

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TARİHİ YIĞMA KARGIR YAPILARIN
GÜÇLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Mehmet Mirat SARAÇ**

Anabilim Dalı : MİMARLIK

Program : YAPI BİLGİSİ

MAYIS 2003

**TARİHİ YIĞMA KARGIR YAPILARIN
GÜÇLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Mehmet Mirat SARAÇ
(502001252)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 5 Mayıs 2003
Tezin Savunulduğu Tarih : 26 Mayıs 2003**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Feridun ÇİLLİ
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Kaya ÖZGEN (İ. T. Ü)
Prof. İbrahim EKİZ (Y. T. Ü)**

MAYIS 2003

ÖNSÖZ

Tarihi Yğma Kargir Yapıların geleceğe nıras olarak bırakılması adına yapılmış bir çalışna olmasını umuyla,

tezi ni hazırlannda, değerli görüşleri ve yapıcı eleştirileri ile bana yol gösteren, kendisini nı tez öğrencisi ol naktan gurur duyduğum hoca m Sayı n **Prof. Dr. Feri dun Çİ İ**’ya,

Sayı n **Prof. Dr. Re nzi A ÜLKER**’e, Sayı n **Dr. Emi ne Ahas**’a, Ü ker **Mi hendislik Mi şavirlik Bürosu ele manları na,**

Sayı n **Araş. Gör. Hal uk SESİ GÜR**’e,

sevgileri, güvenleri ve sabırlarıyla her zaman yanımda olan sevgili **ale ne,**

teşekkürleri ni sunarım

Mayıs, 2003

Mahmut Mirat SARAÇ

Mimar

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÖZET	xi
SUMMARY	xii

1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı	1
2. YIĞMA KARGIR YAPILARDA MEVCUT GÜVENLİLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ	2
2.1. Genel	2
2.2. Temel Zeminin İrdelenmesi	3
2.2.1. Zeminlerin Sınıflandırılması	3
2.2.2. Zemin Numuneleri Üzerinde Laboratuvarda Yapılacak Araştırmalar	3
2.2.2.1. Zemin Sınıfının Belirlenmesi	3
2.2.2.2. Zeminin Porozitesi ve Boşluk Oranı	4
2.2.2.3. Zeminin Su Mıhtevası	4
2.2.2.4. Zeminin Kayma Direnci	4
2.2.2.5. Zeminlerin Konsolidasyonu	4
2.2.3. Zemin Özelliklerinin Saptanması	5
2.2.3.1. Zemin Sondajları	5
2.2.3.2. Arazi Deneyleri	6
2.2.3.3. Mayene Çukurları, Kuyuları ve Galerileri	8
2.2.3.4. Yeraltı Suyu Seviyesinin Belirlenmesi	8
2.2.3.5. Temel Oturmalarının Ölçülmesi	9
2.2.4. Tarihi Yığma Kargir Yapılarda Zeminden Kaynaklanan Problemler	9
2.2.4.1. Oturma Sorunları	9
2.2.4.2. Yeraltı Suyunun Yapı Stabilitesine Olan Etkisi	10
2.2.4.3. Taşınma Gücü Sorunu	11
2.2.4.4. Deprem Sırasında Sıvılaşma	11
2.2.4.5. Yapıdaki Çatlakların Çözlenmesi	12
2.3. Temel Sistemini İrdelenmesi	12
2.4. Üst Yapının İrdelenmesi	14

2.4.1. Malzemenin ve Strüktürel Formların Mevcut Durumunun Belirlenmesi	14
2.4.1.1. Doğal Taş Malzeme	14
2.4.1.2. Tarihi Yığma Kargir Yapılarda Kullanılan Harçlar	14
2.4.1.3. Kargir Malzeme ve Özellikleri	15
2.4.1.4. Ahşap Malzeme	15
2.4.1.5. Taşıyıcı Sistem Malzemesi Olarak Tuğla	18
2.4.1.6. Duvarlar ve Payandalar	18
2.4.1.7. Kemerler	21
2.4.1.8. Tonozlar	22
2.4.1.9. Kubbeler	23
2.5. Deprem Güvenliği İncelenmesi	24
2.5.1. Kat Ağırlıkları	24
2.5.2. Duvar Rijitlikleri	24
2.5.3. Yapı Özel Periyodu	25
2.5.4. Deprem Yükleri ve Devrilme Momentleri	26
2.5.5. Burulma Momentleri	30
2.5.6. Duvar Kesme Kuvvetleri	30
2.5.7. Devrilme Momentlerinden Doğan Gerilmeleri	30
2.5.8. Duvarda Gerilme Kontrolü	31
3. GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ	32
3.1. Temel Altı Zemininin Islahı	32
3.1.1. Jet grout Uygulanması	32
3.1.2. Çiment o Enjeksiyonu Uygulanması	35
3.2. Temelin Güçlendirilmesi	36
3.2.1. Geleneksel Yöntemler	37
3.2.2. Temel Yüklerinin Derinlerdeki Taşıyıcı Tabakalara Aktarılması	38
3.2.2.1. Ayaklar	38
3.2.2.2. Attan Destekleme ve Takviye Kazıklar	38
3.3. Üst Yapının Güçlendirilmesi	40
3.3.1. Katların Taban Döşemelerinin Güçlendirilmesi	40
3.3.1.1. Zemin Kat Döşemelerinin Güçlendirilmesi	40
3.3.1.2. Üst Kat Taban Döşemesinin Güçlendirilmesi	42
3.3.2. İç Dış Duvarların Güçlendirilmesi	45
3.3.2.1. Püskürtme Beton ile Duvarların Güçlendirilmesi	45
3.3.2.2. Küçük Çatlakların Onarılması	47
3.3.2.3. Geniş Çatlakların Onarımı	48
3.3.2.4. Büyük Ölçüde Zarar Görmüş Duvarlar	50
3.3.2.5. Duvar Birleşimlerinde Onarım ve Güçlendirme	50

3.3.2.6. Duvarların Çelik Levhalarla Sarılarak Güçlendirilmesi	52
3.3.3. Çatı Katının ve Çatının Güçlendirilmesi	54
3.3.4. Diğer Taşıyıcı Elemanlarının Güçlendirilmesi	54
3.3.4.1. Kemerlerin Güçlendirilmesi	55
3.3.4.2. Kubbelerin Güçlendirilmesi	56
3.4. Sistemin Stabilitesi ni Artırıcı Ek Müdahaleler	56
3.4.1. Bölgesel Müdahaleler	56
3.4.2. Acil Müdahaleler	58
3.4.2.1. Geçici Takviyeler	58
3.4.2.2. Yapının Desteklenmesi	58
3.4.2.3. Yapının Askıya Alınması	59
3.4.3. Kısmi Yıkılmalar İçin Güçlendirme ve Onarımlar	59
3.5. Diğer Güçlendirme Yöntemleri, Sismik Yalıtım	59
4. GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPI ÖRNEKLERİ	62
4.1. İzmit Sultan Abdülaziz Av Köşkü	62
4.1.1. Yapının Mevcut Durumunun Değerlendirilmesi	62
4.1.1.1. Dış Cephe Duvarları	62
4.1.1.2. Ön (Güney) Cephe Duvarları	63
4.1.1.3. Grişe Çöre Sol Yan (Batı) Cephe Duvarı	63
4.1.1.4. Arka (Kuzey) Cephe Duvarı	63
4.1.1.5. Grişe Çöre Sağ Yan (Doğu) Cephe Duvarı	64
4.1.1.6. İç Duvarlar	64
4.1.1.7. Ahşap Döşeme Kirişleri	65
4.1.1.8. Kargir Tonozlar	66
4.1.2. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Güçlendirilmesi	67
4.2. Düzce 1 Numaralı Merkez Sağlık Ocağı	68
4.2.1. Yapının Yeri ve Özellikleri	68
4.2.2. Zemin Durumu ve Temel Sistemi	68
4.2.2.1. Sondaj Çalışmaları	68
4.2.2.2. Mayene Çukuru Çalışmaları	69
4.2.3. Bnanın Mevcut Durumu ve Deprem Hasarları	70
4.2.4. Deprem Güvenliğini İncelenmesi	71
4.2.4.1. Kayma Gerilmeleri Yönünden	71
4.2.4.2. Boyutlar Yönünden	75
4.3. Kabataş Erkek Lisesi Eğitimi ve Yatakhane Binaları Deprem Güvenliği Çalışmaları	76
4.3.1. Yapının Yeri ve Özellikleri	76
4.3.2. Yapının Mevcut Durumu	76

4.3.3. Arazi Çalışmaları	77
4.3.3.1. Zemin Durumu ve Temel Sistemi	78
4.3.3.2. Yer altı Suyu Durumu	79
4.3.3.3. Pressiyometre Deney Sonuçları	79
4.3.4. Bölgenin Depremselliği	79
4.3.4.1. Tasarı Deprem Parametreleri	79
4.3.4.2. Temel Atı Zemin Yönünden Depremsellik, Temel Atı Zemininin Sıvılaşma Potansiyeli	80
4.3.4.3. Üst Yapı Yönünden Depremsellik	81
4.3.5. Yapının Güçlendirilmesi	81
4.3.5.1. Zemin Islahı	81
4.3.5.2. Üst Yapının Güçlendirilmesi	81
5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR	86
5.1. Değerlendirme	86
5.2. Tartışma	86
5.3. Sonuçlar	88
KAYNAKLAR	91
EKLER	95
Ek A İzmit Sultan Abdulaziz Av Köşkü Hesapları	95
Ek B Dizce 1 Nolu Merkez Sağlık Ocağı Ekleri	121
Ek C Kabataş Erkek Lisesi Eğitimi ve Yatakhane Binaları Ekleri	125
Ek D Kabataş Erkek Lisesi Güçlendirme Çalışmaları Fotoğrafları	141
ÖZGEÇMİŞ	155

KISALTMALAR

ABYYHY98	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1998
α	: Eğim Açısı
B	: Yapının ya da Temelin En Küçük Kenarı
H	: Yapı Yüksekliği
D_N	: Aman Normu
SPT	: Standart Penetrasyon Deneyi
N	: Düşüş Sayısı
Q_k	: Temele Gelen Limit Kuvvet
n	: Porozite
w	: Su Mıhtevası
E	: Elastisite Modülü
σ	: Basınç Emniyet Gerilmesi
τ	: Kayma Gerilmesi
T_A, T_B	: Spektrum Karakteristik Periyotları
S(T)	: Spektrum Katsayısı
A_o	: Hkin Yer İvme Katsayısı
I	: Bina Önem Katsayısı
n	: Hareketli Yük Katılı mKatsayısı
G	: Duvarların Ağırlıkları
Q	: Çatı Yüğü
W	: Binanın Toplam Ağırlığı
V_t	: Eşdeğer Deprem Yüğü
R	: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
a	: Yatay İvme Değeri
M	: Magnitude / Büyüklük
q_a	: Statik Yüğüler Altında Zemin Emniyet Gerilmesi
k	: Duvar Rijitliği
V₁, V₂	: Kat Kesme Kuvvetleri
M₁, M₂	: Devrilme Momentleri
x_g, y_g	: Kütle Merkezi Koordinatları
ó_x, ó_y	: Devrilme Momenti Gerilmeleri
J_g	: Boşluklu Duvarın Ağırlık Merkezi nden Geçen Atalet Momenti
V_s	: Duvarın Kesme Kuvveti
Q(t)	: Sabit Yüğü
P(t)	: Hareketli Yüğü

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Bileşik Zemin Sınıflandırma Sistemi.....	3
Tablo 2.2 Düşme Sayısı ve Sıklık İlişkisi.....	7
Tablo 2.3 Tuğla Deneyi	18
Tablo 2.4 Yerel Zemin Sınıfları.....	26
Tablo 2.5 Zemin Grupları.	26
Tablo 2.6 Spektrum Karakteristik Periyotları.....	27
Tablo 2.7 Etkin Yer İvme Katsayısı.....	28
Tablo 2.8 Hareketli Yük Katılım Katsayısı.....	28
Tablo 2.9 Bina Önem Katsayısı..	29

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Yığma Duvarlarda Yatay Yük Altında Yükleme Durumu.....	20
Şekil 2.2 : Yığma Duvarların Köşe Davranışı.....	20
Şekil 2.3 : Yığma Yapılarda Depremde Oluşan Çeşitli Çatlak Bçimleri.....	21
Şekil 2.4 : Spektrum Katsayısı Eğrisi.....	27
Şekil 3.1 : Mevcut Ahşap Döşemeninin Üzerine Uygulanan İkinci Ahşap Katman.....	43
Şekil 3.2 : Mevcut Ahşap Döşemeninin Üzerine Uygulanan Betonarme Katman.....	43
Şekil 3.3 : Çatlaklarda Epoksi Harcı Uygulanması.....	47
Şekil 3.4 : Duvardaki Çatlakların Çelik Bar ya da Dikiş Benami ile Giderilmesi.....	48
Şekil 3.5 : Çatlak Bölgesinin Onarılması.....	48
Şekil 3.6 : Dişey Hatıl ya da Kolon Oluşturulması.....	49
Şekil 3.7 : Çeşitli Dişey Hatıl ya da Kolon Oluşturma Bçimleri.....	49
Şekil 3.8 : Duvarda Olabilecek Kamburlaşma.....	50
Şekil 3.9 : Duvarda Hasarlı Kısımın Beton ya da Çimento Grout ile Dolurulması.....	50
Şekil 3.10 : Tuğla Örne ya da Taş Ekleme Yöntemi.....	51
Şekil 3.11 : Duvar Köşelerinde Oluşturulacak Kolon için Yapılan Hazırlık.....	51
Şekil 3.12 : Duvarda Kolon Oluşturulması.....	52
Şekil 3.13 : Çelik Levhalarla Duvarın Kuşaklanması.....	52
Şekil 3.14 : Çelik Levhalarla Güçlendirme.....	53
Şekil 3.15 : Poli mer Grid Uygulanması.....	53
Şekil 3.16 : Ahşaplarda Birleşim Şekilleri 1.....	54
Şekil 3.17 : Bir Diğer Ahşap Birleşim Şekli.....	55
Şekil 3.18 : Çelik Haklarla Duvar Birleşiminin Bağlanması.....	57
Şekil 3.19 : Bir Diğer Duvar Birleşimi.....	57
Şekil 3.20 : Çelik Profillerle Duvarın Sıkıştırılması.....	57
Şekil 3.21 : Taban Yalıtım Uygulanmış Yapı.....	60
Şekil 4.1 : Dış Cephe Duvarlarında Oluşan Hasarlar.....	62
Şekil 4.2 : Güney Cephe Duvarlarında Oluşan Hasarlar.....	63
Şekil 4.3 : İzmit Sultan Abdülaziz Avköşkü Kuzey Cephesi.....	64
Şekil 4.4 : İç Duvarlarda Oluşan Hasarlar.....	65
Şekil 4.5 : Ahşap Döşemelerde Oluşan Hasarlar.....	66
Şekil 4.6 : Birinci Kat Taşıyıcı Sistemin Güçlendirilmesi.....	67
Şekil 4.7 : Dizce 1 Nolu Merkez Sağlık Ocağı.....	68
Şekil 4.8 : Dizce 1 Nolu Merkez Sağlık Ocağı Vaziyet Planı.....	69
Şekil 4.9 : Miayene Çukuru.....	70
Şekil 4.10 : Köşe Kalkan Duvarlarda Oluşan Çatlaklar.....	70
Şekil 4.11 : Taşıyıcı Tuğla Duvarların Mevcut Durumu.....	71
Şekil D1 : Kabataş Erkek Lisesi.....	141

Şekil D2	: Kabataş Erkek Lisesi Eğiti m B nası.....	141
Şekil D3	: Yatakhane B nası Kuzeydoğu Miayene Çukuru.....	142
Şekil D4	: Güneybatı Cephesi Miayene Çukuru.....	142
Şekil D5	: Eğiti m B nası Ön Cephe Miayene Çukuru.....	142
Şekil D6	: Kabataş Erkek Lisesi Eğiti m B nası Güneybatı Cephesi.....	143
Şekil D7	: Kabataş Erkek Lisesi Eğiti m B nası Kuzey Cephesi.....	143
Şekil D8	: Kabataş Erkek Lisesi Eğiti m B nası Arka Cephe Taşı yıcı Duvarlarda Çatlaklar.....	144
Şekil D9	: Kabataş Erkek Lisesi Eğiti m B nası Ön Cephe Taşı yıcı Duvarlarda Çatlaklar.....	144
Şekil D10	: Tuğ al arda Aşırı Ayrışma.....	145
Şekil D11	: Kabataş Erkek Lisesi Eğiti m B nası Arka Cephe Kuşak la ma Perdesi Kazısı.....	145
Şekil D12	: Yatakhane B nası Kuşak la ma Perdesi Kazısı.....	146
Şekil D13	: Yetersiz Temel Derinliği, Kötü Temel Mal ze mesi, Oun suz Ze min Yapısı ve Temel Alt ında Sıkıştır ma Kaz ıkları.....	146
Şekil D14	: Kabataş Erkek Lisesi Eğiti m B nası Kuşak la ma Perdesi Kazısı.....	146
Şekil D15	: Kuşak la ma Perdesi Kazısı; Ayrış mış Yapıdaki Kireç Harçlı Temel Duvarı.....	147
Şekil D16	: Kuşak la ma Perdesi Kazısı; Ankraj Yerleri nin Delin mesi.....	147
Şekil D17	: Kabataş Erkek Lisesi Eğiti m B nası nda Temellerin Kar maş ık Yapısı, Kötü Temel Mal ze mesi Dkkate Al ınarak Donat ıların Yerleştiril mesi ve Ankrajların Yapıl ması.....	148
Şekil D18	: Temellerin Kar maş ık Yapısı Dkkate Al ınarak Donat ıların Yerleştiril mesi.....	148
Şekil D19	: Kabataş Erkek Lisesi Yatakhane B nası Arka Cephe Temellerin Kar maş ık Yapısı, Kötü Temel Mal ze mesi Dkkate Al ınarak Donat ıların Yerleştiril mesi ve Ankrajların Yapıl ması.....	148
Şekil D20	: Kabataş Erkek Lisesi Yatakhane B nası Ön Cephe Temellerin Kar maş ık Yapısı, Kötü Temel Mal ze mesi Dkkate Al ınarak Donat ıların Yerleştiril mesi ve Ankrajların Yapıl ması.....	149
Şekil D21	: Temel Takvi yesi, Kuşak Perdesi Beton Dökül mesi ve Betonun Vi bratörl enerek Yerleştiril mesi.....	149
Şekil D22	: Temel Takvi yesi Ta na m l anan Kuşak Perdesi Betonu.....	150
Şekil D23	: Kabataş Erkek Lisesi Eğiti m B nası Arka Cephe Temel Takvi yesi Ta na m l anan Kuşak Perdesi Betonu.....	150
Şekil D24	: Yatakhane B nası Ön ve Orta Böl ün Birleştiril mesi.....	150
Şekil D25	: Eğiti m B nası Jet grout ve Enjeksiyon Uygulan ması.....	151
Şekil D26	: Jet grout ve Enjeksiyon Uygulan ması.....	151
Şekil D27	: Taşı yıcı Duvarların Kompozit Hale Getiril mesi İçin Duvar Sı valar ının Kal dırıl ması.....	152
Şekil D28	: Duvarda Hısr Çelik Yerleştiril mesi, Taban ve Tavanda Epoksili Ankraj Yerleştiril mesi.....	152
Şekil D29	: Duvar Yüzleri ne ve Pencere İçleri ne Hısr Çelik Yerleştiril mesi.....	153
Şekil D30	: Duvar Yüzleri ne Hısr Çelik Yerleştiril mesi, Taban- Tavan ve Duvar Yüzleri ne Ankrajların Yerleştiril mesi.....	153
Şekil D31	: Shotcrete Uygulan ması.....	153
Şekil D32	: İkinci Kade me Püskürtme Betonu Uygulan ması Öncesi.....	154
Şekil D33	: Püskürtme Betonu Sonu, Sı va Düzeltil mesi Öncesi.....	154

ÖZET

TARİHİ YIĞMA KARGIR YAPILARIN GÜÇLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, tarihi yığma kargir binaların mevcut güvenlik düzeyinin yapının bulunduğu zeminle birlikte irdelenerek belirlenmesi için kullanılan yöntemler araştırılmış, kullanılan yöntemlerle belirlenen mevcut güvenlik düzeyinin yeterli olmadığı durumlarda ne şekilde, ne kadar, nasıl bir güçlendirme yöntemi kullanılacağı araştırılmıştır. Bu bağlamda 1. ve 2. derece deprembölgesinde bulunan tarihi yığma kargir üç yapının mevcut güvenlik düzeyi irdelenmiş ve güçlendirme yöntemleri araştırılmıştır.

Yukarıda belirlenen amaçya yönelik olarak bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır:

Giriş bölümünde, çalışmanın amaçları, içeriği ve kapsamı belirlenmiştir.

İkinci bölümde yığma kargir yapıların mevcut güvenlik düzeyinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler ve adımlar tanıtılmıştır. Bu bağlamda ilk adımlar olarak yapının üzerinde bulunduğu zeminin özelliklerinin hangi çalışmalarla saptanabileceği araştırılmıştır. İkinci etap çalışmalarında temel sisteminin mevcut durumu belirlenirken kullanılan yöntemler tanıtılmıştır. Üçüncü adımda üst yapı irdelenmiştir. Bu adımda strüktürel formların sismik davranışları irdelenmiş, malzemenin mevcut durumlarının belirlenmesi için kullanılan yöntemler araştırılmıştır. Bu bölümde son aşama olarak yapının 01 Ocak 1998 tarihinde yürürlüğe giren (ABYYHY98)'de öngörülen yöntemlerle deprem yüklerinin hesaplanması ve binanın depremselliğinin saptanması yer almıştır.

Üçüncü bölümde yığma kargir bir yapıyı taşıyıcı sisteminin güçlendirme yöntemleri araştırılmıştır. İlk etap çalışmalarda temel altı zemininde ıslah yöntemleri, ikinci ve üçüncü etap çalışmalarda ise temelin ve üst yapının güçlendirilme yöntemleri araştırılmıştır. Bu bölümde ayrıca sistemin rijitliğini artıracak ek müdahalelerin neler olduğu ve kullanılan diğer güçlendirme yöntemleri araştırılmıştır.

Dördüncü bölümde, 1. ve 2. derece deprembölgesinde bulunan tarihi yığma kargir üç yapının mevcut güvenlik düzeyi irdelenmiş ve güçlendirme yöntemleri tartışılmıştır.

Beşinci bölümde, değerlendirmeler yer almaktadır ve sonuçlar tartışılmıştır.

SUMMARY

STRENGTHENING OF HISTORIC MASONRY BUILDINGS

The methods used in determining level of safety in historic masonry buildings by considering their soil characteristics, the required level and the ways of strengthening are investigated in this study. In this respect, the level of safety of three masonry buildings located in the first and second degree earthquake zone in Turkey was examined and the methods of strengthening were discussed.

In the light of the aim mentioned above, this study is consisted of five chapters.

The aims and the content of the study were summarized in the first Chapter.

The methods used and the steps taken in determining the safety level of existing historic masonry buildings were explained in the second Chapter. In this respect, as the first step the methods used to find out the subsoil characteristics have been investigated. The methods used to determine the existing condition of foundation system has been presented as the second step. In the third step, load bearing system of the building was taken into consideration. Responses of different structural forms under seismic loads were investigated in this step. At the final step, the calculation of earthquake loads according to the ` 1998 Turkish Earthquake Code ` was summarized and the vulnerability of the buildings has been examined.

The strengthening methods of a historic masonry buildings system were investigated in the third Chapter. The upgrading methods of the foundation system and the strengthening methods of the upper structural system were explained as the first and the second steps. Additional interventions for increasing the lateral rigidity the structural systems and the other strengthening methods were investigated in this section.

The levels of safety of three historic buildings, existing at the first and second degree zone in Turkey, were examined and the strengthening methods have been investigated in the fourth Chapter.

The evaluation of the study and the conclusions were summarized in the fifth Chapter.

BÖLÜM1. GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, kültürel mirasımız olan tarihi yağma kargir yapıların olası bir depremin en az hasarla ya da mümkün olduğunca hasarsız bir şekilde atlatmasını ve bu yapıların günümüzden geleceğe en iyi şekilde aktarılmasını sağlayacak güçlendirme yöntemlerinin gelişmesine yardımcı olmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda çalışmanın ilk bölümünde mevcut zemin ve üst yapı çalışması esas alınarak, yapı taşıyıcı sistemlerinin mevcut güvenlik düzeylerinin belirlenmesi irdelenmiştir. Mevcut güvenlik düzeyi belirlendikten sonra yapının güçlendirme ihtiyacı olup olmadığı tespit edilmiş olmaktadır. Bu alan içerisinde, konu, ana maddeler halinde ABYYHY98’ den yararlanılarak incelenmiştir. Çalışmanın diğer bölümlerinde güçlendirme ihtiyacı olan yapıların hangi yöntemle ve ne kadar güçlendirilmesi gerektiği araştırılmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümde örnek üç tarihi yağma kargir yapı ele alınarak teori de olan çalışmanın pratiğe dökülmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2. YIĞMA KARGIR YAPILARDA MEVCUT GÜVENLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

2.1. Genel

Tarihi yığma kargir yapıların mevcut güvenlik düzeyinin belirlenmesi, söz konusu yapıların güçlendirme ya da onarımına nerede ne kadar ihtiyacı olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli bir çalışmadır.

Konu itibarıyla unutulmaması gereken; bu binaların tarihi, anıtsal ve hatta psikolojik değerinin olduğudur. Bu bakımdan yapının mevcut güvenlik düzeyi belirlenmeden önce, yapının yapımaşamaları ve tarihi içerisinde kullanım biçimleri hakkında bilgi sahibi olunabileceği bir tarihe araştırılması yapılmalıdır. Bu araştırma yapı taşıyıcı sisteminin davranışının anlaşılmasında yardımcı olacaktır. Yapılacak olan tarihe araştırmasında aşağıdaki sorulara yanıt aranmalıdır:

- Yapı hangi tarihte, kimler tarafından inşa edildi ?
- Hangi nevsi mde inşa edildi ? İklim koşulları ne idi ?
- Yapının inşası için geçen sürede kesintiler oldu mu ?
- Yapının tarihi içinde uğradığı hasarlar ve sonuçları nelerdir ?
- Yapı daha önce onarıldı ya da güçlendirildi mi ?
- Yapının bulunduğu çevrenin kullanımı ve zaman içinde değişimi nelerdir ?
- Yapının taşıyıcı sisteminde veya kullanım şeklinde ne gibi değişiklikler olmuştur ?

Yapının tarihesi kapsamlı bir şekilde araştırıldıktan sonra yapının bulunduğu zeminin sınıfı, şartları ve temel sisteminin belirlenmesi gerekir.

2.2 Temel Zemininin İrdelenmesi

2.2.1. Zeminlerin Sınıflandırılması

Zeminler dane boyutlarına ve kohezyon durumuna göre üç ana grupta toplanabilirler;

- Kum çakıl gibi iri daneli zeminler (kohezyonsuz zeminler),
- Silt, kil gibi ince daneli zeminler (kohezyonlu zeminler),
- Turba gibi organik zeminler (lifli zeminler).

Sınıflandırma sistemleri içinde en çok kullanılan birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemi (Tablo 2.1.).

Tablo 2.1. Bleşik Zemin Sınıflandırma Sistemi

Zemin Grubu	Dane Çapı (mm)
Bl ok – iri taş	> 75.6
Çakıl	75.6 – 4.76
Kum	4.76 – 0.074
Silt	0.074 – 0.002
Kil	< 0.002

Kohezyonsuz zemin gruplarını belirlemek için elek analizi, kohezyonlu zeminleri sınıflandırmak için su muhtevası likit limit ve plastik limit deneyleri yöntemleri uygulanır.

Hidro metre analizi, 0.074 mm daha küçük boyuttaki danelerin dağılımını tespit etmek amacıyla kullanılır **Özdoğan ve diğ (1998)**.

2.2.2. Zemin Numuneleri Üzerinde Laboratuvarda Yapılacak Araştırmalar

2.2.2.1. Zemin Sınıfının Belirlenmesi

Zeminler dane boyutlarına göre; iri daneli zeminler, ince daneli zeminler ve organik zeminler olmak üzere üç ana grupta toplanabilir.

2.2.2.2 Zeminin Porozitesi ve Boşluk Oranı

Doğrudan doğruya sondalar yardımıyla bulunabilen porozite 'n' (kum ve çakıl gibi iri daneli zeminlerin birim hacimdeki boşluk hacminin dolu hacme oranı) ve boşluk oranı 'e' (boşluk hacminin dolu hacme oranı), aynı zamanda yerinde alınmış zemin numuneleri üzerinde laboratuvar şartlarında yapılan deneylerle de bulunabilir. Zemin numunesi "örselenmemiş" başka bir deyişle doğal durumunun bozulmamış olması gerekmektedir.

2.2.2.3 Zeminlerin Su Muhtevası

Zemin boşluklarındaki su ağırlığının, dane ağırlığına oranına "su muhtevası" denir ve "w" ile gösterilir. Su muhtevasının belirlenmesi ile boşluklarınta nemli su dolu olup olmadığını, başka bir deyişle zeminin "doygun" olup olmadığını hakkında bilgi edinilir. Su muhtevası aynı zamanda killi bir zeminde kilin likit, plastik ya da katı halde olup olmadığını tespitinde rol oynar.

2.2.2.4 Zeminlerin Kayma Direnci

Yapı yükleri etkisiyle temel düzlemi altında oluşan kayma yüzeyleri üzerinde zemin kaymaya zorlanır. Yüklerin belli bir limitte (Q_k) ulaşması halinde, temelin altındaki zemin kırılarak, yanal zemin hareketleri ve temel düzleminin üstüne doğru kabarmalar meydana gelir. Zeminin kayma direnci bilinirse temele gelen limit kuvvet (Q_k) belirlenebilir. Zeminin kayma direnci parametreleri, örselenmemiş numuneler üzerinde laboratuvar da yapılan "üç eksenli basınç deneyleri" veya "kesme deneyleri" yardımı ile bulunur.

2.2.2.5 Zeminlerin Konsolidasyonu

Bir temele yüklenecek yükü belirlemek için yalnızca zeminlerin kayma direncini bilmek yetmez. Bunun yanı sıra, temelin oturma miktarının da bilinmesi gerekir. Zeminlerin sıkışabilirliği yani kompresibilitesi deneysel olarak, örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan konsolidasyon (ödometre) deneyleri ile incelenir.

Silindirik bir numune ödometre aletine yerleştirilir. Alet farklı yüklerle yüklenerak yük – sıkışma arasındaki bağıntı ölçülür ve bir grafik belirlenir. Bu grafiğin yardımı ile temel e yüklenebilecek yük belirlenebilir.

2.2.3. Zemin Özelliklerinin Saptanması

Tarihi yağma kargir bir yapının mevcut güvenlik düzeyi belirlenirken, yapının tarihçesinin yanı sıra mevcut durumunun belirlenmesi amacıyla ilk yapılıması gereken yapıntemel sistemi ve zemin grubu belirlenmesi ve yapıdaki çatlakların saptanıp izlenmeye başlanmasıdır. Temel zemininde açılan muayene kuyuları ve/veya sondajlar yardım ile temel sistemi ve özellikleri belirlenebilir. Zemin durumu incelendikten sonra, yapıda oluşmuş veya oluşması olası çatlakların nedenleri öğrenilebilir.

Sağlıklı ve doğru bir zemin kesiti, uygulanacak olan güçlendirme projesinin ekonomisinde rol oynayabilir. Zemin kesitlerinin belirlenmesi doğru foraj (yerinde yapılacak kazılar) ve sondaj sonuçlarına bağlıdır. Bazı ülkelerde bu çalışmaları düzenleyen kullanılan (DIN 4021, 4022, 4023) çeşitli normlar vardır.

2.2.3.1. Zemin Sondajları

Sondajlar genellikle 3.0 m'den daha derin incelemelerde, muayene çukurları ile ulaşılamayan derinliklerde ya da muayene çukuru için elverişsiz zemin şartlarında, yer altı su seviyesi altındaki derinliklerde kullanılırlar. Sondaj çapları genel olarak 50 ile 250 mm arasında değişirler. Sıkı zeminlerde sondaj deliği desteksiz durabilir. Fakat yumuşak kil veya yer altı su seviyesinin altındaki kum zeminlerde kaplama borusu ile veya sondaj deliği içi viskoz çamur süspansiyonu betonit kil ile doldurularak, sondaj çukurunun yıkılması veya kapanması önlenir. Zemin içinde sondaj ile delik açılması burgu, darbeli yıkama veya rotary (dönel) sondaj tekniklerinden biri ile yapılabilir. Zeminin çok yumuşak kil veya su seviyesi altında çakıl olması durumunda darbeli sondajlar daha uygundur. Kil, kum veya yumuşak kaya zeminlerde rotary (dönel) sondaj tekniği uygulanabilir.

Sondajlar sırasında örselenmiş (doğal hali bozulmuş) ya da örselenmemiş (doğal hali bozulmamış) numuneler alınarak saklanır. Örselenmemiş numuneler, yapısı ve su muhtevası korunmuş zemin numunesidir. Kayma direnci, konsolidasyon veya

permeabilite deneyleri için alınır ve muhafaza edilirler. Örselenmiş numuneler, tabii yapısı bozulmuş, sondajların ilerlerken aldıkları numunelerdir. Esas olarak sınıflandırma ve tanımlama için kullanılırlar.

Sondajlar yapılaraya yakın fakat sınırları dışında yapılır.

2.2.3.2 Arazi Deneyleri

Özellikle çok hassas kil ve silt zeminlerde veya bazı iri daneli kohezyonsuz zeminlerde örselenmiş numune almak zordur. Bu nedenle zeminin özelliklerini tahmin etmek için bazı arazi deneyleri kullanılır. Bu deneyler laboratuvar sonuçları kadar sağlıklı olmadığından, arazi de çok deney yaparak bu açık kapatılmaya çalışılır. En güvenilir yöntem ise, arazi deneyleriyle birlikte laboratuvar deneylerinin birlikte değerlendirilmesidir.

Statik ve Dinamik Penetrasyon Deneyleri

Standart uçların zemine giriş dirençlerinin ölçüldüğü penetrasyon deneyleri iki gruba ayrılır:

- a- Standart bir ucun ağırlık düşürülerek giriş miktarının ölçüldüğü dinamik sonda veya penetrometreler,
- b- Standart bir ucun statik bir kuvvet uygulanarak giriş miktarının ölçüldüğü statik sonda veya penetrometreler.

a- Standart – Penetrasyon Deneyi (SPT):

En yaygın olarak kullanılan dinamik penetrasyon deneyidir. 50 mm dış çaplı özel standart ucun, kaplama borusu çakılmış sondaj çukuru tabanından itibaren zemine çakılması ile yapılır. Standart uç aynı zamanda numune alıcı kaşıktır.

Deney sırasında 63.5 kg'lık ağırlık 0.76 m den standart uç tij üzerine düşürülerek sondaj deliği tabanından itibaren 0.15 m girmesi için gerekli düşüş sayısı Standart Penetrasyon Deneyi (N) olarak alınır. Esas olarak kohezyonsuz zeminlerin yerleşim sıklığı, kohezyonlu zeminlerin kıvamı hakkında bilgi verir.

Bu deney ince çakıl, kum silt ve kil zeminlerde uygulanır ve $N > 50$ değerinden sonra devam ettirilmaz. Düşüş sayısı N in büyük olması, zeminin çok sağlam olduğunun göstergesidir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2 Düşme Sayısı ve Sıklık İlişkisi

KUM		KİL		
N	İzafi Sıklık	N	Kıvam	Serbest Basınç Direnci (kN/m ²)
0 – 4	Çok gevşek	2	Çok yumuşak	< 25
4 – 10	Gevşek	2 – 4	Yumuşak	25 – 50
10 – 10	Orta sıkı	4 – 8	Orta katı	50 – 100
30 – 50	Sıkı	8 – 15	Katı	100 – 200
50 +	Çok sıkı	15 - 30	Çok katı	200 – 400
		30	Sert	> 400

b- Hollanda sondası

En yaygın olarak kullanılan statik sondadır. Standart uç sabit hızda zemine itilerek sokulur ve konik uç kısa bir mesafe itelenerek gerekli kuvvet ölçülür. Daha sonra tüp kısmı ilerletilerek konik uca temas etmesi sağlanır, bunun için de gerekli kuvvet ölçülür. Sonuç olarak uç direnci ve çevre sürtünmesi farklı olarak ölçülür. Statik sonda zemin tabakalarının kıvam ve yerleşim sıklıklarının derinlikle değişimi hakkında sürekli bir bilgi sağlar.

Arazi deneylerinde kullanılabilen diğer yöntemler veyn deneyi, plaka yükleme deneyi ve jeofizik yöntemlerdir.

Veyn deneyi, yumuşak kil zeminlerde örselenmemiş numune almak zor veya imkansız olduğundan, yumuşak suya doygun killerin kayma direncini yerinde belirlemek için geliştirilmiş bir deneydir **Özdoğan ve diğ. (1998)**.

Plaka yükleme deneyi, zemin taşıma gücü ve sıkılaşma özelliklerinin arazide yerinde ölçülebilmesi için yapılan bir deneydir.

Jeofizik yöntemler, fiziksel özellikleri birbirlerinden önemli derecede farklı zemin ve kaya tabakalarının derinliklerinin, ana kaya derinliği ve yer altı su seviyesinin belirlenmesi, sondaj yerlerinin tespiti gibi sınırlı bilgi veren yöntemlerdir.

2.2.3.3 Muayene Çukurları, Kuyuları ve Galerileri

Tarihi yağma kargir yapıların temel durumlarının ve derinliklerinin belirlenmesi için yapı kenarında gerekli sayıda kontrol kuyuları açılır. Yüzeysel temellerin biçimi ve derinliği hakkında yeterli bilgi edinildiği kadar, kazıklı temellerde de kazığın başlık kotu ve yer altı suyunun başladığı yer belirlenir. Bu şekilde yapının çevresinde yapılması olası kazı çalışmalarının hangi derinlikte ve mesafede yapıya olumsuz etkisi dabileceği belirlenir.

Muayene çukurları genellikle 3.5 – 4.0 m derinliğe kadar açılırlar. Uygun zemin şartlarında kazı makineleri ile 8.0 m derinliğe kadar muayene çukuru açmak mümkündür. Muayene kuyuları düşey, muayene galerileri ise yatay açılırlar. Açılan muayene çukurlarından örselenmiş veya örselenmemiş numuneler zemine tüp çakılarak alınır ve kayma direnci, permeabilite ve konsolidasyon deneyleri için kullanılır.

2.2.3.4 Yeraltı Su Seviyesinin Belirlenmesi

Yer altı su seviyesi, foraj ve sondaj delikleri yardımı ile her ne kadar saptanırsa da, seviyenin zamanla değişiminin gözlenmesi için özel kontrol kuyularının açılması gerekir. Yeterli bilgi edinilebileceği bir diğer yöntem de mevcut su kuyularının gözlenmesidir. Bu tür bilgileri, aynı zamanda yer altı sularının durumunu inceleyen bürolardan da temin etmek mümkündür. Söz konusu bürolar, yer altı suyunun uzun zaman süreci içindeki değişimini saptadıklarından daha sağlıklı bilgiler verirler.

Tarihi yağma kargir yapıların yer altı sularının en az on beş yirmi yıllık değişiminin bilinmesinde büyük fayda vardır. Bu bilgilerin ışığında zemindeki oturumaların yapıyı etkileyecek bir seviyeye ulaşmış mı değil mi hakkında hesap yapmak olanağı elde edilir. Bu hesap sonuçlarına göre de, uzak geçmişteki zemin davranışlarıyla ilgili bir ekstrapolasyon yaparak daha somut sonuçlara ulaşabilir. Örneğin, geçmişteki bu değişimlerin mertebesi bilinir ve yapıdaki çatlamlar gözlenirse, gelecekteki olası çatlaklar ile ilgili önlemler almak mümkün olacaktır Çanlıbel (2000a).

2.2.3.5. Temel Oturmalarının Ölçülmesi

Temel oturumlarının geçmişteki değerlerinden söz edilemeyeceği için, ölçme işleminin yapının iyileştirilmesine karar verildikten sonra başlanır. Bulunan değerler yardım ile ancak, geçmişteki oturumlar ile ilgili tahmin yapılabilir.

2.2.4. Zemininden Kaynaklanan Problemler

Zemininden kaynaklanan problemleri beş başlıkta incelenebilir.

2.2.4.1. Oturma Sorunları

Oturma, yapıların hasar görmesinde öne mtaşan olguların başında gelir.

Yığma kargir yapılarda oturumlar, uzun bir zaman süreci içinde tanımlanır. Siltli zeminlerdeki oturumların, birkaç sene içinde; killi zeminlerdeki ise, atmış- yetmiş senelik zaman zarfında tanımlandığı tahmin edilmektedir.

Tarihi yapılarda çeşitli nedenlerle yüklerin temellere iletilme biçimlerinin değişmesi sonucu, temel zemin yeni durumdan etkilenerek tekrar oturmaya başlar. Bu yeni oturumlar yapıda dönüşlere neden olabilir. Yüklerin temellere iletilme biçimlerinin değişmesine sebep olan etkenler:

- Yapıda yapılacak değişiklikler, yük sistemindeki değişiklikler
- Zemin yapısı farklılığına kaynaklanan farklı oturumlar
- Zamanla meydana gelen çatlaklar, hiperstatik sistemi izostatik hale getirmesi
- Temel kazılarının çürütmesi
- Yer altı suyunun alçalıp yükselmesi
- Yapı altında veya çevresinde kazılarak açılan boşluklar
- Deprem etkileri
- Diğer.

Ayrık ve sürekli temellere oturan, tarihi yağma kargir yapılar için oturma toleransı (2,5 – 4) cm arasındadır. Ayrıca yapının oturmalar sonucu kabul edilebilecek maksimum eğimi

$$\tan \alpha = 0,005 \cdot B \cdot H \quad (2.1)$$

formülüyle hesaplanır **Çağınbel (2000a)**. Burada

α = eğim açısı,

B = yapının veya temelin en küçük kenarı,

H = yapı yüksekliğidir.

Sabit yük altında kohezyonlu zeminlerin uzun süreli sıkışmasına konsolidasyon oturması denir. Zeminin elastik deformasyonu yükün uygulanmasından hemen sonra meydana gelir ve bu yüzden doğacak sınıncaları düzeltmek nispeten kolaydır. Halbuki killerin uzun süreli konsolidasyonu inşaatın tamamlanmasından sonra uzun yıllar alabilir. Bunun sonucu inşaatın tamamlanmasından yıllar sonra yapıda önemli hasarlar meydana gelebilir. İri daneli zeminlerde konsolidasyon hızla sona erer.

2.2.4.2 Yeraltı Suyunun Yapı Stabilitesine Olan Etkisi

Yumuşak zeminlere oturan yapılarda, yeraltı suyunun alçalması ve yükselmesi yapıda hasarlara neden olabilir.

Yeraltı suyunun alçalması sonucu, su içinde yüzen zemin danelerinin ağırlıkları artacağından, daha alttaki zemin tabakalarına ilave yük getirir. Bu ilave yük etkisiyle zemin tabakaları tekrar oturmaya başlar. Bu oturmaların belli değerlere ulaşması sonucunda yapıda hasarlar oluşabilir. Yeraltı suyunun alçalması sonucu ile kuruyan zemin tabakalarında ayrıca rötre de oluşur. Rötre sonucu, özellikle killi zeminlerde, aşırı bir hacim küçülmesi olacağından, oturmalar bir önceki duruma göre daha büyük boyutlara ulaşır. Aynı durum buharlaşmanın söz konusu olduğu zeminler için de geçerlidir. Aşırı buharlaşma sonucu kuruyan zeminde rötre oluşacağından, oturmalar meydana gelir.

Yer altı suyunun yükselmesi sonucunda ise, zemin boşlukları tamamen su ile dolacağından, doymun hale geçer. Bu durumda zemin yumuşayarak, zeminin kayma direncinin azalması ile taşıma gücü azalır. Bu durumda oturmalar gerçekleşir ve bu yapıda hasarlara neden olabilir.

2.2.4.3 Taşıma Gücü Sorunu

Her zeminin taşıyabileceği maksimum bir yük vardır. Her zemin cinsine göre, zeminde yüklenecek limit yükler söz konusudur. Bu limit değerlerin aşılması sonucunda zemin hareketleri, hatta göçmeleri yaşanır. Özellikle, kohezyonsuz zeminlerde, aşırı yüklenme sonucunda, zemin göçmeleri meydana gelir. Bu nedenle kohezyonsuz zeminlerde göçme durumu göz önüne alınarak temel boyutlandırılır.

2.2.4.4 Deprem Sırasında Sıvılaşma

Zemin sıvılaşması, yer altı su seviyesi altındaki tabakaların mukavemetini kaybederek, katı yerine sıvı gibi davranmalarıdır. Özellikle, kil bulunmayan kum ve silt ve bazen çakıl tabakaları sıvılaşma potansiyeline sahiptir. Deprem sırasında, dalgaların özellikle kayma dalgalarının suya doymuş daneli tabakalardan geçerken, daneler yerleşim düzenini değiştirir ve gevşek olarak bulunan danelerin göçerek yerleşmesine ve sıkışmasına sebep olur. Bu yerleşme sırasında daneler arasında su yol bulup, kaçmazsa boşluk suyu basıncı yükselir. Eğer bu basınç üstte bulunan tabakaların ağırlığına yakın bir seviyeye ulaşır, daneli tabaka geçici olarak sıvı gibi davranarak sıvılaşma olayını ortaya çıkarır.

Zemin sıvılaşması sonucu, yapı zeminine batma veya hafif yapılarda yukarı doğru hareket ederek yüzme eğilimi gösterebilir. Sıvılaşarak kayma dayanımı kaybolan zeminde, yön değiştiren küçük kayma gerilmeleri büyük şekil değiştirmelere sebep olur ve yapılarda zemin göçmesi hasarları meydana getirir.

Zemin sıvılaşması esas olarak gevşek bir yerleşime sahip olmasına, daneler arasındaki bağa, kil miktarına ve boşluk suyunun drenajının engellenmesine bağlıdır. Zemin sıvılaşmasında ortaya çıkan büyük yer değiştirmeler, ayrıca sıvılaşan tabaka kalınlığına, yüzey eğimine ve yüklenme durumuna bağlıdır.

2.2.4.5. Yapıdaki Çatlakların Gözlenmesi

Yapıdaki çatlaklar alçı ile sıvanır ve alçının çatlayıp çatlamasına göre yapıdaki oturumlarının devam edip etmediği anlaşılabilir. Ayrıca çatlak genişliğinin yaklaşık olarak ölçülmesi de mümkün olabilir. Çatlağı niki tarafına la na tespit edilir. İki la na arasındaki uzaklık kompas ya da mikrometre yardımı ile ölçülerek çatlaktaki büyümler tespit edilir. Ölçmeler, 1/1000 duyarlılıkta yapılabilir. Ölçmelerin zamanla olan bağlantısı da böylece saptanması mümkün olur. Fakat, bazı çatlakların zamanla olan değişimlerinin belirlenmesi veya birbirleriyle karşılaştırılması yeterli olmaz. Çatlakların yapı içerisindeki tüm görünüşlerinin de saptanması gerekir. Bunun için döşeme ve duvarların büyük boy fotoğrafları çekilerek çatlakların global durumu belirlenir. Fotoğraf alma işlemine zaman zaman devam edilerek, çatlaklardaki büyümler stereoskopik kompatörlerle saptanır. Bu aletlerle farklı zamanlarda alınan fotoğraflar aynı anda değerlendirilir ve çatlaklardaki farklılıklar ölçülür. Çatlaklardan yapının temellerindeki oturumlar arasındaki farklılıklar da öğrenilebilir (Namlı, 2001).

2.3. Temel Sisteminin İrdelenmesi

Temel altı zeminin özellikleriyle birlikte, temel sisteminin de irdelenmesi gerekir. Elde edilen sonuçlar neticesinde, temel sisteminden ve zeminden kaynaklandığı belirlenen problemler varsa, ikinci adım olarak yapıya bu noktalarda ne şekilde müdahale edileceği belirlenir.

Yapının depremdaki davranışını belirlemek amacıyla yapılan araştırmalarda ilksırayı alan temel sistemi, çoğu yıkılarda ve hasarlarda baş etkindir. Temel sisteminin olası bir depremdaki davranışını belirlemek amacıyla aşağıdaki araştırmalar yapılır:

- Tarihçe araştırması yapılır.

Yapının ne zaman, ne şekilde, kimler tarafından yapıldığı araştırılır.

- Zemin kesiti saptanır.

Ze m i n kesiti n i n belirlenmesi doğru yapılan sondaj ve foraj sonuçları na ba ğ l ı dır. 45°'lik eğ i mli doğrultular da yapılan sondajlar ze m i n kesiti n i n saptanması ndaki en et kili yöntem lerden birisi dir. Ze m i n kesiti n i n saptanması aynı za m anda te m el derinli ğ i n i n tespit edil mesi anlam na da gelir.

Ze m i n kesiti n i n saptanmasında kullanılan di ğ er bir yöntem de açılan muayene kuyularıdır. Muayene kuyuları tarihi yağ ma kargir yapıları nte m el durumları nı ve derinlikleri n i n belirlenmesi için yapı iç inden veya dış ından açılır. Açılan muayene kuyularından, te m el lerin biç i m i ve derinli ğ i hakkında yeterli bilgi ed il di ğ i gibi, kazıklı te m el lerde kazı ğ n başlık kotu ve yer altı suyunun baş la dı ğ y er de belirlenebilir.

- Te m el otur maları ölç ü lür.

Te m el otur maları nı n ölç ü lmesi nde, muayene çukurları yardı m ı ol ur. Te m el durumları nı n ve derinlikleri n i n belirlenmesi için yapı kenar ında gerekli sayıda kontrol kuyuları açılır.

- Laboratuar ortam ında deneyler den yararlanılır.

Te m el mal ze mesi nden alınan nu mune leri n dayanım ı nı n tespiti a m a cı yla deneyler yapılır.

- Üst yapı da bulunan çatlaklar gözlenir.

Üst yapı da bulunan çatlaklardan, yapı nı n te m el leri ndeki otur malar arasındaki farklılıklar saptanabilir.

Yapılan araştır ma ve gözle mler neticesinde yapı nı n te m el ine ve te m el zemi ni ne acil müdahale edil mesi gerekti ğ i sonucuna varılırsa, gerek uygulama sırasında gerekse uygulama sonrası ndaki arazi deneyleri ni n ölç ü m ve gözle mleri n sonuçları nı n takip edilece ğ i bir te m el takviyesi program hazırlanmalıdır. Bu program te m el takviyesi yöntemi ni n uygun olup ol na dı ğ ı nı ortaya ç ı karacaktır.

2.4 Üst Yapının İrdelenmesi

2.4.1. Malzemenin ve Strüktürel Formların Mevcut Durumunun Belirlenmesi

2.4.1.1. Doğal Taş Malzeme

Doğal taş, taşıma gücü yüksek, basınç dayanımı yüksek buna karşın çekme dayanımı zayıf olan bir malzemedir. Basınç dayanımından dolayı, yalnız basınç kuvveti alan kemerler, tonozlar ve kubbelerde kullanılması uygundur. Basınç yüklerini alan duvarlar ve ayaklar da taş malzemeden yapılmıştır. Bazı taşlar, basınç altında deformasyonu betonunkine yakın veya daha azdır. Betonun elastiklik modülü $E = (14\sim30) \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ iken, granitin elastiklik modülü $E = (15\sim70) \times 10^4$ mertebesinde dir. Elastiklik modülünün bilinmesi taşıyıcı elemanın yüklenmesi sonucu yaptığı sehim hesaplanabilir **Çamlibel (2000a)**.

Taşlarda bazen genleşme çatlaklarına rastlanır. Bunlar çekme gerilmelerinin malzemenin çekme mukavemetini geçmesi halinde meydana gelir. Taşlarda dış etkenlerden (sıcaklık değişimleri, rüzgar, su...) kaynaklanan çatlaklar, aşınmalar ve bozulmalar meydana gelebilir.

2.4.1.2. Tarihi Yığma Kargir Yapılarda Kullanılan Harçlar

Topraktan elde edilen tuğla ve kerpici yapı malzemesi olarak kullanılması harcın doğmasına neden olmuştur. Tarihte ilk olarak çamur kullanılmıştır. İlk başlarda kullanılan çamurun ardından, Romalılarla birlikte, kireç harcı kullanılmaya başlanmıştır. Kireç harcından sonra, kum-kireç karışımının içine pişmiş kilin veya puzzolan denilen volkanik tüfün karıştırılması ile su karşısında sertleşen bir bağlayıcı elde edilmiştir. Tarihi yığma kargir yapılarda özellikle Selçuklu ve Osmanlı mirisinde ise horasan harcı adı verilen bağlayıcı kullanılmıştır (**Kuban, 1998**).

Horasan yapımında kireç ve öğütülmüş tuğla tozu kullanılır. Horasanın dayanımı kirecin kalitesine ve tuğla tozunun inceliğine bağlıdır. Bu nedenle eski yapılarda kullanılmış olan horasanın kalitesi ve dayanımı yöresel koşullara bağlı olarak değişir. Horasan harcının içine ince çakıl katılabilir. Horasan harcının içine katılan kireç zamanla sertleştiği için dayanımın yüksek olması için ince çakıl kullanılır. Roma

kalelerinde horasan harcı, içine ince çakıl konularak kullanılmıştır. Ayrıca horasan harcını içine rötreyi engellemesi için saman da katılabilir.

Horasan çok geç sertleşen bir malzemedir. Dayanımı çok uzun zamanda kazanır. Malzemenin bu özelliğini bilen eski mimarlar yapıyı monte etmesini bitirdikten sonra üst yapıya başlamaları için, uzun bir süre yapıya ara verirlerdi. Horasanın sertleşme sürecini azaltmak ve dayanımı kısa sürede kazanabilmesi için çeşitli katkı maddeleri kullanılabilir.

Harç kalınlığı ince olan yapılarda üst yapıdaki strüktür dayanımı daha yüksektir. İnce horasan harçlı yapılar diğer yapılara göre daha az hasar görmüşlerdir. Sonuç olarak harç kalınlığı mümkün olduğunca ince yapılmalıdır.

2.4.1.3 Kargir Malzeme ve Özellikleri

Doğal taş veya pişmiş toprağın (tuğlanın), bir bağlayıcı harçla birlikte kullanılması ile elde edilen malzemeye kargir adı verilir. Kargir malzeme ile monolitik taşıyıcı elemanlar (duvar, destekler), kemer, tonoz ve kubbe gibi taşıyıcı elemanlar yapılır. Kargir malzeme homojen bir malzeme olmayıp, heterojen bir malzemedir. Birim ağırlığı 2,1 ~ 2,2 ton/m³ arasında değişmektedir. Dış yükler altında farklı özellikler gösterir. Kargir malzemenin taşıma gücü, yapısında gösterilen özene, yapı taşıma harca, yapı mtetniğine, çevre şartlarına ve zamana bağlıdır **Ça nı bel (2000a)**.

Kargir malzeme, basınca belli limitlerde dayanır. Kargirin çekmeye karşı ise dayanımı çok azdır. Kargir malzemenin mukavemeti, içindeki bağlayıcı harcın mukavemetine eşdeğerdir. Bağlayıcı kireç harcı olan kargir malzeme de basınç emi yet gerilmesi $\sigma = 2 - 6 \text{ kg/cm}^2$, horosan harçlı kargir malzeme de $\sigma = 15 - 30 \text{ kg/cm}^2$ mertebesinde dir. Horasanın dayanımının, düşük dozajlı bir çiment o harcın dayanım civarında olması gerektiği varsayımı yapılabilir.

2.4.1.4 Ahşap Malzeme

İşlenmesi ve taşınması kolay bir malzeme olan ahşap, yalnız konut mimarisinde yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Hafif, çekme, basınç ve eğilmeye karşı dayanımı olduğundan büyük açıklıklar ahşapla rahatça geçilmiştir. Tarihi yağma kargir yapılarda tavan ve döşeme taşıyıcı sistemi malzemesi olarak ahşap kullanılmıştır.

Ayrıca çekmeye karşı dayanımdan dolayı duvarlarda hatıl olarak eğilmeye karşı dayanımdan dolayı çıkm (saçak, cumba, taşma) olarak kullanılmıştır.

Tarihi yağma kargir yapılarda, çatı örtüleri ahşap taşıyıcı sistemli, kırma çatılardır.

Ahşap çatıları taşıyıcı sistemlerine göre üç gruba ayırabilir.

- Oturma sistemler
- Asma sistemler
- Kırma sistemler

Oturma sistemler, plan düzeni olarak büyük açıklıkları oluşturan, çatı yüklerinin taşıyıcı duvarlar, ahşap kiriş gibi taşıyıcı elemanlara oturabilen sistemlerdir. Bu sistemde, bütün çatı ağırlığı ile kar ve rüzgar yükleri, doğrudan ve önemli sayılabilecek sapaclarla rağmen taşıyıcı elemanlara aktarılır.

Asma sistemler, plan düzeni bakımından oturma sistemlerinin kullanımı olanaksız olduğu durumlarda, büyük açıklıklar kiriş veya makaslarla geçilir.

Kırma sistemler, büyük ve küçük hacimlerin bulunduğu binalarda, değişik açıklıklara göre değişik makas tiplerinin bir arada kullanıldığı sistemlerdir (Banan, 1990).

Ahşap bir çatıda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlar şunlardır:

1. **Merteke**, üzerine ahşap kaplamanın veya kadronların çivilendiği kirişlerdir. Bu kirişin nesnetleri aşıklardır.
2. **Ara aşı**, merteklere nesnet teşkil eden taşıyıcı kirişlerdir.
3. **Damlalık aşı**
4. **Mahya aşı**
5. **Brakma kirişi**, bu kiriş münferit yük taşıyan ve eğilmeye çalışan bir kiriştir.
6. **Duvara oturan dikme**, aşıkların oturduğu nesnetlerdir. Duvara oturlar.

7. **Eğimli dikme**, taşıyıcı bir nesnede otururlar.

8. **Kuşaklar**, dikme, aşık ve mertekleri birbirlerine bağlarlar ve aynı zamanda taşıyıcı sistemini enine olarak bağlarlar.

9. **Saçak**

10. **Göğüslemeler**, aşık mesnet açıklıklarını azaltmak ve çatının boyuna yönde rüzgar etkisine karşı koynasını sağlamak için kullanılır. Göğüslemeler dikmelerden aşıklara 45°'lik açı ile bağlanırlar.

11. **Taban ve takoz**

12. **Ahşap veya betonarme tavan**

13. **Rüzgar bağlantıları**

14. **Bakma kirişine oturan dikme**, tavan kirişli ve mahya aşığı ile lamba zıvanalı geçmelerle bağlanır.

Ahşap çatılarda olan deformasyonların nedenlerini şu şekilde sıralayabiliriz

1. Rüzgar kaynaklı sebepler

Ortma çatıda, rüzgarın basıncı çatı yüzeyine dik açı ile gelir, rüzgarın estiği tarafa doğru mertekleri eğilmeye çalıştırır. Eğimli mesnet kuvvetleri mahya ve da mlalık aşıkları üzerinde kayma etkisi oluşturur. Bu etkiler mahya aşığında eğilmeye ve da mlalık aşığında devrilmeye neden olabilir.

2. Kar yükünden kaynaklı sebepler

Kar yükü nedeniyle çatı taşıyıcı sisteminde özellikle basınca çalışan elemanlarda hasarlar oluşabilir.

3. Deprem yüklerinden kaynaklı sebepler

Deprem yükleri, çatı taşıyıcı sisteminde kesme etkisi yaratarak hasara sebep olabilir (Bnan, 1990).

Tarihi yağma kargir binaların çatılarında belirtilen dış etkenlerden kaynaklanan problemlerin yanında, ahşaptan yapılan kirişler, diğneler gibi taşıyıcı elemanların olası problemleri; zamanla çürüyebilirleri, çeşitli zararlı böcekler tarafından yenebilirlerdir.

2.4.1.5 Taşıyıcı Sistem Malzemesi Olarak Tuğla

İstenilen biçimin verilebildiği yapı malzemesi olan kerpiç ve tuğla, kemer, tonoz, kubbe yapısında ana yapı malzemesidir. Kerpiç pişirilerek tuğla haline getirilerek taşın dayanımında bir yapı malzemesi elde edilir. Tuğla malzemesinin iyi pişirilmesi gerekir. İyi pişirilmeyen malzeme zamanla aşınmaya uğrayabilir, çatlayıp ayrışabilir.

Tuğla taşıyıcı sistemin ana yapı malzemesi olduğundan, tuğlanın mevcut durumu doğrudan taşıyıcı sistemi etkileyecektir. Bu yüzden tuğlanın mevcut dayanımının belirlenmesi gerekir.

Taşıyıcı sistemin ana yapı malzemesi olan tuğlanın mevcut durumunun belirlenmesi için alınan numuneler laboratuvar ortamında deneylere tabi tutulur. Böylelikle tuğlanın basınç dayanımı belirlenir (Tablo 2.3).

Tablo 2.3 Tuğla Deneyi

Tamıtma Kod No	Deney Tarihi	Yaş Gün	Biçim	Boyutlar (mm) (a×b×h)	Saklama Koşulu	Kırılma Kuvveti (Kn)	Basınç Dayanım (N/mm ²)
-------------------	-----------------	------------	-------	-----------------------------	-------------------	----------------------------	---

2.4.1.6 Duvarlar ve Payandalar

Taşıyıcı duvarlar, yapıdan gelen yükleri temele ileten sürekli elemanlardır. Duvarın boyutları, üzerine gelen eğik yüklerle, deprem yüklerinin dikkate alınmasıyla belirlenir. Bu nedenle tarihi yağma kargir yapılarda, duvarların kalınlıkları mümkün olduğunca büyük yapılmıştır.

Duvarları düşey ve yatay yükleri alabilmesi için, bir bütün (monolitik) olarak çalışması gerekir. Duvarların yatay kesitlerinde oluşan gerilmeler birbirlerine eşit veya yakın değerler olmalı ve kesit içinde düzgün yayılı dağılmalıdır. Bu nedenlerden dolayı tarihi yağma kargir yapılarda duvarların bütünlüğünün sağlanması

için taş ve tuğlalar birbirlerine harç, kenet ve hatıllarla bağlanmışlardır. Çatı örtüsünden gelen eğik yükleri karşılayabilmesi için ise, duvarlar payandalarla desteklenmiştir.

Yapıdan gelen yükler sürekli veya tekidir. İç mekânı aydınlatmak için taşıyıcı duvara pencere açılması, her bir pencere boşluğu duvarın taşıma gücünü azaltır. Pencerelerin açıldıkları düzlem boyunca, duvara gelen kuvvetlerin, pencerelerin kenar sağrılıklarına, ikinci bir ara taşıyıcı elemanla aktarılması gerekir. Bu ara eleman, hatıl, lent o veya kemerdir.

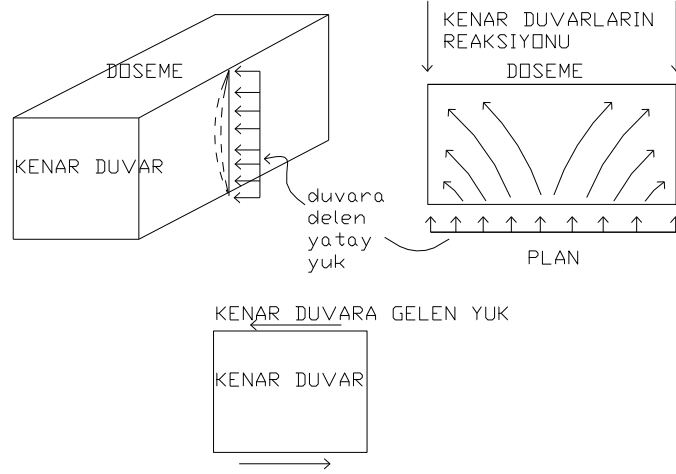
Bazı yapılarda, duvarın dolu kısımlarının pencere veya kapılarla zayıflamalarına karşılık belli aralıklarla pencere aralarına yerleştirilen payandalar yardımıyla duvarların sağlamlığı artırılmıştır. Payandalar belli aralıklarda, duvarın kalınlaştırılması ile yapılır.

Tonoz ve kemer mesnetlerinde payandalara gelen kemer itkileri, düzenlenen destek ağırlıkları ile, destek kesitlerinin içine düşürülür. Böylelikle kesitler içinde yalnız basınç gerilmelerini doğması sağlanmış olur.

Duvarlarda oluşan hasarlar ve nedenleri

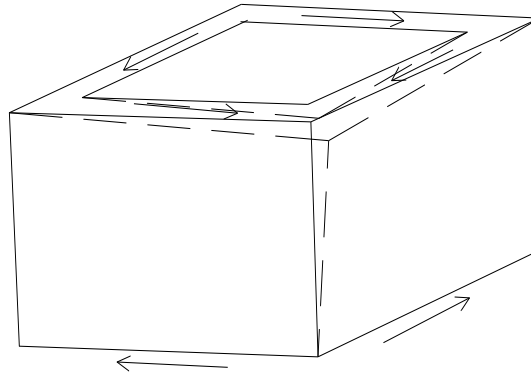
Duvarlarda oluşan hasarların başlıca nedenleri malzemenin kaynaklanmaktadır. Tuğlaların yeterince pişirilmemiş olması, basınç ve kapiler su etkisi ile plastikleşme özelliği göstermesine neden olabilir. Bu durum tuğlaların dayanımını kaybetmesine ve bunun sonucu olarak duvarda hasarlara yol açmaktadır. Kullanılan birleştirici harcın niteliği ve kalitesi de duvarın dayanımında rol oynamaktadır.

Yatay kuvvetler altında boyuna duvarlar, yatay yükleri çatı veya kat döşemesine veya çatı makasına aktarırlar, bu eleman da kendisine gelen yükleri uç duvarlara aktarır, Şekil 2.1, böylece uç duvarlar kesme kuvvetlerine maruz kalırlar ve kesme gerilmeleri duvarın kesme dayanımını aşarsa, eğik çekme çatlakları şeklinde kırılma oluşmağa başlar. Bu çatlaklar yatay ile aralarında 45° derecelik bir açı yaparlar. Kohezyonlu zeminlerde eğer duvarın durumu iyiye 45° derecelik açı 60° dereceye kadar çıkabilir (Bayülke, 1978).



Şekil 2.1. Yığma duvarlarda yatay yük altında yüklenme durumu

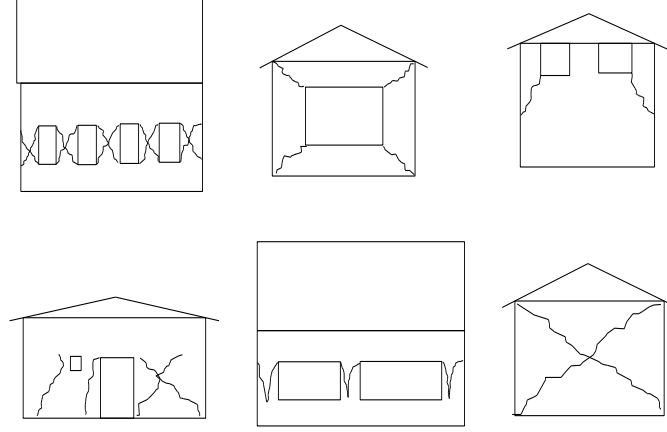
Deprem kuvvetleri yapının iki ana doğrultusunda da etkiyeceğinden yapıların köşeleri çok kritik olacaktır (Şekil 2.2). Bu nedenle yığma yapılarda köşe hasarı birçok depremden gözlenmiştir (Şekil 2.3). Betonarme bir kat döşemesi veya çatı makasının yeterli rijitlikte olması ve enine duvarların birbirine bağlı tutulması halinde bu tür hasarlar beklenmelidir. Tuğla yığma duvarlara gelen kesme kuvvetleri altında çeşitli kırılma biçimleri oluşabilmektedir. Ancak duvarlar aynı anda, duvarın ağırlığında ve üst katlardan gelen yükler nedeniyle basınç gerilmelerine maruzdurlar.



Şekil 2.2. Yığma duvarların köşe davranışı

Bu nedenle eğik çekme çatlakları 45 dereceden küçük olabilir. Çatlakların açısından başka, çatlakların genişliği, duvarın yükseklik ve uzunluk oranı ile pencere ve kapı boşluklarının miktarı ve yerinden de etkilenir.

Duvar da ol u ŝ an e ğ i k çatlaklar, e ğ er depre m y u k sek bir ŝ i d detle s u r er ise, duvar ın zayı flamas ına yol a acak ve duvar ın d u ŝ ey y u k leri ta ŝ ı na g u c u azalacak ve duvar da d u ŝ ey çatlaklar da ol u ŝ acaktır. Bu durum duvar ın ta ma men paral anması ve  o k nesi ne yol a acaktır.



Ŗekil 2.3. Y ğ na yapı lar da depre m de ol u ŝ an  e ŝ i tli  at lak bi  i n leri

 evre et k i leri (kar, r u z gar, depre m t e m el ot u r mas ı ve s ı cak l ı k de ğ i ŝ i m leri...) duvar da hasara neden ol an d i ğ er et kenler d i r.

 at laklar ın yanı sıra y ı k ı l malar, d o k u l neler, ayr ı l malar da duvar lar da g o r u l en hasar tipleri d i r.

2.4.1.7. Ke m erler

B u y u k a  ı k l ı k l ar ın kol onsuz, s u t unsuz ve benzeri ta ŝ ı y ı c ı ele manlar ol m aks ı z ın ge  il nesi ne i nkan veren ke m erler; kerpi  , tu ğ la ya da ta ŝ mal ze ne ile ol u ŝ tur ul ur (K u b a n , 1998).

Ke m erler yapı da s u r e k l i olarak d u ŝ ey y u k leri alt ı ndadır. Bu y u k leri yapıdaki detay mal ze neyle, ta ŝ ı y ı c ı sistem mal ze nes i ni n to pl am d ı r. Bu y u z den dol ay ı , ke m ere etkiyen y u k leri n do ğ ru l t u l ar ı ve y o n leri yer  e k i ni do ğ ru l t u s u n d a ve y o n u n d e ol m a k t a d ı r. Ke m erler, u z e r l e r i n e g e l e n y u k l e r i b a s ı n  a  a l ı ŝ an ele manlar ı y l a ta ŝ ı m a k t a d ı r. U z e r i n e g e l e n bu kuvvetlerin ta ŝ ı n m as ı i  i n ta ŝ ı y ı c ı sistem kesitleri dai ma kesite d i k b a s ı n  geril mesi al m al ı d ı r.  e ŝ i tli nedenlerden dol ay ı (depre m y u k leri, ta ŝ ı y ı c ı sistemdeki de ğ i ŝ i k l i k l e r...) ke m er i n ta ŝ ı y ı c ı sistem kesitleri kesite d i k

basıncı gerilmesi aldığı durumlarda kısmi ayrılmalar ve çatlaklar meydana gelebilir.

Kemer üzerine gelen yükler, kemer elemanları tarafından biri birine iletilerek, mesnetlere verilir. Mesnetlere gelen yüklerin doğrultusu düşey değildir. Bu şekilde bir mesnet, eğik bir yükü, kendi ağırlığının bileşkesini taşıyacak boyutta ve biçimde tasarlanmış olmalıdır. Mesnetler, düşey ve yatay doğrultularda ötelenmeye zorlanır. Bu ötelenmeye zıt yönde tepki gösterirse denge oluşur, göstermezse taşıyıcı sistemin dengesi bozulur. Dengenin bozulması ile kaymalar meydana gelir ve kemerin bir kısmının düşmesi ne hatta tamamen göçmesi ne neden olabilir **Çamıbel (2000a)**.

Tarihi yapıların kargir yapılarında mesnet noktaları, duvarlar veya rijit ayaklardır. Kemer itkisinden ayakların etkilenmesi için bazı noktalarda mesnetler gergi ile bağlanır. Gergi ile bağlanması istenmeyen durumlarda, duvarlar payandalarla desteklenmiş ayaklar uzatılarak, eksenleri doğrultusunda, kemer mesnetleri üzerine, ağırlık kütleleri konmuştur.

2.4.1.8 Tonozlar

Tonoz, bir kemerin kendi düzleminde, dik doğrultuda ötelenmesi sonucu meydana gelen yapısal bir elemandır. Dikdörtgen planlı yapıların kapalı bir hacim haline getirilmesinde kullanılır. İlkel tonoz, beşik tonoz, çapraz tonoz ve manastır tonozu olmak üzere dört çeşit tonoz vardır. Beşik tonozun ve ilkel tonozun, mesnet noktalarında sürekli bir taşıyıcı düzlem gerektirir. Çapraz ve haçvari tonoz, sütun ve ayaklar tarafından taşınabilmekte ve çok üniteli bir mekanın mekan örtü birini olabilmektedir (**Kuban, 1998**).

Tonoz kendi ağırlığıyla birlikte üzerindeki kaplama yüklerini de taşır. Bir tonozun yükler etkisindeki çalışma mekanizması, kemerinkine benzer. Bir tonozun kesiti, aynı eğrilikteki bir kemerin eşdeğeriştir. Bir tonozu eksenine paralel kesitlerinde, basıncı gerilmeleri oluşur ve tonoz malzemesi tarafından karşılanır. Tonoz mesnetlerinde oluşan yanal kuvvetler, kemerlerde olduğu gibi, gergiler, temellere doğru kalınlaştırılmış duvarlar veya payandalarla taşınır.

2.4.1.9 Kubbeler

Kubbe bir ke merin si netri eksen i etrafında dönmesi yle elde edilir. Genel olarak da ke merin statik özelliklerine sahiptir. Kubbe mesnetlerinde sürekli bir taşıyıcı yüzey elemana gereksinim duyar. Bu nedenle kubbenin, dairesel bir mesnete (tambura) oturması gereklidir.

Dairesel planlı yapılarda, kubbeden yüklerin düz duvarlara iletilmesi, daireden kareye geçişin geçit elemanları ile sağlanması mümkündür:

- Tromp
- Pandantif
- Türk Üçgenidir.

Tarihi yağma kargir bir yapıda kubbeler mekan örtüsünü oluştururlar (**Kuban, 1998**). Kendi ağırlıkları ve kar yükleri gibi düşey kuvvetleri yanal doğrultuda taşıyan, düzgün eğri yüzeyli taşıyıcılardır. Genellikle tarihi yağma kargir yapılarda kubbeler birer küre parçası olarak yapılmışlardır. Kargir, çekme etkenlerine dayanıklı olmadığından, kubbenin biçimi içinde çekme gerilmeleri meydana gelmeyecek şekilde belirlenmiştir. Bazen kubbe içinde yapılan pencereler vasıtasıyla çekme gerilmelerinin karşılanması kesintiye uğrar. Bu durumda pencerelerin bulunduğu noktalarda kubbede çatlaklar oluşur **Penelis ve diğ. (2000)**.

Kubbenin yükü, kubbe ayaklarından düşey ayaklara oturan ke merlere iletilirler. Kubbe ayakları mesnet yüklerinin düşey bileşenlerini ke merlere iletir. Yanal bileşenleri ise ke mer düzlemlerine dik doğrultuda yerleştirilmiş yarı mke merler veya payandalarla alınır. Yarı m kubbeler, ke mer ve duvarlarla desteklenerek, yükler temele iletilir. Ke merlere kubbeden iletilen düşey yüklerin ke mer düzlemi içinde uyandırdığı itki kuvvetleri, gergilerle alınabildiği gibi, ayakların uzantısı olarak kullanılan ağırlık kütleleri aracılığı ile, ayakların çekirdek alanı içine düşürülür. Bazı hallerde, ağırlık kütleleri ke mer düzlemleri içine yerleştirilmiş payandalar ile beraber kullanılarak, ke mer yükleri temellere iletilir.

2.5 Deprem Güvenliğ İncelenmesi

Yiğma kargir bir yapının deprem güvenliğ “1998 Afet Böl gelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” esaslarına göre incelenir.

Yiğma yapıların deprem güvenliğ nin incelenmesinde kullanılabilecek yöntende adımlar şu şekilde sıralanabilir; kat ağırlıklarının hesaplanması, duvar rijitliklerinin hesaplanması, yapı özel periyodunun hesaplanması, deprem yükleri ve devrilme momentlerinin hesaplanması, devrilme momentlerinden doğan gerilmelerin hesaplanması ve gerilme kontrolü yapılması (Çili, 1978). İzmit Sultan Abdülaziz Avköşkü’nde yukarıda belirtilen yöntem ve adımlar kullanılmıştır.

Hesaplarda kullanılan boyutlar rölevelerden alınır.

2.5.1. Kat Ağırlıklarının Hesaplanması

Yiğma yapılarda yapının kütlesi, yapı yüksekliğince dağılmış olmakla birlikte, yapının kat hizalarında toplanan tekil kütlelerden oluştuğu varsayımı yapılmaktadır. Yapının elastik davranışını kontrol eden küçük modlarda bu varsayımın sonuca etkisi azdır. Kat ağırlığı olarak, ardışık iki katın orta düzlemleri arasında kalan hacimdeki ağırlıkların toplamı alınabilir. Kat ağırlıkları, yapının elastik titreşim periyotları ve yapıya gelen deprem yüklerini bulunmasında kullanılır.

2.5.2. Duvar Rijitliklerinin Hesaplanması

İki ucundan ankastre olarak bağlı dikdörtgen kesitli bir duvar parçasında, yük-yerdeğıştirme bağntısı;

$$\delta = 1.2 Vh / GA + Vh^3 / 12 EI \quad (2.2)$$

şeklinde dir. Burada,

δ : duvarın alt ve üst ucundaki yerdeğıştirmeyi

V : duvara etkiyen yatay yükü,

h : duvar yüksekliğini,

A : duvar kesit alanı,

I : eğilme momenti yönündeki atalet momentini,

E, G: duvar malzemesinin elastiklik ve kayma modüllerini

göstermektedir. $G/E = \alpha$ ve t duvar kalınlığı olduğuna göre (2.3) bağıntısı

$$\delta = \frac{V}{Et} \left(\frac{1}{\alpha} \frac{2h}{A/t} + \frac{h^3}{12 I/t} \right) \quad (2.3)$$

şeklinde yazılabilir. Buradan k duvar rijitliği,

$$k = \frac{V}{\alpha} = \frac{Et}{\frac{1}{\alpha} \frac{2h}{A/t} + \frac{h^3}{12 I/t}} \quad (2.4)$$

bağıntısından bulunur. Eğer duvarda boşluk varsa, duvar uygun sayıda parçaya ayrılır. Her duvar parçası için (2.2) veya (2.3) bağıntısı, o parçaya gelen kesme kuvvetinin fonksiyonu olarak yazılır. Daha sonra duvarı oluşturan parçalar arasındaki denge ve uygunluk koşulları yazılıp çözülerek her duvar parçasına gelen kesme kuvveti bu duvara etkiyen tüm yatay yükün oranı olarak elde edilir. Bu değerler, daha önce yazılan (2.2) veya (2.3) bağıntılarında yerine konursa her duvar parçasının iki ucu arasında yatay yerdeğiştirmeler de duvara etkiyen yatay yükün fonksiyonu olarak bulunur. Duvarın iki ucu arasındaki yatay yerdeğiştirme, duvar parçalarının yatay yerdeğiştirmelerinin toplanması, rijitliği ise bu değerlerin duvara gelen yatay yüke bölünmesi ile elde edilir.

2.5.3. Yapı Özel Periyodu

Yapıya gelen deprem yükünün bulunmasında gerekli olan yapı özel periyodu, yönetmelikte yaklaşık sonuç veren formlerden veya aşağıda belirtilen yöntemler yardımıyla bulunabilir.

- Prizmatik Konsol Kiriş Yöntemi
- Raleigh Oran Yöntemi
- Matris İterasyonu Yöntemi

2.5.4 Deprem Yüklere ve Devrilme Momentlerini Hesaplanması

Deprem yüklerinin belirlenmesi 1998 yılında yürürlüğe giren Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te belirtilen yöntem ve kurallara göre yapılır.

Deprem yükleri belirlenirken önce, zemin etüdüleri yapılmış binanın bulunduğu deprembölgesi ne göre ABYYHY98'de verilen Tablo 2.4 ve Tablo 2.5'e göre zemin sınıfı ve grubu belirlenir.

Tablo 2.4 Yerel Zemin Sınıfları

Yerel Zemin Sınıfı	Tablo 2.5'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

Tablo 2.5 Zemin Grupları

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıkılık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar....	—	—	> 1000	> 1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl.....	> 50	85–100	—	> 700
	3. Sert kil ve siltli kil.....	> 32	—	> 400	> 700
(B)	1. Tuf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar.....	—	—	500–1000	700–1000
	2. Sıkı kum, çakıl.....	30–50	65–85	—	400–700
	3. Çok katı kil ve siltli kil...	16–32	—	200–400	300–700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar.....	—	—	< 500	400–700
	2. Orta sıkı kum, çakıl.....	10–30	35–65	—	200–400
	3. Katı kil ve siltli kil.....	8–16	—	100–200	200–300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları.....	—	—	—	< 200
	2. Gevşek kum.....	< 10	< 35	—	< 200
	3. Yumuşak kil, siltli kil....	< 8	—	< 100	< 200

Zemin grubu belirlendikten sonra, belirlenen zemin için karakteristik titreşim periyotlarının ölçülmesi ya da belirlenmesi gerekir. Karakteristik titreşim periyotları ölçülebildiği gibi değerleri (ABYYHY98)' de yer alan Tablo 2.6' dan da alınabilir.

- Yapı taşıyıcı sisteminin doğal titreşim periyotları hesaplanır.
- Belirlenen zemin sınıfına bağlı olarak spektrum karakteristik periyotları (T_A , T_B) (ABYYHY98)' de yer alan Tablo 2.6' ya bağlı olarak belirlenir.

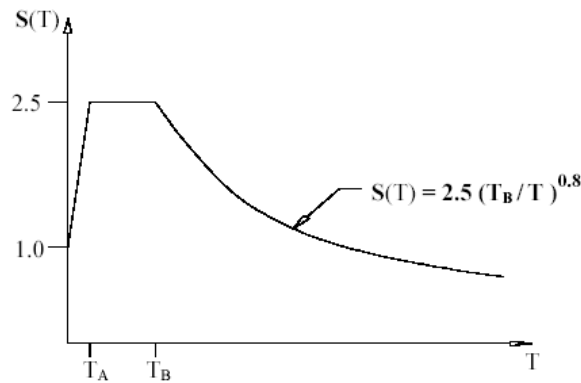
Tablo 2.6 Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A , T_B)

<i>Tablo 2.4'e göre Yerel Zemin Sınıfı</i>	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

- Spektrum katsayısı $S(T)$, yiğna kargir yapılarda, (ABYYHY98)' de yer alan Bölüm 10 esas alınarak 2.5 olarak alınır.

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A \leq T \leq T_B)$$

Tarihi yiğna kargir yapılarda, (ABYYHY98)' de Bölüm 10.2.1' de yer alan kurala göre spektrum katsayısı $S(T) = 2.5$ alınması durumunda, bölüm 6' da 6.7' de verilen hesap yöntemi uygulanır.



Şekil 2.4 Spektrum Katsayısı Eğrisi

- Etkin yer ivme kat sayısı belirlenir. (ABYYHY98) esas alınarak bina hangi deprem bölgesindeyse o bölgeye uygun *Etkin Yer İvmesi Katsayısı* (A_0) (ABYYHY98)' de yer alan Tablo 2.7' den belirlenir.

Tablo 2.7 İkinci Yer İvmesi Katsayısı (A_0)

<i>Deprem Bölgesi</i>	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) tespit edilir. Yiğna kargir yapılarda, deprem hesabı yapılması durumunda, (ABYYHY98)'de bölüm 10'da yer alan kurallara uyulması koşuluyla, $R_a(T_i)=2.5$ alınarak, (ABYYHY98)'de bölüm 6'da 6.7'de verilen hesap yöntemi (Eşdeğer deprem yükü yöntemi) uygulanır. (ABYYHY98 Bölüm 10.2.1)
- Hareketli yük katılımkatsayısı belirlenir. Hareketli yük katılımkatsayısı (n) binanın kullanım amacına bağlı olarak (depo, otel...) (ABYYHY98)'de yer alan Tablo 2.8'den belirlenir.

Tablo 2.8 Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n)

<i>Binanın Kullanım Amacı</i>	n
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

- Bina önem katsayısı (I) belirlenir. (ABYYHY98)'de öngörülen değerler esas alınarak, binanın kullanım amacına veya türüne bağlı olarak bina önem katsayısı (ABYYHY98)'de yer alan Tablo 2.9'den belirlenir.

Yiğna kargir yapılarda deprem güvenliğini belirlemek amacıyla projelendirme esas olan deprem yükleri şu şekilde hesaplanır;

$$V_t = A_0 \times S(T_i) \times I \times W / R_s(T_i) \quad (2.5)$$

V_t = Eşdeğer deprem yükü

A_0 = İkinci yer ivme katsayısı

$S(T_i)$ = Spektrum katsayısı

I = Bina önem katsayısı

$W = \text{Bina toplam ağırlığı}$

$R_a(T_1) = \text{Taşıyıcı sistem davranış katsayısı}$

Tablo 2.9. Bina Önem Katsayısı (I)

<i>Binanın Kullanım Amacı veya Türü</i>	<i>Bina Önem Katsayısı (I)</i>
<u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u> a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler,dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
<u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
<u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u> Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
<u>4. Diğer binalar</u> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

Tarihi yağma kargir yapılarda Spektrum Katsayısı, $S(T_1) = 2.5$, Bina Önem katsayısı, genellikle, $I = 1.4$, Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R = 2.5$ olarak alındığından;

$$V_t = 1.4 \times A_g \times W \quad (2.6)$$

mertebesinde olup yapı güvenliğini belirlemek amacıyla gözönüne alınması gereken yük 1 ~ 4 derece deprembölgelerinde $V_t = 0.56 \sim 0.14$ mertebesinde dir.

Yapının katlarına gelen yatay yükler yine deprem yönetmeliklerinde öngörüldüğü gibi kat ağırlıkları ve yükseklikleri ile orantılı olarak hesaplanır.

Katlara gelen yatay yükler ise;

$$F = V_t \cdot \frac{W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i} \quad (2.7)$$

(2.7) bağıntısından bulunur. Bu bağıntılarda,

V : toplam yatay yükü,

F : İ'inci kata gelen yatay yükü,

W : toplam yapı ağırlığını,

W : İ'inci katın ağırlığını,

H : İ'inci zeminden yüksekliğini

göstermektedir.

Böylece yapıya kat hizalarında etkiyen yatay deprem yükleri bulunduktan sonra yapıyı zemine ankastre bağlı bir konsol kiriş gibi düşünüp kesme kuvvet (V) ve eğilme momenti (devrilme momenti) diyagramları çizilir. Yiğme yapının çeşitli kesimlerinde doğan gerilmelerin hesabında kat orta hizalarındaki kesme kuvvetleri ve eğilme momentleri kullanılır.

2.5.5 Burulma Momentleri

Kütle merkezi ile rijitlik merkezinin çakışmamasından doğan burulma momentleri planda düzgün olmayan yapılarda tehlikeli hasarlara neden olabilir. Kat burulma momentleri, katların kütle ve rijitlik merkezleri arasındaki uzaklıklarla kat kesme kuvvetleri çarpılarak hesaplanır.

2.5.6 Duvar Kesme Kuvvetleri

Duvar kesme kuvvetleri, kat burulma momentleri, kat kesme kuvvetleri ve duvar rijitlikleri birlikte düşünülerek hesaplanır.

2.5.7. Devrilme Momentlerinden Doğan Gerilmeler

Kat devrilme momentlerinden doğan gerilmeler hesaplanır.

2.5.8 Duvarlarda Gerilme Kontrolü

Yığma bir yapının duvarındaki herhangi bir parçada gerilme kontrolü için duvarın tümüne etkiyen yüklerden o parçaya gelen yükler hesaplanır. Düşey yükler dolu duvar parçalarının alanları ile, yatay yük ise her parçanın rijitliği ile orantılı olarak dağıtılır.

Kayma gerilmesi kontrolü

Duvardaki herhangi bir parçada kayma gerilmeleri hesaplanıp kayma emniyet gerilmesi ile karşılaştırılır.

Bileşik eğilme gerilmesi kontrolü

Duvardaki herhangi bir parçanın iki ucundaki normal gerilmeler, duvarlara etkiyen normal kuvvet ve kat eğilme momentleri birlikte düşünülerek hesaplanarak yığma duvarın normal emniyet gerilmesi ile karşılaştırılır (Gül, 1978).

BÖLÜM3. GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ

Tarihi yağma kargir yapıların hesaplanan ve saptanan mevcut güvenlik düzeyi istenilen düzeyde olmadığı durumlarda yapının güçlendirilmesi gerekir. Bu tür binalarda güçlendirme yöntemleri beş başlıkta incelenebilir. Bunlar; Temel Altı zeminin Islahı, Temelin Güçlendirilmesi, Üst Yapının Güçlendirilmesi, Sistemin Stabilesini Artırıcı Ek Müdahaleler ve Diğer Güçlendirme Yöntemleri.

3.1. Temel Altı Zeminin Islahı

Temel altı zeminin ıslahı aşağıdaki sebeplerin bir ya da bir kaçının sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

1. Sıkışabilir zemin tabakalarının farklı kalınlık veya özellikte olması,
2. Çok sıkışabilir tabakaların varlığı,
3. Yer altı suyu rejimindeki değişiklikler,
4. Diğer

Oturmaların önlenmesi ve binada yeterli güvenliğin sağlanması için temel zemin, jet-grout, çimento enjeksiyonu veya kimyasal enjeksiyon kullanılarak iyileştirilebilir.

3.1.1. Jet- Grout Uygulanması

Meydana gelen oturma ve deformasyonların kontrol altına alınabilmesi, deniz kenarındaki yapılar için dalga etkisi ile zemin oyulmalarının önlenmesi gibi birçok problemlerin giderilmesi amacıyla jet-grout kolonları kullanılarak temeller takviye edilebilir. İnşaat edilen jet-grout kolonlarıyla, bina yükleri sağlam tabakaya aktarılmalı ve ayrıca deniz kıyısındaki yapılar için bu yöntemle oluşturulan geçirimsiz perde yardımı ile temel altı zeminin deniz etkisinden korunması sağlanmış olmaktadır.

Jet-grout tekniği, dünyada 21 seneden ve Türkiye’de de 15 seneden beri başarı ile uygulanmaktadır. Bu tekniğin esası, delici bir takımın, istenilen derinliğe kadar 4” çapında delik delmesi ve daha sonra otomatik tesislerde hazırlanan harcın özel aletlerle alttan yukarıya doğru istenilen seviyeye kadar zemini kesip çakıl ve kumu bünyesine alarak 320 - 440 atmosfer basınca zeminde enjekte edilmesi ve bu suretle kolon oluşturulması ilkesine dayanır. Yüksek basınçlı karışım boşlukları doldurmakta, yer altı suyunu itip yerini almakta ve zeminle karışmaktadır. Böylece zemin yapay olarak taşlaştırılıp, taşıyıcı kolonlar oluşturulmaktadır **Toğrul ve diğ (1996)**.

Jet-grout inalatı sırasında uygulanan yüksek basınç nedeniyle yapıda ilave gerilmelerin meydana gelmesi için gereken  zeninin gösterilmesi gerekir.

Jet-grout yöntemleri, tek akışkanlı, iki akışkanlı ve üç akışkanlı olarak sınıflandırılabilir.

Tek akışkanlı yöntemde, yüksek hızla püskürtülen harç zemin keser; yerini değiştirir ve zeminle karışır **Kauschinger ve diğ (1992)**. Bu yöntem özellikle yatay veya yataya yakın doğrultularda başarı ile uygulanabilir. Su - iment o harç yüksek basınç altında püskürtülmektedir. Zemin kesen yüksek hızlı çiment o harı uygulanarak kolon çapları zemin özelliklerine göre ayarlanabilir. Bu yöntemle büyük çaplı jet - grout kolonları elde edilir. Tipik kolon çapları, killi zeminlerde 50 - 150 cm, kumlu zeminde 50 - 300 cm olabilir.

Jet-grout yöntemi birçok yerde faydalı olabilir:

1. evre kirliliğine yol açmadan zeminlerin stabilize edilmesi de yararlıdır,
2. Temel takviyesi sırasında yapının deformasyonu çok az olur veya hiç olmaz,
3. Nisbeten ufak çaplı delikten başlanarak geniş kolonlar elde edilir,
4. Yüksek riskli inşaatlarda can güvenliği sağlar,
5. Jet-grout kolonları, istenilen derinlikten başlayarak istenilen bir derinliğe kadar daimal edilebilir.
6. Arazi şartlarına bağlı olarak inşaat süresini %30 - %60 kısaltır.

Bu üst ünlükleri ile birlikte jet-grout uygulamasında bazı güçlükler de yok değildir. En önemli güçlük, zemin koşulları nedeni ile geometri ve mukavemette ortaya çıkan değişkenliktir.

Yük taşıyan kolonların çapının mümkün olduğu kadar aynı olması istenir. Bütün uygulamalarda, çap ve mukavemette meydana gelebilecek değişiklikler gözönüne alınmalıdır.

Çok geniş bir uygulama alanı olan ‘jet-grout’ yönteminin uygulanmasında, başlıca dört değişken önemlidir:

- Zemin cinsi ve zemin özellikleri,
- Püskürtülen harcın özellikleri,
- Püskürtme basıncı,
- Ağızlıkların yer aldığı delgi borusunun dönme ve yukarı çekilme hızları

Bu değişkenler;

1. elde edilen ‘jet-grout’ kolonundaki zemin-çiment o karışımının kalitesi ni,
2. kolonun bütünlüğünü ve boyunu,
3. kolonun çapını,
4. kolonun geçirimsizliğini,
5. zemin-çiment o karışımının mukavemetini,
6. kolonun taşıma gücünü belirler.

‘Jet-grout’ kolonlarının kalitesinin denetimi de bu altı özelliğin değerlerinin belirlenmesi yolu ile yapılmaktadır (Toğrol, 1994).

3.1.2 Enjeksiyon Uygulanması

Temel zeminin iyileştirilmesi amacıyla kullanılan yöntemlerden birisi de enjeksiyondur. Genellikle zeminlerin geçiririliğinin azaltılması ve kayma mukavemeti parametrelerinin artırılması amacıyla kullanılır.

Enjeksiyon teknikleri üç grupta toplanabilir:

1. **Hydrofracture enjeksiyonu** Çimentoesaslı harçla zemin 10-15 kg/cm²'ye kadar bir basınç altında paralanır. Böylece zemin içinde enjeksiyon mercekleri ve tabakaları oluşur. Birbirleri ile bağlantılı olmaları boşluklar doludur, hatta zemin bir miktar sıkışır.

Hydrofracture enjeksiyonu genellikle çökelmiş zeminlerde uygulanır. Kontrolü güçtür. Çevredeki yapılara zarar verme riski yüksektir. Paralanmanın başladığı, enjeksiyon basıncının düşmesi ile anlaşılır (**Toğrol, 1994**).

2. **Sıkılma Enjeksiyonu** Zemin - çimento büyük bir basınçla (35 kg/cm²) zemine basılır. Gevşek veya örselenmiş zeminleri sıkıştırmak ve zemini birim hacim ağırlığını artırmak için kullanılır. Sonuç olarak, yoğun bir kütle oluşur.

Hydrofracture enjeksiyonuna göre, enjeksiyon noktasından çok uzağa gitmeyen bir enjeksiyondur. Zemin yüzüne yakın yerlerde kabarmalara yol açabilir.

Sıkılma enjeksiyonunun harcı, çimentolu ya da çimentosuz siltli kumdur. Bu harç gevşek zeminleri sıkıştırma da başarı ile kullanılır. Sıkılma enjeksiyonu aynı zamanda yapıların kaldırılması ve ayaklarının takviyesinde de kullanılır.

3. **Geçirimsizlik Enjeksiyonu** Enjeksiyon ile zemin boşlukları, zeminin hacmi veya yapısı değiştirilmeden doludur. Kullanılan enjeksiyon harcı, zeminin dane çapı dağılımına, boşluk oranı ve şekline göre çok çeşitli olabilir. Silikat esaslı ve reçine esaslı harçlar (çok ince boşluklu - çatlaklı zeminlerde uygulanır) bunlara örnek olarak verilebilir.

İnce öğütülmüş çimento ile oluşturulan süspansiyonlar, daha ince zeminlere enjeksiyon yapılmasını mümkün kılmıştır.

Uygulanan enjeksiyon tekniklerinde kullanılan harçlar çeşitlilik göstermektedir. Enjeksiyon harçlarını iki sınıfta toplanabilir:

1. Daneli süspansiyonlar (çimento, kıl, bazen de çok ince kum ile hazırlanır),
2. Kimyasal harçlar (jeller, solüsyonlar=organik reçineler) (Toğrol, 1994).

3.2. Temelin Güçlendirilmesi

Temelin güçlendirilmesi çeşitli nedenlerden dolayı gereklilik gösterebilir. Temelin takviyesi başlıca iki amaçla uygulanır.

1. **Mevcut yapılarda değişikliğin yapılması istendiğinde.** Eski ve tarihi yapıların yenilenmesi veya bunlara yeni bir işlev kazandırılması için ön görülen değişiklikler, yapı yüklerinin artmasına neden olabilir. Bu durumda temellerin yeni yükleri taşıyabilecek şekilde takviyesi gerekir (Toğrol, 1994).

İkinci sınıf eski eser olarak ayrılan yapıların dış cephelerinin korunması kaydı ile, içlerinde yapısal değişikliğe izin verilmektedir. Bu gibi değişiklikler ve ilave yükler, önemli temel problemleri ortaya çıkarmaktadır.

2. **Korunma amacıyla** Yapıların stabilitesinin çeşitli nedenlerle tehlikeye girmesine neden olan aşağıda gösterilen durumlarda, yapının korunması ve iyileştirilmesi için temel takviyesi gereklidir.

- a. Köprü arsada yapılan derin kazı, sığ temelli yapılarda oturmalar ve temel zemininde hareketlere yol açar. Yapıyı emniyete almak amacıyla temellerin takviyesi ve derinleştirilmesi gerekebilir. Benzer şekilde metro kazıları veya sokak kotunun alçaltılması da temel takviyesi gerektirebilir.
- b. Mevcut yapıların tadilatında, yapı yüklerinin kaldırılması veya bodrum kazanmak için kazı yapılması sonucu zeminde önemli elastik veya kalıcı deformasyonlar meydana gelebilir ve temellerin takviyesi gerekebilir.
- c. Mevcut yapıların yanından boru, kanal, tünel v.s. geçirilmesi durumunda temel takviyesi gerekebilir.

- d. Killi zeminlerde kuruma nedeni ile veya ağaç köklerinden kaynaklanan oturmalara meydana gelebilir. Kurumaya karşı, 1.50~2.00 m derinliğine sığ temel takviyesi yeterli olabilir. Ağaç köklerine karşı ise, temel takviyesi kök sisteminin ikiye aşağısına doğru indirilmelidir.
- e. İş makinelerinin oluşturacağı titreşimler karşı temellerin takviyesi zorunlu olabilir.
- f. Yer altı su seviyesinin alçalmasının yol açacağı ilave oturmalara karşı da önlenmesi gerekir.

Temel takviyesi hangi amaçla yapılırsa yapılsın, takviye yöntemi ne karar vermeden önce mutlaka sondajlar, deneme çukurları ve numuneler üzerinde laboratuvar ortamında deneyler yapılarak dikkatli bir zemin incelemesi yapılmalıdır.

Eğer temelin oturmalara karşı takviyesi gerekiyorsa temel yükleri, oturmalarından etkilenmeyecek bir derinliğe aktarılmalıdır. Bunun için arazi profilinin ve zemin özelliklerinin bilinmesi gerekir. Öe yandan, temelin takviye edilmesi gerektiren nedeniye belirlenmelidir.

Temellerin güçlendirilmesinde iki yöntemden söz edilebilir. Geleneksel yöntemler ve temel yüklerinin daha derinlerdeki taşıyıcı tabakalara aktarılmasını sağlayan yöntemler.

3.2.1. Geleneksel Yöntemler

Temel takviyesinde ilklak gelen yöntem kazı yapılması ve mevcut temel altında bir ilave temel kütlesi oluşturulmasıdır.

Bu yöntem kazı derinliğinin fazla olması veya yer altı suyunun meydana getirdiği sorunlar nedeni ile her zaman uygulanamayabilir. Yer altı suyunun oluşturabileceği zorluklar nedeniyle de ekonomik olmaktan çıkabilir, ya da yapı yükleri çok büyüktür, ilave bir betonarme kütle kabul edilemeyecek oturmalara neden olabilir.

Sürekli bir sörmenin takviyesi için temelin altı anklar halinde kazılır. Desteksiz bırakılabilecek uzunluk, usulüne uygun inşa edilmiş tuğla duvarlarda 1.50~2.00 m'yi geçmemelidir. Herhangi bir aşamada desteksiz kalacak uzunluk, yapı uzunluğunun

dörtte birinden fazla olmalıdır. Betonlama, mevcut temelin en az 5 - 10 cm altına gelene kadar yapılmalıdır. Mevcut temelin altına inen kuşak perdesinin mevcut temelle bağlantısı epoksili ankrajlarla yapılmalıdır.

Tarihi yağma kargir yapılarda uygulanacak yöntemler; en fazla 4~5 metre derinlikte ve yer altı suyu seviyesinin daha düşük olduğu durumlarda, yapının altına planlı bir şekilde kazılarak girilip yeni temel ve/veya değişiklikleri yapmak şeklindedir. Genellikle duvar altlarına bir işçinin çalışabileceği en dar çukurlar ile ano ano çalışılarak ve 2~3 ano atlayarak yapılır (DİN 4123). Duvar ve sömeller önce geçici bir desteğe alınır ve daha sonra yeni temel sistemi inşa edilir.

Yapının ve takviyenin nedenlerine göre çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu gruba yatayda delerek veya boru sürerek elde edilen yatay ızgara takviye tipi de dahil edilebilir.

3.2.2. Temel Yüklerinin Daha Derindeki Taşıyıcı Tabakalara Aktarılması

3.2.2.1. Ayaklar

Çevredeki inşaat nedeni ile veya yüklerin artması yüzünden meydana gelebilecek oturmaları önlemek için yapılan geleneksel temel takviyesi, bazen temeli derinleştirerek bir ayak oluşturulmasına dönüştürülebilir. Yurdumuzda geliştirilen kuyu yöntemi buna bir örnektir.

Taşıyıcı tabakaların derinlerde oluşu, ayak kazılmasında karşılaşılan güçlüklerden dolayı ayak veya kuyu yapılabılır. Bu gibi durumlarda kazıklar veya jet - grout kolonları kullanılır (Toğrol, 1994).

3.2.2.2. Attan Destekleme ve Takviye Kazıkları

Temel takviyesinde kazıklar, duvarın iki yanında olmak üzere çift çift imal edilir. Eğer binanın içinde kazık yapılmıyorsa bu kez dışarıda yapılan kazıklara duvar portafo olarak taşılır.

Yerinde dökme betonarme kazılar

Yapı mısırasında fazla sarsıntıya yol açmadıkları için temel takviyesi işlerinde yaygın olarak kullanılırlar. Yer altı su seviyesinin altındaki kumlu zeminlerde yıklanma olma ması için delik delme işleminin dikkatle yapılması gerekir (Frat, 2001).

İtmeli (burgulu) kazılar

Temel takviyesinde kullanılan bir diğer yöntemdir. Daha çok kuzey ülkelerinde, kohezyonsuz zeminlerde kullanılırlar. İlke olarak kısa parçalar halinde bir kriko vasıtasıyla itilerek sokulur. Genellikle 20~60 cm çapında ve 0.50~1.50 m parçalar halinde zemine itilerek sokulur. Kuvvet doğrudan itme (burgulu) kazığın ucunda olduğu için zemine doğrudan inebilir değildir. Zeminde boşluk oranını azaltır. İtme (burgulu) kazık zemine sokulduktan sonra ucu mevcut kargir yapıya bir başlıkla bağlanır. İtme kazık yöntemi temel takviyesi gerektiren yapılarda kullanılabilir, diğer takviye yöntemlerine göre birçok avantajı bulunan bir yöntemdir. İtme kazık inşaatı sırasında her bir kazığın taşıma kapasitesinin belirlenebilmesi bu yöntemi diğer yöntemlere göre daha güvenilir kılmaktadır. İtme kazık, yer altı su seviyesinin yüksek olduğu ana kayanın çok derinlerde olduğu zemin şartlarında da uygulanabilir değildir. İtme kazık yönteminde burguların ebatları büyütülerek ya da ünite ekleyerek burguların sayısının artırılması neticesinde çok yüksek taşıma kapasitelerine ulaşılabilmektedir. İtme kazık yönteminde foraj yapılmadığından zemindeki örselenme diğer yöntemlere göre azdır. Özellikle sismik aktivitenin yüksek olduğu yerlerde, zemine tutunma kapasitesi yüksek olduğundan, taşıyıcı tabakanın derinde ve yer altı su seviyesinin yüksek olduğu durumlarda tercih edilebilir (Nahı, 2001).

Temel takviyesi için son yıllarda çeşitli çapta kazılar kullanılmaktadır. Yapım kolaylığı nedeni ile küçük çaplı, zemin delinerek ve enjeksiyonla doldurularak oluşturulan kazıların kullanılması yaygınlaşmış bulunmaktadır. Bir sınıflandırmaya göre çapı 300 mm ile 600 mm arasında olan kazılara küçük çaplı kazık, çapı 300 mm ile 75 mm arasında olanlara mini kazık denilmektedir (Toğrol, 1994).

Mini kazıların belirgin özelliği, ankraj yapmakta veya enjeksiyon için kullanılan araç gereçlerle konvansiyonel kazık makinelerinin giremediği yerlerde dahil, kolayca inşaat edilebilirlerdir (Frat, 2001).

Çelik çakma kazılar

Mini kazılara benzeyen çelik çakma kazılar, çelik profil zemine çakılırken aynı zamanda sujeti işleme tabi tutulmasıyla oluşturulur.

Geçici Ankrajlar

Geçici ankrajlar da bu grupta düşünülebilir. Yatay deplasmanlar ve benzeri deformasyonları önleyecek şekilde öngerme veya pasif ankrajlar uygulanmaktadır.

Jet- Grouting

Jet-grout, zeminin iyileştirilmesinde kullanıldığı gibi yapı yüklerinin daha derinlerdeki tabakalara aktarılmasında da kullanılan, bir zeminle çimento harcının karıştırılması yöntemidir. Bu yöntemde önce, zemininde ufak çaplı (90 mm) bir delik delinerek belli bir derinliğe erişilir. Sonra delgi borusu yukarıya çekilirken zemin, basınçlı çimento harcı püskürtülerek parçalanır, harçla karıştırılarak bir zemin - çimento kolonu oluşturulur.

3.3. Üst Yapının Güçlendirilmesi

Tarihi yağma kargir yapılarda üst yapının güçlendirme yöntemleri dört başlıkta incelenebilir. Bunlar; Katların Taban Döşemelerinin Güçlendirilmesi, İç ve Dış Duvarların Güçlendirilmesi, Çatı Katının ve Çatının Güçlendirilmesi, Diğer Taşıyıcı Elemanların Güçlendirilmesi.

3.3.1. Katların Taban Döşemelerinin Güçlendirilmesi

Tarihi yağma kargir yapılarda katların taban döşemeleri iki grupta incelenmelidir:

1. Zemin kat taban döşemesi,
2. Üst katların taban döşemeleri.

3.3.1.1. Zemin Kat Taban Döşemesi

Zemin kat taban döşemesinden kastedilen binanın en alt kat taban döşemesidir. Yapıdan gelen yükleri zemine aktardığı gibi aynı zamanda taşıyıcı duvarların

stabilitesinde rol oynayan bir elemandır. Bu bakımdan belirlenen hasarlar ve deformasyonlar için uygulanması düşünülen güçlendirme yöntemi ya da yöntemleri şu şekilde özetlenebilir:

1. Üzerine gelen yapı yüklerini daha derinlerdeki tabakalara aktaran yöntemler:

- Jet-grouting
- Altan destekleme ve takviye kazı klar
- İtmeli (burgul u) kazı klar
- Yeri nde dökme betonarme kazı klar

2. Su geçirimsizliği sağlayan yöntemler:

- Enjeksiyon uygulanması

3. Sistemin stabilitesini sağlayan diğer yöntemler:

Ze min kat taban döşemesinin bir bütünlük arz etmesi ve üzerine gelen yükü karşılaması amacıyla mevcut döşeme yerine, güçlendirme projesinde hesaplanan kalınlıkta betonarme bir döşeme yapılır. Yapılacak olan bu döşemenin altındaki ve üstündeki döşeme hasırı arasına genellikle 20 ~ 30 cm mesafe bırakılarak beton dökülür. Döşemenin bu şekilde yapılışı aynı zamanda duvarların stabilitesini sağlamakta da yardımcı olmaktadır.

Ze min kat taban döşemesinin, duvarların stabilitesini sağlaması amacıyla duvarlarla döşemenin birleştiği noktalar bağlantı donatılarının, çeşitli ankraj malzemeler (örneğin epoksi esaslı çimento) yardımıyla ankre edilmesiyle, döşemelerin duvarlarla birlikte çalışmaları sağlanır.

Bazı durumlarda döşeme betonu dökülmeden döşemenin içinde yer yer boşluklar bırakılır. Bırakılan bu boşluklar, sonradan temel zemine uygulanacak olan jet grout ya da çimento enjeksiyon gibi uygulamaların yapımını kolaylaştırmak amacıyla bırakılır.

Yapının zemin katı döşemesi eğer ahşap ise, döşemenin ahşap kirişleri çelik ankraj elemanlarla oluşturulacak betonarme bağ kirişlere bağlanmalıdır. Ayrıca döşemenin iki yönlü çalışabilmesi amacıyla mevcut döşeme tahtalarının üzerine ve onlara dik doğrultuda ikinci bir kaplama yapılmalıdır. Kullanılan tahta kaplama malzemesi mevcut döşemenin üzerine çivilenir. Bu tür uygulamalar yapıya ek yük getirir.

3.3.1.2 Üst Kat Taban Döşemesi

Tarihi yağma kargir yapıların üst kat taban döşemelerinin güçlendirilmesi, zemin kat taban döşemesinden farklı olarak iki kısımda irdelenebilir:

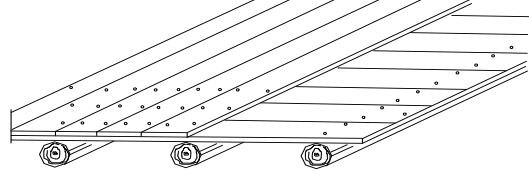
1. Üzerine etkiyen yapı yüklerini karşılaması için yapılan müdahaleler,

Zemin kat taban döşemesinden farklı olarak üst katların taban döşemeleri, genelde başka bir döşeme yapılması yerine mevcut döşemenin iyileştirilmesi yöntemi uygulanır. Tarihi yağma kargir yapılarda çeşitli döşeme tipine göre çeşitli uygulamalar yapılır:

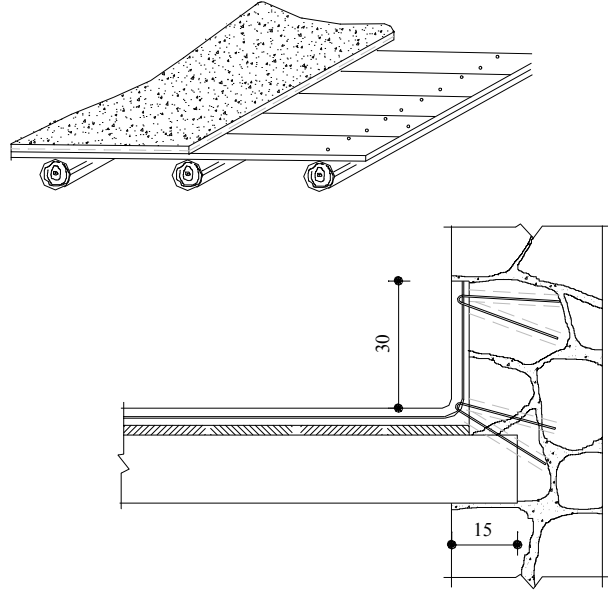
- **Ahşap döşemeler**, genelde iki ve tek katlı yapılarda görülmektedir. Bu tür döşemeler için söz konusu iyileştirme yöntemi; genelde mevcut taşıyıcı döşemenin gözden geçirilip taşıyıcılık özelliklerini yitirmiş parçaların değiştirilmesi dir. Taşıyıcı vasfı istenilen özellikte olmayan döşeme elemanlarının (ahşap döşeme kirişlerinde çürüme, mantarlaşma,...), taşıyıcılık özelliklerinin iyileştirilmesi, mevcut malzemeden ya da döşemenin davranışına ters yönde hareket ettirecek malzemeyle takviye edilmesiyle sağlanır. Ahşap kirişli döşeme, deprem anında binanın taşıyıcı elemanlarına yükü gerektiği gibi aktarabilmesi (diyafram etkisi gösterenmesi...) durumunda duvarlar kat yüksekliklerinin daha üstünde bir boya sahipmiş gibi davranır. Bunun önlenmesi için çelik çubuk / profiller yardımıyla döşemenin altında X şeklinde bağlantılar yapılabilir. Yapılan müdahalelerle birlikte döşemeyi taşıyan ahşap kirişlerin sayısı da artırılabilir.

İkinci adımda döşemenin mevcut taşıyıcı elemanları, yapının taşıyıcı duvarlarıyla mutlaka bağlanmalıdır. Aynı zamanda döşemenin iki doğrultulu çalışabilmesi için mevcut taşıyıcı tahta malzemenin üzerine dik doğrultuda ikinci bir tahta malzeme çivilenir (Şekil 3.1). Her ne kadar uygulanması tarihi

yığma kargir yapının kinliğini bozsa da bir başka alternatif de döşemenin üzerine hasır çelikli ince bir betonarme tabaka Şekil 3.2’de gösterildiği gibi yapılmasıdır **Čavrilović ve diğ. (1984)**.



Şekil 3.1. Mevcut ahşap döşemenin üzerine uygulanan ikinci ahşap katman



Şekil 3.2. Mevcut ahşap döşemenin üzerine uygulanan betonarme katman

- **Volta döşemeler**, çelik kirişler arasına normal tuğlaların kemer şeklinde örülmesiyle elde edilen bir döşeme çeşididir. Volta döşemelerde kemer açıklığının kiriş açıklığının $1/3$ 'ünden büyük olması gerekir. Döşemenin diyaframetkisi göstermemesi, kemer açıklığının kiriş açıklığının $1/3$ 'ünden büyük olması vb. durumlarda, volta döşemelerde uygulanacak güçlendirme çeşidi çelik çubuk ya da profiller yardımıyla döşemenin altına X şeklinde bağlantılar yapılmasıyla olabilir.

- **Betonarme döşemeler**, sonradan yapının geçirdiği tadilat sonrasında uygulanması uygun görülüş döşeme çeşididir. Mevcut döşemenin yapılan araştırmalar sonucunda yetersiz görülmesi durumunda döşeme ya güçlendirilir ya da yerine başka bir döşeme yapılır. Mevcut döşeme taşıyıcılık özelliğini kaybetmişse (içindeki donatı miktarı ve durumu istenilen seviyenin altında ise ve mevcut betonun dayanım değerleri çok düşükse), mevcut döşemenin yerine güçlendirme projesinde belirtilen döşeme yapılır. Eğer yeni bir döşeme yapılacaksa mevcut döşeme, çeşitli ankrajlarla, çelik ya da betonarme kirişlerle alttan desteklenmelerle ya da mevcut döşemenin üstüne döşeme yapılarak desteklenir. Mevcut döşemenin üstüne yapılacak döşeme tercih edilmez. Yapıya ek yük getirir ve aynı zamanda hacmin küçülmesine neden olur.
- **Tonozlarda**, genellikle yanal kuvvetlerin karşılanamamasından kaynaklanan problemler oluşmaktadır. Tonozlarda meydana gelebilecek yanal kuvvetlerin karşılanabilmesi için mesnet noktalarının sabitlenmesi gereklidir. Tonozların gergi çubuklarıyla bağlanması, güçlendirilmelerinde yapılabilecek uygun uygulamalardan biridir. Tonozda oluşabilecek kısmi dağılmalar ve ayrılmalar için ise mantolama doğru bir uygulama olabilir. Mantolama ile birlikte enjeksiyon da uygulanır **Penelis ve diğ. (1984)**.

2. Sistemin stabilitesini sağlayan müdahaleler,

Sistemin stabilitesinin artırılması, taşıyıcı duvarların ve döşemelerin bir çerçeve gibi çalışmasıyla sağlanır. Bu durumda mevcut döşemelerin iki doğrultulu çalışması ve taşıyıcı duvarlarla bir bütünlük arz etmesi gerekir. Ahşap döşemelerini iki doğrultuda çalışması mevcut ahşap taşıyıcı katmanın üzerine ona dik doğrultuda ikinci bir katman çakılmasıyla ya da üzerine ince betonarme katman yapılmasıyla elde edilir. Hem ahşap döşemelerin hem de betonarme döşemelerin sistemin stabilitesini sağlamak amacıyla taşıyıcı duvarlara bağlanması gerekir. Ahşap döşemeler, ahşap kirişlerin taşıyıcı duvarlara ankraj elemanlarıyla bağlanmasıyla sistem stabil hale getirilebilir. Döşeme düzleminde çarpaz bağlantılarla da döşeme rijitliği sağlanabilir.

3.3.2 İç - Dış Duvarların Güçlendirilmesi

3.3.2.1. Püskürtme Beton ile Duvarların Güçlendirilmesi

Tarihi yağma kargir yapılarda, çok geniş bir kullanım alanına sahip olan püskürtme beton uygulaması, özellikle kalıp yapmanın zor olduğundan veya ekonomik olmadığından, betonun ince bir tabaka olarak uygulanması gerektiğinde yapılır.

Püskürtme beton, basınçlı hava ile uygulanan betondur. İki şekilde uygulanabilir.

- **Kuru karışım** uygulanmasında, püskürtme beton için makinenin karışım odasında, çimento ve agrega uygun ölçülerde bir araya getirilip karıştırıldıktan sonra, seyrek olarak ve basınçlı hava yardımıyla bir hortum içinde püskürtme ucuna iletilir. Püskürtme ucunda (meşe ve tabanca), kuru karışım basınçlı su eklenerek elde edilen beton basınçlı hava ile betonlanacak yüzeye yüksek hızla püskürtülür. Bu uygulamada su miktarı istenilen karışımın elde edilmesi için ayarlanabilir ve gerekli olduğunda suya katkı maddeleri eklenebilir.
- Diğer uygulamada ise çimento, agrega ve su beraber karıştırılır. Elde edilen ıslak karışım hortumla ve basınçlı hava ile püskürtme ucuna iletilir.

Duvarın güçlendirilmesinde bir yöntem hasır çelik donatı tek yönlü ya da iki yönlü olarak taşıyıcı duvara uygulanır, üstten 18, 20 gibi çelik ankrajlarla tavan döşemesine tespit edilir. Bu işlemlere binada bir siyaseti dahilinde başlanır, daha sonra diğer bölümlere geçilir. İç duvar yüzlerinde sıva temizlenip çimento şerbeti püskürtülerek yüzey hazırlanır. Püskürtme beton uygulanırken yeterli uzaklık bırakmak zor olduğundan bina içlerinde 450 dozlu sıva uygulanabilir. Taşıyıcı duvarların yeniden örülmesi gerektiğinde, kalan duvarlar geçici iksaya alınmadan mevcut duvarlar yıkılmalıdır. Projesine uygun olarak takviye yapılacak bina köşe bölgelerinin işaretlenmesi yapılır, bu bölgeler içindeki sıvalar kaldırılır, derz aralıkları kısmen açılır, yüzey yabancı maddelerden olabildiğince temizlendikten sonra çimento şerbeti püskürtülerek yüzey hazırlığı yapıp gerekli ankraj delikleri açılır. Ankraj delikleri toz ve nemden arındırıldıktan sonra, ankraj çubukları projesine uygun olarak dolu tuğla veya taş duvarlarda epoksi ile yerleştirilir. Duvar yüzeyine ankrajlar (örneğin netrekarede 4 adet) yerleştirilerek hasır çelik monte

edilir. Öngörülen yerlere özenle yerleştirilen donatılar aderansı zayıflatacak her türlü kirden arındırılmış, temiz olmalıdır. Hasır çeliklerde bindirmeler bir veya bir buçuk göz olacak şekilde yapılır. Hasır donatısının mevcut duvarlardan belirli bir uzaklıkta tutulabilmesi için mesafe ayarlayıcılar kullanılmalıdır. Hasır çelikler gevşek olmadıkça sıkı bir şekilde tespit edilmelidir. Bu işlemler bittikten sonra püskürtme beton uygulanması (shotcrete) yapılır. Püskürtme betonu yapacak kişinin tecrübeli olması, uygulamanın başarılı olmasında son derece önemlidir. Püskürtme tabancası yüzeye mümkün nispetinde dik ve 1,0 - 1,5 m uzaklıkta tutulmalıdır. Uzak tutulan tabanca, donatının arkasını yeterli betonla dolduramayacağı için, yüzeyde kesitler meydana getirebilir ve ileride çatlak oluşumuna sebep olabilir. Yakın tutulan tabancada ise yüzeye yapışma tam olarak sağlanamaz ve beton zayıflığı meydana gelir. Shotcrete uygulamasında yüzeye çarparak sıçrayan beton tekrar kullanılmalıdır. Püskürtme betonu üzerine yaklaşık 2,5 cm kalınlığında sıva yapılarak yüzey düzgünlüğü sağlanmalıdır.

Püskürtme beton tabakalar halinde uygulanmalıdır. Alt tabakanın tamamen sertleşmesini bekledikten ikinci tabakaya geçilmelidir. Yeni tabaka püskürtülmeden önce alt tabakadaki şüpheli yerler kontrol edilerek iyi kaynamış kısımlar uzaklaştırılıp yüzey nemlendirilmelidir. Püskürtme beton uygulamalarında çok dikkatli yapılması durumunda dahi kapı, pencere doğramaları zarar görebilir. Bu nedenle doğramaların zarar görmeleri için önlem alınmalıdır.

Sahada püskürtülerek oluşturulan her beton panonun bir köşesinde, mala ile küçük bir bölgenin yüzeyi düzgün hale getirilip 3 ve/veya 7 ve/veya 28. günlerde Schmidt çekiçi okumaları yapılmalıdır. Okumalar her istasyonda 12 adet civarı olmalı, betonun kaç günlük olduğu ve okumanın yapıldığı yer yazılmalıdır.

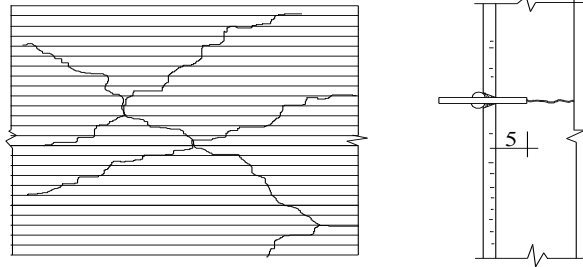
Üst katlar duvarlarının çatı altında yeterince karşılıklı bağlanması sağlayacak ve varsa orijinal tavanı bozmayacak bir sağlamlaştırma ve güçlendirme şeklinin araştırılması gereklidir. Shotcrete uygulaması eğer tavan süslemeleri varsa bu süslemelere zarar verebileceği için, o katta hasır çelik yerleştirilmeli ve 450 çimento dozlu bir sıva ile güçlendirilmelidir.

3.3.2.2 Küçük Çatlakların Onarılması

0.2 mm den küçük çatlakların onarımına ihtiyaç yoktur. 0.3 mm den büyük 3 mm den küçük çatlakların onarım için epoksi harcı kullanılabilir (Şekil 3.3).

Bu uygulamada şu adımlar izlenir:

- Çatlakların etrafından son kat (sıva...), temizlenerek uzaklaştırılır, sonra hava jeti veya su jeti ile tozlar ve kalan harçlar veya maddeler kırığın etrafından temizlenir.
- Deliğin 5 cm'ine doğru meşe ucu uzatılır.
- Meşe ucunun bulunduğu yer enjeksiyon macunu ile kapatılır.
- Macun iyice sertleştikten sonra kırık epoksi ile doldurulur. Uygulanan enjeksiyon 3 Mpa basınçta uygulanmalıdır **Gavrilovic ve diğ. (1983)**.
- Bu işlemlerden sonra çatlak tekrar hava jeti ile temizlenir.



Şekil 3.3. Çatlaklarda epoksi harcı uygulanması

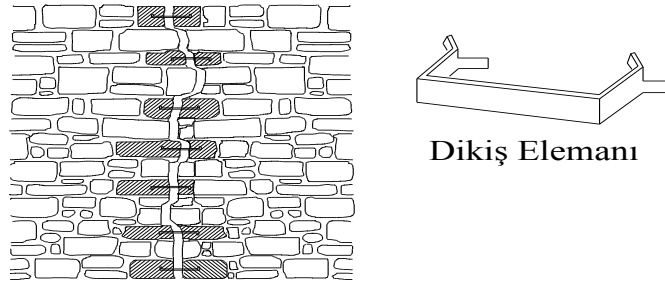
Uygulanacak epoksi malzemenin özellikleri;

- Epoksi 5c° den aşağıda kullanılmaz.
- Epoksi ortam sıcaklığına göre akışkanlığını taşır ya da sertleşir.
- Sertleşme süresi sıcaklığa bağlıdır.
- İdeal uygulama sıcaklığı 20 - 25 c° dir.
- İnce çatlaklarda düşük basınç ve uzun süre, daha büyük çatlaklarda büyük basınçta kısa süre uygulanır.

3.3.2.3. Geniş Çatlakların Onarımı

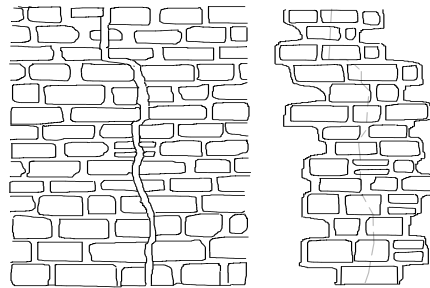
Çatlak eğer 3 mm'den büyük ise grout enjeksiyonu da uygulanabilir ama çatlaklar 10 mm'den büyükse veya duvarı oluşturan taş ya da tuğlalar düşmüşse, daha geniş bir uygulama gerekecektir. Uygulanacak metod bir çeşit duvar güçlendirme yöntemi olarak tanımlanabilir.

Düşey çatlaklarda çatlağa bitişik taş ya da tuğlalar çıkarılır ve dikiş elemanları ya da çelik barlar eklenir, taş - tuğla duvarın boşlukları, betonla ya da zengin çimento grout ile birlikte uygun olarak doldurulur (Şekil 3.4). Bu yöntem duvarın diğer yüzünde de uygulanmalıdır **Čavrilović ve diğ. (1983)**.



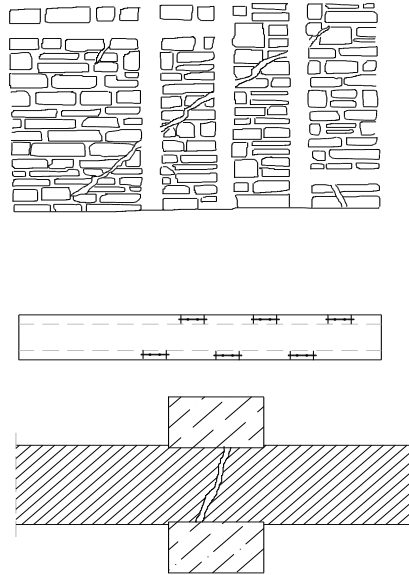
Şekil 3.4. Duvardaki çatlakların çelik bar ya da dikiş elemanı ile giderilmesi

Duvar da, taşların ya da tuğlaların 15 - 20 cm genişliğinde düşey olarak birbirinden ayrılması halinde, çatlak büyütülerek tuğla veya taşla ve zengin harçla çatlak bölgesi onarılır (Şekil 3.5). Bir diğer alternatif, bütün gevşek taş veya tuğlalar uzaklaştırılır. Çatlak tümüyle betonla doldurulur. Bu yöntemde tuğla duvarda kolon oluşması sağlanır. $\phi 14$ lük donatı kolonun içine $\phi 8$ lik etriyelerle sarılarak monte edilir. Diğer bir alternatif, tuğla duvarda tuğlalar çıkarılarak yerlerine betonarme eleman yapılmasıdır. Böylelikle tuğla duvar üzerine gelen gerilmeleri karşılamış olur.

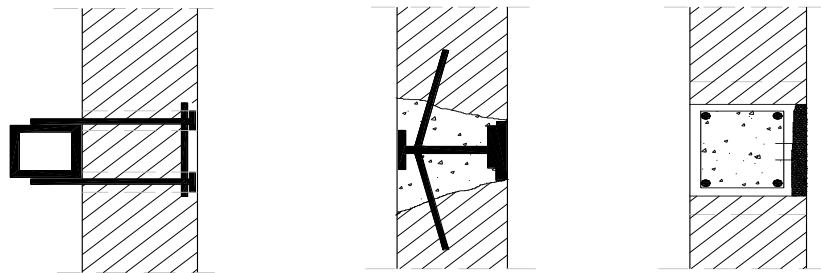


Şekil 3.5. Çatlak bölgesinin onarılması

Bazı durumlarda çatlakta enjeksiyon uygulaması yapılsa bile duvarlar, güvenli gerilme iletimine izin veremeyebilir. Bu durumda mevcut çatlak boyunca düşey kırış (düşey hatıl) ya da kolon oluşturulur. Taş ya da tuğla duvar, düşeyde 15-20 cm yatayda duvarın içine doğru 15-20 cm derinliğinde açılır. Açılan oyukun içerisine donatı yerleştirilir. Donatı etriyelerle sarılan uzunlamasına çelik çubuk içerir. Düşey hatılı eğer duvarın içine yerleştirme zor oluyorsa, hatıl bölümler halinde duvarın içinde ve dışında, duvarda dışarı çıkacak şekilde imal edilir (Şekil 3.6). Duvarda yapılan iki düşey hatıl eğer birbirlerine uygun bağlantıyla bağlanırlarsa, yapılan çalışmanın iyi bir uygulama olacağı düşünülebilir. Narin duvarlar, yukarıda belirtilmiş gibi çeşitli şekillerde kolon ve düşey hatıl uygulamasıyla güçlendirilebilir (Şekil 3.7).



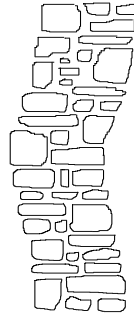
Şekil 3.6 Düşey hatıl ya da kolon oluşturma



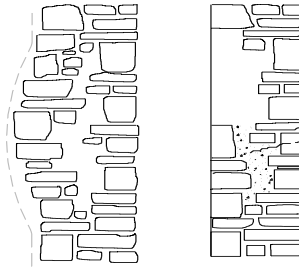
Şekil 3.7. Çeşitli düşey hatıl ya da kolon oluşturma biçimi

3.3.2.4 Büyük Öçüde Zarar Görmüş Duvarlar

Yığma duvarlarda meydana gelen sürekli yanal çarpıklıklar, bükülmeler veya duvar genişliğinde baştanbaşa meydana gelen kamburlaşmalar (Şekil 3.8), gibi problemleri duvar parçaları tüümüyle uzaklaştırılır ve duvarın o kısmı yeniden yapılır. Dağılmış ya da kamburlaşmış durumda olan duvarlar eğer kalıp kurulacak kadar stabil ise, duvarın tamamı yeniden yapılmasından kaçınılmalıdır. Uygulamada duvarın hasarlı kısmı uzaklaştırılır, hasarlı kısmın boşlukları beton ya da çimento grout ile doldurulur (Şekil 3.9).



Şekil 3.8 Duvarda oluşabilecek kamburlaşma



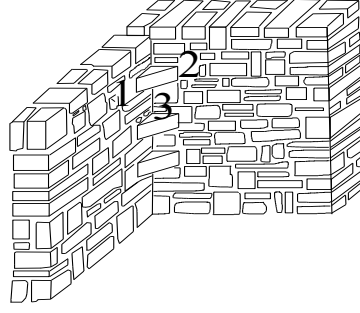
Şekil 3.9 Duvardaki hasarlı kısmın beton ya da grout ile doldurulması

3.3.2.5 Duvar Birleşimlerinde Onarım ve Güçlendirme

Duvar birleşimleri deprem hasarlarında kolayca yaralanabilirler, duvardaki yetersiz bağlantı veya bağlantıların yeterli dayanımda olmaması sonucunda, geniş düşey kırıklar veya ayrılmalar oluşabilir.

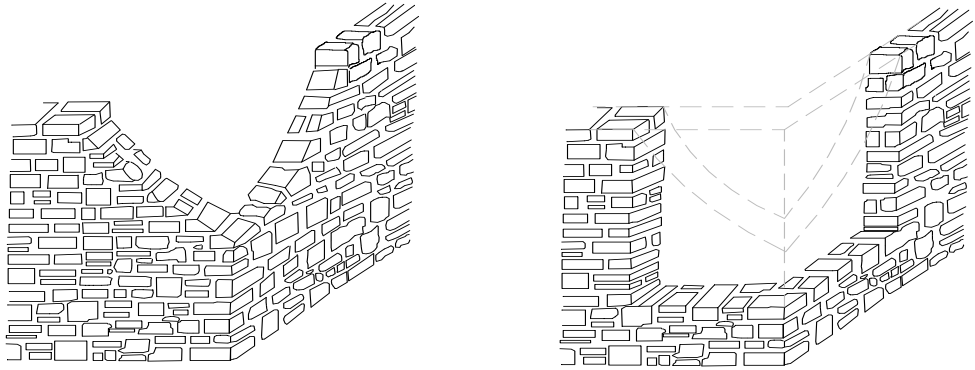
Duvardaki birleşimleri iyileştirmek için birçok metod vardır.

Tuğla örme veya kırık boyunca taş eklemek kullanılan bir yöntemdir (Şekil 3.10). Bitişik(konşu) tuğla veya taş 1 ve 2 numaralı yerde gösterildiği gibi çıkarılır ve yeni tuğla veya taş 3 numarada gösterildiği gibi yerleştirilir. Taş yerleştirilirken yüksek çimento grout ile 70 cm uzaklıktan gömülür (içine yerleştirilir) ve iki duvar arasındaki boşluk zengin grout ile doldurulur **Çavrilovic ve diğ. (1983)**.

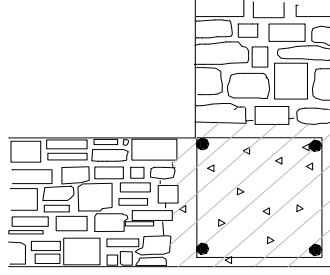


Şekil 3.10. Tuğla örme ya da taş ekleme yöntemi

Eğer köşe tamamen kopmuşsa, mevcut duvarı güçlendirmek için ilk önce çatı veya üst strüktür geçici desteğe alınmalıdır, sonra yığma duvardaki ek yerler çıkarılmalı ve temizlenmelidir. Betonarme donatısı hazırlanıp köşe duvarların içine bağlanmalıdır. Bu uygulamaya duvar birleşimini de güçlendirebilir (Şekil 3.11). Uygulaması yapılacak olan bu çeşit kolonlar minimum 4φ16 boyuna donatılı ve φ6/20 etriyeli olmalıdır (Şekil 3.12).



Şekil 3.11. Duvar köşelerinde oluşturulacak kolon için yapılan hazırlık

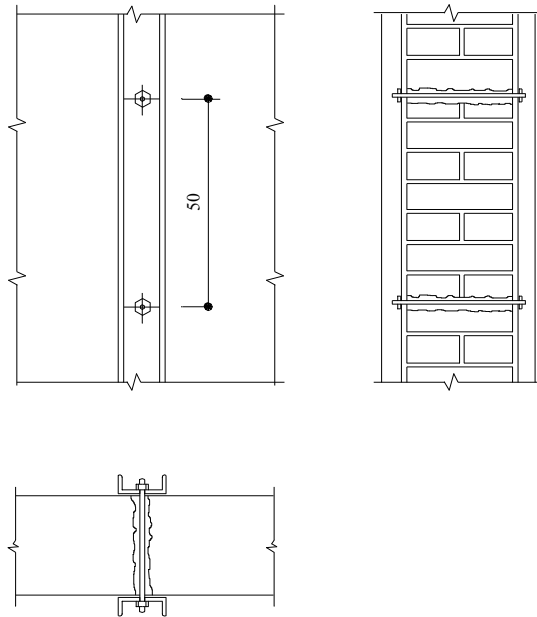


Şekil 3.12 Duvar da kolon oluşturulması

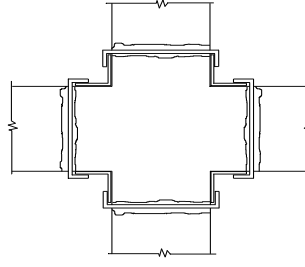
3.3.2.6 Duvarların Çelik Levhalarla Sarılarak Güçlendirilmesi

Bu yöntemde, duvarlar çelik levhalarla kuşaklanarak veya duvarın her yüzünde çatıya veya döşeme diyaframlarına monte edilerek kullanılan çelik levhalarla güçlendirilir **Gavrilovic ve diğ. (1983)**. Bu çeşit kuşaklama dikey kuvvetlere karşı duvarı güçlendirir fakat, duvarı yatay (düzlem) kuvvetlere karşı güçlendirmez. Şekil 3.13 tipik bir uygulamayı göstermektedir.

Bu çeşit plakalar çeşitli durumlar için uygulanabilir (Şekil 3.14).



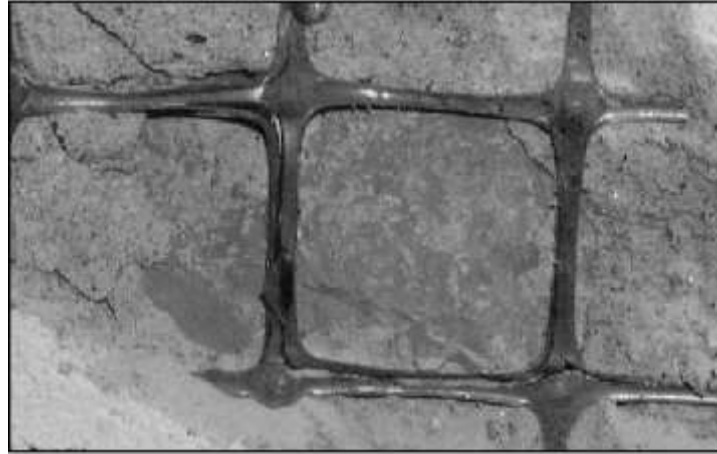
Şekil 3.13. Çelik levhalarla duvarın kuşaklanması



Şekil 3.14. Çelik levhalarla güçlendirme

Yığma duvarlarda deprem sonrası olması beklenen çatlaklara dik doğrultuda ince çelik levhalar ya da karbon elyaf levhalar ile güçlendirme yapılabilir.

Yığma duvarlarda yapılabilecek bir diğer uygulama; sentetik bir yapıya sahip olan ‘Poli mer grid’ ile duvarların takviye edilmesi dir (Şekil 3.15) (**Sofronie, 2002**).



Şekil 3.15. Poli mer Grid uygulaması

Sonuç olarak, tuğla yığma duvarlarda yaklaşık 0.2mm’ den küçük çatlakların tamiri ne ihtiyaç yoktur. Çatlak genişliğinin yaklaşık 2mm ~ 10mm arasında bulunması durumunda, çatlak açılıp temizlendikten sonra yüksek yapışma özellikli epoksi harçla doldurulur. Çatlak genişliğinin 10 mm’ den daha büyük olması durumunda ise, duvarın sökülerek yeni den örülmesi ne karar verileceği gibi, duvarın çatlaklı yüzüne hasır çelik ve shotcrete uygulaması da yapılabilir. Hasır çeliğin duvara yer yer bağlanması na özen gösterilmelidir. Bu durumda yerinde görölürse duvarda bulunan çatlamış veya hasar görmüş tuğlalar yenilenebilir. Çatlak duvarını ki yüzünde devam ediyorsa hasır çelik uygulaması duvarın her iki yüzünde yapılmalı ve bunlar birbirine duvar içinden bağlanmalıdır.

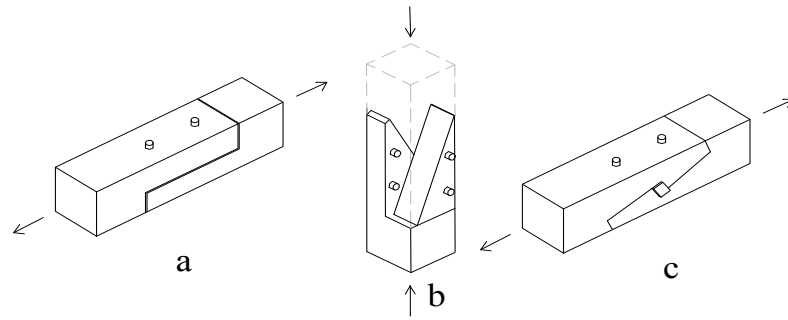
3.3.3 Çatı Katının ve Çatının Güçlendirilmesi

Tarihi yağma kargir yapılarda, çatı örtüleri ahşap taşıyıcı sistemli, kırma çatılardır.

Çatı arasında eski den yapılmış ahşap elemanlarının genel olarak yetersiz olduğu tespit edilmesi durumunda, dış ve iç duvarlar üzerine mesnetlenecek, mevcut tavanı tam güvenceye alacak, çatı sistemini değiştireyecek ve üst duvarların yatay bağlantısını sağlayacak bir güçlendirme şekli düşünülmelidir. Bu işlemler sırasında, çatıya kadar yükselen ana taşıyıcı duvar üstlerinden yararlanılması gerekir.

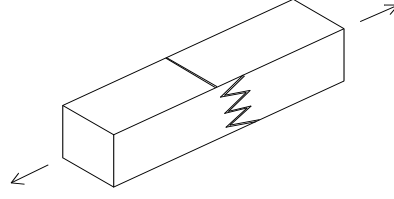
Rüzgardan kaynaklanan deformasyonlarda, rüzgarın basınç etkisini karşılamak ve stabiliteyi yeterli düzeyde tutabilmek için, çatı makasının kendi düzlemi içinde, yanla malarla desteklenmesi gerekir. Bu şekilde mahya aşığ, ara aşıkların bulunması halinde, ara aşık yalnız düşey yükleri değil, yatay yükleri de karşılar ve bu yükleri, destek görevi yapan yanla malar da iletir.

Ahşap elemanların zarar görmesi halinde; zarar görmüş eleman büyükse eskisinin yerine yenisinin yerleştirilmesi daha kolaydır. Zarar görmüş ahşabın mimari, artistik ya da tarihsel değeri var ise boyutları önemli olmaksızın onarım yerine yenisinin yerleştirilmesi tercih edilmelidir. Zarar görmüş ahşabın onarım, yapılması olanaklıysa, zarar görmüş kısmın atılıp yerine orijinal ağaçtan yapılan parça ile iyi bir birleşim yapılmasıyla dmalıdır (Şekil 3.16, Şekil 3.17).



Şekil 3.16 a ve c gerilme alan bağlantı, b ise basınçta çalışan bağlantıdır.

Diğer bir etkili bağlantı da Şekil 3.17'de verilmiştir.



Şekil 3.17. Bir dğ er ahşap bağ lantısı

İyi kaliteli yapıştırıcı ve parçaların modern bir kesici araçla yapılması doğru uygulama için anahtardır.

Eğer bağ lantı düşerse metal kayış kullanılarak yeniden yapılmalıdır.

Çatı makaslarında, düğüm noktalarında birleşimler büyük yüklere dayanamaz ve ahşabın çekmeye çalışmasında pek elverişli olmazlar. Bu gibi durumlarda birleşim elemanları (dökme demir, bronz veya sert ağaçtan kamalar) kullanılır. Kamalarla yapılan bağ lantılarda; büyük basınç, çekme makaslarına, kuvvetlerinin küçük birleşim yüzeyi üzerinden aktarılmasına yarar **Penelis ve dğ (1984)**.

Özellikle taşıyıcılık özelliklerini yitirmiş ahşap kirişlerin bulunduğu geniş açıklıklı tavanlarda, tavan ızgaralarının zayıf yerlerinde (genelde orta kısımlarında), ahşap eleman kullanılarak soğuk tutkalla pres yapılır ve demirden özel bir lama kullanılarak montajı yapıldıktan sonra ahşap elemanlarla çatı makaslarına askı yapılması sağlanır.

3.3.4 Dğ er Taşıyıcı Elemanların Güçlendirilmesi

3.3.4.1. Ke merlerin Güçlendirilmesi

Ke merlerin güçlendirilmesinde en önemli nokta mesnet noktalarının sabitlenmesi gerekliliğidir. Kısım dağılmalar ve ayrılmalar için mantolama doğru bir uygulama olabilir. Mantolama ile birlikte grout da uygulanır. Ke merlerin gergi çubuklarıyla bağlanması, güçlendirilmelerinde yapılabilecek uygun ek uygulamalardan biridir.

3.3.4.2. Kubbelerin Güçlendirilmesi

Yığma kargir yapıların kubbelerinin gerilme alanlarından kaynaklanan problemler çatlaklara hatta yıkımlarına neden olabilir. Çembersel, dairesel güçlendirme ile bu sorun çözülebilir.

Uygulanacak güçlendirme, bütün dairesel gerilmeleri alacak şekilde, kırıklar ve çatlaklar gibi sorunları da giderecek biçimde olmalıdır.

Kubbenin içinde önemli süslemeler varsa ve kubbe kötü hasar görmüş, kısmen tahrip olmuşsa yeniden yapılmaya gerekebilir. Bu tür durumlarda kubbe alttan desteklenmelidir. Bir diğer yöntem ise yüzeyin betonar ile kaplanmasıdır. Kubbenin mevcut durumu iyi değilse ortaya çıkan kuvvetlere karşı koyacak şekilde uygulanan betonar me takviye çelik ankrajlarla da ana strüktüre bağlanmalıdır **Penelis ve diğ (1984)**.

3.4. Sistemin Stabilitasını Artırıcı Ek Müdahaleler

3.4.1. Bölgesel Müdahaleler

Bölgesel müdahaleler; yığma kargir bir duvar gibi yapı elemanlarında uygulanan güçlendirme şeklidir. Bölgesel müdahaleler çoğu zaman yapının bütününde uygulanan güçlendirme yöntemiyle benzerlik gösterir. Bölgesel uygulama direk olarak yapı elemanının taşıma gücünü artırıcı bir çalışmadır.

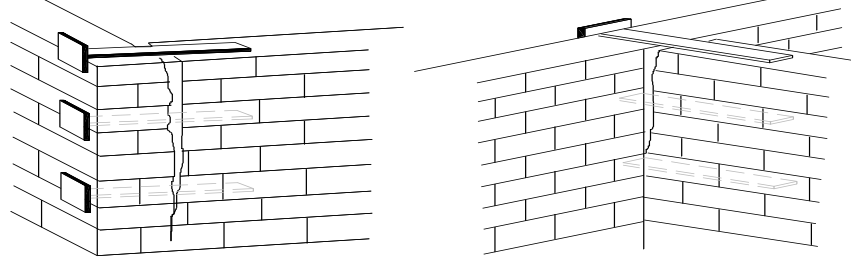
Bazı pencere ve kapıların örülerek kapatılması

Bazı pencere ve kapıların tuğla ile örülerek kapatılması sistemin rijitliğinin sağlanması için yapılan müdahaledir. Bazı kapı ve pencere boşlukları yeterli rijitlik ve dayanımda çelik çerçevelerle de güçlendirilebilir.

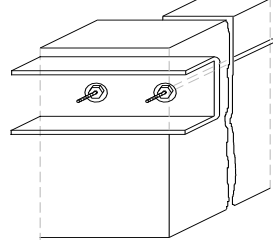
Binaadaki ayrılmalar için yapılan müdahaleler

Ayrılmış duvar bileşimini bağlamak için tuğla veya taş katmanlarının arasına yerleştirilen çelik plakalar (örneğin 40 x 4) kullanılabilir **Gavrilovic ve diğ (1983)**. Bu çeşit plakalar köşelerde güçlendirme için etkili olabilir (Şekil 3.18). Plakalar yerleştirildikten sonra da delik kapatılır ve yüzey plaster veya tel kafesle kaplanır. Diğer bir uygulama ise yığma duvarda düşey kırık boyunca yatay delik açılır, epoksili (korozyona karşı önlenmiş) çelik çubuklar deliğin içine yerleştirilir ve

ardından grout uygulanır. Her iki uygulamada da çatlaklar çimento harcı ile dolurulur (Şekil 3.19).

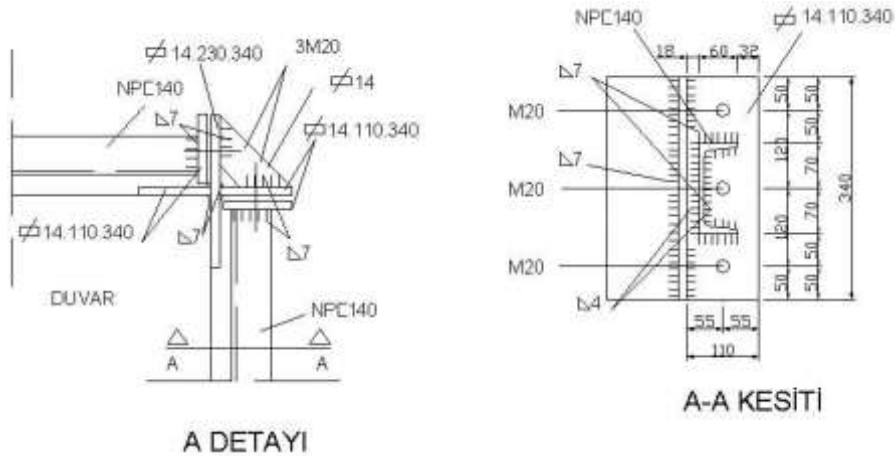


Şekil 3.18. Çelik plakalarla duvar birleşiminin bağlanması



Şekil 3.19. Bir diğer duvar birleşimi

Bir başka uygulamada ayrılmış duvar bileşenleri, köşelerde birbirine bulonlanarak bağlanmış çelik  profiller yardımıyla sıkıştırılarak birleştirilir (Şekil 3.20). Bu uygulamanın sakıncası köşelerde meydana gelen çelik kesitlerinin tarihi kimliği olan duvarın görünümünü etkilemesidir. Yapılan bu uygulama istenildiğinde sökülebilir.



Şekil 3.20. Çelik profillerle sıkıştırılmış duvar

3.4.2. Acil müdahaleler

3.4.2.1. Geçici Takviyeler

Bazı durumlarda temel takviyeleri üst yapı içi tehlikeli olabilir. Bu gibi durumlarda, üst yapının temel takviyesi sırasında desteklenmesi söz konusu olabilir. Desteklenmesi halinde temel takviyesinin güvenli olarak yapılabilmesi için geçici olarak zemindeki su dondurularak üst yapı için belli bir süre sağlam bir zemin yaratılabilir. Bu yöntem daha çok kazı yapılacak zeminlerde yer altı suyunun var olması hallerinde, rahat bir kazı yapılabilmesi için uygulanır. Bu tür işlemlerde suyun donması ile aşırı hacim büyümeleri sonucu yapıda beklenmeyen yeni çatlaklar oluşabilir. Bu nedenle azami dikkatin gösterilmesi gerekir. Temellerde suyun dondurulmasının mümkün olmadığı hallerde, üst yapıda askıya alma ve destekleme işlemlerinin yapılması kaçınılmaz olur. Taşıyıcı sistemde, yanal kuvvetler bir ‘gergi sistemi’ ile veya payandalarla desteklenir. Düşey kuvvetlerde bir (kalıp-iskele) sistemi ile yapı elemanları askıya alınarak taşınır.

Düşme, eğilme, yana yatma ya da devrilen elemanlar için geçici destek ve payandalar dikey ya da payanda destek sağlarlar. Geçici bağlantılar, duvarların ve iskelelerin birbirlerinin üzerlerine devrilme ya da düşme eğiliminde olan yerlerde kullanılır.

Geçici destek ve payandalar için, ahşap en çok kullanılan ve en kullanışlı malzemedir. Tek uygunsuz yanı yangın tehlikesidir. Bu yüzden tarihi yapılarda yapılacak uygulamalar iyi bir yangın önlemi gerektirir. Bir diğer malzeme olan çeliğin paslanma riski dışında önemli denebilecek bir dezavantajı yoktur.

3.4.2.2. Yapının Desteklenmesi

Temel takviyesi sırasında temellerde olumsuz durumlar yaratan yanal etkiler geçici çelik ankrajlarla alınır.

Genel olarak gergi elemanı olarak betonarme gergi ve kirişler de kullanılır.

3.4.2.3. Yapının Askıya Alınması

Bazı hallerde kubbe, tonoz ve kemer gibi elemanlarının yükleri bir kalıp - iskele sistemine iletilerek bu yüklerin temeller iletilmesi önlenir. Kalıplar, taşıyıcı elemanın formuna uygun olarak yapıldıktan sonra bir iskele sistemine bağlanır. İskeleye mesnet noktalarında verilecek ters yüklerle taşıyıcı sisteme (ters sehimi) verilerek bu şekilde yapı yükleri iskeleye iletilmiş olur.

3.4.3. Kısmi Yıkımlar İçin Güçlendirme ve Onarımlar

Kısmi yıkımlar için güçlendirme, kötü hasar görmüş strüktürlerde, yıkımın ilerlemesi ve yapının kalan kısımlarının da zarar görmesi, tarihsel öneme sahip anıtsal değeri olan yapılarda geriye kalan kısımlarının minimum tehlike sınırlarına indirilmesi için uygulanır.

3.5. Diğer Güçlendirme Yöntemleri, Sistem Yalıtım

Taban yalıtımının temel ilkesi; yapıların ve kuvvetli yer hareketlerinin özellikleri göz önüne alınarak, yapıların rijitliklerini azaltarak periyotlarını uzatıp, sönümlerini artırarak yapılara daha küçük yatay yüklerin gelmesini sağlayarak, yapıların orta şiddetli depremlerdeki hasarının önlenmesi ve çok şiddetli depremlerdeki hasarının daha küçük boyutlara indirilmesi dir (Bayülke, 2002).

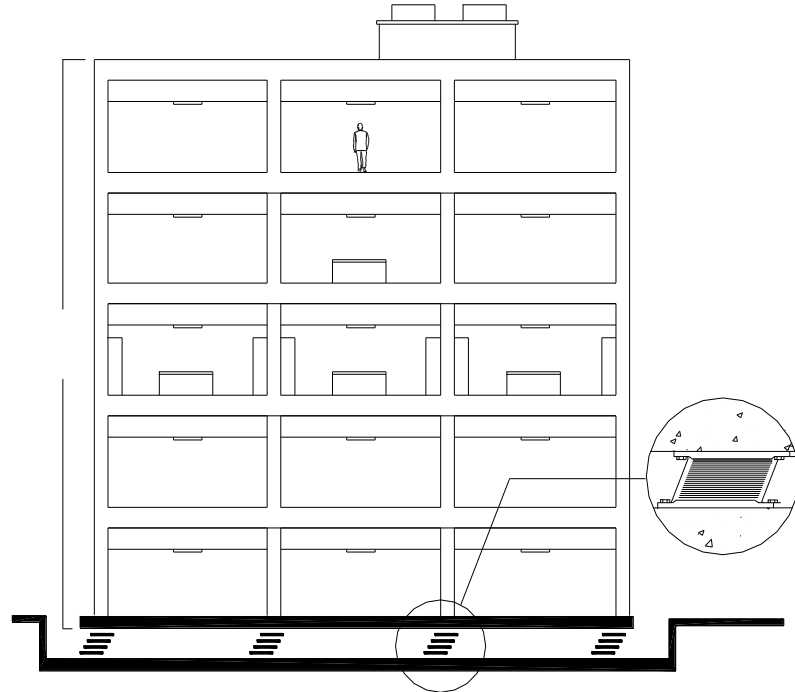
Taban yalıtım depreme karşı yeterli dayanım olmayan anıtsal değeri olan tarihi yapılarda ve kullanımında hiçbir aksamanın olmaması gereken yapılarda kullanılmaktadır. Bu yapılarda:

- Depremde yapıya gelecek yüklerin düzeyi, yapının yetersiz olan deprem dayanımının altına temel yalıtım yoluyla indirilebilir.
- Yapının bütün katlarının güçlendirilmesi yerine yalnız temel yalıtım ile kullanım etkilenmez. Mimari özellikleri bozulmaz.
- Klasik güçlendirme yöntemleri (perde duvar ve kolon eklenmesi ile güçlendirme), yapının değerli ve yeniden yapılamayacak iç kaplamalarını,

fresk ve tavan ya da duvar resimlerinin yıkılmasına yol açar. Özellikle tarihi yapılarda bu duruma izin verilmez.

- Taban yalıtımı ile sağlanan deprem yükündeki azalma miktarı yeterli olmayabilir. Ancak taban yalıtımı yapılması ile gereken güçlendirmenin düzeyi azaltılabilir.

Taban yalıtımın yapı, Şekil 3.21’de de gösterildiği gibi katlar arasında herhangi bir farklı ötelenme olmadan yalnızca tabanda ötelenmektedir.



Şekil 3.21. Taban yalıtımı uygulanmış yapı

Yapı tabanına konulacak yalıtım araçlarının:

- Düşey yönde rijitliği büyük olmalıdır. Böylece düşey yönde tabanda rijit kütle olarak dönmesi azaltılmalıdır.
- Yalıtım araçları yapının düşey yükünü normal kullanım koşullarında büyük güvenlikle taşıyabilmelidir.
- Uzun süre dayanıklı olmalıdır.

Bu amaçla binaların altında lastik takoz ve çelik - lastik takoz kullanılmaktadır.

Dünyada bu uygulamanın yapıldığı birçok yapı bulunmaktadır. Birleşik Devletler Yüksek Temyiz Mahkemesi Binası, Oakland City Hall, William Clayton Binası örnek olarak gösterilebilir.

BÖLÜM 4. GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPI ÖRNEKLERİ

4.1. İzmit Sultan Abdülaziz Av Köşkü

İzmit Sultan Abdülaziz Av Köşkü, dikdörtgene yakın plan ölçüleri yaklaşık olarak 14.28m×18.06m, kat yükseklikleri zemin katta 4.38m birinci katta 5.78m, taşıyıcı duvar kalınlıkları 29cm~113cm olan ahşap döşeme kirişli yağna kargir bir bînadır.

4.1.1 Yapının Mevcut Durumunun Değerlendirilmesi

4.1.1.1 Dış Cephe Duvarları

Bînada dış cephe duvarlarında ağır parapetlerin düşmesi, parapetlerin üst kotundan başlayıp cephedeki kemerli pencerelerin değişik kotlarına kadar ilerleyen, farklı genişlik ve biçimlerde çatlak oluşumları türünden hasarlar bulunmaktadır (Şekil 4.1). Pencerelerin anahtar seviyesinde düşey, üzengi seviyesinde ise yatay ya da yataya yakın çatlaklar oluşmuştur. Çatlaklar pek çok yerde cephede taşıyıcı özelliği bulunmayan sütun görünümünü elemanların başlıklarına kadar (+8.78m kotu) ilerlemiş durumdadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Dış cephe duvarlarında oluşan hasarlar

4.1.1.2 Ön (Güney) Cephe Duvarı

Ön cephe duvarında en büyük hasar parapetlerde, özellikle binanın köşe noktalarında oluşmuştur. Cephedeki kaplamaların bir bölümü düşmüş (Şekil 4.2), çatlaklar parapetin köşe bölgelerinde yarık mertebesine ulaşmıştır. Bu bölge oldukça tehlikeli bir durum arz edip, her an devrilme eğilimi göstermektedir. Zemin kat düzeyinde ön cephede önemli bir hasar bulunmamaktadır.



Şekil 4.2 Güney cephe duvarında oluşan hasarlar

4.1.1.3 Grişe Göre Sol Yan (Batı) Cephe Duvarı

Ön cepheye göre solda kalan bu cephede, ön cepheye benzer şekilde, parapetin üst kotundan başlayıp sütun başları kotuna kadar ilerleyen, değişik genişlik, boy ve eğimlerde çatlaklar, yüzeyde yayılı bir biçimde bulunmaktadır. Komşu pencerelerdeki kemerlerin üzengi seviyelerini birleştiren bölgelerde de çatlaklar oluşmuştur. Buna ek olarak daha sonradan doldurulduğu anlaşılan birinci kattaki pencere dolguları ile pencerenin sınırları arasında da ayrılma çatlakları oluşmuştur.

4.1.1.4 Arka (Kuzey) Cephe Duvarı

Arka cephe duvarında diğer cephe duvarları gibi yoğun bir hasar oluşumu gözlenmemekle birlikte, yine benzer biçimde, parapet üst kotundan başlayan çatlaklar çok yoğun olmasa da bulunmaktadır. Sağ üst köşedeki pencere daha sonra doldurulmuş olup, pencere sınırları ile bu dolgu bölümü arasında ayrılma çatlakları oluşmuştur (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Kuzey cephesi

4.1.1.5 Giriş Göre Sağ Yan (Doğu) Cephe Duvarı

Bina nın en çok hasar alan bölü müdür. Bu cephenin parapet kotundan itibaren ön e mli bir bölü mü depremler sırasında yere düş müştür. Pencere kemerlerini n üzengi kotundan itibaren parapetlere kadar olan büyük bir bölü mde kaplama taşları da düş müş durumdadır; cephe duvarı nın kaplama altında kalan bölü mü ortaya çı kmıştır. Köşelerde bulunan parapet parçaları da düş me eğili mi göster mekte olup oldukça tehlikelidir. Zamanla kaplama altındaki duvar yüzeylerinde bakımsızlı ktan kaynaklanan bitkiler ortaya çı kmıştır.

Parapetlerin deprem anında düş me siyle zemin kat tavanı üzerinde bulunan çık ıntı kısı mındaki balkon korkulukları ve balkon da hasar gör müştür.

4.1.1.6 İç Duvarlar

Zemin kattaki iç duvarlarda ve merdiven bölgesinde çok ön e mli bir hasar gözlen me nmiştir. Ancak birinci kattaki he men he men tüm hacimlerin duvarlarında düşey, yatay ve eğik durumda genişli ği değışik değerlerde bulunan yapısal çatlaklar bulunmaktadır (Şekil 4.4). Özellikle ön köşe hacimlerinde hasar yoğunlaş maktadır, giriş e göre sol yan cepheye komş u hacimde en olumsuz düzeye ulaş maktadır.

Birinci katta merdiven civarındaki boşluklu duvarda, özellikle köşe bölü mlerinde düşeyde ayrıl ma ve pencere üstlerinde her türlü çatlak oluş umu gözlenmiştir.



Şekil 4.4 İç duvarlarda oluşan hasarlar

4.1.1.7 Ahşap Döşeme Kirişleri

Bina da büyük açıklıklar ahşap kirişler ile geçilmiştir. Ahşap kirişlerin enkesit boyutları ve mesnetlenme biçimleri, tavanlar tam olarak açılmadığından yapılan rölövede tam olarak işlenmemiştir. Ancak, tavan elemanlarının düştüğü bazı bölümlerde oluşan boşluklardan görüldüğü kadarıyla ahşap döşeme kirişlerinde çürüme, mantarlaşma vb. yapısal hasarlar gözlenmektedir (Şekil 4.5). Diğer taraftan açıklığı fazla olan orta hacimde insan hareketlerinden bile kaynaklanan aşırı zararlı titreşimler gözleendiğinden bu bölgedeki kirişlerin yeterli rijitlikte olmadığı anlaşılmaktadır. Bu bölgelerde değerli avizelerin de bu elemanlara asıldığı düşünülrse, binada ahşap döşeme sistemlerinin yeniden gözden geçirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.5. Ahşap döşemelerde oluşan hasarlar

4.1.1.8 Kargir Tonozlar

Yapıda küçük hacimlerde ve ıslak hacimlerde döşeme sistemi olarak çapraz ya da beşiktanozlar kullanılmaktadır. Bu elemanlarda kılcal düzeyde de olsa bazı çatlaklar oluşmuştur.

Binada oluşan yapısal hasarın en önemli nedenlerinden biri de mevcut ahşap kirişli döşeme sistemlerinin depreminde binanın düşey taşıyıcı elemanlarına yükü gereği gibi aktarmasından kaynaklanmakta, diğer bir deyişle mevcut ahşap döşeme sistemlerinin diyaframetkisi gösterememesinden kaynaklanmaktadır. Orta hacimdeki büyük açıklıkta oluşan düşey insan yüklerinde bile oldukça zararlı düzeyde titreşim özellikleri bulunan ahşap kirişli döşeme sisteminin yeterli bir diyafram özelliği göstermesini beklemek olanaklı değildir. Döşeme sisteminde diyafram özelliğinin yetersiz olması durumunda duvarlar kat yüksekliklerinin daha üstünde bir boya sahipmiş gibi davranacaklarından yatay yükler altında yer değiştirmeler sınır değerlerinin oldukça üstüne çıkabilmektedir.

Binada oluşan hasarların bir diğer nedeni de yapının içinde yapılan yanlış tesisat uygulamalarından kaynaklanmaktadır. Açılan çatlakların çoğunun altından kablo kanalları çıkması uygulamanın ne kadar yanlış yapıldığının göstergesidir.

Binada, deprem güvenliği incelenmesi adına yapılan Ek A1'de de belirtilen çalışmalarda, kayma gerilmeleri, max. basınç gerilmeleri yapı için izin verilen emiyet gerilmelerini aştığı hesaplanmıştır.

4.1.2 Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Güçlendirilmesi

Yapıdaki düzensizlik ve hasarların birkaç yolla giderilebileceği düşünülmüştür.

Eğer ahşap döşeme sistemi korunacaksa taşıyıcı özelliğini yitirmiş tüm ahşap kirişler yenileriyle değiştirilmesi, binanın yeni kullanımı şeklinde yapılacak hesaplar sonucu kesitleri yetersiz olanlar varsa bunların aralığı sıklaştırılması ya da tercihen kesit boyutları arttırılması öngörülmüştür. Çatı döşemesinde diyaframetkisini sağlanması amacıyla çatı döşemesi kotunda tüm duvarlar üzerinde genişliği duvar genişliğinde, yüksekliği ise en az 40cm olan yeterince donatılmış betonarme hatıllar öngörülmüştür. Çanak varsa binanın çatı kotunda hatıllarla oluşturulan her bir

4.2 DÜZCE 1 NUMARALI MERKEZ SAĞLIK OCAĞI

4.2.1. Yapının Yeri ve Özellikleri

Düzce 1 Numaralı Merkez Sağlık Ocağı Düzce il sınırları içinde yer alan 15,85 m eninde ve 22,82 mboyunda tek katlı yağma bir yapıdır (Şekil 4.7).



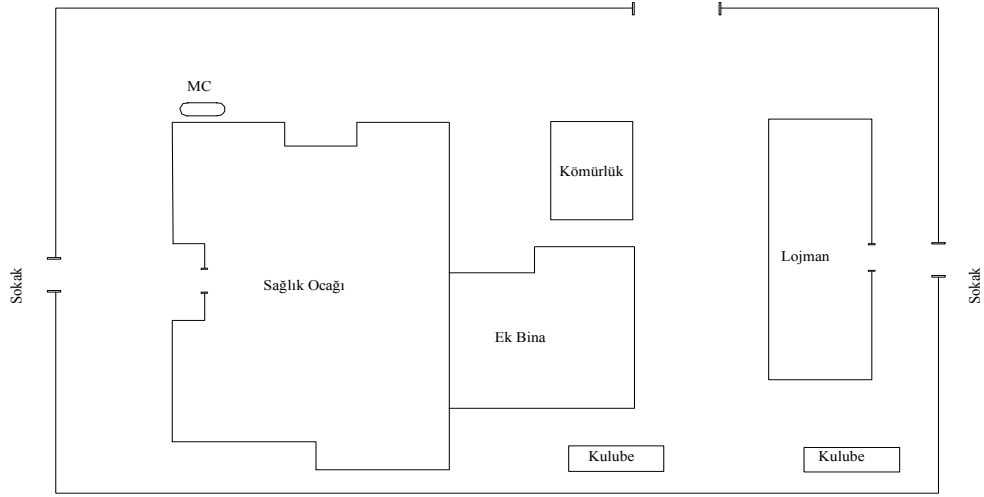
Şekil 4.7. Düzce 1 nolu merkez sağlık ocağı

Bina taşıyıcı dış duvar kalınlığı 30 cm ara bölme duvar kalınlığı ise 20 cm duvar malzemesi ise tuğladan oluşmaktadır.

4.2.2. Zemin Durumu ve Teknik Sistemi

4.2.2.1. Sondaj Çalışmaları

Şekil 4.8. deki vaziyet planında gösterilen konumda 15.45 m derinliğinde 1 adet zemin sondajı yapılmıştır. Zemin yüzeyinden olmak üzere 0,80 m derinliklere kadar dolgu 0,80 m ile 9.00 m derinlikler arası siltli kum killi kum ve kil bantlarından oluşan alüvyon zemin yer almıştır. 9.00 m ile 15.00 m derinlikler arası ise sıkı-çok sıkı yerleşime sahip çakıllı kum tabakası geçilmiştir ve sondaj bu tabaka içinde sona erdirilmiştir. Sondaj raporuna göre yer altı su seviyesi ne zemin yüzeyinden olmak üzere 5.00 m derinlikte rastlanmıştır.



Şekil 4.8 Vaziyet planı

Sondaj sırasında alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deney sonuçları ve arazi deneylerinden yararlanılarak hazırlanan raporda, statik yükler altında zemin emiyet gerilmesi:

$$q_f = 70 \text{ kN/m}^2$$

deprem durumunda ise

$$q_f = 70 \text{ kN/m}^2$$

alınabileceği ifade edilmiştir. “1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” esaslarına göre;

zemin grubu D

yerel zemin sınıfı Z3

olarak belirlenmiştir.

4.2.2.2 Muayene Çukuru Çalışmaları

Yapının temel sisteminin niteliği ve boyutları, temellerde deprem sonucu oluşan hasarların belirlenmesi amacı ile 1 adet muayene çukuru açılmıştır (Şekil 4.9). Temel derinliği 70 cm olup, 60 cm lik taş duvarlardan oluşmakta ve siltli kum killi kum silt ve kil bantlarından oluşan alüvyon tabakasına oturmaktadır. Yetersiz temel ve

temel derinliğine bağlı mahsurların ortadan kaldırılması amacıyla, mevcut temellerinin altına inen ve bina köşelerine gelen betonarme kuşaklama perdeler öngör÷lmüştür.



Şekil 4.9. Miyane çukuru

4.2.3 Bina'nın Mevcut Durumu ve Deprem Hasarı

Düzce 1 Numaralı Merkez Sağlık Ocağı 22.82 m x 15.85 m boyutlarında geometrik olarak düzensiz bir yapıdır. Ayrıca 21.85 m uzunluğundaki koridor yapısı da binada düzensizliğe sebep olmaktadır. Tek katlı bir bina olduğundan düşeyde süreksizlik söz konusu değildir. Dış duvarlar 30 cm kalınlığında, ara bölme duvarlar ise 20 cm kalınlığındadır.

Bina'nın ön inceleme aşamasında, meydana gelen depremler nedeniyle çatının kısmen hasar gördüğü, üst hatlarla duvar birleşim yerlerinde yatay çatlaklar oluştuğı ve köşekalkan duvarlarda X çatlakları tespit edilmiştir (Şekil 4.10). Ayrıca mevcut yapının tesisat ve tuvaletlerinin onarımına ihtiyacı olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Köşekalkan duvarlarda oluşan çatlaklar

Kullanılmış olan, şekil 4.11’de de görülen taşıyıcı tuğla duvar malzemesinin basınç dayanımının belirlenmesi amacıyla alınan numuneler yapı malzemesi laboratuvarında deneye tabi tutulmuş ve basınç dayanım 138 kg/cm^2 - 120 kg/cm^2 olarak belirlenmiştir. Bu değer TS 705 te verilen ortalama basınç dayanımlarına uygundur. Deney raporu Ek B1 de verilmiştir.



Şekil 4.11. Taşıyıcı tuğla duvarların mevcut durumu

4.2.4 Deprem Güvenliğini İncelenmesi

Yapının deprem güvenliği (ABYYHY98) esaslarına göre kayma gerilmesi ve boyutlar yönünden incelenmiştir.

4.2.4.1. Kayma Gerilmeleri Yönünden

Yatay deprem kuvveti yönetmeliğe öngörüldüğü gibi hesaplanmıştır. Kat kesme kuvvetleri de deprem doğrultusundaki duvarlara alanları oranında dağıtılıp kayma gerilmeleri hesaplanmıştır. Bulunan kayma gerilmeleri izin verilen sınır gerilmeler ile karşılaştırılarak yapının deprem güvenliğine karar verilmiştir. Bu hesaplarda aşağıda verilen kayma emniyet gerilmesi dikkate alınmıştır.

Tuğla veya Taş Duvarlar $\tau_{ult} = 15 \text{ t/m}^2$

Yapılan kıyaslamada, bulunan kayma gerilmeleri izin verilen değeri geçmiyorsa, binanın deprem güvenliği olduğu kabul edilmiştir.

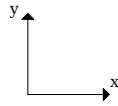
a) Düşey Yüklere

0.30 m kalınlıklı duvar 0.50 t/m^2

0.20 m kalınlıklı duvar	0.35 t/ m ³
Duvar Yüksekliği	3.00 m
Çatı Yüğü	0.100 t/ m ²
Betonarme Plak	0.250 t/ m ²
Hareketli Yüğü	0.100 t/ m ²

$$\text{Bina alanı} = 6.62 \times 15.85 - (0.87 \times 3.02) + 7.53 \times 11.74 + 7.01 \times 10.32 + 8.77 \times 7.29 + 1.55 \times 4.30$$

duvar boyutları



0.30 m kalınlık

$$l_x = 1.00 + 2.30 + 0.60 + 1.05 + 5.80 + 0.95 + 4.67 + 0.87 + 0.87 + 1.30 + 2.02 + 2.20 + 2.28 + 2.15 + 2.27 + 2.70 + 1.70 + 1.45 = 37.63 \text{ m}$$

$$l_y = 4.95 + 1.13 + 1.60 + 1.10 + 1.95 + 1.65 + 7.54 + 0.40 + 1.31 + 1.30 + 2.40 + 0.93 + 0.63 = 26.92 \text{ m}$$

0.20 m kalınlık

$$l_x = 2.90 + 0.20 + 2.12 + 0.20 + 0.55 + 13.55 + 13.55 + 4.65 + (3 \times 0.50) = 39.22 \text{ m}$$

$$l_y = 2.92 + 2.60 + 3.12 + 3.77 + 3.77 + 3.77 + 1.91 + 6.40 + (4.55 \times 4) = 41.91 \text{ m}$$

duvar alanları

$$A_x = 0.30 \times 37.63 + 0.20 \times 39.22 = 19.13 \text{ m}^2$$

$$A_y = 0.30 \times 26.92 + 0.20 \times 41.91 = 16.46 \text{ m}^2$$

duvar ağırlıkları

$$G = 0.50 \times (37.63 + 26.92) \times 3.00 + 0.35 \times (39.22 + 41.91) \times 3.00 = 182.00 \text{ t}$$

çatı yüğü

$$G = 333.64 \times (0.100 + 0.250) = 116.77 \text{ t}$$

$$Q = 333.64 \times 0.100 = 33.36 \text{ t}$$

Binanın toplam ağırlığı

$$W = 182.00 + 116.77 + 33.36 = 332.13 \text{ t}$$

b) Deprem Yüğü

(ABYYHY98) esaslarına göre;

Etken yer ivme katsayısı, 1. derece deprem bölgesinde $A_0 = 0.40$

Binanın önem katsayısı, yapının kullanıma amacı veya türüne bağlı olarak $I = 1.50$

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı, ABYYHY98 Bölüm 10.2.1'e göre $R = 2.5$

Spektrum katsayısı, Bölüm 10.2.1'e göre $S = 2.5$

Eşdeğer deprem yükü $V = A_0 \times S \times I \times W / R$

$$= 0.40 \times 2.5 \times 1.5 \times 332.13 / 2.5 = 199.28 \text{ t}$$

c) Duvar Kayma Gerilmeleri

$$\tau_x = V / A_x = 199.28 / 19.13 = 10.42 \text{ t/m}^2 < 15 \text{ t/m}^2$$

$$\tau_y = V / A_y = 199.28 / 16.46 = 12.11 \text{ t/m}^2 < 15 \text{ t/m}^2$$

Hesap sonucuna göre her iki doğrultuda bulunan kayma gerilmeleri müsaade edilen sınır gerilmeleri değerini geçmediği belirlenmiştir. Ancak mevcut deprem hasarlı binanın gelecekte olası depremlere karşı güçlendirilmesine karar verilerek güçlendirilmiş durumdaki deprem kuvvetleri hesaplanmıştır.

d) Güçlendirilmiş Durumda Deprem Kuvvetleri

Düzce 1 Numaralı Sağlık Ocağı Binasının güçlendirilmesi;

1. Dış duvarlara tek taraflı Q221 hasır çelik ile 5 cm kalınlığında püskürtme beton uygulanması,

2. Planda düzensizlik yaratan x doğrultusunda 21.85 m uzunluğundaki koridora y doğrultusunda iki adet 2.00 m uzunluğunda 0.20 m kalınlığında çimento harçlı TS 705' e uygun duvar yapılması,
3. Yetersiz temel derinliğini giderici yapı köşelerine gelen 40 cm kalınlığında betonarme kuşaklama perdesi yapılması,
4. Depremden dolayı hasar gören kalın duvarlarının değiştirilmesi,

şeklinde uygun görülmüştür, Ek B2.

Güçlendirilmiş duvarda kayma gerilmesi hesabında elastiklik modülleri oranı

$$n = E_{\text{beton duvar}} / E_{\text{tuğla duvar}} = 5$$

olarak kabul edilmiştir. Eşdeğer elastik deprem kuvvetleri, duvarların bir taraflı olarak çelik hasır ve püskürtme betonla güçlendirilmesi ve planda düzensizlik yaratan koridor açıklığında duvar örülmesinden dolayı taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 50$ oranında artırılmıştır. Yapılacak ekler küçük olduğu için bina ağırlığı değiştirilmemiştir.

$$\text{Etkin yer ivme katsayısı} \quad A_0 = 0.40$$

$$\text{Bina önem katsayısı} \quad I = 1.50$$

$$\text{Taşıyıcı sistem davranış katsayısı} \quad R = 2.50 \times 1.50$$

$$\text{Spektrum katsayısı} \quad S = 2.50$$

$$\text{Eşdeğer deprem yükü} \quad V = A_0 \times S \times I \times W / R$$

$$= 0.40 \times 2.5 \times 1.5 \times 332.13 / 2.5 / 1.5 = 132.85 \text{ t}$$

y doğrultusundaki iki adet 2.0 m uzunluğunda 0.20 m kalınlığında duvar alanı

$$2.00 \times 0.20 \times 2 = 0.80 \text{ m}^2$$

$$A_x = 19.13 = 19.13 \text{ m}^2$$

$$A_y = 16.46 + 0.80 = 17.26 \text{ m}^2$$

Ekl enen püs kürt ne beton al an

$$A_{x'} = 0.05 \times (37.63 - 6.67) = 1.548 \text{ m}^2$$

$$A_{y'} = 0.05 + 26.92 = 1.346 \text{ m}^2$$

Eş değ er al an

$$A_x = A_x + n \times A_{x'}$$

$$A_y = A_y + n \times A_{y'}$$

$$A_x = 19.13 + 5 \times 1.548 = 26.87 \text{ m}^2$$

$$A_y = 17.26 + 5 \times 1.346 = 23.99 \text{ m}^2$$

Duvar Kay na Geril neleri

$$\tau_x = V / A_x = 132.85 / 26.87 = 4.94 \text{ t/m}^2 < 15 \text{ t/m}^2$$

$$\tau_y = V / A_y = 132.85 / 23.99 = 5.54 \text{ t/m}^2 < 15 \text{ t/m}^2$$

Her iki doğrultuda hesaplanan kay na geril neleri, izin verilen sınır geril ne değ eri nden küçük ol duğ undan, ö ngör ü len güçlendir ne kay na geril neleri yönünden yeterli ve uygundur.

4.2.4.2 Boyutlar Yönünden

Düzce 1 Numaralı Sağlık Ocağı'nın (ABYYHY98)'in 1. Derece Deprem Bölgesinde Yığma Kargir Binalar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım esasları uyarınca boyutları yönünden kontrolü yapılmıştır, Ek B3. Yapılan kontrollerde sadece yönetmeliğ in ö ngördüğü “planda birbirine dik doğrultuların her biri boyunca uzanan taşıyıcı duvarların, pencere ve kapı boşlukları hariç olmak üzere, toplam uzunluğunun brüt alanına oranı 0.25I m² den az ol mayacaktır” koşulu sağlanamamaktadır. Ancak bu durumun bir sakınca teşkil etmediğ i belirlenmiştir. Bunun nedeni; güçlendirilen yapı, olası bir depremsırasında artık yığma yapı davranışı sergilemeyecek olmasıdır.

4.3 KABATAŞ ERKEK LİSESİ EĞİTİM VE YATAKHANE BİNALARI DEPREM GÜVENLİĞİ ÇALIŞMALARI

4.3.1. Yapının Yeri ve Özellikleri

Kabataş Erkek Lisesi okul ve yatakhane binaları 1867 - 1875 yılları arasında Feriye Sarayları serisi içinde inşa edilmiş yapılardır. Devrin inşai karakterini tamamen taşıyan bu yapıların zeminini, denizden kazanılmış bir dolgudur. Denize paralel inşa edilmiş yapılar 2. derecede önemli yapılardandır (Ek D Şekil D1, Şekil D2). Bu binaların iç mekanlarındaki duvar kaplamaları ve döşemeleri günümüze ulaşmakla birlikte bazı mekanların tavanlarındaki ahşap üzerine kalem işi süslemeler varlığını korumuştur.

4.3.2. Yapının Mevcut Durumu

Yapı altındaki dolgu zeminini yerinde sıkıştırmak amacıyla ahşap kazık kullanılmıştır. Ancak ahşap kazıkların korunmasına yönelik herhangi bir çalışma yapılmadığından, kazıklar tamamen çürümüştür. Temeller, binanın boyutları ile orantılı olmadığı açılan muayene kuyuları ile saptanmıştır (Şekil D3, D4, D5). Temellerde malzeme olarak genelde porozitesi yüksek, mukavemeti düşük Bakırköy kalkerleri kullanılmıştır. Bu kalkerler basınç ve deniz suyu etkisiyle mukavemetini önemli ölçüde kayb ettikleri düşünülmektedir. Dış duvarlar kireç harçlı tuğla olup, dışındaki sıvaya taş duvar süsü verilmiştir. Devrin inşai karakteri olarak kireç harç kalınlığı fazla olup, yeterli mukavemete sahip değildir. Meydana gelen depremde duvarlarda çatlaklar meydana gelmiştir (Şekil D6, D7, D8, D9). Tuğlaların yeterince pişirilmediğinden, basınç ve su etkisiyle yer yer yarıplı hale gelmiştir (Şekil D10). Ayrıca ana taşıyıcı duvar içerisine konulan düşeyde kılıçlanma tabiri edilen, yatayda ise iç gergi halinde duvara bütünlük kazandıran dövmeye demir aksam 4. dereceden korozyona uğramıştır (Şekil D9).

Saray yapısının ihtiva ettiği geniş ve yüksek pencere ve kapılar, bilhassa dış duvarların ve köşelerin bütünlüğünü büyük ölçüde etkilemiştir. Bu nedenle yer yer doğan hasarlara da bağlı olarak bazı pencere ve kapıların çimento harçlı tuğlalarla kapatıldığı görülmüştür.

Kalın iç ve dış duvarlarda bırakılan nişler üzerine yapılan ahşap döşemeler bir asır sonra vazifesini yapamaz duruma düşmüş ve sarayın döşemeleri nişlere oturan kirişler üzerine konan betonarme döşemeye çevrilmiştir. Büyük tarihi değeri olan ve süslemeleri kıymetli üst kat tavan döşemesi ilk halini korumaktadır. Bu döşeme çatı aralığından yapılan ahşap ve çelik takviyelerle korunmaya çalışılmıştır.

Yatakhane binası farklı zamanlarda inşa edilmiş iki farklı blok bulunmaktadır. Orta blokla daha sonradan inşa edilen deniz tarafında yer alan blok arasında temelde 5 - 6 cm birinci kat hizasında ortalama 13 - 14 cm ikinci kat hizasında ise 17 - 18 cm yevaran ve genelde deniz tarafına doğru hafif bir eğilmeyi işaret eden bir ayrılmanın bulunduğu tespit edilmiştir. Özellikle güney batı kısmı uç noktada yer alan kantin tarafında yapı düzensizliği düşey yönde de önemle etkileyen bir biçimde kantinin yüksekliği ve 1. kat ara döşemesinin kaldırılmış olması önemli bir problemdir. Ayrıca yatakhane bloğunda denize dik doğrultudaki ara bölümler yer yer önemli ölçüde kaldırılmıştır.

Okul binasının çatısı oturma çatı şeklindedir. Taşıyıcı duvarlar dışta çatı seviyesine kadar çıkartılmış ve bu duvar üzerine oturan 85.0 - 1.10 cm aralıklı 8 x 18 cm kesitli ağaç kirişler duvar üstlerinde ve alttan 3.0 cm'lik tahtalara oturtulmuş olup, o tahtalara alttan tavan süslemesi yapılmıştır. Çatı çeşitli zamanlarda tamirler geçirilmiştir.

Taş blokları rıhtımgerisinde, denizin yarattığı oyulmalara ve temel altı zemininin yer yer yıkanma durumuna mani olmak amacıyla 1960 yılı ilk ayında Larsen IV tipi palplanşlarla rıhtım genişletilerek sahil korunması sağlanmış ve bu sistem bugün işlevini yerine getirir durumda bulunmuştur. Palplanşlar yer yer geriye anklajlarla bağlanmış, kazanılan yüzeyler korunmuş, denizin yıkanma etkisi büyük ölçüde önlenmiştir.

4.3.3. Arazi Çalışmaları

Kabataş Erkek Lisesi Eğitim Binasında ve Yatakhane bölümlerinde derinlikleri 11 m ile 32.5 m arasında değişen, Ek C1 ve Ek C2' de gösterilen noktalarda toplam 12 adet zemin sondajı yapılmıştır. Sondajlar arasında kohezyonsuz zemin tabakalarının yerleşimsizliği belirlenmesi amacıyla standart penetrasyon deneyleri ile zemin

tabakalarının derinlik boyunca özellikleri belirlemeğe yönelik pressiyo metre deneyleri yapılmıştır. Sondajlardan alınan numuneler üzerinde ise granülometri deneyleri yapılmıştır (Ek C3).

4.3.3.1. Zemin Durumu ve Temel Sistemi

İncelenen alanında yapılan sondajlarda; en üstte yer alan dolgu ve kumlu kabuk altında, İstanbul ve çevresinde geniş alanlar kaplayan Üst Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu yer alırken, genel olarak kumtaşı - kilitaşı kalker ardalı malardan oluşmaktadır.

Trakya Formasyonunun üzerinde çok katı - yarı sert kıvrımlı çakıllı kil bulunmaktadır. Bu kilin tabaka kalınlığı 4.0 - 5.0 m arasında değişmekte olup boğaz istikametine doğru aşınmış bir durumdadır. Bu tabaka üzerinde yer yer boğazın oluşumu ile ilgili olarak az killi, çakıllı, çok kumlu midede kabukları ve derinlik boyunca genellikle gölde oluşmuş az killi çakıllı kumlar yer almaktadır. Tabandaki az killi çakıllı kumlar sıkı - çok sıkı yerleşime sahiptir. Bu kısımda SPT - N darbe sayıları

$$N > 20 - \text{refü}$$

arası değerler göstermektedir. Üstteki denizel kumlu kabuk ön tarafta 6.0 - 10.50 m geride ise birkaç metre ile 7.50 m kalınlıkta olup, saray arka cephesinde doğru oldukça yüksek eğimli bir konumdadır. Bu kabukta SPT - N darbe sayıları genel de

$$N = 5 - 15$$

arasında değişmekte olup gevşek ile gevşek - orta sıkı arası bir yerleşime sahiptir.

Kumlu kabuk üzerinde yer alan ve boğaza doğru kama şeklinde büyük bir eğime sahip dolgu zemin, killi, kumlu, çakıllı, yer yer ise iri ana kaya parçalarından oluşmaktadır. SPT- N darbe sayıları sonuçları da çok gevşek - orta sıkı yerleşimi göstermekte olup heterojen yapıyı yansıtmaktadır.

Yatakhane binasının ön tarafında, dolgu seviyesi ortalama 12.0 m geride ise 2.60 - 3.00 m kalınlıktaadır. Yatakhane'nin arka tarafında ise kumtaşı - kilitaşı tabakası yüzeye yaklaşmakta ve birçok mahalde dolgu tamamen kayaya oturmaktadır. S12

numaralı sondaj ci varında ise kumlu çakıl 2.60 m yüksekliğinde olup, altında plastik kıvamlı az kumlu çakıllı kil büyük kalınlık oluşturmaktadır. Yapılan jeoteknik araştırmalar; Eğitim ve Yatakhane Binalarında yapılan sondaj logları Ek C4 ve Ek C5'te, sondaj kesitleri ise Ek C6 ve Ek C7'de verilmiştir.

4.3.3.2 Yer Altı Suyu Durumu

Yer altı su seviyesi boğaz su seviyesinin etkisi altındadır. Ayrıca Ortaköy yolu tarafından gelen çatlak ve dolgu suları, boğaza akışta karşılaştıkları direnç nedeni ile, saray altında su seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Muayene çukurlarında yer altı suyuna zemin yüzeyinde genelde 1.40 m derinliklerde rastlanmış ve su seviyesi oldukça kısa sürelerde 0.70 - 0.80 m derinliklere kadar yükselmiştir.

4.3.3.3 Pressiyometre Deney Sonuçları

Pressiyometre deneylerinde yüzeye yakın sıkışmış dolguda yanal yöndeki limit basınçlar ve elastiklik modülleri düşük değerlerde kalmıştır. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar, dolgunun gevşek - orta sıkı, kumlu kabuğun ise gevşek yerleşimini yansıtmıştır.

4.3.4 Bölgenin Depremselliği

4.3.4.1 Tasarı Deprem Parametreleri

Kabataş Erkek Lisesi sahası 2. Derece deprembölgesi sınırları içinde yer almaktadır. '1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik' esaslarına göre;

zemin grubu D

yerel zemin sınıfı Z4, olarak belirlenmiştir.

(ABYYHY98) esaslarına göre;

Etkin yer ivme katsayısı, 2. derece deprembölgesinde $A_0 = 0.30$

Bina önem katsayısı, yapının kullanıma amacı veya türüne bağlı olarak $I = 1.4$

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı, ABYYHY98'de Bölüm 10.2.1'e göre $R = 2.5$

Spektrum katsayısı, Bölüm 10.2.1'e göre

$$S = 2.5$$

Spektrum karakteristik katsayıları, yerel zemin sınıfı Z4 için

$$T_A = 0.20 \text{ sn},$$

$$T_B = 0.90 \text{ sn}$$

olarak alınmıştır.

Temel altı zemininin gevşek kalın alüvyon tabakalarından oluşması ve üst yapı özelliği dikkate alınarak yapıda dinamik hesap yapılması doğru olacağı düşünülmüştür.

Temel altı zemininin ıslahı ve üst yapının güçlendirilmesi sonradan yapı davranış katsayısı düktilite $R = 4$ 'e kadar yükselebileceği tahmin edilerek statik eşdeğer deprem katsayısı

$$C = \frac{0,30 \times 2,5 \times 1,4}{4} = 0,26$$

olarak hesaplanması uygun görülmüştür. Yapıya donatılı en az 10 cm kalınlıklı BS 25 betonarme perdeler getirilmesi halinde ise yapı davranış katsayısı $R = 6$ alınıp statik eşdeğer deprem katsayısı aşağıdaki değere düşebileceği hesaplanmıştır.

$$C = \frac{0,30 \times 2,5 \times 1,4}{6} = 0,17$$

4.3.4.2 Temel Altı Zemin Yönünden Depremlilik, Temel Altı Zeminin Sıvılaşma Potansiyeli

Yapılan analiz sonucunda Eğitimi binasının deniz tarafında yapılmış SK1 - SK2 - SK3 sondaj noktalarının olduğu bölgede yaklaşık 18.0 m derinliğe kadar olan kısımda sıvılaşabilirliğin çok yüksek olduğu, binanın arka kısmında yer alan SK4 sondajında deprem magnitudunun 7 ve 7'den büyük depremlerde sıvılaşma olasılığının yüksek olduğu, SK5, SK6 sondaj noktalarının sıvılaşma riskinin düşük olduğu görülmüştür. Yatakhane binasının ön kısmında $M_j 7$ olan depremlerde sıvılaşma olasılığının yüksek olduğu, arka kısımda ise sıvılaşma riskinin bulunmadığı belirlenmiştir (Ek C8).

4.3.4.3 Üst Yapı Yönünden Deprensellik

Kargir temeller sığ ve yer yer niteliklerini büyük ölçüde yitirdikleri tespit edilmiştir. Zemin suyunun yarattığı kapilarite ve çatlaklar kanalı ile inen suyun da etkisi ile yüksek basınç etkisindeki duvarlarda tuğlaların ayrışmaya uğradıkları tespit edilmiştir. 1. kat ve 2. kat döşemelerinin betonarmeye çevrilmesi sırasında yatay yönlü yeterli bir bağartı sağlanmadığı belirlenmiştir.

4.3.5 Yapının Güçlendirilmesi

4.3.5.1 Zemin İslahı

Öncelikle okul binasında, Ek C9’da belirtildiği noktalarda ve ilk etap çalışmalarının da Ek C10’da belirtildiği şekilde, zemin seviyesinde jet grout ve çimento enjeksiyonu yapılarak zemin ıslahı yapılması öngörülmüştür (Şekil D25, D26). Jet grout aşamasında 440 atütlük çimento - su jeti basıncı konusu sağlanabilmiş esas sivilaşma zonunu oluşturan 10.0 - 18.0 m arasında bu basınç sağlanamıştır. Çimento enjeksiyonunda başlangıçta çimento / su oranı 1/1 ci varlarında tutulmuştur. Derinlikte başlangıçta öngörülen enjeksiyon basınçlarının üstüne çıkılması gerekli olmuştur. Gerek jet groutta gerekse çimento enjeksiyonunda kullanılacak çimento onun tri kalsiyum alüminat değeri düşük olmasına dikkat edilmiştir. Gevşek kumlu zonlarda basıncın öngörülen 4.0 - 5.0 atünün neredeyse iki katına yükseltilmesi gerekmiş ve bu bölümde önemli miktarda çimento enjeksiyonu kullanılmıştır. Üstteki dolgu ile gevşek kumlu zon arasındaki bölümde de dolgunun iri parçalı yapısı nedeni ile önemli çimento zaiyatı olmuştur. Çimento enjeksiyonu esnasında bilhassa sivilaşmaya müsait gevşek, kabuklu kum zonda jet grout etkisi nedeni ile basınçların bir miktar arttırılması gerekli olmuştur. Yatakhane binasında da okul binası gibi jet grout ve çimento enjeksiyonu yapılarak zemin ıslahı yapılması öngörülmüştür (Ek C11).

4.3.5.2 Üst Yapının Güçlendirilmesi

Üst yapının güçlendirilmesi; temellerin güçlendirilmesi, taşıyıcı duvarların güçlendirilmesi ve ek müdahaleler olmak üzere üç başlıkta uygulamaya konulmuştur.

a) Temellerin güçlendirilmesi

Temellerin güçlendirilmesinde ortalama 60.0 cm kalınlığında ön cephe 2.0 m'ye arka cephe 1.50 m'ye varan ve mevcut temellerin kısmen altına girecek şekilde yapıları çevreleyen, Ek C12'de detaylandırıldığı gibi bir betonarme kuşak perdesi öngörülmüştür. Beton sınıfı BS25 ve beton çeliği St III olarak dikkate alınmıştır. Uygulamada C3A (Tri kalsiyum alüminat) değeri düşük çimento kullanılması, deniz suyu etkisinden dolayı öngörülmüştür.

Klasik Osmanlı tipi temele oldukça az yerde rastlanılmıştır. Temel takviyesi çukur kazısı, Şekil D11, D12, D13, D14 ve D15'te gösterildiği gibi dolgunun kalitesizliğine bağlı olarak farklı genişlikte olabilmiş, genelde mevcut temel alt seviyelerinden itibaren yer altı suyu ile karşılaşmıştır. Yer yer kazı çevresinde geçici iksa yapılması zorunluluğu doğmuştur. Mevcut temel duvarı yüzeylerinin temizliğine dikkat edilmiş ve mevcut temellere en az 30.0 - 35.0 cm girecek şekilde ve dış betonarmenin içinde en az 35.0 - 40.0 cm kalacak şekilde 50.0 cm düşey aralıklı yatayda da 40.0 cm - 50.0 cm aralıklı $\Phi 20$ çelik epoksili ankrajlar yapılmıştır, Şekil D16. Kullanılan $\Phi 20$ donatılar, Şekil D17, D18, D19, D20'de gösterildiği gibi, düşeyde ve yatayda 25.0 cm aralıklı olarak, yer yer çiroz bağlantılı yerleştirilmiştir. Tabana 10.0 - 12.0 cm kalınlığında BS18 kalitesinde bir beton dökülerek donatıların çamurlanması önlenmiştir. Deniz suyu etkisi dikkate alınarak, Şekil D21, D22, D23'de gösterildiği gibi, tri kalsiyum alüminat değeri düşük BS25 kalitesinde katkı maddeli ve slump kontrollü beton dökülmüş ve vibratörlerle sıkıştırılmıştır.

Bu işlemler yapılırken mevcut yapının rögarları kuşakla beraber dışına alınmıştır. Üst yapıdaki çıkıntılara bağlı olarak köşeler teşkil edilmiştir. Bu köşeler çevresinde kuşak kalınlığı kısmen artırılmıştır.

Yapıların ön cephelerinde deniz kenarındaki palplanşların ankraj demirlerinin sarıldığı betonarme korumaları kırılmış ve kuşak perdesi içinde bırakılmıştır (Şekil D20).

b) Taşıyıcı duvarlarının güçlendirilmesi

Kargir üst yapı taşıyıcı duvarlarının, zemin seviyesinde karşılıklı bağlantılı olduğu saptandığından, bu taşıyıcı duvarlarını iç kuşaklarına oturan ve bu duvarlara epoksili

ankrajlarla bağlanan 25.0 - 30.0 cm kalınlığında bir betonarme döşeme ile taşıyıcı duvarların bağlanması öngörülmüştür. Zemin döşemesinde kalınlıkları 35 - 40 cm yi bulan dolgular uzaklaştırılmış ve 90 cm lik duvarların 20 - 30 cm lik iç nişleri açığa çıkarılmıştır. Bu nişlere konulan 35.0 - 40.0 cm dış duvar içinde kalan epoksili ankrajlar ile duvarları birbirine bağlayan 20.0 cm yatayda aralıklı, düşeyde 25.0 cm mesafeli iki sıra $\Phi 12$ donatı yerleştirilerek aralarına $\emptyset 150$ pi nas boru konularak enjeksiyonun ve jet groutın yapılmasına imkan verecek şekilde donatı yerleştirilmiştir ve slump kontrollü BS25 kalitesinde beton dökülmüştür. Bu döşeme sayesinde taşıyıcı duvarların yatay bağlantıları sağlanmış, ayrıca toplam 30.0 cm yi bulan betonarme döşemenin de zemin taşıma gücüne yardımcı olması sağlanmıştır. Duvar yüzlerine getirilen shotcrete perdeler de bu döşemeye dikeye yerleştirilen ankrajlarla düşeyde ve yatayda bir bağlantı sağlanmıştır.

Bütün katlarda taşıyıcı duvarlarda bir veya iki taraflı Q221 hasır çelik donatı, duvarlara epoksili ankrajlarla bağlanıp en az 10.0 cm kalınlığında püskürtme betonlu bir takviye yapılması öngörülmüştür (Ek C13). Bu sayede üst yapı periyodunun azaltılması yönüyle de önemli bir güvenlik artırıcı tedbir alınmış olacağı belirlenmiştir.

Püskürtme beton uygulaması yapılacak duvar yüzlemlerindeki sıvalar dökülmüş taban betonuna 40.0 cm aralıklı tavan betonuna da 40.0 cm aralıklı epoksili ankrajlar yapılmıştır. Duvar yüzlerinde nı' de 4 adet civarında mevcut duvarlara 30.0 - 35.0 cm giren duvar yüzünden 7.0 - 8.0 cm dışarıda ucu 90° bükülen epoksi ankrajlar yerleştirilmiştir. Duvar yüzlerine, Şekil D28, D29, D30'daki gibi Q221 hasır çelikleri birbirlerine en az 20.0 cm bindirilmesi ile ek yaparak yerleştirilmiş, ek yerleri ve ankrajlara sıkı bir şekilde hasır çelikler bağlanmıştır. Bu işlemlerden önce, Şekil D27'de gösterildiği gibi duvar yüzleri iyice temizlenmiş tuğlalara yapışmış olan harçlar kaldırılmış ve bilhassa denize dik yöndeki taşıyıcı duvarlar üzerindeki zayıf harçlı bölgeler alınmış ve duvar hafiflenmiştir halde shotcrete uygulaması yapılmıştır (Şekil D31). Shotcrete kalınlığı olan 15.0 cm birkaç kademede elde edilmiştir (Şekil D32). Püskürtme beton malzemesinde maksimum agrega boyu 8.0 mm yi geçirilmiştir, kuru malzeme tercih edilmiş, malzemenin granülometrisi kontrol edilmiş, püskürtme tabancası yüzeye mümkün ölçüde dik, 1.0 - 1.5 m arasında bir uzaklıkta uygulanmıştır. Malzemenin kolay yapışmasını sağlayacak

‘‘gunit’’ maddesi % 1.5 oranında kullanılmıştır. Döküntü malzeme okul içindeki çeşitli çukurların doluşunda zayıf bir beton olarak değerlendirilmiştir. Pencere içleri ise hasır çelik donatı ve epoksili tespit ankrajları kullanılarak (Şekil D29), hazırlanmış, 450 dozlu çimento harçlı bir sıva uygulanmıştır.

Shotcrete uygulaması sırasında pencere boşlukları geçici olarak kapatılarak pencerelerin ve camların korunması sağlanmıştır. Shotcrete üst yüzeyi, mahallerin köşeleri, pencere ve kapı kenarları yüksek dozlu sıva harcı ile düzgün hale getirilmiştir (Şekil D33).

c) Ek müdahaller

Yatakhane binasında yapı blokları arasındaki ayrılmanın yaratacağı olumsuzluğun giderilmesi öngörülmüştür (Şekil D24). Bu amaçla zemin katta öncelikle orta blok taşıyıcı sisteminin denize dik doğrultusu boyunca muayene çukurları açılmış, deniz tarafı blokla arasında zayıf harçlı bir tuğla duvar saptanmış bu tuğla duvarla deniz tarafı, denize paralel radye kirişi yüzeyi görülmüştür. Tuğla duvarla deniz tarafı blok radye kirişi arasında da 4 - 6 cm'lik bir aralık mevcut olduğu saptanmıştır. Orta blok denize dik doğrultulu kirişin üstündeki konsol donatıları açığa çıkarılmış, temizlenmiş, paslanan noktalar kısmen giderilmiş, beton yüzeyi dikkatli bir şekilde düşeye yakın açılmıştır. Ön blok radye kirişi ile açılan donatılar arasında kalan zayıf harçlı tuğla duvar 55.0 cm kadar bir derinlikte yıkılmış, radye kiriş yüzeyi temizlenmiş ve kısmen pürüzlendirilmiştir. Radye kiriş yüzeyine, kirişe en az 35.0 cm giren ve orta blok kirişine doğru 120.0 cm kadar uzanan en az 8 adet epoksili Φ 18'lik ankraj ve orta blok kirişine kiriş donatısı dışında en az 9 adet epoksili ankraj konulmuştur. Bu donatılar ile mevcut kiriş donatıları Φ 14'lük etriyelerle sarılarak ve boğma tipi bağlanarak bir kiriş oluşturulmuş ve BS25 betonu ile orta blok iç çerçeve noktalarında tanımlanmıştır. Aynı bağlantıların en azından birinci kat kısmında da yapılmasına çalışılmıştır. Bu kısımda geçici de olsa sadece epoksili karşılıklı ankrajlarla bağlanma konusu tercih edilmiştir.

Okul binasında, Ek C14'de belirtilen noktalarda, taşıyıcı duvarlarda bazı nişlerin kapatılması öngörülmüştür.

Üst katlar duvarlarının çatı altında yeterince karşılıklı bağlanması sağlayacak ve orijinal tavan durumunu bozmayacak bir sağlamlaştırma ve güçlendirme şekli araştırılması düşünülmüştür.

BÖLÜM 5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

5.1. Değerlendirme

Tarihi yağma kargir yapıların güçlendirme çalışmasının çıkış noktasını, ülkeler ve milletler için anıtsal, tarihsel ve hatta psikolojik değeri olan kültürel miras türü yapıların geleceğe en doğru şekilde aktarım çabası oluşturmaktadır.

Burada hedeflenen, tez çalışması kapsamında elde edilen bilginin tez sahibinin kişisel eğitime olduğu kadar, disiplin eğitime de katkı olanaklarının araştırılmasıdır. Tez kapsamında yer alan güçlendirme yöntemlerinin, tarihi yapının bünyesine, sahip olduğu değerlerine, esneklik, estetik kriterlerine mümkün olduğunca zarar vermaksızın uygulamaya olanakları araştırılmıştır.

Amaç, tez konusu ile ilgili bilgilenmek isteyen araştırmacılara doğru bilgiye ulaşabileceği bir ortam sağlayabilmektir.

Bu hedefler doğrultusunda ele alınan tarihi yağma kargir 3 yapının güvenlik düzeyleri belirlenmiş ve güçlendirme yöntemleri irdelenmiştir.

5.2. Tartışma

İncelenen tarihi üç yağma kargir yapının güvenlik düzeyi irdendiğinde elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- İncelenen İzmit Abdülaziz Av Köşkü'nde, hesaplanan gerilme değerlerinin izin verilen sınır gerilme değerlerinin üzerinde olduğu bulunmuştur. Mevcut ahşap kirişli döşeme sisteminin diyafram etkisi gösteremediği tespit edilmiştir. Ahşap döşeme kirişlerinde çürüme, mantarlaşma vb. yapısal hasarlar gözlenmiştir. Özellikle köşe bölünlerde düşeyden ayrılma ve

pencere üstlerinde her türlü çatlak oluşumu gözlenmiştir. Köşelerde bulunan parapet parçaları da düşme eğilimi göstermekte olup oldukça tehlikeli durumdadır. Zamanla kaplama altındaki duvar yüzeylerinde bakımsızlıktan kaynaklanan bitkiler ortaya çıktığı gözlenmiştir. Hesaplanan kayma gerilmeleri, max. basınç gerilmeleri yapı için izin verilen emniyet gerilmelerini aştığı hesaplanmıştır.

- Düzce 1 Numaralı Merkez Sağlık Ocağı Binası'nın mevcut durumu incelenmiş ve her iki doğrultuda hesaplanan kayma gerilmeleri, min. izin verilen sınır gerilmeleri değerini geçmediği hesaplanmıştır. Ancak mevcut deprem hasarlı binanın gelecekte olası depremlere karşı güçlendirilmesine karar verilmiştir.
- Kabataş Erkek Lisesi Okul ve Yatakhane Binaları'nda, bölgede zeminin sıvılaşma riskinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Kargir temellerin sığ ve yer yer niteliklerini büyük ölçüde yitirdikleri tespit edilmiştir. Zemin suyunun yarattığı kapilarite ve çatlaklar kanalı ile inen suyun da etkisi ile yüksek basınç etkisindeki duvarlarda tuğlaların ayrışmaya uğradıkları tespit edilmiştir. 1. kat ve 2. kat döşemelerinin betonarmeye çevrilmesi sırasında yatay yönde yeterli bir bağlantı sağlanmadığı belirlenmiştir. Devrin yapı m karakteri olarak kireç harç kalınlığı fazla olup, yeterli mukavemete sahip bulunmuştur. Tuğlalar yeterince pişirilmediğinden, basınç ve su etkisiyle yer yer yarı plastikleşmiş durumdadır. Ayrıca ana taşıyıcı duvar içerisine konulan düşeyde kılıçlama olarak nitelendirilen, yatayda ise iç gergi halinde duvara bütünlük kazandıran dövmeye denir aksam 4. dereceden korozyona uğramıştır.

İncelenen yapıların güvenlik düzeyleri irdelenerek tespit edilen değerlendirme neticesinde şu sonuçlara ulaşılmıştır:

- İzmit Av Köşkü'nde tüm ahşap kirişlerin yenileriyle değiştirilmesi, kesitleri yetersiz olanlar varsa bunların aralığının sıklaştırılması ya da tercihen kesit boyutları arttırılması öngörülmüştür. Çatı döşemesinde diyafram etkisini sağlamak amacıyla döşeme kotunda tüm duvarlar üzerinde genişliği duvar genişliğinde, yeterince donatılmış betonarme hatıllar düzenlenmesi, olana

varsa binanın çatı kotunda hatıllarla oluşturulan her bir dikdörtgen planlı gözde, çelik çubuk/ profiller ya da elyaf bantlar yardımıyla yatayda Xşekilli bağlantıların düzenlenmesi, bu profillerin hatıllara gereğince ankre edilmesi öngörülmüştür. Ön cephe köşe bölgelerinde ve yan duvarların bu köşelere yakın bölgelerinde oluşan hasarlara, binanın tarihsel değere sahip olduğundan herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır.

- Düzce 1 Numaralı Merkez Sağlık Ocağı Binası'nda yetersiz temel ve temel derinliğine bağlı mahsurların ortadan kaldırılması amacıyla, mevcut temellerinin altına inen ve binanın köşelerine gelen betonarme kuşaklama perdeler öngörülmüştür. Dış duvarlarda tek taraflı Q21 hasır çelik ile 5 cm kalınlığında püskürtme beton uygulanması öngörülmüştür. Planda düzensizlik yaratan x doğrultusunda 21.85 m uzunluğundaki koridora iki adet 2.00 m uzunluğunda 0.20 m kalınlığında çimento harçlı TS 705'e uygun duvar yapılması, depremden dolayı hasar gören kalkan duvarının değiştirilmesi öngörülmüştür.
- Kabataş Erkek Lisesi Okul ve Yatakhane Binaları'nda, zemin seviyesinde jetgrout ve çimento enjeksiyonu yapılarak zemin ıslahı yapılması öngörülmüştür. Mevcut temellerin kısmen altına girecek şekilde yapıları çevreleyen bir betonarme kuşak perdesi, taşıyıcı duvarların iç kuşaklarına oturan ve bu duvarlara epoksili ankrajlarla bağlanan bir betonarme döşeme ile taşıyıcı duvarların bağlanması, bütün katlarda taşıyıcı duvarlarda bir veya iki taraflı hasır çelik donatı, duvarlara epoksili ankrajlarla bağlanıp püskürtme betonlu bir takviye yapılması öngörülmüştür. Ayrıca üst katların duvarlarının çatı altında yeterince karşılıklı bağlanması sağlayacak ve orijinal tavanının durumunu bozmayacak bir güçlendirme şekli araştırılması düşünülmüştür.

5.3. Sonuçlar

Tarihi yapıların kargir bir yapının mevcut güvenlik düzeyi belirlenirken,

- Yapının üzerinde bulunduğu zemin koşulları, yapı yerinde ve zemin numuneleri üzerinde laboratuvarda yapılacak araştırmalarla belirlenmeli,

temel sistemi irdelenmelidir. Üst yapıda yer alan strüktürel formların ve malzemenin mevcut durumu belirlenmelidir.

- Yapı güvenlik düzeyinin yeterli olup olmadığı, mevcut yönetmelikte (ABYYHY98) belirtilen hesaplamalar ve yöntemler kullanılarak kontrol edilmelidir.

Tarihi yağma kargir bir yapıyı güçlendirirken,

- Yapının mevcut durumunu tehlikeye düşürmeyecek bir güçlendirme yöntemi düşünülmelidir, bununla birlikte uygulanması zorunlu fakat yapı içi tehlikeli olabilecek uygulamalarda mevcut durumu tehlikeye sokmak için geçici önlemler düşünülmelidir.
- Yapının üzerinde bulunduğu zemin koşulları iyileştirilmeli; temel zemininin ıslahı yapılmalıdır. Üst yapıyı oluşturan temel sistemi, kat döşemeleri, iç dış duvarlar, çatı ve çatı katı tek tek yeterli güvenlik düzeyine ulaşacak şekilde güçlendirilmelidir.

Yapılan araştırmalar neticesinde ulaşılan sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

Tarihi yağma kargir yapılarda mevcut durum yerinde incelemelerle ve laboratuvar da yapılan araştırmalar neticesinde tespit edilir.

Tarihi yağma kargir yapılarda mevcut güvenlik düzeyi, yapının üzerinde bulunduğu zeminin durumuna bağlı olduğu kadar doğrudan yapıda kullanılan malzemenin durumuna da bağlıdır:

- Harç kalınlığı ince olan yapılar daha az hasar görmüşlerdir.
- Tuğla malzemeni ni yi pişiril mesi zamanla meydana gelebilecek aşınmaları ve çatlamaları engeller.

Yapılan tespitler neticesinde uygulanması düşünülen güçlendirme yöntemlerinin aralarından optimum bir çözüm yöntemi, bu konu ile ilgili Türk Standartları ve (ABYYHY98) esasları ile binanın kullanım fonksiyonu göz önüne alınarak belirlenir.

Çoğu uygulamada karşılaşılmısa da, tarihsel değeri olan yapılarda, mevcut değerleri bozmadan, mümkün olduğunca az ve geriye dönüşü olan müdahaleler yapılması uygun ve kabul edilebilir olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, 1998. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü
- Akman, M.S.**, 2000. Yapı Hasarları ve Onarımlıkları, TMMOB İnşaat müh. Odası İstanbul Şubesi Yayını, İstanbul.
- Aksoy, İ. H.**, 1982. İstanbul'daki Tarihi Yapılarda Uygulanan Temel Sistemleri, *Doktora Tezi*, İ. T. Ü İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Altay, M.A.**, 1987. Yığma ve Karkas Yapıların Karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, İ. T. Ü İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Anderson, C.**, 1985. Tests on Walls Subjected to Uniform Lateral Loading and Edge Loading, *Proceedings of Seventh International Brick Masonry Conference*, Melbourne, Australia, February 1985.
- Bayülke, N.**, 1980. Yığma Yapılar, *İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı*, Ankara.
- Bayülke, N.**, 1978. Tuğla Yığma Yapıların Depremdeki Davranışları, *Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni*, No: 22, 26-42.
- Bayülke, N.**, 2002. Yapıların Deprem Titreşimlerinden Yalıtımı, Sistem Ofset Yayınları, İstanbul.
- Binan, M.**, 1990. Ahşap Çatılar, Doğan Ofset, İstanbul.
- Çamlibel, A.N.**, 2000. Temellerin Takviyesi, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Çamlibel, A.N.**, 2000. Yapıların Taşıma Gücünün İyileştirilmesi, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Gılı, Feridun.**, 1978. Yığma Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı, *Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni*, No: 22, 7-25.
- Henas, A., Vasiliadis, L.**, 2002. Retrofit of a Stone Masonry Building Damaged During the Athens Earthquake of 7 September 1999, *12th European Conference on Earthquake Engineering*, U.K., September 9-13.
- Ergun, U.**, 1994. Temel Takviyesi ve Eski Eserlerin Korunması, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Üçüncü Ulusal Kongresi*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 519-524.
- Fırat, A.T.**, 2001. Jet- Grouting Yöntemiyle Temel Takviyesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ. T. Ü İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Gavrilovic, P., Ignatiev, N., Krenezis, P., Laszlo, N., Nedi, P., and Öznen, G.**, 1983. Repair and Strengthening of Reinforced Concrete, Stone and Brick – Masonry Buildings, *Building Construction Under Seismic Conditions in the Balkan Region*, Vienna.

- Gürel, M A,** 2001. Kargir Dolgu Duvarların Düzlenmelerine Dk Deprem Etkileri Altında Davranışları, *Doktora Tezi*, İ. T. Ü İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Gürkan, P. ve Sucuoğlu, H,** 1988. Kırsal Yapılarda Deprem Hasarlarının Tayini, Deprem Araştırma Bülteni, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi*, Sayı: 62.
- İnan, M,** 1996. Gsi nlerin Mikave meti, İ. T. Ü Vakfı Yayınları, No: 25, İstanbul.
- İnceci k, M,** 1987. M ni Kazık Uygulamaları, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği İkinci Uusal Kongresi*, Boğaziçi Üniversitesi Mıbaası, Bebek, İstanbul, 339-406.
- İnceci k, M,** 1999. Zemin Stabilizasyonu ve Zemin Yapıları Ders Notları, İ. T. Ü İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Kauschinger, J. L., Perry, E B, Hankour, R,** 1992. Jetgrouting: State of the Practice, Proceeding of the Conference of Grouting, Soil Improvement and Geosynetics, New Orleans, Louisiana, 25-28 February, Vol: 1, pp. 169-181, ASCE, New York.
- Kane matsu, H,** 1980. " High Pressure Jet Grouting Method " Doboku Skoh, (Civil Construction), Vol: 21, No: 13 Nove mber.
- Kögler, E, Schedi g, A,** 1960. Temel Zemin ve Yapı, İ. T. Ü Mıbaası, İstanbul.
- Kuban, D,** 1998. Mimarlık Kavramları, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- La Mendola, L and Papi a, M,** 1993. Stability of Masonry Piers Under Their Own Weight and Eccentric Load, J. Struct. Engrg, ASCE, 119(6).
- Mani u, H, Damian, A, Fulea, D, Gosa, O, Dico, C, and Filip M,** 2002. Retrofitting of a Stone Masonry Building For a New Designation, *12th European Conference on Earthquake Engineering*, U K, September 9-13.
- Mc Navy, WS and Abrams, D P,** 1985. Mechanics of Masonry in Compression, J. Struct. Engrg, ASCE, 111(4).
- Mc Afee, P,** 1998. Stone Buildings, The O'Brien Press Ltd, Dublin.
- Melegari, C and Garassino, A L,** 1997. Seminar on Jet Grouting C- Premier Pte. Ltd, Singapore.
- Mut, M T,** 1987. " Jet Grouting Metodu ile Zemin Islahı ", *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği İkinci Uusal Kongresi*, Boğaziçi Üniversitesi Mıbaası, Bebek, İstanbul, 437- 443.
- Na nı, M,** 2001. Tarihi Yapıların Temel Sistemleri ve Temel Takviyesi Yöntemleri, *Yüksek Lisans Tezi*, İ. T. Ü İnşaat Fakültesi, İstanbul.

- Okuyay, S.**, 1987. Yüksek Basıncılı Enjeksiyon, Rapor, BAUER Spezialtiefbau GmbH İstanbul.
- Orton, A.**, 1992. Structural Design of Masonry, Longman Group UK Ltd, London.
- Özudoğru, K., Tan, O ve Aksoy, İ. H.**, 1998. Zemin Mekaniği, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Paulay, T. and Priestley, M.J. N.**, 1992, Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, John Wiley and Sons, New York ,
- Penelis, G., Venkov, V., Zambas, C., Gsak, 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.
- Sahin, S.**, 1971. Structural Masonry, Pritice-Hall, Inc., New Jersey.
- Sofronie, R A.**, 2002. Repair and Retrofitting Masonry Buildings, 12th European Conference on Earthquake Engineering, UK, September 9-13.
- Tan, O.**, 1998. Temel Takviyesi Uygulaması, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği VII. Ulusal Kongresi*, Y.T.Ü, İstanbul, cilt I.
- Toğrol, E.**, 1994. Temel Takviyesi Yöntemlerine yeni bir bakış, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği V. Ulusal Kongresi*, ODTÜ Ankara, cilt III, 887-917.
- Toğrol, E., Özkan M.T., Ören, E., Özbatur, M.**, 1996. Fethi Ahmet Paşa Yalısı Temel Takviyesi, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Altıncı Ulusal Kongresi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Matbaası, İzmir, 426-431.
- Toğrol, E., Yorulmaz, M.**, 1976. Küçükso Kasrında Meydana Gelen Çatlaklar ve Deformasyonlar, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- To mazevic, M.**, 1999. Earthquake Resistant Design of Masonry Buildings, Imperial College Press, London.
- TS-498** 1977. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yükler, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS-2510** 1977. Kargir Duvarlar Hesap ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Vasfioglu, C L.**, 2001. Hasarlı Binalarda Düşey Deprem Etkisi ve Bir Güçlendirme Örneği, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- www.geocities.com/ncyapi/zemin2.htm** Zemin Sıvılaşması.
- www.ibb.gov.tr/168/depremedbirleri/g_yontemleri.htm** Güçlendirme Yöntemleri

www.newtechnologies.org/ETC/civil/cfrp.htm Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)

www.restorasyon.org/restorasyon_genel/restorasyon_teknikleri.htm Restorasyon Teknikleri

www.restorasyon.org/restorasyon_genel/yapılarda_bozulma_nedenleri.htm Yapılarda Bozulma Nedenleri

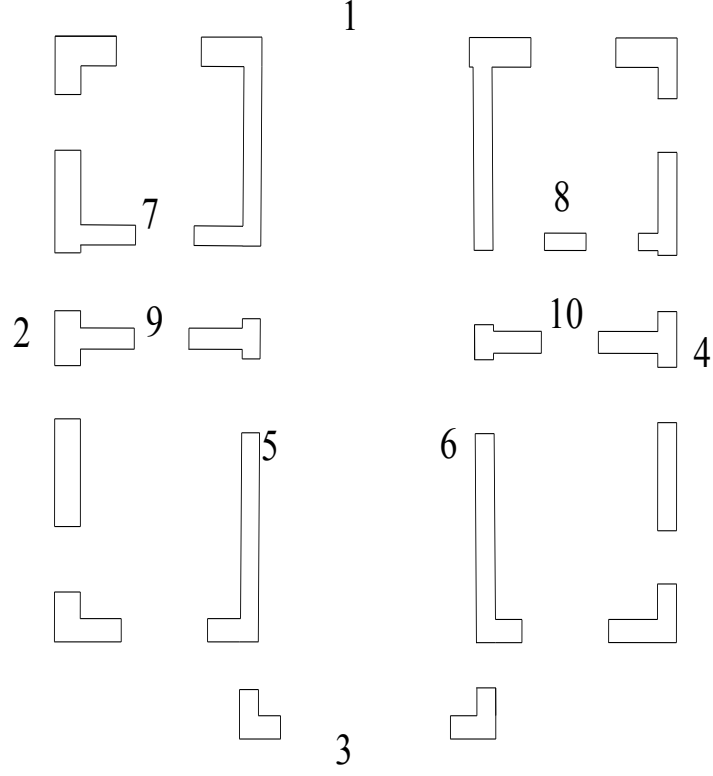
www.ydk.bayindirlik.gov.tr/zenin_temel_etud_raporu.htm Zenin ve Temel Etüdü Raporunun Hazırlanması İlişkin Esaslar

Yalçın, A, 1991. Sondaj Uygulamaları ve Yöntemleri, İ.T.Ü. Matbaası, İstanbul.

Yorulmaz, M, Dabiya, F., Dabiya, E, Dulacska, E, and Vintzeleou, E, 1984. Design and Construction of Stone and Brick – Masonry Buildings, *Building Construction under Seismic Conditions in the Balkan Region*, Vienna.

EK A1

İZMİT SULTAN ABDÜLAZİZ AV KÖŞKÜ HESAPLARI



Zemin / 1. Kat Planı

DUVAR RİJİTLİKLERİ HESABI

KUZEY

1a	1	1b	
1		1	165
2		2	400
3		3	
1		1	110
2		2	320
3		3	
178	247	179	601
176	247	178	

Ze m i n Kat (1a)

el em an no	mesnet tip i	kesit tip i	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m4)	al an(m2)	Exdelt a/ V
1	2	1	6,04	0,7	0,7	1,1	12,85368	4,228	0,7891400
2	2	1	1,78	0,7	0,7	3,2	0,328986	1,246	16,004918
3	2	1	1,79	0,7	0,7	3,2	0,334561	1,253	15,823540

Denkle m Takı m

$$\begin{matrix} 16 & -15,82 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

$$\begin{aligned} V_i / V &= E \cdot d / V \\ 1 &= 0,78914 \quad \text{delta(topl a m)} = 8,74566598 * V / E \\ 0,4971716 &= 7,957191 \quad k = 0,11434235 * E \\ 0,5028284 &= 7,956526 \end{aligned}$$

Ze m i n Kat (1b)

el em an no	mesnet tip i	kesit tip i	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m4)	al an(m2)	Exdelt a/ V
1	2	1	6,01	0,7	0,7	1,1	12,66311	4,207	0,793165
2	2	1	1,76	0,7	0,7	3,2	0,31802	1,232	16,37866
3	2	1	1,78	0,7	0,7	3,2	0,328986	1,246	16,00491

Denkle m Takı m

$$\begin{matrix} 16,37 & -16 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

$$\begin{aligned} V_i / V &= E \cdot d / V \\ 1 &= 0,793166 \quad \text{delta(topl a m)} = 8,88709606 * V / E \\ 0,4942848 &= 8,095725 \quad k = 0,1125227 * E \\ 0,5057152 &= 8,09393 \end{aligned}$$

1. Kat (1a)

el em an no	mesnet tip i	kesit tip i	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m4)	al an(m2)	Exdelt a/ V
1	2	1	6,04	0,7	0,7	1,65	12,85368	4,228	1,199889
2	2	1	1,78	0,7	0,7	4	0,328986	1,246	25,84227
3	2	1	1,79	0,7	0,7	4	0,334561	1,253	25,51828

Denkle m Takı m

$$\begin{matrix} 25,84 & -25,52 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

$$\begin{aligned} V_i / V &= E \cdot d / V \\ 1 &= 1,19989 \quad \text{delta(topl a m)} = 14,0385272 * V / E \\ 0,4968847 &= 12,84063 \quad k = 0,07123254 * E \\ 0,5031153 &= 12,83864 \end{aligned}$$

1. Kat (1b)

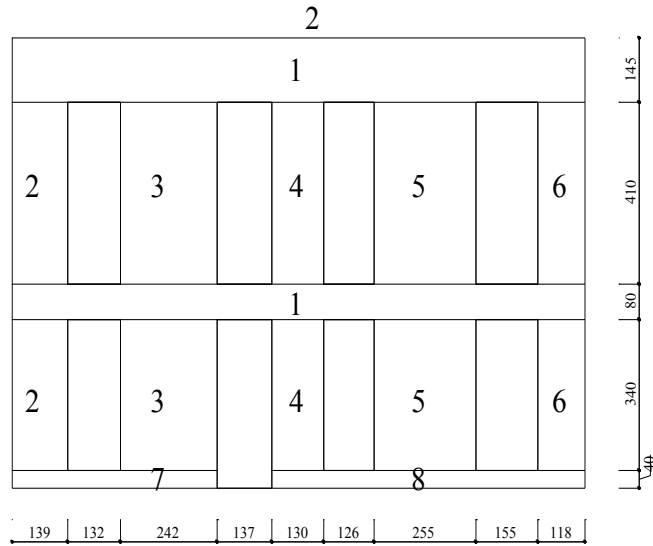
eleman no	mesnet tipi	kesit tipi	L (m)	t (m)	beff (m)	h (m)	I (m4)	alan (m2)	Exdelta/ V
1	2	1	6,01	0,7	0,7	1,65	12,66311	4,207	1,206172
2	2	1	1,76	0,7	0,7	4	0,31802	1,232	26,51067
3	2	1	1,78	0,7	0,7	4	0,328986	1,246	25,84227

Denkle m Takı m

$$\begin{matrix} 26,51 & -25,84 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} V_i / V & E \cdot d / V \\ 1 & 1,206172 \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{delta}(\text{topl a m}) = 14,2926785 * V / E \\ 0,4936008 \text{ } 13,08569 & k = 0,06996589 * E \\ 0,5063992 \text{ } 13,08651 \end{matrix}$$

BATI



Ze m i n kat

duvar is m i 2
parça sayısı 8

eleman no	mesnet tipi	kesit tipi	L (m)	t (m)	beff (m)	h (m)	I (m4)	alan (m2)	Exdelta/ V
1	2	1	14,34	0,75	0,75	0,8	184,3009	10,755	0,22338353
2	2	1	1,39	0,75	0,75	3,4	0,167851	1,0425	29,2974891
3	2	1	2,42	0,75	0,75	3,4	0,885781	1,815	9,31751527
4	2	1	1,3	0,75	0,75	3,4	0,137313	0,975	34,3146715
5	2	1	2,55	0,75	0,75	3,4	1,036336	1,9125	8,49382716
6	2	1	1,18	0,75	0,75	3,4	0,10269	0,885	43,4209275
7	2	1	5,13	0,75	0,75	0,4	8,437856	3,8475	0,31252291
8	2	1	7,84	0,75	0,75	0,4	30,11814	5,88	0,20425871

Denkle m Takı m

29,297489	-9,3175153	0	0	0	0	0	0
0	0	34,31467152	-8,4938272	0	0	0	0
0	0		8,4938272	-43,420927	0	0	0
0	-9,3175153	34,314672	0	0	-0,312523	0,2042587	0
1	1	0	0	0	-1	0	0
0	0	1	1	1	0	-1	0
0	0	0	0	0	1	1	1

V_i / V $E \cdot d / V$
 1 0,22338 $\text{delta}(\text{topl a m}) = 3,56033 \cdot V E$
 0,1090767 3,19567 $k = 0,28087 \cdot E$
 0,342975 3,19567
 0,0939839 3,22503
 0,3796908 3,22503
 0,0742736 3,22503
 0,4520517 0,14128
 0,5479483 0,11192

1 kat

duvar is mi 2
 parça sayısı 6

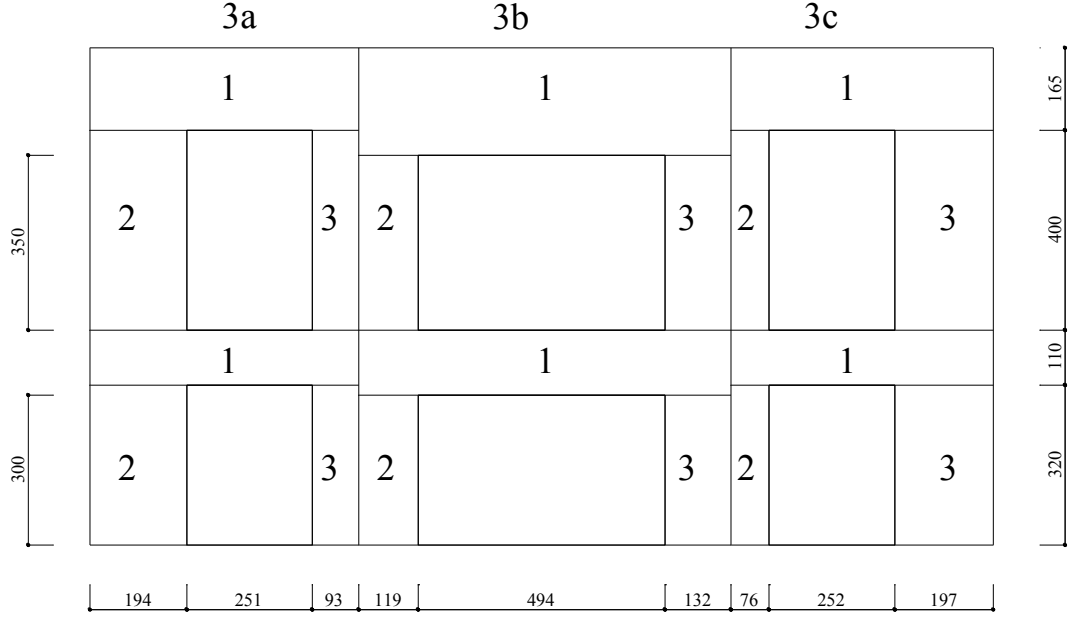
el eman no	mesnet ti p	kesit ti p	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m4)	al an(m2)	Exdelta/ V
1	2	1	14,34	0,75	0,75	1,45	184,3009	10,755	0,4058415
2	2	1	1,39	0,75	0,75	4,1	0,167851	1,0425	46,0158744
3	2	1	2,42	0,75	0,75	4,1	0,885781	1,815	13,2608775
4	2	1	1,3	0,75	0,75	4,1	0,137313	0,975	54,4427249
5	2	1	2,55	0,75	0,75	4,1	1,036336	1,9125	11,9734139
6	2	1	1,18	0,75	0,75	4,1	0,10269	0,885	69,8282363

Denkle m Takı m

46,01874	-13,260877	0	0	0	0
0	13,260877	-54,442725	0	0	0
0	0	54,442725	-11,973414	0	0
0	0	0	11,973414	-69,828236	0
1	1	1	1	1	1

V_i / V $E \cdot d / V$
 1 0,4058415 $\text{delta}(\text{topl a m}) = 5,09304 \cdot V E$
 0,10185405 4,686903 $k = 0,19635 \cdot E$
 0,3534604 4,687195
 0,08609405 4,6871949
 0,39146687 4,6871948
 0,06712464 4,6871949

GÜNEY



zemin kat

duvar ismi 3a
parça sayısı 3

el eman no	mesnet tipi	kesit tipi	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m4)	alan(m2)	Exdelta V
1	2	1	5,38	0,55	0,55	1,1	7,137207	2,959	1,1307822
2	2	1	1,94	0,55	0,55	3,2	0,334647	1,067	17,157036
3	2	1	0,93	0,55	0,55	3,2	0,036866	0,5115	92,837655

Denkle m Takı m

17,15 -92,83 0
1 1 1

$V_i/V = E \cdot d/V$
1 1,130782 delta(toplam) = 15,6076489 * V/E
0,844062 14,48161 k = 0,06407115 * E
0,155937 14,47687

1. kat

duvar ismi 3a
parça sayısı 3

el eman no	mesnet tipi	kesit tipi	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m4)	alan(m2)	Exdelta V
1	2	1	5,38	0,55	0,55	1,65	7,137207	2,959	1,725312
2	2	1	1,94	0,55	0,55	4	0,334647	1,067	27,18368
3	2	1	0,93	0,55	0,55	4	0,036866	0,5115	168,1270

Denkle m Takı m

$$\begin{array}{ccc} 27,18 & -168,12 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} V/V \quad E*d/V \\ 1 \quad 1,725312 \quad \text{delta}(\text{topl a n}) = 25,123641 \quad *V/E \\ 0,8608295 \quad 23,40052 \quad k = 0,03980315 \quad *E \\ 0,1391705 \quad 23,39833 \end{array}$$

ze n n kat

duvar is m 3b
parça sayı s 3

el eman no	mesnet ti p	kesit ti p	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	I(m4)	al an(m2)	Exdelta/ V
1	2	1	7,45	0,55	0,55	1,3	18,95179	4,0975	0,96146035
2	2	1	1,19	0,55	0,55	3	0,077236	0,6545	42,8822767
3	2	1	1,32	0,55	0,55	3	0,105415	0,726	33,7408647

Denkle m Takı m

$$\begin{array}{ccc} 42,88 & -33,74 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} V/V \quad E*d/V \\ 1 \quad 0,96146 \quad \text{delta}(\text{topl a n}) = 19,8443666 \quad *V/E \\ 0,440355 \quad 18,88342 \quad k = 0,05039213 \quad *E \\ 0,559645 \quad 18,88291 \end{array}$$

1. kat

duvar is m 3b
parça sayı s 3

el eman no	mesnet ti p	kesit ti p	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	I(m4)	al an(m2)	Exdelta/ V
1	2	1	7,45	0,55	0,55	1,85	18,95179	4,0975	1,38232537
2	2	1	1,19	0,55	0,55	3,8	0,077236	0,6545	76,6213536
3	2	1	1,32	0,55	0,55	3,8	0,105415	0,726	59,080158

Denkle m Takı m

$$\begin{array}{ccc} 76,62 & -59,08 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} V/V \quad E*d/V \\ 1 \quad 1,382325 \quad \text{delta}(\text{topl a n}) = 34,7406283 \quad *V/E \\ 0,4353721 \quad 33,3588 \quad k = 0,02878474 \quad *E \\ 0,5646279 \quad 33,3583 \end{array}$$

ze m i n kat

duvar is m i 3c

parça sayısı 3

el e man no	mesnet ti p i	kesit ti p i	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	I(m4)	al an(m2)	Exdelta V
1	2	1	5,25	0,55	0,55	1,1	6,632227	2,8875	1,1595810
2	2	1	0,76	0,55	0,55	3,2	0,02012	0,418	158,68732
3	2	1	1,97	0,55	0,55	3,2	0,350413	1,0835	16,6528863

Denkle m Takı m

$$\begin{array}{ccc} 158,68 & -16,65 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$$

V_i / V $E * d / V$

$$\begin{array}{l} 1 \quad 1,159581 \quad \text{delta}(\text{topl a m}) = 16,2310463 * V / E \\ 0,0949638 \quad 15,06955 \quad k = 0,06161032 * E \\ 0,9050362 \quad 15,07147 \end{array}$$

1 kat

duvar is m i 3c

parça sayısı 3

el e man no	mesnet ti p i	kesit ti p i	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	I(m4)	al an(m2)	Exdelta V
1	2	1	5,25	0,55	0,55	1,65	6,632227	2,8875	1,7707288
2	2	1	0,76	0,55	0,55	4	0,02012	0,418	293,78785
3	2	1	1,97	0,55	0,55	4	0,350413	1,0835	26,295357

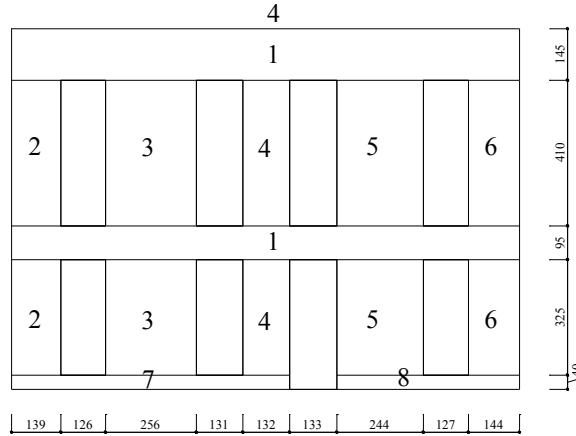
Denkle m Takı m

$$\begin{array}{ccc} 293,78 & -29,29 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$$

V_i / V $E * d / V$

$$\begin{array}{l} 1 \quad 1,770729 \quad \text{delta}(\text{topl a m}) = 25,6821109 * V / E \\ 0,0906615 \quad 26,63524 \quad k = 0,03893761 * E \\ 0,9093385 \quad 23,91138 \end{array}$$

DOĞU



zemin kat

duvar ismi 4
parça sayısı 8

el emen no	mesnet tipi	kesit tipi	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m4)	alan(m2)	Exdelt d V
1	2	1	14,32	0,55	0,55	0,95	134,5893	7,876	0,36238967
2	2	1	1,39	0,55	0,55	3,25	0,123091	0,7645	35,9938012
3	2	1	2,56	0,55	0,55	3,25	0,768956	1,408	10,6449263
4	2	1	1,32	0,55	0,55	3,25	0,105415	0,726	40,5669873
5	2	1	2,44	0,55	0,55	3,25	0,665811	1,342	11,5618064
6	2	1	1,44	0,55	0,55	3,25	0,136858	0,792	33,2131872
7	2	1	7,84	0,55	0,55	0,4	22,08664	4,312	0,27853461
8	2	1	5,15	0,55	0,55	0,4	6,260415	2,8325	0,42450593

Denkle m Takı m

35,99380119	-10,6449263	0	0	0	0	0	0	0
0	10,6449263	-40,566987	0	0	0	0	0	0
0	0	0	11,561806	-33,213187	0	0	0	0
0	0	-40,566987	11,561806	0	-0,278535	0,4245059	0	0
1	1	1	0	0	-1	0	0	0
0	0	0	1	1	0	-1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1

V/ V	E* d/ V	delta(top an)=	*V E
1	0,36239	4,33472	*V E
0,1060382	3,81672	k=	0,2307 *E
0,3585481	3,81672		
0,0940843	3,81672		
0,3273693	3,78498		
0,1139602	3,78498		
0,5586706	0,15561		
0,4413294	0,18735		

1 kat

duvar ismi 4
parça sayısı 6

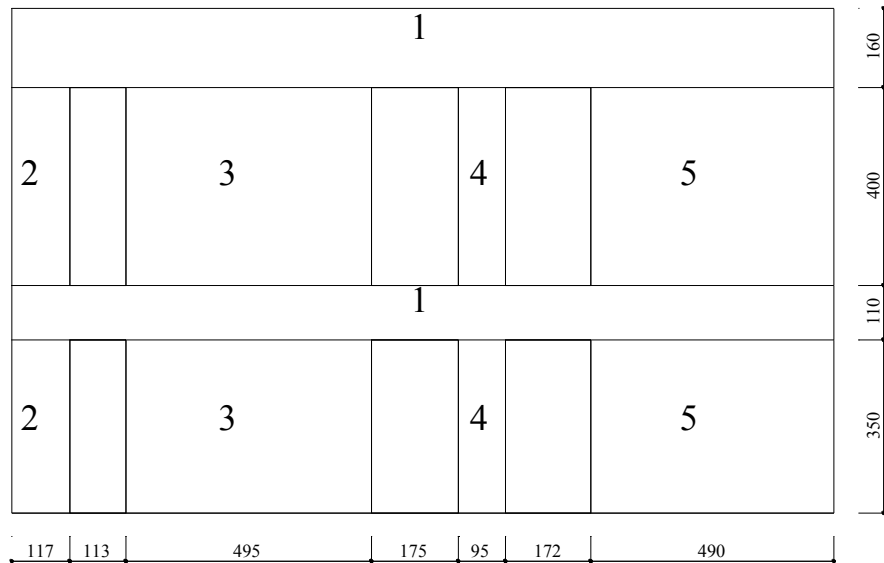
el eman no	mesnet tipi	kesit tipi	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m4)	alan(m2)	Exddet d' V
1	2	1	14,32	0,55	0,55	1,45	134,5893	7,876	0,55419843
2	2	1	1,39	0,55	0,55	4,1	0,123091	0,7645	62,7489197
3	2	1	2,56	0,55	0,55	4,1	0,768956	1,408	16,2049077
4	2	1	1,32	0,55	0,55	4,1	0,105415	0,726	71,4259107
5	2	1	2,44	0,55	0,55	4,1	0,665811	1,342	17,7916223
6	2	1	1,44	0,55	0,55	4,1	0,136858	0,792	57,4966729

Denkle m Takı m

62,74892	-16,204908	0	0	0	0
0	16,204908	-71,425911	0	0	0
0	0	71,425911	-17,791622	0	0
0	0	0	17,791622	-57,496673	0
1	1	1	1	1	1

M/ V	E* d' V
1	0,5541984 det a(top an) =6,60581 *V E
0,09644165	6,0516096 k=0,15138 *E
0,37344301	6,0516096
0,08472569	6,0516096
0,34013817	6,0516098
0,10525148	6,0516097

5



ze n n kat

duvar is m 5

parça sayısı 5

el eman no	mesnet ti p	kesit ti p	L(n)	t(n)	beff(n)	h(n)	l(m4)	al an(m2)	Exdeta' V
1	2	1	16, 57	0, 52	0, 52	1, 1	197, 1468	8, 6164	0, 38355319
2	2	1	1, 17	0, 52	0, 52	3, 5	0, 069403	0, 6084	68, 7389357
3	2	1	4, 95	0, 52	0, 52	3, 5	5, 255786	2, 574	4, 75906039
4	2	1	0, 95	0, 52	0, 52	3, 5	0, 037153	0, 494	117, 422926
5	2	1	4, 9	0, 52	0, 52	3, 5	5, 098123	2, 548	4, 8217089

Denkle m Takı m

68, 738936	-4, 7590604	0	0	0
0	4, 7590604	-117, 42293	0	0
0	0	117, 42293	-4, 8217089	0
1	1	1	1	1

V/ V	E* d/ V	
1	0, 38355319	deta'(top an) = 2, 6532634 * V E
0, 03301928	2, 2697102	k = 0, 3768944 * E
0, 476924018	2, 2697102	
0, 019329361	2, 26971012	
0, 470727341	2, 26971021	

1 kat

duvar is m 5

parça sayısı 5

el eman no	mesnet ti p	kesit ti p	L(n)	t(n)	beff(n)	h(n)	l(m4)	al an(m2)	Exdeta' V
1	2	1	16, 57	0, 52	0, 52	1, 6	197, 1468	8, 6164	0, 55880857
2	2	1	1, 17	0, 52	0, 52	4	0, 069403	0, 6084	96, 5694728
3	2	1	4, 95	0, 52	0, 52	4	5, 255786	2, 574	5, 67675927
4	2	1	0, 95	0, 52	0, 52	4	0, 037153	0, 494	167, 842363
5	2	1	4, 9	0, 52	0, 52	4	5, 098123	2, 548	5, 75571272

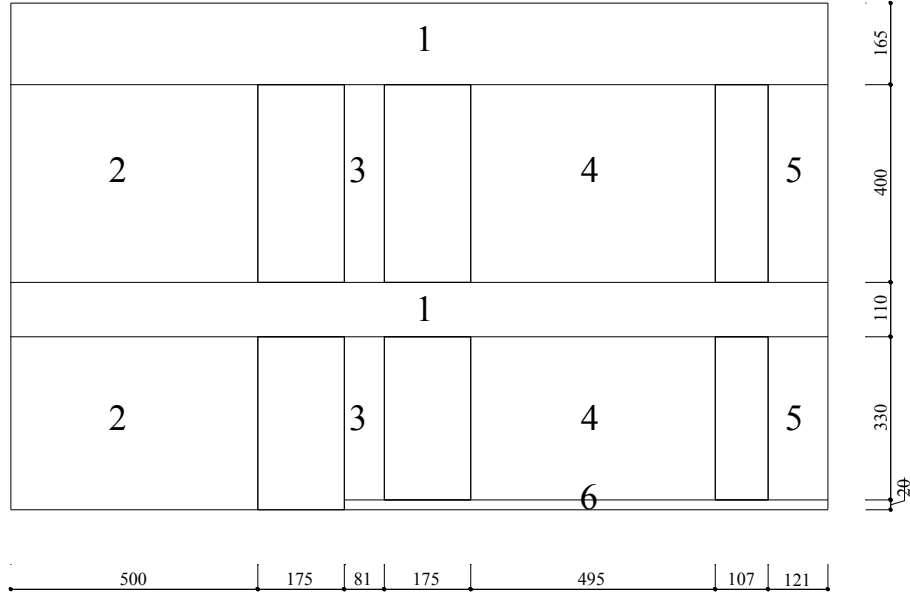
Denkle m Takı m

96, 569473	-5, 6767593	0	0	0
0	5, 6767593	-167, 84236	0	0
0	0	167, 84236	-5, 7557127	0
1	1	1	1	1

V/ V	E* d/ V	
1	0, 55880857	deta'(top an) = 3, 2894786 * V E
0, 028276742	2, 73067004	k = 0, 3039995 * E
0, 481026216	2, 73067003	

0,016269254 2,7306701
0,474427788 2,73067006

6



ze n n kat

duvar is m 6
parça sayısı 6

el eman no	mesnet ti p	kesit ti p	L(n)	t(n)	beff(n)	h(n)	l(m4)	al an(m2)	Exdeta d V
1	2	1	16,54	0,52	0,52	1,1	196,0779	8,6008	0,38425092
2	2	1	5	0,52	0,52	3,5	5,416667	2,6	4,69807692
3	2	1	0,81	0,52	0,52	3,3	0,023029	0,4212	153,546207
4	2	1	4,95	0,52	0,52	3,3	5,255786	2,574	4,41595442
5	2	1	1,25	0,52	0,52	3,3	0,084635	0,65	50,6148923
6	2	1	9,79	0,52	0,52	3,5	40,66026	5,0908	2,15041664

Denkle m Takı m

4,6980769	-153,54621	0	0	-2,1504166	0
0	153,54624	-4,4159544	0	0	0
0	0	4,4159544	-50,614892	0	0
0	1	1	1	-1	0
1	0	0	0	1	1

M/ V E* d/ V
1 0,3842509 delta(top an)= 3,03966 *V E
0,56521108 2,6554052 k= 0,32898 *E
0,01120463 1,7204278
0,38959374 1,7204282
0,03399055 1,7204282
0,43478892 0,9349773

1 kat

duvar ismi 6

parça sayısı 5

el eman no	mesnet tip	kesit tip	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m4)	alan(m2)	Exdelt d' V
1	2	1	16,54	0,52	0,52	1,65	196,0779	8,6008	0,57743702
2	2	1	5	0,52	0,52	4	5,416667	2,6	5,6
3	2	1	0,81	0,52	0,52	4	0,023029	0,4212	260,080973
4	2	1	4,95	0,52	0,52	4	5,255786	2,574	5,67675927
5	2	1	1,25	0,52	0,52	4	0,084635	0,65	81,4769231

Denkle m Takı m

5,6	-260,08097	0	0	0
0	260,08097	-5,6767593	0	0
0	0	5,6767593	-81,476923	0
1	1	1	1	1

M/ V	E* d/ V	
1	0,57743702	delt a(top an) = 3,2739695 * V E
0,481523649	2,69653244	k= 0,3054396 * E
0,01036805	2,69653247	
0,475012642	2,69653242	
0,033095659	2,69653244	

8



ze m n kat

duvar is m 8

parça sayısı 4

el eman no	mesnet ti p	kesit ti p	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m4)	al an(m2)	Exdelta V
1	2	1	5,93	0,41	0,41	0,9	7,124702	2,4313	1,11904368
2	2	1	0,55	0,41	0,41	3,7	0,005684	0,2255	791,786846
3	2	1	1,21	0,41	0,41	3,7	0,060528	0,4961	92,1118334
4	2	1	1,12	0,41	0,41	3,7	0,048002	0,4592	112,108583

Denkle m Takı m

791,78685	-92,11833	0	0
0	92,11833	-112,10858	0
1	1	1	1

M/ V	E* d/ V	
1	1,11904368	delta (top an) = 48,647614 * V E
0,060031	47,53192177	k= 0,020556 * E
0,515988	47,52856982	
0,423981	47,53192341	

1 kat

duvar is m 8

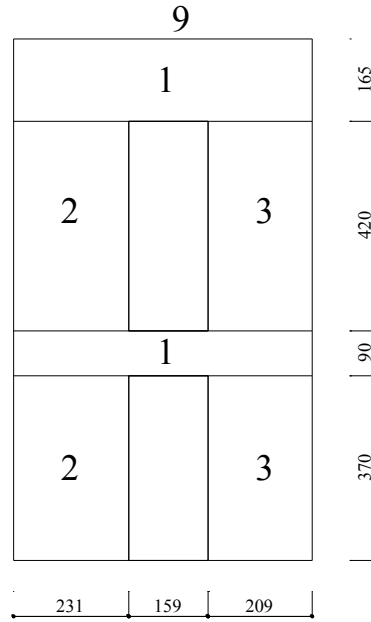
parça sayısı 4

el eman no	mesnet ti p	kesit ti p	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m4)	al an(m2)	Exdelta V
1	2	1	5,93	0,41	0,41	1,65	7,124702	2,4313	2,08848952
2	2	1	0,55	0,41	0,41	4,2	0,005684	0,2255	1141,99117
3	2	1	1,21	0,41	0,41	4,2	0,060528	0,4961	127,399921
4	2	1	1,12	0,41	0,41	4,2	0,048002	0,4592	156,059451

Denkle m Takı m

1141,9912	-127,39992	0	0
0	127,39992	-156,05945	0
1	1	1	1

M/ V	E* d/ V	
1	2,08848952	delta (top an) = 68,170217 * V E
0,057865	66,08172502	k= 0,0146692 * E
0,518695	66,0817275	
0,423439	66,08172742	



ze m n kat

duvar is m 9

parça sayısı 3

el e man no	mesnet ti p i	kesit ti p i	L(n)	t(n)	beff(n)	h(n)	l(m4)	al an(m2)	Exdelt a V
1	2	1	5,99	0,5	0,5	0,9	8,955075	2,995	0,90828637
2	2	1	2,31	0,5	0,5	3,7	0,5136	1,155	17,8290158
3	2	1	2,09	0,5	0,5	3,7	0,380389	1,045	21,7187725

Denkle m Takı m

$$17,829016 \quad -21,718773 \quad 0$$

$$1 \quad 1 \quad 1$$

$$M/V \quad E^* d/V$$

$$1 \quad 0,908286 \text{ delt a (top an)} = \quad 10,6995883 \quad * V E$$

$$0,5491779 \quad 9,791302 \quad k= \quad 0,09346154 \quad * E$$

$$0,4508221 \quad 9,791302$$

1 kat

duvar is m 9

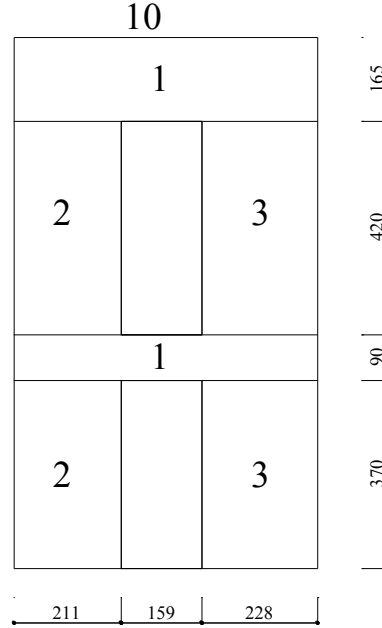
parça sayısı 3

el e man no	mesnet ti p i	kesit ti p i	L(n)	t(n)	beff(n)	h(n)	l(m4)	al an(m2)	Exdelt a V
1	2	1	5,99	0,5	0,5	1,65	8,955075	2,995	1,694557
2	2	1	2,31	0,5	0,5	4,2	0,5136	1,155	22,9301277
3	2	1	2,09	0,5	0,5	4,2	0,380389	1,045	28,288182

Denkle m Takı m

22,930128 -28,288182 0
1 1 1

W/ V E* d/ V
1 1,694557 delta(top an) = 14,3590052
0,552306 12,66445 k= 0,06964271
0,447694 12,66445



ze mī n kat

duvar is mī 10
parça sayısı 3

el eman no	mesnet tip i	kesit tip i	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m4)	al an(m2)	Exdelta/ V
1	2	1	5,98	0,52	0,52	0,9	9,266712	3,1096	0,8748346
2	2	1	2,11	0,52	0,52	3,7	0,40707	1,0972	20,4860805
3	2	1	2,28	0,52	0,52	3,7	0,513602	1,1856	17,5809377

Denkle m Takı m

20,486081 -17,580938 0
1 1 1

W/ V E* d/ V
1 0,874835 delta(top an) = 10,3361616 * V E
0,4618417 9,461327 k= 0,09674771 * E
0,5381583 9,461327

1 kat

duvar ismi 10

parça sayısı 3

el eman no	mesnet tip i	kesit tip i	L(m)	t(m)	beff(m)	h(m)	l(m)	alan(m2)	Exdelt a' V
1	2	1	5,98	0,52	0,52	1,65	9,266712	3,1096	1,63224122
2	2	1	2,11	0,52	0,52	4,2	0,40707	1,0972	26,6506887
3	2	1	2,28	0,52	0,52	4,2	0,513602	1,1856	22,6485135

Denkle m Takı m

$$\begin{array}{ccc} 26,650689 & -22,648513 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} W/V & E^*d/V \\ 1 & 1,632241 \\ 0,4594093 & 12,24357 \\ 0,5405907 & 12,24358 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{delta}(\text{top an}) = 13,8758165 * V E \\ k = 0,07206783 * E \end{array}$$

DEPRE M YÜKLERİ NİN DUVARLARA DAĞ I LI M

$$X \text{ yönü} - 0,11 + 0,11 + 0,064 + 0,064 + 0,064 + 0,02 + 0,096 + 0,096 = 0,624E$$

$$0,11 / 0,624 = 0,17628$$

$$0,064 / 0,624 = 0,102$$

$$0,02 / 0,624 = 0,032$$

$$0,096 / 0,624 = 0,153$$

$$Y \text{ yönü} - 0,28 + 0,28 + 0,37 + 0,37 = 1,3E$$

$$0,28 / 1,3 = 0,215$$

$$0,37 / 1,3 = 0,284$$

KAT AĞ R LI KLARI

$$W_1 = 527,193 \text{ t}$$

$$W_2 = 309,46 \text{ t}$$

$$\text{Toplam yapı ağırlığı : } W = 836,653 \text{ t}$$

DEPREM YÜKÜ HESABI

$$A_0 = 0,40$$

$$I = 1,4$$

$$S(T_1) = 2,5$$

$$R_a(T_1) = 2,5$$

$$V_t = W A I S(T_1) / R_a(T_1) = 837 \times 0,4 \times 2,5 \times 1,4 / 2,5 = \mathbf{468,72}$$

Kat No	W (t)	h (m)	W x h (t m)
1	527	4,30	2266
2	310	9,95	3084,5
Σ			<u>5350</u>

$$\begin{aligned} F_1 &= V_t \times W \times h / \Sigma W \times h = \\ &= 469 \times 2266 / 5350 = \mathbf{198 \text{ t}} \end{aligned}$$

$$F_2 = \mathbf{270 \text{ t}}$$

Kat kesme kuvvetleri

$$V_1 = \mathbf{270 \text{ t}}$$

$$V_2 = \mathbf{469 \text{ t}}$$

Devrilme Momentleri

$$M_1 = 270 \times 4,30 = \mathbf{1161 \text{ tm}}$$

$$M_2 = (270 \times 9,95) + (199 \times 4,30) = \mathbf{3542,2 \text{ t m}}$$

KÜTLE MERKEZİ HESABI

Ze m i n Kat

duvar no	Ağırlık (t)	x(m)	y(m)	Wk(t m)	Wy(t m)	duvar rij.	yon
2	70,08	0,38	9,84	26,6304	689,5872	0,28	y
4	48,56	17,800	9,400	864,368	456,464	0,23	y
5	62,53	5,69	8,47	355,7957	529,6291	0,376	y
6	66,87	12,55	7,89	839,2185	527,6043	0,32	y
1a	25,29	3,01	16,28	76,1229	411,7212	0,11	x
1b	25,11	15,05	16,28	377,9055	408,7908	0,1125	x
3a	16,61	2,43	2,58	40,3623	42,8538	0,064	x
3b	18,931	9,11	0,28	172,4614	5,30068	0,05	x
3c	15,96	15,45	2,58	246,582	41,1768	0,061	x
8	13,11	15,32	11,77	200,8452	154,3047	0,02	x
9	21,67	3,1	9,47	67,177	205,2149	0,093	x
10	22,48	15,19	9,39	341,4712	211,0872	0,096	x
585,201		9,203	9,975	5385,38	5837,535		

$$x_g = 9,0203$$

$$y_g = 9,975$$

B i r i n c i Kat

duvar no	Ağırlık (t)	x(m)	y(m)	Wk(t m)	Wy(t m)	duvar rij.	yon
2	85,55	0,38	9,84	32,509	841,812	0,19	y
4	64,1	17,800	9,400	1140,98	602,54	0,151	y
5	77,36	5,69	8,47	440,1784	655,2392	0,303	y
6	78,17	12,55	7,89	981,0335	616,7613	0,305	y
1a	33,93	3,01	16,28	102,1293	552,3804	0,07	x
1b	33,69	15,05	16,28	507,0345	548,4732	0,069	x
3a	22,39	2,43	2,58	54,4077	57,7662	0,039	x
3b	25,65	9,11	0,28	233,6715	7,182	0,02	x
3c	21,54	15,45	2,58	332,793	55,5732	0,038	x
8	17,94	15,32	11,77	274,8408	211,1538	0,0146	x
9	28,36	3,1	9,47	87,916	268,5692	0,069	x
10	29,43	15,19	9,39	447,0417	276,3477	0,072	x
696,11		9,210	9,837	6410,975	6847,598		

$$x_g = 9,210$$

$$y_g = 9,837$$

KAT RİJİTLİK MERKEZİ, BURULMA MOMENTİ ve DUVAR KESME KUVVETLERİ

Zemin Kat

yon	k	x	y	kx	ky	d	kd2	UV	M	ekM	V
2	0,28	0,38	9,84	0,11	2,76	-8,21	18,86	108,89	-9,90	9,80	108,79
4	0,23	17,80	9,40	4,09	2,16	9,21	19,52	89,44	9,12	9,04	107,61
5	0,38	5,69	8,47	2,14	3,18	-2,90	3,16	146,22	-4,69	4,65	146,18
6	0,32	12,55	7,89	4,02	2,52	3,96	5,03	124,44	5,46	5,41	135,31
	1,21	8,59		10,36	10,63						
1a	0,11	3,01	16,28	0,33	1,79	6,43	4,54	85,06	0,60	59,33	144,99
1b	0,11	15,05	16,28	1,69	1,83	6,43	4,65	87,00	0,61	60,68	148,29
3a	0,06	2,43	2,58	0,16	0,17	-7,27	3,39	49,49	-0,40	39,07	88,17
3b	0,05	9,11	0,28	0,46	0,01	-9,57	4,58	38,66	-0,41	40,18	78,43
3c	0,06	15,45	2,58	0,94	0,16	-7,27	3,23	47,17	-0,38	37,24	84,03
8	0,02	15,32	11,77	0,31	0,24	1,92	0,07	15,47	0,03	3,22	18,71
9	0,09	3,10	9,47	0,29	0,88	-0,38	0,01	71,92	-0,03	3,00	74,88
10	0,10	15,19	9,39	1,46	0,90	-0,46	0,02	74,24	-0,04	3,74	77,94
		0,61	9,85	5,63	5,98	67,06					

Rijitlik Merkezi Koordinatları

$$x = 8,59 \quad y = 9,85$$

$$V_x = V_y = 468,72 \text{ t}$$

$$M_T y = 468,72 \cdot (9,20 - 8,59) = 286 \text{ m}$$

$$M_T x = 468,72 \cdot (9,91 - 9,85) = 56,28 \text{ m}$$

Birinci Kat

yon	k	x	y	kx	ky	d	kd2	UV	M	ekM	V
2	0,19	0,38	9,84	0,0722	1,8696	-8,379	13,3379	54,0569	-4,347	4,335	54,045
4	0,151	17,8	9,4	2,6878	1,4194	9,0415	12,344	42,9610	3,728	3,718	50,407
5	0,303	5,69	8,47	1,7241	2,5664	-3,069	2,85296	86,2065	-2,539	2,532	86,2
6	0,305	12,55	7,89	3,8278	2,4065	3,7915	4,38451	86,7755	3,157	3,149	93,083
	0,949	8,7585		8,3118	8,2619						
1a	0,07	3,01	16,28	0,2107	1,1396	6,1459	2,64401	48,2635	0,773	0,762	49,8
1b	0,069	15,05	16,28	1,0385	1,1233	6,1459	2,60623	47,5740	0,762	0,751	49,089
3a	0,039	2,43	2,58	0,0948	0,1006	-7,554	2,22554	26,8896	-0,53	0,522	26,882
3b	0,02	9,11	0,28	0,1822	0,0056	-9,854	1,94208	13,7895	-0,354	0,349	13,785
3c	0,038	15,45	2,58	0,5871	0,098	-7,554	2,16848	26,2002	-0,516	0,509	26,193
8	0,014	15,32	11,77	0,2237	0,1718	1,6359	0,03907	10,0663	0,043	0,042	10,152
9	0,069	3,1	9,47	0,2139	0,6534	-0,664	0,03044	47,5740	-0,082	0,081	47,573
10	0,072	15,19	9,39	1,0937	0,6761	-0,744	0,03987	49,6424	-0,096	0,095	49,641
		0,391	10,13	3,6445	3,9685	44,6151					

Rijitlik Merkezi Koordinatları

$$x = 8,75 \quad y = 10,13$$

$$V_x = V_y = 270 \text{ t}$$

$$M_{Ty} = 270 \cdot (9,20 - 8,75) = 121,5 \text{ t m}$$

$$M_{Tx} = 270 \cdot (9,837 - 10,13) = -79,11 \text{ t m}$$

KESİT ÖZELLİKLERİ

Zemin Kat

duvar isim	NAF	tnet	L	Anet	x	y	Ax	Ax2	Ioy	Ay	Ay2	Iox
2	0,710	0,53	14,3	7,631	0,38	9,84	2,900	1,102		75,090	738,885	130,769
4	0,737	0,41	14,3	5,806	17,80	9,40	103,342	1839,487		54,574	512,994	99,211
5	0,827	0,43	16,6	7,122	5,69	8,47	40,526	230,593		60,326	510,962	162,962
6	0,835	0,43	16,5	7,182	12,55	7,89	90,129	1131,122		56,663	447,071	163,724
1a	0,696	0,49	6,04	2,942	3,01	16,28	8,855	26,654	8,9439	47,895	779,731	
1b	0,694	0,49	6,01	2,921	15,05	16,28	43,960	661,603	8,792	47,553	774,165	
3a	0,653	0,36	5,38	1,932	2,43	2,58	4,695	11,408	4,660	4,984	12,860	
3b	0,537	0,30	7,45	2,202	9,11	0,28	20,059	182,742	10,184	0,617	0,173	
3c	0,617	0,34	5,25	1,782	15,45	2,58	27,538	425,459	4,094	4,599	11,864	
8	0,586	0,24	5,93	1,426	15,32	11,77	21,845	334,664	4,178	16,783	197,535	
9	0,787	0,39	5,99	2,356	3,10	9,47	7,303	22,640	7,044	22,310	211,277	
10	0,786	0,41	5,98	2,445	15,19	9,39	37,138	564,128	7,286	22,958	215,572	

45,747

408,291

5431,603

55,183

414,351

4413,088 556,666

xg	yg	Ix	Iy
8,93	9,06	1216,755	1842,766

Birinci Kat

duvar isim	NAF	tnet	L	Anet	x	y	Ax	Ax2	Ioy	Ay	Ay2	Iox
2	0,717	0,54	14,3	7,706	0,38	9,84	2,9284	1,1128		75,83	746,172	132,058
4	0,734	0,4	14,3	5,777	17,8	9,4	102,83	1830,41		54,305	510,463	98,7218
5	0,802	0,42	16,6	6,908	5,69	8,47	39,306	223,649		58,509	495,574	158,054
6	0,805	0,42	16,5	6,922	12,6	7,89	86,872	1090,24		54,615	430,914	157,807
1a	0,71	0,5	6,04	3,004	3,01	16,28	9,0418	27,2159	9,1323	48,904	796,157	
1b	0,709	0,5	6,01	2,983	15,1	16,28	44,893	675,641	8,9786	48,562	790,591	
3a	0,671	0,37	5,38	1,986	2,43	2,58	4,8249	11,7245	4,7892	5,1227	13,2166	
3b	0,589	0,32	7,45	2,414	9,11	0,28	21,995	200,376	11,167	0,676	0,18929	
3c	0,663	0,36	5,25	1,914	15,5	2,58	29,572	456,888	4,3963	4,9382	12,7407	
8	0,631	0,26	5,93	1,534	15,3	11,77	23,504	360,082	4,4958	18,058	212,538	
9	0,81	0,4	5,99	2,425	3,1	9,47	7,5172	23,3034	7,2505	22,964	217,469	
10	0,809	0,42	5,98	2,517	15,2	9,39	38,229	580,696	7,4999	23,632	221,904	

46,09

411,52

5481,34

57,71

416,12

4447,93

546,641

xg	yg	Ix	Iy
8, 93	9, 028	1237, 734	1864, 836

DEVİRİ LME MOMENTİ GERİ LME LERİ

Ze m i n K a t t a

$$M_k/I_x = 2,91$$

$$M_y/I_y = 1,92$$

nokta adı	x	y	$\sigma_x = M_k/I_x \cdot y$	$\sigma_y = M_y/I_y \cdot x$
21	-8,56	7,71	24,43	-16,43
22	-8,56	-6,63	-19,29	-16,43
41	8,75	7,71	24,43	16,8
42	8,75	-6,63	-19,29	16,8
51	-3,34	7,71	24,43	-6,41
52	-3,34	-8,9	-25,89	-6,41
61	3,42	7,71	24,43	6,56
62	3,42	-8,9	-25,89	6,56
1a1	-3,02	7,35	21,38	-5,79
1a2	-9,07	7,35	21,38	-17,41
1b1	3,01	7,35	21,38	5,77
1b2	9,04	7,35	21,38	17,35
3a1	-3,13	-6,35	-18,47	-6
3a2	-9,06	-6,35	-18,47	17,39
3b1	3,77	-8,65	-25,17	7,23
3b2	-3,73	-8,65	-25,17	-7,16
3c1	3,2	8,65	25,17	6,14
3c2	9,02	8,65	25,17	17,31
81	-3,07	2,63	7,65	-5,89
82	-9,03	2,63	7,65	-17,33
91	3,13	2,63	7,65	6
92	9,03	2,63	7,65	17,33
101	3,13	0,46	1,33	6
102	9,03	0,46	1,33	17,33

B i r i n c i K a t t a

$$M_k/I_x = 0,93$$

$$M_y/I_y = 0,62$$

nokta adı	x	y	$\delta x = M_x / I_x \cdot y$	$\delta y = M_y / I_y \cdot x$
21	-8,56	7,71	7,17	-5,3
22	-8,56	-6,63	-6,16	-5,3
41	8,75	7,71	7,17	5,42
42	8,75	-6,63	-6,16	5,42
51	-3,34	7,71	7,17	-2,07
52	-3,34	-6,63	-8,27	-2,07
61	3,42	7,71	7,17	2,12
62	3,42	-6,63	-8,27	2,12
1a1	-3,02	7,35	6,83	-1,87
1a2	-9,07	7,35	6,83	-5,62
1b1	3,01	7,35	6,83	1,86
1b2	9,04	7,35	6,83	5,6
3a1	-3,13	-6,35	-5,9	-1,94
3a2	-9,06	-6,35	-5,9	5,61
3b1	3,77	-8,65	-8,04	2,33
3b2	-3,73	-8,65	-8,04	-2,31
3c1	3,2	8,65	8,04	1,98
3c2	9,02	8,65	8,04	5,59
81	-3,07	2,63	2,445	-1,9
82	-9,03	2,63	2,445	-5,598
91	3,13	2,63	2,445	1,94
92	9,03	2,63	2,445	5,598
101	3,13	2,63	0,42	1,94
102	9,03	0,46	0,42	5,598

DUVAR YÜKLERİ HESABI

2

Kat No	yg(n)	Jg(m4)	Vs(t)	G(t)	P(t)	Ps(t)	Ms(t n)
2	7,05	184,45	54,05	143,60	14,35	1,00	7,29
1	7,05	184,45	108,79	266,56	28,71	1,00	7,29

4

Kat No	yg(n)	Jg(m4)	Vs(t)	G(t)	P(t)	Ps(t)	Ms(t n)
2	7,15	134,59	50,41	145,43	14,03	1,00	7,17
1	7,15	134,59	107,61	272,44	28,07	1,00	7,17

5

Kat No	yg(n)	Jg(m4)	Vs(t)	G(t)	P(t)	Ps(t)	Ms(t n)
2	8,68	198,50	86,20	221,27	36,01	1,00	7,89
1	8,68	198,50	146,18	414,20	72,03	1,00	7,89

6

Kat No	yg(n)	Jg(m4)	Vs(t)	G(t)	P(t)	Ps(t)	Ms(t n)
2	8, 01	196, 64	93, 08	223, 58	35, 60	1, 00	8, 53
1	8, 01	196, 64	135, 31	417, 00	71, 20	1, 00	8, 53

1a

Kat No	yg(n)	Jg(m4)	Vs(t)	G(t)	P(t)	Ps(t)	Ms(t n)
2	3, 03	12, 85	49, 80	57, 19	4, 23	1, 00	3, 01
1	3, 03	12, 85	144, 99	102, 02	8, 46	1, 00	3, 01

1b

Kat No	yg(n)	Jg(m4)	Vs(t)	G(t)	P(t)	Ps(t)	Ms(t n)
2	3, 01	12, 66	49, 09	56, 85	4, 23	1, 00	3, 00
1	3, 01	12, 66	148, 29	97, 47	8, 46	1, 00	3, 00

3a

Kat No	yg(n)	Jg(m4)	Vs(t)	G(t)	P(t)	Ps(t)	Ms(t n)
2	2, 24	7, 73	26, 88	53, 50	6, 21	1, 00	3, 14
1	2, 24	7, 73	88, 17	96, 48	12, 43	1, 00	3, 14

3b

Kat No	yg(n)	Jg(m4)	Vs(t)	G(t)	P(t)	Ps(t)	Ms(t n)
2	3, 85	19, 02	13, 78	67, 31	8, 60	1, 00	3, 60
1	3, 85	19, 02	78, 43	120, 51	17, 73	1, 00	3, 60

3c

Kat No	yg(n)	Jg(m4)	Vs(t)	G(t)	P(t)	Ps(t)	Ms(t n)
2	3, 18	7, 53	26, 15	51, 64	6, 06	1, 00	2, 07
1	3, 18	7, 53	84, 03	93, 14	12, 13	1, 00	2, 07

8

Kat No	yg(n)	Jg(m4)	Vs(t)	G(t)	P(t)	Ps(t)	Ms(t n)
2	3, 27	7, 35	10, 15	62, 63	9, 17	1, 00	2, 66
1	3, 27	7, 35	18, 71	113, 49	18, 35	1, 00	2, 66

9

Kat No	yg(n)	Jg(m4)	Vs(t)	G(t)	P(t)	Ps(t)	Ms(t n)
2	2, 96	8, 96	47, 57	70, 96	6, 92	1, 00	3, 03
1	2, 96	8, 96	74, 88	128, 53	13, 84	1, 00	3, 03

10

Kat No	yg(n)	Jg(m4)	Vs(t)	G(t)	P(t)	Ps(t)	Ms(t n)
2	3, 02	9, 27	49, 57	75, 59	9, 22	1, 00	2, 96
1	3, 02	9, 27	77, 94	137, 81	18, 45	1, 00	2, 96

DUVARLARDA GERİLME KONTROLÜ

τ_{max} σ_{max}

2

Kat No	Parça	yg(n)	Jg(m4)	A(m2)	W(m3)	Vsi(t)	G(t)	F(t)	Psi(t)	Q min (t/ m)	Q max (t/ m)	Msi(t n)	τ kg/ cm2	σ min kg/ cm2
2	2	7,05	184,45	1,04	0,24	5,51	22,58	2,26	0,42	19,90	25,26	11,29	0,53	7,10
2	3	7,05	184,45	1,82	0,73	19,10	39,31	3,93	0,50	34,88	43,74	39,16	1,05	7,76
2	4	7,05	184,45	0,98	0,21	4,65	21,12	2,11	0,15	18,85	23,38	9,54	0,48	6,91
2	5	7,05	184,45	1,91	0,81	21,16	41,42	4,14	0,54	36,74	46,10	43,38	1,11	7,75
2	6	7,05	184,45	0,89	0,17	3,63	19,17	1,92	0,37	16,88	21,45	7,44	0,41	6,70
1	2	7,05	184,45	1,04	0,24	11,87	16,99	1,83	0,33	14,96	19,14	20,17	1,14	10,19
1	3	7,05	184,45	1,82	0,73	37,31	29,58	3,19	0,34	26,28	33,10	63,43	2,06	10,49
1	4	7,05	184,45	0,98	0,21	10,22	15,89	1,71	0,06	14,24	17,66	17,38	1,05	10,04
1	5	7,05	184,45	1,91	0,81	41,31	31,17	3,36	0,36	27,68	34,89	70,22	2,16	10,46
1	6	7,05	184,45	0,89	0,17	8,08	14,42	1,55	0,29	12,69	16,26	13,74	0,91	9,73
1	7	7,05	184,45	3,85	3,29	49,18	62,70	6,75	0,92	55,51	70,37	9,84	1,28	2,13
1	8	7,05	184,45	5,88	7,68	59,61	95,82	10,32	1,18	85,06	107,32	11,92	1,01	1,98

4

Kat No	Parça	yg(n)	Jg(m4)	A(m2)	W(m3)	Vsi(t)	G(t)	F(t)	Psi(t)	Q min (t/ m)	Q max (t/ m)	Msi(t n)	τ kg/ cm2	σ min kg/ cm2
2	2	7,17	134,59	0,76	0,18	4,86	22,09	2,13	0,42	19,47	24,64	9,97	0,64	8,85
2	3	7,17	134,59	1,41	0,60	18,83	40,69	3,93	0,52	36,10	45,14	38,59	1,34	9,63
2	4	7,17	134,59	0,73	0,16	4,27	20,98	2,02	0,14	18,74	23,15	8,76	0,59	8,67
2	5	7,17	134,59	1,34	0,55	17,15	38,78	3,74	0,50	34,41	43,02	35,15	1,28	9,65
2	6	7,17	134,59	0,79	0,19	5,31	22,89	2,21	0,43	20,17	25,52	10,88	0,67	8,94
1	2	7,15	134,59	0,76	0,18	11,41	17,10	1,76	0,33	15,07	19,19	18,54	1,49	12,98
1	3	7,15	134,59	1,41	0,60	38,58	31,50	3,25	0,36	27,99	35,10	62,70	2,74	12,93
1	4	7,15	134,59	0,73	0,16	10,12	16,24	1,67	0,06	14,56	17,98	16,45	1,39	12,78
1	5	7,15	134,59	1,34	0,55	35,23	30,03	3,09	0,34	26,68	33,46	57,25	2,63	12,98
1	6	7,15	134,59	0,79	0,19	12,26	17,72	1,83	0,34	15,61	19,88	19,93	1,55	12,99
1	7	7,15	134,59	4,31	5,63	60,12	96,47	9,94	1,10	85,73	107,51	12,02	1,39	2,71
1	8	7,15	134,59	2,83	2,43	47,49	63,37	6,53	0,93	56,11	70,83	9,50	1,68	2,89

5

Kat No	Parça	yg(n)	Jg(m4)	A(m2)	W(m3)	Vsi(t)	G(t)	F(t)	Psi(t)	Q min (t/ m)	Q max (t/ m)	Msi(t n)	τ kg/ cm2	σ min kg/ cm2
2	2	8,68	198,50	0,61	0,12	2,44	21,63	3,52	0,29	19,17	25,44	4,87	0,40	8,29
2	3	8,68	198,50	2,57	2,12	41,46	91,50	14,89	0,81	81,54	107,21	82,93	1,61	8,07
2	4	8,68	198,50	0,49	0,08	1,40	17,56	2,86	0,09	15,71	20,51	2,80	0,28	7,74
2	5	8,68	198,50	2,55	2,08	40,90	90,58	14,74	0,96	80,56	106,28	81,79	1,61	8,10
1	2	8,68	198,50	0,61	0,12	4,83	40,49	7,04	0,29	36,14	47,82	8,45	0,79	14,98
1	3	8,68	198,50	2,57	2,12	69,72	171,2	29,79	0,81	153,34	201,89	122,00	2,71	13,59
1	4	8,68	198,50	0,49	0,08	2,83	32,87	5,72	0,09	29,49	38,68	4,94	0,57	14,15
1	5	8,68	198,50	2,55	2,08	68,81	169,5	29,49	0,96	151,64	200,00	120,42	2,70	13,64

6

Kat No	Parça	yg (n)	Jg (m4)	Ai (m2)	W (m3)	Vsi (t)	G (t)	F (t)	Psi (t)	Q min (t/m ²)	Q max (t/m ²)	Msi (t n)	τ kg/cm ²	σ min kg/cm ²
2	2	8,68	198,5	2,6	2,167	41,51	92,11	14,99	1,055	81,8522	108,17	83,0147	1,5964	7,9917
2	3	8,68	198,50	0,42	0,06	0,89	14,92	2,43	0,09	13,34	17,44	1,79	0,21	7,29
2	4	8,68	198,50	2,57	2,12	40,95	91,20	14,84	0,73	81,35	106,77	81,89	1,59	8,00
2	5	8,68	198,50	0,65	0,14	2,85	23,03	3,75	0,29	20,44	27,07	5,71	0,44	8,38
1	2	8,01	196,64	2,60	2,17	76,48	95,64	16,33	0,85	85,23	112,82	133,84	2,94	10,52
1	3	8,01	196,64	0,42	0,06	1,52	15,49	2,65	0,05	13,89	18,19	2,50	0,36	8,72
1	4	8,01	196,64	2,57	2,12	52,72	94,69	16,17	0,65	84,57	111,50	86,98	2,05	8,43
1	5	8,01	196,64	0,65	0,14	4,60	23,91	4,08	0,28	21,24	28,27	7,59	0,71	9,95
1	6	8,01	196,64	5,09	8,31	58,83	187,2	31,97	1,25	167,29	220,49	102,95	1,16	5,57

1a

Kat No	Parça	yg (n)	Jg (m4)	Ai (m2)	W (m3)	Vsi (t)	G (t)	F (t)	Psi (t)	Q min (t/m ²)	Q max (t/m ²)	Msi (t n)	τ kg/cm ²	σ min kg/cm ²
2	1	3,03	12,85	1,25	0,37	24,74	28,51	2,11	1,12	24,54	31,75	49,49	1,99	15,94
2	2	3,03	12,85	1,25	0,37	25,06	28,68	2,12	1,12	24,69	31,92	50,11	2,00	15,95
1	1	3,03	12,85	1,25	0,37	72,08	50,87	4,22	1,12	44,66	56,21	115,34	5,79	35,71
1	2	3,03	12,85	1,25	0,37	72,91	51,15	4,24	1,12	44,92	56,52	116,65	5,82	35,72

1b

Kat No	Parça	yg (n)	Jg (m4)	Ai (m2)	W (m3)	Vsi (t)	G (t)	F (t)	Psi (t)	Q min (t/m ²)	Q max (t/m ²)	Msi (t n)	τ kg/cm ²	σ min kg/cm ²
2	1	3,01	12,66	1,23	0,36	24,23	28,26	2,10	1,12	24,32	31,49	48,46	1,97	15,97
2	2	3,01	12,66	1,25	0,37	24,86	28,59	2,13	1,13	24,60	31,84	49,72	2,00	16,01
1	1	3,01	12,66	1,23	0,36	73,30	48,46	4,20	1,12	42,50	53,78	117,28	5,95	36,82
1	2	3,01	12,66	1,25	0,37	74,99	49,01	4,25	1,13	42,98	54,39	119,99	6,02	36,83

3a

Kat No	Parça	yg (n)	Jg (m4)	Ai (m2)	W (m3)	Vsi (t)	G (t)	F (t)	Psi (t)	Q min (t/m ²)	Q max (t/m ²)	Msi (t n)	τ kg/cm ²	σ min kg/cm ²
2	1	2,24	7,73	1,07	0,34	23,14	36,16	4,20	1,23	31,32	41,59	46,28	2,17	17,31
2	2	2,24	7,73	0,51	0,08	3,74	17,34	2,01	0,88	14,72	20,23	7,48	0,73	13,39
1	1	2,24	7,73	1,07	0,34	74,42	65,22	8,40	1,23	57,47	74,85	119,07	6,97	41,53
1	2	2,24	7,73	0,51	0,08	13,75	31,26	4,03	0,88	27,26	36,17	22,00	2,69	34,82

3b

Kat No	Parça	yg (n)	Jg (m4)	Ai (m2)	W (m3)	Vsi (t)	G (t)	F (t)	Psi (t)	Q min (t/m ²)	Q max (t/m ²)	Msi (t n)	τ kg/cm ²	σ min kg/cm ²
2	1	3,85	19,02	0,65	0,13	6,00	31,91	4,08	0,88	27,84	36,87	9,00	0,92	12,57
2	2	3,85	19,02	0,73	0,16	7,78	35,40	4,53	0,93	30,93	40,85	11,67	1,07	12,93
1	1	3,85	19,02	0,65	0,13	34,54	57,13	8,41	0,88	50,54	66,42	65,62	5,28	60,70
1	2	3,85	19,02	0,73	0,16	43,89	63,38	9,32	0,93	56,11	73,63	83,40	6,05	62,36

3c

Kat No	Parça	yg(n)	Jg(m4)	Ai (m2)	W(m3)	Vsi(t)	G(t)	F(t)	Psi(t)	Q nın (t/ m ²)	Q max (t/ m ²)	Msi(t n)	τ kg/ cm2	σ nın kg/ cm2
2	1	3,18	7,53	0,42	0,05	2,37	14,38	1,69	0,60	12,34	16,66	4,74	0,57	12,94
2	2	3,18	7,53	1,08	0,36	23,78	37,26	4,38	1,04	32,50	42,68	47,56	2,19	17,31
1	1	3,18	7,53	0,42	0,05	7,98	25,93	3,38	0,60	22,74	29,90	12,77	1,91	31,27
1	2	3,18	7,53	1,08	0,36	76,05	67,21	8,75	1,04	59,44	77,00	121,68	7,02	41,31

8

Kat No	Parça	yg(n)	Jg(m4)	Ai (m2)	W(m3)	Vsi(t)	G(t)	F(t)	Psi(t)	Q nın (t/ m ²)	Q max (t/ m ²)	Msi(t n)	τ kg/ cm2	σ nın kg/ cm2
2	1	3,27	7,35	0,23	0,02	0,59	11,96	1,75	0,44	10,33	14,15	1,23	0,26	12,24
2	2	3,27	7,35	0,50	0,10	5,26	26,31	3,85	0,53	23,16	30,69	11,06	1,06	17,24
2	3	3,27	7,35	0,46	0,09	4,30	24,36	3,57	0,74	21,18	28,66	9,03	0,94	16,77
1	1	3,27	7,35	0,23	0,02	1,12	21,67	3,50	0,44	19,07	25,61	2,08	0,50	21,41
1	2	3,27	7,35	0,50	0,10	9,65	47,68	7,71	0,53	42,39	55,92	17,86	1,95	29,12
1	3	3,27	7,35	0,46	0,09	7,93	44,14	7,14	0,74	38,98	52,01	14,68	1,73	28,45

9

Kat No	Parça	yg(n)	Jg(m4)	Ai (m2)	W(m3)	Vsi(t)	G(t)	F(t)	Psi(t)	Q nın (t/ m ²)	Q max (t/ m ²)	Msi(t n)	τ kg/ cm2	σ nın kg/ cm2
2	1	2,96	8,96	1,16	0,44	26,27	37,25	3,63	1,23	32,30	42,12	55,17	2,27	16,05
2	2	2,96	8,96	1,05	0,36	21,30	33,71	3,29	1,18	29,16	38,17	44,72	2,04	15,94
1	1	2,96	8,96	1,16	0,44	41,12	67,48	7,26	1,23	59,50	75,98	76,08	3,56	23,69
1	2	2,96	8,96	1,05	0,36	33,76	61,05	6,57	1,18	53,77	68,80	62,45	3,23	23,74

10

Kat No	Parça	yg(n)	Jg(m4)	Ai (m2)	W(m3)	Vsi(t)	G(t)	F(t)	Psi(t)	Q nın (t/ m ²)	Q max (t/ m ²)	Msi(t n)	τ kg/ cm2	σ nın kg/ cm2
2	1	3,02	9,27	1,10	0,39	22,77	36,33	4,43	1,17	31,53	41,93	47,82	2,08	16,22
2	2	3,02	9,27	1,19	0,45	26,80	39,26	4,79	1,21	34,12	45,25	56,27	2,26	16,31
1	1	3,02	9,27	1,06	0,37	36,00	66,24	8,87	1,14	58,47	76,25	66,59	3,41	25,18
1	2	3,02	9,27	1,14	0,43	41,94	71,57	9,58	1,18	63,24	82,34	77,60	3,68	25,13

EK B1

DÜZCE 1 NUMARALI MERKEZ SAĞLIK OCAĞI
TUĞLA DENEYİ RAPORU

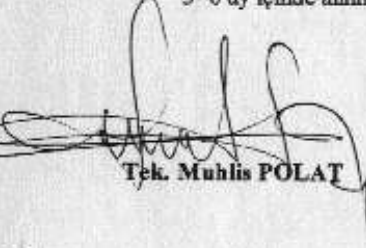
 **İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ - İNŞAAT FAKÜLTESİ**
YAPI LABORATUVARLARI YAPI MALZEMESİ GRUBU
80626 MASLAK / İSTANBUL TEL.: (0212) 285 3757-58 FAX: (0212) 285 6587 TELEX: 28186 İTÜ-TR

Tuğla Deneyi
Rapor No/Tarih : 1750/23.10.2000
Başvuru No/Tarih : 4508/20.10.2000

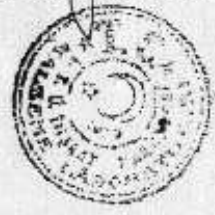
ÜLKER MÜH.
Düzce İli Sağlık Ocağı

Tanımlama Kod. No.	Deney Tarihi	Yaş Gün	Biçim	Boyutlar (mm) (axbxcxh)	Saklama Koşulu	Kırılma Kuvveti (Kn)	Basınç Dayanımı (N/mm ²)
1	20.10.2000	-	-	111x149x65	(.)	229.0	13.8
2	"	-	-	99x137x67	"	164.0	12.0

Not : 1- 1N/mm² = 10,20 kgf/cm² dir.
2- (.):Deneyi yaptıran kuruluş tarafından saklanmıştır.
3- 6 ay içinde alınmayan raporlardan sorumlu değiliz


Tek. Muhlis POLAT

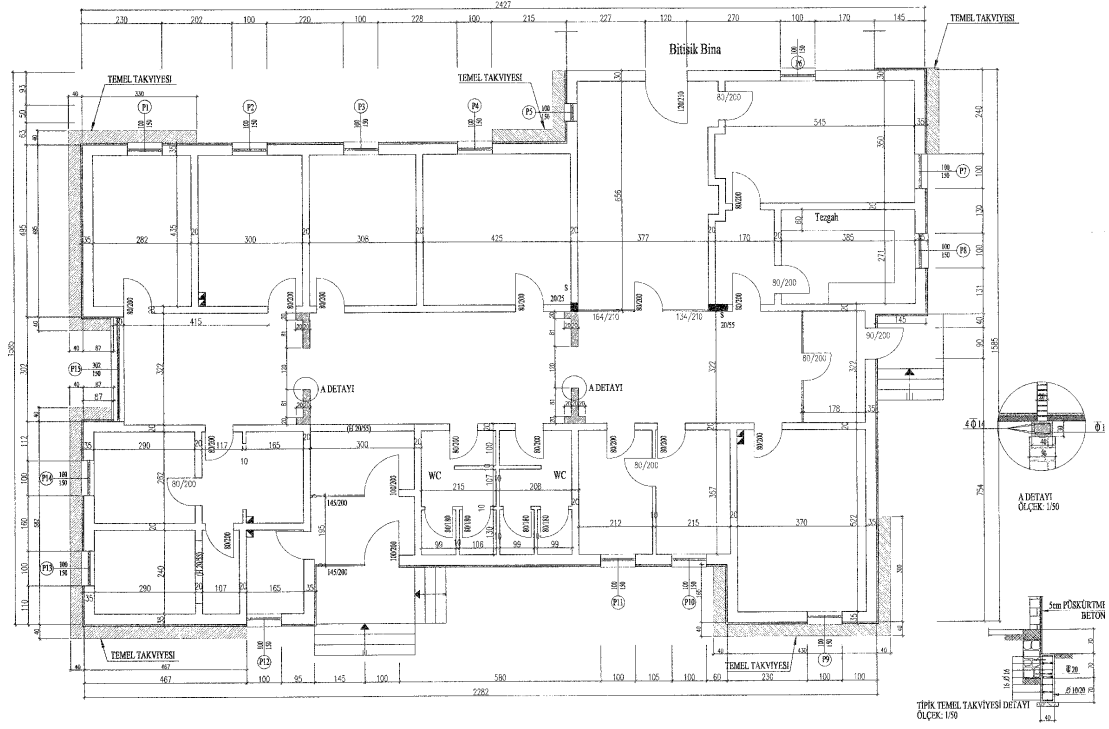

Prof.Dr. Mehmet UYAN



EK B2

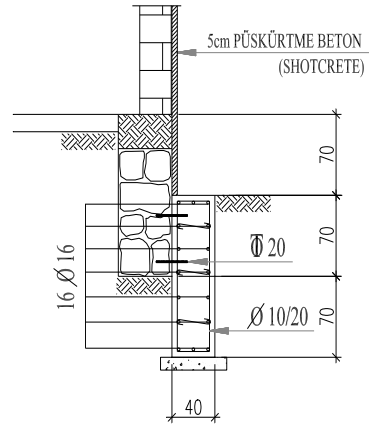
DÜZCE 1 NUMARALI MERKEZ SAĞLIK OCAĞI BİNASI'NIN GÜÇLENDİRİLMESİ

REVİZYON PLANI

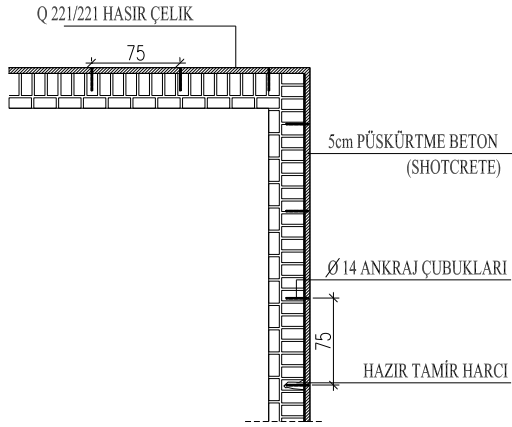


CEPHE

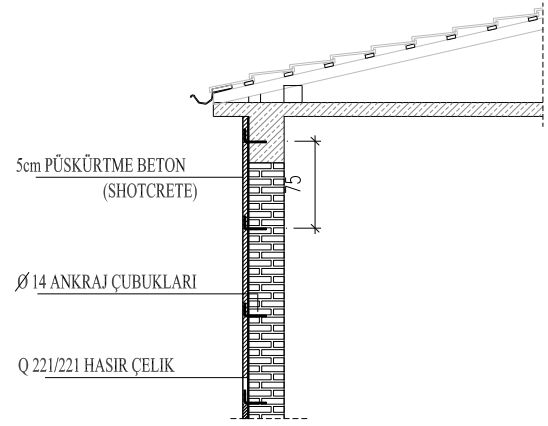




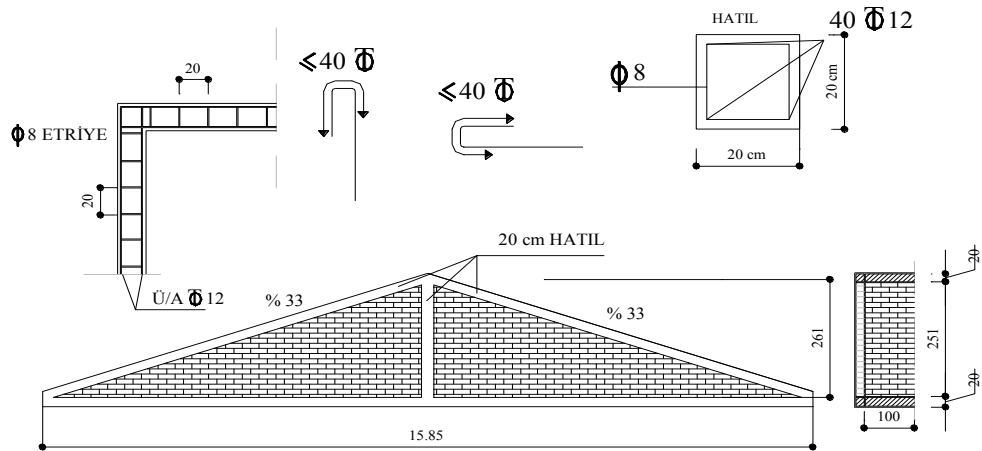
TİPİK TEMEL TAKVİYESİ



TEK TARAFLI TAKVİYE DETAYI



BETONARME HATILA
HASIR ÇELİK VE PÜSKÜRTME BETON
UYGULAMASI DETAYI



DÜZCE 1 NOLU MERKEZ SAĞLIK OCAĞI ÇATI DETAYLARI

EK B3

DÜZCE 1 NUMARALI MERKEZ SAĞLIK OCAĞI
BOYUTLAR YÖNÜNDEN İNCELEME

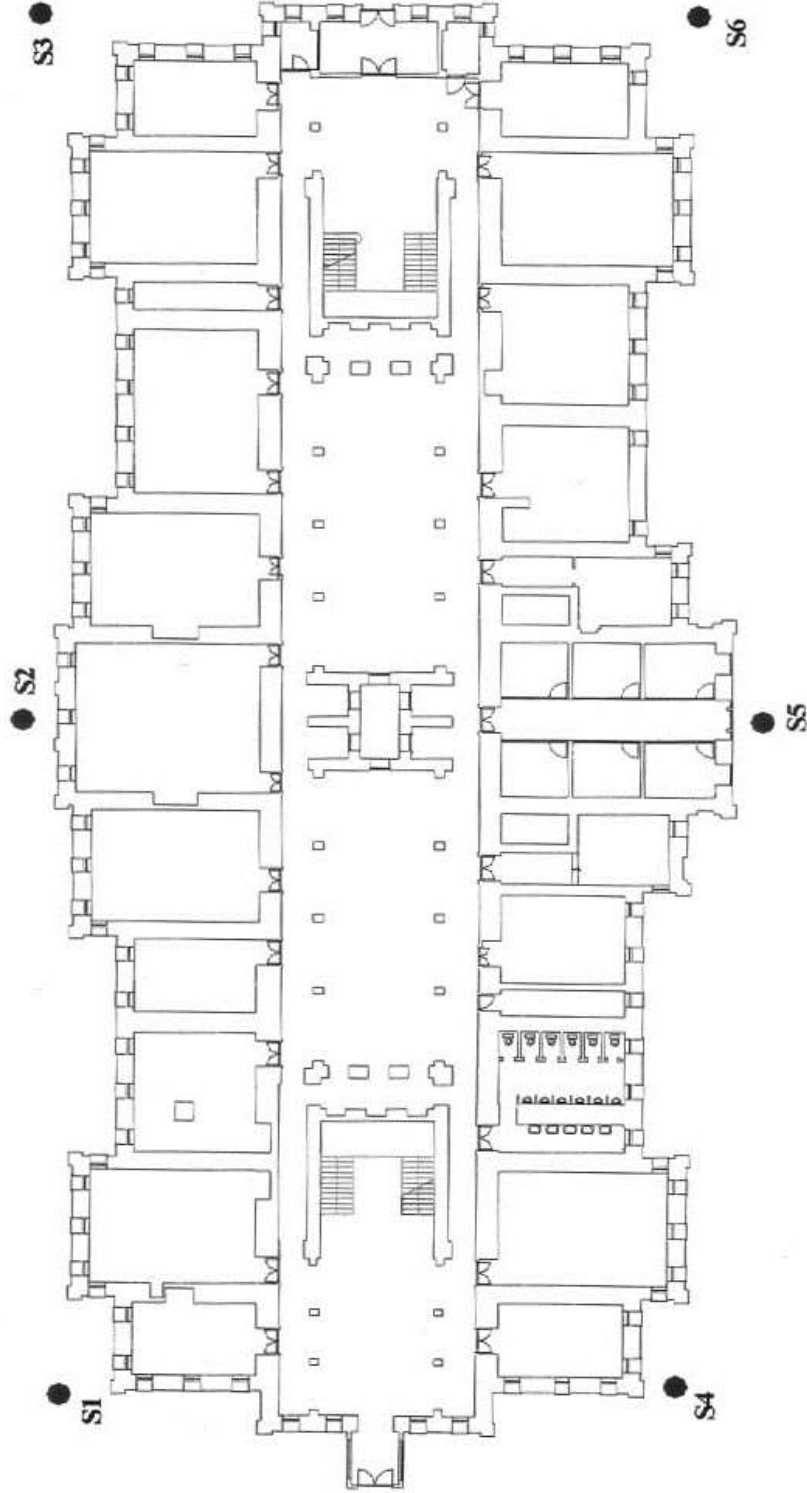
6.2. Boyutlar Yönünden

	<u>Yönetmelik</u>	<u>Düzce Sağlık Ocağı</u>
1. Genel Kurallar		
1.1. İzin verilen en fazla kat sayısı	2	1
1.2. Kat yüksekliği döşeme üstünden döşeme üstüne	3,0 m	3,0 m
2. Taşıyıcı Duvarlar		
2.1 Taşıyıcı duvar malzemesi TS-705'e uygun maksimum boşluk oranını sağlayan düzey boşluklu tuğla		uygun
2.2 Minimum taşıyıcı duvar kalınlığı (dış duvar, ara bölme duvar)	1 tuğla kalınlık, 20 cm	1,5 tuğla kalınlık, 20 cm
2.3 Taşıyıcı duvarların minimum uzunlukları ($l/A \geq 0,251 \text{ m/m}^2$)	$0,25 \times 1,5 = 0,375$	$l/A = 76,85/333,64 = 0,23$ $l/A = 72,83/333,64 = 0,22$
2.4 Taşıyıcı duvarların maksimum mesnetilmemiş uzunluğu	5,50 m	uygun
2.5 Taşıyıcı duvar boşlukları		
2.5.1 Bina köşesine en yakın pencere ve kapı boşluğu ile bina köşesi arasında bırakılacak dolu duvar parçası uzunluğu	1,50 m	<1,50
2.5.2 Bina köşeleri dışında, pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu	1,00	>1,00
2.5.3 Bina köşeleri dışında, birbirini dik olarak kesen duvarların arakesitine en yakın pencere veya kapı boşluğu ile duvarların arakesiti arasında bırakılacak dolu duvar parçası uzunluğu	0,50	>0,50
2.5.4 Kapı ve pencere boşluklarının her birinin plandaki uzunluğu	≤3,00 m	<3,00
3. Taşıyıcı Olmayan Duvarlar		
3.1. Taşıyıcı olmayan bölme duvar kalınlığı en az	10 cm	20 cm

27.05.2021

EK C1

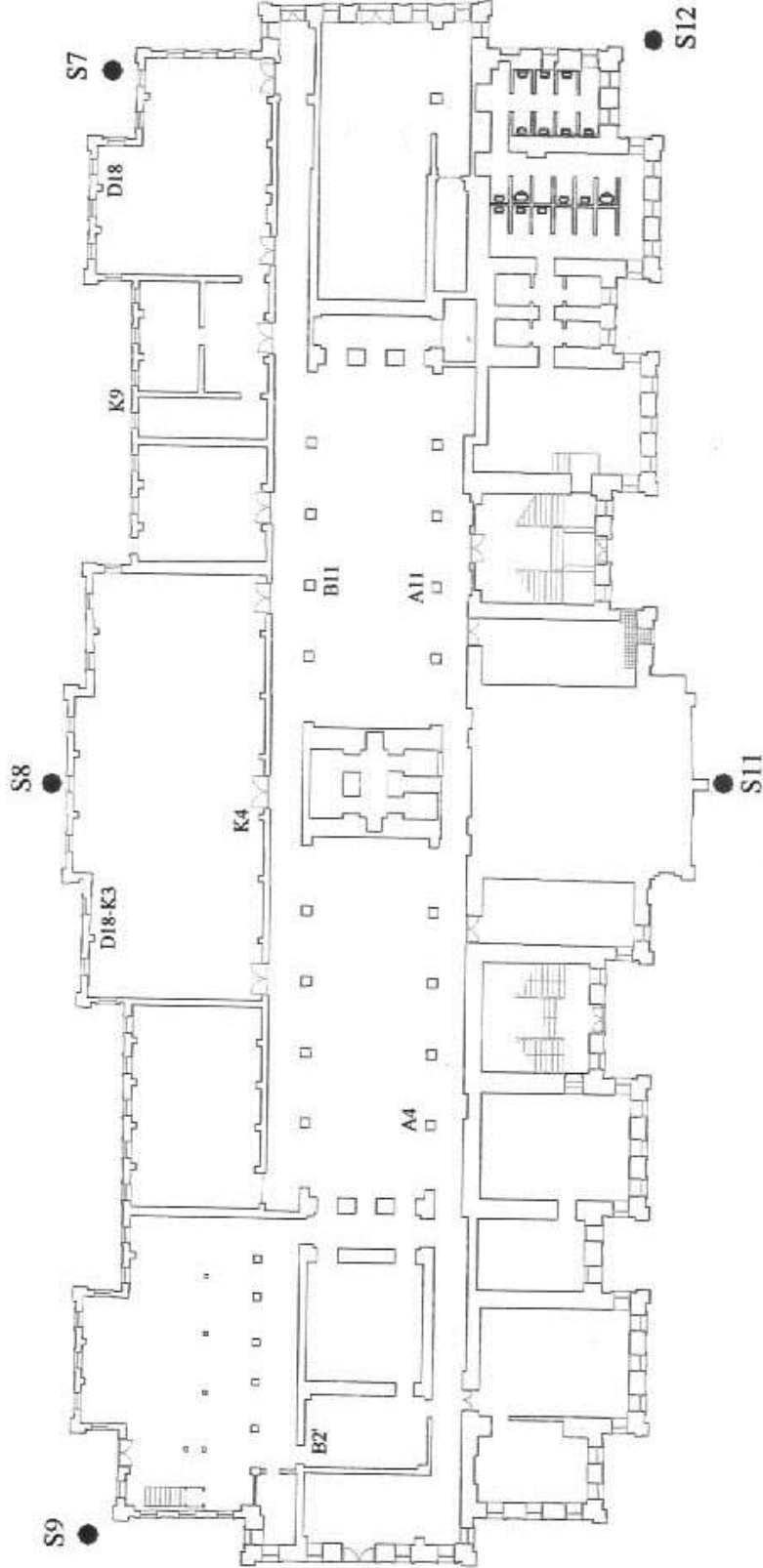
KABATAŞ ERKEK Lİ SESİ EĞ İTİ Mİ NASI
SONDAJ YERLEŞİ M PLANI



Okul Binası Sondaj Yerleşim Planı

EK C2

KABATAŞ ERKEK LİSESİ YATAKHANE BİNASI
SONDAJ YERLEŞİM PLANI



Yatakhane Binası Sondaj Yerleşim Planı

EK C3

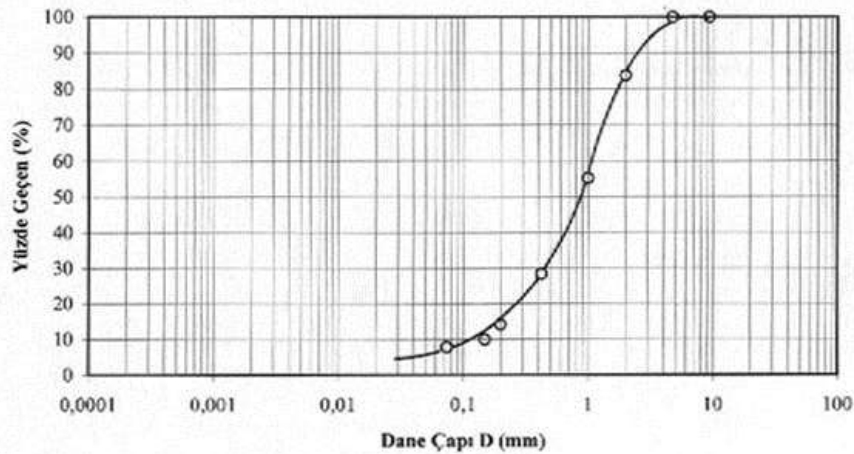
KABATAŞ ERKEK LİSESİ EĞİTİM MEBNASI
S1 SONDAJ KUYUSUNDAN ALINAN NUMUNENİN ELEK ANALİZİ

ÜLKER MÜŞAVİRLİK MÜHENDİSLİK BÜROSU
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

ELEK ANALİZİ

Numunenin Geldiği Yer	: Kabataş Erkek Lisesi Kabataş
Numunenin Alındığı Sondaj Kuyu No	: S1 - D1
Numuneyi İhtiva Eden Kap-Torba No	: 10,50m - 10,95 m
Numunenin İlk Ağırlığı	: 266,0 gr
Numunenin Yıkamadan Sonraki Ağırlığı	: 245,0 gr
Yıkama Esnasındaki Kayıp	: 21,0 gr

Elek No	Delik Çapı mm	Eleğin Üstünde Kalan gr	Elekten Geçen	
			gr	%
3/4"	19,600			
3/8"	9,400	0,00	266,00	100
3/16"	4,760	0,00	266,00	100
10	2,000	43,20	222,80	84
20	1,000	75,80	147,00	55
40	0,425	71,50	75,50	28
70	0,200	37,90	37,60	14
100	0,149	11,10	26,50	10
200	0,074	5,70	20,80	8
Alt kapta toplanan				
Yıkamadaki kayıp				
Alt kap toplamı				
Toplam				



EK C4A

KABATAŞ ERKEK LİSESİ EĞİTİM VE YATAKHANE BİNASI
JEOTEKNİK ARAŞTIRMALAR
SONDAJ LOG1

GEOS Geoteknik ve Sondajcılık Ltd.

KABATAŞ ERKEK LİSESİ ZEMİN ETUDU
JEOTEKNİK ARAŞTIRMALAR

Sayfa 1 / 2

YER : BESİKTAS										KUYU NO : S1				
EKİPMAN : GMS-300										ZEMİN KOTU : 0.00 m.				
SONDAJ YÖNTEMİ : ROTARY : 0.00-27.00m arası.										KOORD. : N : E :				
KUYU ÇAPİ : 0.00-25.50m arası - 89mm.										BAŞLANGIÇ : 13.10.2000 BİTİŞ : 15.10.2000				
NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı				Muh. Dm. (m)	Y.A.S. Dm. (m)	TCR	RQD	SCR	Dm. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
Dm. (M)	TİP	15	7.5	7.5	7.5	Tarih		%	%	%				
0.00						13.10.20					0.25	Beton	-0.25	
1.50							Y.A.S.	20						
3.00							1.40	14						
3.05														
4.50														
6.00														
7.50														
9.00														
10.50	D1	9				11 N = 24								
10.95														
12.00	D2	14				17 N = 37								
12.45														
13.50	D3	2				4 N = 9								
13.95														
15.00	D4	6				3 N = 5								
15.45														
16.50	D5	5				6 N = 12								
16.95														
18.00	D6	6				8 N = 12								
18.45														
19.50	D7	7				5 N = 10								
19.95														
NOTLAR : Dolgu zemin içinde blokdar bulunması nedeniyle karotiyerle ilerleme yapılmıştır. Revizyon CC/ Revizyon CB/ Revizyon CA/														
SONDÖR : I.KOLUKISA					LOGU HAZIRLAYAN : A.AKKAS					KONTROL EDEN : H.E.ALPAZ				

EK C4B

KABATAŞ ERKEK LİSESİ EĞİTİM VE YATAKHANE BİNASI
JEOTEKNİK ARAŞTIRMALAR
SONDAJ LOG1B

GEOS Geoteknik ve Sondajcılık Ltd.

KABATAŞ ERKEK LİSESİ ZEMİN ETUDU
JEOTEKNİK ARAŞTIRMALAR

Sayfa 2 / 2

YER : BESİKTAS										KUYU NO : S1	
EKİPMAN : GMS-300										ZEMİN KOTU : 0.00 m.	
SONDAJ YÖNTEMİ : ROTARY : 0.00-27.00m arası.										KOORD. : N : E :	
KUYU ÇAPI : 0.00-25.50m arası - 89mm. 25.50-27.00m arası - 76mm.										BAŞLANGIÇ : 13.10.2000 BİTİŞ : 15.10.2000	
NUMUNE VE YERİNDE DENEY.	TİP	S.P.T. darbe sayısı	Muh. Dm. (m)	Y.A.S. Dm. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Dm. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND
21.00	08	9	12	12					Gevşek-orta sıklı, gri renkli, cakil kili KABUK, (18.50-19.50 m lerde kum miktarı artmakta)	-22.00	
21.45								22.00			
22.50	09	11	12	15					Orta sıklı, gri renkli, kumlu CAKIL	-23.50	
22.95								23.50			
24.00	010	28	40	20/5					Sarı renkli, ileri derecede ayrılmış KUMTASI/KILTASI	-25.00	
24.35								25.00			
25.00					20	0					
25.00					27	0			Gri-kahverengili, sık ekleml, ekleml yüzeylen FeO, orta tabakalı, orta-ilen derecede ayrılmış KUMTASI/KILTASI		
27.00								27.00	SONDAJ BİTİMİ	-27.00	
NOTLAR :											
SONDÖR : LKOLUKİŞA										KONTROL EDEN : H.E.ALPAY	
LOGU HAZIRLAYAN : A.AKKAS										Revizyon CC/ Revizyon CB/ Revizyon CA/	

EK C5A

KABATAŞ ERKEK LİSESİ EĞİTİM VE YATAKHANE BİNASI
JEOTEKNİK ARAŞTIRMALAR
YATAKHANE BİNASI SONDAJ LOG7A

YER : BESİKTAŞ										OFFSET :		KUYU NO : 57	
EKİPMAN : GMS-300												ZEMİN KOTU : 0.00 m.	
SONDAJ YÖNTEMİ : ROTARY : 0.00-25.00m arası.										KOORD. : N :		E :	
KUYU ÇAPI : 0.00-18.15m arası - 89mm. 18.15-25.00m arası - 69mm.										BAŞLANGIÇ : 04.10.2000		BİTİŞ : 06.10.2000	
NUMUNE VE YERİNDE DENİY.	S.P.T. darbe sayısı	Muh. Dm. (m)	Y.A.S. Dm. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Dm. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND			
Dm. (M)	TİP	15	7.5	7.5	7.5								
1.50	D1	8	8	8									
1.95													
3.00	D2	9	14	16									
3.45													
4.20													
5.20													
6.00													
6.07													
7.50													
9.00													
10.50													
12.00													
13.50	D3	8	9	9									
13.95													
15.00	D4	9	11	13									
15.45													
16.50	D5	10	13	7									
16.95													
18.00	U1												
18.50													
19.50	D9	14	17	21									
19.95													

NOTLAR :

Revizyon 0C/
Revizyon 0A/

SONDÖR : İ.KOLUKISA LOGU HAZIRLAYAN : A.AKKAS KONTROL EDEN : H.E.ALPAZ

EK C5B

KABATAŞ ERKEK LİSESİ EĞİTİM VE YATAKHANE BİNASI
JEOTEKNİK ARAŞTIRMALAR
YATAKHANE BİNASI SONDAJ LOG7B

GEOS Geoteknik ve Sondajcılık Ltd.										KABATAŞ ERKEK LİSESİ ZEMİN ETUDU JEOTEKNİK ARAŞTIRMALAR				Sayfa 2 / 2	
YER : BESİKTAS					OFFSET :					KUYU NO : S7					
EKİPMAN : GMS-300					ZEMİN KOTU : 0.00 m.										
SONDAJ YÖNTEMİ : ROTARY : 0.00-25.00m arası.										KOORD. : N : E :					
KUYU ÇAPİ : 10,15-25.00m arası - 66mm.										BAŞLANGIÇ : 04.10.2000 Bitiş : 05.10.2000					
NUMUNE VE YERİNDE DENEY.		S.P.T. darbe sayısı				Muh. Drn. (m) Tarih	Y.A.S. Drn. (m)	TCR %	RQD %	SCR %	Drn. (m)	ZEMİN CİNSİ	KOT (m)	LEJAND	
Drn. (M)	TİP	15	7.5	7.5	7.5										
21.00						04.10.20					21.00	Sert, kahve-gri renkli, cırtlı kumlu siltli KİL	-21.00		
23.00							25	0				Kahve-gri renkli, sık ekmil, ekmil kili ve FeO, orta-ilen derecede ayrılmış KILTASI/SEYL, zayıf			
25.00							33	0			25.00		SONDAJ BİTİMİ	-25.00	
NOTLAR :															
SONDÖR : İ.KOLUKISA LOGU HAZIRLAYAN : A.AKKAS KONTROL EDEN : H.E.ALPAZ															

KABATAŞ ERKEK LİSESİ EĞİTİM VE YATAKHANE BİNASI
JEOTEKNİK ARAŞTIRMALAR
SONDAJ KESİTLERİ 1

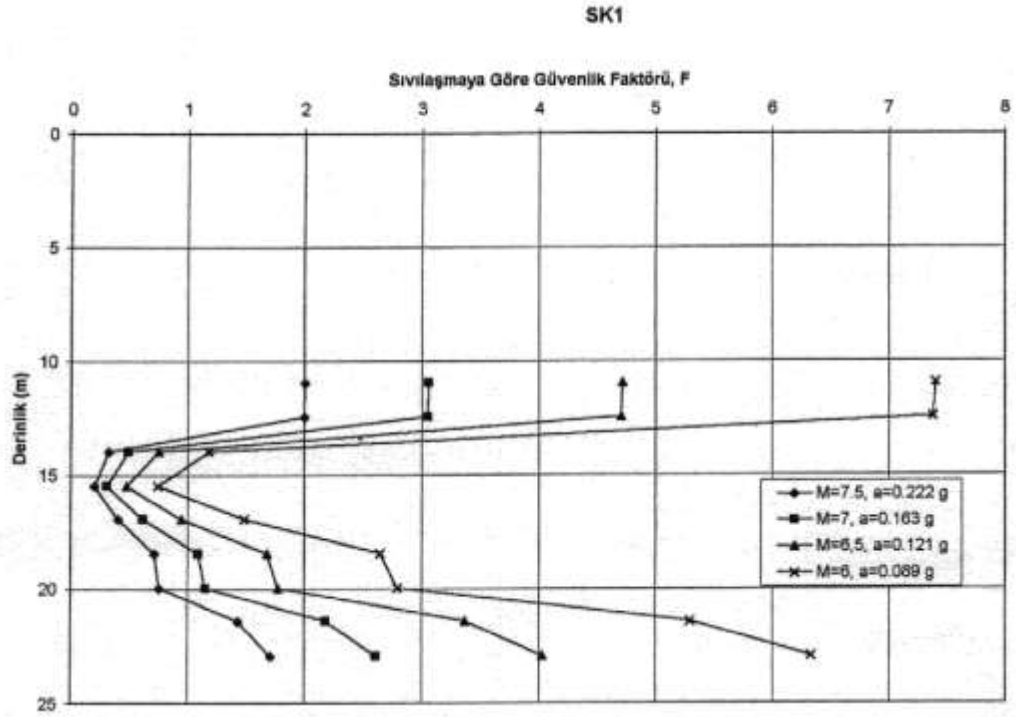
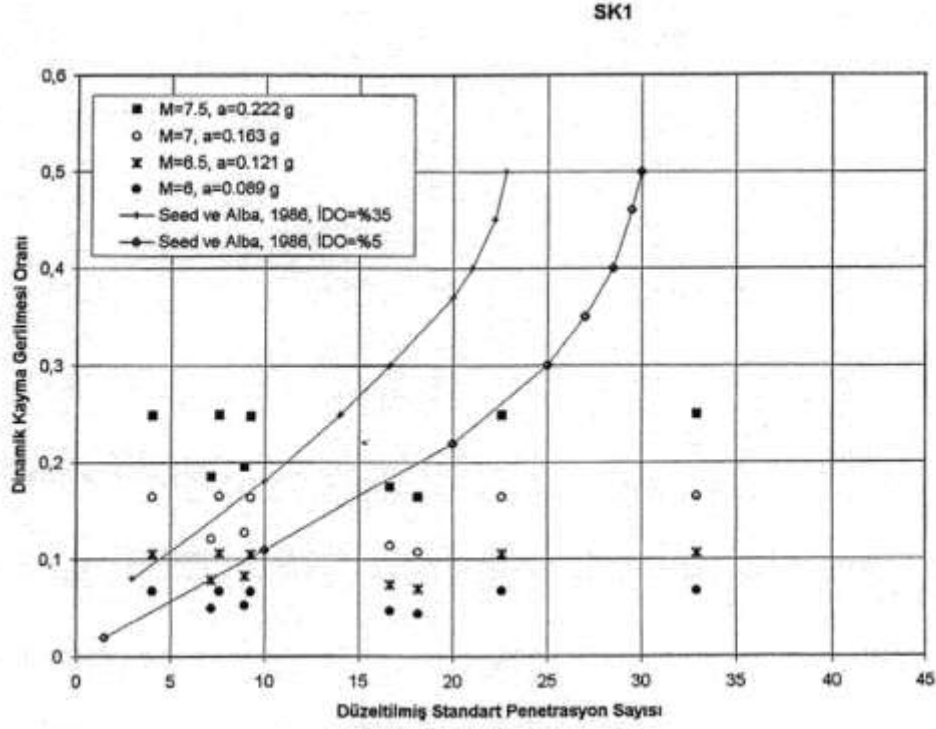


KABATAŞ ERKEK Lİ SESİ EĞ İTİ M VE YATAKHANE Bİ NASI
JEOTEKNİK ARAŞTIRMALAR
SONDAJ KESİTLERİ 2



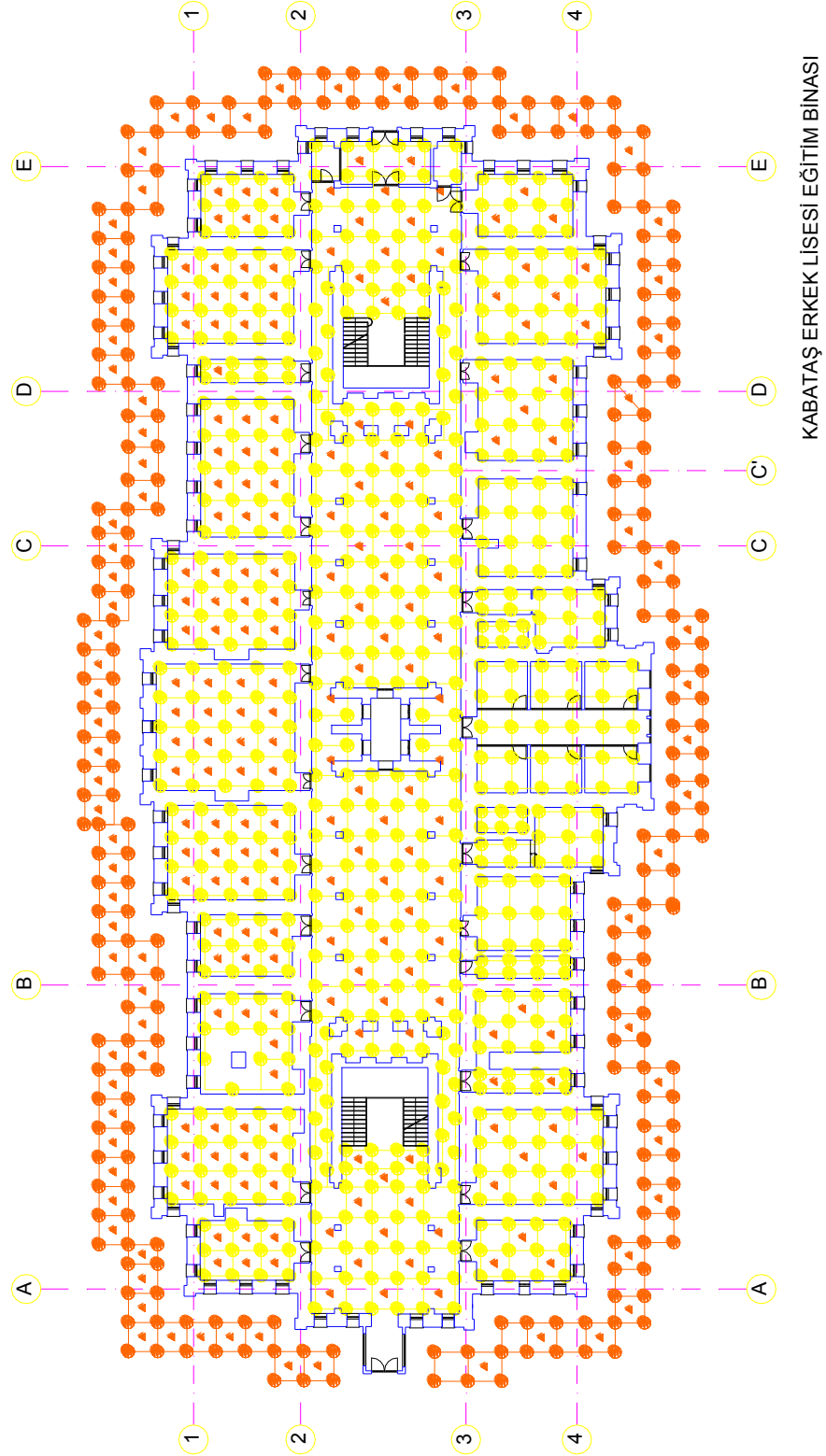
EK C8

KABATAŞ ERKEK İLİ SESİ EĞİTİM VE YATAKHANE BİNASI JEOTEKNİK ARAŞTIRMALAR SİVİLAŞMA ANALİZİ



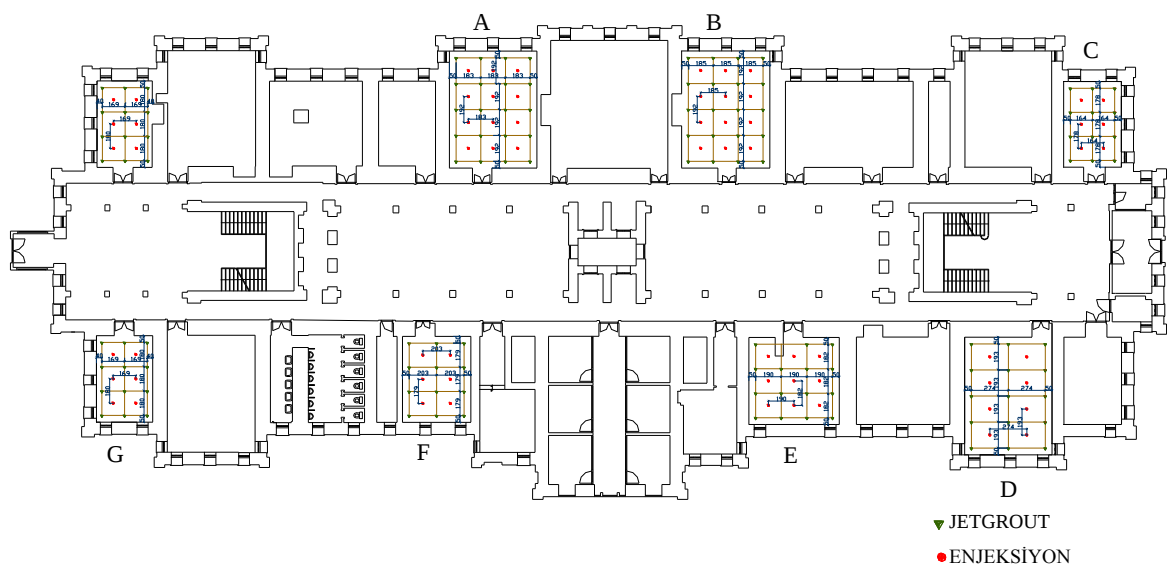
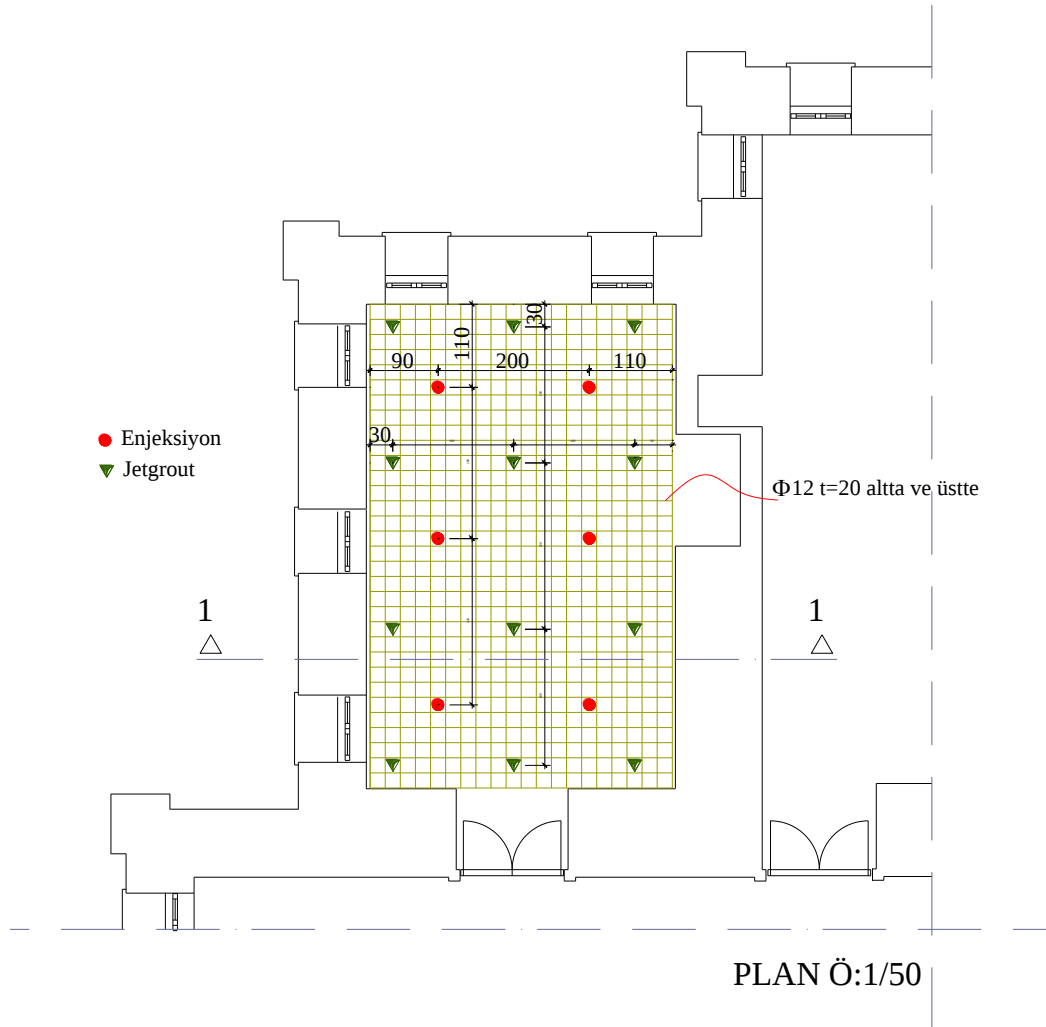
EK C9

KABATAŞ ERKEK LİSESİ EĞİTİM BİNASI
JET GROUT VE ENJEKSİYON UYGULAMA PLANI



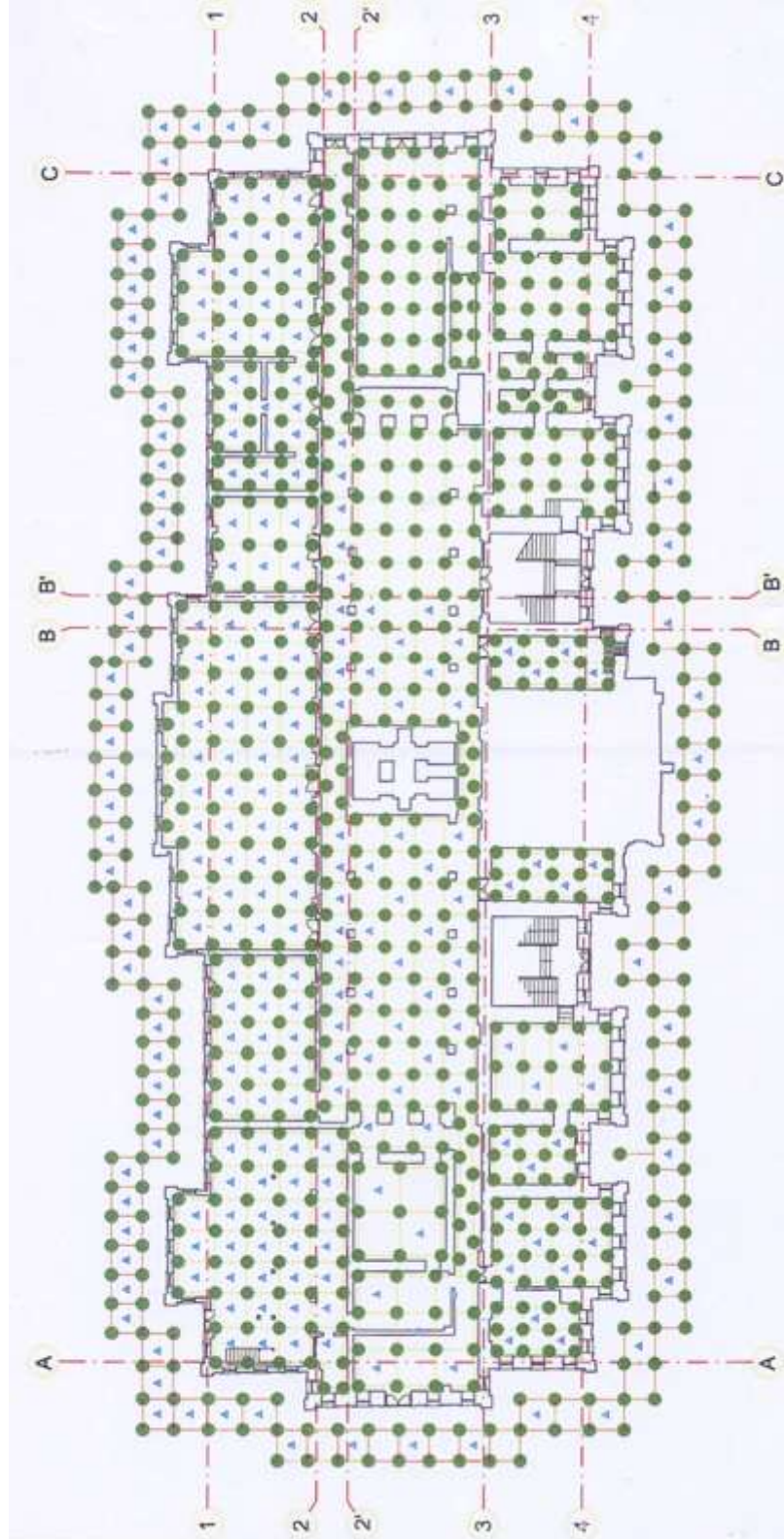
EK C10

KABATAŞ ERKEK LİSESİ EĞİTİM BİNASI
İLK ETAP ENJEKSİYON VE JETGROUT UYGULAMA PLANI



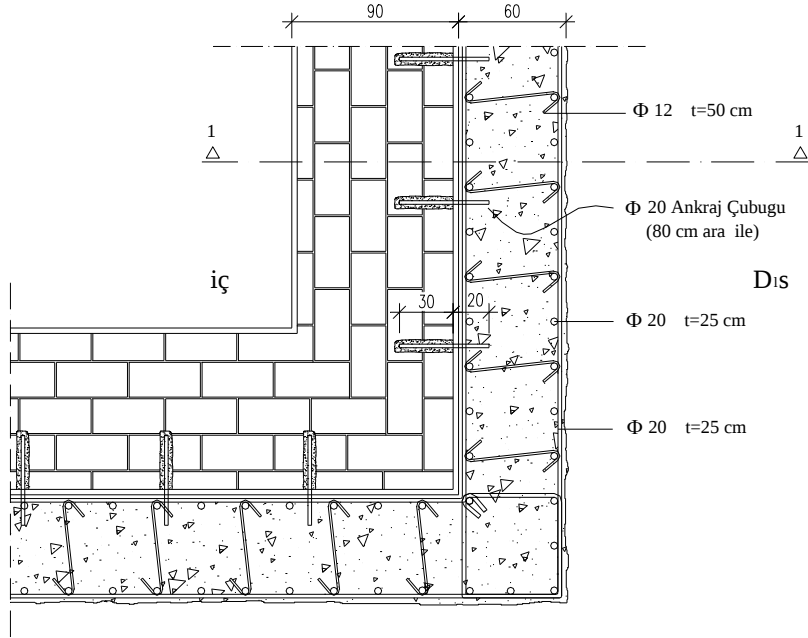
EK C11

KABATAŞ ERKEK Lİ SESİ YATAKHANE BİNASI
JET GROUT VE ENJEKSİYON UYGULAMA PLANI

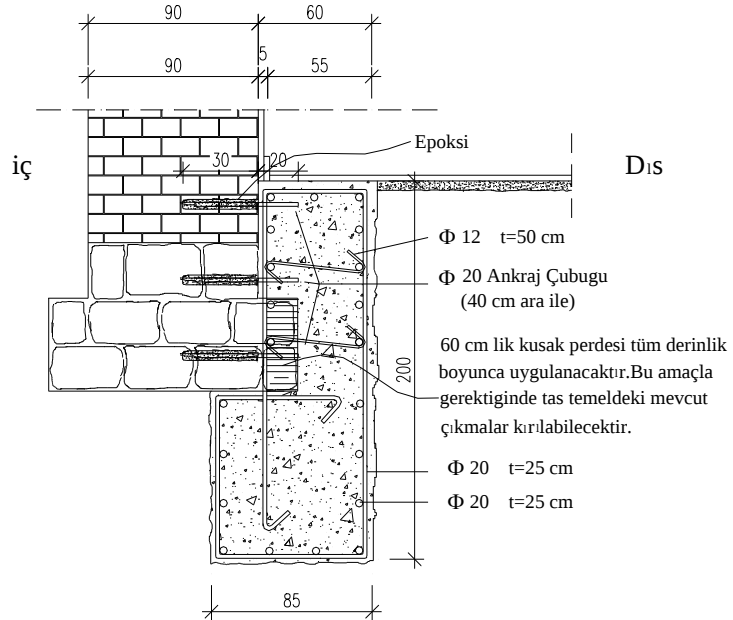
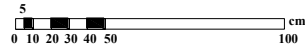


EK C12

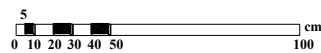
KABATAŞ ERKEK Lİ SESİ EĞİTİM VE YATAKHANE BİNASI KUŞAK PERDESİ PLAN VE KESİTİ



KUSAK PERDESİ PLANI

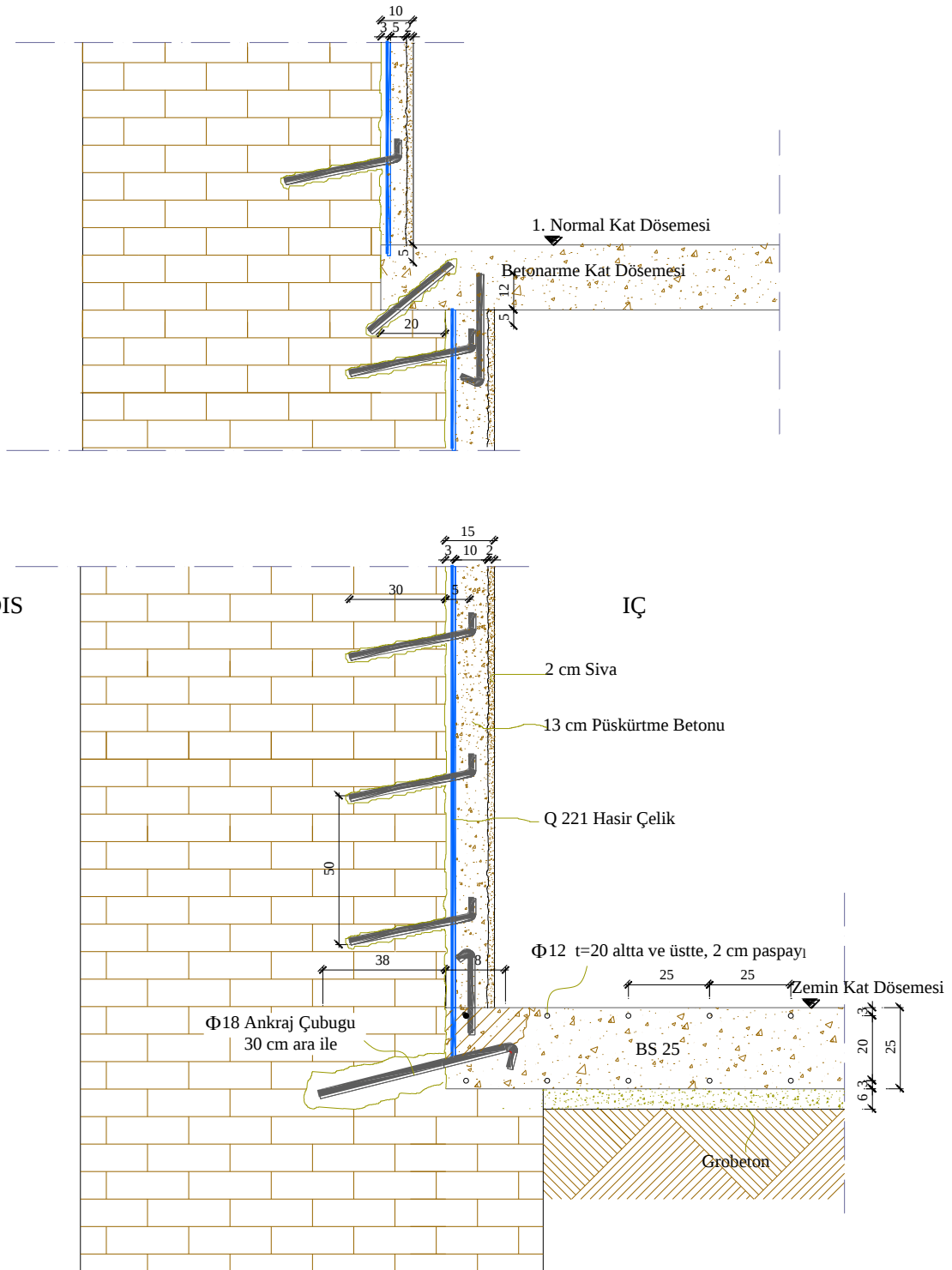


KUSAK PERDESİ 1-1 KESİTİ



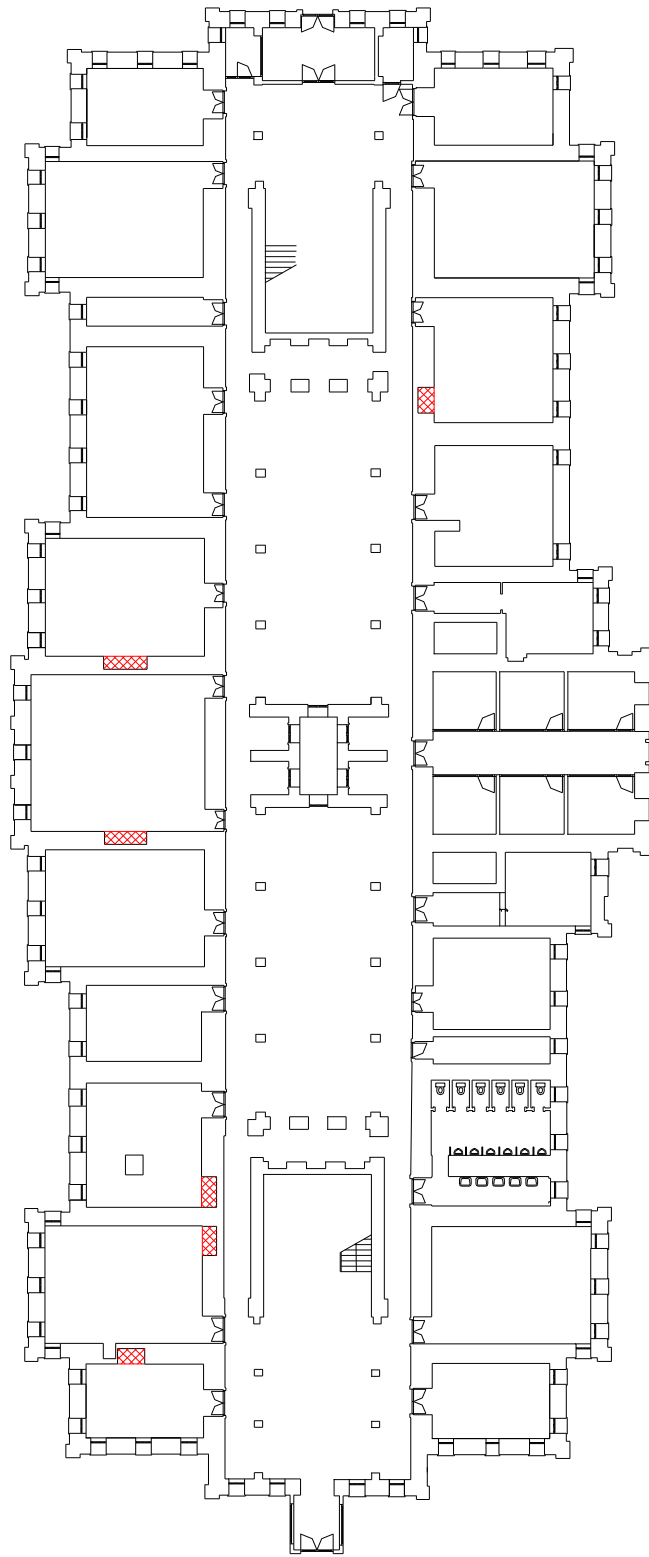
EK C13

KABATAŞ ERKEK Lİ SESİ EĞİTİMİNİN
TAŞIYICI DUVAR
PÜSKÜRTME BETON VE HASIL ÇELİK İLE TAKVİYE DETAYI



EK C14

KABATAŞ ERKEK Lİ SESİ EĞİTİMİNASI
TAŞIYICI DUVARDA KAPATILAN NİŞLER



KAPATILACAK NİŞLER

Ek D



Şekil D1. Kabataş Erkek Lisesi



Şekil D2. Kabataş Erkek Lisesi Eğitimi Binası



Şekil D3. Yatakhane binası kuzeydoğu muayene çukuru



Şekil D4. Güneybatı cephesi muayene çukuru, temel in sıklığı, alttaki dolgu zeminini ve ahşap kazıklarının çürüdüğü gözleniyor.



Şekil D5. Eğitimi binası ön cephe muayene çukuru, temel in sıklığı ve ayrılmış ahşap kazıklar görülüyor.



Şekil D6. Kabataş Erkek Lisesi Eğitim Binası Güneybatı cephesi



Şekil D7. Kabataş Erkek Lisesi Eğitim Binası Kuzey cephesi



Şekil D8. Kabataş Erkek Lisesi Eğitim Binası arka cephe taşıyıcı duvarlarda çatlaklar



Şekil D9. Kabataş Erkek Lisesi Eğitim Binası ön cephe taşıyıcı duvarlarda çatlaklar



Şekil D10. Tuğlalarda aşırı ayrışma



Şekil D11. Eğitimi Binası Arka Cephe Kuşaklama Perdesi kazısı; temellerin karınışık yapısı, elle ufalanabilecek derecede kötü durumdaki tuğla temel malzemesi



Şekil D12. Yatıkhane Binası Kuşaklama Perdesi kazısı; temellerin karışık yapısı



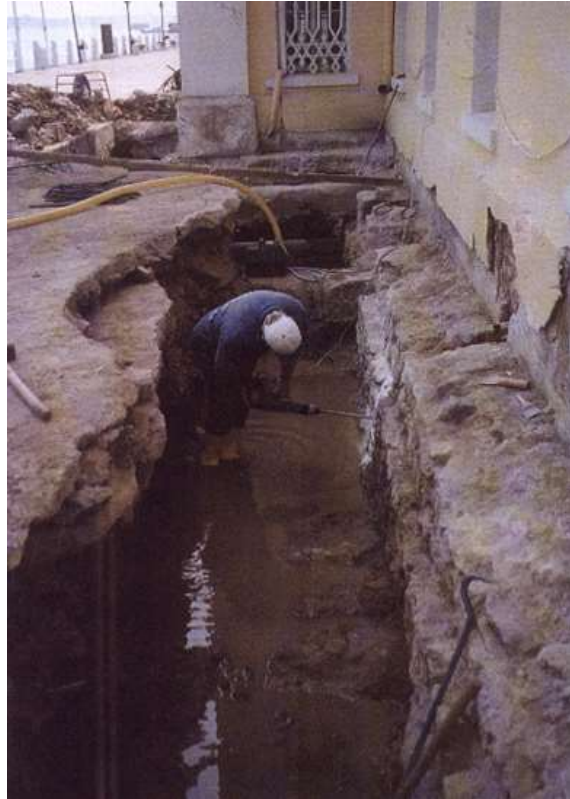
Şekil D13. Yetersiz temel derinliği, kötü temel malzemesi, olumsuz zemin yapısı ve temel altında sıkıştırma kazıkları



Şekil D14. Eğitimi Binası Kuşaklama Perdesi Kazısı; yetersiz temel derinliği, kötü temel malzemesi ve heterojen temel yapısı



Şekil D15. Kuşakla ma perdesi kazısı; ayrış mış yapıdaki kireç harçlı temel duvarı



Şekil D16. Kuşakla ma perdesi kazısı; ankraj yerlerinin delinmesi



Şekil D17. Eğiti m B nasında te melleri n kar nış k yapı sı, köt ü te mel mal zemesi di kkte al ınarak donatılar yerleştiril mesi ve ankrajlar yapıl ması



Şekil D18. Te melleri n kar nış k yapı sı di kkte al ınarak donatıları n yerleştiril mesi



Şekil D19. Yatakhane B nası Arka Cephe te melleri n kar nış k yapı sı, köt ü te mel mal ze mesi di kkte al ınarak donatılar yerleştiril mesi ve ankrajlar yapıl ması



Şekil D20. Yatakhane B'nası Ön Cephe temel ve duvarın karışık yapısı, kötü temel malzemesi dikkate alınarak donatılar yerleştirilmesi ve ankrajlar yapılması



Şekil D21. Temel takviyesi, kuşak perdesi beton dökülmesi ve betonun vibratörle enerek yerleştirilmesi



Şekil D22. Teşviş takviyesi taahhütlenen kuşak perdesi betonu



Şekil D23. Eğitim Binası teşviş takviyesi taahhütlenen kuşak perdesi betonu



Şekil D24. Yatakhane binası ön ve orta bloğun birleştirilmesi



Şekil D25. Eğitimi nası jet grout ve enjeksiyon uygulanması



Şekil D26. Jet grout ve enjeksiyon uygulanması



Şekil D27. Taşıyıcı duvarların kompozit hale getirilmesi için duvar sıvalarının kaldırılması, tabana yakın duvarlarda az pişmiş-bozulmuş tuğlalar



Şekil D28. Duvarda hasır çelik yerleştirilmesi, taban ve tavanda epoksili ankraj yerleştirilmesi



Şekil D29. Duvar yüzlerine ve pencere içlerine hasır çelik yerleştirilmesi, taban-tavan ve duvar yüzlerine ankrajların yerleştirilmesi



Şekil D30. Duvar yüzlerine hasır çelik yerleştirilmesi, taban-tavan ve duvar yüzlerine ankrajların yerleştirilmesi



Şekil D31. Shotcrete uygulanması



Şekil D32. İkinci kademeye püskürtme betonu uygulanması öncesi



Şekil D33. Püskürtme betonu sonu, sıva düzeltilmesi öncesi

ÖZGEÇMİŞ

Mahmut Murat SARAÇ, 08 Eylül 1976 'da Rize'de doğdu. İlk öğrenimini Samsun'da başladıktan sonra, orta öğrenimini 1994 yılında Rize Anadolu Lisesi'nde tamamladı. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nden 2000 Yılında "Mimar" olarak mezun oldu. İstanbul Teknik Üniversitesi'nde üç yıl "CADclub" öğrenci kulübü yöneticiliği yaptı. 1999 yılına kadar çeşitli şantiyelerde ve mimarlık bürolarında çalıştı. 1999 yılı ile 2000 yılları arasında mimar ünvanıyla HUB Mobilya ve Dekorasyon A.Ş.'de, Marmara Bölgesi projeler sorumlusu olarak çalıştı ve çeşitli İtalyan mobilya firmalarının Türkiye temsilciliğini yaptı. Kabataş Erkek Lisesi okul ve yatakhane binalarının güçlendirilmesinde şantiye sorumlusu olarak görev yaptı. 2000 yılından beri çeşitli semlerde restorasyon ve güçlendirme çalışmalarında görev almaktadır. İngilizce ve Almanca olmak üzere iki dil bilmektedir.

e-mail: mmuratsarac@hotmail.com mahmut muratsarac@hotmail.com