

EDİRNE KALE Ç 'NDE YER ALAN ERKEN
20. YY. KAMU YAPILARINA A T TA İYİCİ
SİSTEMLERİN VE YAPI MALZEME
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Ömür SEPETÇİ

Yüksek Lisans Tezi
Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ayşe KOPUZ
TEKİRDAĞ -2012

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EDİRNE KALE ÇİFTLİĞİNDE YER ALAN ERKEN 20. YÜZYIL KAMU YAPILARINA AİT
TAHRİTİ YIKICI SİSTEMLERİNİN VE YAPILARIN MALZEME ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Ömür SEPETÇİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. AYDIN KOPUZ

TEKRİR -2012

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Ay e KOPUZ danı manlı nda, n . Müh. Ömür SEPETÇ tarafından hazırlanan bu çalı ma a a ıdaki jüri tarafından n aat Mühendisli i Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmi tir.

Juri Ba kanı :

mza :

Üye :

mza :

Üye :

mza :

Üye :

mza :

Üye :

mza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EDİRNE KALEİÇİ BÖLGESİNDE YER ALAN ERKEN 20. YY. KAMU YAPILARINA AİT
TAŞIYICI SİSTEMLERİNİN VE YAPIMALZEME ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ

Ömür SEPETÇİ

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ayşe KOPUZ

Bu çalışmada, Edirne ilinin en eski bölgelerinden olan Kaleiçi bölgesinde yer alan ve erken 20. yy.'da inşa edilmiş bazı kamu binalarının inşa edildiği dönemde kullanılan yapı malzemeleri (tuğla, doğalt, moloz taş, ahşap yapılar, bacadı yapılar vb), yapıların taşıyıcı sistem özellikleri (çerçeve, ahşap karkas, çelik konstrüksiyon ile desteklenmiş çerçeve yapılar, betonarme ve çerçeve karma yapılar vb) incelenecektir.

Edirne'de 360.000 m²'lik alanı kapsayan Kaleiçi bölgesinde erken 20. yy da inşa edilmiş olan Vakıflar Bölge Müdürlüğü Hizmet Binası, Büyük Sinagog , Büyük Sinagog yapısı alanı içerisinde yine farklı mimari özellikte olan İdare Binası ile Mütemilat Binası (Midra) yapılarının taşıyıcı sistem özelliklerini, döneme ait kullanılan yapı malzemeleri, bu yapı malzemelerinin teknik ve mekanik özellikleri incelenecek.

Bu yapıların bazılarının Sap2000 paket programında sonlu elemanlar modeli ile modellenerek çeşitli yükler altında oluşan kuvvetler ve gerilmeler, bunlara bağlı oluşan deformasyonlar, bu deformasyon ve gerilmelerin emniyet gerilmelerini karşılamadığı irdelenecek ayrıca bu yapılardan herhangi birinin ısı kayıp ve kazançları hesaplanacak ve günümüz yapıları ile kıyaslanacaktır.

Bu inceleme esnasında yapılara ait raporlarından, Mütemilat ile birlikte Edirne Büyük Sinagogunun Restorasyonu esnasında elde edilen bilgiler ve konu ile benzerlik gösteren daha önce yazılmış olan yüksek lisans ve doktora tezlerinden yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sonlu Elemanlar Modeli, Hidrolik ve Puzolanik Kireç, Doğalt Taş, Tuğla, Ahşap, Çelik Yapı Malzemeleri.

2012, 157 sayfa

ABSTRACT

Msc. thesis

SEARCHING STRUCTURAL SYSTEMS AND MATERIAL PROPERTIES OF PUBLIC BUILDINGS AND DURING EARLY 20TH CENTURY IN EDİRNE KALEİCI LOCATION

Ömür SEPETÇ

Namık Kemal University
Institute of Science
Department of Civil Engineering

Consultant: Assistant Professor Ay e KOPUZ

In this study, public structures built during early 20th century in Edirne Kaleici district, construction materials used at that time (bricks , natural stone, rubble stone , wooden structures ,lath and plaster made wall applications etc.) , structural system specifications of the buildings (masonry , wooden frame , masonry supported by steel construction , ferroconcrete and masonry mixed structures) will be searched .

Structural system features , materials used at that time and technical-mechanical features of these materials of Management Office of District Directorate of Foundations, Huge Synagogues Building, the management building -with a different style of construction- that is present in Huge Synagogues area and also outbuilding(Midrash) will be searched. These structures were built during early 20th century in Kaleici district of Edirne which is about 360.000 m².

Some of these structures will be modelled by using finite elements method of SAP2000 program and earthquake loads , axial stresses occurring under various loading(combinations) will be analyzed and these results will be compared with admissible stresses . In addition, Management Building of Disctrict Directorate of Foundations' losses and advantages will be calculated and results will be compared with modern buildings.

During this study , reports of the structures , information obtained during the reconstruction period of Huge Synagogues and related msc. doctorate thesis were used as sources.

Key Words: Finite Elements Model , Hydraulic and Pozzolanic Lime, Natural Stone, Brick, Wooden-Steel Conctruction Materials.

2012, 157 pages

ÖNSÖZ

Edirne'nin geleneksel konutlarının büyük bir kısmı, özgün durumlarıyla halen varlıklarını korumaktadırlar. Geleneksel konut tasarımlarını etkileyen faktörler arasında, fiziksel ve sosyo-kültürel faktörler önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmanın amacı ve önemi, ülkemizin kuzeybatısında yer alan ve Avrupa'ya sınır tekil eden Edirne kentindeki en eski yerleşim merkezlerinden biri olan Kaleiçi bölgesindeki kamu binalarının da bazılarının yapı malzemeleri taşıyıcı sistemleri detaylı bir şekilde incelenmesi hedef alınmıştır.

Ülkemizde, geleneksel konut biçimlerini etkileyen fiziksel faktörlere ilişkin araştırmalar ve yayın bulunmasına rağmen biz bu çalışmada geleneksel yapıların hem ileri kulları aktarılabilmesi için hem de her dönemde yapılamayan önem veren insanlığın konut ve kamusal alanlara ihtiyaç duyması bunun yanında sürekli bir gelişim içerisinde olan yapı biçimlenmelerinin günümüzdeki gibi sadece hızlı betonla madanlaştırılması için geleneksel klasik yapı sistemlerinin de uygulanabilirliğini irdelemesi, günümüz koşullarına ve yönetmeliklerine uygunluğunun incelenmesi ve ekonomik olmasa da uygulanmasının tavsiye edilmesi amaçlanacaktır. Bu araştırmada Edirne ilinin Kaleiçi bölgesinden erken 20. yy. da inşa edilmiş bazı yapılar incelenmiştir.

Tez çalışmalarımın da tecrübelerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Aytekin KOPUZ'a, hizmet ettiğim kurumum Vakıflar Genel Müdürlüğüne ve benim Sevgi SEPETÇİ'ye teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ömür SEPETÇİ

Yapı Mühendisi

Ç NDEK LER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ.....	iii
Ç NDEK LER.....	iv
S MGELER D Z N ve KISALTMALAR D Z N	vi
EK LLER D Z N	vii
Ç ZELGELER D Z N	ix
1. G R	1
1.1. Edirne ve Kaleiçi Tarihçesi	5
1.2. Tarihi Yapı Türleri	6
2. YI MA YAPILAR	8
2.1. Y1 ma Yapı Sistemleri	8
2.1.1. Y1 ma Yapı Türleri	9
2.1.2. Y1 ma Yapı Sistemlerinin Tasarım lkeleri	11
2.1.3. Y1 ma Yapı Davranı ı	13
2.2. Geleneksel Yapılarda Kullanılan Malzeme Özellikleri	17
2.2.1. Do al Ta Malzeme.....	17
2.2.2. Harçlar.....	18
2.2.3.Kargir Malzeme	23
2.2.4. Ah ap Malzeme	23
2.2.5. Tu la.....	24
2.2.6. Kerpiç	26
2.3. Geleneksel Yapıların Ta ıyıcı Sistemleri	26
2.3.1.Kemerler	26
2.3.2.Tonozlar.....	28
2.3.3.Kubbeler	29
2.3.4. Do al ta duvarlar.....	30
2.3.5. Dö emeler.....	31
2.3.6 Temeller.....	33
3. MATERYAL ve YÖNTEM	34
3.1. Y1 ma Yapılarda Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları	34
3.1.1.Ta ıyıcı Duvar Malzemesi.....	40
3.1.2.Lentolar ve Hatıllar.....	43
3.1.3.Dö emeler.....	45
3.1.4.Çatılar	45
3.1.5.Ta ıyıcı Olmayan Duvarlar	45
3.2. Y1 ma Yapıların Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Modellenmesi	46
4. ÇALI MA KAPSAMINDA SEÇ LEN YAPILAR	48
4.1.Büyük Sinagog Binası	48

4.1.1.Yapım Tekni i ve Malzeme Özellikleri	49
4.1.2.Büyük Sinagogta Kullanılan Yapı Elemenlarının Labaratuvar Deneylei	51
4.2. Büyük Sinagog dare Binası	60
4.2.1.Yapımın Ta ıyıcı Sistem Özellikleri.....	64
4.2.2.Yapımın Malzeme Özellikleri	65
4.2.3. dare Binasının Yapısal Performansının ncelenmesi.....	67
4.3. Büyük Sinagog Mü temilat Binası	73
4.3.1. Mü temilat Yapısının Ta ıyıcı Sistem Özellikleri.....	74
4.3.2 Mü temilat Yapısının Malzeme Özellikleri.....	75
4.3.3. Mü temilat Yapısının Yapısal Performansının ncelenmesi.....	78
4.4. Vakıflar Binası	84
4.4.1. Vakıflar Binasının Ta ıyıcı Sistem Özellikleri	86
4.4.2. Vakıflar Binasının Yapısal Performansının ncelenmesi.....	88
5. SONUÇLAR.....	98
6. KAYNAKLAR.....	99
EKLER	105
EK 1 Büyük Sinagog Orta Aks.....	105
EK 2 Büyük Sinagog Çatı Sistemi ve Ön Görünü	106
EK 3 dare Binası Kat Planları	107
EK 4 dare Binası Basınç ve Kayma Gerilmeleri Diyagramları.....	111
EK 5 Mü temilat Binası Kat Planları	126
EK 6 Mü temilat Binası Duvarları Basınç ve Kayma Gerilme Diyagramları	128
EK 7 Vakıflar Binası Vaziyet Planı.....	133
EK 8 Vakıflar Binası Kat Planları	134
EK 9 Vakıflar Binası Duvarları Basınç ve Kayma Gerilme Diyagramları	137
ÖZGEÇM	148

SİMGELER VE KISALTMALAR

	Kayma gerilmesi	MPa
em	Kayma emniyet gerilmesi	MPa
	Basınç gerilmesi	MPa
em	Basınç emniyet gerilmesi	MPa
E	Elastisite Modülü	MPa
	Birim Hacim Ağırlığı	t/m ³
w	Su Emmesi	% Ağırlıkça
f	Basınç Dayanımı	N/mm ²
°C	Sıcaklık	
m	Maksimum Gerilmedeki Deformasyon	cm
Ra(T₁)	Deprem yükü azaltma katsayısı	2,50
S(T₁)	Spektral ivme	2,50
V_t	E deprem yükü yönteminde taban kesme kuvveti	T,kN,kgf
W	Binanın toplam ağırlığı	kg, gr, ton,kN
Ao	Etkin yer ivmesi katsayısı	
I	Bina önem katsayısıdır	
Ld	Taahhüt duvarların toplam uzunluğu	m
A	Dolu duvar parçasının brüt alanı	m ²
o	Duvar çatlama emniyet gerilmesi	MPa
μ	Sürtünme katsayısı	
fem	Duvarların basınç emniyet gerilmesi	MPa
K_v	Zemin Yatak Katsayısı	
Q	Hareketli Yük	T/m ²
G	Sabit Yük	T/m ²
TÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi	
ABYYHY	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik	
TS	Türk Standartları	
EN	Avrupalı Normu	
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	
YTÜ	Yıldız Teknik Üniversitesi	
MO	Mühendisler Odası	
ASTM	American Society for Testing and Materials	
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti	
YDGA	Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalışması	

EKLER DİZİNİ

	Sayfa No
ekil 2.1. Tuğla Yapı Elemanı	8
ekil 2.2. Tipik Ta Duvar	9
ekil 2.3. Başı Kirişlerinin Yerleşimi	10
ekil 2.4. Yıpranma Yapıda Yatay Ve Dikey Donatılar.....	10
ekil 2.5. Yatay Ve Döşey Donatı Yerleştirilmi Çift Duvarlı Yıpranma Yapı	11
ekil 2.6. Yıpranma Yapı Planlamasında Genel İlkeler	11
ekil 2.7. Planda Taşıyıcı Duvarların Düzenlenmesi	12
ekil 2.8. Döşeyde Bina Düzenlenmesi.....	12
ekil 2.9. Karma Yapılar	12
ekil 2.10. Basınç Yükleri Altında Kırılma Mekanizması	14
ekil 2.11.Yıpranma Yapı Elemanının Yatay Yükler Altında Deformasyon ve Basınç Çizgisinin Konumu	14
ekil 2.12.Yıpranma Yapıda Kırılma Mekanizmaları	15
ekil 2.13.Deprem Yer Hareketi Süresince Yıpranma Binada Oluşan Salınımlar	15
ekil 2.14.Yıpranma Bir Yapının Çökme Mekanizması	16
ekil 2.15.Depreme Maruz Kalan Yıpranma Bir Yapıda Gerilme Tirilmi Kuvvet-Gerilme Durumu	16
ekil 2.16.Tipik Kerpiç Blokların Boyutları	26
ekil 2.17.Kemerin Muhtelif Kısımları	27
ekil 2.18.Doğal Ta duvar	30
ekil 2.19..Demir Kenet ve Zıvanalarla Desteklenmi Duvar	31
ekil 2.20.Ahşap Döşeme Örnekleri	32
ekil 2.21.Adi Volta Döşeme Detayı	32
ekil 2.22.Sürekli Ta ve Beton Temel	33
ekil 3.1.Yıpranma Bir Duvarın Mesnetlenme şekli	36
ekil 3.2.Taşıyıcı Duvar Boyutları	42
ekil 3.3.Kapı ve Pencere Boyutları için Sınır Değerler	43
ekil 3.4.Lentoların Koşulları	43
ekil 3.5.Döşey Hatlı ve Çatı Hatlıları	44
ekil 3.6.Modellemede Kullanılan Sonlu eleman Tipleri.....	46
ekil 3.7.Yıpranma Duvardaki Modelleme Teknikleri.....	46
ekil 4.1.Büyük Sinagog Binası Vaziyet Planı	48
ekil 4.2.Sütunbaşı Ta Örnekleri Binanın.....	51
ekil 4.3.Pabuç Ta Örnekleri.....	51
ekil 4.4.Bahçe Duvarı Ta Örnekleri.....	52
ekil 4.5.Volta Döşeme Tuğla Örnekleri	52
ekil 4.6. Sinagog Tuğla Örnekleri	52
ekil 4.7.Volta Döşeme ve Putrelleri	55
ekil 4.8.Büyük Sinagog Yapısının Çelik Konstrüksiyon Perspektifi.....	56

ekil 4.9. Büyük Sinagog Beden Duvarları Görünü	57
ekil 4.10. Büyük Sinagog Çatı Sistemi ve Ön Görünü	57
ekil 4.11. Büyük Sinagog Orta Aks Kesiti	58
ekil 4.12. dare Binası Vaziyet Planı	60
ekil 4.13. dare Binası Tu la Duvarları Görünü	62
ekil 4.14. dare Binası Arka Görünü	62
ekil 4.15. dare Binası Ön Görünü	63
ekil 4.16. dare Binası Sol Yan Görünü	63
ekil 4.17. Sap2000'de dare Binasının Modellemesi.....	68
ekil 4.18. Mü temilat Binası Vaziyet Planı	73
ekil 4.19. Mü temilat Binası Ah ap Karkas Görünü	75
ekil 4.20. Mü temilat Binası Önden Görünü	76
ekil 4.21. Onarım A amasında Mü temilat Binası.....	77
ekil 4.22. Sap2000'de Mü temilat Binasının Modellenmesi.....	84
ekil 4.23. Vakıflar Binasının Ön Cephesi.....	84
ekil 4.24. Vakıflar Binasının Kesiti.....	85
ekil 4.25. Vakıflar Binasının Görünü leri	86
ekil 4.26. Sap2000'de Vakıflar Binasının Modellenmesi.....	90

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Doğal Yapı Taşlarının Ortalama Fiziksel Özellikleri	17
Çizelge 2.2. Horasanlı Harç veya Betonla Üretilen Harman Tuğlalı Kargir Numunelerinin Özellikleri	22
Çizelge 2.3. Tuğlaların Ortalama Fiziksel Özellikleri	25
Çizelge 3.1. Deprem Bölgelerine Göre Etkin Yerleşmesi Katsayısı	34
Çizelge 3.2. Deprem Bölgesine Göre En Fazla Yapılacak Kat Sayısı.....	35
Çizelge 3.3. A.B.Y.Y.H.Y'de Verilen Minimum Taşıyıcı Duvar Kalınlıkları.....	35
Çizelge 3.4. Duvar Malzemesi ve Harç Sınıfına Bağlı Duvar Basınç Emniyet Gerilmesi	37
Çizelge 3.5. Yıpranma Duvarların Basınç Emniyet Gerilmeleri	38
Çizelge 3.6. Duvarların Çatlama Emniyet Gerilmesi (σ).....	40
Çizelge 4.1. Büyük Sinagog Taş Örneklerinde Yapılan Asit Kaybı Deneyinin Sonuçları	53
Çizelge 4.2. Büyük Sinagog Taş Örneklerinde Yapılan Kızdırma Kaybı Deneyinin Sonuçları.....	53
Çizelge 4.3. Büyük Sinagog Taş Örneklerinin Özgül Ağırlık Değerleri	53
Çizelge 4.4. Büyük Sinagog Sıva ve Harç Örneklerinde Yapılan Asit Kaybı Deneyinin Sonuçları	54
Çizelge 4.5. Büyük Sinagog Sıva ve Harç Örneklerinde Yapılan Kızdırma Kaybı Deneyinin Sonuçları.....	54
Çizelge 4.6. Büyük Sinagog Sıva ve Duvar Harcı Bağlayıcı/Agrega Oranı.....	54
Çizelge 4.7. Büyük Sinagog Sıva ve Duvar Harcı Özgül Ağırlık Değerleri.....	54
Çizelge 4.8. İncekare Binası Laboratuvar Deneyi Sonuçları.....	65
Çizelge 4.9. İncekare Binası Tuğla Basınç Deneyi ve Kırılma Yüklü Sonuçları	65
Çizelge 4.10. İncekare Binası Tek Eksenli Basınç Deneyi Ortalaması	66
Çizelge 4.11. İncekare Bina Derz ve Örgü Harcı Kızdırma Kaybı Deneyi Sonuçları	66
Çizelge 4.12. İncekare Bina Derz ve Örgü Harcı Bağlayıcı/Agrega Oranı	66
Çizelge 4.13. İncekare Bina Derz ve Örgü Harcı Özgül Ağırlık Basınç	66
Çizelge 4.14. İncekare Binası Sayısal Modelleme Bilgileri.....	67
Çizelge 4.15. İncekare Binası Sonlu Elemanlar Modelindeki Malzeme Özellikleri	68
Çizelge 4.16. İncekare Binası Malzeme Grupları İçin Kabul Edilen Emniyet Gerilmeleri	69
Çizelge 4.17. İncekare Binası Taban Kesme Kuvvetleri ve Eksenel Kuvvetler	70
Çizelge 4.18. İncekare Binası Duvarları Normal Gerilme Kontrolü.....	71
Çizelge 4.19. İncekare Binası Duvarları Kayma Gerilmesi Kontrolü	72
Çizelge 4.20. İncekare Binasının Modlara Göre Periyotlar ve Kütle Katılım Oranları	72
Çizelge 4.21. Mütemilat Ç ve D1 Sıva Harcının Asit Kaybı Deneyi Sonuçları	76
Çizelge 4.22. Mütemilat Ç ve D1 Sıva Harcının Kızdırma Kaybı Deneyi Sonuçları	77
Çizelge 4.23. Mütemilat Ç ve D1 Sıva Harcının Bağlayıcı/Agrega oranı	77
Çizelge 4.24. Mütemilat Duvarları Taş Birim Hacim Ağırlığı	77
Çizelge 4.25. Mütemilat Binası Sayısal Modelleme Bilgileri.....	78
Çizelge 4.26. Mütemilat Binası Sonlu Elemanlar Modelindeki Malzeme Özellikleri	79
Çizelge 4.27. Mütemilat Binası Malzeme Grupları İçin Kabul Edilen Emniyet Gerilmeleri	81
Çizelge 4.28. Mütemilat Binası Taban Kesme Kuvvetleri ve Eksenel Kuvvetler	82
Çizelge 4.29. Mütemilat Binası Duvarları Normal Gerilme Kontrolü	83

Çizelge 4.30. Mü temilat Binası Duvarları Kayma Gerilmesi Kontrolü.....	83
Çizelge 4.31. Mü temilat Binası Modlara Göre Periyotlar ve Kütle Katılım Oranları.....	83
Çizelge 4.32. Vakıflar Binası Do al Ta Birim A ırlık	87
Çizelge 4.33. Vakıflar Binası Do al Ta Özgül A ırlık Sıva ve Harç	87
Çizelge 4.34. Vakıflar Binası Do al Ta Su Emme Oranı.	87
Çizelge 4.35. Vakıflar Binası Do al Ta Basınç Deneyi.....	88
Çizelge 4.36. Vakıflar Binası Sayısal Modelleme Bilgileri.....	89
Çizelge 4.37. Vakıflar Binasının Sonlu Elemanlar Modelindeki Malzeme Özellikleri.....	90
Çizelge 4.38. Vakıflar Binasının Malzeme Grupları için Kabul Edilen Emniyet Gerilmeleri	91
Çizelge 4.39. Vakıflar Binası Taban Kesme Kuvvetleri ve Eksenel Kuvvetler	91
Çizelge 4.40. Vakıflar Binası Duvarları Normal Gerilme Kontrolü.....	92
Çizelge 4.41. Vakıflar Binası Duvarları Kayma Gerilmesi Kontrolü.....	93
Çizelge 4.42. Vakıflar Binası Modlara Göre Periyotlar ve Kütle Katılım Oranları	93
Çizelge 4.43. Vakıflar Binasının Isı Hesaplama Katsayıları	94
Çizelge 4.44. Vakıflar Binası Dö eme ve Duvar Katmanları	94
Çizelge 4.45. Vakıflar Binası Mahal Isı Kaybı.....	95
Çizelge 4.46. Vakıflar Binası Mahal Isı Kazancı	96

1. G R

Tarihi yapılar kültürel mirasımızın en önemli parçalarıdır, bu yüzden en iyi şekilde korunmalı ve değerlendirilmelidir. Tarihi yapıları oluşturan ana malzemeler taş, tuğla, kerpiç, ahşap vb. ile bunları birbirine bağlayan harçtır. Bu malzemelerle inşa edilen ve yapının taşıyıcı sistemini oluşturan elemanlardan bazıları kubbe, tonoz, kemer, pandantif, sütun ve duvarlardır.

Tarihi yapıların servis sürelerini belirleyen iki ana etken vardır. Bunlar, zemin problemleri ve depremlerdir. Bunların yanında çevre ve doğa şartları, insanların neden olduğu hasarlar, bu süreci ikinci derecede etkileyen faktörlerin başında gelir. Uzun yıllar ayakta kalabilmeyi başarmış bir yapı için, genellikle zemin-yapı etkileşimi belli bir dengeye ulaştığı düşünülür ve dışarıdan bir müdahale yoksa fazla bir zemin hareketi beklenmez. Yalnız, depremlerin geçmişiyle pek çok tarihi yapıyı yıktığı düşünülürse, aynı kütleye sahip bu yapılar için her zaman büyük bir tehlike arz ettiği gerçeği unutulmamalıdır.

Tarihi yapılar, geçmiş ile bugün, bugün ile gelecek arasında önemli bir köprü de yerine getirirler. Geçmişteki sosyolojik, ekonomik, politik ve dinsel yaşam, tarihi yapıların gövdesini oluşturur. Bugün elimizde bulunan bu miras için planlama ve koruma stratejisini etkin hale getirmek birincil vazifemiz olmalıdır. Ne yazık ki ülkemizde tarihi yapıların çoğu ihmal, yanlış strateji, kasıt ve bilgisizlikle tahrip edilmiş ve pek çoğu kullanılamayacak hale getirilmiştir. Bunun yanında yangınlar, su baskınları, insanların vandalizmi gibi etkenler de bu süreci tetiklemiştir. Osmanlı'dan Cumhuriyet'e bırakılan miras, vakıf müessesesinin ve koruma amaçlı çıkarılan talimnamelerin gözetiminde, kendi içinde kontrol mekanizması olan ve kendi bütçesiyle iş gören bir vaziyette iken; Cumhuriyet'in ilk otuz yılı ve çok partili hayattan günümüze geçen süreçte, yapılan yanlışlar ve bu eserlere takınılan tavırlar, atılan iyi adımların ve bu iş için kurulan kurumların her zaman önüne geçmiştir (Tuğlacı 1985).

Edirne kentinde en eski yerleşim merkezlerinden biri olan Kaleiçi bölgesinde Osmanlı döneminde çoklukla Rum nüfusu etkinken daha sonra Yahudi nüfusunun arttığı görülmüştür. Bölgedeki en büyük Sinagog binası da bunun bir göstergesidir. Geleneksel yapı tasarımlarını etkileyen faktörler arasında, fiziksel ve sosyo-kültürel faktörler önemli rol oynamaktadır. Çalışma kapsamında ele alınacak binalardan biri Büyük Sinagog binasıdır; Sinagog binasının mimarisi, Sinagog binasının idare binası ile Vakıflar Bölge Müdürlüğü Hizmet Binası (Vakıflar Binası)'dır. Seçilen yapılar arasında yapılan ön değerlendirilmede sinagog yapısında taşıyıcı duvarlarda; dolu harman tuğlası, temelde moloz taş kullanıldığı, yalın duvarları ve tuğla kolonların çelik (I) profillerle desteklendiği, büyük

açıklıkların kubbe, kemerler ve tonozlar aracılığıyla geçildiği görülmektedir. Döşemelerde volta döşeme sistemi, ahşap kirişli döşemeler kullanılmıtır. Çatı sistemleri ahşap makaslı çatı, çelik karkaslı veya kerpiç dolgu ahşap karkaslı üzeri bacadı ve kıtıklı sıva malzemesi kullanılarak yapılmıtır. Bu tez kapsamında seçilen bazı binaların sonlu eleman yöntemi ile makro modellemesi yapılacak ve yükler altında yapısal performansları incelenerek olunan aksenal gerilmeler emniyet gerilmeleri ile karşılaştırılacak x ve y yönünde hesap spektrumu yüklemesi sonucu olunan taban kesme kuvvetlerinin yönetmeliğe uygunluğuna sonuçları ortaya koyulacaktır. Kaleiçi bugün sit alanı olarak kabul edilmiş, yapılaşmanın sınırlandırıldığı, tarihin belli bir dönemini anlatan bir bölge niteliğine sahip olmasından dolayı önem göstermektedir. Tezin bu döneme malzeme ve taşıyıcı sistem açısından katkıları değerlendirilmiştir. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmaların bazıları;

Almaç (2002). “Alçı Balaıyıcılı Hazır Harç ile Toprak Karıımının Hasarlı Kerpiç Yapılarda Onarım Harcı Olarak Kullanılabilmesi için Deneysel Araştırma” adlı yüksek lisans tezinde Türkiye için uygun bir yapı tipi olan kerpiç yapıların, geleneksel yapı malzemeleri ve teknikleri ile birlikte günümüz yapı malzeme ve teknikleri de kullanılarak, üretim, onarım ve bakımlarının yapılabileceğini göstermek ve insanları kerpiç yapılara teşvik edebilmek için yapılan araştırma neticesinde alçı balaıyıcılı hazır sıva (Alçımatik) ile belirli oranda toprağın karıştırılması ile sonucu oluşturulan harç hasarlı kerpiç yapıların dış kabuklarında kullanıcı tarafından güvenle ve rasyonel bir biçimde kullanılabilirliğini sağladığı ve kullanımının teşvik edilmesini önermiştir.

Yıldırım (2006). “Yıma Yapı Elemanları için izotropik Hasar Modeli Geliştirilmesi Ve Sonlu Eleman Uygulamaları” konulu Doktora tezinde yıma yapıların sonlu elemanlar metodu ile davranışının ve hasar oluşabilme kapasitesinin incelenmesi ve önlem alınması öngörülmüştür. Yapılan bu çalışma ile beton yığıma prizmaların, beton blok, harç ve dolgu betonu ayrı ayrı olmak üzere üç boyutlu sonlu eleman modelleri yapılmıştır. Modeli yapılan bu prizmaların doğrusal olmayan sonlu eleman analizleri elasto-plastik model (Drüger Prager modeli) ve izotropik hasar teorisi (Oliver modeli) yaklaşımları kullanılarak LUSAS programında yapılmıştır. Bu iki malzeme modelini tanımlayan malzeme parametreleri, beton blok, harç ve dolgu betonunun davranışlarını yansıtabilecek şekilde analiz sonuçlarının literatürde yer alan deney verileri ile karşılaştırılması sonucunda elde edilmiştir. Yapılan doğrusal olmayan sonlu eleman elasto-plastik ve izotropik hasar analizi sonuçlarından elde edilen kırılma yük değerlerinin, deneysel verilerle uyumlu olduğunu belirtmiştir.

Özer (2006). “Geleneksel Yı ma Yapılarda Strüktürel Elemanların Analizi” adlı yüksek lisans tezinde sonuç olarak Mimarın bir yapı tasarlayabilmesi için karma ık mühendislik hesaplarını bilmesine gerek olmadığı tezinde , uzun yıllar ayakta kalabilen, sağlam kemerli, kubbeli, tonozlu yı ma yapı tasarlamak ve strüktürel elemanların kesit tayinini yapabilmek için gerekli temel strüktürel bilgilerin gereklili ini belirtmi ve konunun özümsemesi için konstrüktif, biçimsel ve statik analizler yapılmı tır.

Mahrebel H A (2006). “Tarihi Yapılarda Ta ıyııcı Sistem Özellikleri, Hasarlar, Onarım Ve Güçlendirme Teknikleri” konulu tezinin sonucunda Tarihi yapıların güçlendirme çalı masının çıkı noktasını, ülkeler ve milletler için anıtsal, tarihsel ve hatta psikolojik de eri olan kültürel miras türü yapıların, gelece e en do ru ekilde aktarmak gerekti ini belirtmi bunu ba armak için, yapı hakkında be ko ul yeterince irdelenmesi gerekti ini belirtmi tir.Yapı Fizi i, yapı kimyası, yapı stati i/dinami i (yapının statik ve dinamik yükler altında davranı ı), malzeme parametreleri (yapıyı olu turan malzemelerin mineralojik ve morfolojik özellikleri ile de i ik yük ve etkiler altında malzemenin davranı ı), yapının mimari ve ta ıyııcı sistem bütünlü ü.

Döndüren (2008). “Ba layıcı Özelli i Artırılan Duvar Ve Sıva Harcının Düzlem Dı ı Yüklenen Tu la Duvarların Mekaniksel Davranı ına Etkisi” adlı doktora tezinde TS 705’ e uygun olarak hazırlanmı harçla örülen ve sıvanan bir referans yı ma duvarla, Sikalatex katkı malzemesi kullanılarak ba layıcı özelli i artırılmı harçla örülen ve sıvanan bir model yı ma duvarın, tekrarlanır düzlem dı ı yükler altındaki mekaniksel davranı larının belirlenmesi amacıyla yapılan deneyler sonucunda yapım a masında yeni binayı daha güçlü hale getirmek için uygulamanın maliyet boyutunu incelemi ve yakla ık 100 m² ’lik tek katlı bir yı ma konutta 12 m³ harç kullanıldı ı kabul edilirse; 1 m³ harç için 40 kg katkı maddesi ilave edildi inde ve katkı maddesinin de birim fiyatı 3 YTL oldu una göre; ilave maliyetin 1200 YTL oldu u ifade edilmi tir.

Ural (2009). “Yı ma yapıların do rusal ve do rusal olmayan davranı larının incelenmesi” ile ilgili tezinde yı ma yapıların bilgisayarla modellenmesinde genellikle 3 farklı modelleme tekni i kullanıldı ı, bunların detaylı mikro modelleme, basitle tirilmi mikro modelleme ve makro modelleme oldu u, modellenecek yapının veya yapı parçasının büyüklü üne ve önemine göre kullanılacak modelleme tekni inin de i ebilece ini belirtilmektedir. Burada en önemli hususun elde bulunan mevcut bilgisayarın kapasitesi ve modellemeye harcanacak zaman oldu u belirtilmi tir. Büyük sistemlerin analizinde makro modelleme tekni inin, küçük veya önemli yapı parçalarının analizlerinde ise basitle tirilmi

veya detaylı mikro modelleme tekniklerinin kullanımı yoluna gidilmesi uygun olacaktır belirtilmiştir. Bala depreminin yapısal hasarlarının incelenmesi için basitleştirilmiş mikro modelleme yöntemiyle iki farklı duvarın dorusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında dorusal olmayan analizlerden elde edilen sonuçların, gerçekte yapıdaki hasarları yorumlamada daha nitelikli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kara (2009). “Tarihi Yıma Yapıların Taıyıcı Sistemleri, Güvenli inin ncelenmesi, Onarımı ve Güçlendirilmesi” adlı tezinde tarihi yapılarda en çok rastlanılan yıma yapı yapım tekni i incelenmiştir, tarihi yıma yapıların taıyıcı sistemleri, kullanılan malzemeler, tanıtılmış, yürürlükteki deprem yönetmeli i ko ullarına göre yıma yapı tasarım ilkelerine de inilmiştir, yıma yapılarda oluşan hasar türleri ve onarım güçlendirme teknikleri incelenmiştir. Ele alınan örnek yapılarla ilgili tahkikler ve sayısal hesaplar verilmiştir.

Öz an (2009). “Yıma Yapı Tasarımı Ve Analizi” adlı tezinde Yıma yapıların kullanım alanlarının genişli i göz önüne alındığında yıma yapıların planlaması ve hesaplamalarında yapının yönetmeli e uygun olması çok önemli olduğu üzerinde çalışılmış program sayesinde yapının planının kontrolü (pencere uzunluğu, kat yüksekli i vs.) TDY 2007’ye uygunluğunun kontrol edildi i yönetmeli e uymayan durumlar program tarafından rapor edildi i belirtilmiştir ve bu program sayesinde Yapıların TDY 2007’ye göre tasarımı ve hesabını bilgisayar programı tarafından hatasız, daha kısa sürede bulunmuştur.

Sayın (2009) “Yıma Yapıların Lineer Olmayan Statik ve Dinamik Analizi” adlı tezinde yıma duvarlar için lineer ve lineer olmayan statik ve dinamik analiz yapabilen bir program yazılmıştır. Bu programla yapılan statik artımsal analiz için yapılan çözümler incelendi inde, yıma duvarlarda deprem etkisiyle oluşan diyagonal çatlaklarda olduğu gibi, duvarın üst kısmı ile pencere kö e kısımlarından başlayarak yükün iddetine ba lı olarak çatlakların duvar içinde ilerledi i görülmüştür. Bu ara tırma da sonuç olarak deprem karakteristiklerinin dinamik çözümleri önemli ölçüde etkiledi i sonucuna varılmıştır.

Akdeniz (2011). “Tarihi Yapıların Lineer Olmayan Dinamik Analizi” adlı tezinde tarihi yapılarda taıyıcı sistem elemanları ve kullanılan malzemeler hakkında bilgi verildikten sonra, tarihi yapılarda oluşan hasarlar, onarım ve güçlendirme ile yıma yapılarda kullanılan modelleme yöntemleri kısaca anlatılmıştır. Sayısal uygulama için 1224 yılında yıma bir yapı olarak in a edilen Malatya Ulu Cami seçilerek, bu yapının lineer ve lineer olmayan dinamik analizleri yapılmıştır. Lineer olmayan analizde camide çekme gerilmelerinin fazla olduğu bölgelerde çatlaklara ba lı oluşan hasarların yoğunla tılı görülmüştür. Çatlaklar; çekme gerilmelerinin büyük de erler aldığı kemer-duvar birle im bölgelerinde, duvar birle im

bölgelerinde ve duvar-temel birleşim aralığında yoğun olarak görülmüştür. Minaredeki çatlaklar ise, genelde minarenin orta kısmında ve minare-cami duvarı birleşim bölgesinde yaygın olarak ortaya çıkmıştır.

1.1. Edirne ve Kaleiçi Tarihçesi

Edirne, V. yüzyıl boyunca, Hun, Slav ve Bulgar akınları sonucu, birçok kez tahrip edilmiştir (Eyice 1993). VII. yüzyılın ikinci yarısında, Bizanslılar'ın Araplarla çatışması fırsat bilen Bulgarlar, Kuzey Trakya'yı ele geçirerek bölgeye yerleşirler (Peremeci 1939). Daha sonra, birçok kez Bulgarlar'ın ve Bizanslılar'ın saldırılarına uğrayan Edirne, bu iki devlet arasında sık sık el değiştirmiştir. 813 yılında Krum Han Bizanslılar'ı Edirne önlerinde ağır bir yenilgiye uğratırsa da, İstanbul surlarını amaçlamaz. Devamında yine Bizans egemenliği altına giren kent, bu defa 914 ve 923 yıllarında Bulgar Çarı Simeon tarafından Bulgar sınırları içine alınır. Ancak bu durum da uzun sürmez ve ilerleyen zamanlarda Kuzey Bulgaristan'ı ele geçerek Edirne'yi de geri alırlar (Tuğlacı 1985).

Bizans-Bulgar çatışmalarında Bizans'a dönem dönem yardımlarda da bulunan Osmanlılar, Trakya bölgesini tanıdıktan sonra ikinci defa 1353 yılında Süleyman Paşa komutasındaki kuvvetlerle Dimetoka'da Sırp-Bulgar ordusunu yenerek, bölgeye yerleşme ve Edirne'nin fethindeki hazırlıkları büyük ölçüde tamamlarlar. 1359 yılındaki gerçek hedef ise artık kenti ele geçirmektir. Ancak, Süleyman Paşa'nın ölümü ile birlikte bu çaba başarısız kalır. Aynı yıllarda bölgedeki birçok yerleşimi ele geçirip Bulgar yolunu kesen Murat Bey, Orhan Gazi'nin ölümünden sonra Edirne'yi alma arzusunun yerine getirir. Lüleburgaz'da toplanan komutanlar, Lala Şahin Paşa komutasında Edirne'ye yürümeye karar verirler. Yol üstündeki tüm yerleşimlerin alınması ve yardıma gelen Sırp kuvvetlerinin yenilgiye uğraması sonucunda Edirne Tekfuru Sırbistan'a kaçar. Halk kale içinde oturma koşulları ile kaleyi Lala Şahin Paşa'ya teslim ederler (Tuğlacı 1985).

Araştırmacılar, Edirne'nin hangi tarihte Türkler tarafından fethedildiği konusunda farklı bilgiler vermektedir. Fetih tarihi olarak, T. Gökbilgin. (Gökbilgin 1952) ve O. Onur (Onur 1972) 1362 yılını; R. M. Meriç. (Meriç 1963) 1361 veya 1362 yılında fethedildiğini ifade etmektedir. (Nalcık 1993). Gurlitt genel kabulü uygun görerek kentin 1361 yılında Osmanlı sınırları içine girdiğini belirtirken (Gurlitt 2006), aynı şekilde F. Taeschner de Edirne'nin 1361 yılında, I. Murat tarafından fethedildiğini belirtmektedir (Taeschner 1990). U. Tanyeli'de genel kabul olan 1361 yılı görüşüne katılır (Tanyeli 1987). Bütün bu görüşlerin dışında Pars Tuğlacı ise, bu tarihi 1360 olarak verir (Tuğlacı 1985).

Kentin Bizans dönemi içinde zengin ve müreffeh bir “megapolis” oldu u, kentte ticaret yapan Venedikliler’in bulundu u bilinmekteyse de, günümüze ula an yapısal kalıntılar nedeniyle, Bizans Dönemi kentinin Roma Dönemi’nden kalan sur duvarları içinde sıkı tı ı dü ünülse de, U ur Tanyeli bu kadar büyük bir megapolisin surların içine sıkı tı ı fikrine katılmaz. Fetihden sonra XIV. yüzyılın sonuna kadar kentte önemli bir de i im ya anmadı ını belirten Tanyeli, bu yüzyılda kentin Osmanlı kenti kimli ini ta ımadı ını aktarır ve kentin erken Osmanlı dönemini Yıldırım’ın tahta geçi i ile Fatih Dönemi arasına koyar. Bu süre içinde genellikle fütüvvet camileri a ırlıklı olarak yapılır.

1703’te meydana gelen Edirne Olayı sonucunda, tahttan indirilen II. Mustafa’nın yerine III. Ahmet getirilir ve eyhülislam Feyzullah Efendi katledilir (Gökbilgin 1977). XVII. yüzyıldan itibaren önemini yitirmeye ba layan kent, XVIII. yüzyıl ortalarında iki felakete u rar. 4 Temmuz 1745’te çıkan yangında kentin 60 mahallesi zarar görürken, 1751 yılında meydana gelen depremde ise, ehrin büyük bir bölümü tahrip olur (Peremeci 1939, Bumin 1993).

ehirde Bizans devrine ait olan di er bir yapıda Yıldırım Beyazıt Camii’dir. Bizans döneminde yapılan kiliseye Osmanlı döneminde ekler yapılmı ve camiye çevrilmi tir. Yine yakın döneme kadar enteresan planlı çok ufak eski bir Bizans kilisesinin durdu u bilinmektedir. Yerini günümüzde tespit edemedi imiz yapının yakın zaman öncesine kadar Rumlar tarafından kullanıldı ı bilinmektedir.

Edirne’nin alınması Balkan ve Avrupa tarihi için bir dönüm noktası olmu , hatta stanbul’ un alınmasını kolayla tırmı tir. stanbul’ un alınması ile yeni payitahtın gölgesin de kalmamı , askeri bir üs olma vazifesini üstlenece i bir döneme girmi tir.

Osmanlı döneminde yapılan önemli eserler; Eski Camii, Selimiye camii, II. Beyazıt Külliyesi, Edirne Sarayı, Adalet Kasrı ve Kö kleri, Evliya Kasım Pa a Camii ve imareti ve daha birçok yapıyı sayabiliriz.

Edirne Osmanlı hâkimiyeti altına girdikten sonra ba kent olması ile askeri, siyasi ve mimari alanlarda önemli bir yerle im merkezi olmu tur. Bizans ve Roma döneminden günümüze ula an eserler ne kadar az ise Osmanlıdan günümüze birçok eser ula mı tir.

1.2. Tarihi Yapı Türleri

Yapı türlerinin standart bir sınıflandırma sistemi bulunmamaktadır. Ancak ana ba lıklar halinde tarihi yapı türlerini gruplarsak, bunlar:

Malzemelerine Göre (Ta , tu la, ah ap, çelik, karma yapılar)

- Ta
- Kerpiç
- Tu la
- Kil bloklar,
- Ah ap
- Çelik
- Karma

Ta ıyıcı Sistemlerine Göre (Yı ma-kargir, ah ap, kerpiç, çelik, karma sistemler)

- Yı ma-kargir
- Ah ap
- Kerpiç
- Çelik
- Karma

Kullanım Amaçlarına Göre

- Dini Yapılar (Cami, Kilise, Sinagog, Katedral, Tapınak)
- Sa lık, Sosyal Hizmet ve Kültürel Yapılar (Hastane, Hamam, Tiyatro, Saat Kulesi)
- Ula tırma Yapıları (Su Kemerleri, Köprü, Demiryolu stasyonları, Deniz Fenerleri)
- E itim Yapıları (Enderun, Medrese, Külliye, Kütüphane, Müze, Okul, Üniversite)
- Ticaret Yapıları (Bedesten, Kervansaray, Han)
- dari Yapılar (Panteon, Saraylar, Meclis Binaları)
- Savunma Yapıları (Kale, ato, Kı la, Kule)
- Sivil Yapılar (Kö k, Kasır, Geleneksel Evler)
- Özel Yapılar ve di . (Höyükler, Türbeler, Mezarlıklar) (Mahrebel 2006).

2. YI MA YAPILAR

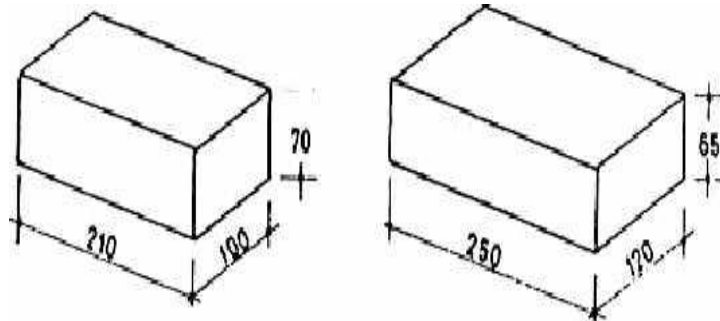
2.1. Yı ma Yapı Sistemleri

Ta ları veya tu laları, ta ıyııcı olacak ekilde, üst üste koyup, harçla ba lanarak ve yapı dö emesini de bu duvarlara tahta veya kütüklerle bindirme yoluyla çivi kullanmadan monte edilmi sistemlere yı ma yapı denir. Yı ma yapılarda duvarların hem mimari hem de ta ıyııcı i levi vardır. Duvarlar hem hacimleri olu turur, yapıyı dı etkenlerden korudukları gibi yapının i levi gere i olu turulan iç bölmelerini de ayırırlar. Duvarların bu birden çok i levi kullanım ve yapım açısından yı ma yapıların önemli üstünlü üdür (Bayülke 2001).

Yı ma yapılar bazı açılardan üstün olmalarına kar ın, çok a ır olmaları ve deprem gibi dinamik ve yatay yüklere dayanımlarının az olması nedeniyle, genellikle depreme dayanıklı yapı olarak nitelenmezler. Ancak ekonomik ko ullar kar ısında, Türkiye’de yı ma yapı yapımı devam edece inden, bu yapıların elden geldi ince depreme dayanıklı yapılması, depremlerdeki davranı larının bilinmesi ve deprem dayanımlarının artırılması gerekir (Bayülke 1992).

Tu la yı ma yapılar depreme kar ı, betonarme yapılara göre çok daha az dayanıklıdır. Kristal ve katmanlı bir yapısı olmayan tu la ve harçtan olu an yı ma yapı elemanlarının sünek davranması olanak dı ıdır. Tu la duvarlar, gevrek yapı elemanlarıdır. Betonarme gibi donatılı yı ma olarak yapılırlarsa, sünek bir nitelikleri olmaktadır. Kalıcı deformasyon yaparak deprem enerjisi tüketme güçleri, betonarme yapılara göre çok azdır (Bayülke 1998).

Yı ma yapılar kullanılan malzemeye göre kerpiç, ta , tu la, hafif beton blok, briket ve bunların kar ımı olarak sınıflandırılabilir (Yorulmaz 1984). ekil 2.1. Yı ma yapılarda kullanılacak birimler genellikle kullanımı kolay, basınç mukavemeti yüksek ve harç ile iyi uyum sa lar nitelikte olmalıdır (Orton 1993).



Dolu Harman Tu lası

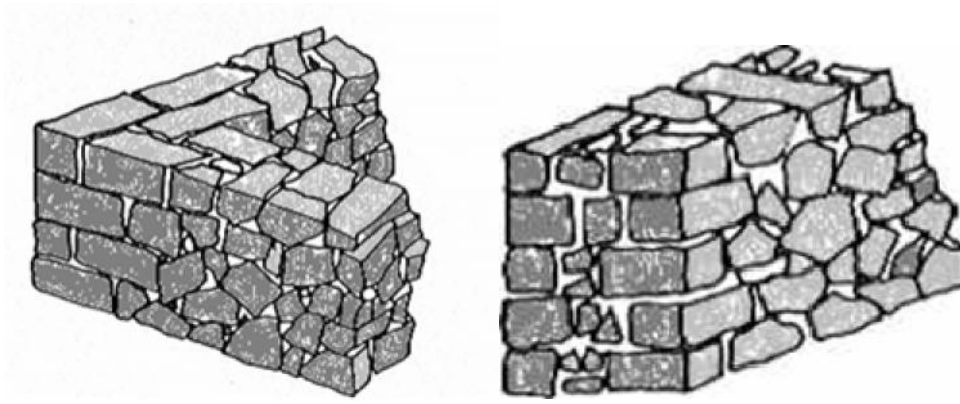
ekil 2.1. Tu la Yapı Elemanı

2.1.1. Yı ma Yapı Türleri

Yı ma yapılar kullanılan malzemelere ve yapım ekillerine göre donatısız, donatılı ve çerçeve yapılar olarak üç gruba ayrılabilir.

Donatısız Yı ma Yapılar

Ta , tu la, kerpiç gibi malzemelerin, ba layıcı harç kullanılarak üst üste örülmesiyle oluş turulan yapılar dır. Donatı kullanılmadı ı için, malzeme özellikleri ve deprem davranı ları bakımından di er yı ma yapı çe itlerine göre daha az dayanımlıdırlar. Donatısız yı ma yapılar yüksek bir rijiditeye sahiptirler ve deprem etkisiyle gevrek bir davranı gösterebilirler ekil 2.2. (Paulay and Priestley 1992).

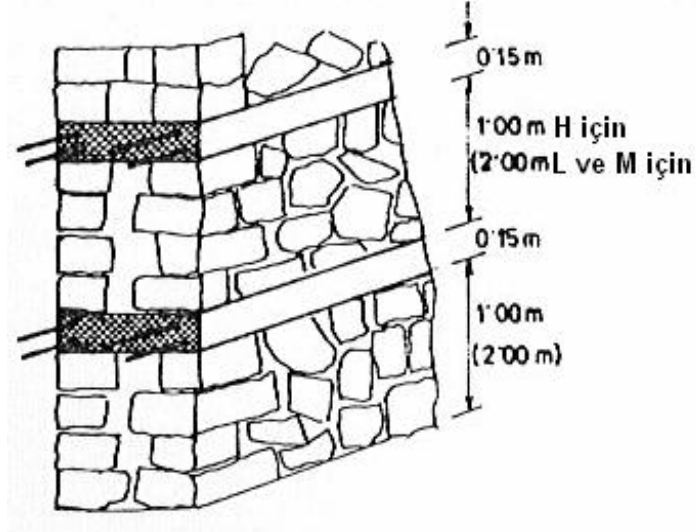


ekil 2.2. Tipik Ta Duvar (Yorulmaz 1984)

Çerçeve Sistemli Yı ma Yapılar

Donatısız yı ma yapıların dü eyde betonarme kolonlar, yatayda betonarme kiri lerle desteklenmesi sonucu oluş turulan yı ma yapı türüdür.

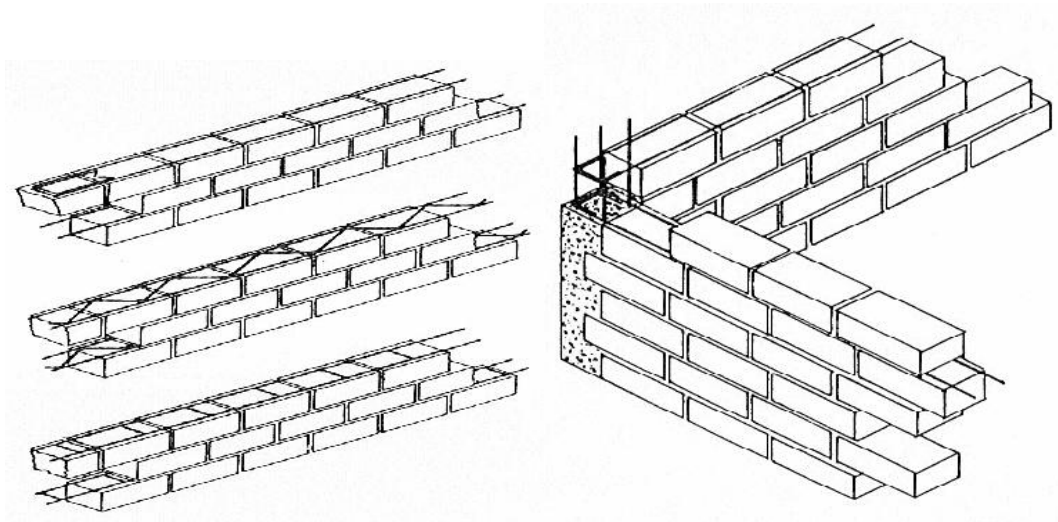
Betonarme dü ey hatıllar yük taşıyıcı elemanlar de illerdir. Yapı kö elerinde ve birle en duvarların kesi me noktalarına yerle tirilmelidir. Ayrıca kapı ve pencere gibi açıklıkların her iki tarafına ve büyük açıklıklarda duvarlara belli aralıklar ile yerle tirilmelidir ekil 2.3. (Yorulmaz 1984).



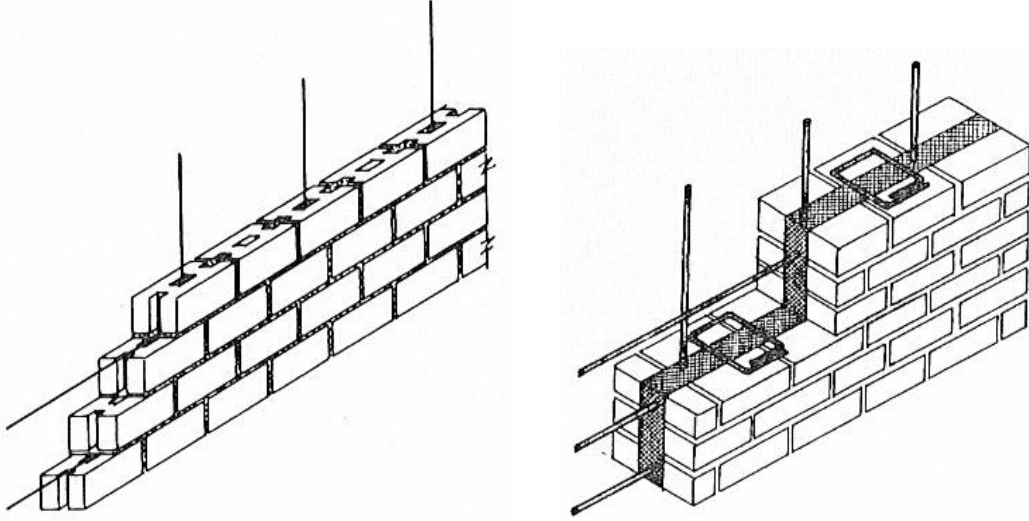
ekil 2.3.Ba Kiri lerinin Yerle imi

Donatılı Yı ma Yapılar

Donatılı yı ma yapılar duvar içerisinde yatay olarak yerle tirilen donatıların dü ey hatıllar ve yatay hatıllara ba lanması, bo luklu yı ma elemanda bo lu un içerisinde dü ey donatı ve yatay sıralar arasında yatay donatı kullanılması ya da çift sıralı örülen duvarlar arasında bo luk bırakılarak yatay ve dü ey donatılar konulması ardından bo lu un harçla doldurulması sonucu olu turulan yı ma yapı türüdür. ekil 2.4,2.5’de bu tip yı ma yapı ekilleri görülmektedir (Yorulmaz 1984).



ekil 2.4. Yı ma Yapıda Yatay ve Dikey Donatılar

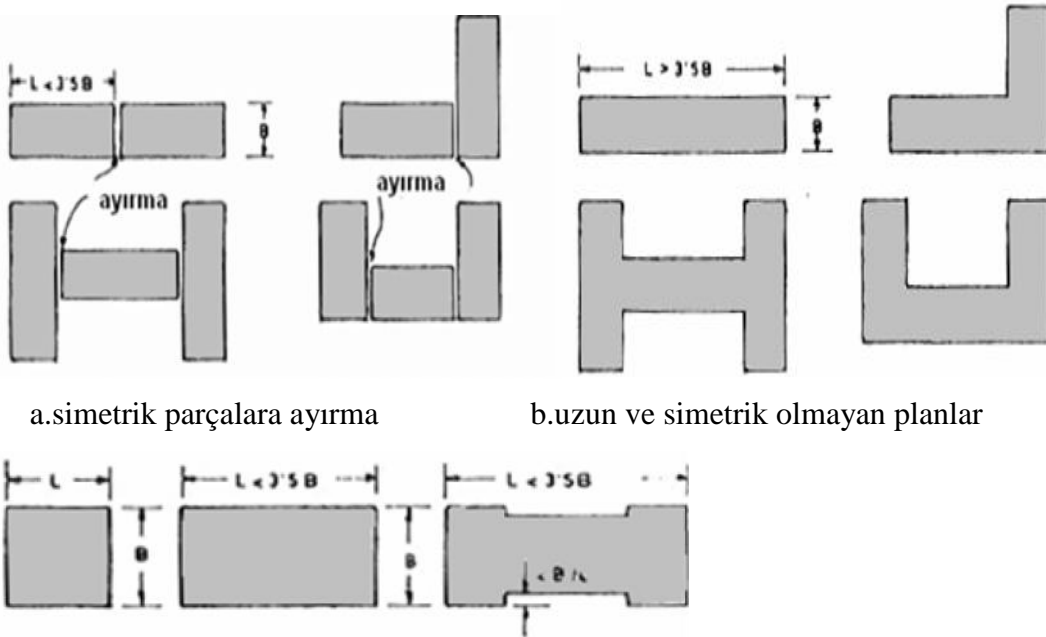


ekil 2.5. Yatay ve Döey Donatı Yerle tirilmi Çift Duvarlı Yı ma Yapı

2.1.2 Yı ma Yapı Sistemlerinin Tasarım İlkeleri

Yı ma yapıların depreme dayanıklı tasarlanmasında malzemelerin dayanımı, taşıyıcı sistemin düzenlenmesi, taşıyıcı elemanların birleşimi, i çelik gibi unsurlar belirleyici olmaktadır. Yı ma yapıların tasarımında dikkat edilecek tasarım ilkeleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- Yapı planları mümkün olduğunca simetrik olmalıdır. Simetrik plana sahip olmayan yapılarda yeterli sayıda dilatasyon bırakılarak yapı simetrik parçalara ayrılabilir (ekil 2.6. (Yorulmaz 1984).



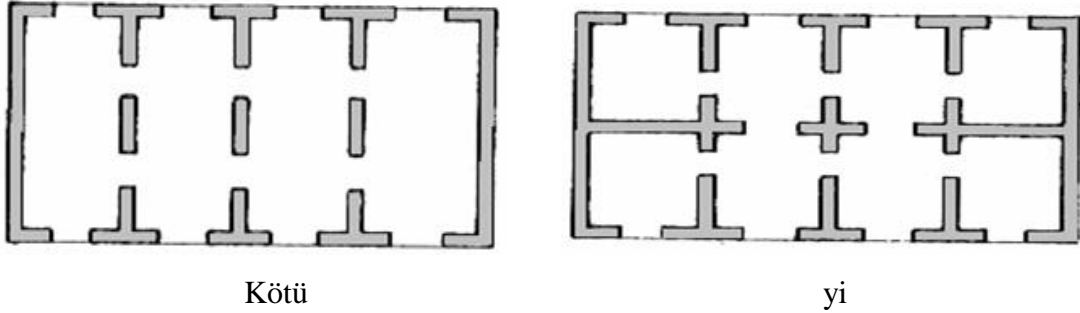
a. simetrik parçalara ayırma

b. uzun ve simetrik olmayan planlar

c. istenilen simetrik planlar

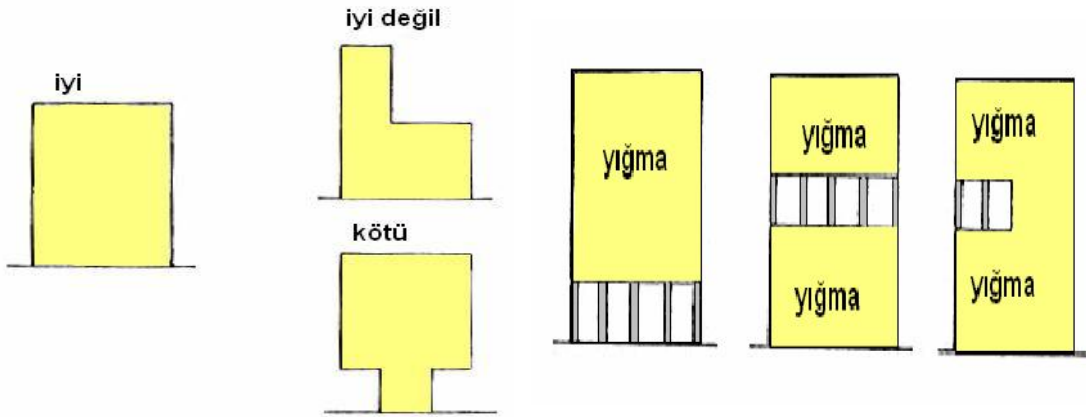
ekil 2.6. Yı ma Yapı Planlamasında Genel İlkeler

•Yapının rijitlik ve kütle merkezinin mümkün oldu unca çakı ması gerekmektedir. Ta ıyıcı duvarların her iki do rultuda düzenlenmesi gerekmektedir. Ta ıyıcı elemanların planda düzgün da ılımı ile yapıda ilave yüklerin olu ması engellenebilir ekil 2.7. (Yorulmaz 1984).



ekil 2.7. Planda Ta ıyıcı Duvarların Düzenlenmesi

• Ta ıyıcı elemanların dü eyde üst üste gelmesi, rijitli in yapı yüksekli i boyunca da devam etmesi gerekmektedir. Dü eyde de yapı rijitli in de ani de i imler meydana gelmemelidir ekil 2.8.(Yorulmaz 1984).



ekil 2.8. Dü eyde Bina Düzenlenmesi

ekil 2.9. Karma Yapılar

•Karma yapı sistemlerinden kaçınılmalıdır. ekil 2.9.

•Dü ey ta ıyıcı duvarlar ile dö emeler birbirine iyi ba lanmalı, dö eme rijit diyafram özelli i gösterebilmelidir.

•Mesnetlenmemi duvar boyu yürürlükteki sınır de erleri a mamalıdır. Herhangi bir ta ıyıcı duvar, planda belli aralıklarla düzenlenen kendisine dik olarak saplanan ta ıyıcı duvar ve bölme duvarları ile desteklenmelidir.

•Duvar birle im ve kesi im bölgelerindeki ba lantının yeterli derecede olması gerekmektedir.

•Duvar içinde bırakılan pencere veya kapı boşluklarının sınır değerleri a maması gerekmektedir.

•Duvar birleşim ve kesimleri de duvar hatlarının ve duvar içerisinde belli aralıklarla yatay hatların kullanılması olumlu etki olmaktadır.

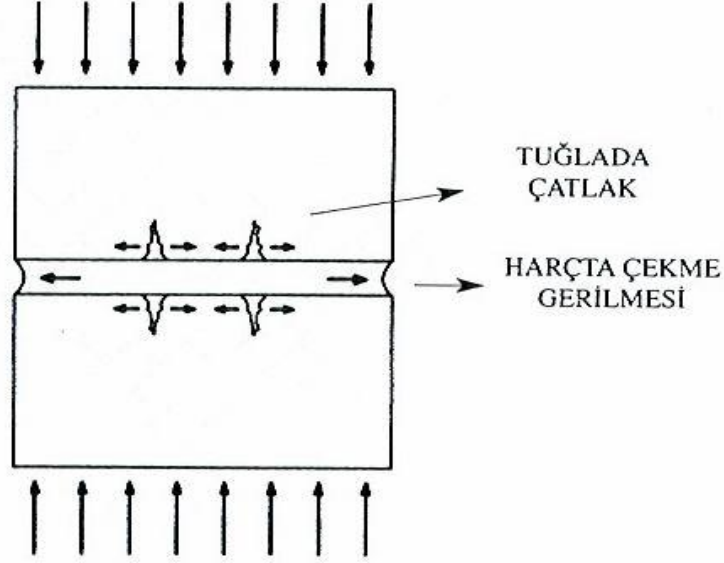
•Yapı elemanlarının yükleri taşıyabilecek yeterlilikte boyutlandırılması gerekmektedir.

2.1.3 Yıma Yapı Davranışı

Yıma yapılar diğer yapı sistemlerine göre karmaşık bir yapıya sahiptir. Yıma bir yapının davranışında yapıyı oluşturan malzemelerin yanı sıra bağlayıcı harcın da mekanik ve kimyasal özellikleri belirleyici olmaktadır. Kullanılan her bir yapı malzemesinin davranış farklı olduğundan yıma yapılar hakkında genel bir kanıya varmak oldukça zordur (Kara 2009).

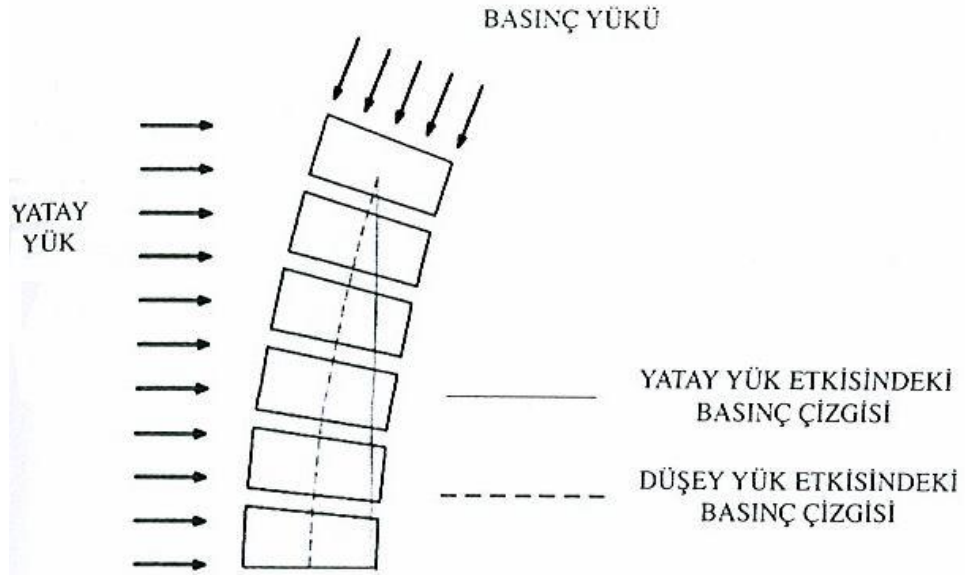
Yıma yapının bir bütün olarak davranışında taşıyıcı duvarları oluşturan tüm elemanlar, döşeme sistemleri ve bu elemanların birleşimleri önemli bir rol oynamaktadır (Kara 2009).

Yıma yapılarda yükler, duvarlar boyunca temele iletilirler. Çatı, döşeme ve duvar yükleri duşey yükler olup çizgisel etkiyen yüklerdir. Bu yükler etkisiyle duvar kesitlerinde (σ) basınç gerilmeleri oluşur. Normal hallerde bu gerilmelerin duvar basınç emniyet gerilmelerini (σ_{em}) geçmemesi gerekir. Duvar kalınlıkları bu esasa göre belirlenir. Ayrıca bu duvar kalınlıklarına göre duvar kesitlerinde deprem kuvvetleri etkisi ile oluşacak kayma gerilmeleri (τ)'nin duvar malzemesi kayma emniyet gerilmesi (τ_{em})'den küçük olması gerekir. (Çamlıbel 2000) Ekil 2.10.'da yıma yapıda basınç yükleri altında kırılma mekanizması görülmektedir (Ünay 2002).



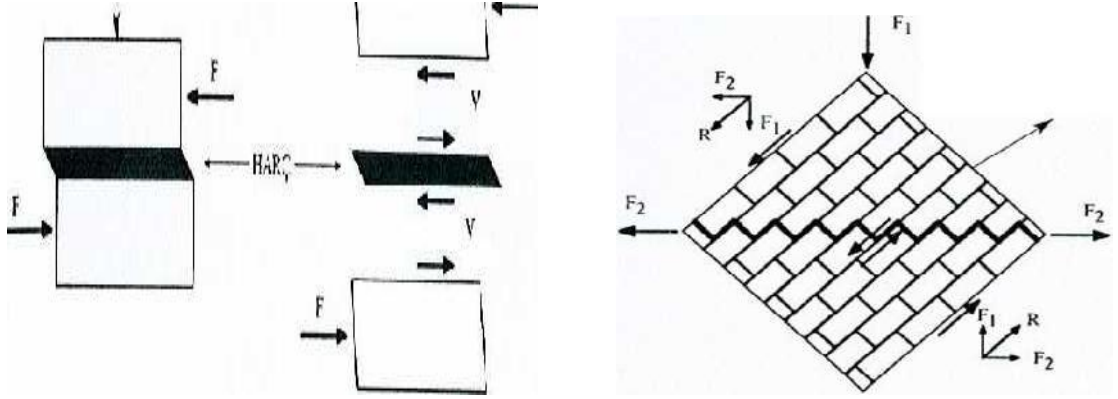
ekil 2.10. Basınç Yükleri Altında Kırılma Mekanizması

Betonarme yapıların deprem yükleri altında davranışları büyük ölçüde bilinmekle beraber yığma yapıların depremdeki davranışları tam olarak bilinmemektedir. Yığma yapılar, betonarme yapılara göre daha az sünekler. Takviyeli harçlı, donatılı yığma yapılar betonarme yapılar kadar sünek davranış gösterememektedirler. Yığma yapılarda dikey yükler döşemelerden taşıyıcı duvarlara, duvarlardan da temele aktarılır. Deprem hareketi ile oluşan atalet kuvveti yapıyı etkiler. Yatay atalet kuvveti, rijit diyafram gibi davranan döşemelerden duvarlara aktarılır. Duvarlarda kesme ve ekleme tesiri yaratır (Yorulmaz 1984).

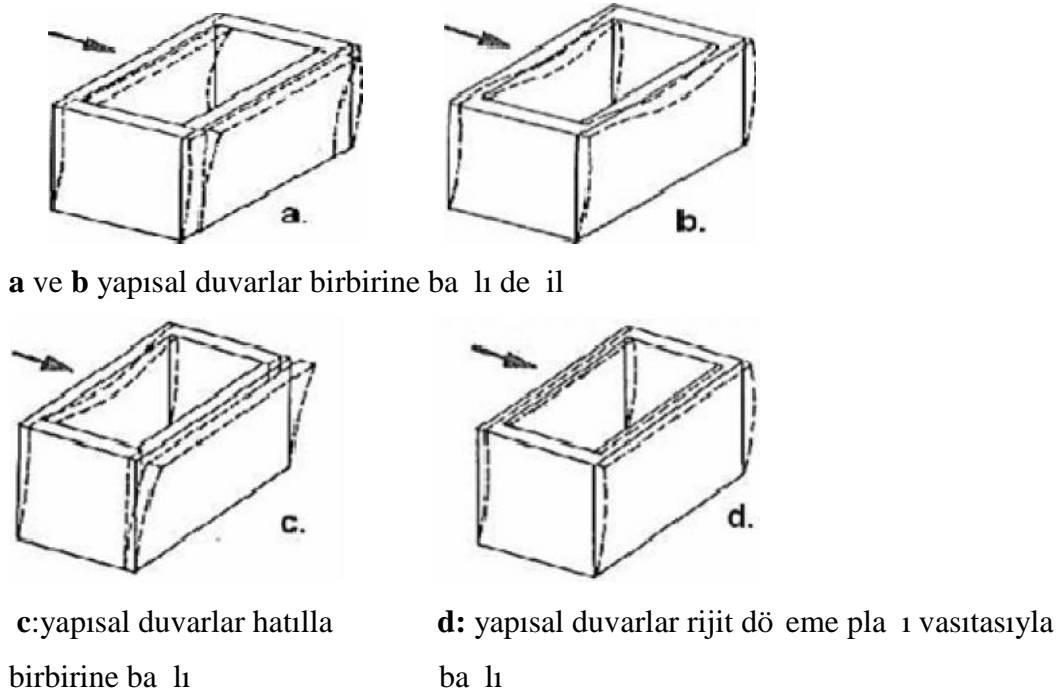


ekil 2.11. Yığma Yapı Elemanının Yatay Yükler Altında Göstermiş Olduğu Deformasyon ve Basınç Çizgisinin Konumu (Ünay 2002)

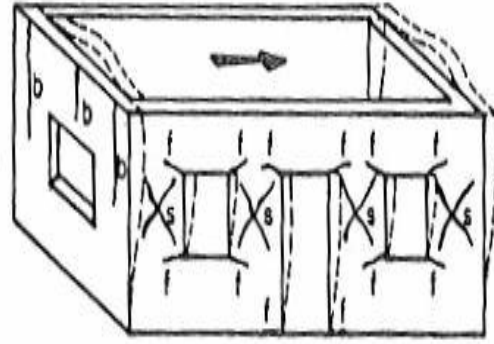
Deprem sırasında oluşan yatay yükler etkisindeki yapıda, kritik bölgelerden başlayarak çatlaklar oluşur ve yapı göçme mekanizmasına ulaşır. Kapı ve pencere bölükleri çevresi, duvar ve döşeme birleimleri, duvar kesim ve birleimleri kritik bölgelerdir.



ekil 2.12. Yıma Yapıda Kırılma Mekanizmaları (Yorulmaz 1984)

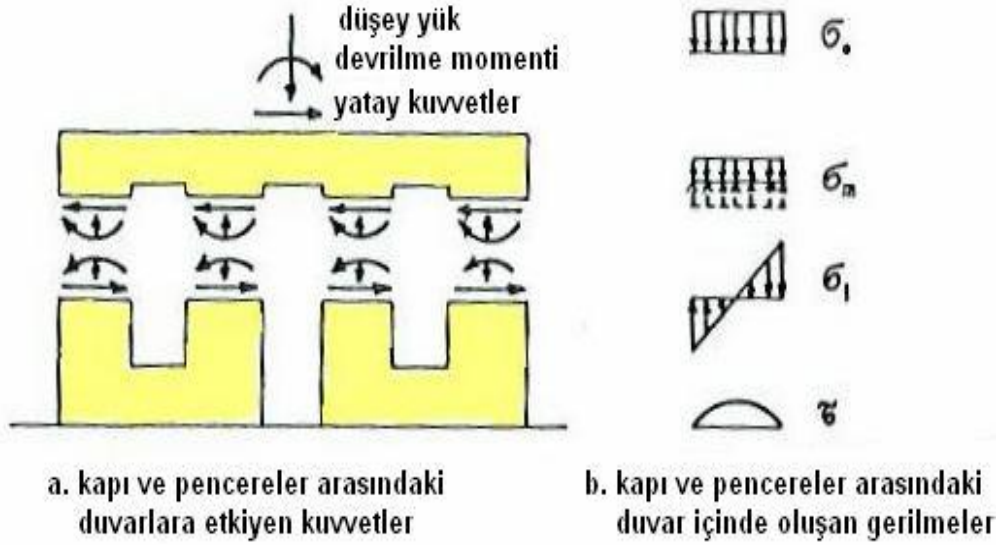


ekil 2.13. Deprem Yer Hareketi Süresince Yıma Binada Oluşan Salınımlar (Ünay 2002)



b - yüzey dışındaki eğilme çatlakları
s -diyagonal çekme çatlakları
f -eğilme çekme çatlakları

ekil 2.14. Yı ma Bir Yapının Çökme Mekanizması (Ünay 2002)



ekil 2.15. Depreme Maruz Kalan Yı ma Bir Yapıda dealle tirilmi Kuvvet-Gerilme Durumu (Ünay 2002)

Depreme maruz kalan yı ma bir yapıda kapı ve pencere arasındaki duvar içerisinde olu an ve ekil 2.15.'te gösterilen gerilmeler sırası ile σ_0 = Basınç Gerilmesi, σ_m = Çekme Gerilmesi , σ_1 = Kesme Gerilmesi , τ = Kayma Gerilmesidir.

2.2. Geleneksel Yapılarda Kullanılan Malzeme Özellikleri

2.2.1. Doğal Ta Malzeme

Ta, en eski yapı malzemelerinden birisidir ve kalıcı olması düşünülen yapıların inasında özellikle tercih edilmiştir. Tarihi yapılarda ta'nın yaygın olarak kullanılmasının nedeni, hemen hemen her yerde ve arazi koşullarında kolaylıkla temin edilebilir olmasıdır (Ünay 2002).

Doğal ta, taşıma gücü ve basınç dayanımı yüksek; çekme dayanımı zayıf olan bir malzemedir. Bu özelliğinden dolayı, yalnız basınç kuvveti alan kemerler, tonozlar ve kubbelerde kullanılması uygundur. Basınç yüklerini alan duvarlar ve ayaklar da ta malzemedendir. Basınç altında bazı taşların deformasyonu, betonla benzer özellikler gösterir. Betonun elastisite modülü $E = (14\sim30) \times 10^3$ MPa iken, granitin elastisite modülü $E = (15\sim70) \times 10^3$ MPa mertebesinde dir. Elastisite modülünün bilinmesi, taşıyıcı elemanın yüklenmesi sonucu yapısal şekim hesabı için gereklidir (Çamlıbel 2000).

Çizelge 2.1. Doğal Yapı Taşlarının Ortalama Fiziksel Özellikleri

Ta'nın Cinsi	Basınç Dayanımı (MPa)	Kayma Dayanımı (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	Elastisite Modülü (MPa)
Granit	30-70	14-33	4-7	15000-70000
Mermer	25-65	9-45	1-15	25000-70000
Kireç Taşı	18-65	6-20	2-6	10000-55000
Kumtaşı	5-30	2-10	2-4	13000-50000
Kuvars	10-30	3-10	3-4	15000-55000
Serpantin	7-30	2-10	6-11	23000-45000

Taşlarda genellikle çatlaklarına da rastlanır. Bu durum; çekme gerilmelerinin, malzemenin çekme mukavemetini geçmesi halinde meydana gelir. Taşlarda, dış etkenlerden (sıcaklık değişimleri, rüzgar, su...) kaynaklanan çatlaklar, aşınmalar ve bozulmalar meydana gelebilir.

Küfeki taşı, %93-100 oranında CaCO_3 içermektedir. Yalnız örgü ve dış cephe kaplama malzemesi olarak değil, iç mekanlarda, duvarlarda, taşıyıcı ögelerde, döşeme kaplamalarında, kemerlerde, mihraplarda ve parmaklıklarda kullanılmaktadır (Mahrebel 2006).

Bakırköy, Sefaköy, Sazlıbosna, Haznedar, Yenibosna civarındaki taş ocaklarından çıkarılan taş ocağından ilk çıkarıldığında birim hacim ağırlığı $\rho = 2.2 \text{ t/m}^3$, porozitesi = %12-13, su emmesi $w = \%1.5$ (ağırlıkça), basınç dayanımı $f = 20\text{-}30 \text{ MPa}$ (15 cm^3) tür. Atmosfer koşullarında bekletildiğinde bünyesine CO_2 alarak hızlı karbonatlaşma süreci ile bozulmaların bir bölümü kalsiyum bikarbonat ile dolar $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, porozitesi azalır birim hacim ağırlığı

artarken, su emmesi azalır. Söz konusu karbonatla ma sonucunda basınç dayanımındaki artı nın geli imi beton ile büyük benzerlik gösterir. Yapılan deneylerde, ocaktan çıktıktan otuz gün sonra dayanımının 45 MPa oldu u gözlenmi tir. Bunun yanı sıra, basınç dayanımı/çekme dayanımı oranı 11-12 olarak belirlenmi tir. Bu de er, enerji yutma kapasitesi yüksek ba ka bir deyi le sünek malzeme yapısını i aret etmektedir (Arıo lu ve di . 1999).

2.2.2 Harçlar

Kireç Harcı ve Sıvaları

Kireç kullanılarak elde edilen sıva ve harçlar, Eski Yunan, Roma ve onu izleyen dönemlerden, çimentonun bulunmasına kadar geçen sürede, yapıların in alarında kullanılmı tır. Ba layıcı madde olarak kireç, dolgu malzemesi olarak da agregaların karı tırılmasıyla kireç harcı ve sıvaları elde edilir. Kireç harçlarının hazırlanmasında kirecin veya harcın özelliklerini geli tirmek amacıyla kirece veya harca organik ve inorganik maddelerin katıldı ı da bilinmektedir (Böke ve di . 2004).

Kirecin hammaddesi, kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) minerallerinden olu an kireç ta larıdır. Bu ta lar ısı ile kalsine olup karbondioksit gazının (CO_2) yapıdan ayrılması sonucunda kalsiyum okside (CaO) dönü ürler. Elde edilen bu ürüne sönmemi kireç adı verilir. Kalsinasyon sonucunda elde edilen sönmemi kireç (CaO), su veya havada bulunan nem ile reaksiyona girerek kalsiyum hidroksite ($Ca(OH)_2$) dönü mektedir. Bu ürün, sönmü kireç olarak adlandırılmaktadır. Kirecin sönmesi için havada %15 oranında nisbi nemin olması yeterlidir (Boynton 1980). Kirecin kalitesini etkileyen birçok etken bulunmaktadır. Kireç ta larının yumru büyüklü ü, gözeneklili i, kalsiyum karbonat kristallerinin büyüklü ü sönmemi kirecin reaktifli ine etki eden en temel etkenlerdir. Bu etkenlerin yanı sıra, su/kireç oranları, sönmemi kirecin saflı ı, parçacık büyüklü ü, karı tırma, söndürmede 17 kullanılan suyun saflı ı da kirecin özelli ini etkilemektedir (McClellan ve Eades 1970).

Söndürülmü kirecin uzun yıllar hava ile temas etmeden bekletildikten sonra kullanılması, Roma ve onu izleyen dönemlerden bu yana bilinmektedir. Roma döneminde kirecin en az üç yıl bekletildikten sonra kullanılması gerekti i ileri sürülmü tür. (Peter 1850) Kirecin bekletilme süresi uzadıkça, plastik özelli i ve su tutma kapasitesi artmaktadır (Cowper 1998).

Kireç harçları hidrolik ve hidrolik olmayanlar olarak iki grupta tanımlanmaktadır. Hidrolik olmayanlar, kireç ile etkisiz agregaların karı ımıyla elde edilmektedir. Bu harçlar; kirecin, havanın karbondioksiti ile kalsiyum karbonata dönü mesi sonucu sertle mektedir. Hidrolik harçlar ise hidrolik kireç kullanılarak veya saf kireç ile puzolanların karı tırılmasıyla elde edilmektedir. Hidrolik kireç kullanılarak elde edilen harçlar, kirecin kalsiyum karbonata

dönümesi ve içinde bulundurduğu kalsiyum alüminat silikatların su ile kalsiyum silikat hidrat ve kalsiyum alüminat hidratların oluşması sonucu sertleşmektedir. Puzolan kullanılarak elde edilen hidrolik harçlarda ise kireç, puzolanlar ile reaksiyona girerek kalsiyum silikat hidrat, kalsiyum alüminat hidrat vb. ürünleri oluşturur. Hidrolik harçların mukavemetleri, oluşturulan bu ürünlerden dolayı hidrolik olmayanlardan daha büyüktür (Lea 1940).

Agregalar, kireç harcı ve sıvalarının yapımında dolgu malzemesi olarak kullanılırlar, kireç ile reaksiyona girmeyen (etkisiz) ve reaksiyona giren (puzolan) agregalar olarak sınıflandırılabilirler. Etkisiz agregalar, taş, oca, talaş, dere ve denizlerden elde edilen agregalardır. Puzolanik agregalar kireç ile reaksiyona girerek harç ve sıvaların nemli ortamlarda, hatta su altında da sertleşmesini sağlayan amorf silikatlar ve alüminatlardan oluşturulan agregalardır. Puzolanlar doğal ve yapay olarak iki grupta incelenebilir. Doğal puzolanlar (tüf, taş, opal vb.) genelde volkanik küllerden oluşmaktadır. Tüf, kiremit vb. pişirilmi malzemeler ise yapay puzolan olarak birçok tarihi yapının harç ve sıvalarında kullanılmıştır (Lea 1940).

Kireç harç ve sıvaların sertleşmesi, kirecin havada bulunan karbondioksit gazı ile karbonatlaşması sonucu gerçekleşmektedir. Karbonatlaşma, gaz-sıvı-katı reaksiyonu ile açıklanabilir. (Moorehead 1986) Gaz halindeki karbondioksit (CO_2) kirecin yüzeyindeki veya gözeneklerindeki yoğunluğu su (H_2O) içinde çözünür. Bu çözünmede, hidrojen iyonu (H^+), bikarbonat (HCO_3^-) ve karbonat (CO_3^{2-}) iyonları oluşturarak su asidik hale gelir. Oluşturulan asidik suda kireç ($Ca(OH)_2$) çözünerek kalsiyum (Ca^{+2}) iyonları oluşturur. Ca^{+2} iyonları ile CO_3^{2-} iyonları birleşerek kalsiyum karbonatı ($CaCO_3$) oluşturur (Mahrebel 2006). Karbonatlaşma kirecin dış yüzeyinden iç yüzeyine doğru olmaktadır. Bu nedenle, kireç harçlarının ve sıvalarının kalınlığı, kireç/agrega oranları, agrega dağınıkları, karıştırma ve bunların sonucunda oluşturulan gözenekli yapı karbonatlaşmaya etki etmektedir (Böke ve diğ. 2004).

Horasan Harcı ve Sıvaları

Horasan deyimimiz İran'ın doğusundaki horasan bölgesinden gelmektedir. Arap ülkelerinde "homra", Yunanistan'da "korrasani" adını almaktadır. İğneç olarak günümüzde Suudi Arabistan'da betona horasan denilmektedir. İnşaat alanında bağlayıcı madde teknolojisi çok yavaş bir gelişim göstermiştir. 18. yy sonlarına kadar en yaygın biçimde kullanılan ve bilinen bağlayıcı madde hava kireci olmuştur. Hidrolik bağlayıcı ihtiyacı ise Akdeniz ülkelerinde doğal puzolan ve hava kireci ile karşıtılarak karşılanmıştır (Güner ve diğ. 1986). Topraktan elde edilen tuğlanın ve kerpicin, yapı malzemesi olarak kullanılması harcın doğmasına neden olmuştur. Tarihte ilk olarak çamur kullanılmıştır. Çamurun ardından,

Romalılarla birlikte, kireç harcı kullanılmaya başlandı. Kireç harcından sonra, kum kireç karışımının içine pişmiş kil veya puzolan denilen volkanik tüfün kırılması ile su karışımında sertleşen bir bağlayıcı elde edilmiştir. Tarihi yapı malzemelerinde özellikle, Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı mimarisinde ise horasan harcı adı verilen bağlayıcı kullanılmıştır (Kuban 1998).

Kirecin puzolanlarla olan reaksiyonu için ortamda suyun bulunması gerekmektedir. Bu nedenle, hidrolik harçlar su altında da mukavemet kazanabilmektedir. Yüzey alanı büyük puzolan kullanımı, ortam sıcaklığının yüksek olması, (Shi ve Day 2001) karışım alçık eklenmesi, bu harçların sertleşme sürecini hızlandırarak daha büyük basınç dayanımına sahip olmalarını sağlamaktadır (Lea 1940). Horasan'ın dayanımı, kirecin kalitesine ve tufla tozunun inceliğine bağlıdır. Horasan harcının dayanımının yüksek olması, harca katılan ince çakıl takviyesi ile orantılıdır. Bunun nedeni; harca katılan kirecin zamanla sertleşmesidir. Ayrıca horasan harcının içine rötreyi engellemesi için saman da kullanılabilir (Mahrebel 2006).

Horasan çok geç sertleşen bir malzemedir. Dayanımını çok uzun zamanda kazanır. Malzemenin bu özelliğini bilen eski mimarlar yapının temelini bitirdikten sonra üst yapıya bağlamaları için, uzun bir süre yapımına ara verirdiler. Horasanın sertleşme sürecini azaltmak ve dayanımını kısa sürede kazanabilmesi için çeşitli katkı maddeleri kullanılabilir (Saraç 2003). Hidrolik özelliklerinden dolayı bu harç ve sıvalar Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı dönemi sarnıç, su kuyusu, su kemerleri ve hamam yapılarında kullanılmıştır (Güner ve diğeri 1986).

Tufla, kiremit ve benzeri malzemelerin hammaddesi kil (kaolin, illit vb.), kuvars ve feldspat minerallerinin karışımından oluşmaktadır. Bu karışım 600-900 °C larda ısıtılırsa kiler sıcaklık derecelerine ve sahip oldukları mineralojik yapıya bağlı olarak farklı puzolanlık derecelerine sahip olmaktadır (He ve diğeri 1995). Bu sıcaklıklarda kil minerallerinin yapıları bozulmakta ve amorf alümina silikatlar oluşmaktadır. Bu yapıdan dolayı kalsine edilen kiler puzolan özelliğine sahip olmaktadır. Eğer kalsinasyon sıcaklıkları 900 °C in üzerinde olursa mullit, kristobalit vb. kararlı minerallerin oluşması sonucunda bu özellik kaybolmaktadır (Lee ve diğeri 1999). Tuflaların hammaddelerinden olan kaolinin ısıtılması ile elde edilen puzolanik aktivite, montmorillonit ve illitden daha fazladır (Ambroise ve diğeri 1985). Feldspatlar ise mineralojik yapılarına bağlı olarak farklı puzolanik özellik göstermektedir. Bunlar, kireç ile reaksiyona girerek tetrakalsiyum alümina hidratları oluşmaktadır (Aardt ve Visser 1977). Kuvars mineralleri ise puzolanik aktiviteye sahip değildir.

Osmanlı döneminde horasan harcı hazırlamada kullanılacak tu laların yeni ve iyi pi irilmi olması ko ulu arnamelerde belirtilmi tir (Güner ve di 1986). Bize göre, buradaki yi pi irilme, tu lanın hammaddesi olan killerin tamamının amorf hale dönü ümün sa lanmasının gereklili i ile açıklanabilir. En fazla amorf malzemenin elde edildi i sıcaklı ın 550-600 °C da gerçekleş ti i bilinmektedir (Moropoulou ve di 2002). Yeni pi irilmi olması ise tu lanın su ile temas etmeden kullanılarak reaktifli ini yitirmemesinin gereklili i ile açıklanabilir. Çünkü, su ile aktif hale gelen amorf silikalar, silisik asit üreterek tu lada olması muhtemel karbonatlarla reaksiyona girerek reaktifliklerini yitirmektedir (Lynch ve di erleri 2002). Bu ko ulların eski arnamelerde yer alması, horasan harcı ve sıvası hazırlanması ile ilgili olu an yılların deneyimini ve birikimini fade etmektedir. Bu birikim, çimentonun yapı malzemesi olarak kullanılmaya ba lanması ile birlikte yok olmu tur.

Horasan harcı ve sıvası hazırlamada kullanılacak modern veya geleneksel yöntemlerle üretilen tu laların puzolanik olup olmadıklarının kontrol edilmesi, harç ve sıva hazırlamada kullanılacak tu laların puzolanik özelli e sahip olması gerekmektedir. Bu özellik, harç ve sıvaların hidrolik olmasını sa layan en temel özelliktir. Ülkemizde yürütülen koruma çalı malarında bu konu göz ardı edilmekte, günümüzde üretilen modern tu la veya harman tu lalarının horasan harcı ve sıvası yapımı için uygun oldu u sanılmaktadır (Böke ve di . 2004).

Kirecin ve kireç-horasan karı ımının sertle meleri bilindi i gibi tamamen farklı kimyasal reaksiyonlara ba lıdır. Kuruyan hidrate kireç “Ca(OH)₂” kristalle ir ve katıla ır, ancak bu katıla ma geçicidir ve su ile temas halinde tekrar yumu ar. Kirecin suda erimeyen katı bir cisme dönü mesi ancak CO₂ ile birle erek kalsiyum karbonat (CaCO₃) olu ması ile mümkündür. Kalsiyum karbonatın ise asit karbonikli sularda eridi i bilinmektedir (Akman 1975). Kirecin kalsiyum karbonata dönü mesi için havaya, daha do rusu CO₂ içeren kuru bir ortama ihtiyaç vardır. CO₂'nin iç katmanlara difüzyonu çok uzun seneler gerektirdi inden, ayrıca hidrate kirecin önce kuruması zorunlu bulundu undan sertle me prosesi çok yava tır. 1000 yıllık yapı temellerinde hala karbonatla manın tamamlanmadı ı mü ahade edilmi tir (Güner ve di 1986).

Kireç-horasan karı ımının katıla ması ise asit baz reaksiyonu sonucu suda erimeyen bir tuz te ekkülüne dayanır. Pi mi kil camla mı yani kimyasal aktive kazanmı silistir. (SiO₂) , nitelik yönünden zayıf bir asittir. Kireç ise kuvvetli bir bazdır. ki elemanın reaksiyonu ile bir kalsiyum silikat tuzu meydana gelir. Bu kimyasal reaksiyon da yava geli en bir reaksiyondur. Ancak havaya gereksinme yoktur, aksine ortamın ıslak olu u kimyasal reaksiyonun daha elveri li bir biçimde geli mesi için zorunludur; ayrıca elde edilen

ürün asit karbonik içeren sularda dahi erimeyen jel yapılı bir hidrate tuzdur. Puzolanik etki olarak adlandırıldı ımız bu reaksiyonun ba arılı olabilmesi için ortamın nemli olması yanında, silisin daha aktif ve ince taneli olması gerekir (Güner ve di 1986).

Çizelge 2.2. Horasanlı Harç veya Betonla Üretilen Harman Tu lalı Kargir Numunelerinin Özellikleri (Güner ve di 1986)

Numune Cinsi	Horasan	Saklama Ko ulu	Basınç Mukavemeti N/mm ² (kgf/cm)	Ba langıç Elastisite Modülü N/mm ² (kgf/cm ²)	Maksimum Gerilmedeki Deformasyon m x 10 ³
1	Beton	Kuru	4.8(49)	725(7100)	15
2	Beton	Kuru	4.5(46)	570(5600)	16
3	Beton	Nemli	3.8(39)	341(3340)	27
4	Harç	Kuru	3.6(37)	456(4530)	26
5	Harç	Nemli	3.2(33)	343(3370)	31

Horasan harcıyla ilgili yapılan ara tırmalarda aynı amaçlı; fakat de i ik adlarla anılan karı ımlar saptanmı tır. Bunlar,

1. Geleneksel Horasan Harcı :

- Dinlendirilmi kireç + Yumurta akı + Horasan pirinci + Su
- 1 Kireç Kayma ı + 1 Yıkanmı kavrulmu kum + ½ Alçı + Su
- 2 Kireç + 1 Horasan + Bir miktar di li kum + Bir miktar me e külü + Su

2. Kum Horasan Harcı :

- Dövülmü kireç + Yumurta akı + Kum + Horasan pirinci + Su olup, karma süresi uzundur.

3. Lökün :

- Dövme Kireç + Üç ayda suda çürütülmü pamuk + Su
- Dövme kireç + Zeytinya ı + Keten elyafı + Su
- Dövme kireç + Kızgın zeytinya ı + Koyun yünü elyafı + Su

4. Horasan Sıvası :

- Yumurta akı + Alçı + Tuz + Kireç
- 2 Horasan + ½ Perdah kumu + ½ Beyaz çimento + ½ Kireç erbeti (öneri) olarak sınıflandırılmı tır (Eriç ve di . 1990).

2.2.3. Kargir Malzeme

Do al ta veya pi mi topra ın (tu lanın), bir ba layıcı harçla birlikte kullanılması ile elde edilen malzemeye kargir adı verilir. Monolitik ta ıyıcı elemanlar (duvar, destekler), kemer, tonoz ve kubbe vb. kargir malzeme ile yapılır. Kargir malzeme, heterojen bir malzemedir. Birim a ırlı ı 21~22 kN/m³ arasında de i mektedir. Kargir malzemenin ta ıma gücü, yapımında gösterilen özene, yapı ta ına, harca, yapım tekni ine, çevre artlarına ve zamana ba lıdır (Çamlıbel 2000).

Kargir malzeme, basınca belli limitlerde dayanır. Kargirin çekmeye kar ı dayanımı çok azdır. Kargir malzemenin mukavemeti, içindeki ba layıcı harcın mukavemetine e de erdir. Ba layıcı kireç harcı olan kargir malzemede basınç emniyet gerilmesi, $\sigma = 0,2 - 0,6$ MPa, horosan harçlı kargir malzeme de ise tahmini $\sigma = 1,5 \sim 3$ MPa mertebesindedir. Horosanın dayanımının, dü ük dozajlı bir çimento harcın dayanımı civarında olması gerekti i varsayımı yapılabilir (Saraç 2003).

2.2.4. Ah ap Malzeme

Do al ve organik bir yapı malzemesi olan ah ap, yapı üretiminde; geçit ve köprülerde, iskelelerde, temellerde (temel kazı ı ve palplan), binaların ta ıyıcı sistem kurgusunda (kütük, çerçeve ve panel), büyük açıklıklı yapılarda, çatı, duvar, dö eme ve merdiven kaplamalarında, kapı ve pencere do ramalarında, kalıp ve iskelelerde, mobilya vb. ürünlerin üretiminde kullanılan bir yapı malzemesidir. Eski ça lardan bu yana yapı üretiminde çe itli biçimlerde kullanım alanı bulan bu malzeme; fiziksel, biyolojik ve mekanik özellikleriyle günümüz yapı malzemeleri arasındaki yerini korumaktadır.

Ah ap, yeterli dayanıma sahip bir yapı malzemesi olmasının yanısıra oldukça hafiftir. Bu nedenle mesnetlere ve temellere iletilen yük azalmaktadır. Hafifli i, çekme ve e ilmeye kar ı dayanımı nedeniyle büyük açıklıklar geçilebilmektedir. Binalarda kolon, kiri ve duvar yapımında, duvar bo luklarının geçilmesinde, hatıl ve dö eme kiri lerinde, çıkma ve saçak olu turulmasında kullanılmaktadır (Avlar 1995).

Malzemenin hafif olması nedeniyle yatay yüklerin yapı üzerindeki etkisi azalmaktadır. Ah ap, hafifli inin yanı sıra, ok etkisine dayanıklı ve titre im emme özelli ine sahip sünek bir yapı malzemesi olması nedeniyle deprem etkisine kar ı da dayanıklıdır. Depreme kar ı dayanımının yanında deprem sonucu yapıda hasar söz konusu olsa bile hafifli i nedeniyle can kaybı az olan bir yapım sistemi sunmaktadır. Ah abın hafif olu u, atölyede üretilen yapı elemanlarının antiyeye ula tırılmasını kolaylaştırır. Hazır betonarme yapı elemanlarına veya çelik ta ıyıcı sistem elemanlarına göre, büyük açıklıklı kemer ve çerçeveler dı nda özel bir

ta ıma yöntemine gereksinim duyulmaz. Bu nedenle ula ımı zor olan bölgelerde yapılacak yapılar için ta ıyıcı sistem malzemesi olarak ah abın seçilmesi do ru olabilir (Avlar 1995).

Ah apta ısı katsayısı küçük oldu undan ısı etkisi hesaba katılmaz. Bununla birlikte ısı ve rötreten olu acak gerilme ve deformasyonların ters yönde olması malzemede bir iç denge olu turmaktadır. Sıcaklık düzeyi yükselen bir ah ap elemanın boyunun uzamasına kar ın, ısı etkisiyle ah abın kuruması sonucu olu an rötre nedeniyle boyu kısalır. Ayrıca ses iletme, yutma ve yansıtma özelli i olan bir malzemedir (Avlar 1995).

Tasarımda esneklik sa layan, ayrıntı çözümleri kolay, ön yapımlı, atelye düzeyinde üretimi yapılabilen, standart üretim sa layan bu malzeme ile üretimin süresi kısa, i çili i ise kolaydır. Aynı zamanda özel alet ve makinelere gereksinim yoktur. Bu nedenle üretim hızlı ve seri olmaktadır. Üretimi ve uygulaması kolay bu malzemeyle üretilen yapıların uygulamalarında hata riski dü üktür. ilk yatırımda ve uygulamada ekonomik bir üretim modelidir ve üretim için önemli bir yatırım gerektirmez. Ah ap sistemlerde ta ıyıcı elemanların hafif olu u, beton ve çeli e oranla montajda büyük kolaylık sa lar. iskele ve büyük kaldırma makinelerine gereksinim olmaksızın, basit bir düzenekle ve çok kısa sürede montajı yapılabilir. Kuru yapım yöntemiyle üretilen bu yapım sistemleri her mevsim uygulanabilir.

Ah ap yapılar, sökülüp yeniden kullanılabilir ve sistem içindeki parçaları de i tirilebilir. Çelik yapılarda oldu u gibi ah ap yapılarda da, yerinden söktükten sonra çok az bir kayıpla yeniden kullanılabilen bir yapım sistemi olu turulur. Sökülme sırasında olu abilecek kayıpların önlenmesi, tasarımın bu do rultuda yapılmasına ba lıdır. Betonarme sistemlerin ise sökülmesi ve yeniden kullanılması de il yıkılması söz konusudur. Ayrıca ah ap sistemler onarım, takviye, plan ve hacim de i iklikleri için uygundur. Kullanım süreci içinde fiziksel ve i levsel nedenlerle eskimenin olu tu u ve ta ıma gücünün yetersiz hale geldi i elemanların veya ta ıyıcı sistem bütünüünün onarım ve takviyesi mümkündür.

Ah abın bu fiziksel, mekanik ve estetik özelliklerinin yanında olumsuz yönleri ise; su ve nem, böcekler ve kurtlar, mantarlar, yangın, mekanik a ınma, bakım güçlü ü gibi etkenler kar ısındaki davranı ıdır. Ancak kurutma ve koruma yöntemleriyle gerekli önlemler alınarak ve düzenlemeler yapılarak bu etkenlerin olu turabilece i sorunlar önlenebilir (Avlar 1995).

2.2.5. Tu la

Tarihi yapılarda, pi irilmi kilden üretilen tu layı olu turan malzemeler genellikle dere yataklarında yüzeysel olarak biriken kum ta larının kalıntularından elde edilirdi. Pi mi kilden üretilen tu lalar, görünümleri ve i levlerine göre sınıflandırılır; fırınlarda yüksek ısı altında

pi irilir; fırın teknolojisinin bulunmadığı yerlerde ise güne ısısından yararlanılarak üretildiği bilinmektedir.

insanoğlunun parçalı gereçlerle yapı oluşturma seviyesi maddesi düzeninden, yerle ilgili topluluklar düzenine geçmesi ile başlar. Doğada bulunan taş, ahşap, saz, kamış gibi gereçlerle oluşturulan ilk yapılar, bu malzemelerin bulunmadığı veya az bulunduğu bölgelerde insanları arayışına itmiştir. Sonuçta; çevresinde bolca bulunan toprak yapıda kullanabilmek için onu biçimlendirip dayanıklı hale getirmiş, kerpiç bulmuştur. Kerpiçin uzun ömürlü olmaması, dış etkenlerden çabuk bozulması; killi toprağın pişirilmesi ile giderilmiştir. Böylece ilk tuğla gereci, insanlıkta kazandırılmıştır. Zamanla teknolojiadaki ilerlemeler imalata yansıtılmış ve tuğla, mimarideki gerçek yerini almıştır.

İlk tuğla uygulamalarının Mezopotamya'da yaygın biçimde yapıldığını biliyoruz. Günümüze kadar pek az örnek kalmasına rağmen, kalıntıların restorasyonu ile güzel sonuçlar elde edilmiştir. Daha sonra tuğlanın en bilinçli kullanımı Romalılarda görmekteyiz. İtalya'daki tüm Roma devri yapılarında bu açıkça görülür. Tuğla taşıyıcı yapı gereci olarak kullanılmış, yapıların dış yüzeyleri mermer ya da sıva ile kaplanarak korunmuştur.

Osmanlı Mimarisinde tuğla taşıyıcı eleman olarak kubbe yapımında, kemer yapımında sıkça kullanılmıştır. Bazen de kesme taş duvar örgüsünde yatay yüzey elde etme ve hatlı oluşturma için tuğla birlikte kullanıldığını görmekteyiz. Osmanlı sivil mimarisinde ise tuğlanın ahşap karkas içinde dolgu malzemesi olarak kullanılması yaygındır. Tanzimat sonrası batılaşmanın etkisi ile yine sivil mimarimizde sıvasız tuğla yapı örneklerine İstanbul'da sıkça rastlamaktayız.

Tuğlayı oluşturan malzemenin kalitesi, kullanılan harç ve tuğlanın örülme düzeni; tuğlanın dayanımını belirler. Tuğlaların basınç dayanımı, malzeme özelliklerine bağlı olarak 10 MPa dan 30 MPa a kadar değişir. İyi fırınlanmış tuğla, iyi fırınlanmamış tuğlaya göre üç kat daha fazla dayanıma sahip olabilir. Genel olarak tuğlanın çekme dayanımı basınç dayanımının %10'u, kayma dayanımı ise basınç dayanımının %30'u kadardır (Ünay 2002).

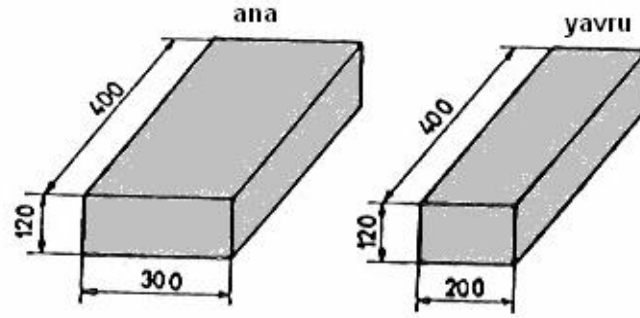
Çizelge.2.3. Tuğlaların Ortalama Fiziksel Özellikleri

Basınç Dayanımı (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	Kayma Dayanımı (MPa)
10-30	2,5-5	10-20

2.2.6. Kerpiç

Büyük kil oranına sahip toprağın suyla karıştırılıp içine saman çöpü vb. malzemeler atılarak kalıplara dökülmesi, önce gölgede daha sonra güneşte kurutulması sonucu oluşturulan

çi tu ladır. Kerpiç kolay elde edilebilir oldu için tarihi yı ma yapılarda sıklıkla kullanıldı ı görülmektedir ekil 2.16. (Yorulmaz 1984).



ekil 2.16. Tipik Kerpiç Blokların Boyutları

Fazla killi topraklarda i lemeyi kolayla tırmak ve kısmen de çatlamayı önlemek üzere kerpiç hamuruna karı tırılan kum vb. ta kırıkları, tu la kırıntıları ve cüruf katkı maddesi olarak kullanılmı tır. Toprak içinde bitkisel toprak ve turba bulunmamalıdır. çerisindeki iri ta lar, çakıllar, kökler vb. ayıklanmı olmalıdır. Kerpiçte kullanılacak saman ve bitkisel maddeler nemli, çürümü , harmanın i lenebilme özelli ini bozacak kadar iri ve kalın olmamalıdır (TS2514 1977).

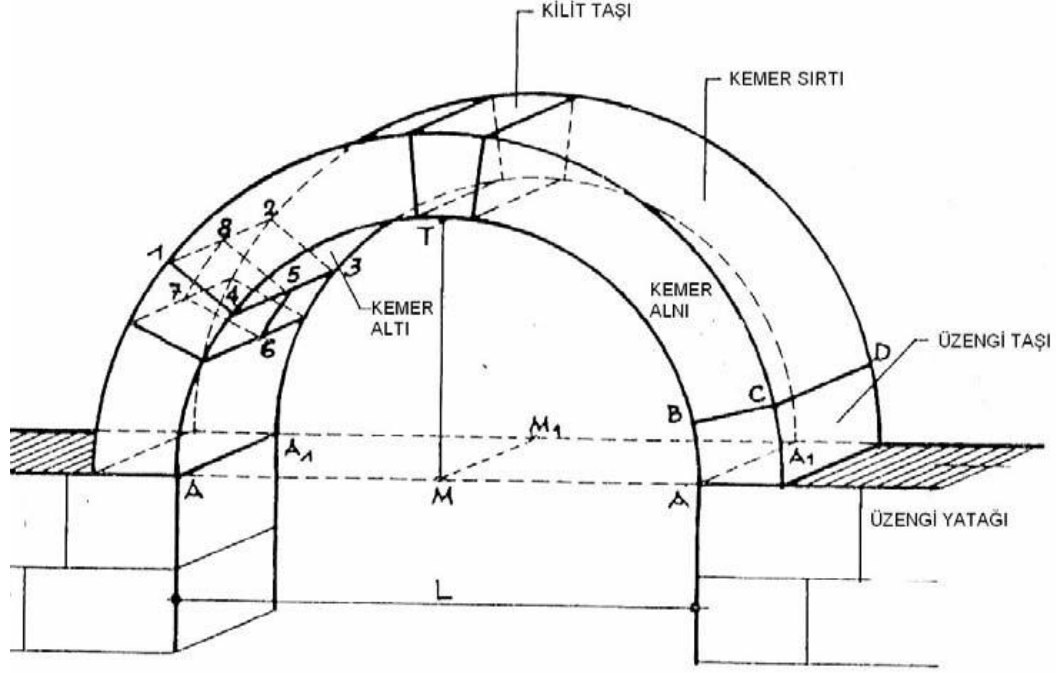
Yerel imkânlarla üretilen kerpiç bloklar çamur ile birle tirilerek örülür. Genelde yük ta ima kapasiteleri dü ük olan kerpiç duvarların dayanımı ah ap hatıl kullanılarak artırılabilir. Kerpiç duvarların en zayıf taraflarından biri ise ıslandı ında yumu aması ve dayanımını kaybetmesidir. Islanınca gev eyip da ılır ve sonrasında kuruyunca çatlayıp ufalanır. Bunu gidermek için kerpiç harcına çimento veya kireç ya da her ikisi birden katılabilir. Bu malzemeler kerpici olu turan kil ve kum tanelerinin birbirine yapı masını sa larlar (Bayülke 1978).

2.3. Geleneksel Yapıların Ta ıyıcı Sistemleri

2.3.1. Kemerler

Kemerler, iki sütun veya ayak arasındaki açıklı ı geçmek için yapılan e ri eksenli kiri lerdir. Kemerler, ta ya da tu la ile in a edilir. Ta kemerler, moloz, kaba yonu, ince yonu veya kesme ta tan yapılıdır (Ulkay 1978).

Bir kemerde, kemer örgü ta ı olarak üzengi, kilit ta ı ve kemer ta ları olmak üzere üç eleman bulunur. Üzengi ta ı, kemerin ba lama ta ıdır. Kilit ta ı, kemerin dü ey ekseninde bulunan ve kendisi ile üzengi arasındaki ta ları kilitleyen ta tır. Kemer ta ları, kilit ta ı ile üzengi ta ları arasında kemeri olu turan ta larıdır (Bayülke 1992).



ekil 2.17. Kemerin Muhtelif Kısımlarının simleri

Kemerler, yerçekiminin etkisiyle dü ey yük etkisi altındadır. Bu yükler yapıdaki detay malzeme ve taşıyıcı sistem malzemesinin (kerpiç, tuğla veya taş) toplamıdır. Kemerler, üzerlerine gelen yükleri basınçla taşıyan elemanlarıyla taşımaktadır (Çamlıbel, 2000).

Dü ey yükün şiddetinin yatay yükten büyük olması sonucu, kesit içerisindeki çekme kuvvetlerinin şiddeti azalır. Kemerlerde kesit boyutlarının oldukça büyük olmasının sebebi, taş veya tuğla kemerlerin kendi ağırlıklarının, kemerin stabilitesine sağladığı avantajdır. Kemerin herhangi bir noktasında oluşacak çekme kuvveti; zaten, çekme kuvvetlerine karşı çok zayıf olan taş veya tuğlanın çatlamasına sebep olacaktır.

Çatlakların az veya birden fazla olması her zaman kemerin stabilitesinin bozulmasına neden olmayabilir. Kemerlerin stabilitesinin bozulmasına neden olan en büyük etken, mesnetlerin açıklık yönünde açılmasıdır. Bu yüzden, pek çok tarihi yapının taş, tuğla kemerlerinde ahap veya metal gergi çubuğu kullanılmıştır. Gergi çubukları iki ayak, bir ayak bir duvar veya iki duvar arasında kullanılmıştır. Taşıyıcı ögeler üzerine, üst örtünün üzengi seviyesinde veya hemen altında bulunan taşıyıcı oyulmuş ya da duvar içerisine bırakılmış boğuklara mesnetlendirilmiştir. Bu gergi çubuklarının bir başka özelliği ise de, ayakların kemer etkisinden etkilenmesini önlemektir. Gergi ile bağlanması istenmeyen durumlarda, duvarlara payandalarla desteklenmiş ayaklar uzatılarak, eksenleri doğrultusunda, kemer mesnetleri üzerine ağırlık kütleleri asılmıştır (Ünay 2002).

Kemerin yüksekli i (f), çapı (2L) olmak üzere, basıklık oranı (f/2L) olarak tanımlanır. (2L) açıklı ındaki bir kemerde (a) açısı küçüldükçe (f) de eri azalır ve basıklık oranı azalır. Bu durumda mesnette olu an dü ey yük azalırken yatay yük de eri artar. Bunun tam tersi durumda ise, basıklık oranının artması durumunda mesnette olu an dü ey yük artarken yatay yük de eri azalır. Osmanlı mimarisinde büyük yükler ve açıklıkların oldu u yerlerde sivri kemerler kullanılarak (a) açısı artırılmı tır. Bu eilde mesnet yüklerinin dü ey olarak ayaklar yardımıyla zemine iletilmesi dü ünülmü tür. Basık kemerlerin kullanıldı ı durumlarda ise olu an büyük yatay yüklerin, büyük a ırlık kuleleri ile yönü de i tirilmek sureti ile zemine aktarılması sa lanmı tır (Bayraktar 2006).

Düz kemerler üzerlerine gelen yükler etkisinde güvenceli çalı abilmek için hafifletme kemeri denilen tahfif kemeri eriyle birlikte yapılırlar (Çelebi 2001).

Üzerine kubbe oturan kemerlerde kubbe mesnet yüklerinin yanal bile eni kemerlerin üst kenarı boyunca kemer düzlemine dik olarak etkir. Bu etkiler kemer kesitinde e ilme momenti olu turur. E ilme etkisinde çekme gerilmelerinin olu maması için yanal kuvvetlere kar ı gelebilecek kemer geni li i belirlenir. Buna ba lı olarak ayak geni li i konstrüktif nedenlerle kemer geni li ine ba lı olarak büyütülür (Bayraktar 2006).

Kemerlerin ta ıdı ı yükleri ayaklara yönlendirmesi, üzengi seviyesinde büyük yatay mesnet reaksiyonları olu turur. Bu reaksiyonlar ço u kez gergi demirleri ile alınır. Ancak çekme elemanı olarak demir kullanılması, bazı problemlerin olu masına sebep olur. Demir malzeme dı tesirlere maruz kalmakta, zamanla paslanarak i levini yapamamaktadır. Ayrıca ba lı bulundu u mesnette korozyon etkisi ile tahribatlar yapmakta, mesnedi parçalamaktadır. Kemerlerin bu bölgelerinin mutlaka rehabilitasyonu gerekmektedir (Bayraktar 2006).

2.3.2. Tonozlar

Tonoz, bir kemerin kendi düzleminde, dik do rultusunda ötelenmesi sonucu meydana gelen; yükleri, kemerlerin yük ta ıma prensibi ilkesine göre ta ıyan, aynı zamanda da kabuk özelli i gösteren tek e rilikli yapı elemanıdır. Tonozlarda, basınç kuvvetlerinden ötürü basınç gerilmeleri olu ur (Ünay 2002).

Tonoz çe itleri; ilkel tonoz, be ik tonoz, çapraz tonoz ve manastır tonozu olmak üzere dört çe ittir. Tonoz, kendi a ırlı ı ile birlikte üzerindeki kaplama yüklerini de ta ır. Bir tonozun kesiti, aynı e rilikteki bir kemerin e de eridir. Tonoz mesnetlerinde olu an yanal kuvvetler, temellere do ru kalınlı tırılmı duvarlar, kemerlerde oldu u gibi gergiler veya payandalarla ta ınır (Saraç 2003).

2.3.3. Kubbeler

Kubbe bir kemerin simetri eksenini etrafında dönmesiyle elde edilir. Genel olarak da kemerin statik özelliklerine sahiptir. Kubbe, mesnetlerinde sürekli bir taşıyıcı yüzey elemana gereksinim duyar. Bu nedenle kubbenin, dairesel bir mesnede oturması gereklidir. Dairesel planlı yapılarda, kubbeden yüklerin düz duvarlara iletilmesi, daireden kareye geçişin geçit elemanları ile sağlanması mümkündür. Bunlar; pandantif, tromp ve Türk üçgenidir (Kuban 1998).

Kubbeler yapım itibarıyla tek kesitli ve çift kesitli olarak yapılmaktadır. Statik hesap olarak, kasnak üzerine oturtulan duvardan bir küre parçasıdır. Duvarlar gibi kubbeler de basınç altında mukavemet gösterir. Yapım tekniği kubbe duvarının devamlı basınç altında kalacağı varsayımına dayanmaktadır. Kubbenin oturduğu duvar kısmına kasnak denir. Kasnak duvarın basıncını devamlı kılan önemli bir topuk elemanıdır. Kubbe duvarında devamlı basınç varken, kasnak yatay ekseninde dikey kayma, boyuna doğrultuda devamlı çekme mevcuttur (Bayraktar 2006).

Tarihi yapı malzemesi kargir yapılarda kubbeler, küre parçası olarak yapılmıştır. Kargirin çekmeye karşı gösterdiği olumsuz performans, kubbe içinde yapılan pencerelerin oturduğu çekme gerilmeleri; bu iki olayın sonucunda pencerelerin bulunduğu noktalarda kubbede çatlakların oluşmasına sebebiyet verir (Penelis ve diğeri, 1984).

Kubbenin yükü, kubbe ayakları vasıtasıyla mesnet yüklerinin dikey bileşenlerini kemerlere; yanal bileşenleri ise kemer düzlemlerine dik doğrultuda yerleştirilmiştir. Yarım kemerler veya payandalarla alınır. Kubbeden kemerlere taşıyan dikey yüklerin kemer düzlemi içindeki etkileri de gergilerle alınır (Saraç 2003).

Kubbe yapısı itibarıyla küresel uzay sistemidir. Ağırlık merkezi uzayda bir noktadır. Kubbeyi taşıyan dikey diyafram çerçeveler kubbenin ağırlık merkezinden geçmez. Yapı deprem titreşimlerinin frekans ve ivme değerleri, başlangıçta kubbe ile aynı olsa da, depremin ikinci periyodundan sonra hemen farklılaşır. Deprem yapısı frekans ve ivme değerlerinin kubbede farklılaşması burulmalara sebep olmaktadır. Kubbedeki burulma, kasnak yakın cidarlarda büyük çekme kuvvetleri oluşturur (Bayraktar 2006).

Kubbe mesnedine yakın duvar cidarlarında oluşan çekme kuvvetlerini, kemer sistemi ile halletmek dâhiyane bir çözüm olacaktır. Kemerli yapı dinamik kayma gerilmeleri tesirinde esnemektedir. Kubbenin taşıdığı kemerli sistem, deprem yüklerinin ana yapıya kubbeden aktarılması için izolatör vazifesi görmektedir (Bayraktar 2006).

Kasna nın açılması kubbe duvarlarındaki stabiliteyi bozmakta ve duvardaki basınç gerilmesini azaltmaktadır. Ön gerilme ile dayanım gösteren kubbeler, ön gerilmenin azalması ile deprem tesirlerinde da ılmaktadır (Bayraktar 2006).

2.3.4. Do al Ta Duvarlar

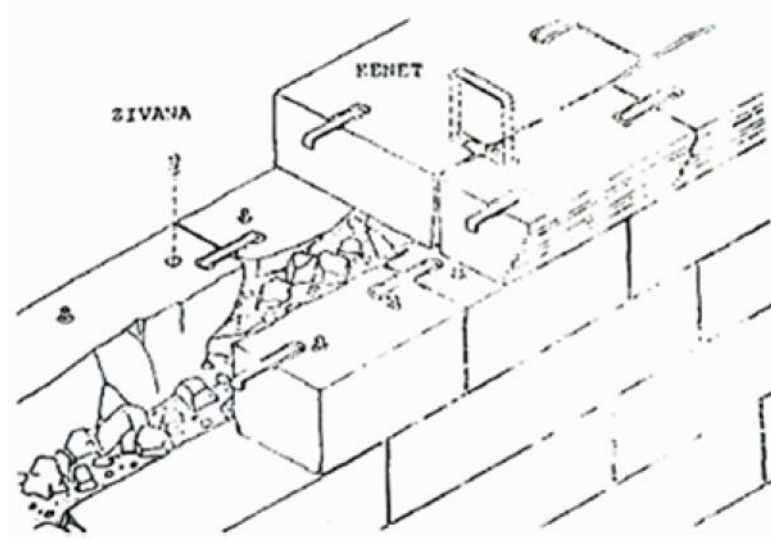
Ta lar geli güzel yontularak düzlenen yüzeyler, görünen duvar yüzlerine gelecek ekilde duvarlar te kil edilir. Her iki duvar yüzeyi bu ekilde te kil edilerek orta duvar bölgesi sandık ta dolgu yapılmaktadır. Tarihi yapılarda bu tarz ta duvar yapımı birer metre yükseklikler ekinde örülür. Duvar bir metre örülünce duvar düzleme yüzeyi te kil edilir. Duvar düzleme yüzeyinde tu ladan iki sıra veya daha fazla tu la duvar bölgesi olu turulması gelenektir. Tarihi yapı ta ıyıcı duvarlarında, düzleme bölgelerine, ah ap kalas çekme elemanları yerle tirilmektedir. Duvarlarda olu an çekme kuvvetlerini kar ılamak için duvarların bu kısımlarına ah aptan hatıllar olu turulmaktadır. Hatıllar yapının bu yükseklikteki tüm duvar bölgelerini kaplamaktadır (Bayraktar 2006).



ekil 2.18. Do al Ta Duvar (Sepetçi ar iv)

Ta duvarın dayanımını etkileyen en önemli etkenlerden biri, duvarın örgü biçimidir. Duvar örgüsünde dü ey derzlerin üst üste gelmemesine dikkat edilmelidir. Derzlerin üst üste gelmesi yani dü ey derzlerin sürekli olması durumunda yük da ılımı, örgünün zayıf noktası olan dü ey harç çizgisi boyunca çatlamasına yol açar. a ırtmalı örülen duvarda yükler bir aç ı altında a a ı do ru yayılarak da ılır ve duvarın büyük bir bölümü yük da ılımına katılır.

Ta ıyıcı duvarın homojenli ini artırmak için kullanılan harç, kimyasal ba layıcı olarak yapıda yer alırken kenet, zıvana ve hatıl, fiziksel ba lama sa layarak depreme kar ı dayanıklı yapı olu turur. ekil 2.19'da kenet ve zıvanalarla desteklenmi duvar konstrüksiyonları görülmektedir (Akıncı 1998).



ekil 2.19.Demir Kenet ve Zıvanalarla Desteklenmi Ta Duvar

Geçmişte yapı statüsü henüz bilinmediği için duvar kalınlıkları zaman içerisinde deneysel olarak yerini bulmuştur. Önceleri yapılar, mümkün olduğunca kalın duvarları olacak şekilde inşa edilmiş, böylece çatıdan gelen düşey yükler için fazlasıyla yeterli olmuştur. Ancak, yandan gelecek yüklere karşı önlem alınmadığı için tarihi yapıların bir bölümü depremlerde yıkılmıştır.

2.3.5. Döşemeler

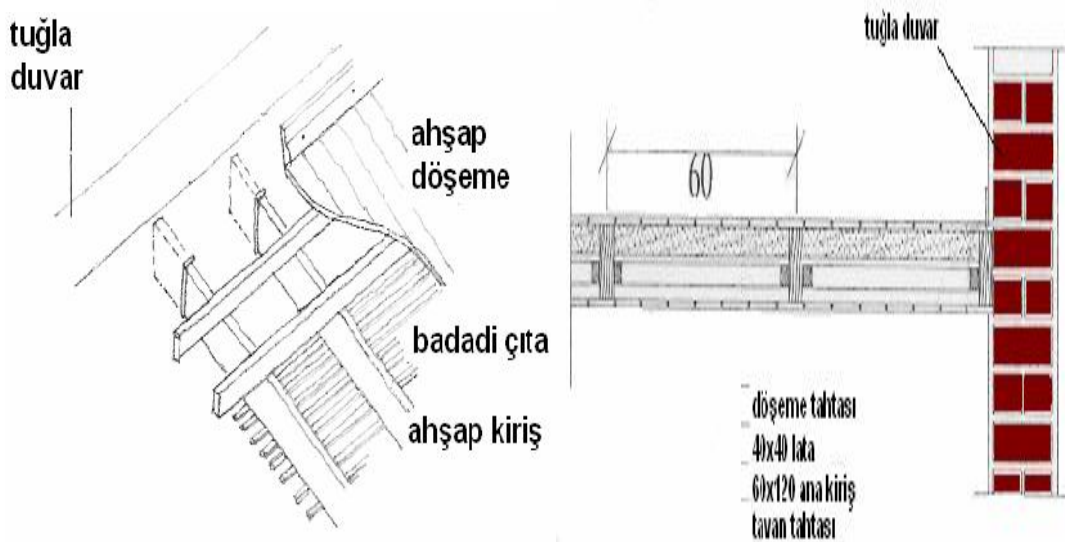
Kapalı veya açık hacimlerin üstünü örtmekte kullanılan, yapının katlarını birbirinden ayıran yapının düşey ve yatay yüklerini taşıyan yapı elemanlarıdır. Döşemeler üzerine gelen yükleri ve kendi zati ağırlığından kaynaklanan yükleri doğrudan taşıyıcı duvarlara ya da önce ahşap, çelik vb. kirişlere daha sonra taşıyıcı duvarlara aktarırlar. Tarihi yapıların döşemeleri genellikle kubbe ve tonoz gibi yapı elemanları ile oluşturulmakla birlikte ahşap, çelik ve kâğır elemanlar da kullanılmaktadır. En alt kat döşemesinin ise genellikle zemin üzerinde ya da temel duvarlarının üstünde düzenlenen tabaka ile oluşturulduğu görülmektedir.

Yapı döşemelerinin deprem etkisinde iyi bir davranış sergileyebilmesinde döşemeler ve taşıyıcı duvarlar arasındaki bağlantının iyi yapılması önem kazanmaktadır. Döşemelerde boşluk bırakılması, döşemenin kesintiye uğraması yapının deprem sırasındaki davranışını olumsuz yönde etkilemektedir.

Döşemeler ahşap döşeme, volta döşeme ve adi volta döşeme olarak sınıflandırılabilir. Ahşap döşemelerde ahşap kirişler tek doğrultuda konularak üzerleri ahşap malzeme ile örtülür. Döşeme altında bulunan ahşap kirişler ortalama 50-60 cm aralıklarla konulur. Açıklıkların büyük olması durumunda kısa açıklık doğrultusunda da araya ahşap kirişler atılır.

Bu ekilde ah ap dö emede istenilen mukavemet elde edilmeye çalı ılır. ekil 2.20, ekil 2.21.

Kâgir duvarlar üzerine oturan ah ap kiri li dö emeler tek do rultuda çalı ır. Ah ap dö eme kiri leri kâgir duvar neminden korunmalı, hizmet süresince dü memesi için duvara iyi ba lanmalı, herhangi bir nedenle yerinden oynadı ında duvarı parçalamayacak ekilde dönebilmesi sa lanmalıdır (Arun 2005).

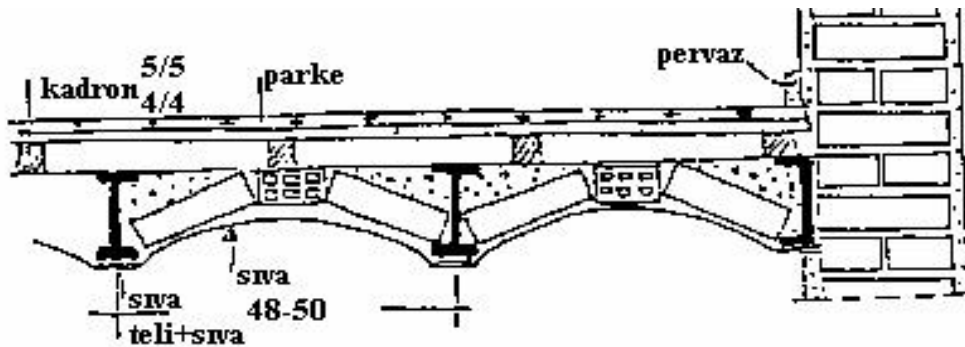


a) Tavanı ba dadi çitalı dö eme

b) Tavanı kaplamalı dö eme

ekil 2.20. Ah ap Dö eme Örnekleri

Çelik kiri li volta dö emelerde çelik I profillerin arası tonoz ekinde tu la örülmesi ile doldurulur, adi volta dö emelerde ise profillerin arasına iki uzunlamasına bir enlemesine tu la tonoz ekinde konulur ekil 2.20. (Çelebi 2001).



ekil 2.21. Adi Volta Dö eme Detayı

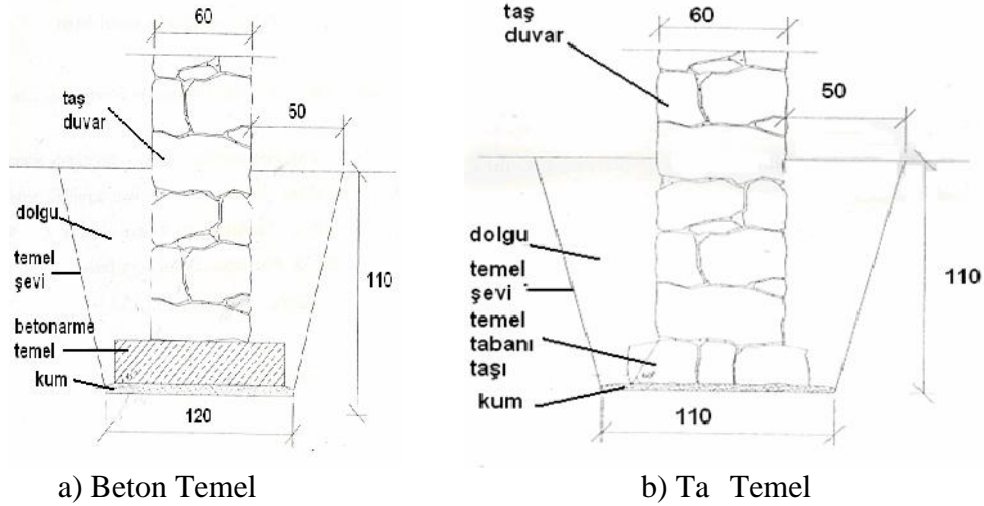
Çelik I profil kiri ler arasının tu la tonozlarla örüldü ü volta dö emeler tek do rultuda çalı an dö emelerdendir. Dü ey dö eme yüklerini, tu la tonoz kemerleri basınca çalı arak uzun do rultudaki çelik kiri lere, çelik kiri ler de üzerine oturdu u duvarlara ya da kiri lere aktarır. Yatay deprem yükleri altında çelik profiller kayabilir; tu la kemerler, düzlemine dik

ve düzlemi do rultusundaki e ilme ile zayıflayabilir; çelik kiri lerle tu la arasında dinamik etkile im olabilir ve sistem bir diyafram çalı ması göstermeyebilir (Arun 2005).

I profil kiri uçlarını dik kiri lerle ba lamak, ya da I kiri ler arasında ızgara olu turacak ekilde I profiller düzenlemek, geleneksel volta dö emelerin sismik dayanımını artırır (Arun 2005).

2.3.6. Temeller

Yapıya etki eden yüklerin (zati a ırlık, hareketli yükler, deprem, rüzgâr) yapı zeminine aktarılmasını sa layan elemanlardır. Temeller; yüzeysel temeller ve derin temeller olmak üzere ikiye ayrılır. Yüzeysel temeller yapı zeminin sa lam olması durumunda, derin temeller ise yumu ak zeminlerde yapının ana kaya üzerine oturmasını sa lamak amacıyla yapılmaktadır. Yüzeysel temeller sütun ve ayakların altında tekil temel olarak yapılabilece i gibi ta yıycı duvarların altında sürekli temel olarak da yapılabilirler. Derin temeller zemine çakılan kazıklar eklindedir. Ah ap vb malzemeler kullanılarak yapılan derin temeller genellikle zeminin gev ek ve zayıf oldu u yerlerde zemini sa lamla tırmak için kullanılmı tır. Çakılan bu kazıkların üzerine yine ah ap vb. malzemeden ızgaralar olu turularak yapı bu ızgaraların üzerine oturtulur. Genellikle su içinde in a edilen yapılarda kullanılmı tır. Yüzeysel temeller ve derin temellerin dı nda tonoz temellere de rastlanmaktadır. Bu tip temeller ise düz ve geni yüzeylere ihtiyaç duyulması durumunda ya da yapının kademeli olarak in a edilmesi istendi inde kullanılmı tır.



ekil 2.22. Sürekli Ta ve Beton Temel

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Yı ma Yapılarda Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları

Deprem bölgelerinde yapılacak olan ve hem dü ey, hem de yatay yükler için tüm ta ıyıcı sistemi do al veya yapay malzemeli ta ıyıcı duvarlar ile olu turulan yı ma binaların boyutlandırılması ve donatılması, bu konuda yürürlükte olan ilgili standart ve yönetmeliklerle birlikte, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'teki yı ma kargir binalar için depreme dayanıklı tasarım kuralları bölümünde belirtilen kurallara göre yapılmalıdır. Yönetmeli in ilgili bölümünde, bu bölümde verilen tüm kurallara uyulması durumunda, ayrıca deprem hesabı yapmaya gerek olmadığı, ancak yapılması durumunda bu bölümde verilen kuralların tümüne uyulması ko uluyla $S(T_1) = 2.5$ ve $Ra(T_1) = 2.5$ alınarak e de er deprem yükü yöntemi ile hesap yapılacaktır. E de er deprem yükü yönteminde taban kesme kuvveti denklem (1.1) ile hesaplanır. (ABYYHY 2007)

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 \times A_0 \times I \times W \quad (1.1)$$

$$A(T_1) = A_0 \times I \times S(T_1)$$

$S(T_1) = 2.5$ ve $R_a(T_1) = 2.5$ alınarak ifade yeniden düzenlenirse;

$$V_t = A_0 \times I \times W \quad (1.2)$$

eklini alır. Burada;

W = Binanın toplam a ırlı ı, A_0 = Etkin yer ivmesi katsayısı, I = Bina önem katsayısıdır. Etkin yer ivmesi katsayısının deprem bölgesine göre de erleri Çizelge 3.1.'de verilmi tir.

Çizelge 3.1. Deprem Bölgelerine Göre Etkin Yer vmesi Katsayısı

Deprem Bölgesi	Etkin vme Kat Sayısı A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Deprem Yönetmeli i'nde yı ma binalar için deprem bölgelerine göre yapılabilecek en fazla kat sayısı Çizelge 3.2.'de verilmi tir.

Çizelge 3.2. Deprem Bölgesine Göre En Fazla Yapılacak Kat Sayısı

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

Deprem Yönetmeli i'nde yı ma binalarda dö eme sisteminin TS500'e uygun boyutlandırılıp donatılmı plak veya di li dö emeler olması istenmektedir. Aksi söz konusu oldu unda, tüm deprem bölgelerinde varsa bodrum kat hariç en fazla iki katlı yı ma yapı in a edilebilir. Kat yüksekli i 3 m ile sınırlandırılmı tır (Kaya 2003).

ABYYHY'de birbirine dik do rultuların her biri boyunca uzanan ta ıyıcı duvarların, pencere ve kapı bo lukları hariç olmak üzere; toplam uzunlu un (ld), brüt kat alanına oranının (0.25 I)' dan daha az olmaması istenir. Taralı alan uzunlu u ld, brüt kat alanı A ve bina önem katsayısıda I oldu una göre; $ld / A > 0.25 I$ olmalıdır.

Deprem bölgelerinde yapılacak yı ma yapılarda minimum ta ıyıcı duvar kalınlıkları Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikte belirtilmi tir. Yapılabilecek minimum duvar kalınlıkları Çizelge 3.3. 'te verilmi tir.

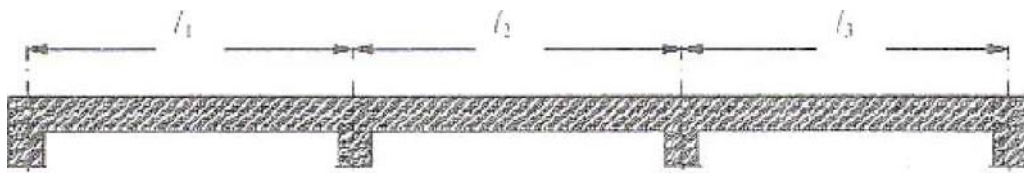
Çizelge 3.3. A.B.Y.Y.H.Y'de Verilen Minimum Ta ıyıcı Duvar Kalınlıkları

Deprem Bölgesi	zin Verilen Katlar	Do al Ta (cm)	Tu la (kalınlık)	Di erleri (cm)
1.2.3.4	Bodrum Kat	50	1	20
	Zemin Kat	50	1	20
1.2.3.4	Bodrum Kat	50	1.5	30
	Zemin Kat	50	1	20
	Birinci Kat	-	1	20
2.3.4	Bodrum Kat	50	1.5	30
	Zemin Kat	50	1.5	30
	Birinci Kat	-	1	20
	kinici Kat	-	1	20
4	Bodrum Kat	50	1.5	30
	Zemin Kat	50	1.5	30
	Birinci Kat	-	1.5	30
	kinici Kat	-	1	20
	Üçüncü Kat	-	1	20

ABYYHY'de taşıyıcı duvarlarda bırakılacak boşluklarla ilgili sınırlandırmalar vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir;

- ✓ Bina kösesine en yakın pencere veya kapı boşluğu ile bina kösesi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.5 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise 1.0 m'den az olmamalıdır.
- ✓ Bina köşeleri dışında, pencere ve kapı boşluklarının arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise 0.8 m'den az olmamalıdır.
- ✓ Pencere veya kapı boşluklarının her iki kenarında düey hatıllar yapılması durumunda minimum dolu duvar parçası uzunluğu %20 azaltılabilir.
- ✓ Bina köşeleri dışında, birbirini dik kesen duvarların arakesitine en yakın kapı veya pencere boşluğu ile duvarların arakesiti arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu 0.50 m'den az olmayacaktır. Aksi takdirde, boşlukların her iki kenarında kat yüksekli ince betonarme düey hatıllar yapılması zorunludur.
- ✓ Kapı veya Pencere boşluklarının herbirinin plandaki uzunluğu 3.0 m'den fazla olmayacaktır.
- ✓ Herhangi bir duvarın mesnetlenmemi uzunluğu boyunca kapı ve pencere boşluklarının plandaki uzunluklarının toplamı, mesnetlenmemi duvar uzunluğunun %40'ından fazla olmayacaktır (A.B.Y.Y.H.Y 2007).

Herhangi bir duvarın, planda kendisine dik olarak sapanan taşıyıcı duvar eksenleri arasında kalan mesnetlenmemi uzunluğu, birinci derece deprem bölgesinde 5.5 m'yi, diğer deprem bölgelerinde ise 7.0 m'yi geçmemesi istenmektedir. Duvarın mesnetlenmesi ekli ekil 3.1.'de verilmiştir (Üstünda 2000).



ekil 3.1. Y1 ma Bir Duvarın Mesnetlenme ekli

Yı ma binaların ta ıyıcı duvarlarının planda olabildi ince düzenli ve ana eksenlere göre simetrik ya da simetri e yakın biçimde olması gerekmektedir. Kısmi bodrum yapılmasından kaçınılmalıdır. Tüm ta ıyıcı duvarlar planda kesinlikle üst üste gelmelidir (Döndüren 2008).

Dü ey Gerilmelerinin Hesabı ABYYHY 2007’de verilen yöntemle hesaplanacak dü ey yükler ve deprem hesap yüklerinin etkisi altında olu acak basınç ve kayma gerilmelerinin, duvarda kullanılan yı ma duvar cinsine göre izin verilen basınç ve kayma gerilmelerini a madı 1 gösterilece i gerilmelerin a ılması durumunda ta ıyıcı dolu duvar alanları artırılaca ı ve tekrar hesap yapılaca ı belirtilmektedir. Kerpiç duvarlı yı ma binalarda gerilme hesabı yapılmamaktadır.

Dü ey gerilmelerin hesabı; Duvarların kesme dayanımı duvarlarda var olan dü ey gerilmelere de ba lı oldu undan yı ma bina duvarlarının dü ey yükler altında ta ıdıkları gerilmelerin hesaplanması gereklidir.

Duvarlarda olu an basınç gerilmeleri yı ma duvar cinsine göre izin verilen gerilmelerle kar ıla tırılacaktır. Bu hesapta duvarlardan ve dö emelerden gelen yükler dikkate alınacaktır. Dü ey yükler, kapı ve pencere bo luk en kesitleri dü ülmü en kesit alanına bölünerek gerilmeler hesaplanacaktır. Bulunan de erlerin yı ma duvar cinsine göre izin verilen basınç gerilmelerinden büyük olmaması gerekmektedir.

Duvarlarda izin verilen basınç emniyet gerilmesi

Bu gerilme yönetmelikte verilen çe itli yöntemlerle hesaplanabilir:

- a) Duvar yapımında kullanılacak kagir birim ve harcın basınç dayanımına e it dayanımda yapılmı duvar parçacıklarının deneylerle bulunan basınç dayanımının 0.25’i, duvar basınç emniyet gerilmesi olarak alınır.
- b) Duvarlarda kullanılan harç sınıfına ve duvar malzemesinin TS-2510’da verilen ortalama serbest basınç dayanımına ba lı olarak, duvar emniyet gerilmesi Çizelge 3.4.’ten alınabilir.

Çizelge 3.4. Duvar Malzemesi ve Harç Sınıfına Ba lı Duvar Basınç Emniyet Gerilmesi

Duvar Malzemesi Ortalama Serbest 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

- c) Duvar parçası dayanım deneyi yapılmamı sa duvarda kullanılan blo un deneysel olarak elde edilen serbest basınç dayanımının 0.50'si /d duvar basınç dayanımı ve bu dayanımın 0.25'i /em duvar basınç emniyet gerilmesidir.
- d) Duvarda kullanılan kagir birimin basınç dayanımı belli de ilse veya duvar dayanım deneyi yapılmamı ise duvarda kullanılan kargir birim basınç emniyet gerilmesi Çizelge 3.5.'ten alınır.

Çizelge 3.5. Yı ma Duvarların Basınç Emniyet Gerilmeleri

Duvarda Kullanılan Kargir Birim Cinsi ve Harç	Duvar Basınç Emniyet Gerilmesi em (MPa)
Dü ey delikli blok tu la (delik oram %35'den az, çimento takviyeli kireç harcı ile)	1.0
Dü ey delikli blok tu la (delik oram %35- 45 arasında, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.8
Dü ey delikli blok tu la (delik oram %45'den fazla, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.5
Dolu blok tu la veya harman tu lası (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.8
Ta duvar (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.3
Gazbeton (tutkal ile)	0.6
Dolu beton briket (çimento harcı ile)	0.8

Kargir birimlerin ve duvarda kullanılan harcın basınç dayanımları, ilgili standartlara göre yapılacak deneylerle belirlenmelidir.

Düey Gerilmelerin Hesabı

Duvarların kesme dayanımı duvarlarda var olan düey gerilmelere de ba lı oldu undan yı ma bina duvarlarının düey yükler altında ta ıdıkları gerilmelerin hesaplanması gereklidir.

Duvarlarda olu an basınç gerilmeleri yı ma duvar cinsine göre izin verilen gerilmelerle kar ıla tırılacaktır. Bu hesapta duvarlarda ve dö emelerden gelen yükler dikkate alınacaktır. Düey yükler, kapı ve pencere bo luk en kesitleri dü ülmü en kesit alanına bölünerek gerilmeler hesaplanacaktır. Bulunan de erlerin yı ma duvar cinsine göre izin verilen basınç gerilmelerinden büyük olmaması gerekmektedir.

Kayma gerilmesinin hesabı Yönetmelikte deprem hesap yükünün duvarların yatay derzlerine paralel olarak olu turdu u kayma gerilmelerinin hesabı u ekilde verilmektedir:

Yı ma binanın her duvar eksenindeki kapı veya pencere bo lukları arasında kalan dolu duvar parçalarının görelı kayma rijitli i kA/h ifadesinden hesaplanacaktır. Burada; A =Dolu duvar parçasının yatay en kesit alanıdır.

h = Dolu duvar parçasının her iki yanındaki bo lukların yüksekli inin en küçük olanıdır.

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

Bir duvar ekseninin kayma rijitli i, o eksenindeki duvar parçalarının kayma rijitliklerinin toplamıdır. Duvar eksenlerinin kayma rijitli inden gidilerek binanın kayma rijitlik merkezi hesaplanacaktır.

Yönetmelikte duvarlara gelen kesme kuvveti, kat kesme kuvveti yanında kat burulma momenti de göz önüne alınarak binanın birbirine dik her iki eksenı do rultusunda hesaplanması istenmektedir.

Duvara gelen deprem kuvveti duvar yatay en kesit alanına bölünerek duvarda olu an kayma gerilmesi hesaplanacak ve Denklem 1.3 'den bulunacak duvar kayma emniyet gerilmesi em ile kar ıla tırılacaktır.

$$em = \sigma + \mu \quad (1.3)$$

Bu denklemde;

em = Duvar kayma emniyet gerilmesi (MPa),

σ = Duvar çatlama emniyet gerilmesi (MPa),

μ = Sürtünme katsayısı (0.5 olarak alınabilir),

=Duvarlardan ve dö emelerden gelen düey yüklerin duvardaki kapı ve pencere bo luk en kesitleri kadar azaltılmı duvar en kesit alanına bölünmesi sonucu bulunan duvar düey

gerilmesidir (MPa)

Duvarda kullanılan kargir birim cinsine göre duvar çatlama dayanımı σ_{cr} değeri Çizelge 3. 6.' dan alınacaktır.

Çizelge.3.6. Duvarların Çatlama Emniyet Gerilmesi (σ_{cr})

Duvarda Kullanılan Kargir Birim Cinsi ve Harç	Duvar Çatlama Emniyet Gerilmesi σ_{cr} (MPa)
Düey delikli blok tuşla (delik oranı %35'den az, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.25
Düey delikli blok tuşla (delik oranı %35'den fazla, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.12
Dolu blok tuşla veya harman tuşlası (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.15
Taş duvar (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.10
Gazbeton (tutkal ile)	0.15
Dolu beton briket (çimento harcı ile)	0.20

Elastisite Modülü

Duvar yapımında kullanılan kargir birimlerin Elastisite Modülü (E_d) Denklem 1.4 ile Hesaplanacaktır.

$$E_d = 200f_d \quad (1.4)$$

3.1.1. Taşlı Duvar Malzemesi

ABYYHY 2007'de taşlı duvarda yaygın malzemesi olarak Türk Standartlarına uygun dolmuş, dolu tuşla, TS-2510 ve TS EN 771-1'de taşlı duvar malzemesi olarak izin verilen en büyük boşluk oranlarını aşmayan boşluk oranları olan tuşlalar ve blok tuşlalar, gazbeton yapı malzeme ve elemanları, kireç kumtaşı, dolu beton briket, kerpiç ya da benzeri kargir birimlerin kullanılması belirtilmektedir.

Ayrıca yönetmelikte, boşluklu beton briket, hafif agregalı beton kargir birimler, TS-2510 ve TS-705 (TS EN 771-1)'de taşlı duvar malzemesi olarak izin verilen en büyük boşluk oranlarının üzerinde boşluk oranları olan tuşlalar ve blok tuşlalar, TS-4377 (TS EN771-1)'e göre dolgu duvarları için üretilmiş dikey tuşlalar ve benzeri biçim verilmiş blokların hiçbir zaman taşlı duvar malzemesi olarak kullanılmayacağı belirtilmektedir.

Ayrıca dolmuş taşlı duvarların ve beton taşlı duvarların, yaygın binaların yalnızca bodrum ve zemin katlarında yapılmasına izin verilmiştir (Kara 2009).

Yönetmelikte duvar yapımında kullanılan do al ve yapay kargir birimlerin ve bunları ba layan harçların dayanım ve di er özellikleri tanımlanmıştır.

Ta ıyıcı duvarlarda kullanılacak do al ve yapay kargir birimlerin en dü ük basınç dayanımı, brüt basınç alanına göre, en az 5,0 MPa olacaktır. Bodrum katlarda kullanılacak do al ta ların basınç dayanımı en az 10,0 MPa olacaktır.

Ta ıyıcı 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 1.3'e göre hesaplanacaktır.

Bu ko ullar kerpiç için geçerli de ildir. Kerpiç sadece kerpiç binalarda kullanılabilir.

zin verilen en küçük duvar kalınlıkları

Ta ıyıcı duvarların, sıva kalınlı ı sayılmaksızın, en küçük kalınlıkları yı ma binanın kat adedine ba lı olarak Çizelge 3.3.'te verilmektedir. Bodrum kat yapılmamı ise zemin kat ve üstündeki katlar için Çizelge 3.3.'te verilen en küçük duvar kalınlıkları geçerli olacaktır.

Çatı yapılmı sa çatı katındaki ta ıyıcı duvarların en küçük kalınlı ı bir alttaki kat için verilen duvar kalınlı ı kadar olacaktır.

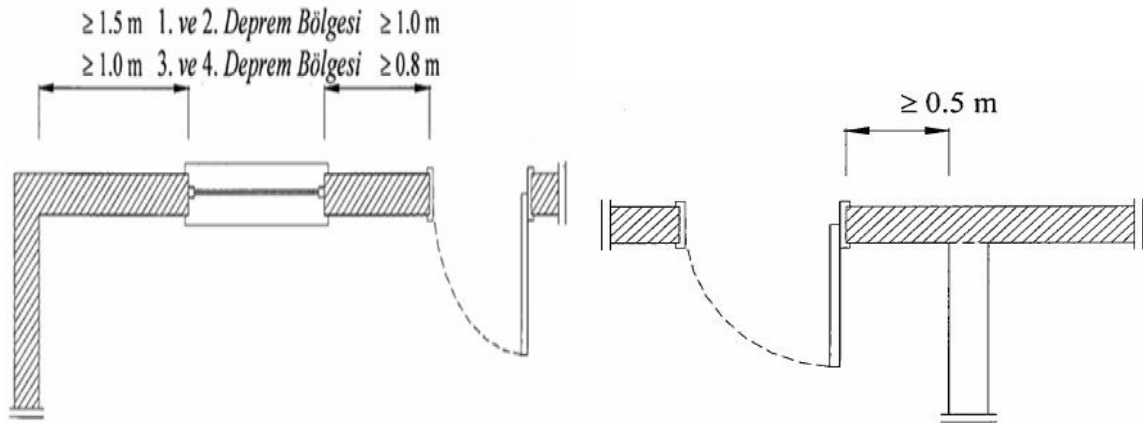
Do al ta malzemenin yı ma yapıların sadece bodrum ve zemin katlarında kullanılmasına izin verilmistir ve en küçük duvar kalınlı ının 50 cm olması gerekmektedir.

ki kattan fazla olan yı ma binalarda tu la ve gazbeton kullanılması durumunda bodrum katında ta ıyıcı duvarların en küçük kalınlı ı 1.5 tu la veya gazbeton olacaktır. ki katlı yapılarda ise 1 tu la olacaktır veya gazbeton olacaktır.

Ta ıyıcı Duvar Bo lukları

Yönetmelikte bina kö esine en yakın pencere ya da kapı ile bina kö esi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunlu unun birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.50 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde 1.0 m'den az olmaması, kerpiç duvarlı binalarda bütün deprem bölgelerinde bu miktarın 1.0m'den az olmaması öngörölmü tür. Bina kö eleri dı ında pencere ve kapı bo lukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunlu unun birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde 0.80 m'den az olmaması

belirtilmi tir. Kerpiç duvarlı binalarda bütün deprem bölgelerinde bu miktarın en az 1.0 m olması öngörölmü tür ekil 3.2. (Kara 2009).

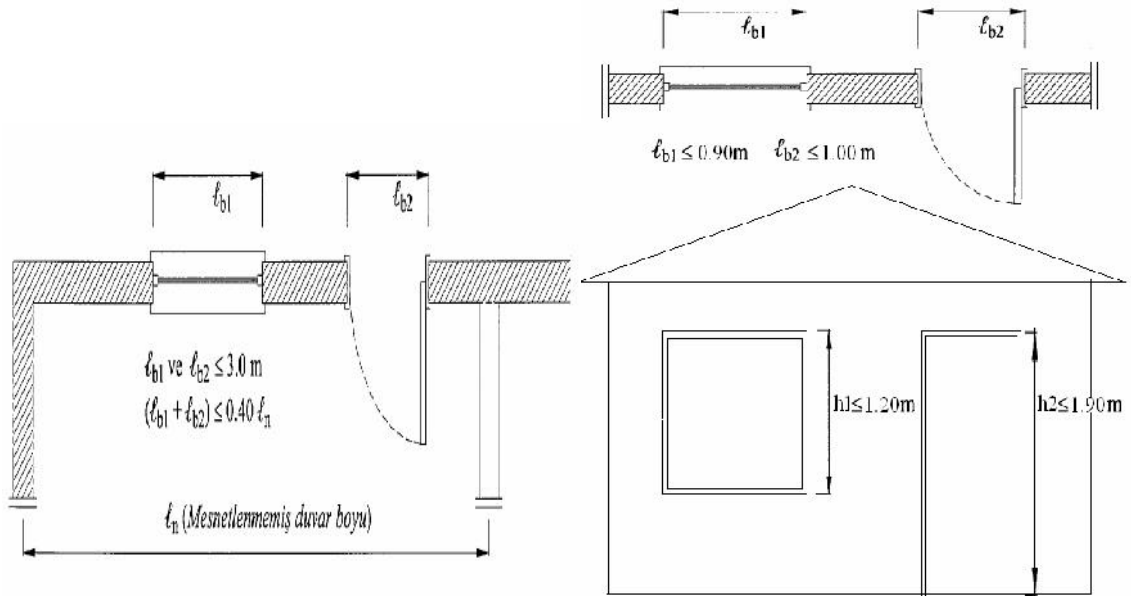


ekil 3.2. Ta ıyııcı Duvar Bo lukları

Pencere ve kapı bo luklarının her iki kenarında yönetmelikte belirtilen kurallara uygun ekilde betonarme dü ey hatıllar yapılırsa en az dolu duvar parçası uzunlu u ko ullarının %20 azaltılmasına izin verilmektedir. Kerpiç duvarlı binalarda pencere ve kapı bo luklarının her iki kenarına iki er adet 0.10 m×0.10 m kesitinde ah ap dikmeler konulmu ise iki bo luk arasındaki dolu duvar parçasının 0.80 m olmasına izin verilmektedir. Bu ah ap dikmeler pencere alt ve üst ah ap hatıllarına ba lanmalıdır.

Bina kö eleri dı ında, birbirini dik olarak kesen duvarların arakesitine en yakın pencere ya da kapı bo lu u ile duvarların arakesiti arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunlu unun, tüm deprem bölgelerinde 0.50 m'den az olmaması gerekti i belirtilmi tir ekil 3.2. (Kara 2009). Bo lukların her iki kenarında yönetmeli e uygun ekilde kat yüksekli ince betonarme dü ey hatıl yapılmı ise dolu duvar parçasının 0.50 m'den az olmasına izin verilmektedir.

Her bir kapı ve pencere bo lu unun plandaki uzunlu unun 3.0m'den daha büyük olmaması ve plandaki uzunlukları toplamının desteklenmemi duvar uzunlu unun %40'ından fazla olmaması öngörölmü tür ekil 3.3.

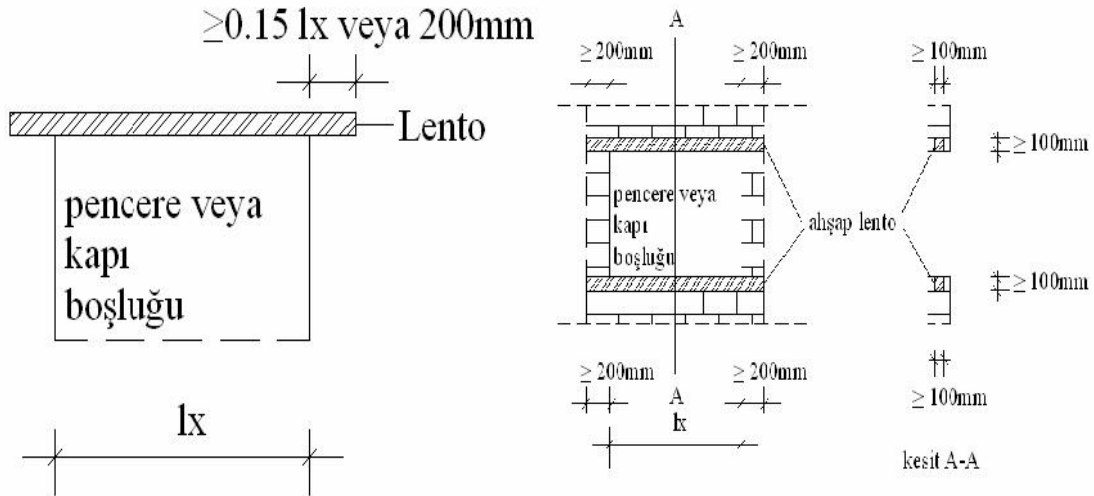


ekil 3.3. Kapı ve Pencere Bo lukları için Sınır De erler

Kerpiç duvarlı binalarda kapı bo lukları yatayda 1.0 m'den, dü eyde 1.90 m'den büyük olmamalıdır. Pencere bo luklarının yatayda 0.90 m'den, dü eyde 1.20 m'den daha büyük olmamalıdır ekil 3.3. (Kara 2009).

3.1.2. Lentolar ve hatıllar

Yönetmelikte pencere ve kapı lentolarının duvarlara oturan uçlarının her birinin uzunlu unun serbest lento açıklı nın %15'inden ve 200 mm'den az olmaması öngörölmü tür. Lento en kesit boyutları ile boyuna ve enine donatılar yönetmelikte yatay hatıllar için verilen de erlerden az olmamalıdır ekil 3.4. (Kara 2009).



ekil 3.4. Lentoların Ko ulları

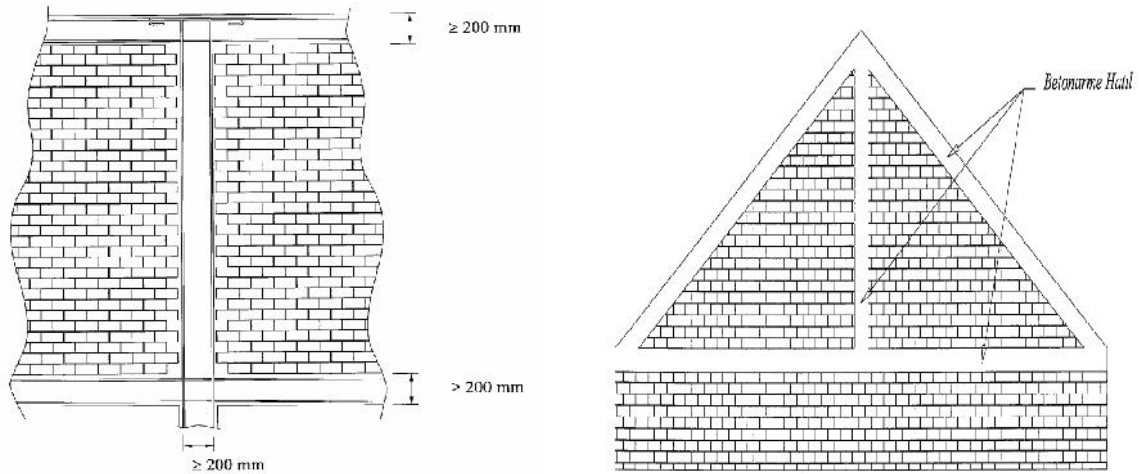
Yine yönetmelikte kerpiç duvarlı binalarda kapı üst ve pencere üst ve altlarına ah ap lento yapılmasına izin verilmektedir. Ah ap lentoların iki er adet 100 mm×100 mm kesitinde ah ap kadronla yapılması öngörölmü tür. Ah ap lentoların duvarlara oturan kısımlarının her birinin uzunlu u 200 mm'den az olmamalıdır ekil 3.4.

Moloz ta duvarlarda dö eme ve merdiven sahanlıkları dı nda dü eyde eksenden eksene aralıkları 1.5 m'yi geçmeyen ve yönetmelikteki kurallara uyan betonarme hatıl yapılması öngörölmü tür.

Kerpiç yı ma duvarlarda ah ap hatıl yapılmasına izin verilmi tir. Ah ap hatıl için, 100 mm×100 mm kesitindeki iki adet kadron, dı yüzleri duvar iç ve dı yüzeyleri ile çakı acak aralıkta konulması öngörölmü tür. Bu kadronların boylamasına do rultuda 500 mm'de bir 50 mm×100 mm kesitinde dikine kadronlarla çivili olarak birle tirilmesi ve aralarının ta kırıntıları ile doldurulması gerekmektedir.

Yönetmelikte yı ma kargir binaların deprem dayanımlarının artırılması için bina kö elerinde, ta ıyıcı duvarların dü ey ara kesitlerinde, kapı ve pencere bo luklarının her iki yanında kat yüksekli ince uzanan betonarme dü ey hatıllar yapılması uygun görölmü tür.

Dü ey hatıllar, her iki yandan gelen ta ıyıcı duvarların örölmesinden sonra duvarlara paralel olarak konulacak kalıpların arasındaki bölümün donatılarak betonlanması ile yapılacaktır ekil 3.5.



ekil 3.5. Dü ey Hatıl ve Çatı Hatılları

Bina kö elerinde ve ta ıyıcı duvarların ara kesitlerinde dü ey hatılların en kesit boyutları kesi en duvarların kalınlıklarına e it olacaktır. Pencere ve kapı bo luklarının her iki yanına yapılacak dü ey hatılarda ise hatılın duvara dik en kesit boyutu duvar kalınlı ından, di er en kesit boyutu ise 200 mm 'den az olmayacaktır.

3.1.3. Dö emeler

Deprem yönetmeli inde yı ma kargir binaların kat dö emelerinin TS-500'deki kurallara göre tasarlanmı boyut ve donatıları olan betonarme plak ya da di li dö emeler olması öngörölmü tür.

Dö emeleri bu tanıma uymayan yı ma binaların bütün deprem bölgelerinde, varsa bodrum katı sayılmaksızın en çok iki katlı yapılmasına izin verilmi tir. Bu tür binalarda da dö emelerin oturdu u yatay hatıllar yönetmelikte belirtilen kurallara uygun olarak yapılacaktır. Kerpiç duvarlı binalar ise bodrum katı sayılmaksızın en çok bir katlı yapılacaktır.

Konsol ekindeki balkonlar, korni ler ve çatı saçakları yalnızca kat dö emelerinin uzantısı olarak yapılacak ve serbest konsol uzunlu u 1.5 m'den çok olmayacaktır. Konsol ekindeki merdivenlerin konsol uzunlu u ise en çok 1.0 m olacaktır. Bu madde kerpiç duvarlı binalar için geçerli de ildir.

3.1.4. Çatılar

Yönetmelikte yı ma kargir binaların çatılarının, betonarme teras çatı, ah ap ya da çelik oturtma çatı olarak yapılması öngörölmü tür.

Ah ap çatı donanımının dö eme ve ta ıyıcı duvarların üstündeki yatay hatıllarla ba lantıları TS-2510 'da verilen kurallara göre yapılacaktır.

En üst kattaki yatay hatıla oturan çatı kalkan duvarının yüksekli i 2.0 m'den büyük ise dü ey ve e ik hatıllar yapılacaktır ekil 3.5. (Kara 2009).

Kerpiç yı ma binaların çatıları, dı duvarları en çok 500 mm a acak biçimde saçaklı olarak ve olabildi ince hafif yapılmalıdır. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde toprak dam yapılmayacaktır. Üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise toprak damın toprak örtü kalınlı ı 150 mm'den daha büyük olamaz. Kerpiç binaların çatıları ah ap makas veya betonarme plak olarak yapılabilir (Kara 2009).

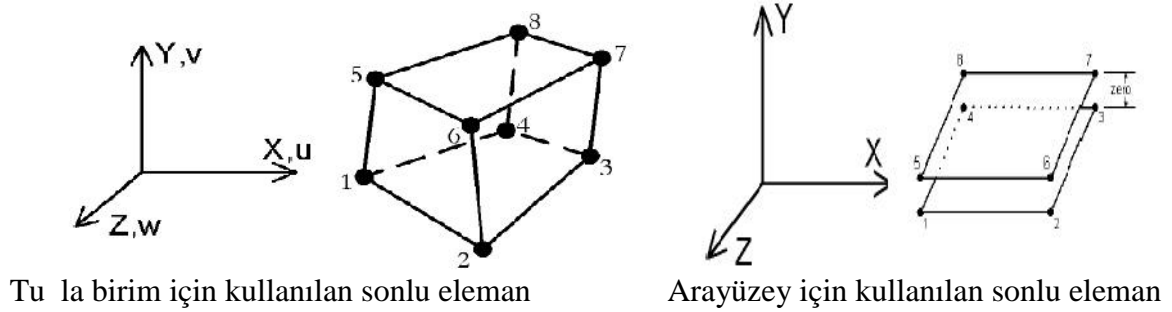
3.1.5. Ta ıyıcı Olmayan Duvarlar

Yönetmelikte ta ıyıcı olmayan bölme duvarlarının kalınlı ının en az 100 mm olması öngörölmü tür. Bu duvarlar her iki uçta ta ıyıcı duvarlara dü ey arakesit boyunca ba lanarak örülecektir. Ta ıyıcı olmayan duvarların üstü ile tavan dö emesinin altı arasında en az 10 mm bo luk bırakılacak, ancak düzlemine dik deprem yüklerinin etkisi ile duvarın düzlemi dı ma devrilmemesi için gerekli önlemler alınacaktır. Bu madde kerpiç duvarlı binalar için geçerli de ildir. Teraslarda yı ma duvar malzemesi ile yapılan korkulukların yüksekli i 600 mm'yi geçmeyecektir. Bu tür korkulukların deprem yükleri altında devrilmesinin önlenmesi için

gereken tedbirler alınmalıdır. Y1 ma duvar malzemesi ile yapılan bahçe duvarlarının yüksekli i, kaldırım düzeyinden ba layarak en çok 1.0 m olacaktır.

3.2. Y1 ma Yapıların Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Modellenmesi

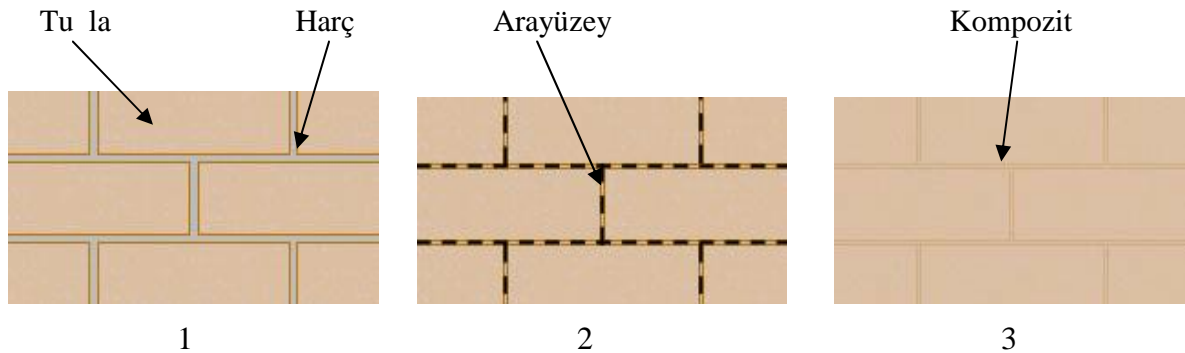
Y1 ma yapıların sonlu elemanlar yöntemiyle gerçekleştirilen yapısal çözümlerinde ta ıyıcı duvar elemanlarının modellenmesi son derece önemlidir. Özellikle do rusal olmayan çözümlelerde bilinmeyen sayısının fazla olması ve büyük boyutlardaki sistem rijitlik matrisi çözüm süresini artırmaktadır. Büyük y1 ma sistemlerin çözümündeki bu sorun için (Lourenço 1996) homojenleştirme tekni i önermiştir. Homojenleştirme kullanılarak tu la ve harçtan meydana gelen duvar elemanı için tek bir malzeme özelli i elde edilebilmektedir.



ekil 3.6. Modellemede Kullanılan Sonlu eleman Tipleri

Son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak yapısal analiz programlarının kapasitelerinin artması ve grafik veri hazırlama kolaylıkları, özellikle karma ık geometriye sahip tarihi binaların yapısal analizlerine olan talebi artırmıştır. Ancak grafik arayüz programlarıyla hazırlanan veriler analitik modelleme kurallarına dikkat edilmeden hazırlanırsa çok önemli hatalara yol açabilir. Bu nedenle, tarihi binaların sonlu elemanlar yöntemiyle yapılan hesaplarında modelleme a aması çok önemlidir.

Y1 ma yapılarda yapılan analiz çalışmaları, yapı sistem büyüklü üne göre 3 farklı modelleme tekni i bulunmaktadır. Bunlar:



ekil 3.7. Y1 ma Duvardaki Modelleme Teknikleri

1. Detaylı mikro modelleme
2. Basitletirilmiş mikro modelleme
3. Makro modelleme

Basitletirilmiş mikro modellemede, bir harç ve iki y₁ ma birim-harç ara yüzeyinden oluşmakta olan her bağlantı noktasında kütle yoğunlaştırmaları yapılmış ve ortalama ara yüzey olarak kabul edilerek y₁ mada meydana gelebilecek çatlakların ortalama ara yüzey çizgisinde meydana gelebileceği kabul edilmiştir. Burada harcın Poisson oranı dikkate alınmadığından, bulgular detaylı mikro modellemeye göre biraz farklıdır (Lourenço, 1996). Fakat bu fark ihmal edilebilecek kadar azdır.

Makro modellemede ise y₁ ma birim ve harcın özellikleri homojenleştirilmesine tabii tutularak y₁ ma duvar kompozit malzeme olarak düşünülmüştür. Bu modelin mekaniksel özellikleri de homojenleştirilme sonucunda elde edilen değerlerdir. Homojenleştirme teknikleri bu çalışmanın kapsamında yer almamaktadır. Bu modelleme stratejisi ile ilgili detaylı bilgiler; Cecchi, Milani ve Tralli (2005), Lourenço, et al., (2001) ve Anthoine (1997) yayınlarında verilmektedir.

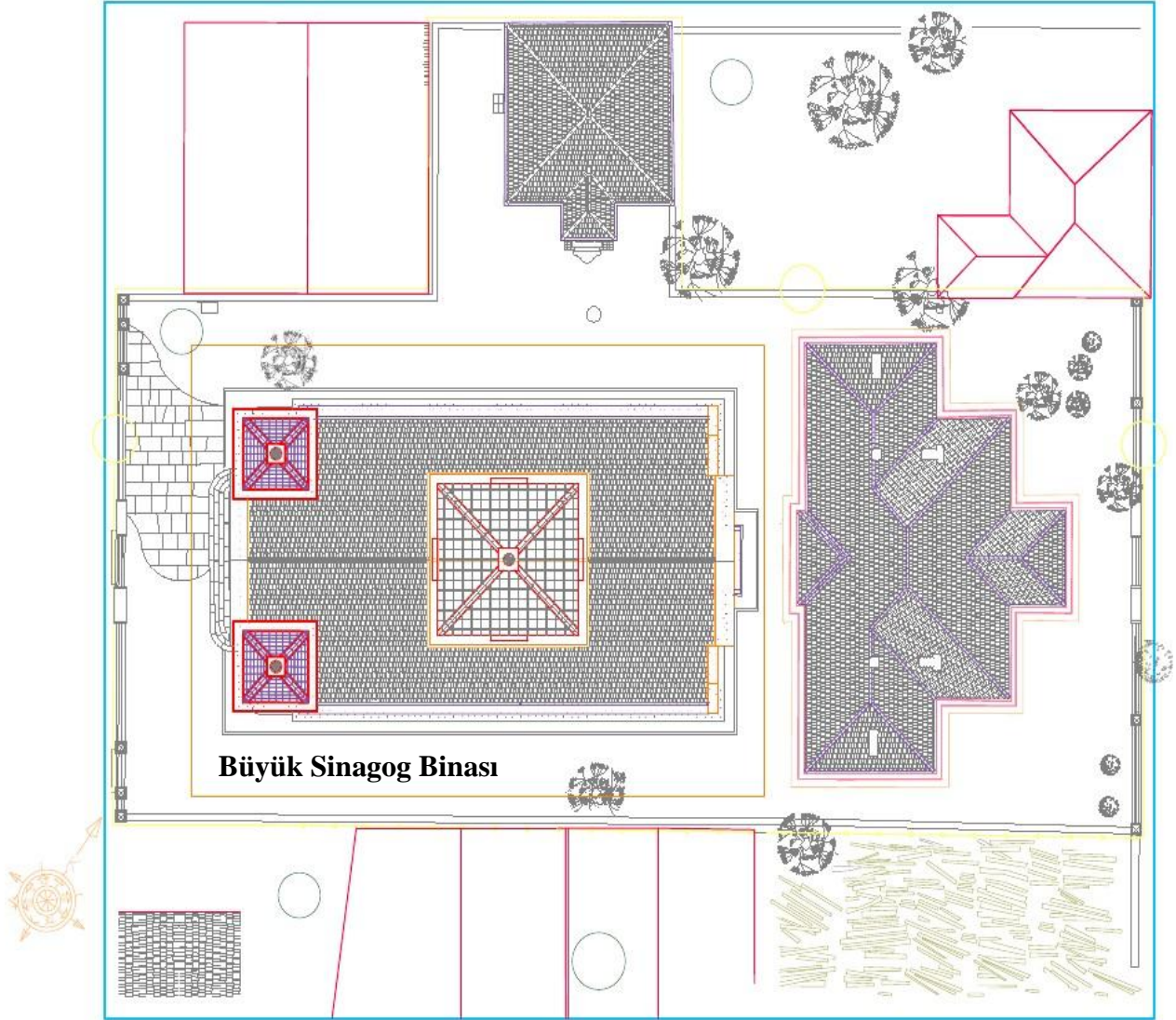
Modelleme teknikleri birbirinden farklı durumlarda kullanılmaktadır. Mikro modelleme y₁ ma duvarların detaylı incelenmesinde, kritik bölgelerin analizinde kullanılırken, makro modelleme karmaşık ve büyük sistemlerde tüm y₁ ma binanın analizinde tercih edilmektedir. Uygun sonuçları ayırmak suretiyle zaman açısından tasarruf sağlanması sebebiyle makro modelleme en çok tercih edilen bir yöntemdir.

Erken 20. yy yapılarının taşıyıcı sisteminin çeyrek yükleme ve diğer çevresel etkiler karşısında davranışlarını belirlemek amacıyla örnek olarak seçilen yapıların döşeyükler ve deprem etkisi altında hesapları yapılmıştır. Tarihi binaların sonlu elemanlar yöntemiyle yapısal analizlerinin sonuçlarının yorumlanması, günümüzün mühendislik teknolojileriyle üretilen yapıların hesaplarının yorumlanmasından biraz farklılık göstermektedir. Tarihi yapılardan örnek alınarak malzeme özelliklerini belirleyecek deneylerin yapılması her zaman mümkün olmadığından, hesap sonuçlarına göre yapı elemanlarının taşıyıcı kapasitelerinin tam olarak belirlenmesi zordur (Ünay 2007).

Sonlu elemanlar modeli SAP2000 programının modelleme özellikleri ve kurallarına göre hazırlanacaktır. Yapının matematiksel modelinin oluşturulması için gerekli olan bütün geometrik boyutlar ve ölçüler, daha önce hazırlanmış olan projelerden yararlanılarak elde edilecektir.

4. ÇALI MA KAPSAMINDA SEÇ LEN YAPILAR

4.1. Büyük Sinagog Binası



ekil 4.1. Büyük Sinagog Binası Vaziyet Planı

Edirne Büyük Merkez Sinagog binası büyük bir kompleks olarak 1907 yılında yapılmı tır. Edirne ili, Kaleiçi semti, Dilaver Bey Mahallesi, 18 ada, 4 parselde bulunan komplekste sinagog binası ile birlikte Orhaniye Caddesinde girilen dari Bina ve mü temilat binası (Midra binası) vardır. Yakla ık 1,5 dönümlük arazi içinde yapılmı tır.

Büyük Sinagog binası, giri yönü Maarif Caddesine bakan ve yan bahçe duvarlarından ortalama 6m çekilerek güneybatı, kuzeydo u yönüne dik gelecek ekilde ön cephesi dikkörtgen kısa kenarı Maarif Caddesine paralel gelecek biçimde yerle tirilmi olup 30 m x18 m boyutlarında dikkörtgen formda belli akslarda demir putrellerle destekli karkas

bir binadır. Sinagog binası dı tan dı a 30 m x 18m ebatında dikdörtgen formlu bir yapıdır. Arazi üzerinde Maarif Caddesine bakan cephesi dar kenarı gelecek ekilde yerle tirilmi tir.

Bu caddeye bakan cephesi giri cephesidir. Bununla beraber serbest boyda olan do al ta dö emelerin yan bahçe duvarlarına kadar bahçe içerisinde devam etti i görülmü tür. Avlu kotundan 9 basamak ile giri sahanlı na çıkılır. Merdivenler ta tır. Giri sahanlı nın dö emesi karo simandır. Giri sahanlı ndan sinagog içerisine ah ap kapıdan girilir. Geni lik ve yükseklikleri aynı olan kapılar masif me edir, üzerlerine mat cila yapılmı tır. Kapı kanatlarında dü me dı nda fazla bir hasar yoktur. Kapı e i i giri sahanlıktan yüksektedir. Sinagog binası zemin kotu e ik üst kotu ile aynıdır. Sinagog zemini dö emesi de karo simandır.

Bakımsızlık ve kar yükü nedeni ile 1995 yılında çöken çatı molozları ile bu yük nedeni ile yıkılan sütun ve beden duvarlarının kalıntıları sinagog içine ve bahçeye yı ılmı tır. uan restorasyon çalı maları devam eden yapıdaki tüm moloz yı nları kaldırılmı beden duvarları tamamlanmı çelik karkas sisteminin büyük bir kısmı tamamlanmı tır.

4.1.1. Yapım Tekni i ve Malzeme Özellikleri

Yapı çelik ve yı ma karma bir sistemde yapılmı tır. Bina içerisinde 5 aks uzun kenarda 2 aks kısa kenarda sütunlar konulmu tur. Sütunlarda 'I' profilin ankraj edilmi tir. Sütun aralarındaki ve sütun ile beden duvarları arasındaki kiri lerde 'I' profildir. Sütun sisteminde tu la sadece kaplama olarak kullanılmı tır. Asıl ta ıyıcı çeliktir. Kiri lerin üzerinde ah ap kaplamalar ile kapatılmı tır. Yapının dı beden duvarları tu ladır bu hatta çelik kullanılmamı tır. Sütunları beden duvarına ba layan çelik kiri ler duvara oturur. Kiri ler üst kotlarında demir lamalarla birbirine ba lanmı ve rijitlik sa lanmı tır. Sütunlar birinci kat hizasına kadar ayaktadır. Ancak çatı çökmesinden gelen yüke dayanamayan sütunların üst bölümleri yıkılmı ya da burularak a a ıya do ru yatmı tır. Kuleler hemen hemen aynı ebattadır. çten içe ortalama 3.25 m.x 3.25 m' dir. Kapı kar ı ndaki ah ap strüktürlü merdivenlerden yukarıya çıkılır. Merdivenler malzeme açısından iyi durumdadır ancak yıpranmı tır. Küpe teleri ah aptır, korkuluk ve küpe telerinin ço u kırılmı tır ve yoktur. Merdivenlerin ilk iki basama ı ta tır ve baba ilk basamak ta na oturtulmu tur. Zemin karo dö emedir.

Birinci kat dö emesi ah ap rabitadır. Giri bölümü üst dö emesi volta dö eme olarak yapılmı , 'I' ların üzerine ah ap kadranlar konularak ah ap rabita dö enmi tir. Sa ve sol yandaki galeri katlarında ise sütun aks aralarında ah ap kiri ler atılmı üzerleri ah ap rabita ile dö enmi tir. Kar yükü ve bakımsızlıktan 1995 yılında çatısı çöken yapının çatı sistemi Dikdörtgen plan emasına sahip yapının çatısı be iktir. Be ik çatı üzerinden sa ve solda yer

alan kuleler yükselir. Kulelerin üst örtüsü merkez tonozdur. Çatı örtüsü arduzdır. Arka ve ön cephede be ik çatı üçgen alın olarak yükselen parapete dayanır. . Çatı karkasının ah ap oldu u eski foto raflardan tespit edilmektedir. Çelik ayaklı sütunları üst kotta çelik kiri ler birle tirmekte, çatı strüktürü ah ap olarak bu sisteme oturtulmaktadır.

Yapının Mevcut Durumu

Sinagog binası, plan ölçüleri yakla ık olarak 17.11m x30.65m olan dikdörtgen ekilli bir alana oturan ve mevcut durumu itibariyle yan cephelere kom u hacimlerde iki, orta hacimde tek katlı yı ma kargir ve çelik çerçeve sistemli karma bir yapıdır, Ara katlı hacimlerde zemin kat yüksekli i 3.38 m, birinci kat yüksekli i yakla ık olarak 5.00m'dir. Yapı enine do rultuda aks aralıkları 4.30 m + 8.50 m + 4.30 m olmak üzere üç açıklıktan, boyuna do rultuda aks aralıkları 3.80 m + 6 x 4.25 m olmak üzere yedi açıklıktan olu maktadır. Yapının çatı sistemi be ik çatı olarak çelik NPI 120 profillerle düzenlenmi olup, çatı kaplaması marsilya kiremit olarak seçilmi tir. Yapının ön cephesindeki 4.50 m x 4.50 m plan ölçülerine sahip çan kulelerinin çatıları ile yapının orta bölümünde olu turulmu olan 10.00 m x 10.00 m plan ölçülü çatı feneri haçvari tonoz olarak düzenlenmi tir. Çan kulelerinin en üst kotları 17.75 m olarak belirtilmi tir. Çatıyı ta ıyan çelik ta ıyıcılar yan cephelerde ta ıyıcı duvarlara iç akslarda ise etrafı tu la ile kaplanmı olan NPI120 profillerle olu turulmu kolonlara mesnetlendirilmi tir. Birinci kat dö emesi düzeyinde çelik kolonlar boyuna do rultuda 2NPI120 profilleriyle ba lanmı lardır. Dö eme kiri leri ah ap olarak seçilmi olup ön/arka cephelere paralel do rultuda 46 cm aks aralıklarıyla düzenlenmi lerdir. Mevcut durumda kulelerin çatıları hariç yapının çatısı tamamen, kat dö emeleri ise kısmen göçmü durumda olup restorasyon çalı malarında yapının çelik karkas ve makas sistemi tamamlanmak üzeredir.

Çatı sistemi yapının enine do rultusunda alt ve üst ba lı ı NPU200, örgü çubukları NPI200 olan kafes sistem, NPI120 profilleri ile olu turulan a ıklar ve çatı düzleminde L60.60.6 profilleri ile olu turulan stabilite ba lantılarından olu maktadır. Çatıda haçvari tonoz ekindeki fenerin ana ta ıyıcıları HEA180 profilleri ile olu turulmu tur. Ara kat dö emesi HEB180 profilleri, dü ey ta ıyıcı elemanlar enkesit ölçüleri 300 mmx300 mm et kalınlı ı 15mm olan kutu profiller ile olu turulmu tur. Yapının temeli boyuna do rultuda sürekli temel olarak seçilmi olup temel enkesit ölçüleri yan cephe kolonlarında 300 cm/60 cm, iç aks kolonlarında 200 cm/60 cm olarak seçilmi tir. Kolonlar enine do rultuda 25 cm/60 cm enkesit ölçülerindeki ba kiri lerle ba lanmı lardır.

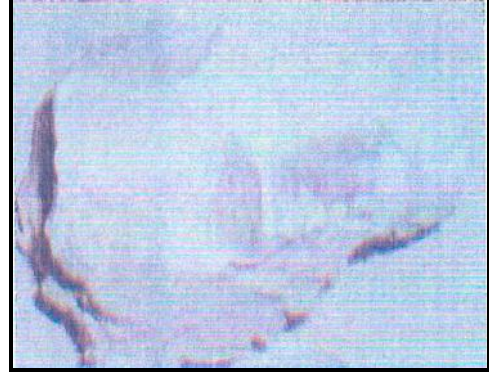
4.1.2. Büyük Sinagogta Kullanılan Yapı Elemanlarının Labaratuvar Deneyleri

Yapıda kullanılan do al ta ve tu lalara ait deneyler ve gözlemler a a ıdaki gibidir.

ç Bölümlerdeki Sutun Ba ı Örne i: Kirli beyaz renkli az miktarda gözenek içeren, ayrı mı ve tozuayan yapıda, içersinde % 10 oranda CaCO_3 -%90 oranda silis (asit kaybı deneyi sonucunda belirlenen) içeren bir killi bir ta örne idir (TÜ 2007).



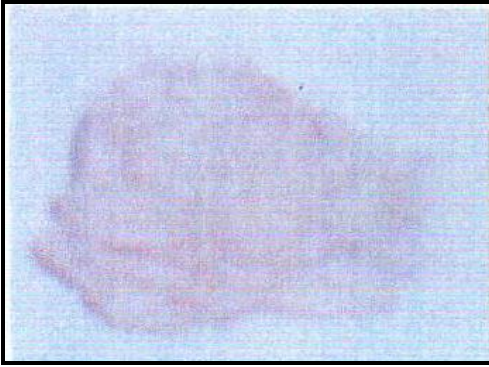
(a)



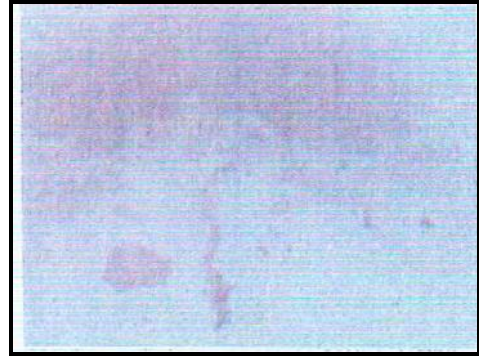
(b)

ekil 4.2. Sutunba ı Ta Örnekleri (Sepetci ar iv)

Sutun Pabuç Örne i: Açık sarı renkli, sık bünyeli, sa lam yapıli içersinde az miktarda silis te bulunan kireç ta ıdır (TÜ 2007).



(a)



(b)

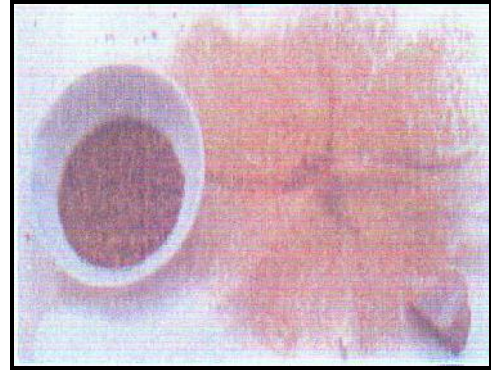
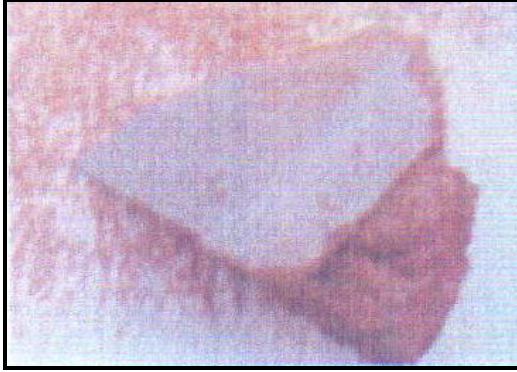
ekil 4.3. Pabuç Ta Örnekleri (Sepetci ar iv)

Bahçe Duvarı Ta ı: Açık sarı renginde sık bünyeli mikritik yapıli içersinde % 93-97 oranında CaCO_3 içeren saf bir kireç ta ı örne idir (TÜ 2007).



(a) (b)
ekil 4.4. Bahçe Duvarı Ta Örnekleri (Sepetci ar iv)

Volta Dö eme Tu lası : Koyu kırmızı renkli, az bo luk içeren yakla ık 800 °C' nin üzerinde pi irilmi bir tu la örne idir (TÜ 2007).



(a) (b)
ekil 4.5. Volta Dö eme Tu la Örnekleri (Sepetci ar iv)

Sinagog Duvar Tu lası: Koyu kırmızı renkli, az bo luk içeren yakla ık 800 °C' nin üzerinde pi irilmi bir tu la örne idir (TÜ 2007).



(a) (b)
ekil 4.6. Sinagog Tu la Örnekleri (Sepetci ar iv)

Çizelge 4.1. Büyük Sinagog Ta Örneklerinde Yapılan Asit Kaybı Deneyinin Sonuçları
(Vakıflar ar iv)

Örnek	İlk A ırlık (gr)	Kalan Malzeme (gr)	Asit Kaybı (%)
Sütun Ba ı Örne i	11,29	10,06	10,0
Sütun Pabuç Örne i	2,35	0,50	80,0
Bahçe Duvarı Ta ı	10,16	0,70	93
Volta Dö eme Tu lası	8,63	8,40	2,5

Çizelge 4.2. Büyük Sinagog Ta Örneklerinde Yapılan Kızdırma Kaybı Deneyinin Sonuçları
(Vakıflar ar iv)

Örnek	550°C' deki Kayıp (%)	1050°C' deki Kayıp (%)	CaCO ₃ Miktarı (%)
Sütun Ba ı Örne i	6,6	2,96	7,0
Sütun Pabuç Örne i	1,25	38	86
Bahçe Duvarı Ta ı	0,46	43	97
Volta Dö eme Tu lası	0,70	1,02	2,30

Çizelge 4.3. Büyük Sinagog Ta Örneklerinin Özgül A ırlık Değerleri (Vakıflar ar iv)

Örnek	Özgül A ırlık (gr/cm ³)
Sütun Ba ı Örne i	2,46
Sütun Pabuç Örne i	2,61
Bahçe Duvarı Ta ı	2,61
Volta Dö eme Tu lası	2,49

Yapının duvarları Osmanlı tu lası olup dı yüzeylerinde sarma ık bitki örtüsü nedeni ile a ırı derecede biyolojik bozulmaya u ramı tır. Tu la üzerine kaba sıva ve sarı renkli ince sıva atılmı tır. nce sıva derzlenerek blok kesme ta örgü görüntüsü verilmi tir. Cephelerde görülen pencere ve kemer söveleri ta görüntüsü verilmi puzolanik veya çimento katkılı sıvadır.

Yapıda kullanılan harç ve sıvalara ili kin deney ve sonuçları incelendi inde iç sıvalarda kirli beyaz renkli kireç ba layıcılı ve içerisinde ince açık renkli dere kumu ve çakılı olan ve içerisinde de bir miktar alçı olduğu tahmin edilen sıva dı sıvalarda agrega olarak inece sarı kum ve dere çakılı bulunan, bir miktar beyaz çimento veya puzolan katıldı ı tahmin edilen kireç yapılı bir sıva kullanılmı tır (TÜ 2007).

Çizelge 4. 4. Büyük Sinagog Sıva ve Harç Örneklerinde Yapılan Asit Kaybı Deneyinin Sonuçları(Vakıflar ar iv)

Örnek	İlk A ırlık(gr)	Asitten Kalan nce Malzeme(gr)	Kalan Malzeme (gr)	Asit Kaybı(%)
Profil Sıva Örne i	6,78	1,27	4,32	29,00
Büyük Sinagog ç Sıva Örne i	31,74	8,34	25,00	21,00
Büyük Sinagog Dı Sıva Örne i	12,15	0,80	9,64	21,00
Bahçe Duvarı Harcı Örne i	7,46	1,02	7,30	2,10

Çizelge 4.5. Büyük Sinagog Sıva ve Harç Örneklerinde Yapılan Kızdırma Kaybı Deneyinin Sonuçları (Vakıflar ar iv)

Örnek	550°C' deki Kayıp (%)	1050 °C deki Kayıp (%)	CaCO3 Miktarı (%)	Ca(OH)2 Miktarı (%)
Profil Sıva Örne i	6,6	7,8	17,8	13,3
Büyük Sinagog ç Sıva Örne i	3,2	7,0	16,0	12,0
Büyük Sinagog Dı Sıva Örne i	2,6	9,20	21,0	16,0

Ca(OH)2 = Sönmü kireç

Çizelge 4.6. Büyük Sinagog Sıva ve Duvar Harcı Ba layıcı/Agrega Oranı (Vakıflar ar iv)

Örnek	Ba layıcı /Agrega Oranı
Profil Sıva Örne i	1/2
Büyük Sinagog ç Sıva Örne i	1/3
Büyük Sinagog Dı Sıva Örne i	1/4
Bahçe Duvarı Harcı Örne i	¼(Çimentolu veya Puzolan katkılı)

Çizelge 4.7. Büyük Sinagog Sıva ve Duvar Harcı Özgöl A ırlık De erleri (Vakıflar ar iv)

Örnek	Özgöl A ırlık(gr/cm ³)
Profil Sıva Örne i	2,57
Büyük Sinagog ç Sıva Örne i	2,47
Büyük Sinagog Dı Sıva Örne i	*

* Malzeme yetersizli inden hesaplanmamı tır.



ekil 4.7. Volta Dö eme ve Putrelleri (Sepetci ar iv)

Ah ap kiri li dö emelerde ana kiri ler tamamen çürümü tür volta dö emelerde ise putreller korozyona u ramı tır. Ancak restorasyon a amasında projesine göre mahfil dö eme kotunda ah ap kiri ler yerine I profillerle kiri ler yapılmı tır.

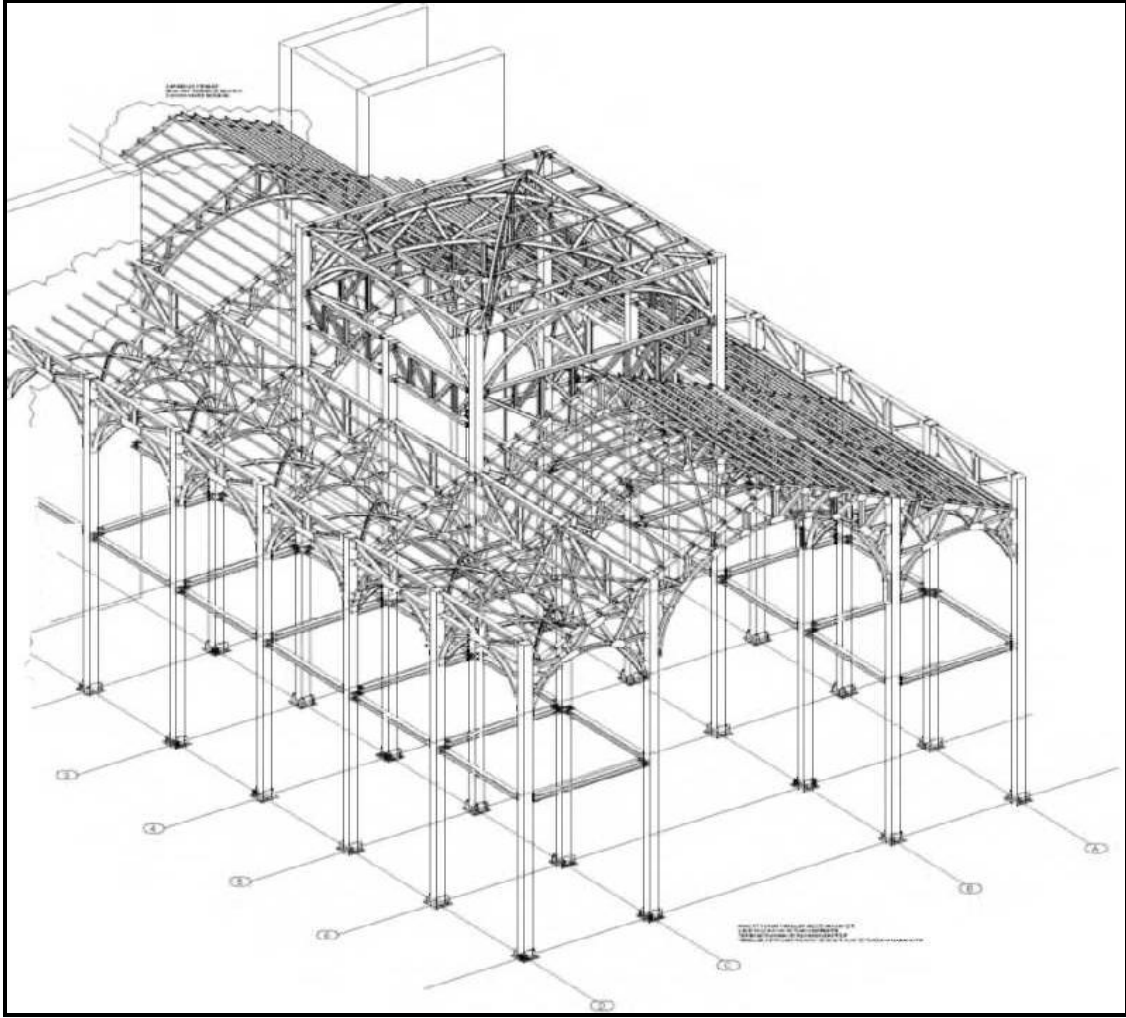
4.1.3.Yapının Mevcut Ta ıyıcı Sistemi ve Onarım Önerileri

Yapı ta ıyıcı sistemi tu la duvar ve kolonlar üzerine oturan kubbe ve ah ap tonozlardan olu maktadır. Dö emelerde ise yine ah ap konstrüksiyon bulunmaktadır. Bu durumda yapıyı yı ma kâgir yapı sınıfında adlandırabiliriz. Yapının onarım a amasında kazıları yapılmı ve temel sisteminin duvar altı ta temel oldu u görülmü tür. Balkonda bulunan tonozlar ah ap kâgir olup do rudan kolonlara oturtulmu tur. Kemerler ise büyük ana kubbeyi ta ımak için tasarlanmı ve üzerinde bulunan duvarlarla birlikte iç kısımda bulunan 6 adet kolona mesnetlenmi tir. Sistem çok simetrik ve dengeli bir sistemdir. Yeni yapılacak olan hiçbir i lemin bu dengeyi bozmasına izin verilmemelidir.

Yapının ana giri kapısının bulundu u ön duvar ve bu duvarın üzerine mesnetledi i sütunlar haricinde hiç bir duvarı tam olarak sa lam kalmamı , iki yanında duran kulelerin ise bir kısmının hasar gördü ü tespit edilmi tir. Ana kubbe ise tamamen çökmü durumdadır.

Yapının içinde bulundu u durum göz önünde bulunduruldu unda, giri kapısının bulundu u ön duvar dı nda kalan kısımların yeniden yapılandırılması gerekmektedir, bu

yapılandırma sırasında yapılacak olan işler yapının mimari estetiğini ve kullanılabilirliğini yeniden yaatabilecek amacına uygun olarak tasarlanmalıdır.

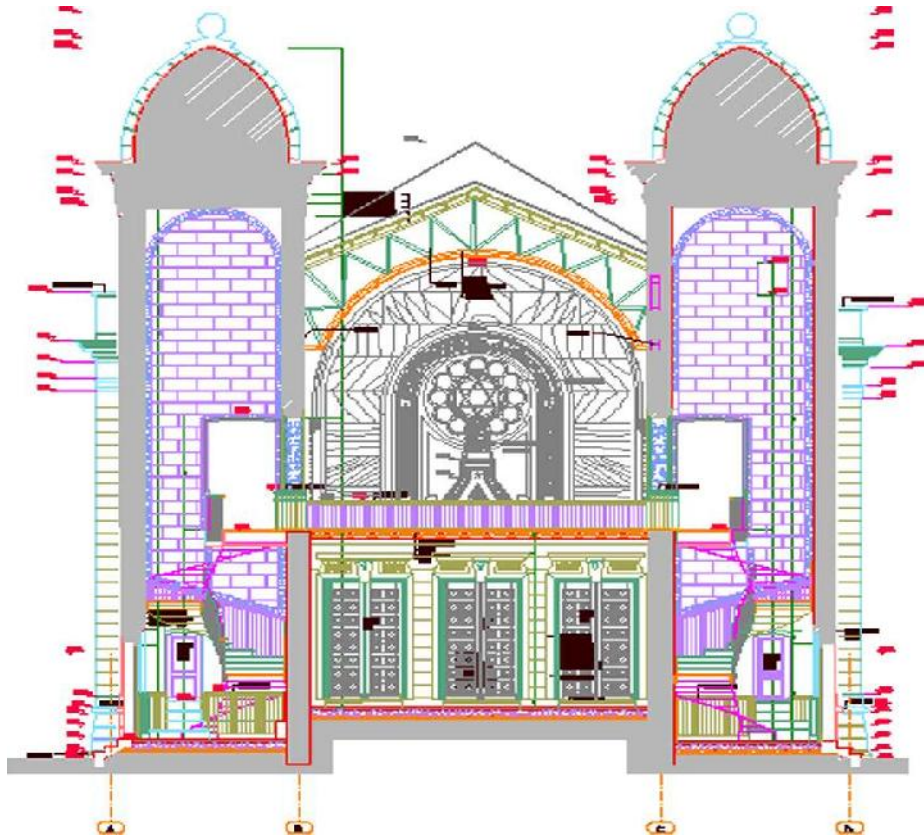


ekil 4.8. Büyük Sinagog Yapısının Çelik Konstrüksiyon Perspektifi (Vakıflar ar iv)

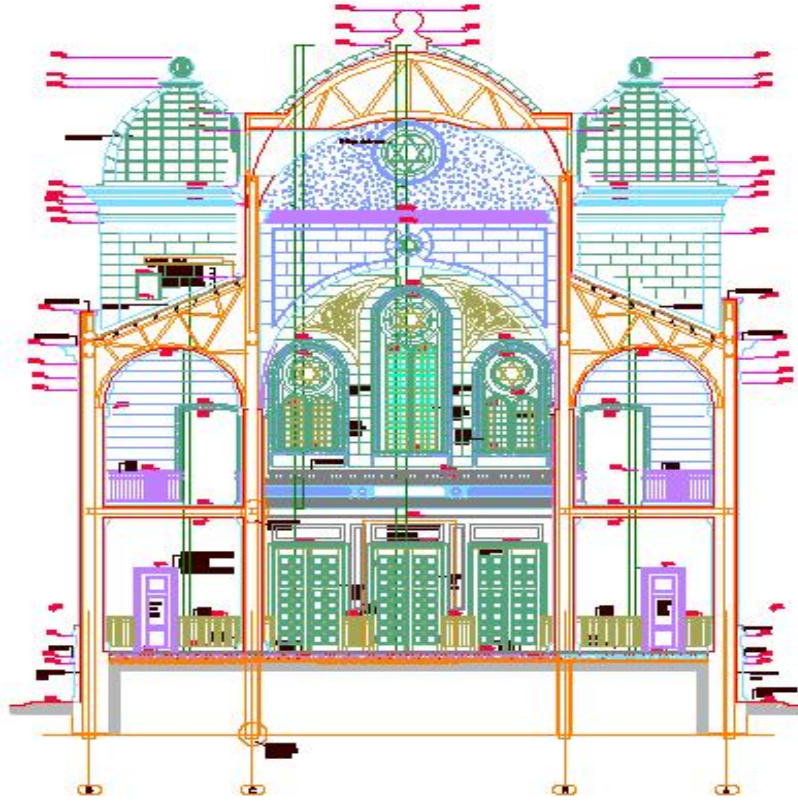
Yapının yan duvarlarının ayakta kalan kısımlarının herhangi bir yapısal performans göstermesi mümkün olmadığından belirli bir kota kadar yıkılıp yeniden yapılması gerekecektir. Böylece hem taşıyıcı sistemi oluşturulması daha kolay olacak hem de güvenli bir yapı elde edilecektir. Ancak mevcut kule kubbeleri ve giriş kapısının bulunduğu güneybatı cephesi korunarak güçlendirme ile orjinal halinde korunabilir. Kubbelerin dört tarafında bulunan kolonlar çelik kuaklama ile ya atılarak kolonların çekirdeğine baki kalmadan sistemin taşıması sağlanacaktır. Bu kulelerde restorasyon projesinde bulunan merdivenler taşıyıcısından duvarlarda da ankastre çelik kuaklama sistemi kullanılabilir.



ekil 4.9. Büyük Sinagog Beden Duvarları Görünü (Vakıflar ar iv)



ekil 4.10. Büyük Sinagog Çatı Sistemi ve Ön Görünü (Vakıflar ar iv Bkz. EK 1)



ekil 4.11.Büyük Sinagog Orta Aks Kesiti (Vakıflar ar iv Bkz. EK 2)

Güneybatı cephesinde ayakta kalan duvarda bozulan yerlerdeki tuflalar derinleştirilerek, dış cephesinde kullanılacak doğal puzolan veya hidrolik kireç katkılı sıva ile sağlam bir kaplama yapılabilir.

Pencere açıklıklarının çok sık ve yüksek olmasından dolayı bu açıklıkların arasında kalan duvarların donatılı olarak döşenmesi gerekecektir. Balkonun taşıma için kullanılacak ve duvarların ortasına gizlenecek olan çelik kolonlara balantılı olarak (tufla duvar arası çelik balantı) yapılması uygun olacaktır. Böylece kuvvetli bir kabuk sistem elde etmiş oluyoruz. Bu kabuk sistem yine güney batı cephesi duvarında önerdiğimiz gibi doğal puzolan veya hidrolik kireç katkılı dış cephe sıvası ile çok daha uzun ömürlü hale gelecektir.

Balkonun taşıyacak olan iç kolonlar ise çelik profillerden imal edilerek tufla kolonların içine gizlenebilir. Bu kolonlar balkonların yarattığı döşeme süreksizliği ve yükseklik nedeniyle narinlik etkisi altında kalacaklarından kesitler büyüyecektir. Görüldüğü kadarıyla mimari buna müsaittir. Bütün bu çelik kolonlar birbirilerine çelik profil kirişlerle birbirine balanarak iskelet oluşturulmuştur.

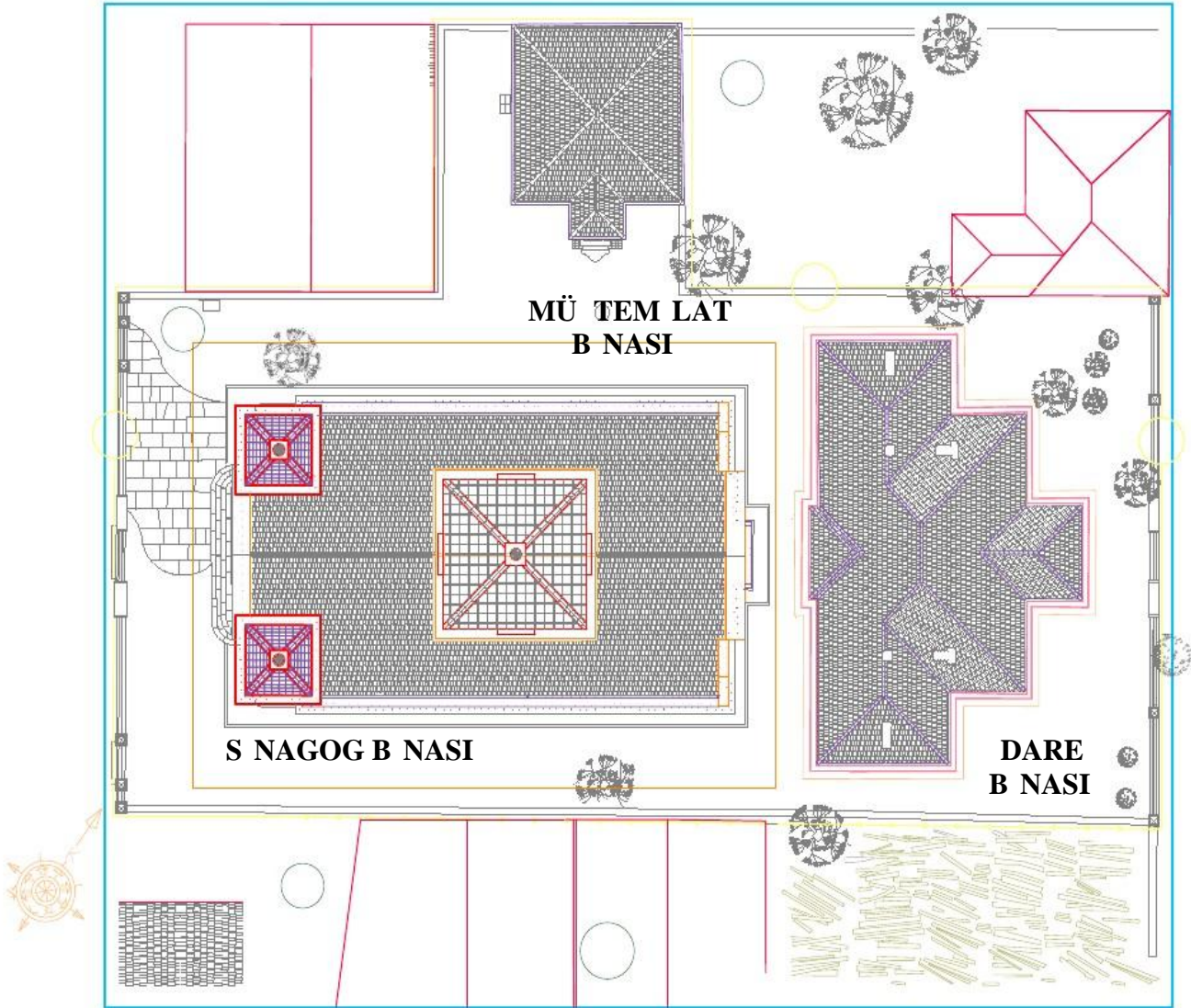
Arka ve ön duvarların yeni yapılacak olan yan duvarların birbirilerine birleştirilebilmesi için köşelerden her iki ekseninde pencere boşluklarına kadar çelik lamalarla

ku aklama uygulanması gerekecektir. Lamalar aynı zamanda duvardan birbirlerine ankrajlarla ba lanarak bütünlük sa lanacaktır.

Mahfil katında bulunan tonozların herbirinin ta ıtılabilmesi için, konsol için tasarlanmı olan çelik çerçeveler arasında orjinaline uygun e rilikte çelik ku aklar atılarak kubbe konstrüksiyonu olu turulabilir. Kolonlar birbirilerine ba lanırken orjinaline uygun olarak büktürülmü çelik profiller kullanılabilir. Bu profiller ters NPU ile yapılırsa aynı zamanda kemer üzerinde bulunan duvarının kalıbını olu turmu olacaktır. Kemerlerin üzerine oturdu u kolonlar yukarıya kadar devam ettirilerek yapının üzerinde bulunan ana kubbeyi ta ıması sa lanabilir. Burada ise büyük kubbeyi ta ıyacak olan 6 adet kolon birbirileine çelik profil kiri lerle ba lanarak, yine küçük tonozlarda oldu u gibi aynı ku ak sistemi kullanılarak kubbe konstrüksiyonu olu turulabilir. Kısa eksendeki kemerlerin ta ıtılabilmesi için açıklık 7,5 mt oldu undan tek bir NPU profil yeterli gelmeyecektir. Bu kemerlerin konstrüksiyonu tavanda gizlenebilece inden, birbirilerine a ıklarla ba lanan çelik makaslarla sa lanabilir. Bu makasların yükseklikleri 75-80 cm olaca ından kolaylıkla çatı içerisine gizlenebilir. Bu makaslar aynı zamanda yapının zayıf ekseninde olu abilecek zorlanmalarda dinamik performansını artıracaktır.

Balkonlarda dö eme sistemi olarak kompozit dö eme sistemi seçilebilir. Ana kiri ler arasında yapının uzun ekseni do rultusunda yan duvarların paralel olarak yapılacak tali kiri lerin üzerine oturtularak hafif bir dö eme sistemi olu turulabilir. Çatı konstrüksiyonunun ise, olu turulmu mevcut sisteme mesnetlenerek hafif olması amacıyla, ah ap olmasında fayda vardır. Böylece bütün sistemin süreklili i sa lanmı olacaktır.

4.2 Büyük Sinagog dare Binası



ekil 4.12. dare Binası Vaziyet Planı

Orhaniye caddesinden girilen bina sinagog binasının arka tarafında aynı aks üzerinde yer alır. dari bina olarak geçse de bazı kaynaklarda okul olarak yapıldığı bilgisi vardır. dari bina havranın en büyük ikinci yapısıdır. Kaynaklardan yapının balkan savaşlarının başlaması nedeniyle tamamlanmadığı belirtilmektedir. Mevcutta da bina incelendiğinde yapının bitirilmediği görülür. Kapı ve pencere yerleri olsa da doğrama takılmadığı, binanın iç bölümlerinin tam olarak bitirilmediği görülür. Yapı tuğladan yapılmıştır. Yapı iç ve dış duvarlarında sıva yoktur. Özellikle cephelerde tuğla örgüde pencere üst kotlarında hareketlilik verilerek özellikli bir mimari uygulanmıştır.

Çatı karkası tamamen yok olmuştur. Çatısının çökmesi nedeniyle ahşap kirişli döşemelere yük gelmesi, atmosferik koşullara binanın açık olması ahşap kirişlerinde büyük

bir kısmının yıkılmasına neden olmuştur. Zaman içerisinde ya malanan binada yapı elemanları dahi kalmamıştır.

Yapıya Orhaniye caddesine bakan bahçe içerisinde girilir. Giri bölümü yapı beden duvarından öne doğru çıkma yaparak vurgulanmıştır. Kemerli üç kapıdan giriş sahanlığına ulaşılır. Kapı sütunları ve kemreleri taş kaplamadır. Giri sahanlığına sağ ve sol yanlardan da giriş verilmiştir. Cephe girişindeki üç açıklık aksında yer alan 3 kapı aksından geçtikten sonra ana mekân girilir. Bodrum, zemin ve birinci kattan oluşan yapının tüm kat döşemeleri yıkılmıştır. Zeminin tamamen moloz yığını, etraftan atılan çöp yığını ve bitkilerle kaplıdır. Çeriye girildiğinde bina duvarları tespit edilse de sadece bodrum kat seviyesinde dolaşılabilmektedir.

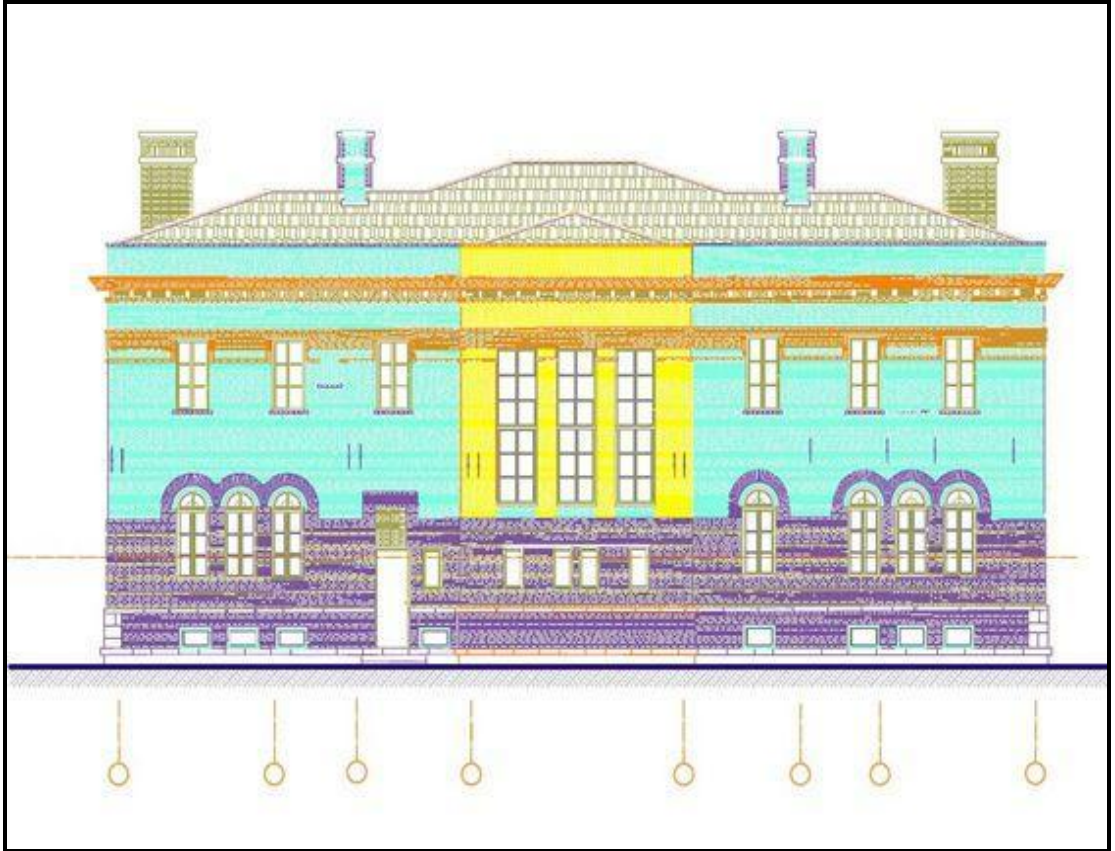
Giri bölümünün olduğu aks arka cepheden de dışarıya doğru 57 cm. çıkma yapılmıştır. Mevcutta tüm döşemeler yıkılmıştır ve katlar arasında bağlantı kuran merdiven yoktur. Yapıya ilk bakıldığında ve bitirilmemiş olduğu düşünüldüğünde merdivenin belki de hiç yapılmadığı akla gelse de ahap kirişlerin duvardaki saplama yerlerinin olması, birkaç mekânda ahap kirişlerin kalması ve alt bölümlerinde bacadı çıtaların çakma izi olması, çatının bitirilmiş olması merdiveninde varlığını gösterir. Bina içerisinde merdiven yerine daire izi rastlanmamıştır. Ancak benzer yapı emaları incelendiğinde giriş aksında arka cepheye bitişik konumlandırılmış olması yüksek bir ihtimal olarak görülmüştür. Merdiven basamak yerlerine duvarlarda rastlanmaması da merdivenlerin ahap olup, limon kiriş ile yapıldığını göstermektedir. Yapı planı orta aksa açılan mekânlardan oluşur. Mekân plan emaları dikdörtgendir ve plan emasında geri öne doğru çekilerek hareketlilik vermiştir. Aynı zamanda bu cepheye de hareketlilik kazandırmıştır. Yapıya daha basit bir gözle bakıldığında giriş bölümü öne doğru çıkma yapan 'T' plan eması görülmüştür.

Tuvalardan yapılan kagir bina bodrum kat duvar kalınlığı 68-60 cm. arasında değişirken zemin kat ve birinci kat duvarları 60-55 cm. arasında değişmektedir. Bu ölçü tespitlerine göre yapı duvarları bodrum kattan üst katlara doğru inceleyerek çıktığı söylenemez. Çünkü bina mekânlarında bir duvar üst kata kadar aynı doğrultuda çıkarken diğer bir duvarda üst kat duvarları inceleyerek yukarıya doğru çıkmaktadır ve her mekânda bu sistem farklı duvarlarda yapılmıştır bu nedenle zemin kat ve bodrum kat duvar örüm sisteminde belli bir sistematiği yoktur. Çatı üzerinde bir bölümü yıkılmış olan bacalar vardır.

Yapının yenilenme projesinde okul seviyesine uygun olarak atölyeler yapılmıştır. Zemin kat ve birinci katta çeşitli sanatların derslerinin verildiği atölyeler ve sergileme salonları tasarlanmıştır. Yönetim birimleri yine bu binada zemin kattadır. Bodrum katta ise tuvaletler ve depolar vardır. Bina binasının kat planları (Bkz. EK 3).



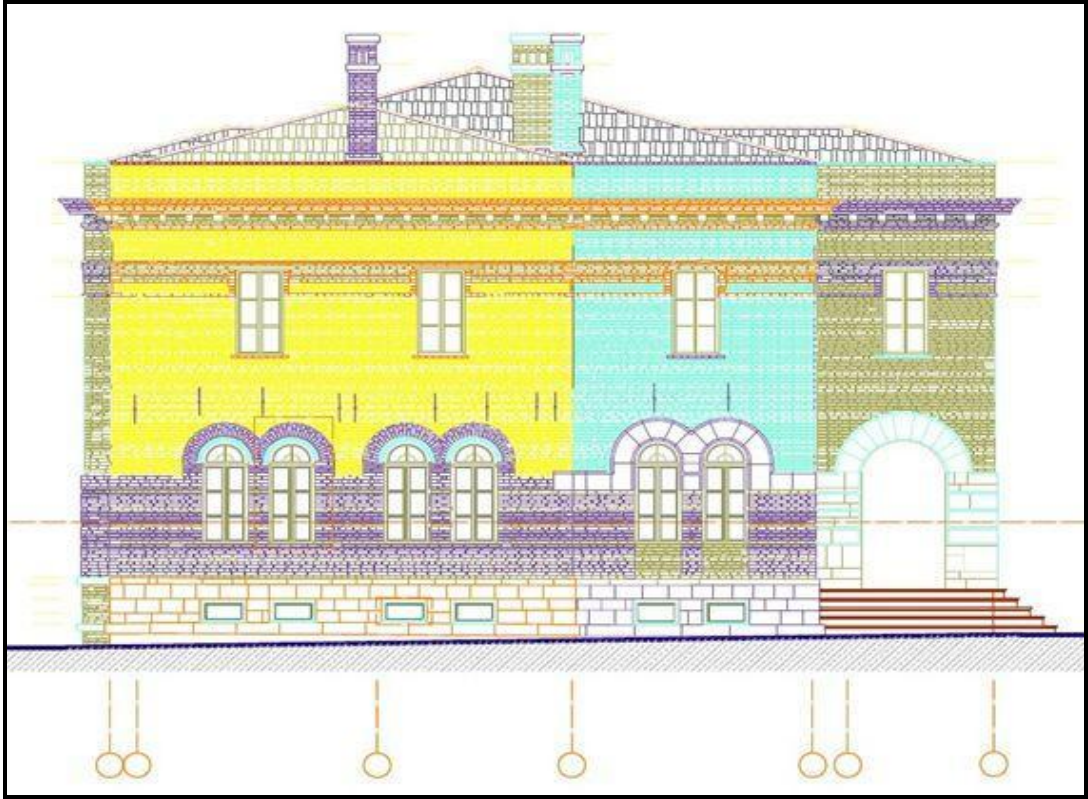
ekil 4.13. dare Binası Tu la Duvarları Görünü (Sepetçi ar iv)



ekil 4.14. dare Binası Arka Görünü (Vakıflar ar iv)



ekil 4.15. dare Binası Ön Görünü (Vakıflar ar iv)



ekil 4.16. dare Binası Sol Yan Görünü (Vakıflar ar iv)

Yapının Zemin Özellikleri

Temel zemininin durumunu belirlemek amacıyla hazırlanan Zemin Etüd Raporu'na göre yapı çevresinde 2 adet 20.00 m derinlikte sondaj kuyusu açılmış, her kuyudan 7 adet olmak üzere toplam 14 adet SPT deneyi yapılmıştır. Sondajlardan edinilen bilgiye göre temel zemini 0.00-10.00m aralığı dolgu, 10.00-20.00 m aralığı sıkı-çok sıkı kum çakıl araldanmasından oluşmaktadır. Açılan sondajlarda 4.00 m derinlikte yeraltı suyuna rastlanmıştır. Çalınan mada zemin emniyet gerilmesinin $\sigma_{zem}=1.50 \text{ kg/cm}^2$, döl yatak katsayısının $K_v=1100 \text{ t/m}^3$, yerel zemin sınıfının Z2, zemin karakteristik periyotlarının $T_A=0.15 \text{ s}$ ve $T_B=0.60 \text{ s}$, Etkin Yer vmesi Katsayısının $A_0=0.10$ alınması önerilmektedir. Raporunda, inceleme alanında açılan sondaj kuyularında 10.20 m derinliğe kadar izlenen çakıllı kumlu kil biriminden oluşan dolgunun SPT/N30 değerleri 4-11 arasında olduğundan ve 4.00 m derinlikte yeraltı suyuna rastlandığından zeminde sıvılaşma riskinin bulunduğu belirtilmekte ve zemin iyileştirme yöntemlerinden bir veya birkaçının uygulanması önerilmektedir (Vakıflar ar iv).

4.2.1. Yapının Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Tuğladan yapılmış sistemle yapılan bina duvarları demir lamalarla birbirine iç kısımdan bağlanmıştır. Cephelelerden duvar akslarında çıkan kılıçlar bu bağlantıları göstermektedir. Mevcutta bakımsızlık ve atmosferik koşullar nedeniyle tüm döşemeleri ve çatısı çöken yapının beden duvarları taşıyıcı sistemi iyi durumdadır. Pencere boşluklarının bazılarında ve köşe noktalarda çatlaklar vardır ancak; sistem tehlikeli durumda değildir. Zemin kat ahşap döşemeleri yüksekliği 10x16 olup aks araları ortalama 30 cm'dir. Birinci kat döşemeleri ortalama 5x30 ebadındadır ve aks araları 28 cm'dir. Bodrum kat zemini moloz ile doludur. Çalınma sürecinde belli noktalardan kazı yapılsa da çok fazla derine inilememiştir ve bodrum döşemesi tespit edilememiştir. Uygulama sırasında kazı çalışması yapılarak bodrum kat döşeme ve sistemi tespit edilmeli ve bilgiler ışığında restorasyon yapılmalıdır. Çatı strüktürü tamamen çöксе de sistem olarak ahşap yapıldığını söylememiz yanlış olmaz. Birinci kat pencerelerinde lento olarak 3 adet 'I' profilli kullanılmıştır. Döşeme sistemi ahşap olan yapıda duvarlar çift 'I' kiriş sistemi kullanılmıştır.

Bina plan ölçüleri 26.06 m x 14.93 m olan yaklaşık olarak dikdörtgen ekilli bir alana oturan bodrum kat, zemin kat ve bir normal kat olmak üzere toplam üç katlı yapıdır. Bir binadır, kat yükseklikleri bodrum katta 2.52 m, zemin katta 4.10 m, birinci normal katta 4.19m'dir. Taşıyıcı duvarlar bodrum katta moloz taş ile birlikte yapılmış olup, diğer katlarda

yı ma tu la ile olu turulmu tur. Duvar kalınlıkları bodrum katta 60~65cm, zemin katta 50~55cm, birinci normal katta 40~50cm olarak de i mektedir. Dö emeler ah ap olarak düzenlenmi olup kiri aralıkları bodrum katta 36cm, di er katlarda 35 ~ 40cm, kiri enkesit boyutları ise bodrum katta 10cm/16cm, di er katlarda 4.5cm/30cm olarak seçilmi tir.

4.2.2. Yapının Malzeme Özellikleri

Duvarlar, Osmanlı tu lası olup dı yüzeylerinde sarma ık bitki örtüsü nedeniyle a ırı derecede biyolojik bozulmaya u ramı tır, Cephelerde görülen pencere ve kemer söveleri do al ta bodrum kat kısmında do al ta ve tu la karı ık kullanılmı tır. Yine kat dö emelerinde ah ap demir lamalar tüm kat tavanlarının ba dadi puzolanik veya kireç katkılı sıvadır.

Tu la

Tu la numuneleri ç lerinde bo luk kalmayacak derecede ö ütölmü olarak toz boyutuna getirilmi malzeme kullanılmı tır. A ırlık ve hacim farklarını belirlemek için ölçekli ve ta ırmalı kap ve kapak sistemi (piknometre) kullanılır.

Çizelge 4.8. dare Binası Labaratuvar Deneyi Sonuçları (Vakıflar ar iv)

Edirne Merkez Büyük Sinagogu dare Binasına ait Tu la Özgül A ırlık						
Sonuç Çizelgesi						
Örnek	Kap	Kap+Num.	Numune	Kap+Su	K+S+Num.	P(gr/cm ³)
Tu la	29.94	58.33	28.4	80.69	98.42	2,66

Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deneyi

Kayaçların ya da malzemelerin dü ey yüklere kar ı gösterdi i direnci belirlemek için uygulanan mekanik bir deneydir. Kayaçlarda tabaka düzlemine dik olarak uygulanması daha mantıklı sonuçlar verir. Tabaka düzlemi kavramının magmatik kökenli kayaçların için bir geçerlili i yoktur. Bahsedilen malzeme magmatik kökenli kay aç oldu undan tabaka düzlemi kavramı geçerli olmayacaktır.

Çizelge 4.9. dare Binası Tu la Basınç Deneyi ve Kırılma Yüğü Sonuçları (Vakıflar ar iv)

Numune No	Kırılma Yüğü (kN)	Basınç Değeri (Mpa)	Numune No	Kırılma Yüğü (kN)	Basınç Değeri (Mpa)
1	13,91	8,69	4	11,00	6,88
2	13,05	8,16	5	8,47	5,29
3	11,14	6,96	6	12,58	7,86

Çizelge 4.10. İdarî Binası Tuğla Tek Eksenli Basınç Deneyi Ortalaması (Vakıflar arşivi)

Sinagog İdarî Binası	Örnek1 (MPa)	Örnek2 (MPa)	Örnek3 (MPa)	Örnek4 (MPa)	Örnek5 (MPa)	Örnek6 (MPa)	Ortalama (MPa)
Tuğla	8.69	8.16	6.96	6,88	5,29	7,86	7,31

Harç

Kızdırma kaybı deneyi, toz haline getirilen malzemenin sırasıyla 550°C ve 1050 °C’lerde püskürtülmesi ile yapılmıştır. Analiz sonucunda, malzemenin ağırlık değişimleri hesaplanarak bulunan kayıp oranları ve karbonat miktarları hesaplanır.

Harç örneklerinde yapılan kızdırma kaybı deneyinin sonuçları aşağıdaki Çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. İdarî Bina Derz ve Örgü Harcı Kızdırma kaybı deneyi sonuçları (Vakıflar arşivi)

Örnek	550°C’deki Kayıp (%)	1050 °C deki Kayıp (%)	CaCO ₃ Miktarı (%)	Ca(OH) ₂ Miktarı (%)
İdarî Bina Derz ve Örgü Harcı Örneği	4,6	7,0	16,0	12,0

Ca(OH)₂ = Sönmüş kireç

Çizelge 4.12. İdarî Bina Derz ve Örgü Harcı Bağlayıcı/Agrega Oranı (Vakıflar arşivi)

Örnek	Bağlayıcı /Agrega Oranı
İdarî Bina Derz ve Örgü Harcı	1/4

Çizelge 4.13. İdarî Bina Derz ve Örgü Harcı Özgül Ağırlığı (Vakıflar arşivi)

Örnek	Özgül Ağırlık(gr/cm ³)
İdarî Bina Derz ve Örgü Harcı	2,57

Doğal Taş İdarî bina dış cephe taş kaplamalar sövesi ve taş kemerler açık krem renginde sık bünyeli mitrik yapılı içerisinde az miktarda silis içeren (%20) “Marnlı Kalker” örneğidir. Taş örneğinde bulunan özgül ağırlık deneyi sonucunda taşın birim hacim ağırlığı 2,61 gr/cm³ olarak bulunmuştur (KUDEB 2012).

4.2.3. dare Binasının Yapısal Performansının ncelenmesi

Büyük sinagogun alanı içerisinde bulunan idare binasında kullanılan ve taşıyıcı sistemi oluşturan ana yapı elemanları olan beton duvarlar, bodrum taşıyıcı duvarlar, ahşap kirişli döşemeler tanımlanmıştır. dare binasının sonlu elemanlar modellemesinde kabul edilen bazı değerler Çizelge 4.14’te verilmiştir.

Çizelge 4.14. dare Binası Sayısal Modelleme Bilgileri

Deprem Bölgesi	4. Derece
Zemin Grubu	B
Kat Adedi	3
Bina Önem katsayısı	1,00 (Büro,Hastane vb.)
Q Normal katlarda	0,5 Ton/m ² (Büro,Hastane vb.)
Q Çatı	0,2 Ton/m ² (Az kullanılan alan)

Yapılan modellemeye ait bazı özellikler;

Yapının dış duvarları "genel kabuk elemanı" (Shell) ile tanımlanmaya uygundur. Bu nedenle, bodrum katta taşıyıcı duvarlar zemin ve birinci katta taşıyıcı duvarlar Shell elemanları ile modellenmiştir.

Ahşap, ana kiriş ve dişer kirişler çubuk (Frame) elemanlarıyla modellenmiştir.

Hesaplar için hazırlanan matematiksel model 23337 düüm noktası, 21333 Shell elemanı ve 1541 çubuk eleman kullanılarak oluşturulmuştur.

Yapıyı çevreleyen duvarların iç ve dış yüzeylerdeki gerilmeleri daha detaylı hesaplayabilmek ve kesit düzlemi içindeki kayma gerilmelerini dikkate alabilmek amacıyla duvarlar modellenirken, hesaplarda kullanılan bilgisayar programının bu tür elemanların tanımlanmasına olanak verdiği "Thick Shell" seçeneği tercih edilmiştir.

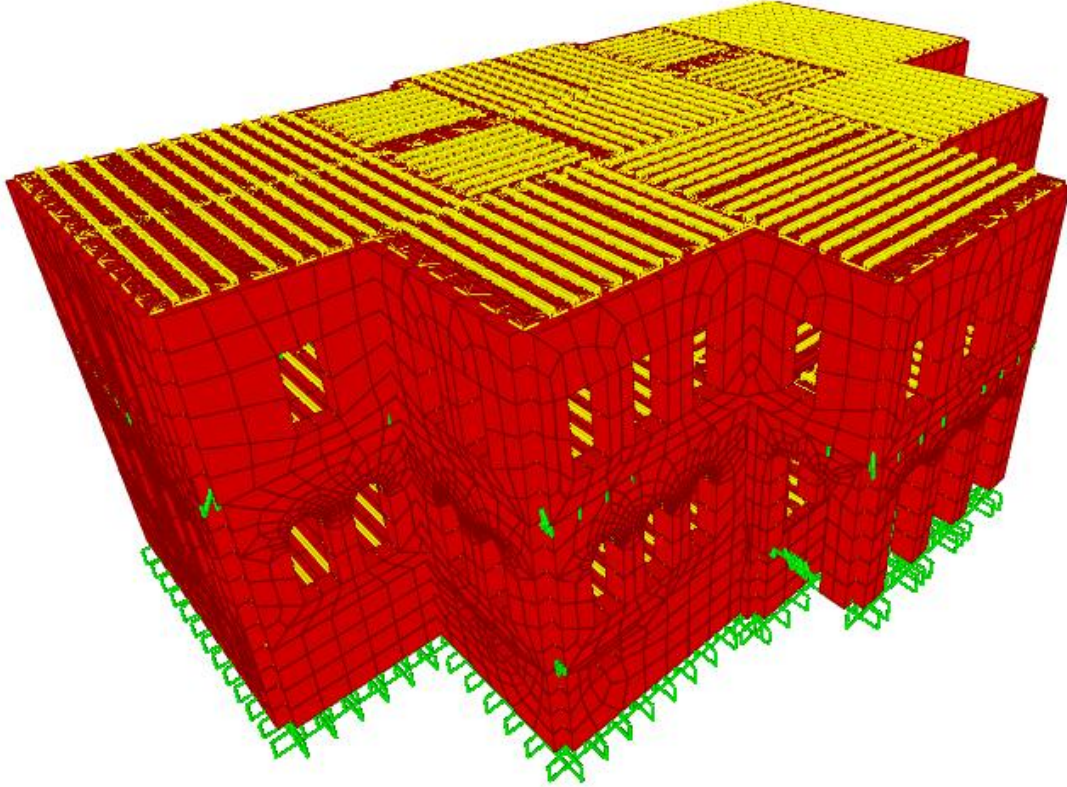
Malzeme örneği alma ve test etme olanakları bulunamadığından, bazı yapı elemanlarının malzeme özellikleri benzer yapılar için daha önce yapılan çalımlar sonucu üretilmiş ve uluslararası literatürde önerilen baıntılardan yararlanılarak, yürürlükte olan Deprem artnamesinde yapılar ve ahşap yapılar için önerilen değerler dikkate alınarak seçilmiştir.

Taşıyıcı yapı elemanlarının, harç ile birlikte tek bir malzeme özelliği gösterdiği varsayılarak, elastisite modülü ve birim ağırlık kabulleri yapılmıştır.

Deprem yüklemesinde 2007 yılı Deprem Yönetmeliği spektrum fonksiyonu kullanılarak yapılmıştır.

Hazırlanan hesap modeli üzerinde, sabit ve hareketli yükler ve deprem tepki spektrumu ile tanımlanan yer hareketinin yol açtığı zorlamaların göz önüne alındığı iki ayrı yükleme durumu uygulanmıştır. Spektrum, Respx ve Respy yüklemesi olmak üzere ayrı ayrı iki asal doğrultuda uygulanmıştır.

Yapının ahap çatı bölümünün sabit yükleri hesaplanırken, ana taşıyıcı ahap elemanlarının kendi ağırlıklarına ek olarak oturtma çatının da ağırlığı dikkate alınmıştır.



Şekil 4.17. Sap2000’de Kare Binasının Modellemesi

Çizelge 4.15. Sinagog Kare Binası Sonlu Elemanlar Modelindeki Malzeme Özellikleri

Eleman Tipi	Elastisite Modülü E (kN/m ²)	Birim Hacim Ağırlık (Ton/m ³)
Bodrum Duvarları (harç ile birlikte)	450000 (450 MPa)	2,61
Tulla Duvarlar(harç ile birlikte)	2013000 (2013 MPa)	1,80
Ahap Döşemeler	9000000 (9000 MPa)	0,6
Ahap Kirişler	9000000 (9000 MPa)	0,6

dare Binasının malzeme parametreleri incelendi inde zemin kat ve birinci kat duvarları dolu harman tu lası ortalama basınç gerilmesi 7,31 MPa' dır Çizelge 4.10.'dan alınmıştır. Bodrum kat duvarları ta ve tu la karışık duvarın laboratuvar basınç gerilmesi deneyi olmadığından ortalama basınç gerilmesi Akan A. 2010 çalışmasında ta duvar basınç emniyet gerilmesi de erinin 2007 deprem yönetmeli inde belirlenen de erin 3 katsayısı ile çarpılması sonucu elde edilen de er kullanılmıştır. Bizde bu çalışmada kullanılan bu de erleri kullanacağız.

Tu la duvar basınç emniyet gerilmesi duvar malzemesi emniyetli tarafta kalmak amacı ile Tu la $f_u:7,31$ ta ve tu la karışık duvarın basınç dayanımı harç malzemesi ile birlikte $f_d:0,5 \times f_u = 3,66$ MPa olarak alınacaktır. Tu lanın Elastisite Modülü Bayülke N (2011) "Yı ma Yapıların Deprem Davranışı Ve Güvenli i" konulu çalışmasında dolu harman tu lasının Elastisite Modülü $E= 550 f_d$ olarak hesaplanmıştır. Bizde bu çalışmada bu formülden yararlanacağız yine aynı çalışmadan passion oranı 0,18 olarak atayacağız. Tu lanın birim hacim a ırlı ı 1,8 t/m³ Çizelge 4.8.'den alınmıştır. Tek eksenli çekme dayanımı basınç dayanımının % 15'i temelini rijit oldu u kabul edilmiştir.

Çizelge 4.16. dare Binası Malzeme Grupları için Kabul Edilen Emniyet Gerilmeleri

Malzeme Tipi	Basınç Gerilmesi(MPa)	Çekme Emniyet Gerilmesi(MPa)	Kayma Emniyet Gerilmesi (MPa)
Tu la Duvarlar ve Kemerler	1,83	0.549	0,91
Ta ve Tu la Duvarlar ve Kemerler	0,9	0.270	0,53
Ah ap Sütun ve Kiri ler	8.7	7.8	1.4

Deprem hesabı sonucunda ortaya çıkan kayma gerilmeleri (Kabuk elemanlarındaki S12 gerilmeleri) a a ıdaki denkleme göre hesaplanan kayma sınır gerilmesi (m) ile karşılaştırılacaktır.

$$m = o + \mu \quad (1)$$

Bu denklemdede m = kayma sınır gerilmesi , o = çatlama emniyet gerilmesi, μ = sürtünme katsayısı, ise duvar dü ey gerilmesidir. Ta ve tu la duvarlar için çatlama gerilmesi;

$$o(\text{tuğla}) = 0.15 \times 3 = 0.45 \text{ MPa olarak kabul edilecektir.} \quad (2)$$

$$o(\text{ta}) = 0,10 \times 3 = 0,30 \text{ MPa olarak kabul edilecektir.}$$

Deprem yönetmeli inde önerildi i gibi duvar dü ey gerilmelerinin ilgili yapı elemanları için belirlenen basınç emniyet gerilmelerinden büyük olmadığı varsayımı ile; ta duvarlar için kayma emniyet gerilmesi; (Akan A 2010).

$$m_{tugla} = 0.45 + 0.5 (1,83/2) = 0,91 \text{ MPa} \text{ olarak kabul edilecektir.}$$

$$m_{ta} = 0.30 + 0.5 (0,9/2) = 0.525 \text{ MPa} \text{ olarak kabul edilecektir.} \quad (3)$$

dare Binasının yapısal analizi (G+Q+EX) ve (G+Q+EY) yük kombinasyonunun toplamından oluşan MAX kombinasyonu SAP2000 sonlu eleman programı ile gerçekleştirilmiştir. Ancak bütün kabuk elemanları ve düüm noktaları ve taşıyıcı elemanlarda elde edilen, kuvvetler ve gerilmelerin tek tek incelenerek yorumlanması neredeyse olanaksızdır. Bu nedenle, analiz sonuçlarının yorumu, SAP2000 programının ürettiği renk kodlu ekil ve gerilme haritaları kullanılarak en elverişli durumlar dikkate alınarak yapılmıştır. Çizelge 4.17’de çeşitli yük durumu ve yük kombinasyonuna göre elde edilen taban kesme kuvveti ve dü ey yönde reaksiyonlar gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. dare Binası Taban Kesme Kuvvetleri ve Eksenel Kuvvetler

Yükleme tipi	Analiz Tipi	Amaç	X yönünde	Y yönünde taban	Dü ey yönde
			taban kesme kuvveti	kesme kuvveti	reaksiyonlar
			kN	kN	kN
G (Dü ey yük)	Doğrusal Statik				15002,7
Respx	Tepki Spektrumu	Max	1500,1	58,54	49,27
Respy	Tepki Spektrumu	Max	58,62	1510,53	70,22
G+Q+Ex	Kombinasyon	Max	1500,1	58,54	17820,33
G+Q+Ex	Kombinasyon	Min	-1500,1	-58,54	17721,79
G+Q+Ey	Kombinasyon	Max	58,62	1510,53	17841,28
G+Q+Ey	Kombinasyon	Min	-58,62	-1510,53	17700,84
MAX	Kombinasyon	Max	1500,1	1510,53	17841,28
MAX	Kombinasyon	Min	-1500,1	-1510,53	14932,49

Yapının toplam ağırlığı 15002,7 kN, X yönü doğrultusunda uygulanan deprem etkisi altında meydana gelen toplam taban kesme kuvveti 1500,10 kN modele göre Y yönü doğrultusunda uygulanan deprem etkisi altındaki toplam taban kesme kuvveti 1510,53 kN olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre, yapının maruz kaldığı taban kesme kuvveti x yönünde ve y yönünde toplam ağırlığının % 20’sine karşılık geldiği görülmektedir.

Ah ap kiri ler üzerine ah ap dö eme ekinde tasarlanan Yapının dö eme sistemi de frame ve kabuk eleman olarak modellenmi kaplama yükü ve hareketli yükler atanmı tır. Ancak biz bu çalı mada dö eme gerilmelerini dikkate almayaca ız. Yapı bodrumu ta duvarları ile zemin ve birinci kat tu la duvarlarını her aks için olu an MAX yükleme kombinezonunda olu an her elemanın kendi eksenine göre dü ey yönde olu an (Sap2000 programı formatına göre S22 olarak tanımlanan) basınç veya çekme gerilmeleri ile (Sap2000 programı formatına göre S12 olarak tanımlanan) S12 kayma gerilmeleri basınç ve kayma emniyet gerilmeleri ile kar ıla tırılması Çizelge 4.18.,Çizelge 4.19.'da yapılmı tır. Modlara göre periyotlar ve kütle katılım oranları Çizelge 4.20.'de gösterilmi tir. Her aks için MAX yükleme kombinezonunda olu an basınç ve çekme gerilmeleri diyagramları (Bkz. Ek 5).

Çizelge 4.18. dare Binası Duvarları Normal Gerilme Kontrolü

Yönü	Duvar Adı	S22 Basınç Gerilmesi (MPa)N/mm ²	Basınç Emniyet Gerilmesi (MPa) N/mm ²	Durum
X	7 Aksı	0,36	1,83	✓
	6 Aksı	0,20	0,9	✓
	5 Aksı	0,15	0,9	✓
	4 Aksı	0,23	0,9	✓
	3 Aksı	0,22	0,9	✓
	2 Aksı	0,11	0,9	✓
	1 Aksı	0,12	0,9	✓
Y	A Aksı	0,12	0,9	✓
	B Aksı	0,12	0,9	✓
	C Aksı	0,22	0,9	✓
	D Aksı	0,23	0,9	✓
	E Aksı	0,22	0,9	✓
	F Aksı	0,20	0,9	✓
	G Aksı	0,27	0,9	✓
	H Aksı	0,20	0,9	✓

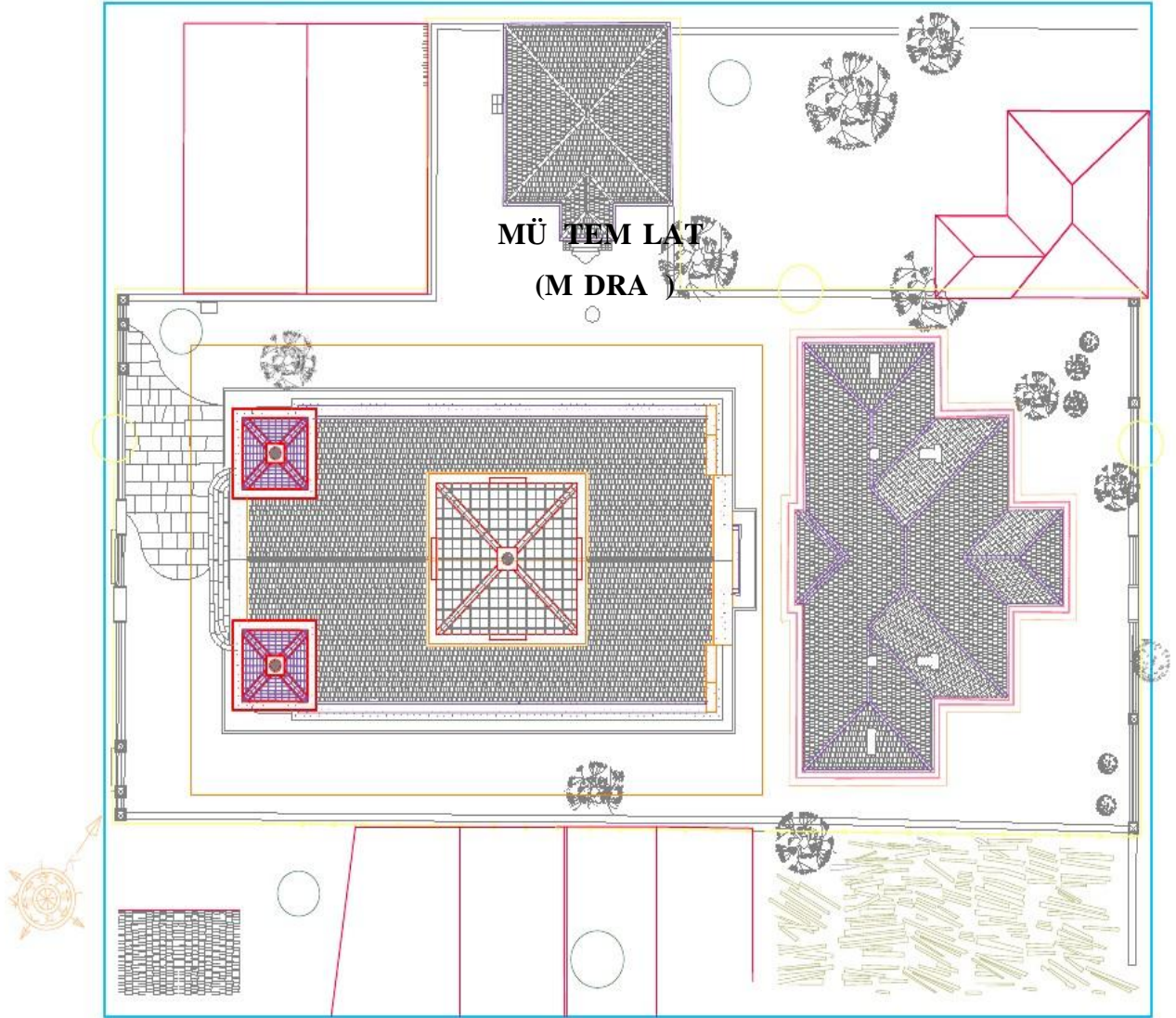
Çizelge 4.19. dare Binası Duvarları Kayma Gerilmesi Kontrolü

Yönü	Duvar Adı	S12 Kayma Gerilmesi (MPa) N/mm ²	Kayma Emniyet Gerilmesi (MPa) N/mm ²	Durum
X	7 Aksı	0,11	0,91	✓
	6 Aksı	0,10	0,91	✓
	5 Aksı	0,10	0,53	✓
	4 Aksı	0,16	0,53	✓
	3 Aksı	0,15	0,53	✓
	2 Aksı	0,10	0,91	✓
	1 Aksı	0,10	0,91	✓
Y	A Aksı	0,09	0,53	✓
	B Aksı	0,15	0,53	✓
	C Aksı	0,10	0,91	✓
	D Aksı	0,24	0,91	✓
	E Aksı	0,15	0,91	✓
	F Aksı	0,09	0,91	✓
	G Aksı	0,08	0,53	✓
	H Aksı	0,09	0,91	✓

Çizelge 4.20. dare Binasının Modlara Göre Periyotlar ve Kütle Katılım Oranları

Mod	Periyot (Sn)	X Yönü Kütle Katılım Oranı	Y Yönü Kütle Katılım Oranı
1	0,18	0,72	0,0
2	0,18	0,76	0,76
3	0,16	0,76	0,77
4	0,10	0,76	0,77
5	0,10	0,76	0,77
100	0,03	0,93	0,93

4.3. Büyük Sinagog Mü temilat Binası



ekil 4.18. Mü temilat Binası Vaziyet Planı

Yapı tek katlı kare planlı 10mx10m ebatında bir binadır. Giri cephesi sinagog binasının sol yan cephesine bakar (sinagog batı cephesi). Kaynaklardan haham için yapılan bir lojman oldu unu ö rendi imiz bina, daha sonraki dönemlerde cemaatin Edirne de azalması sonucu sinagog binası kullanılmadı ndan sinagog olarak kullanılmı tır. Yapı içerisindeki ehal ni inin de bu dönemde yapıldı ı dü ünülmektedir. Sinagog ve idari bina gibi bu yapıda bakımsızlık ve atmosferik ko ullar nedeni ile kötü durumdadır. Yapının çatısı sinagog binasının çatısının çökmesinden birkaç yıl sonra çökmü tür. Sinagogta oldu u gibi çatı yüküne dayanamayan orta akstaki bölücü duvarlarda çökme ve beden duvarlarından ayrılma olmu tur.

Kare planlı olan yapının giri bölümünde öne do ru çıkan giri saça ı vardır. Giri saça ı ile bina çatı örtüsü birdir. Bahçe kotundan mermer 4 basamaklı merdiven ile giri sahanlı ına çıkılır. Saçak iki dökme demir sütuna mesnetlenmi tir. Sütunun pabuç bölümü mermerdir. Üst ba lık bölümünde mermerden yapılmı tır. Saçak bölümünün tavan ah ap çita tanzimlidir. Giri sahanlı ının dö emesi ta tır. Ta eikten geçilerek içeriye girilir. Kapı mevcutta yoktur. Ah ap pencereler mevcuttur. Kapı açıklı ından dikdörtgen mekanlı bir odaya girilir. Odanın sa duvarında ah ap ehal ni i vardır. Giri kapısının kar ısına gelen bölücü duvarda arkadaki iki mekana geçi sa layan iki ah ap çift kanatlı kapı vardır. Ancak çatı çöktü ünden bu iki kapı önünü kapatmı , dö emeyi kısmi olarak yıkmı tır. Bu nedenle çalı ma sırasında arkada kalan iki odaya girilememi tir. Ehal ni inin oldu u bölümde dö eme a a ıya do ru sehim yapılmı tır bu nedenle bu bölüme de geçilememi tir.

Giri bölümündeki ilk mekana ön cepheden 2 , sa ve sol cephelerden 1' er pencere açılır. Tavan bölümü çöken odanın çöken ah ap tavan tanzim planı bu parçalardan detay ve tanzim olarak çıkarılıp restitsüyon projesine i lenmi tir. Koltuk silmeleri de çok zarif ve ah aptır. Arka odalar arasında ah ap do ramalı bir bölücü yapılmı tır. Sa daki odaya sa yan cepheden bir pencere açılır. Soldaki odaya ise sol yan cepheden bir pencere ve kapı açılır. Ancak mevcutta pencere ve kapı açıklı ı tu la örülerek kapatılmı tır.

Bu odaların tavanları da ah ap çita tanzimli basit bir düzenlemeye sahiptir. Sol yan cepheden bodrum kata ini sa layan bir kapı vardır. Sol odanın dö emesi çökmü tür ve bodrum kattan bu odaların tavan tanzimi ve duvarlarındaki kalem i inden yapılan pano tanzimleri tespit edilebilmektedir. Ah ap kiri ler ve bölücü duvarlar ah ap dikmelere ta ıtılmı tır. Mü temilat binasının kat planları (Bkz. Ek 6).

4.3.1 Mü temilat Binası Yapısının Ta ıyıcı Sistem Özellikleri

Yı ma sistemde yapılan bina bodrum kat ve zemin kattan olu maktadır. Beden duvarları ortalama 60 cm. kalınlı ındadır. Ara bölücü duvarları mevcutta sıvalıdır. Dökülen sıva bölümlerinden ah ap strüktürlü oldu u görülür. Yapının zemin kat dö emesi ah ap rabıdadır ve ah ap kiri ler üzerine oturtulmu tur. Bodrum kattan ah ap kiri aralıkları ve ebatları tespit edilerek restitüsyon ve restorasyonda özgün plan emasına uygun olarak projelendirilmi tir. Ah ap strüktürlü bölücü duvarlar ve ah ap kiri sistemi bodrum kattaki ah ap dikmeler mesnetlendirilmi tir. Zemin kat tavanı da ah ap kiri ler ile geçilmi tir. Ah ap çita tanzimi ah ap kiri lere çakılarak olu turulmu tur. Çatı sistemi ah ap olup oturtma çatıdır. Beden Duvarlarında bir hasar gözlenmezken yap içerisindeki bölücü duvarlarda üzerlerine gelen çatı yükünden dolayı beden duvarlarından ayrılma ve çökmeler olu mu tur.

Midra Binası Yapısının Mevcut Durumu ve Öneriler

Binanın çatısı tamamen, dö emesi ise kısmen göçmü durumdadır. Dö eme yenilenirken mevcut ah ap elemanlardan özelli ini kaybetmemi olanlar kullanılabilir. Cephelerde yo un bitkilenme mevcut olup temizlenmesi, bu i lem sonrasında duvarlarda çatlaklar gözlendi i taktirde çatlak onarımlarının önceki bölümlerde önerilen yöntemlerden birisi ile yapılması uygun olacaktır. Mü temilat binası çatı dö emesi kotunda tüm ta ıyıcı duvarlar üzerinde, geni li i duvar geni li inde yüksekli i ise en az 30 cm olan yeterince donatılmı betonarme hatıllar düzenlenmi tir.

4.3.2 Mü temilat Yapısının Malzeme Özellikleri

Mü temilat dı sıvasının örne i kirli beyaz agrega olarak ince sarı kum ve dere çakılı bulunan, bir miktar beyaz çimento veya puzolan katıldı ı tahmin edilen kireç ba layıcılı ayrı mı özellikte bir melez sıvadır.

Ah ap karkas sisteminin bir bölümü günümüze ula an çatının özgün sisteminde ancak günümüz endüstriyel ah ap malzemesinden ve detaylarına uygun olarak yapılması önerilmi tir. Beden duvarlarında 30 cm. yüksekli inde betonarme hatıl dönülmü tür.

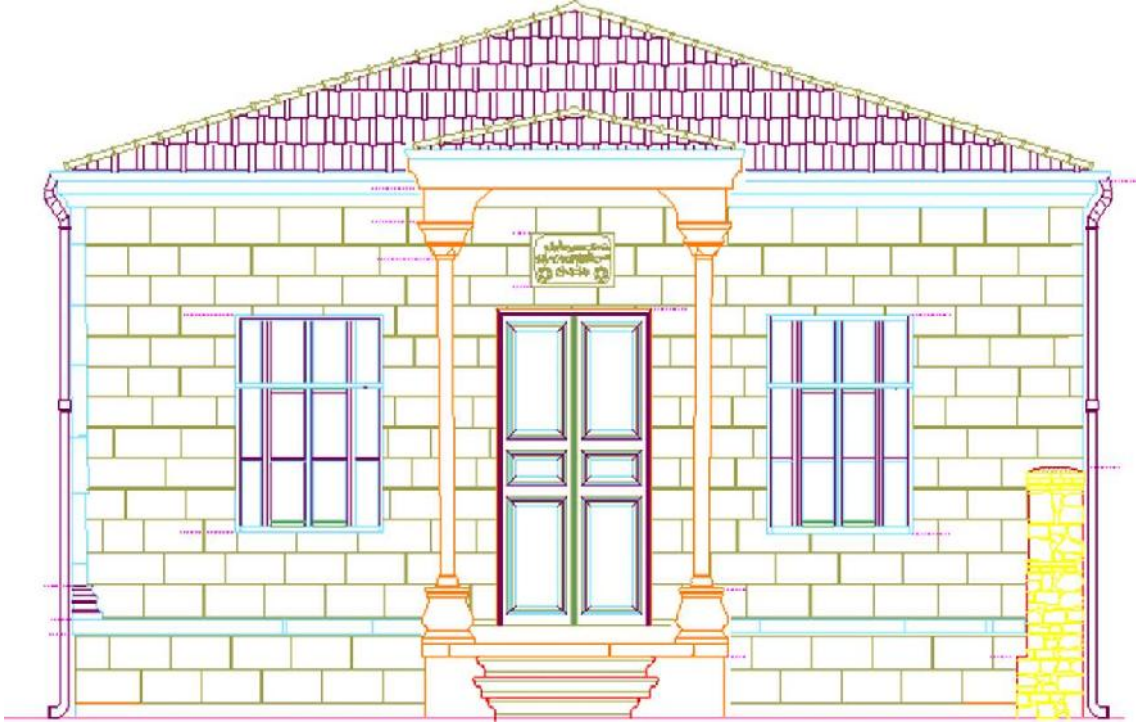


ekil 4.19. Mü temilat Binası Ah ap Karkas Görünü (Sepetci arşiv)

Beden duvarlarında hasar gözlenmeyen binanın çöken çatı yükü altında kalan ah ap strüktürlü bölücü duvarlarında oturma görülmü tür. Bu nedenle iç duvarlar sökülüp özgün duvar sisteminde yeniden yapılması gerekir.

ç duvarlarda ba dadi sıvalar vardır bu sıvalar büyük bir bölümü hasarlıdır. Çöken ah ap dö eme sistemi özgündür ve ta ıycı sistemi mevcutta tespit edilmektedir. Tespitler do rultusunda projelendirilen ah ap dö eme yeniden yapılması gerekir.

Cephelerde Sinagog'da oldu u gibi ta taklidi sıva yapılmı tır. Cephelerde sonradan uygulanan çimento harç müdahaleleri yapılmı tır bu müdahaleler özenli bir ekilde raspanmalı alttaki ta taklidi sıva açığı çıkarılmalıdır.



ekil 4.20. Mü temilat Binası Önden Görünü (Vakıflar ar iv).

Çizelge 4.21. Mü temilat ç ve Dı Sıva Harcının Asit Kaybı Deneyi Sonuçları (Vakıflar ar iv)

Örnek	İlk A ırlık(gr)	Asitten Kalan nce Malzeme(gr)	Kalan Malzeme (gr)	Asit Kaybı(%)
Mü temilat Binası ç Sıva örne i	12,02	0,65	10,69	11,00
Mü temilat Binası ç Sıva örne i	24,76	1,05	21,46	13,30

Çizelge 4.22. Mü temilat ç ve D1 Sıva Harcının Kızdırma Kabı Deneyi Sonuçları (Vakıflar ar iv)

Örnek	550 °C deki Kayıp (%)	1050 °C deki kayıp (%)	CaCO ₃ Miktarı (%)	Ca(OH) ₂ Miktarı (%)
Mü temilat Binası ç Sıva örne i	0,8	4,8	11,00	8,20
Mü temilat Binası ç Sıva örne i	1,3	6,1	13,80	10,4

Çizelge 4.23. Mü temilat ç ve D1 Sıva Harcının Ba layıcı/Agrega oranı (Vakıflar ar iv)

Örnek	Ba layıcı/Agrega Oranı
Mü temilat Binası ç Sıva örne i	¼ (Çimentolu Veya Puzolan Katkılı)
Mü temilat Binası ç Sıva örne i	1/3 (Alçı Katkılı)

TÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Laboratuvarında deney sonucu bulunan Bodrum kat ve zemin kat beden duvarlarında kullanılan do alta 'ın birim hacim a ırlı ı Çizelge 4.24.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.24. Mü temilat Duvarları Ta Birim Hacim A ırlı ı (Vakıflar ar iv)

Örnek	BirimHacim A ırlı ı (gr/cm ³)
Mü temilat Duvarları	2,61



ekil 4.21. Onarım A amasında Mü temilat Binası (Sepetci arshiv)

Yapının Zemin Özellikleri

Büyük Sinagog yapı kompleksi içerisinde yer alan mü temilat binasının Temel zemininin durumunu belirlemek amacıyla hazırlanan Zemin Etüd Raporu'na göre yapı çevresinde 2 adet 20.00 m derinlikte sondaj kuyusu açılmış , her kuyudan 7 adet olmak üzere toplam 14 adet SPT deneyi yapılmıştır. Sondajlardan edinilen bilgiye göre temel zemini 0.00-10.00m aralığı dolgu, 10.00-20.00 m aralığı sıkı-çok sıkı kum çakıl ardalıdır. Açılan sondajlarda 4.00 m derinlikte uluslar arası suyunu rastlanmıştır. Çalılık maddelerin emniyet gerilmesinin $\sigma_{zem}=1.50 \text{ kg/cm}^2$, düz yatak katsayısının $K_v=1100 \text{ t/m}^3$, yerel zemin sınıfının Z2, zemin karakteristik periyotlarının $T_A=0.15 \text{ s}$ ve $T_B=0.60 \text{ s}$, Etkin Yer emmesi Katsayısının $A_0=0.10$ alınması önerilmektedir. Raporunda, inceleme alanında açılan sondaj kuyularında 10.20 m derinliğe kadar izlenen çakıllı kumlu kil biriminden oluşan dolgunun SPT/N30 değerleri 4-11 arasında olduğundan ve 4.00 m derinlikte zemin suyunu rastlandığından zeminde sıvılaşma riskinin bulunduğu belirtilmektedir(Vakıflar arşivi).

4.3.3 Mü temilat Yapısının Yapısal Performansının İncelenmesi

Bu modellemede 10 mx10 m geometrisi ile şekillendirilmiş ve Bodrum ve Zemin kat duvarlarının duvarla taşıyıcı iç duvarlar ahap karkas ve gazbeton dolgu bacadı duvar, temel, döşeme ahap kirişli döşeme , ahap oturtma çatı sistemi kullanılmıştır. Mü binasının sonlu elemanlar modellemesinde kabul edilen bazı değerler Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.25. Mü temilat Binası Sayısal Modelleme Bilgileri

Deprem Bölgesi	4. Derece
Zemin Grubu	B
Kat Adedi	2
Bina Önem katsayısı	1,00 (Büro,Hastane, vb.)
Q Normal katlarda	0,5 Ton/m ² (Büro,Hastane, vb.)
Q Çatı	0,2 Ton/m ² (Az kullanılan alan)

Yapının dış duvarları “genel kabuk elemanı” (Shell) ile tanımlanmaya uygundur. Bu nedenle, duvarlar Shell elemanları ile modellenmiştir.

Ahap , ana kiriş ve diğer kirişler çubuk (Frame) elemanlarıyla modellenmiştir.

Hesaplar için hazırlanan matematiksel model 6976 düğüm noktası, 6403 Shell elemanı ve 1027 çubuk eleman kullanılarak oluşturulmuştur.

Yapıyı çevreleyen duvarların iç ve dış yüzeylerdeki gerilmeleri daha detaylı hesaplayabilmek ve kesit düzlemi içindeki kayma gerilmelerini dikkate alabilmek amacıyla duvarlar modellenirken, hesaplarda kullanılan bilgisayar programının bu tür elemanların tanımlanmasına olanak verdiği “Thick Shell” seçeneği tercih edilmiştir.

Malzeme örneği alma ve test etme olanakları bulunamadığından, yapı elemanlarının malzeme özellikleri benzer yapılar için daha önce yapılan çalışmalar sonucu üretilmiş ve uluslararası literatürde önerilen bağıntılardan yararlanılarak, yürürlükte olan Deprem artnamesinde yapı malzemeleri ve ahşap yapılar için önerilen değerler dikkate alınarak seçilmiştir.

Taşıyıcı yapı elemanlarının, harç ile birlikte tek bir malzeme özelliği gösterdiği varsayılarak, elastisite modülü ve birim ağırlık kabulleri yapılmıştır.

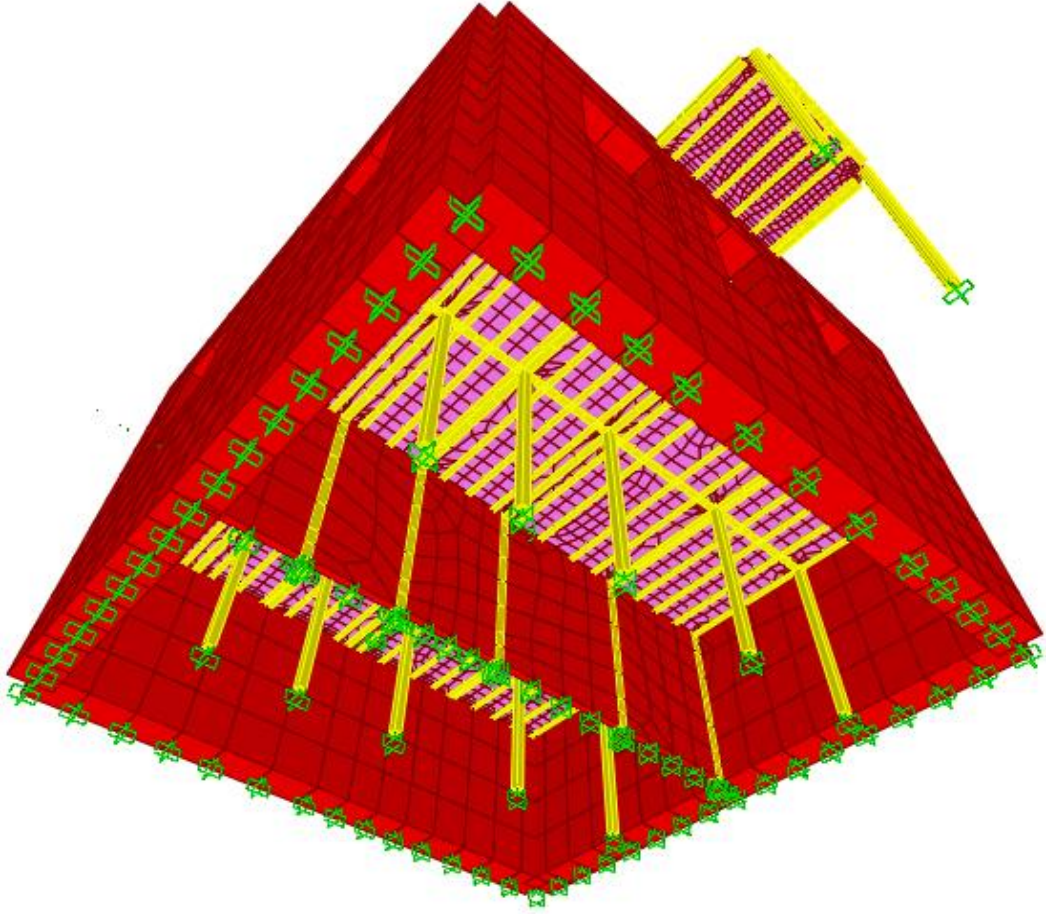
Hazırlanan hesap modeli üzerinde, sabit ve hareketli yükler ve deprem tepki spektrumu ile tanımlanan yer hareketinin yol açtığı zorlamaların göz önüne alındığı iki ayrı yükleme durumu uygulanmıştır. Spektrum, Respx ve Respy yüklemesi olmak üzere ayrı ayrı iki farklı şekilde uygulanmıştır.

Yapının ahşap çatı bölümünün sabit yükleri hesaplanırken, ana taşıyıcı ahşap elemanlarının kendi ağırlıklarına ek olarak oturtma çatının da ağırlığı dikkate alınmıştır.

Deprem etkilerinin belirlendiği spektral hesapta ilk 100 mod dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.26. Mütemilat Binası Sonlu Elemanlar Modelindeki Malzeme Özellikleri

Eleman Tipi	Elastisite Modülü E (kN/m ²)	Birim hacim Ağırlık (Ton/m ³)
Ta Duvarlar (harç ile birlikte)	200000 (200 MPa)	2,61
Gazbeton(harç ile birlikte)	2942000 (2942 MPa)	0,6
Çelik Kiri (I Profil)	199900000 (199900 MPa)	7,49
Ahşap Sütunlar	600000 (600 MPa)	0,6
Ahşap Kiri ler ve Döşemeler	9000000 (9000 MPa)	0,6



ekil 4.22. Sap2000'de Mü temilat Binasının Modellenmesi

Birinci çalı ma alanımızda da belirtildi i ekilde yürürlükte olan deprem yönetmeli inde, yı ma duvarlar için basınç emniyet gerilmesi $f_{em}=0.3$ MPa olarak önerilmektedir(ABYYHY). Yapının strüktürel performansının, yapılan hesaplar sonunda elde edilen gerilmelerin emniyet gerilmeleriyle kar ıla tırılması ile yorumlanması için hesaplar sonucunda elde edilen kuvvetlerde herhangi bir azaltma yapılmamı tır. Buna kar ılık, emniyet gerilmeleri 3 katsayısı ile büyütülmü tür (Akan A 2010). Bu durumda, ta duvarlar için basınç gerilmesi;

$$f_m (ta)= 0.3 \times 3 = 0.9 \text{ MPa}$$

$$f_m (gbton)= 0.6 \times 3 = 1.8 \text{ MPa} \quad (1)$$

Çekme emniyet gerilmeleri, basınç emniyet gerilmesi olarak belirlenen de erin %15'i olarak kabul edilebilir. Bu durumda, ta ve tu la kar ık duvar için çekme emniyet gerilmesi;

$$f_m ta (\text{çek})= 0,15 \times 0.9 \text{ MPa}=0,135 \text{ MPa}$$

$$f_m gbton(\text{çek})= 0,15 \times 1.8 \text{ MPa}=0,270 \text{ MPa} \quad (2)$$

olarak kabul edilecektir.

Deprem hesabı sonucunda ortaya çıkan kayma gerilmeleri (Kabuk elemanlarındaki S12 gerilmeleri) a a ıdaki denkleme göre hesaplanan kayma sınır gerilmesi

$$m = o + \mu \quad (3)$$

$$\begin{aligned} o (ta) &= 0.10 \times 3 = 0.30 \text{ MPa} \\ o (gbton) &= 0.15 \times 3 = 0.45 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (4)$$

olarak kabul edilecektir.

Deprem yönetmeli inde önerildi i gibi duvar dü ey gerilmelerinin ilgili yapı elemanları için belirlenen basınç emniyet gerilmelerinden büyük olmadığı varsayımı ile; ta duvarlar için kayma emniyet gerilmesi; (Akan A 2010).

$$\begin{aligned} m (ta) &= 0.30 + 0.5 (0.9/2) = 0.525 \text{ MPa} \\ m (gbton) &= 0.45 + 0.5 (1.8/2) = 0.91 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (5)$$

olarak kabul edilecektir.

Çizelge 4.27. Mü temilat Binası Malzeme Grupları için Kabul Edilen Emniyet Gerilmeleri

Malzeme Tipi	Basınç Gerilmesi (MPa)	Çekme Emniyet Gerilmesi (MPa)	Kayma Emniyet Gerilmesi (MPa)
Ta Duvarlar	0.9	0.135	0.53
Gazbeton	1,80	0,270	0,91
Ah ap Sütunlar ve Kiri ler	8.7	7.8	1.4

Mü temilat Binasının yapısal analizi (G+Q+EX) ve (G+Q+EY) yük kombinasyonunun toplamından oluşan MAX kombinasyonu SAP2000 sonlu eleman programı ile gerçekleştirilmiştir. Ancak bütün kabuk elemanları ve dü üm noktaları ve taşıyıcı elemanlarda elde edilen, kuvvetler ve gerilmelerin tek tek incelenerek yorumlanması neredeyse olanaksız olduğundan analiz sonuçlarının yorumu, SAP2000 programının üretti i renk kodlu ekil ve gerilme haritaları kullanılarak en elverişli durumlar dikkate alınarak yapılmıştır. Çizelge 4.27’de ç e itli yük durumu ve yük kombinasyonuna göre elde edilen taban kesme kuvveti ve dü ey yönde reaksiyonlar gösterilmiştir.

Çizelge 4.28. Mü temilat Binası Taban Kesme Kuvvetleri ve Eksenel Kuvvetler

Yükleme tipi	Analiz Tipi	A ama	X yönünde	Y yönünde	Dü ey yönde
			taban kesme	taban kesme	
			kuvveti	kuvveti	
			kN	kN	kN
G (Dü eyyük)	Do rusal Statik				4828,58
Respx	Tepki Spektrumu	Max	310,53	24,56	12,25
Respy	Tepki Spektrumu	Max	25,52	406,32	44,90
G+Q+Ex	Kombinasyon	Max	310,53	24,56	5419,40
G+Q+Ex	Kombinasyon	Min	-310,53	-24,56	5394,91
G+Q+Ey	Kombinasyon	Max	25,52	406,32	5452,05
G+Q+Ey	Kombinasyon	Min	-25,52	-406,32	5362,26
MAX	Kombinasyon	Max	310,53	406,32	5452,05
MAX	Kombinasyon	Min	-310,53	-406,32	5362,26

Yapının toplam a ırlı ı 4828,58 kN, X yönü do rultusunda uygulanan deprem etkisi altında meydana gelen toplam taban kesme kuvveti 310,53 kN modele göre Y yönü do rultusunda uygulanan deprem etkisi altındaki toplam taban kesme kuvveti 406,32 kN olarak hesaplanmı tır. Bu sonuçlara göre, yapının maruz kaldı ı taban kesme kuvveti x yönünde ve y yönünde toplam a ırlı ının % 15'ine kar ılık geldi i görölmektedir.

Mü temilat binası idare binasında oldu u gibi ah ap kiri ler üzerine ah ap dö eme eklinde tasarlanmı tır.Yapının dö eme sistemi de frame ve kabuk eleman olarak modellenmi kaplama yükü ve hareketli yükler atanmı tır. Ancak biz bu çalı mada dö eme gerilmelerini dikkate almayaca ız. Yapının dı beden duvarları ta ve tu la kar ık duvar bölme duvarlar ah ap karkas ve gazbeton dolgulu tasarlanmı tır. Biz her aks için MAX yükleme kombinezonunda olu an her elemanın kendi eksenine göre dü ey yönde olu an (Sap2000 programı formatına göre S22 olarak tanımlanan) basınç veya çekme gerilmeleri ile (Sap2000 programı formatına göre S12 olarak tanımlanan) S12 kayma gerilmeleri basınç ve kayma emniyet gerilmeleri ile kar ıla tırılması Çizelge 4.28.,Çizelge 4.29.'da, modlara göre periyotlar ve kütle katılım oranları Çizelge 4.30.'de gösterilmi tır. Her aks için MAX yükleme kombinezonunda olu an basınç ve çekme gerilmeleri diyagramları (Bkz. Ek 7).

Çizelge 4.29. Mü temilat Binası Duvarları Normal Gerilme Kontrolü

Yönü	Duvar Adı	S22 Basınç Gerilmesi (MPa)N/mm ²	Basınç Emniyet Gerilmesi (MPa) N/mm ²	Durum
X	1 Aksı	0,12	0,90	✓
	2 Aksı	0,50	1,80	✓
	3 Aksı	0,13	0,90	✓
Y	A Aksı	0,13	0,90	✓
	B Aksı	1,13	1,80	✓
	C Aksı	0,12	0,90	✓

Çizelge 4.30. Mü temilat Binası Duvarları Kayma Gerilmesi Kontrolü

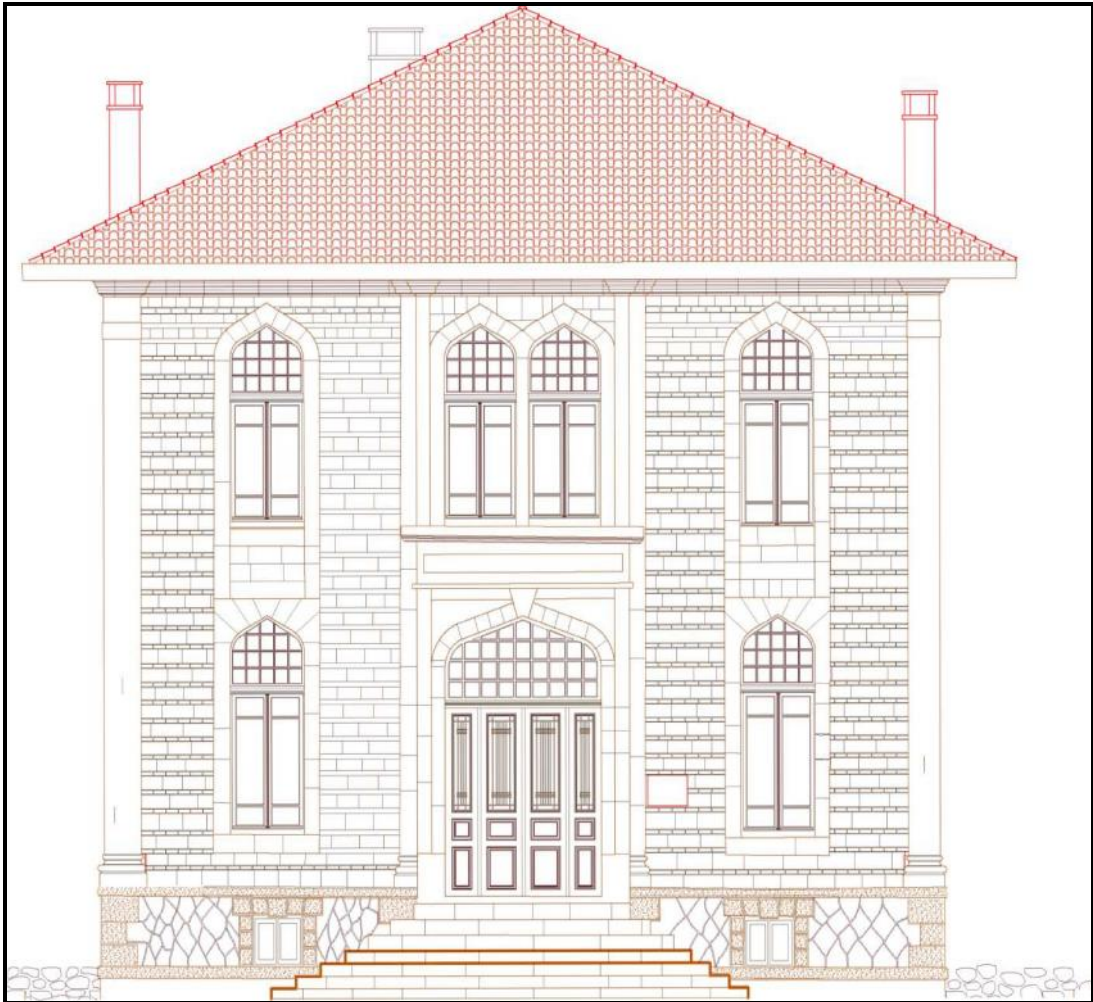
Yönü	Duvar Adı	S12 Kayma Gerilmesi (MPa)N/mm ²	Kayma Emniyet Gerilmesi (MPa) N/mm ²	Durum
X	1 Aksı	0,05	0,53	✓
	2 Aksı	0,52	0,91	✓
	3 Aksı	0,06	0,53	✓
Y	A Aksı	0,06	0,53	✓
	B Aksı	0,70	0,91	✓
	C Aksı	0,11	0,53	✓

Çizelge 4.31. Mü temilat Binası Modlara Göre Periyotlar ve Kütle Katılım Oranları

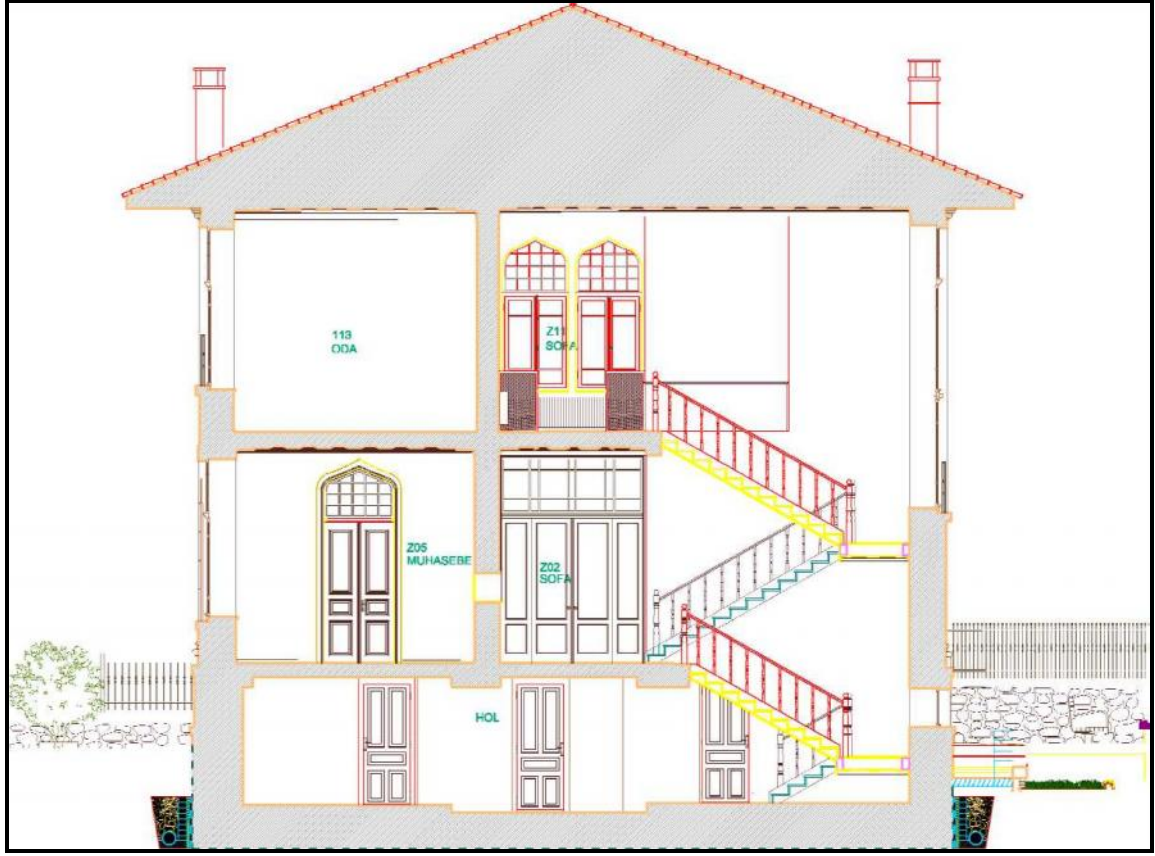
Mod	Periyot (Sn)	X Yönü Kütle Katılım Oranı	Y Yönü Kütle Katılım Oranı
1	0,19	0,01	0,00
2	0,15	0,02	0,48
3	0,15	0,31	0,49
4	0,12	0,31	0,49
5	0,12	0,32	0,49
100	0,03	0,84	0,89

4.4. Vakıflar Binası

Edirne Vakıflar Bölge Müdürlü ü Hizmet Binası olarak kullanılan yapı Edirne’de kale duvarlarının dı ında in a edilen ilk Sultan Cami’-i erifi olan Eski Caminin güneyinde yer alır. Camii’nin mihrap ardındaki haziresine 1907 bodrum kat üzerinde iki katlı yarım kargir bir vaizler Medresesi in a edilmi tir. Sultan Selim Medresesi askeri hapishane oldu undan ö renciler bu medreseye ta ınmı ve Hükümet Kona ındaki Evkaf Müdüriyyeti ve Kalemî 1915 tarihinde Vaizler Medresesi binasına ta ınmı tir. 1917 yılına kadar Müftülük makamı da bu bina içinde yer almı tir. Daha sonra Evkaf Müdürlü ü kaldırılarak i lemlerini yürütmek üzere yerine geçen Cemaat-ı slamiyye ve di er dairede bulunan Mahkeme-i eriiyye ve Müftülük Dairesi bu binayı birlikte kullanmı lardır. Halen Vakıflar Bölge Müdürlü ü tarafından kullanılmaktadır. Yapıya ait kat planları (Bknz. Ek 8).



ekil 4.23. Vakıflar Binasının Ön Cephesi (Vakıflar ar iv)



ekil 4.24. Vakıflar Binasının Kesiti (Vakıflar ar iv)

Do u batı yönünde dikdörtgen planlı iki katlı, bodrumlu, kiremit çatılı bir yapı olan Vakıflar Bölge Müdürlü ü Hizmet Binası orta sofalı, sofanın iki yanında yer alan odaları; aynı plan emasının üst katta da tekrarlandı 1, sofanın uzun kenar aksında üst kata çıkan merdiveniyle geleneksel konut mimarisi plan emasına uygun mimaride in a edilmi bir yapıdır.

Birinci kat, alt katla aynı plan düzenindedir. Kuzeydo u cephesinde zemin ve 1. kat ta ve tu la sıralı alma ık duvar olarak in a edilmi tir. Bodrum kat kaba yonu ta duvar örgülüdür. Bodrum kat ile zemin kat arasında yonu ta 1 silme tüm yapı çevresinde döner. Yapı kö elerinde kö e ta ları ile motif olu turulmu tur. Giri katının ekseninde dikdörtgen çerçevesi silme ile çevrili, üzeri ı ıklıklı, demir do ramalı kapının bulundu u kemerli bir açıklık vardır. Zemin bodrum kat nedeniyle yüksek tutuldu undan giri kapısına üç yönlü merdivenle ula ılmaktadır. Yonu ta 1 merdiven basamaklarının bir bölümü toprak dolgusu nedeniyle zeminin altında kalmı tır. Buraya bir bölümü Giri kapısının iki yanında dikdörtgen ekilli kemerli birer pencere yer alır. Zemin kattaki pencere düzeni üst kata da aynen ta ınmı tır. Giri kapısının üstündeki bölüme ise biti ik düzende ikili pencere yapılmı tır. Alt kattaki pencereler, dikdörtgen ekilli yonu ta 1

çerçevesiz yüzey içerisinde yer alırken üst kattaki pencereler sivri kemerli yondu ta 1 sövelerle çevrilidir. Alt pencerelerdeki söveler bodrum kat silmesine kadar uzatılmı tır.



a) Binanın Ön Görünü ü

b) Binanın Arka Görünü ü

ekil 4.25. Vakıflar Binasının Görünü leri (Sepetçi ar iv)

Yapım Tekni i ve Malzemeler

Yapının dı duvarları ta duvar olarak yapılmı , Kuzey do u cephesine ta -tu la alma ık duvar tekni inde kaplama yapılmı tır. Bodrum kat duvarları da dı tan kaba yonu ta kaplama eklindedir. Kat arası silmesi, pencere kemer, söve ve lentoları ile giri kaplarına ula an merdiven basamakları yonu ta ıdır. Ayrıca kö e ta larında da yonu ta ı kullanılmı tır. Zemin kat dö emesi özgün olmayıp, betonarme dö eme olarak yenilenmi tir. Zemin ve birinci kat dö emesi ve tavanları ah aptır. Ancak 1. kat ah ap dö emesi üzerine ap kaplanmı tır. Saçak altları klasik ah ap kaplamadır. Özgün kapı ve pencere do ramaları ah aptır.

4.4.1 Vakıflar Binasının Ta ıyıcı Sistem Özellikleri

Edirne Vakıflar Bölge Müdürlü ü Hizmet Binası, plan ölçüleri yakla ık olarak, 19.61 x 13.38 boyutlarında, Bodrum kat, Zemin kat ve Birinci kattan olu an 3 katlı, Cumhuriyet döneminde in a edilmı bir binadır.

Binanın Bodrum katına betonarme merdivenlerden inilmektedir. Duvar kalınlıkları Kuzey cephesinde 71 cm. , Güney cephesinde 85 ve 89 cm. , Do u cephesinde 77 ve 85 cm., Batı cephesinde ise 64 – 87 cm. olarak yapılmı tır.

Cephe duvarları 64 cm. 85 cm. ve 87 cm kalınlıklarında ta /tu la olan bir yapıdır. Binada giri in altı hariç tamamı bodrumlu olarak yapılmı tır.

Yapının beden duvarlarında kullanılan ve yöreden çıkarılan do al ta numuneleri çe itli deneyler yapılmı ve elde edilen deney sonuçları a a ıda gösterilmi tir (TÜ 2010).

Birim A ırlık: TS 699 standardı, esaslarına göre yapılan birim a ırlık deneyi sonuçları Çizelge 4.31.'de verilmektedir.

Çizelge 4.32. Vakıflar Binası Do al Ta Birim A ırlık

Numune türü	Birim A ırlık (kg/m ³)
Mevcut do al ta	1900
Beyaz renkli do al ta	2030

Özgül A ırlık: TS 699 standardı esaslarına göre yapılmı tır. 0,2 mm elekten geçecek ekilde ö ütülen numunelerde piknometre yardımıyla elde edilen özgül a ırlıklar Çizelge 4.32.'de verilmektedir.

Çizelge 4.33. Vakıflar Binası Do al Ta Özgül A ırlık

Numune türü	Özgül A ırlık (kg/m ³)
Mevcut do al ta	2730
Beyaz renkli do al ta	2700

Su Emme: Yapılan deney sonucunda elde edilen sonuçlar a a ıdaki Çizelge 4.33.'te verilmektedir.

Çizelge 4.34. Vakıflar Binası Do al Ta Su Emme Oranı

Numune türü	A ırlıkça Su Emme (%)
Mevcut do al ta	6,1
Beyaz renkli do al ta	7,1

Basınç Deneyi: Yapılan deney sonucunda elde edilen sonuçlar a a ıdaki Çizelgede 4.34.'te verilmektedir.

Çizelge 4.35. Vakıflar Binası Do al Ta Basınç Deneyi (Vakıflar ar iv)

Numune	Numune	Kesit Alanı (mm x mm)	Ba lıklı Yükseklik (mm)	Kırılma Kuvveti (kN)	Basınç Dayanımı (N/mm ²)
Mevcut do al ta	1	65 x 65	72	63,6	15,1
	2	58 x 59	71	37,2	10,9
	3	61 x 61	70	36,3	9,8
	Ortalama: 11,9				
Beyaz renkli do al ta	1	47 x 51	55	43,9	18,3
	2	47 x 47	55	32,5	14,7
	3	46 x 49	56	38,2	16,9
	Ortalama: 16,6				

Deney sonucundan da anla ılaca ı üzere yapıdaki mevcut do al ta ın tek eksenli basınç deneyi sonucunda bulunan Basınç Dayanımı 11,9 N/mm² 11,9 MPa ile yöreden Trakya Pınarhisar ta oca ından çıkan beyaz renkli ta ın ise 16,60 N/mm² oldu u tespit edilmi tir. Mevcut duvar basınç emniyet gerilmesi hesabında duvarda kullanılan ta numunesinin basınç dayanımının % 50'si f_d olarak hesaplanacaktır. Yine E= Elastisite modülünü 200 f_d olarak atayaca ız.

4.4.2. Vakıflar Binasının Yapısal Performansının ncelenmesi

Yapıyı çevreleyen ta duvarların kalınlı ı 80 cm a tı ından, iç ve dı yüzeylerdeki gerilmeleri daha detaylı hesaplayabilmek ve kesit düzlemi içindeki kayma gerilmelerini dikkate alabilmek amacıyla duvarlar modellenirken, hesaplarda kullanılan bilgisayar programının bu tür elemanların tanımlanmasına olanak verdi i “Thick Shell” seçene i tercih edilmi tir.

Malzeme örne i alma ve test etme olana ı bulunamadı ından, yapı elemanlarının malzeme özellikleri benzer yapılar için daha önce yapılan çalı malar sonucu üretilmi ve uluslar arası literatürde önerilen ba ıntılardan yararlanılarak, yürürlükte olan Deprem arnamesinde yı ma yapılar ve ah ap yapılar için önerilen de erler dikkate alınarak seçilmi tir.

Çizelge 4.36. Vakıflar Binası Sayısal Modelleme Bilgileri

Deprem Bölgesi	4. Derece
Zemin Grubu	B
Kat Adedi	3
Bina Önem katsayısı	1,00 (Büro,Hastane, vb.)
Q Normal katlarda	0,5 Ton/m ² (Büro,Hastane, vb.)
Q Çatı	0,2 Ton/m ² (Az kullanılan alan)

Türkiye’de sonlu elemanlar yöntemi ile yapılmı analizlerde çok farklı de erlerin kullanıldı ı görülmektedir. Sonlu elemanlar modelinde Elastisite modülünün duvarın basınç dayanımının (f_d) 200-500 katı bir de er olması gerekti i sanılmaktadır. Dü ük basınç dayanımlı yı ma malzemede $E = 500 f_d$ ve yüksek basınç dayanımlı yı ma malzemede $200 f_d$ kuralı geçerli kabul edilebilir (Bayülke 2012).

Deprem yüklemesinde 2007 yılı Deprem Yönetmeli i spektrum fonksiyonu kullanılarak yapılmı tır.

Hazırlanan hesap modeli üzerinde, hareketli ve sabit yükler ve deprem spektrumu ile tanımlanan yer hareketinin yol açtı ı zorlamaların göz önüne alındı ı iki ayrı yükleme durumu uygulanmı tır. Tepki Spektrumu Respx ve Respx yüklemesi olmak üzere ayrı ayrı iki asal do rultuda uygulanmı tır.

Deprem etkilerinin belirlendi i spektral hesapta ilk 200 mod dikkate alınmı tır.

Hesaplar için hazırlanan matematiksel model 20972 dü üm noktası, 19155 Shell elemanı ve 1706 çubuk eleman kullanılarak olu turulmu tur.

Bu çalı mada kullanılan malzeme parametreleri Basınç emniyet gerilmesi duvar malzemesi emniyetli tarafta kalmak amacı ile do al ta malzemesinin basınç dayanımı $f_u:11,9$ Çizelge 4.4. ta ve tu la karı ık duvarın basınç dayanımı harç malzemesi ile birlikte $f_d:0,5x f_u = 5,95$ MPa olarak alınacaktır.

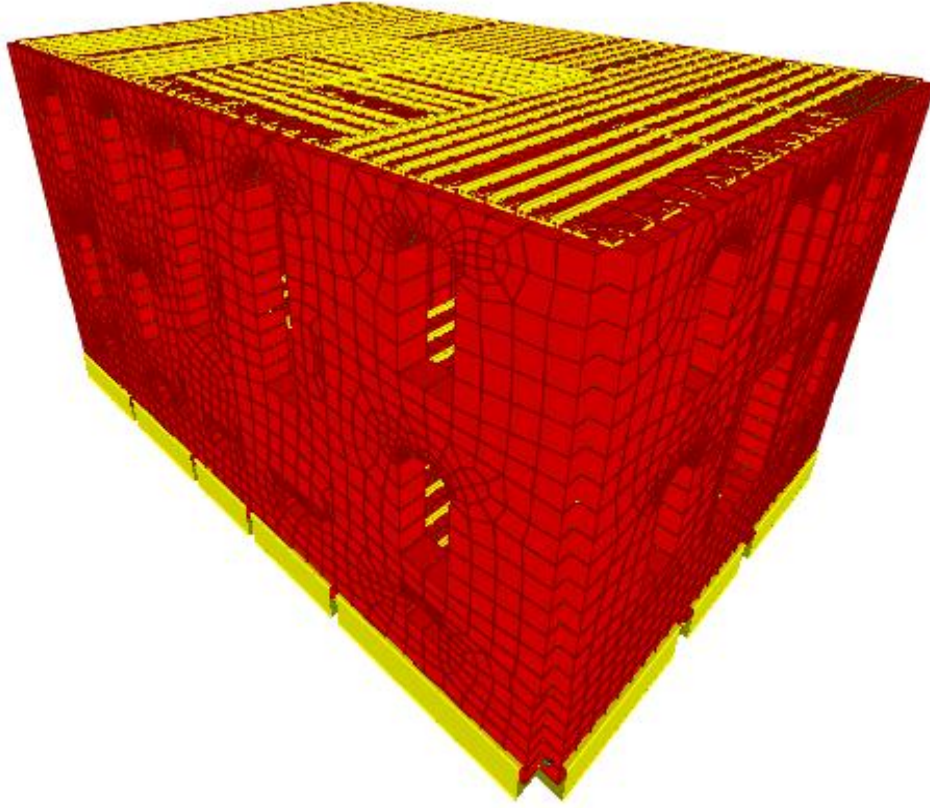
Elastisite Modülü $200xf_d=200x5,95=1190$ MPa, passion oranı 0,20, birim hacim a ırlı ı $1,90$ t/m³, tek eksenli çekme dayanımı basınç dayanımının % 15’i, temel rijit oldu u kabul edilmi tir.

$$f_{em}:0,25xf_u=2,98 \text{ MPa}$$

$$f_{em\check{c}ek}:0,15xf_d=0,893 \text{ MPa}$$

Çizelge 4.37. Vakıflar Binasının Sonlu Elemanlar Modelindeki Malzeme Özellikleri

Eleman Tipi	Elastisite Modülü E (N/mm ²)	Birim Hacim A ırlık (Ton/m ³)
Ta ve Tu la Alma ık Duvarlar (harç ile birlikte)	1190 MPa(N/mm ²)	1,9
Ah ap Dö eme	9000 MPa(N/mm ²)	0,6
Ah ap Kiri ler	9000 MPa(N/mm ²)	0,6



ekil 4.26. Sap2000'de Vakıflar Binasının Modellenmesi

Deprem hesabı sonucunda ortaya çıkan kayma gerilmeleri (Kabuk elemanlarındaki S12 gerilmeleri) a a ıdaki denkleme göre hesaplanan kayma sınır gerilmesi (m) ile karşılaştırılacaktır.

$$m = \sigma + \mu \quad (1)$$

Bu denklemde m = kayma sınır gerilmesi , σ = çatlama emniyet gerilmesi, μ = sürtünme katsayısı, ise duvar dü ey gerilmesidir. Ta duvarlar için çatlama gerilmesi;

$$\sigma = 0.10 \times 3 = 0.30 \text{ MPa olarak kabul edilecektir.} \quad (2)$$

Deprem yönetmeli inde önerildi i gibi duvar dü ey gerilmelerinin ilgili yapı elemanları için belirlenen basınç emniyet gerilmelerinden büyük olmadığı varsayımı ile; ta duvarlar için kayma emniyet gerilmesi;

$$m = 0.30 + 0.5 (2,98/2) = 1.05 \text{ MPa} \text{ olarak kabul edilecektir.} \quad (3)$$

Çizelge 4.38.Vakıflar Binasının Malzeme Grupları için Kabul Edilen Emniyet Gerilmeleri

Malzeme Tipi	Basınç Emniyet Gerilmesi (MPa)	Çekme Emniyet Gerilmesi(MPa)	Kayma Emniyet Gerilmesi (MPa)
Ta ve Tu la Duvarlar ve Kemerler	2,98	0.893	1,05
Ah ap Sütun ve Kiri ler	8.7	7.8	1.4

Vakıflar Binasının yapısal analizi (G+Q+EX) ve (G+Q+EY) yük kombinasyonunun toplamından oluşan MAX kombinasyonu SAP2000 sonlu eleman programı ile gerçekleştirilmiştir. Ancak bütün kabuk elemanları ve dü üm noktaları ve taşıyıcı elemanlarda elde edilen, kuvvetler ve gerilmelerin tek tek incelenerek yorumlanması neredeyse olanaksız olduğundan analiz sonuçlarının yorumu, SAP2000 programının üretti i renk kodlu eksenel ve gerilme haritaları kullanılarak en elverişli durumlar dikkate alınarak yapılmıştır. Çizelge 4.38’de çe itli yük durumu ve yük kombinasyonuna göre elde edilen taban kesme kuvveti ve dü ey yönde reaksiyonlar gösterilmiştir.

Çizelge 4.39. Vakıflar Binası Taban Kesme Kuvvetleri ve Eksenel Kuvvetler

Yükleme tipi	Analiz Tipi	A ama	X yönünde taban	Y yönünde	Dü ey yönde
			kesme kuvveti	taban kesme kuvveti	
			kN	kN	kN
G(Dü eyyük)	Do rusal Statik				17098,34
Respx	Tepki Spektrumu	Max	1183,62	20,45	45,60
Respy	Tepki Spektrumu	Max	20,33	1215,27	63,64
G+Q+Ex	Kombinasyon	Max	1183,62	20,45	19193,17
G+Q+Ex	Kombinasyon	Min	-1183,62	-20,45	19101,98
G+Q+Ey	Kombinasyon	Max	20,33	1215,27	19211,21
G+Q+Ey	Kombinasyon	Min	-20,33	-1215,27	19083,94
MAX	Kombinasyon	Max	1183,62	1215,27	19211,21
MAX	Kombinasyon	Min	-1183,62	-1215,27	19083,94

Yapının toplam a ırlı ı 17098,34 kN, X yönü do rultusunda uygulanan deprem etkisi altında meydana gelen toplam taban kesme kuvveti 1183,62 kN, modele göre Y yönü do rultusunda uygulanan deprem etkisi altındaki toplam taban kesme kuvveti 1215,27 kN olarak hesaplanmı tır. Bu sonuçlara göre, yapının maruz kaldı ı taban kesme kuvveti x yönünde ve y yönünde toplam a ırlı ının % 14'üne kar ılık geldi i görölmektedir.

Vakıflar binası da di er binalarda oldu u gibi ah ap kiri ler üzerine ah ap dö eme eklinde tasarlanmı tır.Yapının dö eme sistemi de frame ve kabuk eleman olarak modellenmi kaplama yükü ve hareketli yükler atanmı tır. Ancak biz bu çalı mada dö eme gerilmelerini dikkate almayaca ız. Yapının dı beden duvarları ta ve tu la kar ılık duvar iç bölme duvarlar yine aynı malzeme ile tasarlanmı tır. Biz her aks için olu an MAX yükleme kombinasyonunda olu an her elemanın kendi eksenine göre dü ey yönde olu an (Sap2000 programı formatına göre S22 olarak tanımlanan) basınç veya çekme gerilmeleri ile (Sap2000 programı formatına göre S12 olarak tanımlanan) S12 kayma gerilmeleri basınç ve kayma emniyet gerilmeleri ile kar ıla tırılması Çizelge 4.39.,Çizelge 4.40.'da, modlara göre periyotlar ve kütle katılım oranları Çizelge 4.41.'de gösterilmi tir. Her aks için MAX yükleme kombinasyonunda olu an basınç ve çekme gerilmeleri diyagramları (Bkz. Ek 7).

Çizelge 4.40. Vakıflar Binası Duvarları Normal Gerilme Kontrolü

Yönü	Duvar Adı	S22 Basınç Gerilmesi (MPa)N/mm ²	Basınç Emniyet Gerilmesi (MPa) N/mm ²	Durum
X	A Aksı	0,2	2,98	✓
	B Aksı	0,18	2,98	✓
	C Aksı	0,23	2,98	✓
	D Aksı	0,14	2,98	✓
Y	1 Aksı	0,14	2,98	✓
	2 Aksı	0,26	2,98	✓
	3 Aksı	0,18	2,98	✓
	4 Aksı	0,19	2,98	✓
	5 Aksı	0,21	2,98	✓
	6 Aksı	0,17	2,98	✓

Çizelge 4.41. Vakıflar Binası Duvarları Kayma Gerilmesi Kontrolü

Yönü	Duvar Adı	S12 Kayma Gerilmesi (MPa) N/mm ²	Kayma Emniyet Gerilmesi (MPa) N/mm ²	Durum
X	A Aksı	0,16	1,05	✓
	B Aksı	0,13	1,05	✓
	C Aksı	0,14	1,05	✓
	D Aksı	0,14	1,05	✓
Y	1 Aksı	0,19	1,05	✓
	2 Aksı	0,08	1,05	✓
	3 Aksı	0,18	1,05	✓
	4 Aksı	0,1	1,05	✓
	5 Aksı	0,05	1,05	✓
	6 Aksı	0,13	1,05	✓

Çizelge 4.42. Vakıflar Binası Modlara Göre Periyotlar ve Kütle Katılım Oranları

Mod	Periyot (Sn)	X Yönü Kütle Katılım Oranı	Y Yönü Kütle Katılım Oranı
1	0,21	0,60	0,00
2	0,17	0,60	0,62
3	0,16	0,60	0,62
4	0,12	0,60	0,62
5	0,09	0,60	0,62
200	0,03	0,88	0,88

4.4.3 Mevcut Yapının Mahallerinin Isı Kayıp ve Kazancının Belirlenmesi

Vakıflar Binasının yapı malzemelerinin özellikleri ve co rafi bölgenin özellikleri dikkate alınarak alınan hesaplama de erleri Çizelge 4.43'teki gibidir.

Çizelge 4.43. Vakıflar Binasının Isı Hesaplama Katsayıları

D ₁ Kuru Termometre Sıcaklığı [Yaz]	37
D ₁ kuru Termometre Sıcaklığı [Kı]	-9
D ₁ Ya Termometre Sıcaklığı [Yaz]	25
Gündüz – Gece Sıcaklık Farkı	14
İ ık Kullanma Faktörü	1,20
Makına Kullanma Faktörü	0,80
Tavan Isı letim Katsayısı	0,68
Dö eme Isı letim Katsayısı	2,19
Çatı Isı letim Katsayısı	1,00
D ₁ Duvar Isı letim Katsayısı	1,00
ç Duvar Isı letim Katsayısı	1,85
Çatı Pencere Isı letim Katsayısı	3,40
D ₁ Pencere Isı letim Katsayısı	3,40
ç Pencere Isı letim Katsayısı	3,50
D ₁ Kapı Isı letim Katsayısı	5,00
ç Kapı Isı letim Katsayısı	3,00

Çizelge 4.44. Vakıflar Binasının Duvar ve Dö eme Katmanları

Dö eme Katmanları	Ah ap Dö eme+Ah ap Kiri +Ah ap Tavan Kaplaması
D ₁ Duvar Katmanları	Sıva + Do al Ta + ç Sıva
ç duvar katmanları	ç Sıva + Do al Ta + ç Sıva
Çatı katmanları	Camyünü+Ah ap Kaplama+ Ah ap Kiri +Ah ap Tavan Kaplaması
Zemin katmanları	Blokaj+Grobeton+Harç+Zemin Kaplaması

Yukarıda da izah edilen de erler ve faktörler ı ı nda tüm mahallerde pencere, duvar,tavan ve dö emelerde ısı transferi yolu ile meydana gelen ısı kayıpları hesaplanmı tır. nfiltrasyon ısı kayıp hesaplarında Oda Durum Katsayısı R= 0,9 Bina Durum Katsayısı H=0,80 olarak alınmı tır. Yine i letme zammı miktarı % 15 alınarak ısıtılmayan mekanlar hariç olmak üzere yapının toplam ısı kaybı 37978,75 kCal/h olarak hesaplanmı tır.

Isı kazançları hesaplarında mahallerde maksimum ısı kazanç aylarında radyasyon ve konveksiyon ısı kazançları ile gün içerisinde güne ve aydınlatmadan ve insandan kaynaklı ısı kazançları hesaplanmıştır. Yapının toplam ısı kazancı 26511,94 kCal/h'dir.

Zemin kat toplam mahal hacmi $192,06 \times 3,94 = 756,72 \text{ m}^3$

Birinci kat toplam mahal hacmi $180,53 \times 4,10 = 740,17 \text{ m}^3$

Çizelge 4.45. Vakıflar Binası Mahal Isı Kaybı (Vakıflar ar iv)

MAHALLER ISI KAYIP LİSTESİ						
Edirne Vakıflar Hizmet Binası						
Kat Adı	Mahal Adı	Zamsız Isı Kaybı kCal/h	Toplam Zamsız Isı Kaybı kCal/h	Zamlı Isı Kaybı kCal/h	Infiltrasyon Isı Kaybı kCal/h	Toplam Isı Kaybı kCal/h
Bodrum Kat	1 .Ar iv					ISITILMIYOR
Bodrum Kat	2.Hol					ISITILMIYOR
Bodrum Kat	3.Kazan D.					ISITILMIYOR
Bodrum Kat	4.Depo					ISITILMIYOR
Zemin Kat	Z01.Oda	3074,35	532,82	3607,17		3607,17
Zemin Kat	Z02.Oda	1867,87	339,70	2207,57		3144,98
Zemin Kat	Z03 .Oda	2033,38	345,49	2378,87	236,235	2615,10
Zemin Kat	Z04.Hol	2816,38	422,46	3238,84		3238,84
Zemin Kat	Z05.Oda	1876,35	247,23	2123,58	157,490	2281,07
Zemin Kat	Z06.Oda	1081,51	128,00	1209,51		1209,51
Zemin Kat	Z07.Oda	1004,90	119,36	1124,26		1124,26
Zemin Kat	Z08.Oda	1980,78	256,82	2237,60		2237,60
Normal Kat	101.Oda	2448,75	420,68	2869,44		2869,44
Normal Kat	102.Oda	1312,25	236,79	1549,04	78,745	1627,78
Normal Kat	103.Oda	1849,01	308,69	2157,70	78,745	2236,44
Normal Kat	104.Sofa	2651,59	397,74	3049,33		3049,33
Normal Kat	105.Oda	1797,02	235,33	2032,35	78,745	2111,09
Normal Kat	106.Oda	1234,88	151,01	1385,89		1385,89
Normal Kat	107.Oda	2006,88	332,03	2338,91	78,745	2417,66
Normal Kat	108. Oda					ISITILMIYOR
Normal Kat	109.Oda	2352,84	312,25	2665,09	157,490	2822,58
Normal Kat	110.Merdiven					ISITILMIYOR
		31388,74	4786,41	36175,15	866,195	37978,75

TS 825'e göre yıllık ortalama sıcaklıkları açısından 4 bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgelerde m^3 bazında ısı kaybı pratik olarak tahmin edilebilir. Buna göre 2. bölgeye tekabül eden Edirne bölgesi için m^3 için 45 kCal olarak alınırsa toplam hacim $V_T = 1497 \text{ m}^3 \times 45 = 67360 \text{ kCal/h}$ olarak da hesaplanabilir. Değerlendirildiğimiz yapının ısı kayıplarına bakıldığında ısı kaybının normal binalardan daha düşük seviyede olduğunu görülmektedir. Bununla birlikte doğal gaz yakıt türü kullanıldığı düşünülen yapıda yakıt miktarı tüm yapı için $5,754 \text{ m}^3/\text{h}$ olarak hesaplanır.

Çizelge 4.46. Vakıflar Binası Mahal Isı Kazancı (Vakıflar ar iv)

MAHALLER ISI KAZANÇ L STES					
Edirne Vakıflar Hizmet Binası					
Kat Adı	Mahal Adı	Maximum Kazanç	Duyulur Isı Kazancı kCal/h	Gizli Isı Kazancı kCal/h	Toplam Isı Kazancı kCal/h
Bodrum Kat	1 .Ar iv				HESAPDI I
Bodrum Kat	2.Hol				HESAPDI I
Bodrum Kat	3.Kazan D.				HESAPDI I
Bodrum Kat	4.Depo				HESAPDI I
Zemin Kat	Z08.Oda	Eylül 09:00	1874,89	90,00	1964,89
Zemin Kat	Z01.Oda	Haziran 17:00	2195,73	90,00	2285,73
Zemin Kat	Z02.Oda	Haziran 18:00	1431,05	302,47	1733,52
Zemin Kat	Z03.Oda	Temmuz 08:00	1811,49	170,07	1981,55
Zemin Kat	Z04.Hol	Haziran 24:00	699,83		699,83
Zemin Kat	Z05. Oda	Eylül 15:00	1897,23	143,38	2040,61
Zemin Kat	Z06.Oda	Eylül 12:00	1280,49	90,00	1370,49
Zemin Kat	Z07.Oda	Eylül 12:00	1261,65	90,00	1351,65
Normal Kat	101.Oda	Haziran 17:00	1207,94	90,00	1297,94
Normal Kat	102.Oda	Haziran 18:00	576,09	116,69	692,78
Normal Kat	104.Sofa	Temmuz 08:00	3069,11	90,00	3159,11
Normal Kat	105.Oda	Eylül 15:00	1760,92	116,69	1877,61
Normal Kat	106.Oda	Eylül 12:00	1172,20	90,00	1262,20
Normal Kat	107.Oda	Haziran 17:00	998,98	116,69	1115,67
Normal Kat	108. Oda				HESAPDI I
Normal Kat	109.Oda	Eylül 09:00	1917,87	143,38	2061,25
Normal Kat	110.Merdiven				HESAPDI I
Normal Kat	103.Oda	Temmuz 08:00	1500,42	116,69	1617,11
			24655,90	1856,04	26511,94

Bu çalı mada bu yapı için yapılan ısı kayıp ve kazanç hesaplarının sonucunda bu yapıların ısı kaybı ve kazancı açısından günümüz yapıları ile kar ıla tırılabilmesi için ık tutaca ı dü ünülmektedir.

SONUÇLAR

Bu çalı mada; tarihi yapılar da ta ıyıcı sistem elemanları ve kullanılan malzemeler hakkında bilgi verildikten sonra, yı ma yapılar da kullanılan modelleme yöntemleri kısaca anlatılmı tır. Sayısal uygulama için Vakıflar Binası, Büyük Sinagog binasının içerisinde yer alan T geometrili dare Binası ile bodrum ve zemin kattan müte ekkil Mü temilat (Midra) binası yapıları seçilmi tir. Bu yapıların lineer statik ve dinamik analizleri yapılmı tır. Bu analizler yapılırken 4. derece deprem bölgesi ivme standartları kullanılmı sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak makro modelleme yakla ımı ile modellenmi ve sap2000 paket programı yardımıyla çözümleri elde edilmi tir. Ayrıca analizde yapıda olu an asal gerilmeler ve sonuçlar de erlendirilmi ve emniyetli gerilmeler ile kar ıla tırılmı tır. Bu de erlendirmeler sonucunda;

Yapısal analizler sonucunda elde edilen etkilerin incelenmesinde, Sinagog dare Binası ta ıyıcı elemanlarında (G+Q+EX) ve (G+Q+EY) yük kombinasyonunun toplamından olu an MAX kombinasyonu yüklemesinde yapılan analiz sonucunda yapıda meydana gelen yatay ve dü ey asal gerilmelerin emniyetli gerilmeleri a madı 1 gözlemlenmi tir. Hesap spektrumu x ve y yönü için incelendi inde yapıda meydana gelen taban kesme kuvvetinin yapı a ırlı ının % 20'sine kar ı geldi i hesaplanmı tır.

Mü temilat Binası ta ıyıcı elemanlarında (G+Q+EX) ve (G+Q+EY) yük kombinasyonunun toplamından olu an MAX kombinasyonu yüklemesinde yapılan analiz sonucunda yapıda meydana gelen yatay ve dü ey asal gerilmelerin emniyetli gerilmeleri a madı 1, ancak iç bölme duvarlarda bazı bölgelerde basınç ve kayma gerilmelerinin emniyetli gerilmeleri a tı ı görülmü tür. Hesap spektrumu x ve y yönü için incelendi inde yapıda meydana gelen taban kesme kuvvetinin yapı a ırlı ının % 16'sine kar ı geldi i hesaplanmı tır.

Vakıflar Binası ta ıyıcı elemanlarında (G+Q+EX) ve (G+Q+EY) yük kombinasyonunun toplamından olu an MAX kombinasyonu yüklemesinde yapılan analiz sonucunda yapıda meydana gelen yatay ve dü ey asal gerilmelerin emniyetli gerilmeleri a madı 1 gözlemlenmi tir. Hesap spektrumu x ve y yönü için incelendi inde yapıda meydana gelen taban kesme kuvvetinin yapı a ırlı ının % 14'sine kar ı geldi i hesaplanmı tır.

Yapısal performansı incelenen üç yapının da x ve y yönünde tepki spektrumu yüklemesinden kaynaklanan taban kesme kuvvetleri incelendi inde, yapıların her biri için yapı toplam a ırlı ının sırası ile % 20'si , % 16'sı, %14'ü oranında taban kesme kuvveti

olu tu u olu an bu taban kesme kuvvetlerinin ABYYHY 2007 yönetmeli ine uygun oldu u hesaplanmı tır.

Yapısal performansı de erlendirilen yapılarda olu an çekme gerilmelerinin bo luk kö elerinde ve duvar alt kö e bölgelerinde olu tu u gözlenmi tir. Kullanılan elemanların a yapısı ve mesnet artları gere i yatay yüklemelerde bu gerilmelerin olu ması kabul edilebilir düzeydedir.

Yine bu çalı ma kapsamında Vakıflar binasının toplam ısı kayıp ve kazançları hesaplanmı ve her mahal için tablo halinde gösterilmi tir. Yapılan hesaplar neticesinde 1496,9 m³ hacimde 37978,75 kCal/h ısı kaybı 26511,94 kCal/h ısı kazancı, tüm yapı için 5,754 m³/h yakıt miktarı hesaplanmı tır. Bu hesaplar sonucunda ısı kaybı ve kazancı açısından ısı yalıtımlı modern bir yapı ile kar ıla tırılması önerilecektir.

Bu çalı mada ele alınan ve erken 20 yy yapı teknikleri ve yapı malzemelerinin özellikleri de incelenmi çalı mamızda incelenen yapıların;

Sinagog binasında Dolu harman tu lası ile küfeki veya moloz ta kullanıldı ı yüksek yapılarda bu yı ma duvarları ve tu la kolonları içlerinden (I) profillerle destekleyerek rijitli i arttırıldı ı ve büyük açıklıkların kubbe, kemerler ve tonozlar vasıtası ile geçildi i,

Dö emelerde ise volta dö eme sistemi ile ah ap kiri li dö eme sistemleri kullanılmı tır. Çatı sistemleri ah ap makaslı çatı ve çelik karkas ve duvarlar tu la veya ah ap karkaslı kerpiç ve üzeri ba dadi çıta ve kırıklı sıva malzemesi kullanımının yaygın oldu u,

Temel do al ta mütemudi temel eklindedir ve malzeme olarak do al ta kullanımı yaygındır. Dönem evlerinde bodrum katlarda 60-80 cm lik moloz duvarlar yapılarak bu duvarlara üst katlardaki tu la ve ah ap karkas üzerine kerpiç duvarlar ta ıtıldı ı belirlenmi tir.

Sonuç olarak bu tez çalı ması yapısal analizleri günümüzün modern yapım tekniklerine göre üretilen yapıların yapısal analizden farklı olan yapıların in aa edildi i dönem yapım teknikleri ve malzeme özelliklerinin incelenmesi ile birlikte dü ey ve yatay yükler altında do rusal analizlerinin sonlu eleman yöntemi ile yapılarak yapıların ta ıyıcı elemanlarında meydana gelen eksenel gerilmelerin emniyetli gerilmeler ile kar ıla tırılmı tır. Sonlu eleman modeli ile arayüzey (kompozit) olarak modelleme yapılan çalı ma bu açıdan deyatlı mikro modelleme ile yapılacak bir çalı maya kaynak niteli inde olacaktır.

5 KAYNAKLAR

- Aardt ve Visser 1977 “Calcium Hydroxide Attack on Feldspars and Clays: Possible Relevance to Cement - Aggregate Reactions”, Cement and Concrete Research, 7, s.643-648, 1977
- Akan A 2011. “Tarihi Ahap Sütunlu Camilerin Sonlu Elemanlar Analizi ile Taşıyıcı Sistem Performansının Belirlenmesi” konulu makale SDU International Journal of Technologic Sciences Isparta
- Almaç U 2002. “Alçı Bağlayıcılı Hazır Harç ile Toprak Karışımının Hasarlı Kerpiç Yapılarda Onarım Harcı Olarak Kullanılabilmesi için Deneysel Araştırma” T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Akman S 1975. Betonarme Yapılarda Haliç’in Korrozif Etkisi, Haliç Sempozyumu, Cilt I. 173-189, .T.Ü. İnşaat Fakültesi
- Akıncı 1998. İstanbul’un Fethinden Lale Devrine Kadar Osmanlı Kagir MimarisindeYapım Teknikleri 1453- 1730, s.291,Yayımlanmamış Doktora Tezi, .T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul,
- Anthoine A 1997. Homogenization of Periodic Masonry: Plane Stresses, Generalized Plane Strain or 3D Modeling. Communications in Numerical Methods in Engineering,13 (319-326).
- Arıoğlu N, Türker A, Zarif .H,Girgin C ve Arıoğlu E 1999. Küfektanın dayanıklılık analizi: Şehzade Camisi Örneği-I, Yapı Dergisi,No.214, 109-113.
- Arun G 2005. Yıllık Kagir Yapı Davranışı, YDGA 2005 Yıllık Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalışması, ODTÜ, Ankara, 17 Ocak 2005.
- Avlar E 1995. “Türkiye’de Orman Bölgelerindeki Konut Açığının Giderilmesinde Önyapımlı konut Üretiminin Uygulanabilirliği Yönünde Bir Model Araştırması”, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul,
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 2007.
- Bayrakal 2001. Sedat Bayrakal, Edirne’deki Tek Kubbeli Camiler, Ankara

- Bayraktar A 2006. Tarihi Yapıların Analitik ncelenmesi Ve Sismik Güçlendirme Metotları, Beta Yayınları, stanbul.
- Bayraktar A 2005. Tarihi Yı ma Yapıların Depreme Kar ı Güçlendirilmesi,YDGA 2005 Yı ma Yapıların Deprem Güvenli inin Arttırılması Çalı tayı, ODTÜ, Ankara, 17 ubat 2005.
- Bayülke N 1978. Depremler ve Depreme Dayanıklı Yapılar, mar ve skan Bakanlı ı Deprem Ara tırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Bayülke N 1992. Yı ma Yapılar, T.C. mar ve skan Bakanlı ı Deprem Ara tırma Enstitüsü, Ankara
- Bayülke N 1998. Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yı ma Yapı Tasarımı, n aat Mühendisleri Odası zmir ubesi Yayın No: 27, 245s, zmir.
- Bayülke N 2001. Depreme Dayanıklılı Betonarme ve Yı ma Yapı Tasarımı, zmir MO, 3.s., zmir.
- Bayülke N 2012. Tarihi Yı mayapı Dayanım Ve Davranı celeme Otları
- Boynton R S 1980. Chemistry and Technology of Lime and Limestone, 2nd Edition, John Willey & Sons, New York
- Böke H, Akkurt S, peko lu B 2004. Tarihi Yapılarda Kullanılan Horasan Harcı ve Sıvalarının Özellikleri, Yapı Dergisi, stanbul
- Bumin 1993. Kür at Bumin, “Dünden Bugüne Edirne”, Edirne, stanbul, s. 19-86
- Cecchi A, Milani G & Tralli A 2005. Validation of Analytical Multiparameter Homogenization Models for Out-of-plane Loaded Masonry Walls by Means of the Finite Element Method. Journal of Engineering Mechanics , 185-198.
- Cowper A 1998. Lime and Lime Mortars, Donhead Publishing Ltd, Dorset (first published in 1927 for the Building Research Station by HM Stationary Ofiice, London
- Computers and Structures Inc. SAP2000, Structural Analysis Program; Ver.10.0, Berkeley, California, USA, 2002.

- Çamlıbel N 1998. Sinan Mimarlı ında Yapı Strüktürünün Analitik ncelenmesi, YTÜ Basım-Yayın Merkezi, stanbul.
- Çamlıbel N 2000. Yapıların Ta ıma Gücünün yile tirilmesi, Birsen Yayınevi, stanbul.
- Çelebi R 2001.Yapı Bilgisi, stanbul Kültür Üniversitesi Yayınları No:12, stanbul.
- Döndüren 2008. Ba layıcı Özelli i Artırılan Duvar Ve Sıva Harcının Düzlem Dı ıYüklenen Tu la Duvarların Mekaniksel Davranı ına Etkisi Doktora Tezi Konya, 2008
- Emek S 2008. Vakıflar Binası Rölöve, Restorasyon, Restitüsyon, Elektrik ve Mekanik projeleri Vakıflar Bölge Müdürlü ü Ar ivi Edirne
- Eriç M Ünver, A Ersoy, YH 1990. Horasan Harcının Günümüzde de Kullanımını Sa lamak Amacıyla Yapılan Bir Ara tırma. stanbul.
- Eyice S 1993. “Bizans Devrinde Edirne ve Bu Devre Ait Eserler”, Edirne, Edirne’nin 600. Fetih Yıldönümü Arma an Kitabı, Ankara, s.39-77.
- Gökbilgin MT 1952. XV-XVI. Asırlarda Edirne ve Pa a Livası, Vakı ar-Mülkler, Mukataalar, stanbul
- Gökbilgin MT 1977. “Edirne”, slam Ansiklopedisi, IV, stanbul, s.107-127
- Gurlitt 2006. Cornelius Gurlitt, Edirne’deki Yapılar, Yay. Haz. M.Özer, Edirne
- Güner A ve di .1986. A.Güner,M.Süheyl Akman, smail Hakkı Aksoy., “Horasan Harcı Ve Betonunun Tarihi Ve Teknik Özellikleri” stanbul. S.1
- Mahrebel H A 2006 H.Ali Mahrebel Tarihi Yapılarda Ta ıyıcı Sistem Özellikleri, Hasarlar, Onarım Ve Güçlendirme Teknikleri TÜ stanbul
- nalcık H 1993 “Edirne’nin Fethi (1361)”, Edirne,Edirne’nin 600. Fetih Yıldönümü Arma an Kitabı, Ankara, s.137-161.
- TÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Labaratuvarı Edirne Büyük Sinagogu Malzeme Raporu 2007
- TÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Labaratuvarı Do al Ta Deneyleeri Malzeme Raporu 2010

- Lea F M 1940 Investigations on Puzzolanas, Building Research, Technical Papers No. 27, s.1-63.
- Livingston R 1993 Materials Analysis of the Masonry of the Hagia Sophia Basilica, Structural Repair and Maintenance of Historic Buildings, II, s.15-32. (ed.C.A.Brebbia, R.J.B Frewer), Computational Mechanics Publications, Southampton, U.K.
- Lourenço PB 1996 Computational Strategies for Masonry Structures. Delft, Netherland: PhD Thesis.
- Lourenço PB & Zucchini A 2001 A Homogenization Model for Strecher Bond Masonry. Computer Methods in Structural Masonry-5 , Computers Geotechnics, UK.
- Lynch G, Watt D, Colston B 2002 The Conservation and Repair of Historic Decorative Brickwork, Proceedings of the RICS Foundation Construction and Building Research Conference, Nottingham TrentUniversity, 5-6 September 2002
- Kara HG 2009. “Tarihi Yı ma Yapıların Ta ıyıcı Sistemleri, Güvenli inin ncelenmesi, Onarımı Ve Güçlendirilmesi” Yüksek Lisans Tezi TÜ stanbul
- Kaya E 2003.“Yı ma Yapıların Çelik Ve Betonarme Takviyesi Uygulanabilirli i Ve Yapım Hataları” Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, ZM R
- Kuban D 1998. Mimarlık Kavramları, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, stanbul.
- KUDEB 2012 BB Koruma Uygulama ve Denetim Müdürlü ü Edirne-Merkez Büyük Sinagog Tu la, Fiziksel Ve Fiziko Mekanik Deney Raporu
- McClellan G H, Eades J L 1970. The Texture Evolution of Limestone Calcinas, ASTM Special Technical Publication 472, American Society forTesting and Materials, s.209-227, Philadelphia.
- Medici F, Piga L, Rinaldi G 2000. Behaviour of Polyaminophenolic Additives in the Granulation of Lime and y-Ash, Waste Management, 20,s.491-498.
- Meriç R M 1963. “Edirne’nin Tarihi ve Mimari Eserleri Hakkında”, Türk Sanatı Tarihi Ara tırma ve ncelmeleri, I, stanbul, s.439-536.

- Moorehead D R 1986. Cemantation by the Carbonation of Hydrated Lime, Cement and Concrete Research, 16, s.700-708.
- Moropoulou A, Cakmak A, Biscontin G, Bakolas A, Zendri E 2002. Advanced Byzantine Cement Based Composites Resisting Earthquake Stresses : The Crushed Brick-Lime Mortars of Justinians's Hagia Sophia, Construction and Building Materials, 16, s.543-552.
- Onur O 1972. Edirne Türk Tarihi Vesikalarından Kitabeler, stanbul.
- Orton 1993 Structural Design of Masonry, Longman, London.
- Öz an 2009 "Yı ma Yapı Tasarımı ve Analizi" Yüksek Lisans Tezi S Ü Fen Bilimleri Enstitüsü K.Mara
- Paulay T, Priestley M J N 1992 Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, John Wiley and Sons Inc., America
- Penelis G, Venkov V, Zambas C, Csak B, Popp T, and Kuban D 1984 Repair and Strengthening of Historical Monuments and Buildings in Urban Nuclei, Building Construction under Seismic Conditions in the Balkan Region, Vienna.
- Peremeci O N 1939. Edirne Tarihî, stanbul
- Peter N 1850. Encyclopedia of Architecture, 2 Vol., Fry & Co., New York
- Taeschner 1990 F. Taeschner, "1453 Yılına Kadar Osmanlı Türkleri", Çev. N. Ülker, Tarih ncelemeleri Dergisi V, zmir 1990, (?)
- Tanyeli U 1987. Tanyeli, Anadolu-Türk Kentinde Fiziksel Yapının Evrim Süreci (11.-15. yy), stanbul
- Tu lacı 1985. Pars Tu lacı, "Edirne" md., Osmanlı ehirleri, stanbul, s. 102-111
- TS2514 1977. Kerpiç Bloklar ve Yapım Kuralları.
- Saraç M M 2003. Tarihi Yı ma Kargir Yapıların Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, .T.Ü. Mimarlık Fakültesi, stanbul

Sayın E 2009 “Yı ma Yapıların Lineer Olmayan Statik ve Dinamik Analizi” Yüksek Lisans Tezi Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elazı .

Sickels L B 1981. Organics and Synthetics: Their Use as Additives in Mortars, Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings, Proceedings of Symposium in Rome, s.25-52, Rome

Ulkay S 1978. Yapı Bilgisi, YTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı lı i, stanbul

Ünay A 2000. Tarihi Yapıların Depreme Dayanımı, ODTÜ, Ankara

Ünay A 2007. Evaluation of Structural Safety of Historical Masonry Buildings, Architectural Science Review, Volume 50-11, s. 26-30

Üstünda C 2000. “Bir- ki Katlı Yı ma Binaların Yatay Yükler Altındaki Davranı ı ve Kesme Güvenli inin Sa lanması” , TÜ, Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, stanbul.

Vakıflar ar iv Vakıflar Binası Rölöve Retorasyon,Restitüsyon, Elektrik, Mekanik Tesisat Projeleri Edirne

Vakıflar ar iv Edirne Büyük Sinagog Rölöve Retorasyon,Restitüsyon, Elektrik, Mekanik Tesisat Projeleri Edirne

Yorulmaz M, Convenor F, Vintzeleou E, 1984. Design and Construction of Stone and Brick Masonry Buildings, Building Construction Under Seismic Conditions in The Balkan Region Project, Volume 3,United Nations Development Programme, Viyana.

Yıldırım H 2006. “Yı ma Yapı Elemanları için zotropik Hasar Modeli Geli tirilmesi Ve Sonlu Eleman Uygulamaları” Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, stanbul

<http://www.restoraturk.com/koruma-ve-restorasyon/334-horasan-harci.html>