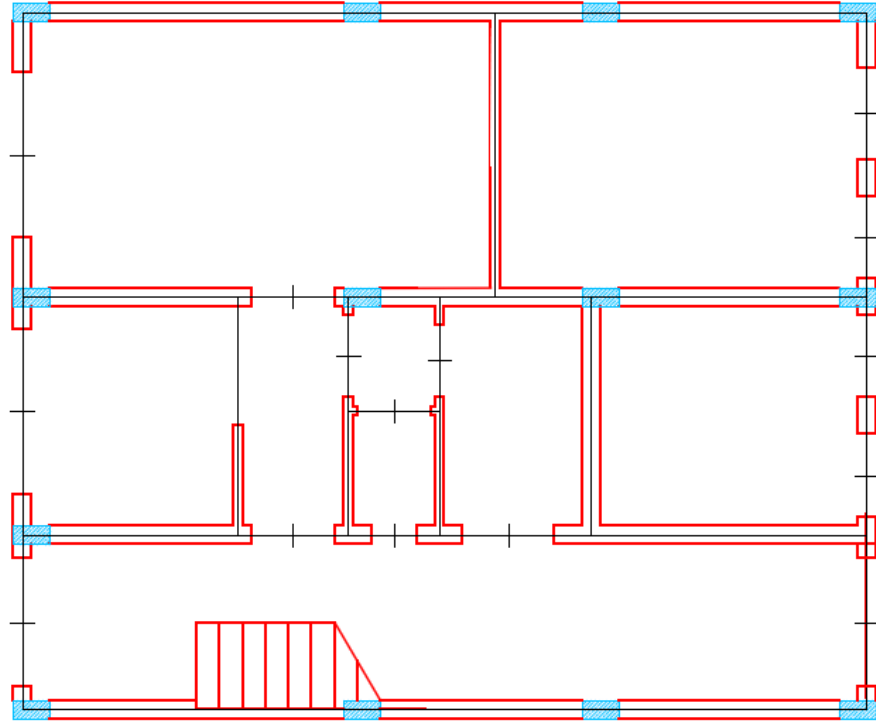
4.2. Tuğla Binaların Analiz Sonuçları

Antakya'daki 7 tane tuğla binanın analizi yapılmıştır. Analizi yapılan binalardan Mıntıka 3 P506 binasının sonuçları detaylı anlatılmış diğer altı binanın ise sadece hasar seviyeleri çizelgeler halinde verilmiştir.

4.2.1. Mıntıka 3 P506 Binası

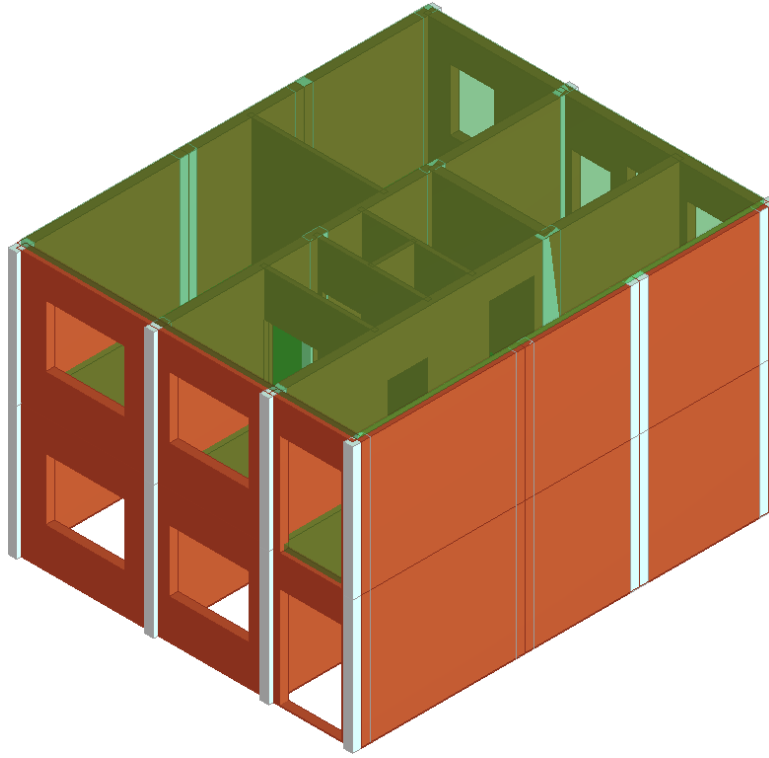
Mıntıka 3 P506 binası Antakya ilçesinde konut amaçlı olarak inşa edilmiş bir binadır. Antakya belediyesinden alınan bina projelerine göre binanın planı ve binanın başlıca özellikleri şunlardır;

- Kat sayısı: 2
- Kat yüksekliği: 3 m
- Döşeme kalınlığı: 12 cm
- Malzeme özellikleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Mıntıka 3P506 Binası Kat planı

Binanın (Şekil 4.1.)’de verilen kat planına göre 3MURI programında modellenmesi yapılmış ve gerekli parametreler girildikten sonra dört farklı yönde deprem yükü etkittirilerek yapının modal analizi ve non-linear analizi yapılmıştır. Bu analizlerin sonuçları detaylı bir şekilde aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.2. Mıntıka 3 P506 Binası 3MURI programındaki 3 boyutlu görünümü

Çizelge4.3. Mıntıka 3 P506 binası malzeme özellikleri

Parametre	Yığma(Tuğla)	Betonarme
E	600 MPa	27000 MPa
f_m	2 MPa	12 MPa
G	240 MPa	11250 Mpa
γ	11 kN/m ³	25 N/m ³
τ	0.1203 MPa	

4.2.2. HakimMod Değerleri

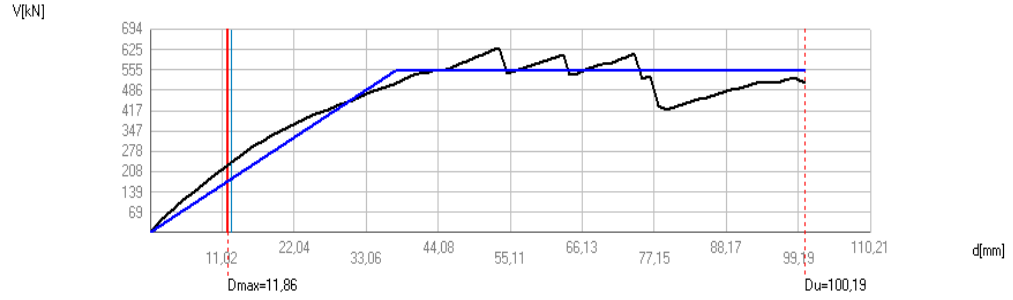
Yapının lineer yükler altında yapılan analizlerde hakim titreşim modu ve mod yönleri tespit edilmiştir. Yapının periyot değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Mıntıka 3 P506 binasıperiyot değerleri

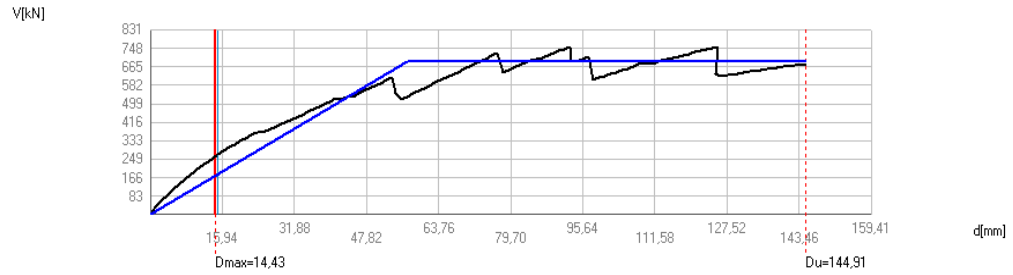
Mod	T[s]	m_x [Kg]	M_x [%]	m_y [Kg]	M_y [%]
1	0.25261	76 273	91.42	0	0
2	0.13408	14	0.02	32	0.04
3	0.10652	2	0	78 375	93.94

4.2.3. Pushover Eğrisi

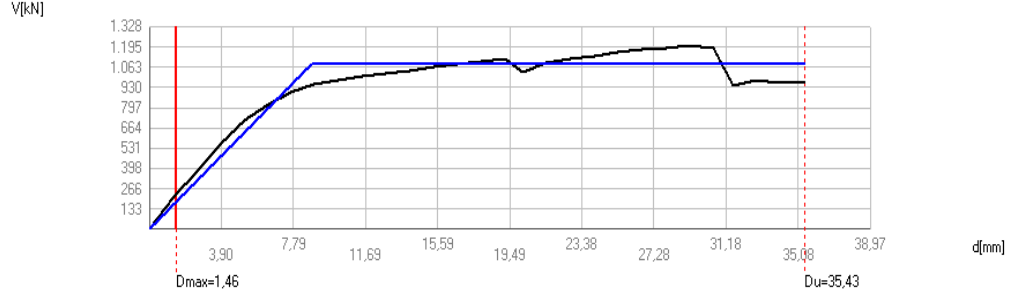
Yapıda (+X,-X,+Y,-Y) yönlerinde yapılan analizler sonucunda yapının tepenoktasındaki deplasman ve taban kesme kuvvetini ilişkilendiren pushover eğrileri dört farklı yön için ayrı ayrı çizilmiştir.



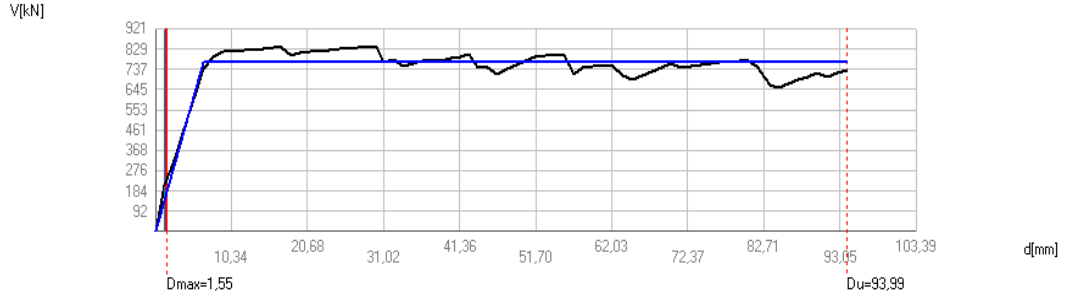
Şekil 4.3. Mıntıka 3 P506 binası+X yönü Pushover eğrisi



Şekil 4.4. Mıntıka 3 P506 binası-X yönü Pushover eğrisi



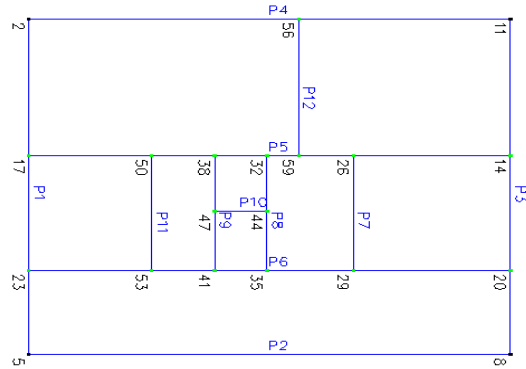
Şekil 4.5. Mıntıka 3 P506 binası +Y yönü Pushover eğrisi



Şekil 4.6. Mıntıka 3 P506 binası -Y yönü Pushover eğrisi

4.2.4. Duvarların Hasar Seviyeleri ve Yapının Hasar Seviyesi

Yapıda tanımlanan duvarlar 'P' harfi ile gösterilmiştir. Örneğin;P1 no'lu duvar tüm aks boyunca tanımlanmış ve yapıdaki mevcut boşluklar açılarak istenilen şekle getirilmiştir.



Şekil 4.7. Mıntıka 3 P506binası 3MURİprogramında plan üzerindeki duvarların numaraları

Yapıda yapılan analizler sonucunda göçme esnasında herbir duvarda oluşan hasar yüzdeleri aşağıdaki Çizelge 4.5’ te verilmiştir.

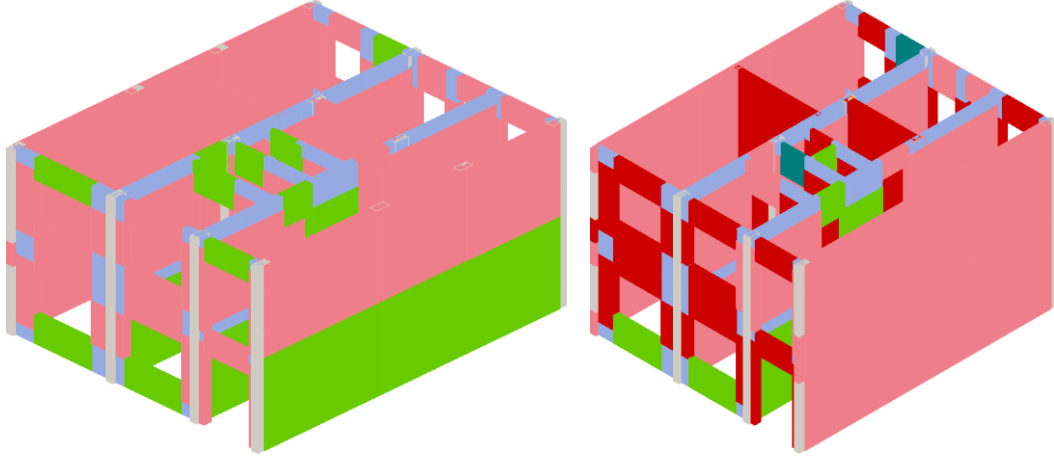
Çizelge 4.5. Mıntıka 3 P506binasını oluşturan duvarlarda göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Yığma (%)	Duvar	Yığma (%)	Duvar	Yığma (%)	Duvar	Yığma (%)
1	76.58	1	83.57	1	0.00	1	0.00
2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	100
3	69.16	3	76.23	3	0.00	3	24.12
4	0.00	4	0.00	4	0.00	4	100
5	0.00	5	0.00	5	52.0	5	85.55
6	0.00	6	0.00	6	53.81	6	60.91
7	100	7	100	7	0.00	7	0.00
8	100	8	100	8	0.00	8	0.00
9	95.09	9	100	9	0.00	9	0.00
10	0.00	10	0.00	10	19.73	10	39.45
11	86.12	11	100	11	0.00	11	13.88
12	100	12	100	12	0.00	12	0.00

Çizelge 4.6. Mıntıka 3 P506binasını oluşturan duvarların performans noktasındaki performans seviyeleri

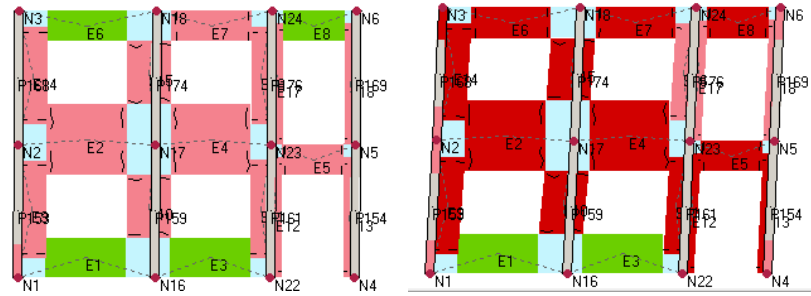
+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar
1	BH	1	MH	1	MH	1	MH
2	MH	2	MH	2	BH	2	BH
3	BH	3	MH	3	MH	3	MH
4	BH	4	MH	4	BH	4	BH
5	BH	5	MH	5	BH	5	BH
6	MH	6	MH	6	BH	6	BH
7	BH	7	BH	7	MH	7	MH
8	BH	8	BH	8	MH	8	MH
9	BH	9	BH	9	MH	9	MH
10	BH	10	BH	10	MH	10	MH
11	BH	11	BH	11	MH	11	MH
12	BH	12	BH	12	MH	12	MH

4.2.5. Yapı Aldığı Hasar Sonrası 3boyutlu Görünümleri

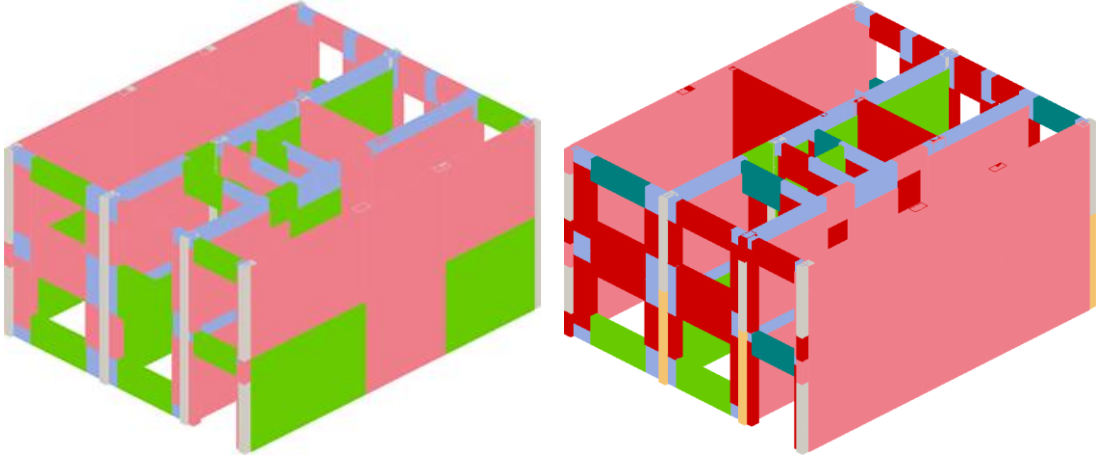


Şekil 4.8. Mıntıka 3P506binası +X yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü

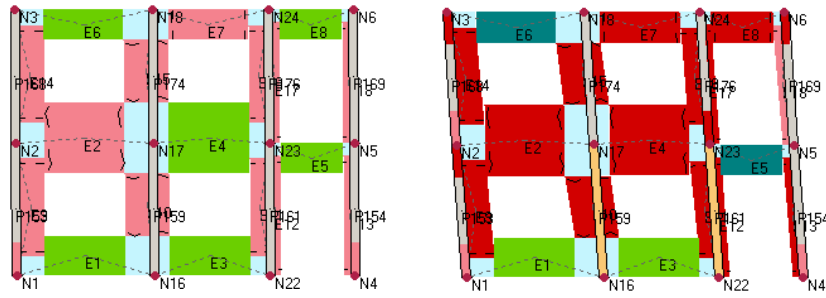
Yapının analiz sonucunu ve boşluklu duvarlarda meydana gelen hasarları daha detaylı incelemek için 1 no'lu duvar ayrıca rapora eklenmiştir. Bu detaylarda görsel olarak kırılma tiplerini de çatlaklar olarak gösterilmiştir.



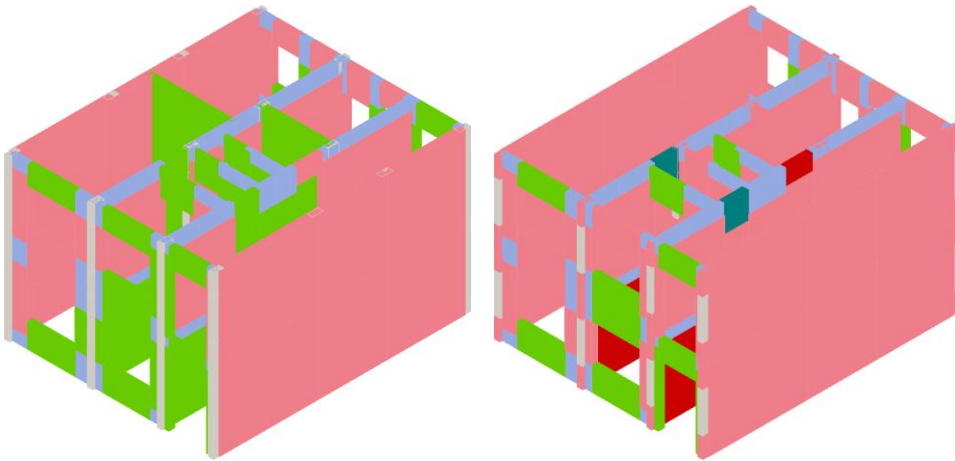
Şekil 4.9. Mıntıka 3 P506 binası 1 no'lu duvarın +X yönü performans ve göçme noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri



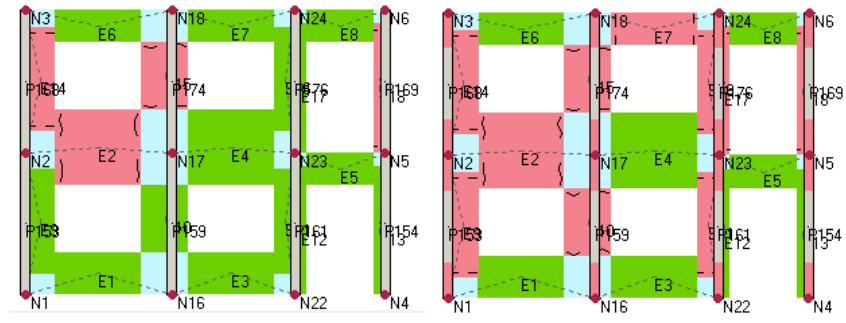
Şekil 4.10. Mıntıka 3 P506 binası -X yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü



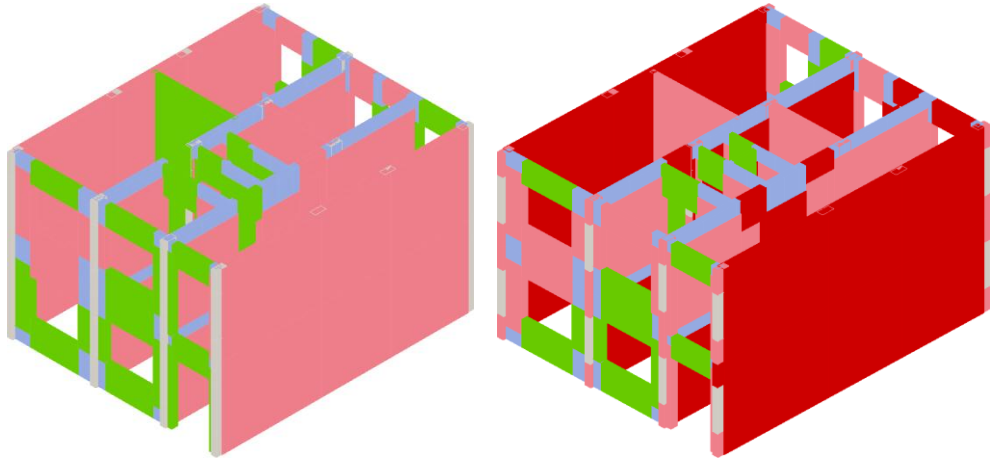
Şekil 4.11. Mıntıka 3 P506binası 1 no'lu duvarın –X yönü performans ve göçme noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri



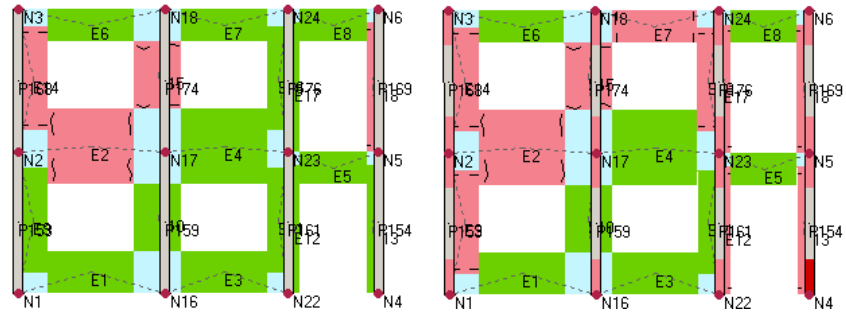
Şekil 4.12. Mıntıka 3 P506binası +Y yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü



Şekil 4.13. Mıntıka 3 P506 binası 1 no'lu duvarın +Y yönü performans ve göçme noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri



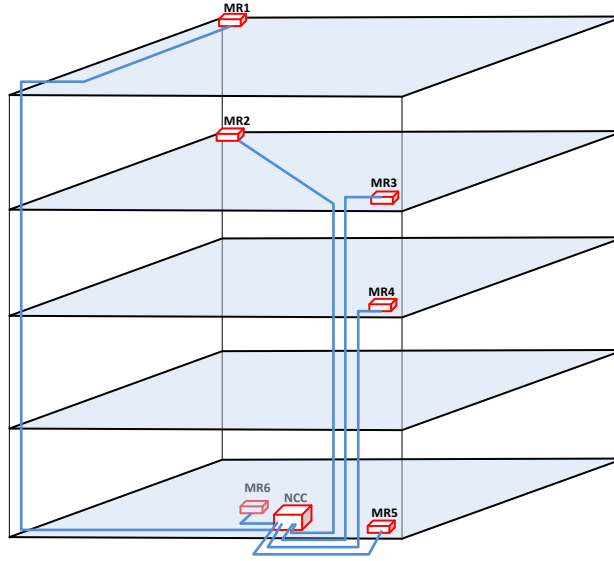
Şekil 4.14. Mıntıka 3 P506binası -Y yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü



Şekil 4.15. Mıntıka 3 P506binası 1 no'lu duvarın -Y yönü performans ve göçme noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri

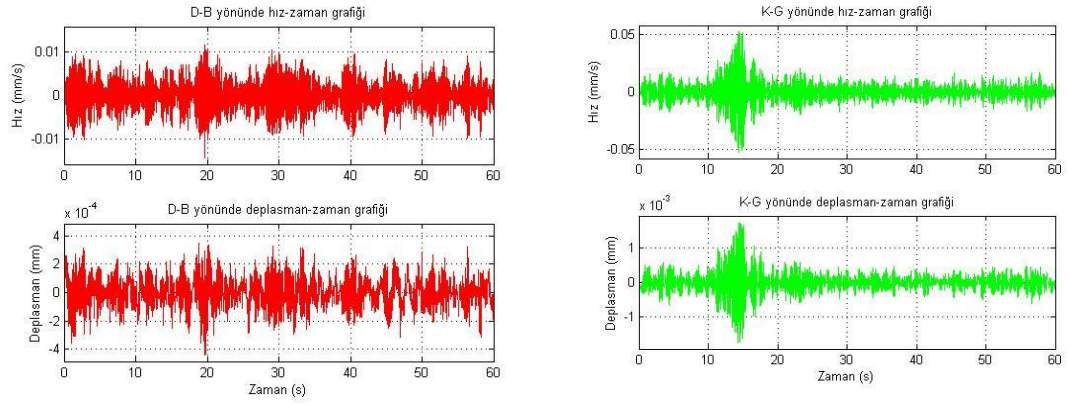
4.2.6. Mıntıka 2 P811 Binası Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Ortam titreşim kayıt alınan ve 811 nolu parselde bulunan bina, zemin+3 kattan oluşmaktadır. Kat Yüksekliği 3 m olarak ölçülmüş ve oluşturulan macro ölçekli modelde dikkate alınmıştır. Bu binaya yerleştirilen sensörlerin şeması Şekil 4.16’da verilmiştir.

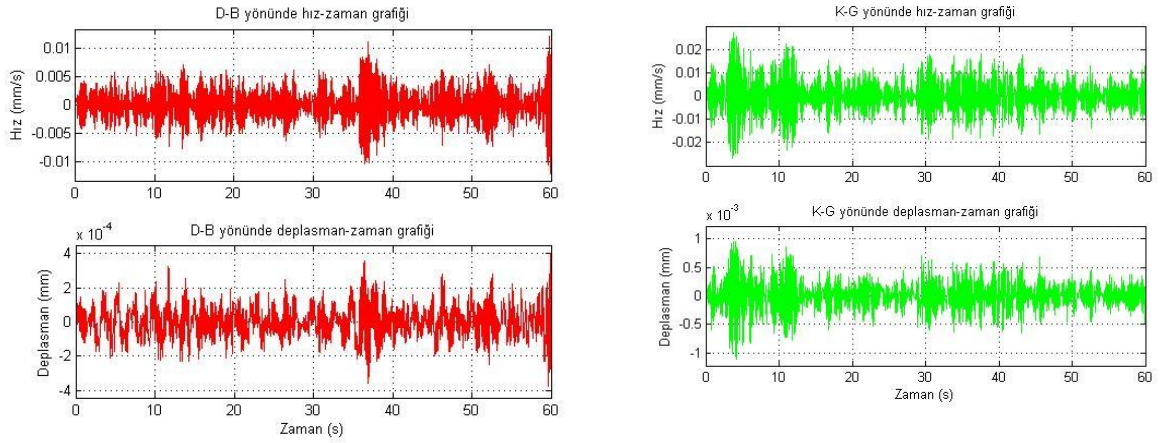


Şekil 4.16. Mıntıka 2, Parsel 811’deki binaya yerleştirilen hızölçer sisteminin şeması

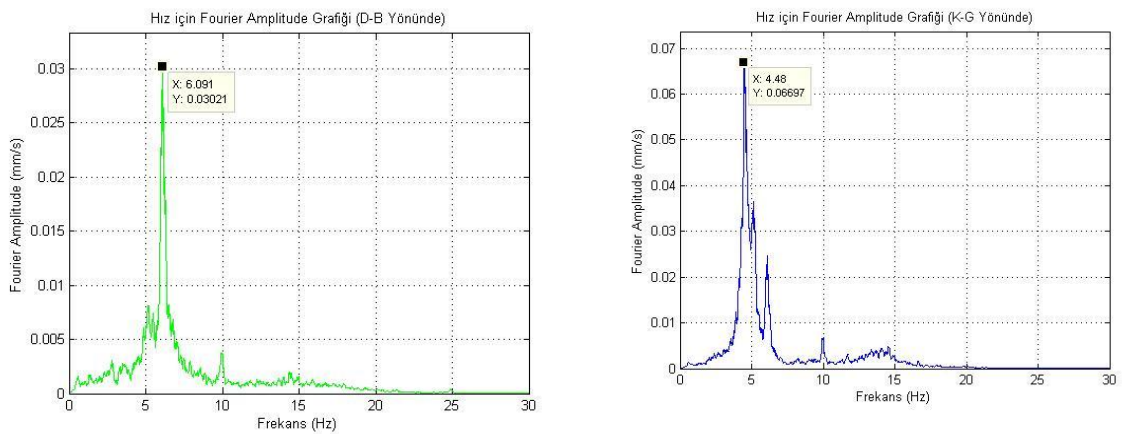
Yerleştirilmiş hızölçerlerden alınan kayıtlardan örnek kayıtlar MR1 Sensörü için Şekil 4.17’de, MR2 için ise Şekil 4.18’de verilmiştir. Binanın hakim titreşim periyodunun bulunması için bu ortam kayıtlarının FourierAmplitude grafikleri çizilmiştir (Şekil 4.19, 20). Bütün kayıtlar (25 dk) analiz edilerek ortalamalarından hakim periyotlar tespit edilmiştir. Elde edilen periyotlar MR1 ve MR2 sensörlerinin ortalaması olarak Çizelge 4.7.’de verilmiştir.



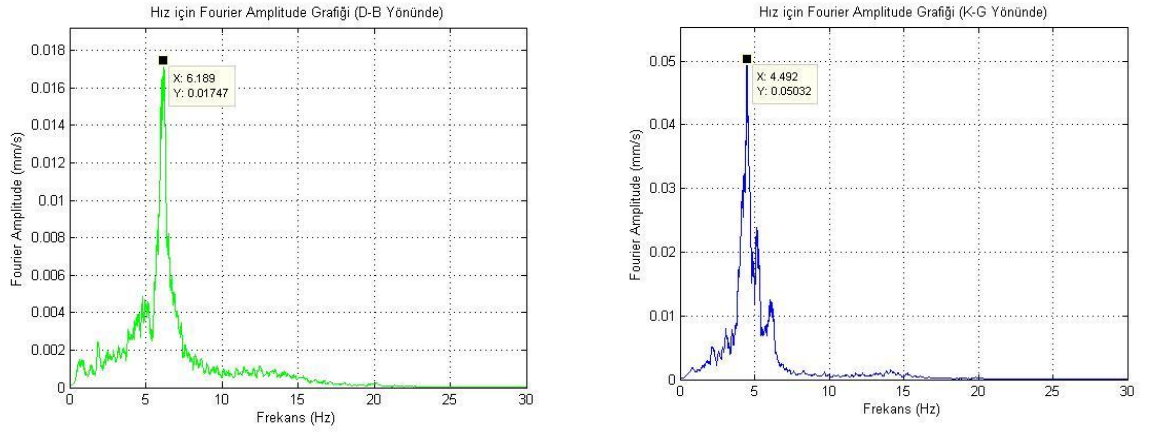
Şekil 4.17. MR1 Hız ölçersensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız ve deplasman kayıtları



Şekil 4.18. MR2 Hız ölçersensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız ve deplasman kayıtları



Şekil 4.19. MR1 Hız ölçersensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız FourierAmplitude Spektrumu



Şekil 4.20. MR2 Hız ölçersensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız FourierAmplitude Spektrumu

Çizelge 4.7. Serbest titreşim kayıtlarına ve analitik modele göre hakim titreşim periyotları

	Test Ortalama		Analitik Çözüm		Açıklama
	w (Hz)	T (s)	w (Hz)	T (s)	
1. Hakim Periyot	3.50	0.29			Burulma
2. Hakim Periyot	4.50	0.22	4.57	0.22	K-G yönünde
3. Hakim Periyot	6.19	0.16	5.44	0.18	D-B yönünde

Çizelge 4.8. Mıntıka 2 P811 binasını duvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %
1	0.00	1	0.00	1	10.64	1	0.00
2	0.16	2	0.00	2	0.00	2	0.00
3	0.00	3	0.00	3	0.00	3	0.00
4	0.00	4	2.00	4	3.14	4	4.34
5	0.00	5	0.00	5	0.90	5	0.90
6	0.00	6	0.00	6	0.00	6	0.00
7	0.00	7	0.00	7	0.00	7	0.00
8	7.86	8	9.21	8	0.00	8	0.00
9	1.99	9	5.1	9	0.00	9	0.00
10	0.00	10	0.00	10	0.00	10	0.00
11	0.00	11	0.00	11	0.00	11	0.00
12	7.97	12	10.78	12	0.00	12	0.00
13	0.00	13	0.00	13	0.00	13	0.00
14	5.55	14	36.62	14	0.00	14	0.00
15	0.00	15	0.00	15	0.00	15	0.00
16	0.00	16	0.00	16	0.00	16	0.00
17	7.86	17	9.21	17	0.00	17	0.00
18	3.98	18	5.1	18	0.00	18	0.00
19	0.00	19	0.00	19	0.00	19	0.00
20	0.00	20	0.00	20	0.00	20	0.00
21	7.97	21	10.78	21	0.00	21	0.00
22	0.00	22	0.00	22	0.00	22	0.00
23	0.00	23	0.00	23	0.00	23	0.00
24	0.00	24	0.00	24	0.00	24	0.00

Çizelge 4.9. Mıntıka 2 P811 binasını duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

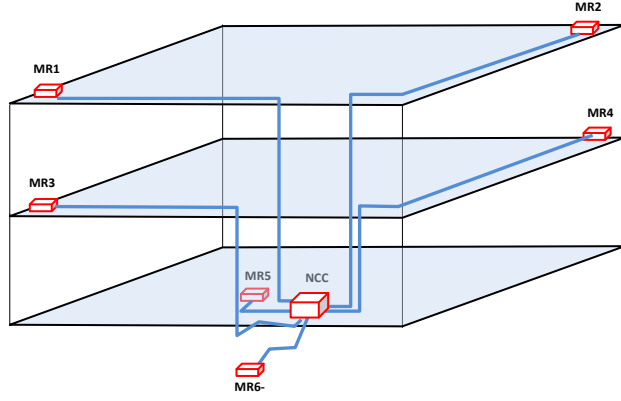
+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %
1	35.39	1	42.04	1	65.86	1	23.4
2	0.16	2	7.44	2	9.58	2	23.92
3	40.6	3	49.73	3	23.82	3	73.97
4	2.30	4	4.94	4	12.59	4	36.59
5	2.71	5	0.00	5	3.61	5	3.61
6	0.00	6	7.9	6	7.47	6	7.82
7	41.43	7	50.7	7	0.00	7	0.00
8	37.8	8	31.91	8	17.06	8	9.21
9	30.98	9	36.08	9	7.97	9	7.38
10	25.0	10	25.0	10	0.00	10	0.00
11	0.00	11	0.00	11	0.00	11	14.55
12	30.98	12	36.08	12	5.98	12	14.77
13	25.0	13	25.0	13	0.00	13	0.00
14	80.55	14	51.05	14	0.00	14	11.1
15	25.0	15	25.0	15	0.00	15	0.00
16	25.0	16	25.0	16	0.00	16	0.00
17	37.8	17	31.91	17	9.21	17	17.06
18	30.98	18	36.08	18	7.38	18	9.67
19	25.0	19	25.0	19	0.00	19	0.00
20	0.00	20	0.00	20	14.55	20	0.00
21	30.98	21	36.08	21	14.77	21	7.97
22	0.00	22	0.00	22	0.00	22	0.00
23	0.00	23	0.00	23	0.00	23	0.00
24	41.43	24	50.7	24	0.00	24	0.00

Çizelge 4.10. Mıntıka 2 P811 binası duvarlarınınperformans noktasındaki performans seviyeleri

+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar
1	MH	1	MH	1	BH	1	MH
2	İH	2	İH	2	BH	2	BH
3	MH	3	MH	3	BH	3	MH
4	İH	4	İH	4	BH	4	BH
5	BH	5	BH	5	BH	5	MH
6	İH	6	İH	6	BH	6	BH
7	BH	7	BH	7	MH	7	MH
8	BH	8	BH	8	MH	8	MH
9	BH	9	BH	9	MH	9	MH
10	BH	10	BH	10	MH	10	MH
11	BH	11	BH	11	MH	11	MH
12	BH	12	BH	12	MH	12	MH
13	MH	13	BH	13	MH	13	MH
14	MH	14	MH	14	MH	14	MH
15	MH	15	BH	15	MH	15	MH
16	MH	16	BH	16	MH	16	MH
17	MH	17	MH	17	MH	17	MH
18	BH	18	BH	18	MH	18	MH
19	BH	19	BH	19	MH	19	MH
20	BH	20	BH	20	MH	20	MH
21	BH	21	BH	21	MH	21	MH
22	BH	22	BH	22	MH	22	MH
23	BH	23	BH	23	MH	23	MH
24	BH	24	BH	24	MH	24	MH

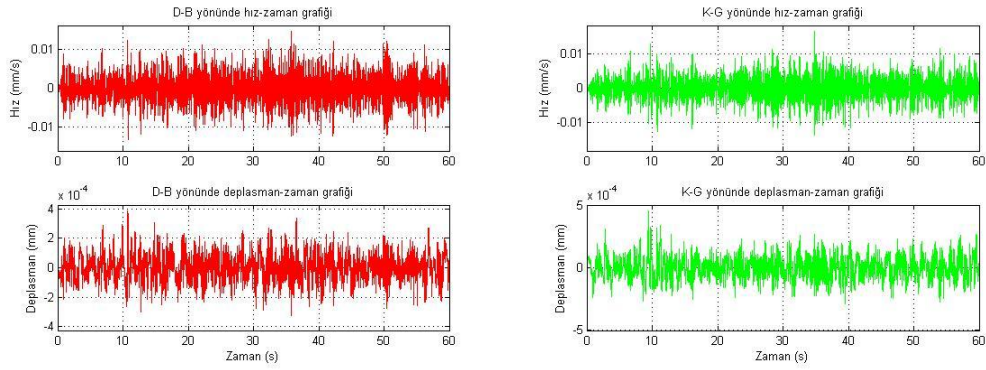
4.2.7.Mıntıka 4 P839 Binası Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Ortam titreşim kaydı alınan ve 839 nolu parselde bulunan bina zemin+1 kattan oluşmaktadır. Kat yüksekliği 3 m olarak ölçülmüştür. Bu binaya yerleştirilen sensörlerin şeması Şekil 4.21’da verilmiştir.

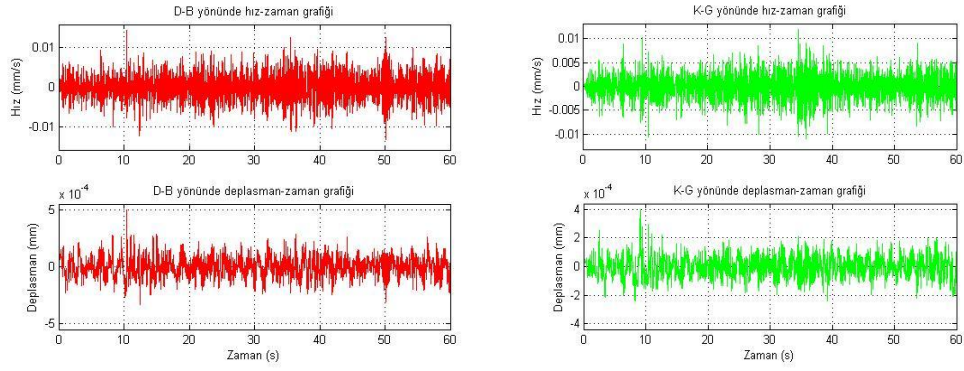


Şekil 4.21. Mıntıka 4 P839 binasına yerleştirilen hızölçer siteminin şeması

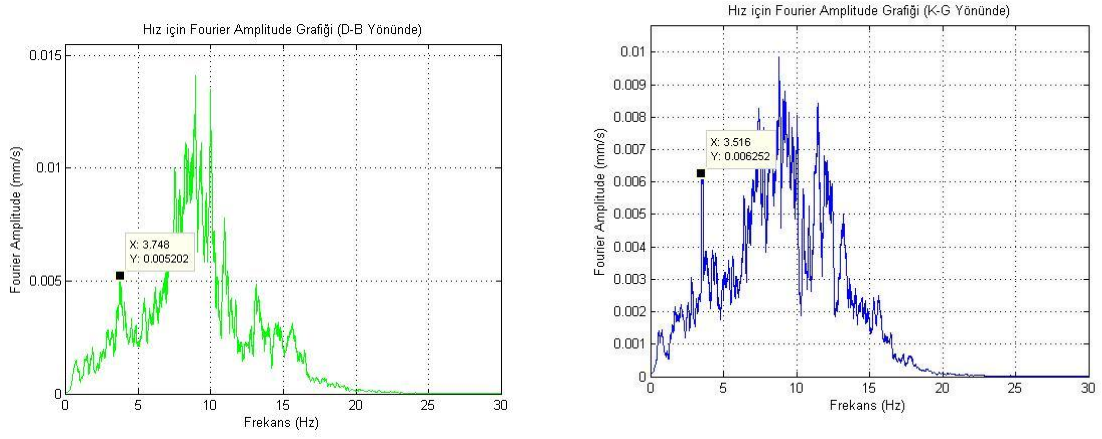
Yerleştirilmiş hızölçerlerden alınan kayıtlardan örnek kayıtlar MR1 Sensörü için Şekil 4.22’de, MR için ise Şekil 4.23’de verilmiştir. Binanın hakim titreşim periyodunun bulunması için bu ortam kayıtlarının FourierAmplitude grafikleri çizilmiştir (Şekil 4.24.). Bütün kayıtlar (45 dk) analiz edilerek hakim periyotlar tespit edilmiştir. Elde edilen periyotlar MR1 ve MR2 sensörleri için Çizelge 4.11’de verilmiştir



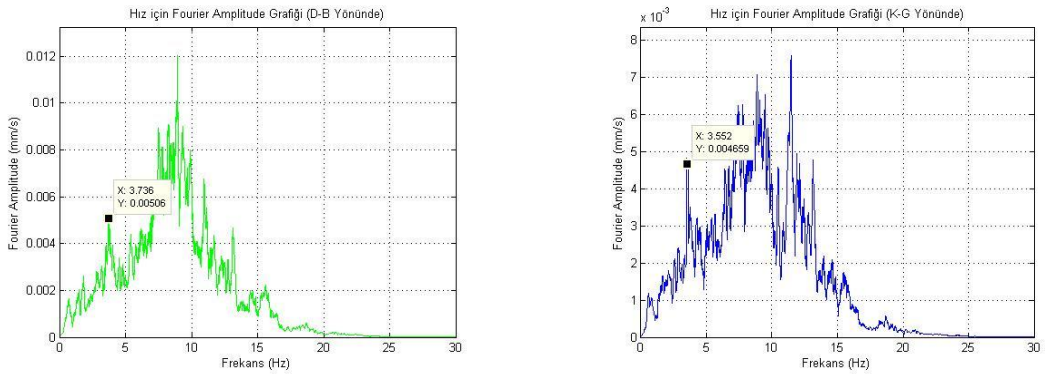
Şekil 4.22. MR1 hızölçer sensörünün doğu-batı ve kuzey-güney yönlerindeki hız ve deplasman kayıtları



Şekil 4.23. MR2 Hızölçer sensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız ve deplasman kayıtları



Şekil 4.24. MR1 Hızölçer sensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız FourierAmplitude Spektrumu



Şekil 4.25. MR2 Hızölçer sensörünün Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönlerindeki hız FourierAmplitude Spektrumu

Çizelge 4.11. Analitik ve Test ile elde edilmiş olan hakim titreşim periyotları ve sönüm oranlarının

Test				Analitik Çözüm			
D-B		K-G		1. Mod		2. Mod	
W (Hz)	T (s)	W (Hz)	T (s)	W (Hz)	T (s)	W (Hz)	T (s)
3.76	0.27	3.57	0.28	3.86	0.26	5.19	0.19
3.76	0.27	3.57	0.28	3.57	0.28	5.16	0.19
Sönüm oranı (%)	3.4			Sönüm Oranı (%)	3.5		

Çizelge 4.12. Mıntıka 4 P839 binasıduvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığılma %	Duvar	Yığılma %	Duvar	Yığılma %	Duvar	Yığılma %
1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00
3	0.00	3	0.00	3	0.00	3	0.00
4	0.00	4	0.00	4	0.00	4	0.00
5	0.00	5	0.00	5	0.00	5	0.00
6	0.00	6	0.00	6	0.00	6	0.00
7	0.00	7	0.00	7	0.00	7	0.00
8	0.00	8	0.00	8	2.58	8	0.00
9	0.00	9	0.00	9	0.00	9	0.00
10	0.00	10	0.00	10	0.00	10	0.00
11	0.00	11	0.00	11	0.00	11	0.00
12	0.00	12	0.00	12	0.00	12	0.00
13	0.00	13	0.00	13	0.00	13	0.00
14	0.00	14	0.00	14	0.00	14	0.00

Çizelge 4.13. Mıntıka 4 P839 binasıduvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %
1	45.64	1	69.51	1	62.0	1	6.1
2	87.54	2	74.22	2	37.54	2	0.00
3	0.00	3	50.0	3	0.00	3	0.00
4	0.00	4	0.00	4	0.00	4	0.00
5	49.19	5	44.38	5	57.73	5	44.38
6	50.0	6	3.27	6	27.98	6	21.79
7	1.32	7	0.00	7	0.00	7	0.00
8	6.56	8	56.56	8	9.14	8	3.98
9	9.85	9	4.38	9	0.00	9	0.00
10	100	10	0.00	10	0.00	10	50.0
11	100	11	100	11	75.99	11	75.99
12	25.17	12	12.03	12	25.17	12	5.46
13	0.00	13	25.48	13	18.6	13	0.00
14	0.00	14	100	14	0.00	14	39.34

Çizelge 4.14. Mıntıka 4 P839 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri

+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar
1	MH	1	BH	1	BH	1	MH
2	MH	2	MH	2	MH	2	MH
3	MH	3	BH	3	BH	3	MH
4	MH	4	MH	4	MH	4	MH
5	MH	5	MH	5	MH	5	MH
6	BH	6	MH	6	BH	6	BH
7	MH	7	MH	7	MH	7	MH
8	MH	8	MH	8	BH	8	MH
9	MH	9	MH	9	MH	9	MH
10	BH	10	MH	10	BH	10	BH
11	MH	11	MH	11	MH	11	MH
12	MH	12	MH	12	MH	12	MH
13	MH	13	MH	13	MH	13	MH
14	MH	14	MH	14	MH	14	MH

4.2.8.Mıntıka 4 P2628 Binası

Çizelge 4.15. Mıntıka 4 P2628 binası duvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %
1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00
3	0.00	3	0.00	3	0.00	3	0.00
4	0.00	4	0.00	4	2.65	4	0.00
5	0.00	5	0.00	5	0.00	5	0.00
6	0.00	6	0.00	6	0.00	6	0.00
7	0.00	7	0.00	7	2.76	7	0.00
8	0.00	8	0.00	8	0.00	8	0.00
9	0.00	9	0.00	9	0.00	9	0.00
10	0.00	10	0.00	10	0.00	10	0.00
11	0.00	11	0.00	11	0.00	11	0.00
12	0.00	12	0.00	12	3.90	12	0.00
13	0.00	13	0.00	13	0.00	13	0.00

Çizelge 4.16. Mıntıka 4 P2628 binası duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %
1	44.72	1	48.21	1	58.24	1	25.25
2	0.00	2	50.0	2	0.00	2	0.00
3	26.74	3	18.18	3	43.0	3	33.27
4	29.88	4	65.26	4	77.7	4	70.83
5	14.07	5	15.51	5	9.79	5	16.39
6	50.0	6	63.94	6	6.19	6	16.17
7	2.76	7	33.4	7	55.51	7	36.15
8	50.0	8	50.0	8	0.00	8	0.00
9	47.57	9	52.43	9	0.00	9	0.00
10	0.00	10	0.00	10	0.00	10	0.00
11	50.0	11	50.0	11	0.00	11	0.00
12	13.56	12	0.00	12	7.79	12	13.56
13	57.33	13	0.00	13	14.66	13	0.00

Çizelge 4.17. Mıntıka 4 P2628 binasıduvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri

+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar
1	MH	1	MH	1	MH	1	MH
2	MH	2	MH	2	MH	2	MH
3	MH	3	MH	3	BH	3	MH
4	MH	4	MH	4	BH	4	MH
5	MH	5	MH	5	MH	5	MH
6	MH	6	MH	6	MH	6	BH
7	MH	7	MH	7	MH	7	MH
8	BH	8	MH	8	MH	8	MH
9	BH	9	MH	9	MH	9	MH
10	MH	10	MH	10	BH	10	BH
11	BH	11	MH	11	MH	11	MH
12	MH	12	MH	12	MH	12	MH
13	MH	13	BH	13	BH	13	MH

4.2.9.Mıntıka 4 P2591 Binası

Çizelge 4.18. Mıntıka 4 P2591 binası duvarlarındaperformans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %
1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00
3	0.00	3	0.00	3	0.00	3	0.00
4	0.00	4	0.00	4	0.00	4	0.00
5	0.00	5	0.00	5	0.00	5	0.00
6	0.00	6	0.00	6	0.00	6	0.00
7	0.00	7	0.00	7	0.00	7	0.00
8	0.00	8	0.00	8	0.00	8	0.00
9	0.00	9	2.62	9	0.00	9	0.00
10	0.00	10	0.00	10	0.00	10	0.00
11	0.00	11	0.00	11	0.00	11	0.00
12	0.00	12	0.00	12	0.00	12	0.00
13	0.00	13	0.00	13	0.00	13	0.00
14	0.00	14	0.00	14	0.00	14	0.00
15	0.00	15	0.00	15	0.00	15	0.00
16	0.00	16	0.00	16	0.00	16	0.00
17	0.00	17	0.00	17	0.00	17	0.00
18	0.00	18	0.00	18	0.00	18	0.00
19	0.00	19	0.00	19	0.00	19	0.00
20	0.00	20	0.00	20	0.00	20	0.00
21	0.00	21	0.00	21	0.00	21	0.00
22	0.00	22	0.00	22	0.00	22	0.00
23	0.00	23	0.00	23	0.00	23	0.00

Çizelge 4.19. Mıntıka 4 P2591 binası duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %	Duvar	Yığma %
1	0.00	1	41.52	1	30.08	1	59.74
2	66.67	2	0.00	2	0.00	2	33.33
3	0.00	3	0.00	3	58.26	3	60.12
4	53.72	4	56.8	4	0.00	4	20.13
5	0.00	5	2.74	5	35.75	5	58.67
6	0.00	6	0.00	6	39.12	6	57.19
7	0.00	7	0.00	7	0.00	7	33.33
8	11.16	8	11.16	8	0.00	8	29.61
9	52.29	9	25.06	9	53.83	9	50.04
10	0.00	10	0.00	10	0.00	10	33.33
11	5.59	11	5.59	11	0.00	11	0.00
12	17.04	12	28.1	12	72.35	12	52.07
13	35.39	13	30.05	13	0.00	13	21.54
14	40.92	14	40.92	14	1.32	14	22.39
15	66.67	15	33.33	15	0.00	15	0.00
16	66.67	16	0.00	16	0.00	16	33.33
17	66.14	17	66.14	17	0.00	17	0.00
18	12.59	18	10.49	18	0.00	18	29.14
19	20.73	19	11.36	19	100.0	19	48.38
20	8.08	20	10.06	20	62.88	20	45.37
21	100.0	21	22.84	21	51.34	21	100.0
22	0.00	22	0.00	22	33.33	22	66.67
23	33.24	23	22.16	23	0.00	23	55.59

Çizelge 4.20. Mıntıka 4 P2591 binasıduvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri

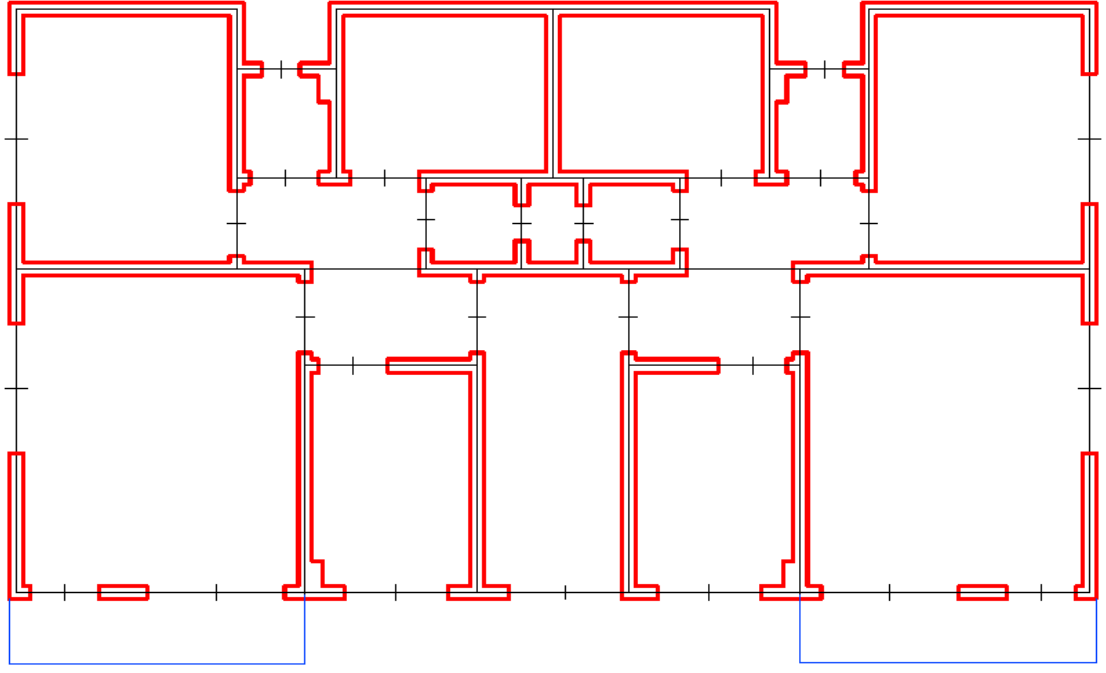
+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar
1	MH	1	BH	1	BH	1	MH
2	BH	2	BH	2	MH	2	MH
3	BH	3	BH	3	BH	3	BH
4	BH	4	BH	4	BH	4	MH
5	MH	5	BH	5	BH	5	BH
6	MH	6	BH	6	BH	6	BH
7	BH	7	BH	7	BH	7	BH
8	BH	8	BH	8	MH	8	BH
9	MH	9	BH	9	MH	9	MH
10	BH	10	BH	10	BH	10	BH
11	MH	11	BH	11	MH	11	BH
12	MH	12	BH	12	BH	12	MH
13	BH	13	MH	13	BH	13	MH
14	BH	14	BH	14	MH	14	MH
15	BH	15	BH	15	MH	15	MH
16	BH	16	MH	16	BH	16	MH
17	BH	17	MH	17	MH	17	MH
18	BH	18	MH	18	MH	18	BH
19	MH	19	BH	19	BH	19	MH
20	MH	20	BH	20	BH	20	MH
21	BH	21	BH	21	MH	21	BH
22	BH	22	BH	22	BH	22	BH
23	BH	23	BH	23	MH	23	MH

4.3. Briket Binaların Analiz Sonuçları

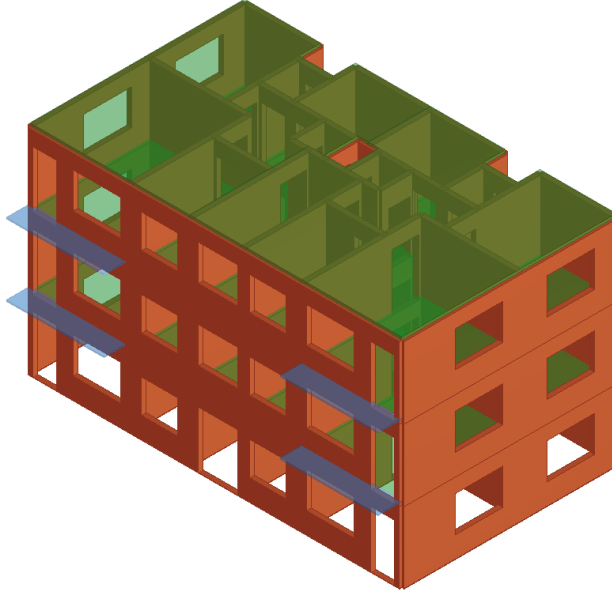
4.3.1 Mıntıka 4 P2663 Binası

Mıntıka 4 P2663 binası Antakya ilçesinde konut amaçlı olarak inşa edilmiş bir binadır. Antakya belediyesinden alınan bina projelerine göre binanın planı ve binanın başlıca özellikleri şunlardır;

- Kat sayısı: 3
- Kat yüksekliği: 3 m
- Döşeme kalınlığı: 12 cm
- Malzeme özellikleri çizelge 4.17’ de verilmiştir.



Şekil 4.26. Mıntıka 4 P2663 binası kat planı



Şekil 4.27. Mıntıka 4 P2663 binası 3MURİprogramındaki 3 boyutlu görünümü

Çizelge 4.21. Mıntıka 4 P2663 binasımalzeme özellikleri

Parametre	Yığma(Biriket)	Betonarme
E	900 MPa	27000 MPa
f_m	3 MPa	12 MPa
G	360 MPa	11250 Mpa
γ	11 kN/m ³	26 N/m ³
τ	0,2205 MPa	

4.3.2. HakimMod Değerleri

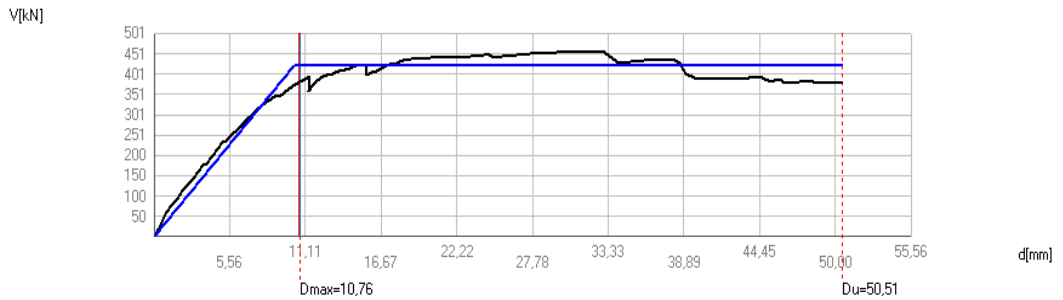
Yapının lineer yükler altında yapılan analizlerden yapının hakim titreşim modu ve mod yönleri tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22. Mıntıka 4 P2663 binasıperiyot değerleri

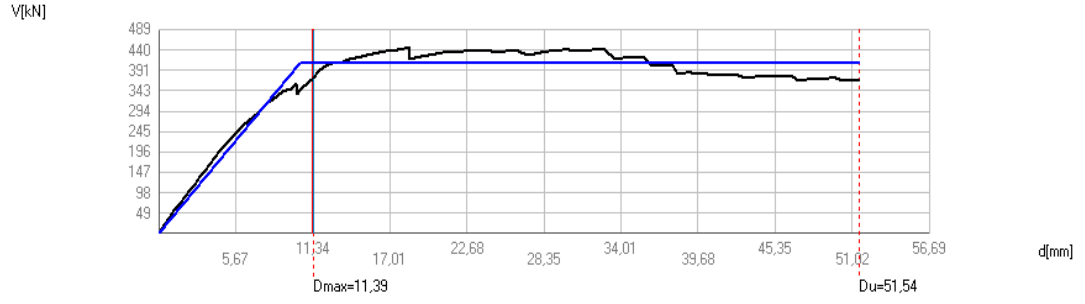
Mo	T[s]	mx [Kg]	Mx [%]	my [Kg]	My [%]
1	0.30915	136.416	60.35	3	0
2	0.28768	1	0	182.239	80.62
3	0.23026	53.111	23.5	1	0

4.3.3. Pushover Eğrisi

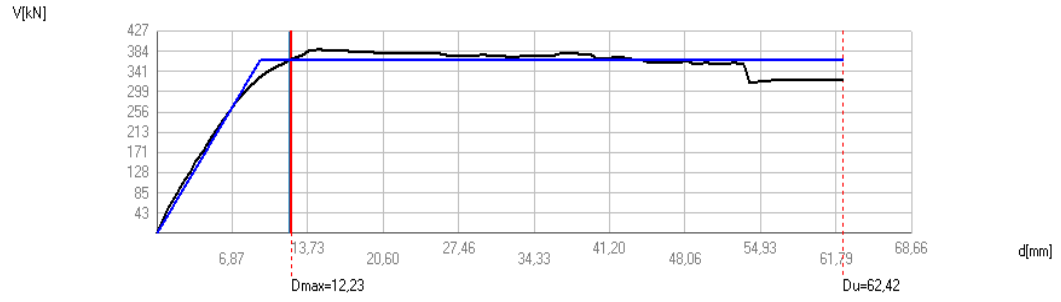
Yapıda (+x,-x,+y,-y) yönlerinde yapılan analizler sonucunda yapının tepe noktasındaki deplasman ve taban kesme kuvvetini ilişkilendiren pushover eğrileri dört farklı yön için ayrı ayrı çizilmiştir.



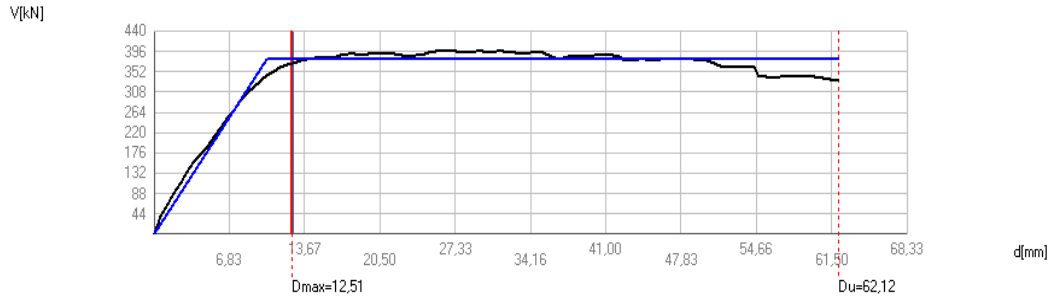
Şekil 4.28. Mıntıka 4 P2663 binası+X yönü pushover eğrisi



Şekil 4.29. Mıntıka 4 P2663 binası-X yönü pushover eğrisi



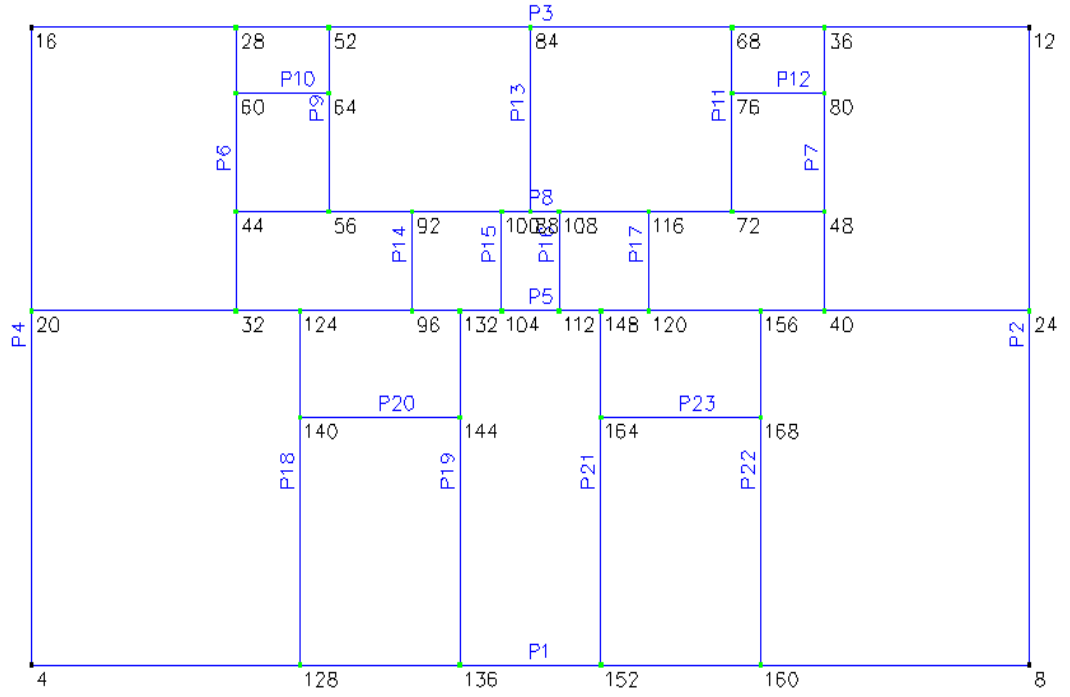
Şekil 4.30. Mıntıka 4 P2663 binası+Y yönü pushover eğrisi



Şekil 4.31. Mıntıka 4 P2663 binası-Y yönü pushover eğrisi

4.3.4. Duvarların Hasar Seviyeleri ve Yapının Hasar Seviyesi

Yapıda tanımlanan duvarlar ‘P’ harfi ile gösterilmiştir. Örneğin;P1 no’lu duvar tüm aks boyunca tanımlanmış ve yapıdaki mevcut boşluklar açılarak istenilen şekle getirilmiştir.



Şekil 4.32. Mıntıka 4 P2663 binasıplan üzerindeki duvarların numaraları

Yapıda yapılan analizler sonucunda göçme esnasında herbir duvarda oluşan hasar yüzdeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 4.23. Mıntıka 4 P2663 binasıduvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%
1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00
3	0.00	3	0.00	3	0.00	3	0.00
4	0.00	4	0.00	4	0.00	4	0.00
5	0.00	5	0.00	5	0.00	5	0.00
6	0.00	6	13.03	6	0.00	6	0.00
7	0.00	7	0.00	7	0.00	7	0.00
8	0.00	8	0.00	8	0.00	8	0.00
9	0.00	9	0.00	9	0.00	9	0.00
10	0.00	10	0.00	10	0.00	10	0.00
11	0.00	11	0.00	11	0.00	11	0.00
12	0.00	12	0.00	12	0.00	12	0.00
13	0.00	13	0.00	13	0.00	13	0.00
14	0.00	14	0.00	14	0.00	14	0.00
15	0.00	15	0.00	15	0.00	15	0.00
16	0.00	16	0.00	16	0.00	16	0.00
17	0.00	17	0.00	17	0.00	17	0.00
18	0.00	18	10.66	18	0.00	18	0.00
19	0.00	19	1.94	19	0.00	19	0.00
20	0.00	20	0.00	20	0.00	20	0.00
21	0.00	21	10.66	21	0.00	21	0.00
22	1.61	22	1.94	22	0.00	22	0.00
23	0.00	23	0.00	23	0.00	23	0.00

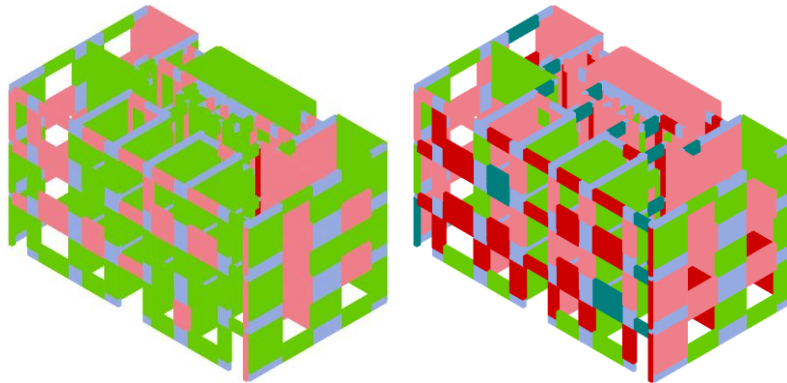
Çizelge 4.24. Mıntıka 4 P2663 binasıduvarlarındagöçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%
1	64.1	1	64.1	1	12.23	1	0.00
2	0.00	2	8.83	2	50.99	2	50.99
3	33.33	3	33.33	3	0.00	3	0.00
4	8.83	4	0.00	4	50.99	4	50.99
5	33.33	5	33.33	5	0.00	5	0.00
6	2.27	6	13.03	6	6.82	6	42.02
7	6.82	7	4.34	7	6.82	7	42.02
8	34.55	8	38.28	8	4.00	8	0.00
9	0.00	9	0.00	9	0.00	9	33.33
10	55.96	10	60.02	10	0.00	10	0.00
11	0.00	11	0.00	11	0.00	11	33.33
12	60.02	12	55.96	12	0.00	12	0.00
13	0.00	13	0.00	13	0.00	13	33.33
14	74.04	14	20.36	14	61.07	14	56.74
15	0.00	15	0.00	15	58.74	15	52.67
16	0.00	16	0.00	16	58.74	16	52.67
17	20.36	17	74.04	17	61.07	17	56.74
18	5.83	18	10.66	18	10.66	18	37.22
19	10.66	19	1.94	19	10.66	19	37.22
20	29.08	20	41.84	20	0.00	20	16.26
21	1.94	21	10.66	21	10.66	21	37.22
22	10.66	22	5.83	22	10.66	22	37.22
23	41.84	23	29.08	23	0.00	23	70.92

Çizelge 4.25. Mıntıka 4 P2663 binasıduvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri

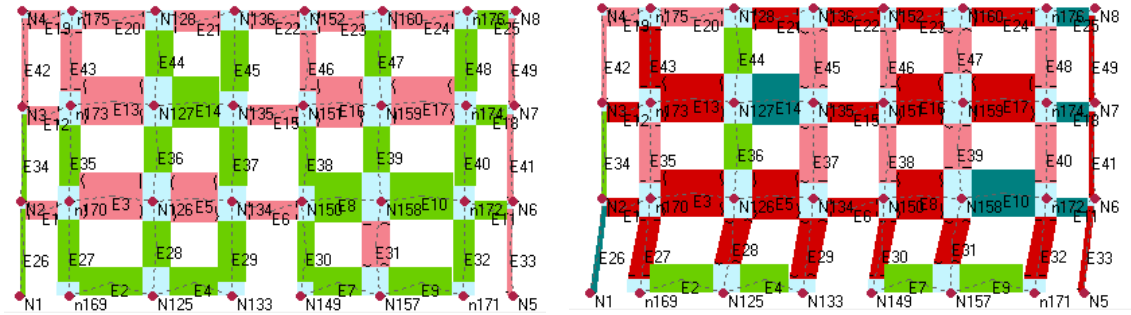
+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar
1	MH	1	MH	1	MH	1	MH
2	MH	2	MH	2	MH	2	BH
3	MH	3	MH	3	MH	3	MH
4	MH	4	MH	4	MH	4	BH
5	MH	5	BH	5	MH	5	MH
6	MH	6	MH	6	BH	6	MH
7	MH	7	MH	7	BH	7	MH
8	BH	8	MH	8	MH	8	MH
9	MH	9	MH	9	BH	9	MH
10	MH	10	MH	10	MH	10	MH
11	MH	11	MH	11	BH	11	MH
12	MH	12	MH	12	MH	12	MH
13	MH	13	MH	13	MH	13	BH
14	BH	14	MH	14	MH	14	MH
15	MH	15	MH	15	MH	15	MH
16	MH	16	MH	16	MH	16	MH
17	MH	17	MH	17	MH	17	MH
18	MH	18	MH	18	MH	18	BH
19	MH	19	MH	19	BH	19	BH
20	BH	20	MH	20	MH	20	MH
21	MH	21	MH	21	BH	21	BH
22	MH	22	MH	22	MH	22	BH
23	MH	23	MH	23	MH	23	MH

4.3.5. Yapı Aldığı Hasar Sonrası 3boyutlu Görünümleri

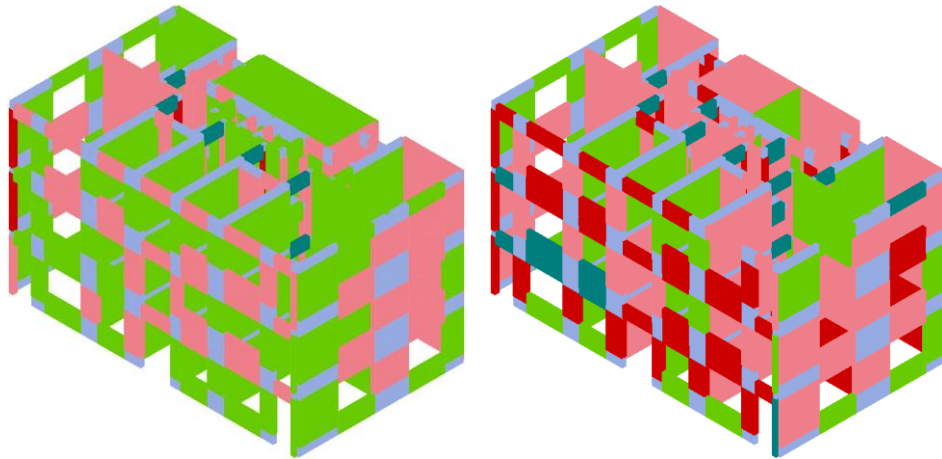


Şekil 4.33. Mıntıka 4 P2663 binası+X yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü

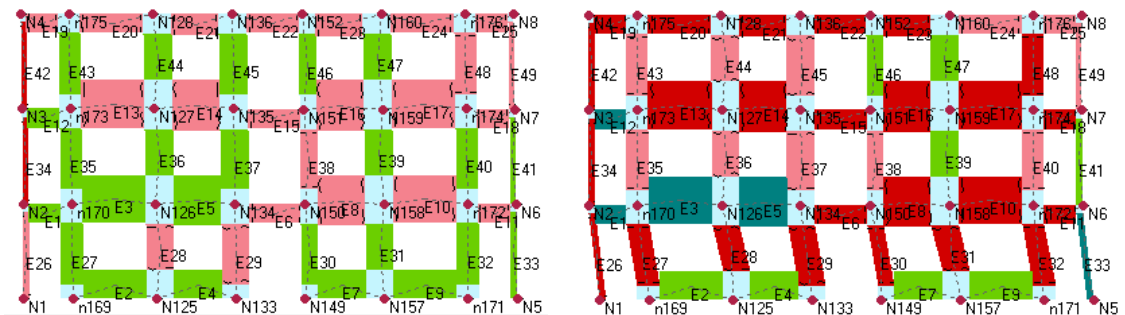
Yapının analiz sonucunu ve boşluklu duvarlarda meydana gelen hasarları daha detaylı incelemek için 1 no'lu duvar ayrıca rapora eklenmiştir. Bu detaylarda görsel olarak kırılma tiplerini de çatlaklar olarak gösterilmiştir.



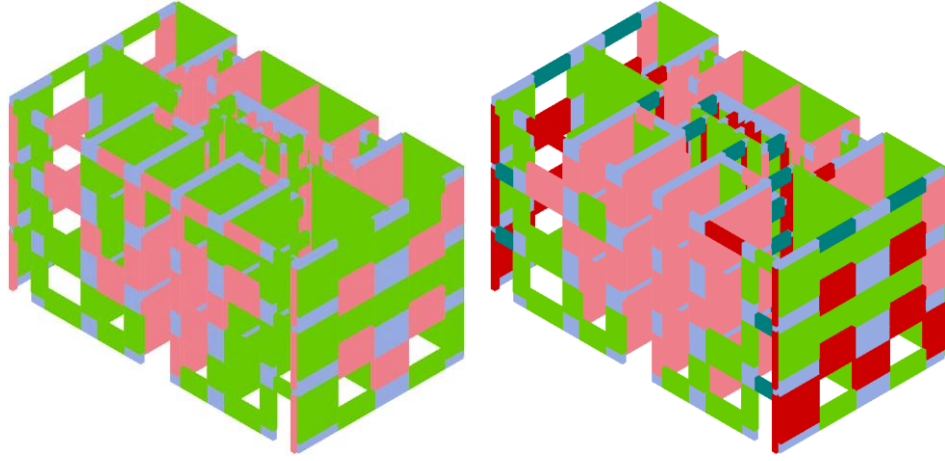
Şekil 4.34. Mıntıka 4 P2663 binası 1 no'lu duvarın +X yönü performans (sol) ve göçme (sağ) noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri



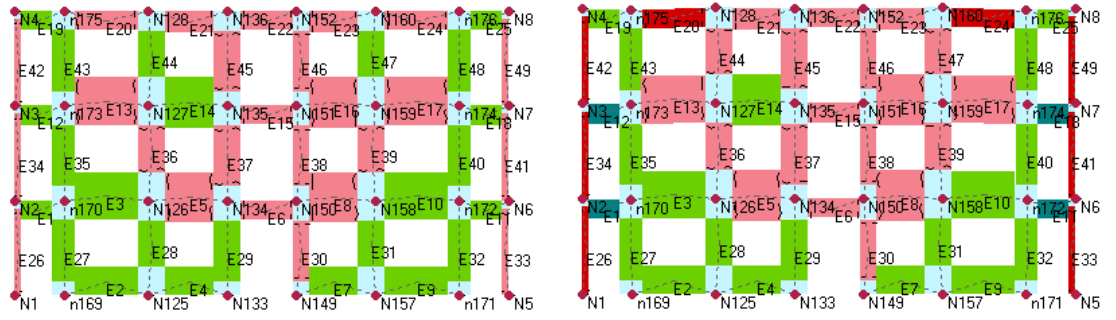
Şekil 4.35. Mıntıka 4 P2663 binası -X yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü



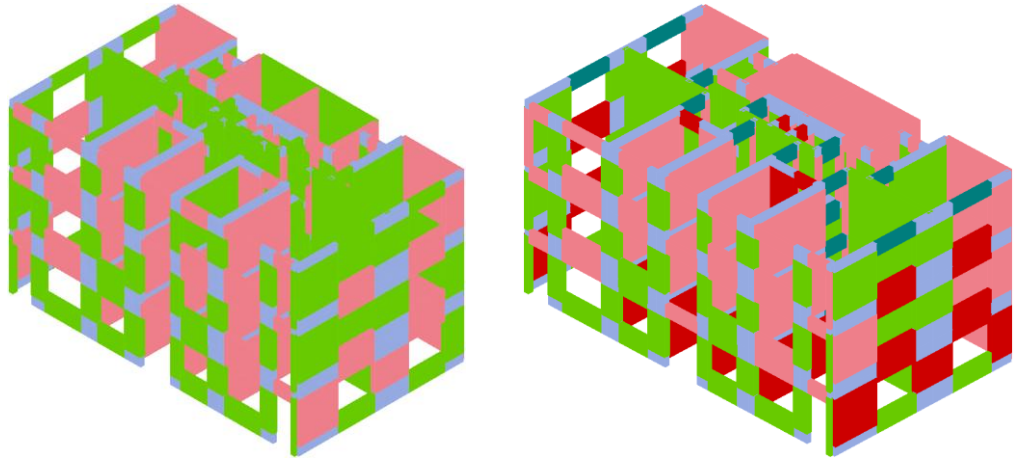
Şekil 4.36. Mıntıka 4 P2663 binası 1 no'lu duvarın -X yönü performans (sol) ve göçme (sağ) noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri



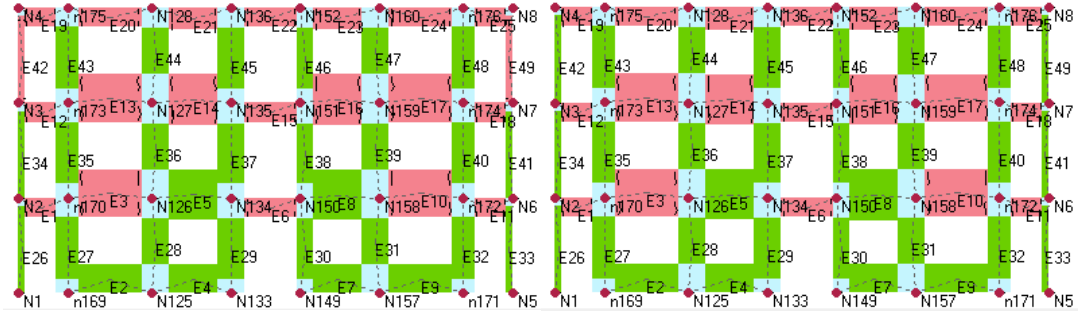
Şekil 4.37. Mıntıka 4 P2663 binası+Y yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü



Şekil 4.38. Mıntıka 4 P2663 binası1no'luduvvarın +Y yönü performans (sol) ve göçme (sağ) noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri



Şekil 4.39. Mıntıka 4 P2663 binası-Y yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü



Şekil 4.40. Mıntıka 4 P2663 binası 1 no'lu duvarın –Y yönü performans (sol) ve göçme (sağ) noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri

4.3.6. Mıntıka 4 P636Binası

Çizelge 4.26. Mıntıka 4 P636 binasıduvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%
1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00
3	0.00	3	0.00	3	0.00	3	0.00
4	0.00	4	0.00	4	0.00	4	0.00
5	0.00	5	0.00	5	0.00	5	0.00
6	0.00	6	0.00	6	0.00	6	0.00
7	0.00	7	0.00	7	0.00	7	0.00
8	0.00	8	0.00	8	0.00	8	0.00
9	0.00	9	0.00	9	0.00	9	0.00
10	0.00	10	0.00	10	0.00	10	0.00
11	0.00	11	0.00	11	0.00	11	0.00
12	0.00	12	0.00	12	0.00	12	0.00
13	0.00	13	0.00	13	0.00	13	0.00
14	0.00	14	0.00	14	0.00	14	0.00
15	0.00	15	0.00	15	0.00	15	0.00
16	0.00	16	0.00	16	0.00	16	0.00
17	0.00	17	0.00	17	0.00	17	0.00
18	0.00	18	0.00	18	0.00	18	0.00
19	0.00	19	0.00	19	0.00	19	0.00
20	0.00	20	0.00	20	0.00	20	0.00
21	0.00	21	0.00	21	0.00	21	0.00
22	100.0	22	100.0	22	100.0	22	100.0

Çizelge 4.27. Mıntıka 4 P636 binası duvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%
1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
2	50.0	2	50.0	2	0.00	2	0.00
3	0.00	3	0.00	3	0.00	3	50.0
4	59.95	4	68.65	4	0.00	4	0.00
5	0.00	5	33.79	5	20.20	5	2.22
6	0.00	6	0.00	6	100.0	6	0.00
7	0.00	7	0.00	7	0.00	7	0.00
8	0.00	8	0.00	8	0.00	8	0.00
9	3.38	9	3.13	9	0.00	9	50.35
10	50.0	10	50.0	10	0.00	10	0.00
11	0.00	11	0.00	11	0.00	11	0.00
12	0.00	12	0.00	12	0.00	12	0.00
13	0.00	13	0.00	13	0.00	13	0.00
14	0.00	14	50.0	14	0.00	14	0.00
15	0.00	15	0.00	15	0.00	15	13.14
16	0.00	16	0.00	16	0.00	16	0.00
17	59.17	17	29.8	17	0.00	17	0.00
18	0.00	18	0.00	18	50.0	18	0.00
19	0.00	19	0.00	19	100.0	19	100.0
20	0.00	20	100.0	20	50.0	20	0.00
21	0.00	21	0.00	21	100.0	21	0.00
22	100.0	22	100.0	22	100.0	22	100.0

Çizelge 4.28. Mıntıka 4 P636 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri

+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar
1	MH	1	MH	1	MH	1	MH
2	MH	2	MH	2	MH	2	MH
3	MH	3	MH	3	MH	3	BH
4	MH	4	MH	4	MH	4	MH
5	MH	5	MH	5	MH	5	MH
6	MH	6	MH	6	BH	6	MH
7	MH	7	MH	7	MH	7	MH
8	BH	8	MH	8	MH	8	BH
9	MH	9	MH	9	MH	9	MH
10	MH	10	MH	10	MH	10	MH
11	MH	11	MH	11	MH	11	MH
12	MH	12	MH	12	MH	12	MH
13	MH	13	MH	13	MH	13	MH
14	MH	14	MH	14	MH	14	MH
15	MH	15	MH	15	MH	15	MH
16	MH	16	MH	16	MH	16	MH
17	MH	17	MH	17	MH	17	MH
18	MH	18	MH	18	MH	18	MH
19	MH	19	MH	19	MH	19	MH
20	MH	20	MH	20	MH	20	MH
21	MH	21	MH	21	MH	21	MH
22	BH	22	BH	22	BH	22	BH

4.3.7. Mıntıka 3 P794Binası

Çizelge 4.29. Mıntıka 3 P794binasıduvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%
1	0.00	1	0.00	1	50.00	1	0.00
2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00
3	24.57	3	1.45	3	0.00	3	0.00
4	3.36	4	0.00	4	47.65	4	44.98
5	12.17	5	4.70	5	4.80	5	0.00
6	0.00	6	0.00	6	47.28	6	15.07
7	2.81	7	6.44	7	50.00	7	5.61
8	40.38	8	9.62	8	0.00	8	0.00
9	0.00	9	0.00	9	0.00	9	0.00
10	0.00	10	0.00	10	50.00	10	0.00
11	0.00	11	0.00	11	0.00	11	0.00

Çizelge 4.30. Mıntıka 3 P794binasıduvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri

+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar
1	MH	1	MH	1	BH	1	MH
2	MH	2	MH	2	MH	2	MH
3	MH	3	BH	3	MH	3	MH
4	MH	4	MH	4	BH	4	MH
5	MH	5	BH	5	MH	5	MH
6	MH	6	MH	6	BH	6	BH
7	MH	7	MH	7	MH	7	BH
8	MH	8	MH	8	MH	8	MH
9	MH	9	MH	9	BH	9	MH
10	MH	10	BH	10	MH	10	MH
11	MH	11	MH	11	MH	11	MH

4.3.8. Mıntıka 4 P813Binası

Çizelge 4.31. Mıntıka 4 P813 binasıduvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%
1	0.00	1	0.00	1	50.0	1	0.00
2	36.43	2	36.43	2	0.00	2	16.33
3	0.00	3	0.00	3	0.00	3	0.00
4	0.00	4	0.00	4	0.00	4	0.00
5	0.00	5	0.00	5	0.00	5	0.00
6	29.02	6	6.76	6	3.38	6	0.00
7	8.79	7	4.25	7	0.00	7	29.48
8	1.52	8	0.00	8	29.14	8	35.67
9	0.00	9	0.00	9	0.00	9	0.00
10	0.00	10	0.00	10	16.48	10	40.25
11	6.67	11	0.00	11	50.0	11	0.00
12	0.00	12	0.00	12	0.00	12	0.00
13	0.00	13	0.00	13	0.00	13	0.00
14	0.00	14	0.00	14	0.00	14	0.00
15	0.00	15	0.00	15	73.47	15	34.92

Çizelge 4.32. Mıntıka 4 P813 binasıduvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri

+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar
1	MH	1	MH	1	BH	1	MH
2	BH	2	MH	2	MH	2	MH
3	MH	3	MH	3	MH	3	BH
4	BH	4	BH	4	MH	4	MH
5	MH	5	MH	5	MH	5	MH
6	BH	6	BH	6	BH	6	MH
7	BH	7	BH	7	MH	7	MH
8	BH	8	MH	8	MH	8	MH
9	BH	9	MH	9	MH	9	MH
10	MH	10	MH	10	BH	10	MH
11	MH	11	BH	11	MH	11	MH
12	BH	12	BH	12	MH	12	BH
13	MH	13	MH	13	MH	13	MH
14	MH	14	BH	14	MH	14	MH
15	MH	15	MH	15	BH	15	MH

4.3.9. Mıntıka 4 P1428Binası

Çizelge 4.33. Mıntıka 4 P1428 binasıduvarlarında performans noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%
1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00
3	0.00	3	0.00	3	50.0	3	0.00
4	0.00	4	0.00	4	5.48	4	0.00
5	0.00	5	0.00	5	7.52	5	0.00
6	0.00	6	0.00	6	0.00	6	0.00
7	0.00	7	0.00	7	0.00	7	0.00
8	0.00	8	0.00	8	0.00	8	0.00
9	0.00	9	0.00	9	0.00	9	0.00
10	0.00	10	0.00	10	0.00	10	0.00
11	0.00	11	0.00	11	0.00	11	0.00
12	0.00	12	0.00	12	9.88	12	9.88

Çizelge 4.34. Mıntıka 4 P1428 binası duvarlarında Göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+X yönü		-X yönü		+Y yönü		-Y yönü	
Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%	Duvar	Yığma%
1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00
3	0.00	3	0.00	3	50.0	3	0.00
4	0.00	4	0.00	4	5.48	4	0.00
5	34.72	5	43.92	5	21.12	5	0.00
6	0.00	6	0.00	6	0.00	6	50.0
7	0.00	7	0.00	7	0.00	7	0.00
8	0.00	8	0.00	8	0.00	8	0.00
9	0.00	9	0.00	9	0.00	9	0.00
10	0.00	10	0.00	10	15.71	10	15.71
11	0.00	11	0.00	11	0.00	11	0.00
12	0.00	12	0.00	12	32.22	12	32.22

Çizelge 4.35. Mıntıka 4 P1428 binası duvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri

+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar
1	MH	1	MH	1	BH	1	MH
2	MH	2	BH	2	MH	2	BH
3	MH	3	BH	3	MH	3	İH
4	MH	4	MH	4	MH	4	BH
5	BH	5	BH	5	MH	5	MH
6	BH	6	MH	6	BH	6	BH
7	MH	7	BH	7	MH	7	MH
8	MH	8	MH	8	MH	8	MH
9	MH	9	BH	9	MH	9	MH
10	MH	10	MH	10	BH	10	MH
11	MH	11	MH	11	MH	11	MH
12	MH	12	MH	12	MH	12	MH
13	MH	13	MH	13	MH	13	MH
14	MH	14	MH	14	MH	14	MH
15	MH	15	MH	15	BH	15	MH

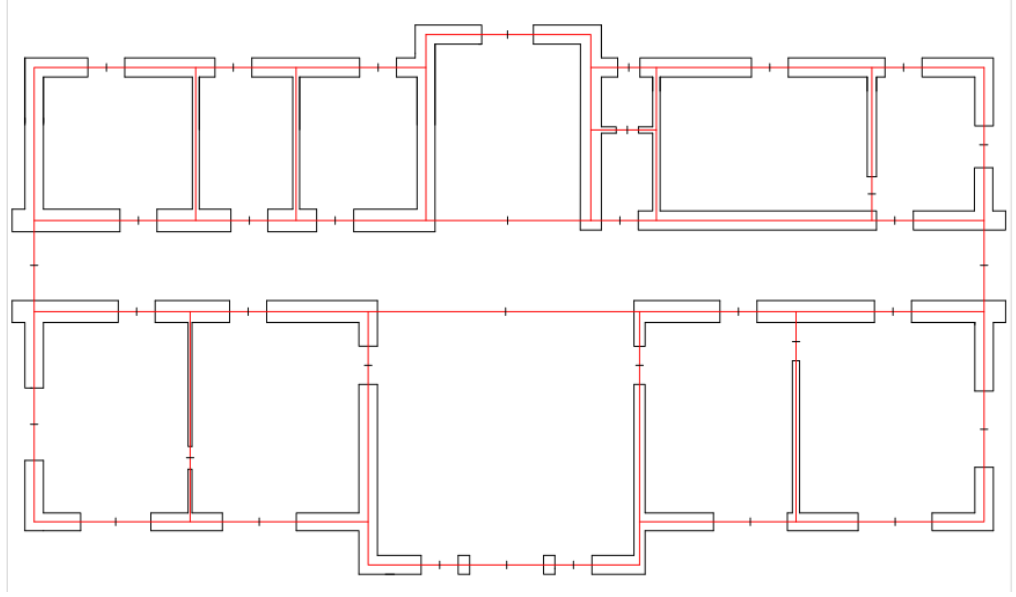
4.4. Taş Binanın Analiz Sonuçları

Antakya bölgesindeki taş yığma yapı olarak Antakya belediyesinin eski binası analiz edilmiştir.

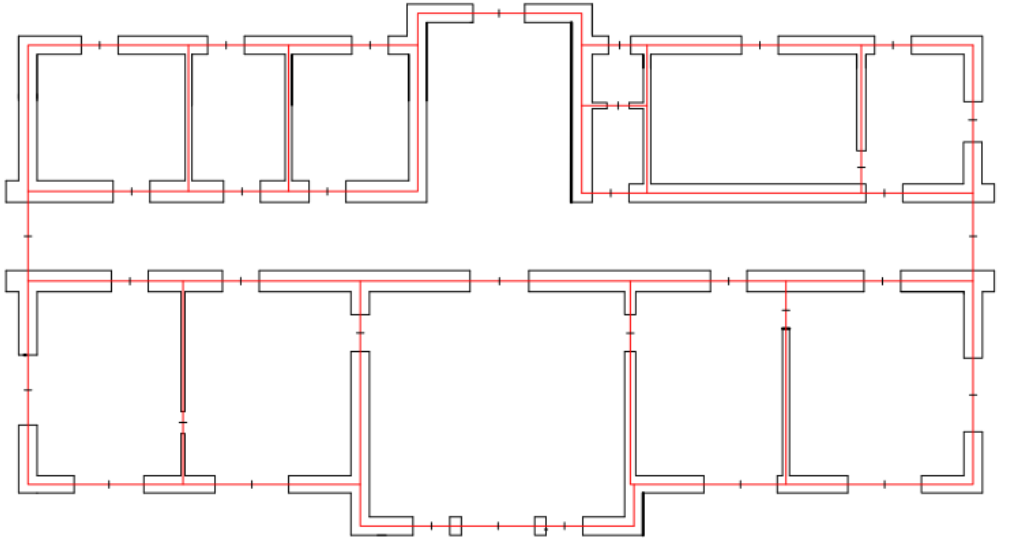
4.4.1. Belediye Binası

Taş yığma olan bina şu an yine Antakya belediyesi tarafından ek hizmet binası olarak kullanılmaktadır. Binanın başlıca özellikleri şunlardır;

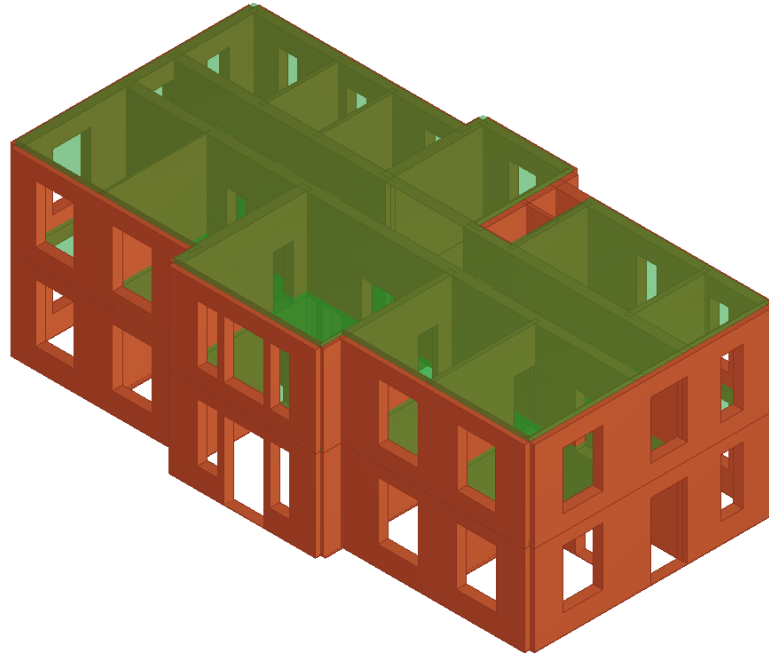
- Kat sayısı: 2
- Kat yüksekliği: 4.5 m
- Döşemekalınlığı: 20 cm
- MalzemeözellikleriÇizelge 4.32’ de verilmiştir.



Şekil 4.41. Belediye binası 1. kat planı



Şekil 4.42. Belediye binası 2. kat planı



Şekil 4.43. Belediye binası 3MURI programındaki 3 boyutlu görünümü

Çizelge 4.36. Belediye binası malzeme özellikleri

Parametre	Yığma(Taş)	Betonarme
E	2025 MPa	27000 MPa
f_m	6.75 MPa	12 MPa
G	810 MPa	11250 Mpa
γ	24 kN/m ³	25 N/m ³

4.4.2. HakimMod Değerleri

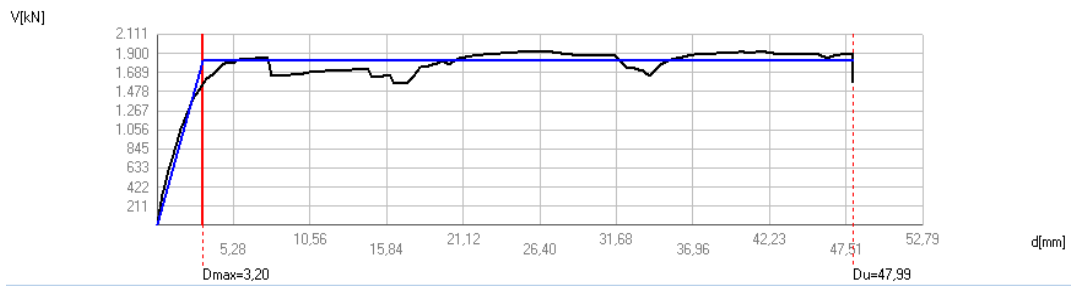
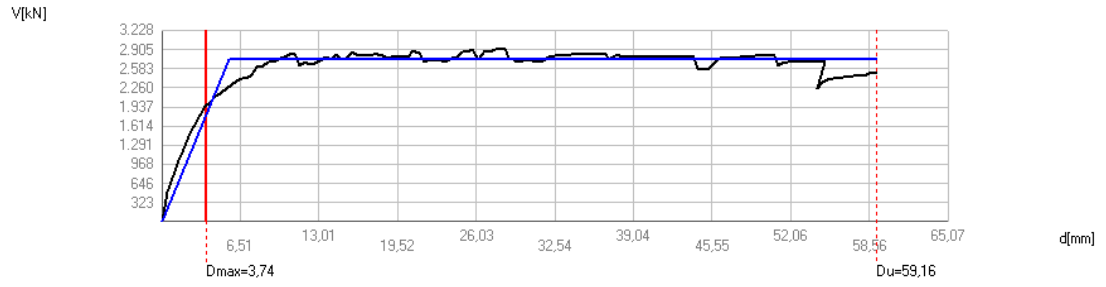
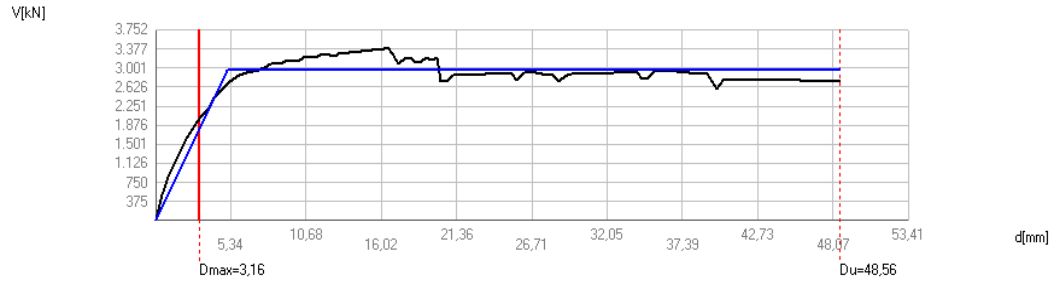
Yapının lineer yükler altında yapılan analizlerde yapının hakim titreşim modu ve mod yönleri tespit edilmiştir. Yapının periyot değerleri Çizelge 4.33.'te verilmiştir.

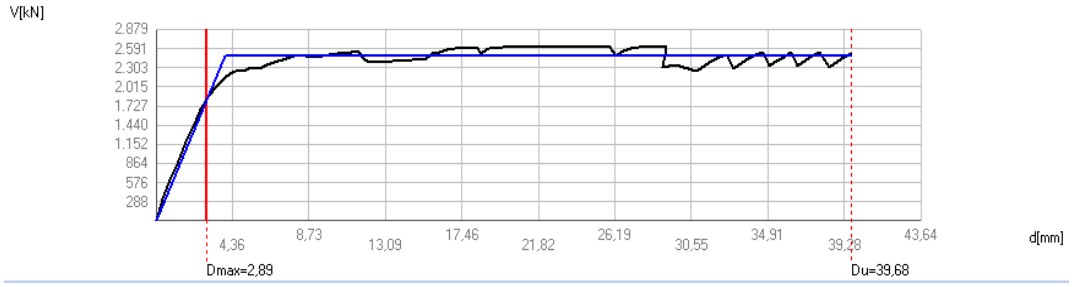
Çizelge 4.37. Belediye binasıperiyot değerleri

Mo	T[s]	m_x [Kg]	M_x [%]	m_y [Kg]	M_y [%]
1	0.21967	3	0.23	1,217	87.85
2	0.20504	95	6.88	30	2.17
3	0.15004	1,181	85.21	0	0.01

4.4.3. Pushover Eğrisi

Yapıda (+x, -x, +y, -y) yönlerinde yapılan analizler sonucunda yapının tepe noktasındaki deplasman ve taban kesme kuvvetini ilişkilendiren pushover eğrileri dört farklı yön için ayrı ayrı çizilmiştir.

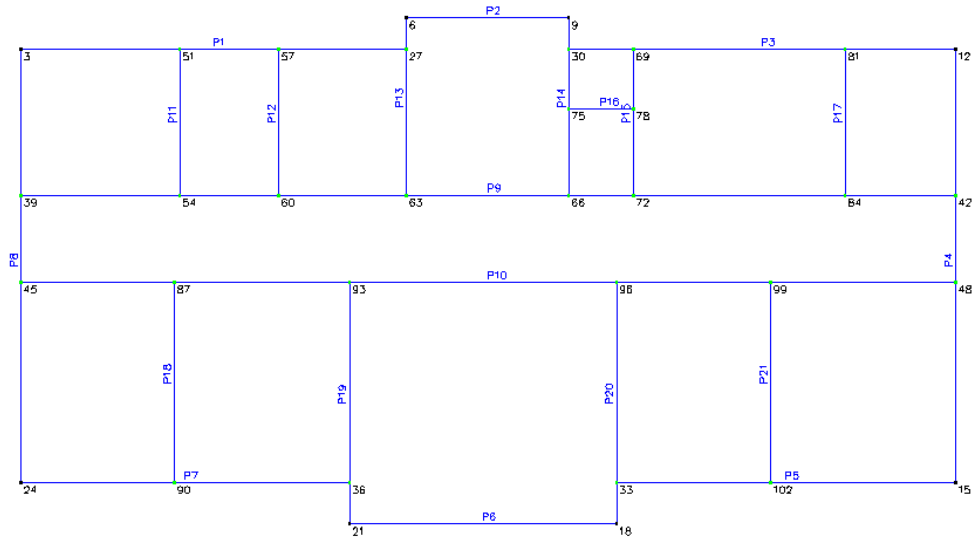




Şekil 4.47. Belediye binası-Y yönü pushover eğrisi

4.4.4. Duvarların Hasar Seviyeleri ve Yapının Hasar Seviyesi

Yapıda tanımlanan duvarlar ‘P’ harfi ile gösterilmiştir. Örneğin;P1 nolu duvar tüm aks boyunca tanımlanmış ve yapıdaki mevcut boşluklar açılarak istenilen şekle getirilmiştir.



Şekil 4.48. Belediye binasıplan üzerindeki duvarların numaraları

Yapıda yapılan analizler sonucunda göçme esnasında her bir duvarda oluşan hasar yüzdeleri aşağıdaki Çizelge 4.34.’ te verilmiştir.

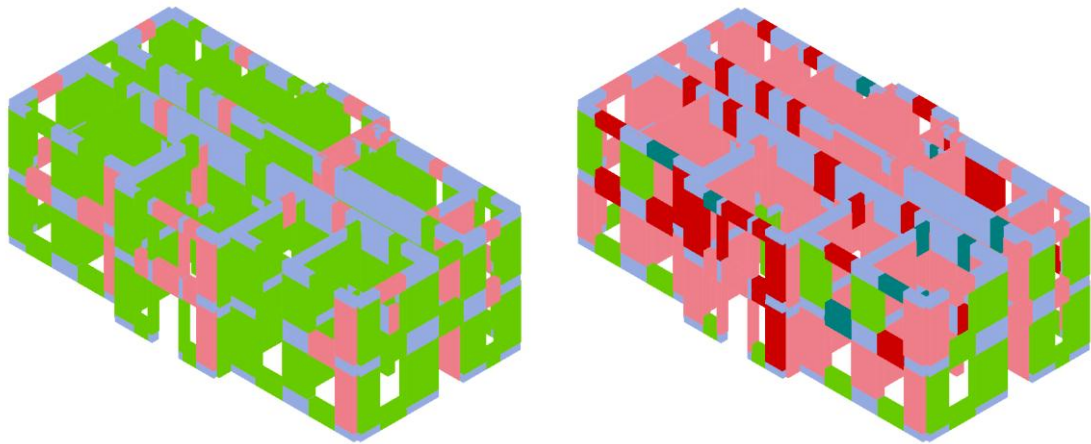
Çizelge 4.38. Belediye binasıduvarlarında göçme noktasında meydana gelen hasar yüzdeleri

+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Yığma (%)	Duvar	Yığma (%)	Duvar	Yığma (%)	Duvar	Yığma (%)
1	11.29	1	11.29	1	0.00	1	0.00
2	4.13	2	48.71	2	0.00	2	0.00
3	24.19	3	39.51	3	0.00	3	0.00
4	0.00	4	0.00	4	26.90	4	41.82
5	17.37	5	26.71	5	32.69	5	0.00
6	58.23	6	62.35	6	37.38	6	0.00
7	33.08	7	27.70	7	21.65	7	0.00
8	0.00	8	0.00	8	28.65	8	39.68
9	11.71	9	43.22	9	1.46	9	0.00
10	14.65	10	13.19	10	0.00	10	0.00
11	0.00	11	0.00	11	50.0	11	0.00
12	0.00	12	0.00	12	50.0	12	0.00
13	0.00	13	0.00	13	50.0	13	0.00
14	0.00	14	0.00	14	50.0	14	0.00
15	0.00	15	0.00	15	50.0	15	0.00
16	12.76	16	50.0	16	0.00	16	0.00
17	0.00	17	11.81	17	44.03	17	11.81
18	0.00	18	0.00	18	50.0	18	0.00
19	0.00	19	22.48	19	0.00	19	46.14
20	7.59	20	0.00	20	7.59	20	46.14
21	9.31	21	10.38	21	9.31	21	45.28

Çizelge 4.39. Belediye binasıduvarlarının performans noktasındaki performans seviyeleri

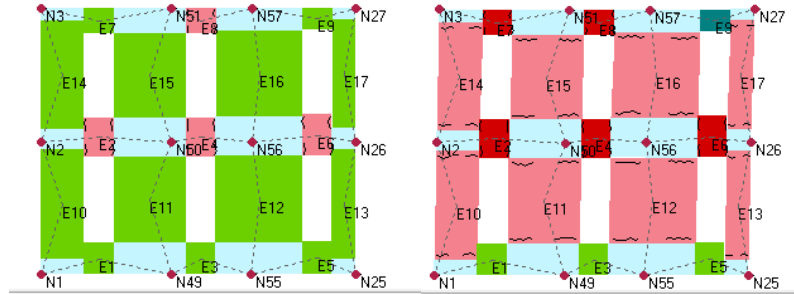
+ X Yönü		- X Yönü		+ Y Yönü		- Y Yönü	
Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar	Duvar	Hasar
1	MH	1	MH	1	MH	1	MH
2	MH	2	MH	2	MH	2	MH
3	MH	3	MH	3	MH	3	MH
4	MH	4	MH	4	MH	4	BH
5	MH	5	MH	5	MH	5	MH
6	MH	6	MH	6	BH	6	MH
7	MH	7	MH	7	MH	7	MH
8	MH	8	MH	8	MH	8	MH
9	MH	9	MH	9	MH	9	MH
10	MH	10	MH	10	MH	10	MH
11	MH	11	MH	11	BH	11	BH
12	MH	12	MH	12	BH	12	MH
13	MH	13	MH	13	BH	13	BH
14	MH	14	MH	14	BH	14	BH
15	MH	15	MH	15	BH	15	BH
16	MH	16	MH	16	MH	16	MH
17	MH	17	MH	17	BH	17	MH
18	MH	18	MH	18	MH	18	MH
19	MH	19	MH	19	MH	19	MH
20	MH	20	MH	20	MH	20	MH
21	MH	21	MH	21	MH	21	BH

4.4.5. YapınınAldığı Hasar Sonrası 3boyutlu Görünümü

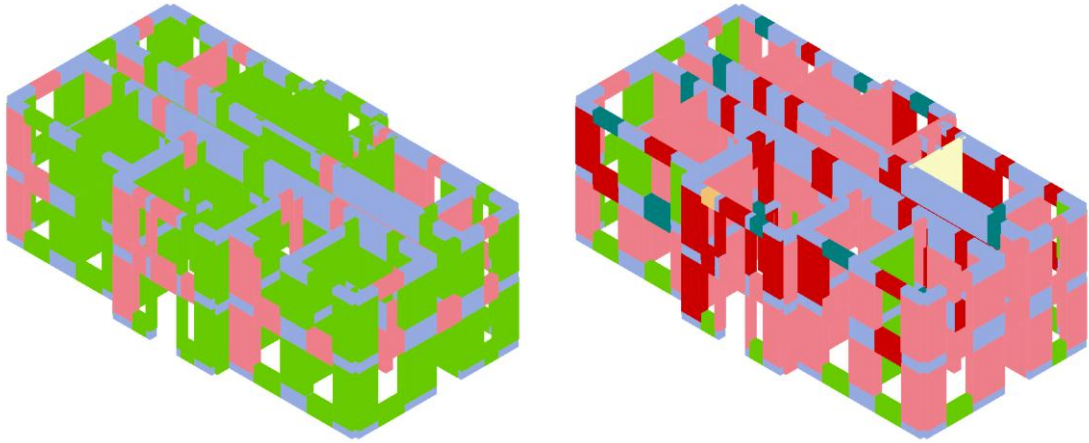


Şekil 4.49. Belediye binası+X yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü

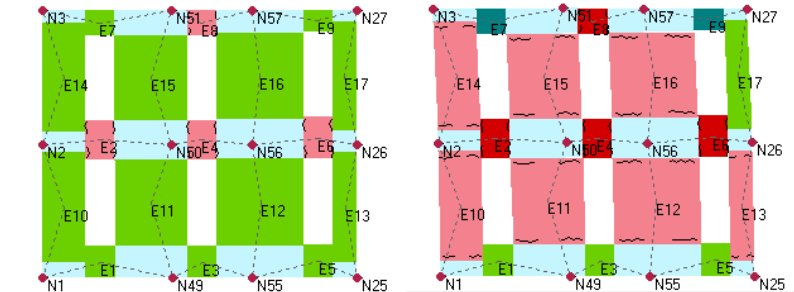
Yapının analiz sonucunu ve boşluklu duvarlarda meydana gelen hasarları daha detaylı incelemek için 1 nolu duvar ayrıca rapora eklenmiştir. Bu detaylarda görsel olarak kırılma tiplerini de çatlaklar olarak gösterilmiştir.



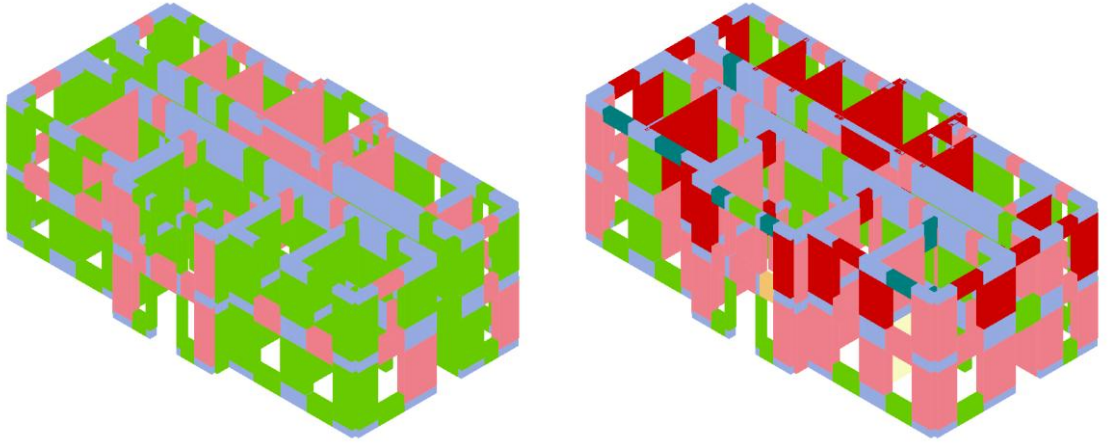
Şekil 4.50. Belediye binası1 no'lu duvarın +X yönü performans (sol) ve göçme (sağ) noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri



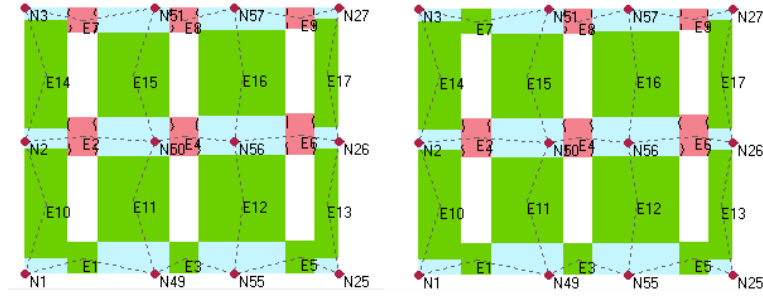
Şekil 4.51. Belediye binası-X yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü



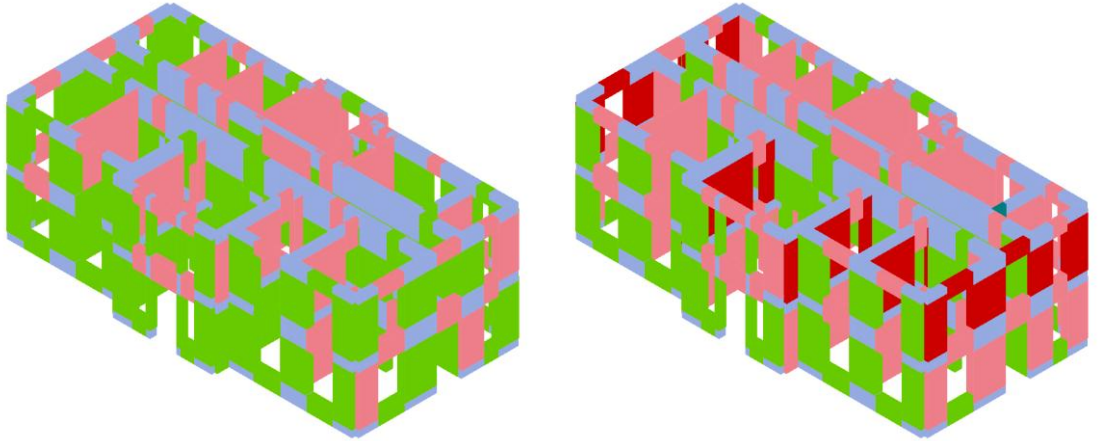
Şekil 4.52. Belediye binası1 nolu duvarın -X yönü performans ve göçme noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri



Şekil 4.53. Belediye binası +Y yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü



Şekil 4.54. Belediye binası1 nolu duvarın +Y yönü performans ve göçme noktasındaki hasar seviyeleri ve kırılma türleri



Şekil 4.55. Belediye binası-Y yönü performans ve göçme noktasında yapının aldığı hasarların 3 boyutlu görünümü

Çizelge 4.40. Yapı malzemelerine göre analizi yapılan binaların performans seviyesi

Yapı malzemesi	Bina adı	Deprem yönü	Hasar seviyesi
Tuğla	Mıntıka 3 P506	+X	BH
		-X	BH
		+Y	BH
		-Y	BH
	Mıntıka 2 P811	+X	İH
		-X	İH
		+Y	BH
		-Y	BH
	Mıntıka 4 P839	+X	BH
		-X	BH
		+Y	BH
		-Y	BH
	Mıntıka 4 P2591	+X	BH
		-X	BH
		+Y	BH
		-Y	BH
	Mıntıka 4 P2628	+X	BH
		-X	BH
		+Y	BH
		-Y	BH
Briket	Mıntıka 4 P2633	+X	BH
		-X	BH
		+Y	BH
		-Y	BH
	Mıntıka 4 P636	+X	BH
		-X	BH
		+Y	BH
		-Y	BH
	Mıntıka 3 P794	+X	MH
		-X	BH
		+Y	BH
		-Y	BH
	Mıntıka 4 P813	+X	BH
		-X	BH
		+Y	BH
		-Y	BH
	Mıntıka 4 P1428	+X	BH
		-X	BH
		+Y	BH
		-Y	İH
Taş	Belediye binası	+X	MH
		-X	MH
		+Y	BH
		-Y	BH

ÖZET

YIĞMA TİPİ YAPILARIN PERFORMANSLARININ ORTAM TİTREŞİM ETKİSİ ALTINDA ALETSEL VE HESAPLAMALARA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

Ülkemizde bugünlerde yapı tipi betonarme yapılar kullanılıyor olmasına rağmen ülkemizin yapı stokuna bakıldığında geleneksel yapı tipinin yığma tipi yapıların olduğu görülmektedir. Yığma yapılar; harç ile birbirine bağlanan taş, tuğla veya beton briketlerden oluşur. Bu nedenle yapı elamanları süreklilik gösteremezler ve yükler altında gerçek davranışlarını sayısal yöntemlerle ortaya çıkarmak zordur. Bu nedenle deneysel çalışmalar yapmak gereklidir.

Bu çalışmada, Antakya bölgesindeki genel yığma yapı stokunu temsil edebilecek şekilde seçilen 11 adet yığma yapının aletsel veriler ile elde edilen dinamik davranış parametrelerine bağlı olarak model düzeltmeleri yapıldıktan sonra sismik performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılar titreşim deney sonuçları dikkate alınarak model kalibrasyonu yapılmış ve doğrusal olmayan statik hesaplamalara olanak veren MASS ve 3MURI analiz programı ile analizleri yapılmıştır. Çalışmada ulaşılan sonuçlar ışığında, yapıların deprem etkisi altındaki davranışları daha gerçekçi bir şekilde belirlenmiş ve Antakya genelindeki yığma yapıların olası bir senaryo depremde nasıl bir hasar dağılımı ortaya çıkaracağına ilişkin yapılacak olan çalışmaya veri hazırlanmıştır.

2014, 102 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yığma yapı, sismik performans, ortam titreşimi, MASS, 3MURI

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Antakya bölgesinde bulunan yığma binaların yerel özellikleri dikkate alınarak deprem performansları analitik ve deneysel olarak değerlendirilmiştir. Yığma duvar malzemeleri farklı binaların 3MURİ programı yardımıyla itme analizleri yapılmış ve deprem performansları tahmin edilmiştir.

- Yapı malzemesi tuğla olan 5 adet bina incelenmiş ve binalar 2, 3 veya 4 kattan oluşmaktadır. Analizini yaptığımız tuğla yapılar kat sayıları bakımından incelendiğimizde iki veya üç katlı binalar belirgin hasar bölgesinde çıkarken dört katlı tuğla bir bina ileri hasar bölgesinde çıkmıştır. Bu binanın ileri hasar bölgesinde çıkmasındaki en büyük sebep binanın fazla ağır olmasıdır. Yapının ağır olmasını da kat sayısının fazla olmasına bağlayabiliriz. Binanın ağır olmasının sonuçlarını en alt katlardaki taşıyıcı duvarlarda basınç kırılmaları ile anlayabiliriz. Nitekim yaptığımız analiz sonuçları da bunu göstermiştir.
- Yapı malzemesi briket olan 5 adet bina incelenmiş ve binalar 2 veya 3 kattan oluşmaktadır. Briket binalarda farklı yönlerde uygulanan depremlerin verdiği hasarlara bakıldığında hiç hasar almayan yapıların da olduğu görülmüştür.
- Briketin basınç dayanımının tuğladan yüksek olmasının sonucu olarak yapılan analizlere bakıldığında briket binalarda hasarların daha az olduğu görülmüştür.
- Yapı malzemesi taş olan binanın analiz sonuçlarına bakıldığında yapı X yönünde hasar almaz iken Y yönünde hasar alması yapıdaki X ve Y yönündeki duvar oranları ile bağlantılıdır. X yönündeki duvar oranının Y yönünden fazla olması x yönünde hasar oluşmasını engellemiştir.

Sonuçlar göstermektedir ki; kat sayısı, duvar oranı ve malzeme dayanımı gibi parametrelerin yeterli mühendislik hizmeti görmemiş yığma binaların deprem performansı üzerindeki etkisi oldukça belirgindir. Kat sayısındaki artış, binaların deprem riskini de aynı oranda arttırmaktadır. Bu bağlamda mevcut deprem yönetmeliğinin yığma binalar için bulunduğu deprem bölgesine göre inşa edilebilecek maksimum kat sayısını sınırlaması (madde 5.2.2, 5.2.3) oldukça önemlidir. Bunun yanı sıra, basit bir parametre olmasına karşın, duvar alanı oranı yığma binalarda dikkate alınması gereken bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Yine mevcut deprem yönetmeliğine atıfta bulunarak, benzer bir parametrenin (bir yöndeki toplam duvar

uzunluğunun kat alanına oranı, madde 5.4.4) yığma bina tasarımında zaten kullanılmakta olduğunu belirtmek gerekir. Son olarak duvar basınç dayanımının da bina performansını oldukça etkilediği görülmektedir. Yapılan saha çalışmaları sonucu, bölgedeki yığma binaların önemli bir bölümünün düşük malzeme dayanımına sahip olduğunun ortaya çıktığı düşünülürse Antakya'daki yığma binaların deprem riskinin belirli bir seviyenin üstünde olduğunu tahmin etmek zor olmaz.

KAYNAKLAR

- Aköz F., Yüzer N., 2005. **Tarihi yapılarda malzeme özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler**, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, pp. 225-235, (2005).
- Aldemir A., Erberik M. A., Sucuoğlu H. 2011. **Tuğla yığma duvarlar için performansa dayalı bir değerlendirme yöntemi**, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara
- Ay Z., Çarhoğlu A. I., Korkmaz K. A., Nuhoglu A., Orhon V. A., 2012. **Yığma yapıların yapısal davranışının incelenmesi**, Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg., Cilt:2, Sayı:2, 2012, 41-53
- Bayraktar A. 2005. **Tarihi yığma yapıların depreme karşı güçlendirilmesi**, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı. Ankara
- Bayülke N. 2011. **Yığma yapıların deprem davranışı ve güvenliği**, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı. Ankara
- Bayülke N. 1992. **Yığma Yapılar**, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, Ankara
- Çarhoğlu I. A., Korkmaz K. A., 2013. **Mevcut bir yığma yapının deprem davranışının değerlendirilmesi**, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi Cilt 2, Sayı 1, 1-11, 2013
- Çöğürücü M. T. 2007. **Yığma yapıların yatay derz güçlendirme yöntemiyle güçlendirilmesi**, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- DBYYHY, 2007. **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, Mart, 2007.
- Demirel İ. O., Akansel V. H., Bankir Ş., Geneş M. C., Erberik M. A., Yakut A., 2013“**Antakya’daki yığma binaların özelliklerinin deprem performansı açısından analitik olarak değerlendirilmesi**” 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı. Hatay
- Erberik M. A., 2007. **Türkiye’deki yığma yapıların hasargörebilirliği**, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul
- Kanıt, R., Atımtay, E., ve ark. 2005. **Düzlem dışı yüklenen yığma yapıların deneysel davranışı**, YDGA Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, ODTÜ, 17 Şubat 2005, Ankara,
- Kanıt, R., Erdal, M., Işık, N. S., Can, Ö., Yener, M. K., Serimer, G., Uğur, L. O., Atımtay, E., 2007. **Depreme maruz yığma duvarın kırılması ve deprem yönetmeliğinin irdelenmesi (Deneysel Çalışma)**, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya

Kara H. G. 2009. **Tarihi yığma yapıların taşıyıcı sistemleri, güvenliğinin incelenmesi, onarımı ve güçlendirilmesi**, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Köylü A. 2008. **Geleneksel yapıların yatay yükler etkisinde incelenmesi**, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Önal M. M., Koçak A., 2005 “Yığma yapı hasarları onarım ve güçlendirme yöntemlerinin ayrıntıları” **Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi**, Cilt 1, 88-102.

TS 2510 **Kagir duvarlar hesap ve yapım kuralları**

TS 705 **Fabrika tuğlaları-duvarlar için dolu ve düşey delikli tuğla kuralları**

TS EN 771-1 **Kâgir birimler - özellikler - bölüm 1: kil kâgir birimler (tuğlalar)**

ÖZGEÇMİŞ

Yazar 1988 yılında Kırıkhan’ da doğdu. İlköğretim ve Liseyi Kırıkhan’da tamamladı. Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nü 2007 yılında kazandı. Üniversiteden 2011 yılında “İnşaat Mühendisi” unvanı ile mezun oldu. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. Yüksek lisans eğitimi süresince “Kagir yapıların deprem etkisi altında gözleme ve hesaba bağlı değerlendirilmesi” adlı TÜBİTAK projesinde bursiyer öğrenci olarak çalıştı.