

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAKUT VE SAFİR SİTELERİNİN
GÜVENLİK TAHKİKLERİNİN YAPILMASI
VE GÜÇLENDİRME PROJESİNİN
HAZIRLANMASI**

MURAT ÖZTÜRK
028222001006
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KONYA-2005

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAKUT VE SAFİR SİTELERİNİN GÜVENLİK
TAHKİKLERİNİN YAPILMASI VE GÜÇLENDİRME
PROJESİNİN HAZIRLANMASI**

Murat ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 24.10.2005 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

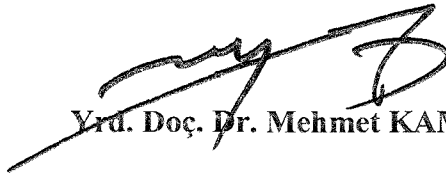


Prof. Dr. M. Yaşar KALTAKCI



Yrd. Doç. Dr. Rifat SEZER

Danışman



Yrd. Doç. Dr. Mehmet KAMANLI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAKUT VE SAFİR SİTELERİNİN GÜVENLİK TAHKİKLERİNİN YAPILMASI VE GÜÇLENDİRME PROJESİNİN HAZIRLANMASI

Murat ÖZTÜRK

T.C. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Rifat SEZER

2005, 268 sayfa

Jüri

Prof. Dr. M. Yaşar KALTAKCI

Yrd. Doç. Dr. Rifat SEZER

Yrd. Doç. Dr. Mehmet KAMANLI

Betonarme yapılar, ömürleri boyunca büyük dış etkilere maruz kalabilmekte ve taşıma kapasitelerinin artırılması gereği ortaya çıkabilmektedir. 1996 yılına kadar deprem bölgeleri içinde yer almayan Konya’da bu tarihten önce, denetim eksikliğinin de yardımıyla yönetmeliklere ve temel mühendislik prensiplerine uymayan, deprem güvenliği bir yana kendi ağırlığı altındaki güvenliği bir soru işareti olan birçok yapı oluşturulmuştur. İnşa aşamasında olduğu gibi, binaların kullanımı sırasında da yeterli denetimin yapılmaması durumunda yaşanabilecek felaketi ise Zümrüt Sitesi açıkça göstermiştir. Sonuç olarak Konya’da özellikle 1996 yılından önce, yani Konya deprem bölgeleri içinde yer almıyorken inşa edilmiş yapıların yeni yönetmelik koşullarına göre değerlendirilmesi ve gerekiyorsa güçlendirilmesi gereği ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmada 02.02.2004 tarihinde göçen, Konya ili Selçuklu ilçesindeki Zümrüt Sitesi’nin her iki yanında bulunan Yakut ve Safir sitelerinin, statik ve dinamik etkiler altındaki güvenlikleri araştırılmıştır. Sonuç olarak her iki binadaki taşıyıcı sistem elemanları için olumsuz sonuçlar elde edildiğinden, binaları güvenli hale getirecek uygun güçlendirme projesi hazırlanarak detay ve uygulama aşamaları ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Güçlendirme, Onarım, Bina.

ABSTRACT

Master of Science Thesis

SAFETY ASSESMENT OF YAKUT AND SAFIR BUILDINGS AND PREPARATION OF STRENGTHENING PROJECTS OF THE BUILDINGS

Murat ÖZTÜRK

Selcuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences Civil Engineering Department

Adviser: Assist. Prof. Dr. Rifat SEZER

2005, 268 pages

Jury

Prof. Dr. M. Yaşar KALTAKCI

Assist. Prof. Dr. Rifat SEZER

Assist. Prof. Dr. Mehmet KAMANLI

Reinforced concrete structures can be subjected to large external effects throughout their lives and sometimes the necessity for increasing their load-carrying capacities comes into existence. Konya has not been included in Turkey's earthquake zones in the codes until 1996 that there were built many constructions with uncertain safety conditions not only under earthquake safety but also under their own weights and these buildings were not built in accordance with basic engineering principles and codes with the help of lack of inspection. Zümürüt Building clearly demonstrated the disaster that could be livable when sufficient inspection was not performed during both construction and utilization stages. As a result, there were found a necessity for the evaluation of constructions according to new code specifications especially for the constructions built before 1996 i.e. while Konya was not taking place in seismic zones .

In this study, the safety conditions of Yakut and Safir buildings under static and dynamic effects were investigated, because these buildings exist in both sides of Zümürüt Building collapsed in February 2 of year 2004 in Selcuklu District of Konya. Finally, since unfavorable results were obtained for load-carrying system members of each of the two buildings, an appropriate strengthening project that will bring the buildings to a safer status was prepared and its details and application stages were comprehensively explained.

Key Words: Earthquake, Strengthening, Repair, Building.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması sırasında, yardımlarını ve fikirlerini esirgemeyerek yetiştirmeme yardımcı olan, ayrıca bölüm imkânlarını esirgemeyen başta İnşaat Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. M. Yaşar KALTAKCI' ya, danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Rıfat SEZER' e ve her aşamada yanımda olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Ali KÖKEN' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışma sırasında ihtiyacım olduğu her an yanımda olan arkadaşlarım Arş. Gör. İ. Hakkı ERKAN, Arş. Gör. Alpaslan KAYA ve Arş. Gör. Nebi ÖZDÖNER' e, güçlendirme çalışmaları sırasında her türlü kolaylığı sağlayan başta Teyfik CON olmak üzere tüm Simge İnşaat çalışanlarına ve Yakut Sitesi yöneticilerine şükranlarımı sunarım. Yine her zaman bana inanan ve beni teşvik eden aileme de teşekkür ederim.

Bu çalışma Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün desteğiyle yapılmıştır.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
KULLANILAN SEMBOLLER	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
TABLoların LİSTESİ	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xvi
KISALTMALAR.....	xviii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL VE METOD	7
3.1. Betonarme Yapılarda Çatlak ve Hasar Biçimleri.....	7
3.1.1. Taşıyıcı olmayan yapı elemanlarında çatlak ve hasar biçimleri.....	7
3.1.2. Taşıyıcı yapı elemanlarında hasar biçimleri.....	10
3.1.2.1. Kolonlarda meydana gelen hasar biçimleri.....	10
3.1.2.2. Kirişlerde meydana gelen hasar biçimleri.....	11
3.1.2.3. Perdelerde meydana gelen hasar biçimleri.....	13
3.1.2.4. Döşemelerde meydana gelen hasar biçimleri.....	14
3.1.2.5. Betonarme Yapılarda Korozyon Hasarı ve Onarımı.....	14
3.2. Mevcut Betonarme Yapılarda Güvenliğin Belirlenmesi.....	17
3.2.1. Yapı güvenliği kavramı.....	17
3.2.2. Değişik yapı elemanlarının yapı güvenliğine katkı düzeyleri.....	18
3.2.2.1. Döşemeler.....	19
3.2.2.2. Kirişler.....	19

3.2.2.3. Kolonlar.....	20
3.2.2.4. Perdeler.....	20
3.2.2.5. Kolon – kiriş birleşim bölgeleri.....	21
3.2.2.6. Temeller.....	22
3.3. Mevcut Yapıların T.D.Y. (1998) Koşulları Bakımından Değerlendirilmesi.....	22
3.3.1. Depreme dayanıklı yapı tasarımı yaklaşımı.....	23
3.3.2. Hesap yöntemleri açısından değerlendirme.....	24
3.3.3. Malzeme dayanımları açısından yapılan düzenlemeler.....	25
3.3.4. Konstrüktif kurallarda yapılan düzenlemeler.....	26
3.3.5. Yapısal düzensizlikler açısından yapılan düzenlemeler.....	28
3.3.5.1. Planda düzensizlik durumları.....	29
1. Burulma düzensizliği.....	29
2. Döşeme süreksizlikleri.....	31
3. Planda çıkıntılar bulunması.....	33
4. Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması.....	33
3.3.5.2. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları.....	34
1. Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat).....	34
2. Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat).....	36
3. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği.....	37
3.4. Betonarme Yapılarda Güçlendirme.....	38
3.4.1. Onarım ve güçlendirme malzemeleri.....	40
3.4.1.1. Tamir harçları ile onarım.....	40
3.4.1.2. Püskürtme beton ile onarım ve güçlendirme.....	41
3.4.1.3. Epoksi reçinesi ile onarım ve güçlendirme.....	41
3.4.1.4. Çelik şeritlerle onarım ve güçlendirme.....	42
3.4.1.5. RPC (Reaktif pudra betonu) ile onarım ve güçlendirme.....	42

3.4.1.6. Sifcon (Yüksek oranda kısa kesilmiş çelik tel içeren çimento bulamacı) ile onarım ve güçlendirme.....	43
3.4.1.7. Lif takviyeli polimer kompozitler ile onarım ve güçlendirme.....	44
3.4.2. Eski ve yeni betonu kaynaştırma yöntemleri.....	44
3.4.3. Donatının betona ankrajı.....	46
3.4.4. Güçlendirme yöntemleri.....	46
3.4.4.1. Betonarme kirişlerin güçlendirilmesi.....	47
3.4.4.2. Betonarme kolonların güçlendirilmesi.....	53
3.4.4.3. Betonarme perdelerle güçlendirme.....	57
3.4.4.4. Çelik çaprazlarla güçlendirme.....	59
3.4.4.5. Birleşim yerlerinin güçlendirilmesi.....	60
3.4.4.6. Temellerin güçlendirilmesi.....	61
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	64
4.1. Yakut ve Safir Siteleri İçin Yapılan Röleve Çalışması.....	65
4.1.1. Yapıların tanıtılması.....	65
4.1.2. Proje ile ilgili incelemeler.....	66
4.1.3. Yapı mahallindeki gözlemler.....	67
4.2. S.Ü. Jeodezi – Fotoğrametri Mühendisliği Bölümü Tarafından Yapılan Jeodezik Deformasyon Ölçü çalışmaları.....	68
4.3. S.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Tarafından Yapılan Zemin İncelemeleri.....	70
4.4. Mevcut Yapının Malzeme Özelliklerinin Kontrolü.....	72
4.4.1. Beton basınç dayanımının tespit edilmesi.....	72
4.4.1.1. Sertleşmiş betondan karot alınması ve beton basınç dayanımının karot numuneler üzerinden elde edilmesi.....	73
4.4.1.2. Yakut ve Safir sitelerinde beton basınç dayanımının tespit edilmesi için yapılan çalışmalar.....	75
4.4.1.3. Karot numune sonuçlarının yürürlükteki yönetmelikler çerçevesinde değerlendirilmesi.....	80

4.4.2. Yapı elemanlarında projede öngörülen donatı detaylarının kontrol edilmesi...	85
4.4.2.1. Hilti Ferrosan FS10 donatı analiz cihazının tanıtılması ve Yakut ve Safir sitelerinde uygulanması.....	85
4.4.2.2. Tarama sonuçlarının değerlendirilmesi.....	88
4.5. Binaların T.D.Y. (1998) Koşulları Esas Alınarak Değerlendirilmesi.....	94
4.5.1. T.D.Y. (1998) koşullarına göre yapılan güvenlik tahkiklerinin değerlendirilmesi.....	177
4.6. Mevcut Binaların Güçlendirilmesi.....	179
4.6.1. Güçlendirme sisteminin oluşturulması.....	179
4.6.1.1. Sisteme yeni düşey taşıyıcı elemanların eklenmesi ve kolonların güçlendirilmesi.....	180
4.6.1.2. Kirişlerin güçlendirilmesi.....	196
4.6.1.3. Temellerin güçlendirilmesi.....	199
4.6.2. Yapıların güçlendirme sonrasındaki durumlarının değerlendirilmesi.....	202
4.7. Projenin Uygulanması ve Uygulama Sırasında Karşılaşılan Güçlükler.....	226
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	251
6. KAYNAKLAR.....	255
7. EKLER.....	258

KULLANILAN SEMBOLLER

A_c	: Kolonun brüt enkesit alanı
A_{ch}	: Boşluksuz perdenin brüt enkesit alanı
$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
D_i	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde burulma düzensizliği olan binalar için i' inci katta %5 ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
f_{cm}	: Karot numunelerinden elde edilen ortalama basınç dayanımı
f_{cd}	: Betonun tasarım basınç dayanımı
f_{ctd}	: Betonun tasarım çekme dayanımı
f_{yd}	: Boyuna donatının tasarım akma gerilmesi
H_N	: Yapı yüksekliği
I	: Yapı önem katsayısı
M_x	: Kolona X yönünde etkiyen eğilme momenti
M_y	: Kolona Y yönünde etkiyen eğilme momenti
M_{rx}	: Kolonun X yönündeki taşıma gücü momenti
M_{ry}	: Kolonun Y yönündeki taşıma gücü momenti
$N_{d,max.}$	: Yük katsayıları kullanılarak hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü
$R_a(T)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
T	: Spektrum karakteristik periyotları
V_r	: Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı
V_t	: Eşdeğer deprem kuvveti

σ_{zem} : Zemin emniyet gerilmesi

$\emptyset$: Donatı çapı

ρ : Donatı oranı

$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i' inci katındaki ortalama görelî kat ötelenmesi

$(\Delta_i)_{max}$: Binanın i' inci katındaki maksimum görelî kat ötelenmesi

$(\Delta_i)_{min}$: Binanın i' inci katındaki minimum görelî kat ötelenmesi

η_{bi} : i' inci katta tanımlanan burulma düzensizliğı katsayısı

η_{ci} : i' inci katta tanımlanan dayanım düzensizliğı katsayısı

η_{ki} : i' inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliğı katsayısı

$\overline{\sigma_c}$: Standart sapma

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<i>Şekil 3.1.</i>	Betonarme yapılardaki oturmalarından dolayı oluşan çatlaklar.....	8
<i>Şekil 3.2.</i>	Konsoldaki aşırı sehim sonucu döşemede oluşan çatlaklar.....	9
<i>Şekil 3.3.</i>	Açıklıkta ve mesnette eğilme çatlakları.....	11
<i>Şekil 3.4.</i>	Saplanan kirişten dolayı ana kirişte oluşan çatlak.....	12
<i>Şekil 3.5.</i>	Kirişte eğik çekme çatlakları.....	12
<i>Şekil 3.6.</i>	Kolondaki oturma nedeniyle kirişte oluşan eğik çekme çatlakları.....	13
<i>Şekil 3.7.</i>	Perde temelinde dönme sonucu oluşan göçme mekanizması.....	21
<i>Şekil 3.8.</i>	Spektrum katsayısının periyoda göre değişimi.....	23
<i>Şekil 3.9.</i>	Kolonlarda kullanılması gereken deprem etriye ve çirozları.....	26
<i>Şekil 3.10.</i>	Burulma Düzensizliği Durumu.....	29
<i>Şekil 3.11.</i>	8 akslı C tipi yapıların şematik kalıp planları.....	30
<i>Şekil 3.12.</i>	C tipi yapılar için burulma düzensizliği katsayısının aks-kat sayısına göre değişimi.....	31
<i>Şekil 3.13.</i>	A2 Türü Düzensizlik Durumları.....	32
<i>Şekil 3.14.</i>	A3 Türü Düzensizlik Durumu.....	33
<i>Şekil 3.15.</i>	Taşıyıcı Sistem Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması.....	34
<i>Şekil 3.16.</i>	(a) Elastik Davranış ve (b) Yumuşak Kat Davranışı.....	36
<i>Şekil 3.17.</i>	Kolonların Kiriş ve Guse Üzerine Oturtulması.....	37
<i>Şekil 3.18.</i>	Kirişin dört yanından mantolanması.....	47
<i>Şekil 3.19.</i>	Kirişin üç yanından mantolanması.....	48
<i>Şekil 3.20.</i>	V demirleri ile en kesit güçlendirmesi ve ek etriyelerin kaynakla bağlanması..	49
<i>Şekil 3.21.</i>	Çatlamış betonarme kirişin Reaktif Pudra Betonuyla güçlendirilmesi.....	51
<i>Şekil 3.22.</i>	Kirişin kesme kapasitesinin artırılması için SIFCON ceket uygulaması.....	52
<i>Şekil 3.23.</i>	Güçlendirilmiş ve güçlendirilmemiş kirişlerin tipik davranışı.....	52
<i>Şekil 3.24.</i>	Kolonun mantolama ile güçlendirilmesine değişik örnekler.....	53

<i>Şekil 3.25.</i>	Mantolanan bir kolonda donatı sürekliliğinin sağlanması.....	54
<i>Şekil 3.26.</i>	Kolonların profillerle kafes içine alınması.....	55
<i>Şekil 3.27.</i>	Kolonlarda kompozitlerle yapılan güçlendirme şekilleri.....	56
<i>Şekil 3.28.</i>	Eksenel perde durumunda donatı düzeni.....	58
<i>Şekil 3.29.</i>	Perde duvarın kalınlaştırılarak güçlendirilmesi.....	58
<i>Şekil 3.30.</i>	Kolon-kiriş birleşim bölgesinin lamalarla sarılarak güçlendirilmesi.....	60
<i>Şekil 3.31.</i>	Kolon-kiriş birleşim bölgesinin mantolanarak güçlendirilmesi.....	61
<i>Şekil 3.32.</i>	Temelin oluşturulan dişler yardımıyla güçlendirilmesi.....	62
<i>Şekil 3.33.</i>	Mantolanmış bir kolonun temel takviyesi.....	63
<i>Şekil 3.34.</i>	Güçlendirme perdesi temeli.....	63
<i>Şekil 4.1.</i>	Yakut ve Safir sitelerinde deformasyon ölçümleri için veri alınan noktalar.....	69
<i>Şekil 4.2.</i>	Hilti Ferrosan FS10 cihazıyla yatay ve düşey tarama aşamaları.....	87
<i>Şekil 4.3.</i>	Safir ve Yakut Siteleri temel aplikasyon planı.....	96
<i>Şekil 4.4.</i>	Safir Sitesi zemin kat kalıp planı.....	97
<i>Şekil 4.5.</i>	Safir Sitesi asma kat kalıp planı.....	98
<i>Şekil 4.6.</i>	Yakut Sitesi zemin kat kalıp planı.....	99
<i>Şekil 4.7.</i>	Yakut Sitesi asma kat kalıp planı.....	100
<i>Şekil 4.8.</i>	Safir ve Yakut Siteleri normal kat kalıp planı.....	101
<i>Şekil 4.9.</i>	Safir sitesine ait perspektif (SAP 2000).....	102
<i>Şekil 4.10.</i>	Safir sitesi normal kat planı (SAP 2000).....	103
<i>Şekil 4.11.</i>	1. kat S4 kolonuna ait karşılıklı etki diyagramı.....	105
<i>Şekil 4.12.</i>	3. kat S8 kolonuna ait karşılıklı etki diyagramı.....	106
<i>Şekil 4.13.</i>	Konsol kiriş – yeni kolon örnek birleşim detayı.....	185
<i>Şekil 4.14.</i>	Safir sitesi temel takviye planı.....	186
<i>Şekil 4.15.</i>	Safir sitesi bodrum kat takviye planı.....	187
<i>Şekil 4.16.</i>	Safir sitesi zemin kat takviye planı.....	188

<i>Şekil 4.17.</i>	Safir sitesi 1. ve 2. kat takviye planı.....	189
<i>Şekil 4.18.</i>	Safir sitesi 3. ve 4. kat takviye planı.....	190
<i>Şekil 4.19.</i>	Safir sitesi 5., 6., 7., 8. ve 9. kat takviye planı.....	191
<i>Şekil 4.20.a.</i>	Zemin kat kenar aks kolonları takviye detayı.....	192
<i>Şekil 4.20.b.</i>	Zemin kat kenar aks kolonları takviye detay kesitleri.....	193
<i>Şekil 4.21.</i>	Mevcut kolon için çelik profil takviye detayı.....	195
<i>Şekil 4.22.</i>	KAS012 kirişi takviye detayı.....	197
<i>Şekil 4.23.</i>	K221 kirişi takviye detayı.....	198
<i>Şekil 4.24.</i>	Bodrum kat iç kolon – mevcut temel birleşim detayı.....	200
<i>Şekil 4.25.</i>	Takviye temel – mevcut temel birleşim detayı.....	201
<i>Şekil 4.26.</i>	Safir sitesi güçlendirilmiş duruma ait perspektif görünümü.....	203

TABLoların LİSTESİ

<i>Tablo 3.1.</i>	Adhezyon ve sürtünmeyi etkileyen faktörler.....	45
<i>Tablo 4.1.</i>	Safir sitesi köşe noktalardaki düşeylik farkları.....	70
<i>Tablo 4.2.</i>	Yakut sitesi köşe noktalardaki düşeylik farkları.....	70
<i>Tablo 4.3.</i>	Yakut sitesi için karot numuneleri deney sonuçları.....	81
<i>Tablo 4.4.</i>	Safir sitesi için karot numuneleri deney sonuçları.....	82
<i>Tablo 4.5.</i>	Safir sitesi kolonları için boyuna donatı tespit sonuçları.....	92
<i>Tablo 4.6.</i>	Yakut sitesi kolonları için boyuna donatı tespit sonuçları.....	93
<i>Tablo 4.7.</i>	Yapısal çözümlemede dikkate alınan hesap parametreleri.....	94
<i>Tablo 4.8.a.</i>	Mevcut durum görelî kat ötelemesi kontrolü (X doğrultusu).....	107
<i>Tablo 4.8.b.</i>	Mevcut durum görelî kat ötelemesi kontrolü (Y doğrultusu).....	107
<i>Tablo 4.9.</i>	Mevcut Durum Düzensizlik Kontrolleri.....	108
<i>Tablo 4.10.</i>	Safir - Yakut Sitesi S01 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	109
<i>Tablo 4.11.</i>	Safir Sitesi S02 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	110
<i>Tablo 4.12.</i>	Safir Sitesi S03 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	111
<i>Tablo 4.13.</i>	Safir Sitesi S04 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	112
<i>Tablo 4.14.</i>	Safir Sitesi S05 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	113
<i>Tablo 4.15.</i>	Safir Sitesi S06 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	114
<i>Tablo 4.16.</i>	Safir Sitesi S07 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	115
<i>Tablo 4.17.</i>	Safir - Yakut Sitesi S08 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	116
<i>Tablo 4.18.</i>	Safir Sitesi S09 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	117
<i>Tablo 4.19.</i>	Safir Sitesi S010 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	118
<i>Tablo 4.20.</i>	Safir Sitesi P01 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	119
<i>Tablo 4.21.</i>	Safir Sitesi P02 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	120
<i>Tablo 4.22.</i>	Safir Sitesi P03 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı).....	121
<i>Tablo 4.23.</i>	Safir Sitesi Kolon ve Perdeleri İçin Karşılaştırma (Kesme Donatısı).....	122
<i>Tablo 4.24.</i>	Safir ve Yakut Sitesi S01 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	125
<i>Tablo 4.25.</i>	Safir Sitesi S02 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	126

Tablo 4.26.	Safir Sitesi S03 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	127
Tablo 4.27.	Safir Sitesi S04 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	128
Tablo 4.28.	Safir Sitesi S05 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	129
Tablo 4.29.	Safir Sitesi S06 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	130
Tablo 4.30.	Safir Sitesi S07 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	131
Tablo 4.31.	Safir Sitesi S08 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	132
Tablo 4.32.	Safir Sitesi S09 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	133
Tablo 4.33.	Safir Sitesi S010 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	134
Tablo 4.34.	Safir Sitesi P01 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	135
Tablo 4.35.	Safir Sitesi P02 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	136
Tablo 4.36.	Safir Sitesi P03 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	137
Tablo 4.37.a.	Safir Sitesi S7A Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar - Boyuna Donatı).....	138
Tablo 4.37.b.	Safir Sitesi S7A Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	138
Tablo 4.38.	Safir Sitesi Kirişleri İçin Açıklıkta Karşılaştırma (Zemin Kat).....	139
Tablo 4.39.	Safir Sitesi Kirişleri İçin Açıklıkta Karşılaştırma (Asma Kat).....	141
Tablo 4.40.	Safir Sitesi Kirişleri İçin Açıklıkta Karşılaştırma (Asma Kat – Normal Kat).....	143
Tablo 4.41.	Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Zemin Kat).....	145
Tablo 4.42.	Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Asma Kat).....	149
Tablo 4.43.	Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Normal Kat).....	154
Tablo 4.44.	Safir Sitesi Konsol Kirişler İçin Mesnette Karşılaştırma (Normal-Asma Kat)....	158
Tablo 4.45.	Safir Sitesi Zemin Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	159
Tablo 4.46.	Safir Sitesi Asma Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	163
Tablo 4.47.	Safir Sitesi Normal Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	168
Tablo 4.48.	Safir Sitesi Normal Kat Konsol Kirişleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	172
Tablo 4.49.	Safir Sitesi Zemin Kat Kirişleri Kesme Etkisi İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	173
Tablo 4.50.	Safir Sitesi Asma Kat Kirişleri Kesme Etkisi İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	174
Tablo 4.51.	Safir Sitesi Normal Kat Kirişleri Kesme Etkisi İçin Karşılaştırma (Talep/Kapasite Oranları).....	175
Tablo 4.52.	Safir Sitesi Temeller İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Donatı).....	176

Tablo 4.53.	Düşey taşıyıcı elemanlara ait “ Talep / Kapasite ” kat ortalamaları.....	178
Tablo 4.54.	Kolonlarda yapılacak profil takviyeleri.....	183
Tablo 4.55.	Safir ve Yakut Siteleri Güçlendirilmiş Sistemde S01 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	204
Tablo 4.56.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S02 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	205
Tablo 4.57.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S03 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	206
Tablo 4.58.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S04 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	207
Tablo 4.59.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S05 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	208
Tablo 4.60.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S06 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	209
Tablo 4.61.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S07 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	210
Tablo 4.62.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S08 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	211
Tablo 4.63.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S09 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	212
Tablo 4.64.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S010 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	213
Tablo 4.65.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde P01 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	214
Tablo 4.66.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde P02 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	215
Tablo 4.67.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde P03 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	216
Tablo 4.68.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST1 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları).....	217
Tablo 4.69.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST2 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)	218
Tablo 4.70.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST3 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)	219
Tablo 4.71.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST4 Kolon ve Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)	220
Tablo 4.72.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST6 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)	221
Tablo 4.73.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST7 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)	222
Tablo 4.74.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST8 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)	223
Tablo 4.75.	Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde PT4 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)	224
Tablo 4.76.	Nova STV-477 epoksiye ait teknik özellikler.....	227
Tablo 4.77.	YKS Emaco S88 C hazır tamir harcına ait teknik özellikler.....	227

RESİMLERİN LİSTESİ

<i>Resim 3.1.</i>	Konya’da bulunan bir binada bodrum kat kolonlarında korozyon nedeniyle oluşan hasar.....	15
<i>Resim 3.2.</i>	T kesitli bir kirişin çelik levhalarla kesme etkisine karşı güçlendirilmesi.....	49
<i>Resim 4.1.</i>	Yakut Sitesine ait bir görüntü.....	66
<i>Resim 4.2.</i>	Yakut ve Safir siteleri için yapılan sondaj çalışmalarından bir görüntü.....	71
<i>Resim 4.3.</i>	Karot alma aleti.....	73
<i>Resim 4.4.</i>	9. kat S05 perdesinden karot alınması.....	76
<i>Resim 4.5.</i>	9. kat merdiven sahanlığından karot numune alınması.....	77
<i>Resim 4.6.</i>	9. kat yangın merdiveni döşemesinden karot numune alınması.....	77
<i>Resim 4.7.</i>	Numunelerin boy ve çaplarının belirlenmesi.....	78
<i>Resim 4.8.</i>	Beton basınç presi ve numunelerin deneye tabi tutulması.....	79
<i>Resim 4.9.</i>	Zemin kat döşemesinden alınan numunenin deneye tabi tutulması.....	79
<i>Resim 4.10.</i>	Hilti Ferroskan FS10 cihazının parçaları (soldaki monitör, sağdaki tarayıcı).....	86
<i>Resim 4.11.</i>	Cihazın kirişlere uygulanması.....	87
<i>Resim 4.12.</i>	Yapılan bir perde ölçümünün bilgisayara aktarılması.....	88
<i>Resim 4.13.a.</i>	Analizde elde edilen tarama görüntüsü ve veri alınan noktalar.....	90
<i>Resim 4.13.b.</i>	Veri alınan noktalardan elde edilen sonuçlar.....	91
<i>Resim 4.14.</i>	Mantolanmış bodrum kat S05 kolonu ve guseli olarak mevcut radye temele ankre edilmesi.....	228
<i>Resim 4.15.</i>	K013 kirişinde S01 kolonunun oturmasından dolayı oluşan kesme çatlağı.....	229
<i>Resim 4.16.</i>	Yakut sitesi K001 ve K013 kirişlerindeki kesme çatlaklarından dolayı, çatlayan kısmı içine alacak şekilde yerinde yapılan kanat ekleme.....	229
<i>Resim 4.17.</i>	Ankraj deliklerinin basınçlı havayla temizlenmesi.....	230
<i>Resim 4.18.</i>	Bodrum kat S10 kolonuna eklenen kanatlar ve oluşturulan 35x245 cm kesitindeki perde.....	231
<i>Resim 4.19.</i>	Bodrum kat S10 kolonunda kullanılan ankraj demirleri.....	231
<i>Resim 4.20.</i>	Binaların inşa aşamasında yapıldığı ortaya çıkan çelik profil takviyesi.....	232
<i>Resim 4.21.</i>	Mevcut güçlendirme çalışmasında yanlış şekilde yerleştirilen korniyer.....	233
<i>Resim 4.22.</i>	Safir sitesi zemin kat S02 kolonuna yapılan profil takviyesi.....	234
<i>Resim 4.23.</i>	Zemin kat kolonlarına yapılan çelik profil takviyesinde kaynak işlemi.....	234

Resim 4.24.	Safir sitesi otopark kısmında dış cephe kolonlarına ait mütemadi temellerinin oluşturulması.....	235
Resim 4.25.	Kazı çalışması sırasında yapılan küçük çaplı iksa.....	236
Resim 4.26.	Safir sitesinde dış cephe kolonlarının geçeceği yerlerde perdenin kesilmesi.....	236
Resim 4.27.	Dış cephe kolonlarına ait mütemadi temel ve bağ kirişlerinin oluşturulması.....	237
Resim 4.28.	Temelde kullanılan Ø 16/30 cm ankraj donatıları.....	237
Resim 4.29.	Kazı çalışması sırasında kullanılan drenaj borusu.....	238
Resim 4.30.	Mevcut temelin altına konulan kutu profil ve oluşturulan temelin mevcut temelin 15 cm altına girmesi.....	239
Resim 4.31.	Safir sitesi ön cephedeki dış cephe kolonlarının zemin kat seviyesindeki durumu.....	239
Resim 4.32.	Güney batı kısım dış cephe kolonlarının asma kat seviyesindeki durumu.....	240
Resim 4.33.	Safir sitesinde normal kat seviyesine kadar çıkılan dış cephe kolonları.....	241
Resim 4.34.	Safir sitesi dış cephe kolonlarındaki donatıların sürekliliğinin sağlanarak normal kat kirişlerinden geçirilmesi.....	241
Resim 4.35.	Safir sitesi giriş kısmında, 7 aksındaki kolonları bağlayan kiriş donatı detayı...	242
Resim 4.36.	Safir sitesi giriş kısmında yapılan dış cephe kolonları ve bağ kirişi.....	242
Resim 4.37.	Safir sitesi kenar aks kolonlarının sabit kesitli hale getirilmesi.....	243
Resim 4.38.	Safir sitesi 1. kat S05 perdesinin çelik kafes içerisine alınması.....	244
Resim 4.39.	Normal katlarda yapılan perdeleştirmeler için dolgu duvarların yıkılması.....	245
Resim 4.40.	Safir sitesi 2. normal katta yapılan perdeleştirmelerde ankraj deliklerinin açılması.....	245
Resim 4.41.	Safir sitesi 4. normal katta yangın merdiveni etrafındaki perdeleştirme çalışmaları.....	246
Resim 4.42.	Daire içlerinden geçecek kolonlar için dolgu duvarların kırılması.....	247
Resim 4.43.	Dış cephe kolonları için daire içinde yapılan donatı düzenlemesi.....	247
Resim 4.44.	Normal katlarda çekirdek bölgesindeki perdeler beton dökülmesi.....	248
Resim 4.45.	Dış cephe kolonlarına beton dökülmesi.....	249
Resim 4.46.	Daire içlerindeki kolonların işlemler tamamlandıktan sonraki görünümü.....	249
Resim 4.47.	Giriş kısmındaki kemerde S03 kolonlarından gelen yük nedeniyle oluşan çatlaklar.....	250
Resim 4.48.	Mevcut kemerin 25 cm kalınlaştırılması.....	250

KISALTMALAR

T.D.Y. (1975)	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1975)
T.D.Y. (1998)	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1998)
TS-500	: Türk Betonarme Yapı Standardı



1. GİRİŞ

Taşıyıcı sistemler, ömürleri boyunca öz ağırlık, ilave ağırlıklar, hareketli yükler, deprem ve rüzgar etkileri, rötre ve sünme, yangın gibi büyük iç ve dış etkilere maruz kalabilmekte ve taşıma kapasitelerinin artırılması gereği ortaya çıkabilmektedir. Ülkemizde bilgisizlik ve denetim mekanizmasının yetersiz olması sebebiyle projeye, temel mühendislik prensiplerine uygun olmayan; deprem güvenliği yetersiz olan hatta kendi ağırlığını taşımakta zorlanan binalar yapılabilmektedir. 02.02.2004 tarihinde Konya ili Selçuklu ilçesinde göçen Zümrüt Sitesi bunun en iyi örneğidir. Sonuçta yapıyı oluşturan taşıyıcı elemanların, iç ve dış etkilere karşı güçlendirilmesi gündeme gelmektedir. Ülkemizde nüfusun hızlı artışı, kentleşmenin kontrolsüz oluşu ve konut açığının kapatılamamasının da yapıların sağlıklı olmasında etkisi büyüktür. Ayrıca arsa fiyatlarının artması ve imar planında yapılan değişiklikler nedeni ile de mevcut yapılarda önceden planlanmamış ilave katlar yapılmaktadır. Bu nedenle güçlendirme kaçınılmaz olmaktadır.

Bir yapının yük taşıma kapasitesini, rijitliğini, sünekliğini ve stabilitesini veya bunlardan bazılarını önceki veya mevcut durumunun üzerine çıkarmak amacıyla yapılan değişikliklere “ Güçlendirme ” denilmektedir. Yapıda hasar oluştuğundan sonra, yapının hasar öncesi dayanım düzeyine getirilmesine ise “Onarım” adı verilmektedir.

Güçlendirme için önce yapının mevcut taşıma kapasitesi belirlenir ve güçlendirme gerekleri saptanır. Yapının güçlendirilmesi işinin en zor yönü mevcut yapının değerlendirilmesidir. Çoğu zaman statik ve betonarme hesap ve çizimleri olmayan binalarla karşılaşılır. Bu belgelerin hepsinin veya bir kısmının olmaması, tam olsa bile imalatla bunlara ne kadar uyulduğunun bilinmemesi nedeniyle problem tamamen çözülemez.

Hasarlı bir yapıda amaç, hasarın ortaya çıkma nedenlerini giderecek önlemlerin belirlenmesi ile birlikte hasarın yol açtığı dayanım kaybının giderilmesi ya da bir daha olmaması için gereken güçlendirmenin yapılmasıdır. Onarım ve güçlendirme işlemleri, yapının özelliğine ve taşıyıcı sistemin durumuna bağlı olarak, ya mevcut yükler altında, ya da elemanlar askıya alınarak yapılabilmektedir. Yapının

yükleri boşaltıldıktan sonra veya önemli ölçüde azaltıldıktan sonra yapılan işlemlere, “Yüksüz onarım/güçlendirme”, yük boşaltılmadan yapılan işlemlere ise, “Yük altında onarım/güçlendirme” adı verilmektedir. Güçlendirme, uygulanabilirlik yönünden yapının fonksiyonel gereksinimleri ile uyumlu; güvenlik, ekonomi ve estetik kavramları arasında, bir optimizasyon sağlamalıdır.

Mevcut binaların güçlendirme öncesi durumunu belirlemek ve taşıyıcı sistem hesap modelini oluşturmak için gerekli bilgilere ulaşmak üzere uygulama projelerinin yanında, yapı üzerinde gerçekleştirilecek araştırma, inceleme, ölçüm, deney ve gözlem sonuçlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bunlar arasında aşağıda belirtilen işlemler sayılabilir :

- Taşıyıcı sisteme ait röleve hazırlanması.
- Binaların çeşitli yerlerinden karot numunesi alınarak veya buna imkan yoksa Schmidt çekici ve ultrases deneyleri yapılarak mevcut betonun kalitesinin ve dayanımının güvenilir bir şekilde elde edilmesi.
- Betonarme projedeki mevcut donatı detaylarına ne derecede uyulduğunu saptamak üzere bir çok noktada donatı ölçümü yapılması.
- Binaya yakın bir yerde dinamik sondaj deneyleri yapılması.
- Taşıyıcı olmayan yapı elemanlarının hesap modeline olan dolaylı etkilerini ortaya çıkarmak üzere, bina üzerindeki duvarlarda ve tesisatta gözlemler yapılması.

Bilindiği üzere Konya ili Selçuklu ilçesindeki Zümrüt Sitesi 02.02.2004 tarihinde göçmüş ve bu olay tüm Türkiye’de büyük yankı uyandırmıştır. Binanın herhangi bir dinamik etki olmadan sadece kendi ağırlığı altında göçmesi asıl dikkat çekici husustur. Olaydan sonra en çok merak edilen konulardan biride, Zümrüt Sitesi’nin yanında bulunan Yakut ve Safir sitelerinin güvenli olup olmadıklarıdır. Zümrüt sitesinin göçmesi, söz konusu iki binanın da statik ve dinamik etkiler altındaki davranışlarının incelenmesinin, taşıyıcı sistem elemanlarındaki yetersizliklerin belirlenmesinin ve bu olumsuzlukları giderecek güçlendirme işleminin yapılmasının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Bu çalışmada, Yakut ve Safir sitelerinin statik ve dinamik etkiler altında yapıya etki eden yükleri, yürürlükteki yönetmelikler çerçevesinde taşıma yeterliliğine

sahip olup olmadıklarının bilgisayar programlarından yararlanmak suretiyle araştırılması ve olumsuz sonuç çıkması halinde, binaları güvenilir hale getirmek için uygun güçlendirme projesinin hazırlanması amaçlanmıştır.

Bu sonuçların elde edilebilmesi için, daha önce maddeler halinde sıralanan araştırma, ölçüm, deney ve gözleme dayalı işlemlerin tümü her iki bina içinde gerçekleştirilmiş ve proje ile uygulamaların birbiriyle uyumlu olup olmadıkları, malzeme özelliklerinin projede öngörülen değerleri sağlayıp sağlamadığı ve zemin durumu gibi kesin olarak bilinmeyen ancak taşıyıcı sistem hesap modelini oluşturmak için gerekli olan bilgiler kesin bir şekilde elde edilmiştir.

Tüm bu araştırmalar sonucunda kamuoyunda hala merak edilen söz konusu iki binanın statik ve dinamik etkiler altında güvenli olup olmadıkları belirlenmiş ve yapıdaki olumsuzlukları gidermek için gerekli güçlendirme projesi hazırlanarak gerekli detaylar verilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamı içinde olmamasına rağmen, bu konuda çalışmak isteyen mühendislerin yararlanmaları ve tecrübe sahibi olmaları amacıyla son bölümde projenin uygulama aşamaları da fotoğraflar yardımıyla açıklanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Durrani, Mau, Abou Hashish ve Li (1994), 1989 California depreminin ivme kayıtlarını kullanarak, dokuz katlı bir binayı analiz etmişlerdir. Bu analizde, sistem hem şartnamede öngörülen klasik eşdeğer yükleme hem de üç boyutlu lineer dinamik analiz kullanılarak çözülmüştür. Statik ve dinamik analizlerde, sonlu elemanlar metodunu temel alan modeller kullanmışlardır. Bu modellerde; doğal periyotlar, titreşim modları, ara kat göreceli yer değiştirmeleri kullanılmıştır.

Arioğlu E. ve Arioğlu N. (1998) yaptıkları çalışmada, betonun yerinde dayanımını belirlemek için kullanılan yöntemleri ve bunlar içinde en güvenilir olan “karot alma” yöntemini incelemişlerdir. Çalışmada, karot alma, karot üzerinde yapılan deneyler, karot dayanımına etki eden ana faktörler ve karot sonuçlarının değerlendirilmesi gibi konular hakkında bilgiler verilmiştir.

Büyükkuşoğlu (1999) sunduğu tezde, betonarme kolonların rehabilitasyonunda kullanılan en yaygın yöntemlerden biri olan “ Mantolama” tekniğini incelemiştir. “ Mantolama ” tekniğinin dikdörtgen kesitli kolonlarda davranış ve dayanımı nasıl etkilediğini araştırmış, ayrıca aynı boyut ve donatıya sahip fakat birdöküm olarak hazırlanmış olan monolitik elemanları deneyerek sonuçları karşılaştırmıştır.

Stonehouse, Heidebrecht ve Kianoush (1999) yayınladıkları makalelerinde, betonarme perdeli sistemlerin sismik etkilere dayanımını inceleyen araştırmalarının sonuçlarını ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada yatay kuvvete maruz perdeli ve perdesiz yapılarda oluşabilecek hasarların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Örneklerden birinde burulma etkisi dikkate alınmış, diğerlerinde ise dikkate alınmamıştır.

Ecemiş (2000) yaptığı çalışmada, 8 adet hasarlı (ön yüklemeye tabi tutulmuş) kirişi, çekme yüzüne epoksi ile çelik levhalar yapıştırarak onardıktan sonra

yüklemeye tabi tutmuş ve yük-sehim, moment-eğrilik ilişkileri ile, farklı levha kalınlıkları ve boylarının yöntemin performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir.

Altınır (2001) yaptığı çalışmada, inşaat esnasında iki yığma kat ilave edilerek tasarım yükü aşılan betonarme bir binanın mevcut yönetmeliklere göre uygunluğunu incelemiş ve güçlendirilmesi konusunda bir çözüm önerisi sunmuştur.

Yeşilyurt (2001) tarafından sunulan tezde, kesme dayanımı yetersiz betonarme kirişlerin dıştan yapııştırılan çelik levhalarla güçlendirilmesi konusu deneysel olarak incelenmiş, bu amaçla biri referans elemanı üçü de yetersiz kesme donatılı eleman olmak üzere dört adet eleman modellenmiş ve çelik levhalarla güçlendirilerek deneye tabi tutulmuştur. Sonuçta bu güçlendirme metodunun kayma güvenliğini sağlama açısından etkin bir yol olduğu sonucuna varılmıştır.

Celep (2002) yaptığı çalışmada, mevcut betonarme binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili genel kuralları açıklamış, onarım ve güçlendirme malzemeleri hakkında bilgi vermiş ve güçlendirmede performans kavramından bahsetmiştir.

Ersoy (2002), 1968 yılından bu yana ODTÜ Yapı Mekaniği Laboratuvarı'nda yapılan deneysel çalışmaları özetlemiştir. Yazar, kolon ve kirişlerin güçlendirilmesinde ODTÜ tarafından tercih edilen metotları açıkladıktan sonra dolgulu çerçeve oluşturularak yapılan sistem deneyleri üzerinde yoğunlaşmıştır.

Ekiz (2003) tarafından sunulan tezde, Konya-Selçuklu Mehmet Akif Ersoy Lisesi Binası ve Meram Ticaret Meslek Lisesi ek binasının deprem güvenliklerinin araştırması yapılmıştır. Bu yapılan çalışmada, söz konusu yapıların mevcut mimari ve statik-betonarme projeleri incelenmiş, proje ile yerindeki uygulamaların birbirleri ile uyumlu olup olmadıkları kontrol edilmiştir. Ayrıca söz konusu binaların eleman boyutları, eğilme ve kayma donatıları tahkik edilmiştir.

Ersoy, Özcebe, Tankut ve arkadaşları (2003) yaptıkları çalışmada, yapıdaki tuğla duvarların tümünün veya bir kısmının karbon lifli polimerler kullanarak güçlendirilmesini araştırmışlardır. Bu amaçla 1/3 ölçekli, iki katlı, tek açıklıklı yedi adet çerçeve üretilmiş, çerçeve gözleri delikli tuğla duvar ile kapatılmıştır. Bu şekilde üretilen deney elemanları CFRP örtü uygulamaları ile güçlendirildikten sonra denenmiştir.

Özdöner (2003) tarafından sunulan tezde, Konya'daki Numune Hastanesi A Blok, Tıp Fakültesi Acil Servis bölümü A-B Bloklarının deprem güvenliklerinin araştırması yapılmış ve gerekli öneriler sunulmuştur. Bu yapılan çalışmada, söz konusu yapıların mevcut mimari ve statik-betonarme projeleri incelenmiş, proje ile yerindeki uygulamaların birbirleri ile uyumlu olup olmadıkları kontrol edilmiştir. Ayrıca söz konusu binaların eleman boyutları, eğilme ve kayma donatıları kontrol edilmiştir.

Täljsten (2003) tarafından yapılan çalışmada, kayma etkisine karşı yetersiz betonarme kirişlerin CFRP (Carbon Fibre Reinforced Polimers) kompozitleriyle güçlendirme esasları ve konuyla ilgili yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen verimlilik sonuçları sunulmuştur.

Özmen (2004) yaptığı çalışmada, burulma düzensizliği katsayısının 2.00 üst sınırını aşması için gerekli olan koşulları, parametrik bir araştırma yöntemi ile incelemiştir. Bu amaçla perdeleri değişik konumlarda yerleştirilmiş 8 tipik yapı grubu seçilmiş ve bunların deprem yükleri altındaki davranışları incelenerek sonuçlar irdelenmiştir.

Batı (2005) yaptığı çalışmada, Konya Büyükşehir Belediyesine ait beş adet bloğun, 1998 yılında yürürlüğe giren Türk Deprem Yönetmeliği koşullarına göre deprem güvenliklerini araştırmıştır. Sonuçta söz konusu binaların, yönetmeliğin öngördüğü güvenliği sağlamadığı anlaşılmış ve güçlendirilmeleri tavsiye edilmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Betonarme Yapılarda Çatlak ve Hasar Biçimleri

Yapılardaki hasarın belirtisi fazla sehim, çatlak ve bazen titreşimdir. Genellikle ilk aşamada aşırı sehim göze çarpar. Çatlak ise hızla girilen ikinci aşamadır. Bazen aşırı sehimden elemanın kendisinde çatlak oluşmaz fakat taşıdığı başka elemanlarda çatlak oluşur. Çatlak niteliği ile ilgili parametreler; çatlağın yeri, genişliği ve eski yada yeni oluşudur. Çatlağın olduğu yerde elastik olarak taşınabilenden daha büyük bir çekme kuvveti var demektir.

Betonarme taşıyıcı elemanlardaki çatlak, çekme kuvvetleri taşıyan donatının akma birim deformasyonunun üzerinde kalıcı deformasyon yaptığının ve uzadığının da bir göstergesidir. Çatlağın onarılmış olması ve onarımdan sonra yeniden açılması gibi belirtiler çatlağı yaratan etkinin sürdüğünü gösterir (Bayülke, 1995).

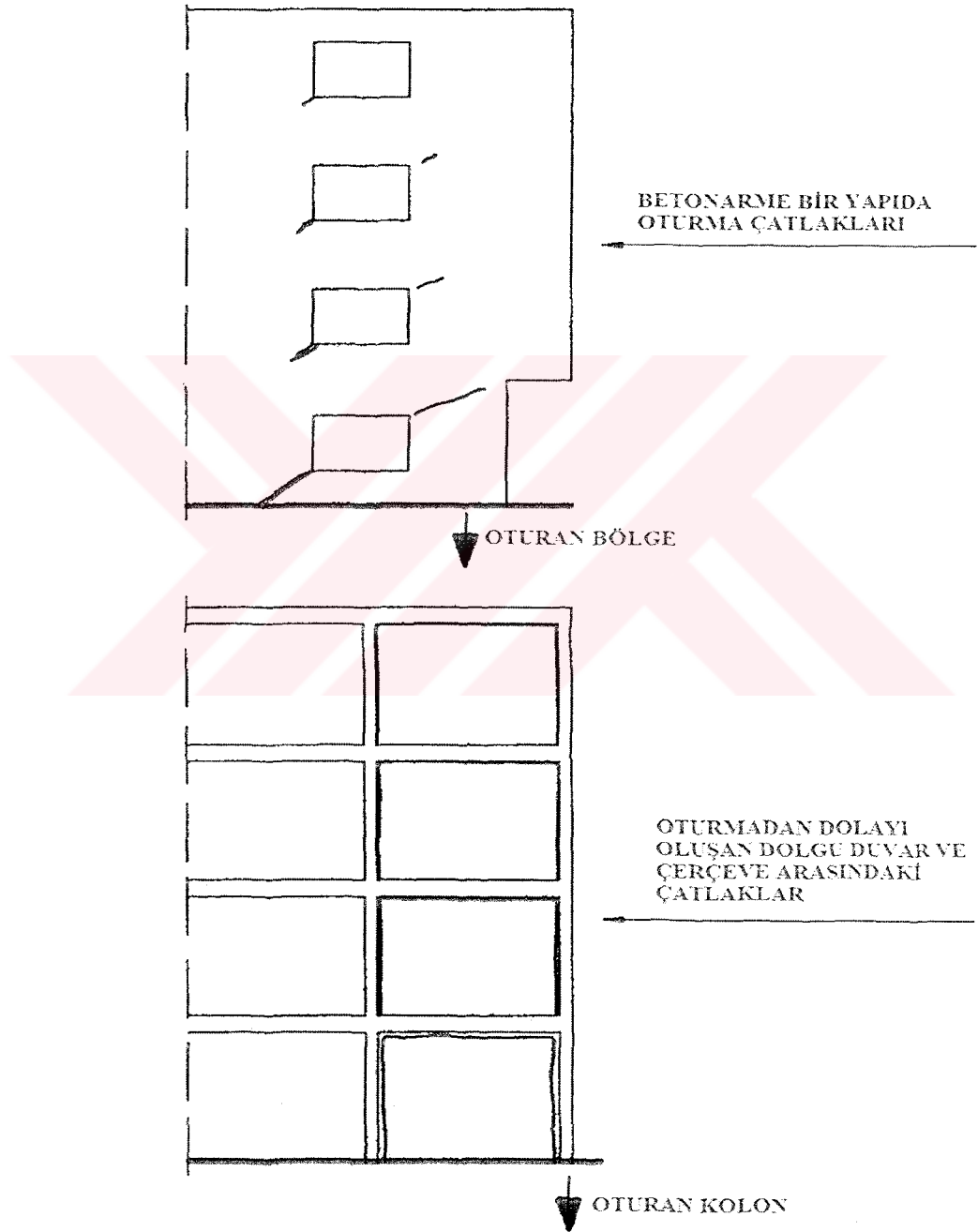
3.1.1. Taşıyıcı olmayan yapı elemanlarında çatlak ve hasar biçimleri

Taşıyıcı olmayan yapı elemanı olarak tanımlanan, tuğla ya da başka malzemeden yapılmış duvarlardır. Duvarlarda hasara yol açan etkiler, deprem hasarı ve oturma-sehim hasarları olmak üzere iki grupta toplanabilir.

Betonarme yapılarda deprem hasarı sıva çatlakları ile başlamaktadır. Eğer su ve elektrik tesisat boruları üzerindeki sıva tabakası ince ise çatlaklar buradan başlar. Ardından betonarme çerçeve ile dolgu duvarları arasındaki yüzeylerde sıva çatlakları oluşur. Yapıda hasar bu tür sıva çatlakları düzeyinde ise genellikle yapının taşıyıcı elemanlarında hasar bulunmaz.

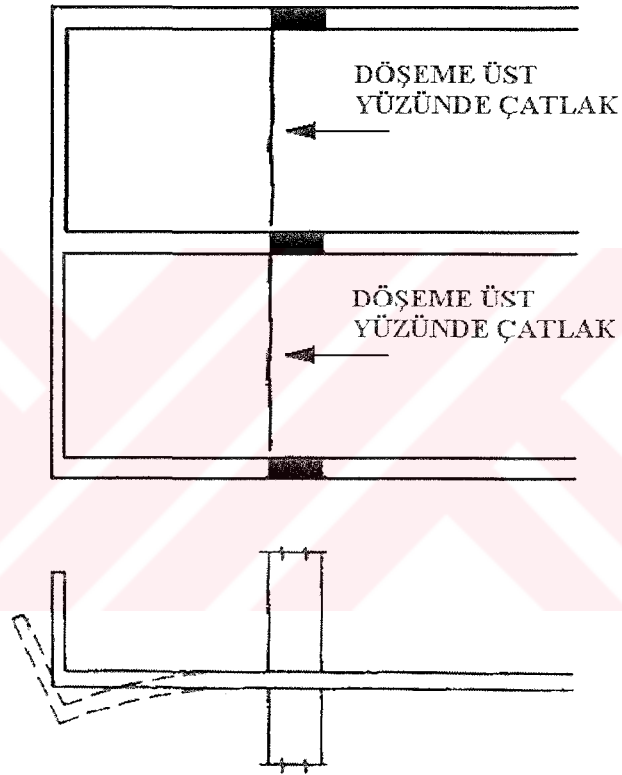
Daha şiddetli depremlerde ya da dolgu duvarın boşluklu beton briket gibi nispeten daha düşük dayanımlı malzemeden yapılmış olduğu yapılarda dolgu duvarda X biçiminde hasar başlar. Bu durumda çatlağın dolgu duvarın içinde de sürdüğü kesindir.

Duvarlardaki hasarın bir diğer nedeni temellerdeki oturmalar ve elemanlardaki sehimdir. Betonarme yapılarda temellerdeki aşırı oturmalarından dolayı, özellikle oturan çerçevelerin içinde yer alan dolgu duvarların dörtkenarında çerçeveden ayrılmalar olur ve pencere kenarlarında eğik çatlaklar oluşur. Yapıdaki oturmadan kaynaklanan bu tür hasarlar üst katlara gidildikçe azalır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Betonarme yapılardaki oturmalarından dolayı oluşan çatlaklar

Betonarme yapılarda en çok görülen hasar türlerinden biride, konsol çıkmaların aşırı uç sehimleri sonucu dış cephe duvarlarında görülen çatlaklardır. Konsollardaki aşırı sehimler, bu konsolun ucuna oturan dış cephe duvarlarında pencerelerin alt yada üst seviyelerinde boydan boyya uzanan çatlaklar oluştururken, yan duvarlarda da eğik çekme çatlakları meydana gelir. Bu tür hasarın daha kritik ileri aşamalarında konsol çıkmanın mesnedinde üst yüzeyde sürekli çatlak oluşur (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Konsoldaki aşırı sehim sonucu döşemede oluşan çatlaklar

3.1.2. Taşıyıcı yapı elemanlarında hasar biçimleri

3.1.2.1. Kolonlarda meydana gelen hasar biçimleri

Betonarme yapılarda kolonlar kirişlerden daha zayıf yapıldıklarında, deprem sırasında çerçeve hasarı genellikle kolonlarda oluşmaktadır. Deprem enerjisi kolonun rijit ek yerinin mafsallı ek yerine dönüşmesi ile tüketilmektedir. Kolondaki mafsallaşma hasarının gelişiminde, önce kolonun bir yanında depremin etkiye yönüne göre çekme çatlakları oluşurken, diğer yandaki betonda basınçtan dolayı ezilme görülür. Daha sonra deprem hareketindeki tersinmeden dolayı önce çekme çatlağı olan taraftaki betonda ezilme, bir önceki aşamada basınç hasarı olan yerde ise çekme etkisi ile ezilmiş beton dökülmektedir. Eğer kolon uçlarında etriye sıklaştırması yapılmamışsa betonun ezilme ve paralanması çekirdek betonuna da yayılmaktadır. Kolon betonunun ezilip parçalanması sonucunda kolon düşey yükleri taşıyamamakta, etriyeler açılmakta ve boyuna donatılar burkulmaya başlamaktadır. Bu davranışı önleyebilmek için etriye sıklaştırması yapılması çok önemlidir. Etriye sıklaştırması çatlakların daha geniş bir alanda daha küçük boyutta kalmasını sağlayacak ve donatıdaki pekleşme daha geniş bir bölgede gerçekleşecektir.

Kolonlarda meydana gelebilecek bir diğer hasar şekli kesme hasarıdır. Kolonun kesme kuvveti taşıma kapasitesinin az olması durumunda yaklaşık 45° eğimli kesme çatlakları oluşmaktadır. Ayrıca bu hasar, beton dayanımının iyi olmaması, enine donatıların yeterli sıklıkta yerleştirilmemesi ve beton ile donatı arasında yeterli aderansın bulunmaması sonucunda ortaya çıkmaktadır.

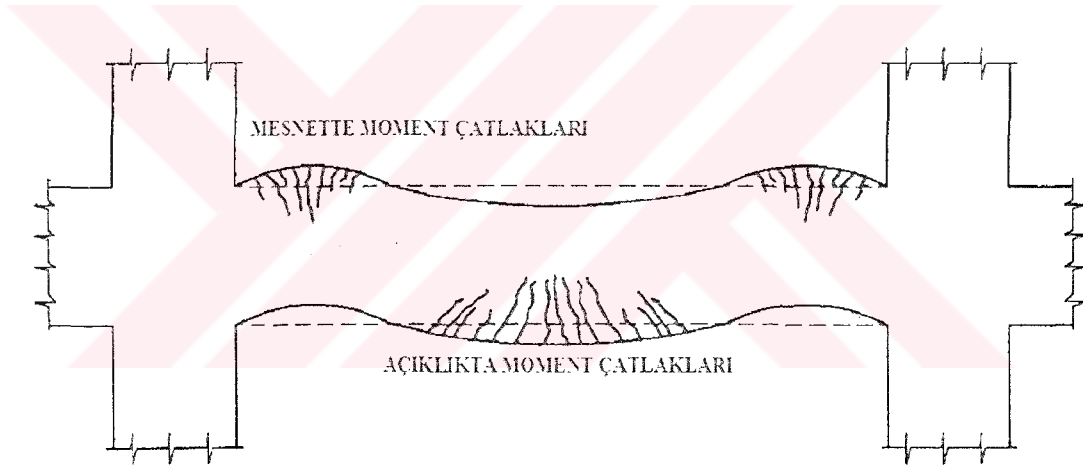
Eğer kolonun eksenel yükü fazla veya beton dayanımı projesinde öngörülen dayanımdan daha düşük ise kolonda basınç hasarı meydana gelir. Basınç hasarı kolon boyuna donatısının akma gerilmesine ulaşmadan betonun ezilerek çatlaması biçiminde gelişir. Kolonun dış yüzünde oluşan düşey çatlaklardan sonra ilk belirtileri kolon boyuna donatısının dışarı doğru burkulmaya başlamasıdır.

Betonarme kolonlarda, depremlerde sık olarak gözlenen bir diğer hasar “ kısa kolon ” hasarı olarak adlandırılan bir tür kesme kırılması hasarıdır. Çeşitli nedenlerle (derin kiriş, kalın döşeme) kolon boyunun projede öngörülenden daha kısa olması

veya taşıyıcı olmayan elemanların kolonun yatay deformasyon yapmasını önlemesi sonucu kolon projede öngörülenden daha rijit olur ve beklenenden daha büyük bir kesme kuvveti ile zorlanır. Buda kolonda kesme kırılmasına yol açar.

3.1.2.2. Kirişlerde meydana gelen hasar biçimleri

Betonarme kirişlerde düşey yüklerden dolayı en çok görülen hasar şekli, açıklıkta eğilme kırılmasıdır. Bu kırılma, kirişte boyuna donatının yetersiz miktarda oluşu sonucu kiriş ortasında çekme bölgesinde oluşan çatlakla kendini belli etmektedir (Şekil 3.3.).

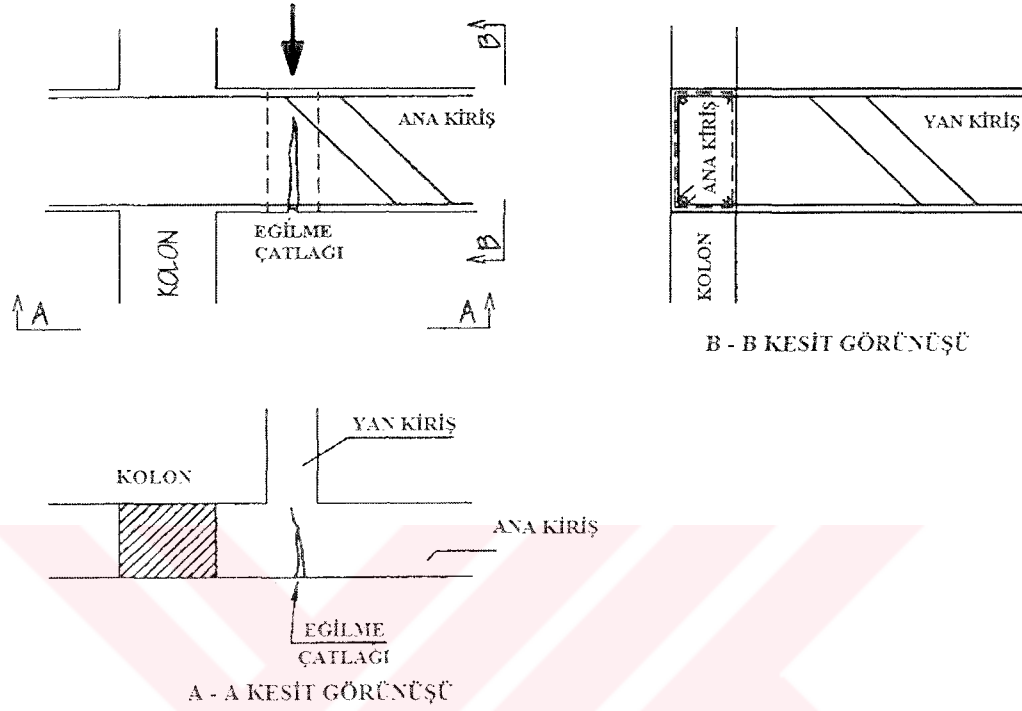


Şekil 3.3. Açıklıkta ve mesnette eğilme çatlakları

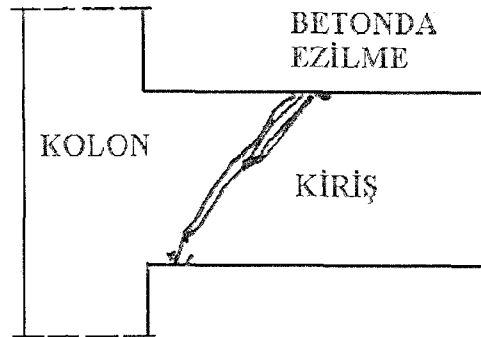
Şekil 3.4.' de bir başka kirişin saplandığı yerde momentten dolayı betonda oluşan çatlak görülmektedir. Bu hasarın nedeni kirişin uç bölümüne yakın yere saplanan diğer kirişin mesnet reaksiyonunun ana kirişe tekil yük olarak etkimesi ve ana kirişte bu noktada önemli miktarda pozitif moment oluşmasıdır.

Kirişlerde tehlikeli olan ve gevrek bir kırılmaya yol açan hasar türlerinden biri de eğik çekme çatlaklarının oluşumudur. Bu çatlaklar kirişin kesme kuvveti taşıma gücünün yetersiz olduğunu gösterir. Şekil 3.5.' de eğik çekme çatlaklarının

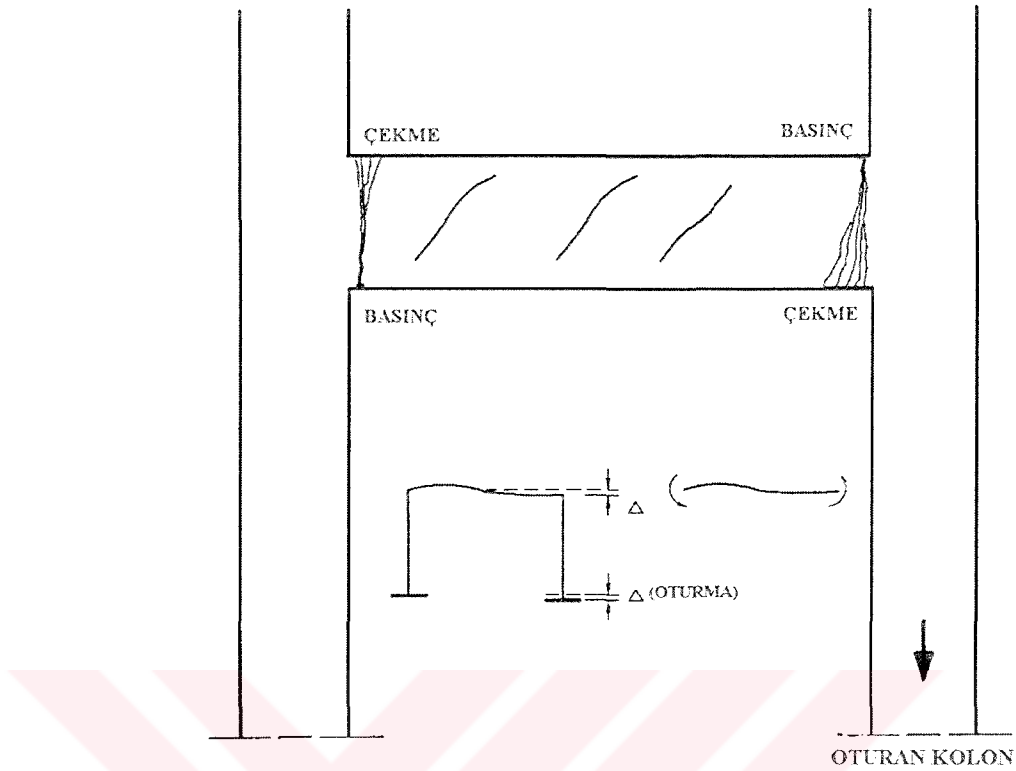
görünüşü verilmektedir. Ayrıca kirişlerdeki bu tür çatlaklar kolonlardaki oturmalarından dolayı da oluşabilmektedir (Şekil 3.6.).



Şekil 3.4. Saplanan kirişten dolayı ana kirişte oluşan çatlak



Şekil 3.5. Kirişte eğik çekme çatlakları



Şekil 3.6. Kolondaki oturma nedeniyle kirişte oluşan eğik çekme çatlakları

3.1.2.3. Perdelerde meydana gelen hasar biçimleri

Perde duvarlardaki hasar yapının kat sayısına göre değişmektedir. Birkaç katlı alçak yapılarda, gelen yatay yüklerden dolayı oluşan eğilme momentleri, perde duvarın moment taşıma kapasitesinden az olduğu için eğilme kırılması oluşmaz ve kesme çatlakları oluşur. Çatlaklar yatay ve düşey ile yaklaşık 45° açı yaparlar. Çok katlı perde duvarlı yapılarda ise zemin ve zemine yakın katlarda eğilme çatlakları oluşur. Uç elemanları kolonlar olan perdelerde ise elemanlarda oluşabilecek hasarlar, elemanların göreceli dayanımlarına göre değişmektedir. Eğer perdeler zayıf, kolonlar güçlü ise gövdede kesme kırılması oluşur. Eğer kolonlar zayıf ve etriye sıklaştırması yoksa, kolonlarda perdenin dönmesi ile oluşan büyük basınç kuvvetleri boyuna donatıların burkulmasına ve betonun basınçtan ezilmesine neden olur. Ayrıca perde

duvarların yapı içinde simetrik bir konumda bulunmamaları, deprem sırasında burulma etkilerine maruz kalmalarına yol açar.

3.1.2.4. Döşemelerde meydana gelen hasar biçimleri

Döşemelerde gözlenen hasar çoğunlukla döşeme ortasında aşırı sehîm ve döşemenin kenarlarında, kirişle birleştiği yerde, üst yüzeyde çatlak olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca döşemenin üzerinde dolaşırken aşırı titreşim yapması zayıflığının bir kanıtıdır. Bu belirtiler döşemenin açıklığına göre ince olması, betonun tam sertleşmeden yüklenmesi yani kalıpların erken sökülmesi veya döşeme beton dayanımının projede öngörülen dayanımdan düşük olması gibi sebeplerden kaynaklanabilir.

Depremlerde perde duvarlı yapılardaki döşeme hasarı, perdelerin yatay yükler altında dönmesi ile döşemeye ek momentlerin aktarılması sonucu oluşmaktadır.

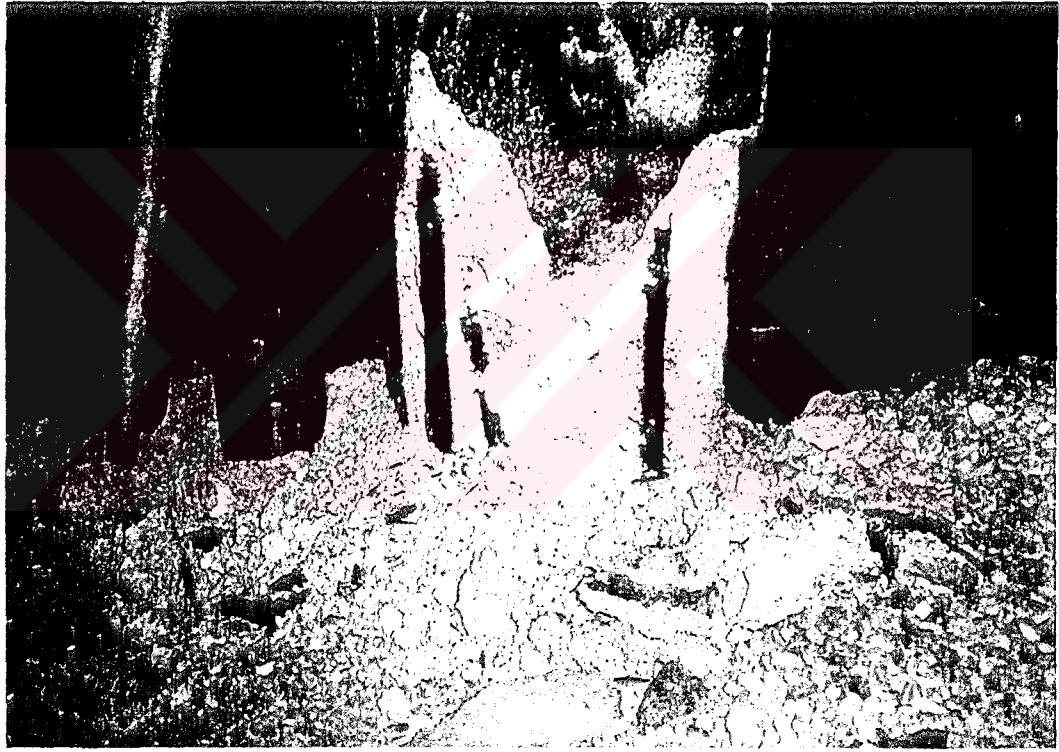
Döşemelerde meydana gelebilecek hasarın nedenlerinden biride “zımbalama”dır. Kirişsiz döşemeli yapılarda döşemeden kolona kesme kuvveti aktaran alanın az oluşu sonucu son derece gevrek gelişen “ zımbalama kırılması ” oluşur. Döşemeler kolonların çevresinden kesilerek üst üste yığılırlar. Kesme kırılması başlangıcı, kolon çevresindeki döşemede örümcek ağı biçiminde çatlaklarla kendini belli eder (Bayülke, 1995).

3.1.2.5. Betonarme Yapılarda Korozyon Hasarı ve Onarımı

Beton elemanın çekme ve eğilme gerilmeleri karşısında çatlayıp kırılmasını önlemek amacıyla, çekme gerilmelerine maruz kalacak bölgelere yerleştirilen çelik donatılarda zamanla, klorürlerin betona nüfuz etmesi veya karbonatlaşmanın oluşmasıyla paslanmada denilen “korozyon” olayı meydana gelebilmektedir.

Betonun içindeki çelik çubukların korozyonu iki sakıncalı durumun oluşmasına yol açmaktadır:

- Korozyona uğrayan donatının kesitinde küçülme olduğu için, belirli bir çekme yükü, daha küçük kesitli bir çubuk üzerine binmiş olmaktadır. Yani çelik çubuğun üzerindeki çekme gerilmesi artmış olmaktadır. Böylece çubuk, yük taşıyamaz bir duruma gelmekte ve betonda çatlamlar, kırılmalar oluşmaktadır (Erdoğan, 2003).
- Tepkime sonucu ortaya çıkan korozyon ürünlerinin (pasın) hacmi, demirin hacminden 2.5 – 3 kat daha büyüktür. Bu ürünler çelik çubukların yüzeyine yerleştiği için, sertleşmiş betonun içerisinde büyük gerilmeler oluştururlar ve betonda çatlamlar, daha ileri aşamada ise betonda kabuk atma meydana gelir (Resim 3.1.).



Resim 3.1. Konya’da bulunan bir binada bodrum kat kolonlarında korozyon nedeniyle oluşan hasar

Beton ortamında yer alan ve korozyonu etkileyen faktörler şunlardır:

- **pH değerinin etkisi :** Malzemelerin asit veya alkalın karakterlerini 0 – 14 sayıları arasında ifade eden pH değeri, taze betonda 12.5 – 13 civarındadır. Beton bu özelliğiyle çelik çubukların yüzeyini ince bir oksit tabakasıyla kaplamakta ve korozyona karşı korumaktadır. Ancak betonun içerisine sızan

sulardaki tuzların ve karbonatlaşmanın etkisiyle betondaki asitlik özelliğinin artması betonu, çeliği korozyona karşı koruyamaz hale getirmektedir.

- **Betondaki karbonatlaşmanın etkisi :** Betonun içerisindeki kalsiyum hidroksitin, içeri sızan karbon dioksitle reaksiyonu sonucunda karbonatlaşma meydana gelmekte, sonuçta da su ve kalsiyum karbonat oluşmaktadır. Böylece betonun pH değeri düşmekte ve donatıların korozyonu daha kolay gerçekleşmektedir. Su/çimento oranı düşük olan ve iyi kür edilmiş betonlarda, karbonatlaşmanın etkisi yüzeyden 25 mm' den daha içerideki bölgeyi etkilememektedir (Mindess, Young, 1981). Bu nedenle pas payı kalınlığı bu etki dikkate alınarak bırakılmalıdır.
- **Betonun nemliliğinin etkisi :** Korozyon olayının meydana gelebilmesi için, suya ve oksijene ihtiyaç vardır. Kuru ortamdaki çelik korozyon göstermemektedir.
- **Betondaki klor iyonlarının etkisi :** Klor iyonları, betonun içerisindeki çelik çubukların üzerindeki pasif oksit filminin kırılmasına ve korozyonun daha kısa sürede başlamasına yol açmaktadır. Betonun içerisindeki klorürler priz hızlandırıcı katkılardan, deniz kumundan veya tuzlu ortamda elde edilmiş agregalardan ve betonun üzerindeki buzun çözülmesi için kullanılan sodyum klorür veya kalsiyum klorür gibi tuzlardan gelebilmektedir.

Betonun içerisindeki donatının korozyon göstermemesi için geçirimsiz beton üretilmesi, beton yüzeyinin su itici maddelerle kaplanması, beton üretiminde korozyon engelleyici katkı maddeleri kullanılması ve donatının üzerindeki beton örtüsünün (pas payının) yeterli kalınlıkta olması gibi önlemler alınabilmektedir. Daha öncede belirtildiği gibi korozyonun ileri durumlarında donatı kesiti küçülebilmekte ve elemanın taşıyıcılık güvenliği zayıflayabilmektedir. Bu durumda kolonlarda mantolama işlemi bir çözüm olabilir. Korozyona uğramış donatının ve kabuk atmış yüzeyin onarılmasında, işlemin özenle yapılması önemlidir. Sadece bir sıva ile geçiştirilmesi, korozyonun iç kısımda devam etmesine sebep olur. Donatıda çap küçülmesi devam ederken bir müddet sonra betonun kabuk atmasıyla hasar daha ağır bir şekilde ortaya çıkar. Onarım için; donatının korozyondan temizlenmesi, beton yüzeyinin hazırlanması ve tamir harcı gibi uygun onarım malzemesinin kullanılması gerekir.

3.2. Mevcut Betonarme Yapılarda Güvenliğin Belirlenmesi

Yapıların ve yapı elemanlarının güvenliğinin belirlenmesi, yapıya ve yapı elemanına ne kadar yük geldiğinin ve yapının bu gelen yükün ne kadar üzerinde bir yük taşıyabileceğinin ortaya konulmasıdır. Yapı tasarımı sırasında yol gösterici yönetmelik ve standartlardan yararlanılır; ancak mevcut bir yapının güvenlik raporunu hazırlayacak mühendis, bilgi ve deneyimiyle baş başadır.

Mevcut yapının statik hesap ve çizimleri çoğu zaman yoktur. Eğer varsa bile imalat sonrasındaki durumla karşılaştırma ve yeniden düzenleme zorunluluğu vardır. Bilgiler toplanıp değerlendirildikten sonra yapının yıkılması yada takviyesi söz konusu olabilecek ve hangi güçlendirme sistemin uygulanacağına karar verilecektir.

Yapı güvenliğini belirlemede en önemli hesap yaklaşımı “ Taşıma gücü yöntemi ” dir. Çünkü herhangi bir yapı elemanının kırılması veya görevini yapamaz duruma gelmesi için gereken yükün, yani taşıma kapasitesinin hesaplanması gerekir.

3.2.1. Yapı güvenliği kavramı

Çağdaş yapı güvenliğinde iki sınır duruma göre yapı güvenliği sağlanabilir:

- Taşıma gücü sınır durumu
- Kullanılabilirlik sınır durumu

Başka bir ifadeyle, yapının en elverişsiz yüklemeler altında göçmemesi ve servis yükleri altında aşırı deformasyon, çatlama ve rahatsız edici titreşim oluşmadan hizmet vermesi istenir. Bu durum şu şekilde de ifade edilebilir:

$$\text{DAYANIM} > \text{YÜK ETKİSİ}$$

Burada dayanım, herhangi bir yapı elemanının eğilme ve burulma momenti, kesme ve eksenel yük taşıma gücü olabileceği gibi, bu zorlamalar altında oluşabilecek çatlama ve deformasyonların limit değerleri de olabilir. Yük etkisi ise, elemana gelen eğilme ve burulma momentleri, kesme kuvveti ve eksenel yükler ile, bu etkiler altında oluşan sehim ve çatlak miktarlarıdır. Dayanım ve yük etkisi aynı cinsten ifade edilmelidir. Yani eğer yük etkisi öngörülen yükleme altında belirli bir

kesitte oluşan eğilme momenti ise, dayanımda o kesitin moment taşıma gücü olmalıdır (Ersoy, 1998).

Dayanım ile yük etkisi arasındaki oransal ilişki yapının güvenlik katsayısıdır.

$$Güvenlik = \frac{Dayanım}{Yük\ etkisi} > 1 \quad (3.1)$$

Bu katsayının birden büyük olması yani yapı için belirli bir güvenlik payının bulunması gerekir. Bu fazlalığın bulunması yapı elemanları için yapılan dayanım ve yük etkisi hesaplarında ortaya çıkan belirsizliklere karşı emniyet payı bulundurma amacına yöneliktir. Ayrıca malzeme özelliklerinde olabilecek zayıflama ve kötüleşmelerinde malzeme katsayılarıyla karşılanması gerekir. Yüklerde olabilecek artışlar ise, yükün doğru olarak tespit edilebilme olasılığına göre belirlenecek yük katsayıları kullanılarak, gerçekte gelenden daha büyük bir artırılmış yük kullanılıp göz önüne alınır.

3.2.2. Değişik yapı elemanlarının yapı güvenliğine katkı düzeyleri

Betonarme yapı elemanlarının yapı güvenliği üzerindeki etkileri veya önemleri farklıdır. Yapı elemanlarının önemlerindeki bu farklılık Amerikan Beton Yönetmeliği'nde (ACI 318-83) verilen eleman katsayıları ile dikkate alınmaktadır. Bu katsayıların yüksek olduğu elemanlar daha az risk taşıyan elemanlar demektir. Bu katsayılar, elemanların hesaplanan yük taşıma kapasiteleri ile çarpılmakta olduğundan, katsayıların küçük olması ilgili elemanın daha büyük bir kapasitede hesaplanmasını gerektirmektedir. Bu yönetmeliğe göre eleman katsayıları şöyledir (American Concrete Institute, 1984) :

- Basit eğilme : 0.90 (Kiriş)
- Eksenel çekme : 0.90 (Diyagonal eleman)
- Eksenel basınç : 0.70 (Etriyeli kolon)
- Eksenel basınç : 0.75 (Fretli kolon)
- Kesme ve burulma : 0.85
- Bileşik eğilme : 0.70 - 0.90

Görüldüğü gibi kolonların eleman katsayıları kirişlerin eleman katsayılarına göre önemli ölçüde küçüktür. Bu durum eksenel yük ve eğilme momenti ile zorlanan kolonların, yalnızca eğilme momentine maruz kirişlerden daha önemli olduğunu göstermektedir.

3.2.2.1. Döşemeler

Betonarme yapılarda döşemeler en güvenli yapı elemanlarıdır. Büyük şekil değiştirmeler yaparak büyük yükler taşıyabilirler. Plak döşemelerin, kendi ağırlıkları ve hesaplarda alınan hareketli yükün 4-5 katını, büyük sehim yaparak ve çatlayarak taşıyabildikleri deneylerle kanıtlanmıştır. Eğilme etkilerine karşı direnci yüksek olan plakların, özellikle kirişsiz döşemelerin, kesme kuvvetlerine karşı dirençleri azdır. Kirişsiz döşemede kolona aktarılabilecek kesme kuvveti kapasitesi çok hassastır. Bu kapasitenin aşılması plağın ani ve gevrek bir şekilde göçmesine neden olur (Bayülke, 1995).

3.2.2.2. Kirişler

Kirişler plak döşemeler kadar olmasa da güvenli yapı elemanlarıdır. Betonarmedeki “ uyum özelliği ” sayesinde aşırı zorlanan kirişler şekil değiştirmeler yaparak zorlamaları komşu elemanlara iletirler.

Kirişlerin donatıları genellikle, dengeli kırılma için gereken miktardan daha az olduğu için kırılma çekme donatısının akmaya başlamasıyla gerçekleşir. Bu kırılma çekme kırılmasıdır ve sünek özellik taşıdığı için zayıflama belirtileri göstererek önlem alınmasına fırsat verir. Kirişlerin onarım ve güçlendirilmesi mümkün ve nispeten kolonlara göre daha kolaydır.

3.2.2.3. Kolonlar

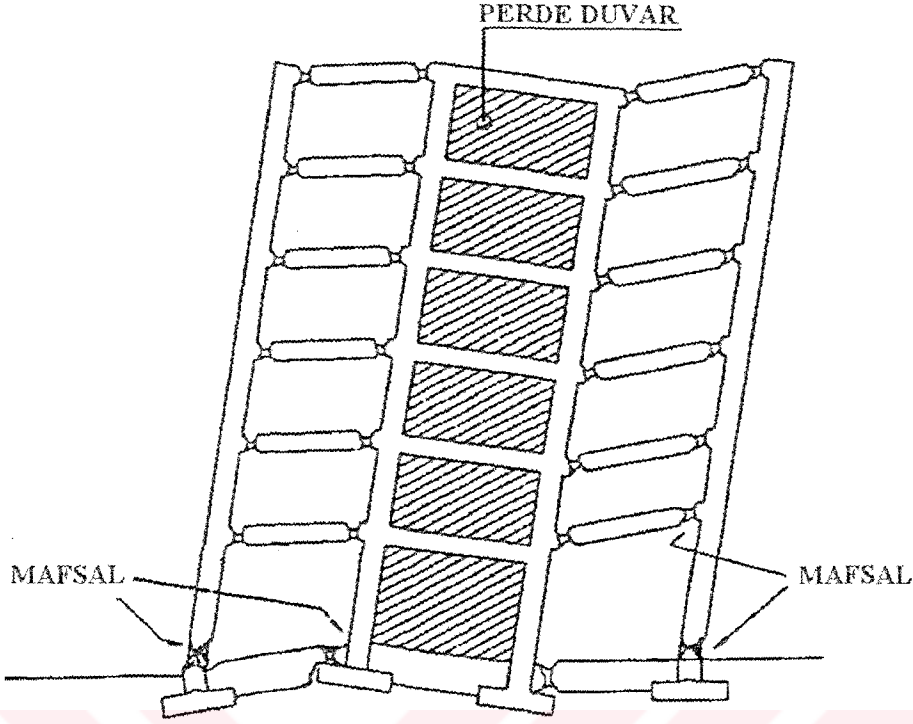
Kolonlar betonarme yapılarıdaki en kritik elemanlardan biridir. Normal kuvvet eğilme momentine göre daha hâkimdir. Kolonlardaki kırılmanın nasıl olacağını aksel yük düzeyi belirler. Bu yüzden yönetmelikte aksel yüke bir üst sınır konularak sünek davranış sağlanmaya çalışılmıştır. Deprem hareketinin her iki doğrultuda meydana gelebilmesi nedeniyle kolonlar her iki ekseninde simetrik olarak donatılırlar.

Kolonlarda göçme sırasında genellikle betonun davranışı etkili olur. Taşıma kapasitesi aşıldığında hasar aniden gelişebilmekte ve gevrek bir kırılma oluşabilmektedir. Çerçeve yapılarında depremden meydana gelen eğilme momentleri doğrusal bir değişim göstererek, kolon uçlarını en fazla zorlar. Bu bölgelerde sünekliği artırmak için mutlaka etriye sıklaştırması yapılmalıdır.

3.2.2.4. Perdeler

Perdeler yüksek yapılarda yatay yüklerin karşılanmasında kullanılır. Plandaki yer ve biçimleri genellikle mimari kullanım amaçlarına bağlıdır. Yüksek binalarda yatay yer değiştirmeleri sınırlamaları önemli tercih sebebidir. Perdeler büyük depremlerde genellikle plastik şekil değiştirmelerle yatay kuvvetlerin dinamik etkisine karşı koyarlar. Tek başına bulunan bir perde betonarme konsol kiriş gibi davranır. Dar kesit yanal burkulma kuşkusu oluştursa da, kat döşemeleri yeterli yanal rijitliğe sahipse bu tehlike ortadan kalkar (Celep, Kumbasar, 2000).

Perdelerin yatay yükleri karşılaması için kat döşemelerine olan bağlantısına özen gösterilmeli ve mümkün olduğunca fazla düşey yük taşıtılması sağlanmalıdır. Bunun nedeni dar kesitte yanal burkulma oluşmasını önlemektir. Büyük yatay rijitliği sebebiyle depremden gelen yatay yüklerin önemli bir kısmını taşıyacak olan perdenin tabanında büyük eğilme momentleri oluşur. Bu nedenle perdenin temelinde dönme eğilimini azaltacak önlemler alınmalıdır (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Perde temelinde dönme sonucu oluşan göçme mekanizması

3.2.2.5. Kolon – kiriş birleşim bölgeleri

Kiriş ve kolon davranışının istenen düzeyde olması için, birleşim bölgelerinde uygun şekilde etriye sıklaştırılmasının yapılmış olması gerekir. Deprem hasarlarının önemli bir bölümü birleşim bölgelerinde veya yakınında oluşmaktadır. Birleşim bölgelerindeki bir dayanım veya rijitlik kaybı, çerçevede büyük yanal yer değiştirmelere ve ikinci mertebe etkilerinin doğmasına neden olabilmektedir.

Büyük bir deprem sırasında mafsallaşmanın kirişlerde ortaya çıkması ve deprem enerjisinin bu yolla yutulması istenir. Bu düşünce, kuvvetli kolon-zayıf kiriş ilkesi olarak ifade edilir. Bu durumda sistem, kirişlerde çok sayıda plastik mafsall oluşmasından sonra çok daha sünek bir davranışla göçer veya büyük enerji yutarak depremi karşılar. Kuşkusuz buradaki ‘ zayıf ’ kavramı görecelidir; zayıf denilen elemanda yönetmelikteki yükleme şekillerini güvenle karşılamalıdır. Yönetmelikte her kolon-kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentleri

toplaminin, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin taşıma gücü momentleri toplamından en az % 20 daha fazla olması istenmektedir (T.D.Y. (1998)).

3.2.2.6. Temeller

Yapının bütünsel güvenliği açısından en önemli elemanlar temellerdir. Onarım ve güçlendirmeleri diğer yapı elemanlarına göre zor ve pahalıdır. Bu nedenle tasarım ve yapım sırasında özel bir emek harcanması gerekir. Temeller oluşturulurken, zemin taşıma gücü ölçü alınarak güvenli bir zemin gerilmesinin aşılmamasına özen gösterilmelidir. Zeminin taşıma gücü genelde üst yapıyı oluşturan malzemeninkinden daha düşük olduğundan, temelin zeminle temas eden yüzeyi yapının kolon, perde gibi taşıyıcı elemanlarına oranla daha büyük olmalıdır.

3.3. Mevcut Yapıların T.D.Y. (1998) (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1998)) Koşulları Bakımından Değerlendirilmesi

Yeni deprem yönetmeliğinin 1 Ocak 1998 tarihinde yürürlüğe girmesiyle, 22 yıldan uzun bir süre uygulanan 1975 tarihli T.D.Y.'nin kullanımı son bulmuştur. 1997 yönetmeliği, depreme dayanıklı yapı tasarımına yeni bir bakış açısı getirmiştir. Bu yeni tasarım felsefesi, deprem hesabı yapılmadan veya T.D.Y. (1975)'e göre projelendirilmesi gerçekleştirilmiş olan yapıların, yeni yönetmelik karşısındaki durumlarının değerlendirilmesi düşüncesinin doğmasına neden olmuştur. Bu bölümde mevcut betonarme binaların depreme dayanıklılık konusunda, T.D.Y. (1975) ve T.D.Y. (1998) arasındaki farklara dikkat çekilerek, değerlendirilmesinin nasıl yapılacağı anlatılmaktadır.

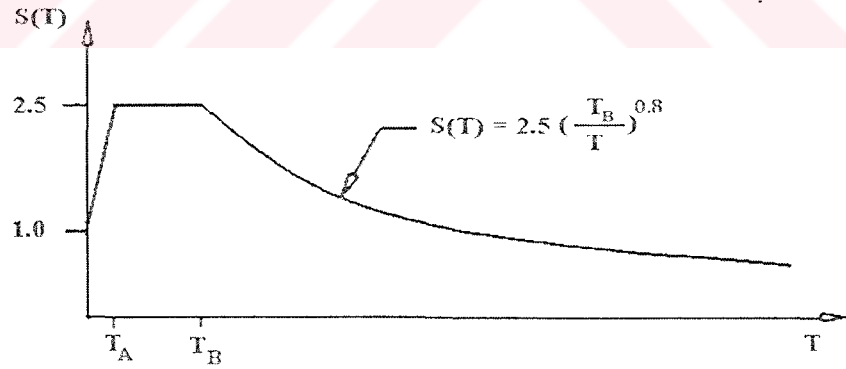
3.3.1. Depreme dayanıklı yapı tasarımı yaklaşımı

Bilindiği gibi T.D.Y. (1975) yapay bir büyüklük olan “ Deprem katsayısı ” kavramına dayanmaktaydı. Dünyada son zamanlarda geliştirilen modern yönetmeliklerin ortak noktası ise, deprem etkisinin “ Doğrusal Elastik Tasarım Spektrumu ” ile ifade edilmesidir. Bu paralelde hazırlanan T.D.Y. (1998)’ de, deprem etkisini belirleyen temel parametre, A_0 simgesi ile gösterilen ve deprem bölgesine göre farklı değerler alan etkin yer ivmesi katsayısıdır. Bu büyüklük, yönetmelikte tanımlanan bina önem katsayısının $I = 1$ değerini aldığı binalar için, elli yıllık süre içinde aşılma olasılığı % 10 olan depremi karakterize etmektedir.

Spektral ivme katsayısı, tasarım ivme spektrumu’ nun yerçekimi ivmesine bölünmesine karşılık gelir ve ;

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) \quad (3.2)$$

olarak formülize edilmiştir (T.D.Y.-1998). Formülde $S(T)$ olarak gösterilen spektrum katsayısı, T_A ve T_B olarak ifade edilen “Spektrum Karakteristik Periyotları”na bağlıdır (Şekil 3.8.). Bu periyotlar ise, zemin gruplarına ve en üstteki zemin tabakası kalınlığına göre belirlenmektedir.



Şekil 3.8. Spektrum katsayısının periyoda göre değişimi

Yönetmelikte göz önüne alınacak tasarım deprem yükleri, yukarıda tanımlanan tasarım ivme spektrumuna göre belirlenen elastik deprem yüklerinin, $R_a(T)$ ile simgelenen “Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı”na bölünmesi ile elde edilen yükler olarak tanımlanmıştır. $R_a(T)$ katsayısı yönetmelikte, elastik davranışa karşılık

gelen deprem yüklerinin, aktarılan enerjinin binada yutulması ve aynı zamanda betonarmenin uyum özelliği gibi nedenlerle mevcut olan, binanın yedek dayanım kapasitesinin varlığı sayesinde azaltıldığını vurgulamak amacıyla bu isimle adlandırılmıştır. $R_a(T)$ katsayısı yönetmelikte, “ Süneklik Düzeyi Yüksek ” ve “ Süneklik Düzeyi Normal ” olan taşıyıcı sistemler için tanımlanan “ Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ” (R)’ ye ve “ Doğal Titreşim Periyodu ” (T)’ ye bağlı olarak ifade edilmiştir.

Yukarıda belirtildiği gibi, T.D.Y. (1975) yönetmeliğinden farklı olarak T.D.Y. (1998) yönetmeliğinde taşıyıcı sistemler, “ Süneklik Düzeyi Yüksek ” ve “ Süneklik Düzeyi Normal ” olan sistemler olarak sınıflandırılmışlardır. Çerçevelerden oluşan taşıyıcı sistemlerde, yüksek süneklik düzeyinin temel koşulu, kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşuludur. Bu koşul yönetmelikte, “ Çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon-kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentleri toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin taşıma gücü momentler toplamından en az % 20 daha büyük olacaktır. ” ifadesi ile yer almaktadır (T.D.Y.-1998). Deprem sırasında plastik mafsalların kolonlarda değil kirişlerde oluşmasını, böylece hem kararlı bir enerji tüketimini hem de göçme veya kat göçmesi mekanizmalarını önlemeyi öngören bu koşul, tasarım depremi altında binada kontrol edilebilir hasarı kabul eden ve temel amaç olarak can kaybını önlemeyi hedefleyen, modern depreme dayanıklı tasarım felsefesinin açık bir ifadesidir (Aydınoglu, 1996).

3.3.2. Hesap yöntemleri açısından değerlendirme

T.D.Y. (1998) , deprem analizine ilişkin olarak getirdiği kurallar açısından da eski yönetmeliğe göre önemli farklar içermektedir. T.D.Y. (1975)’ de tek analiz yöntemi “ Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ” dir. Yeni yönetmelikte ise bu yönteme ek olarak, “ Mod Birleştirme Yöntemi ” ne ve “ Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi ” ne de yer verilmiştir.

Eşdeğer deprem yüğü yöntemi, yapının sadece birinci serbestlik derecesini esas alan dinamik bir yöntem olarak kabul edilebilir. Mod birleştirme yöntemi ise, çok

serbestlik dereceli sistemlerin davranışını veren ifadelerin, her mod şekli için ayrı ayrı değerlendirilmesi olarak da görülebilir (Celep, Kumbasar, 2000).

Ayrıca özel durumlarda, bina ve bina türü yapıların doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan deprem hesabı, daha önce kaydedilen veya yapay yollarla üretilen benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılarak yapılabilir. Bu hesap yöntemine “ Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi ” denilmektedir.

Bunun dışında yeni yönetmelikte “ Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ” kullanımına bazı sınırlandırmalar getirilmiştir. Buna göre Konya’ da yüksekliği 75 m’ den az olan tüm binalarda bu yöntem kullanılabilir. Ancak 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde, yönetmelikte açıklanan bazı düzensizlik durumlarına sahip olan ve belli yüksekliği aşan binalarda bu yöntemin kullanılması yasaklanmıştır.

1998 deprem yönetmeliğinde deprem analizine ilişkin getirilen en önemli koşullardan biride, kullanılacak yöntemden bağımsız olarak üç boyutlu analiz yapılması zorunluluğudur. Böylece burulma etkilerinin göz önüne alınmasıyla simetrik binalarda bile iki boyutlu davranışın mümkün olmadığı vurgulanmıştır.

Kesit hesaplarında ise “ Emniyet Gerilmeleri Yöntemi ” terk edilmiş ve yeni yönetmelikte “ Taşıma Gücü Yöntemi ” nin kullanımı zorunlu hale getirilmiştir.

3.3.3. Malzeme dayanımları açısından yapılan düzenlemeler

Malzeme dayanımlarındaki yetersizlikler, yurdumuzda son yıllarda meydana gelen depremlerde ortaya çıkan hasarların oluşmasında büyük paya sahiptir. Bu nedenle 1998 deprem yönetmeliğinde beton ve çelik kalitesine ilişkin bazı koşullar yer almıştır.

Eski yönetmelikte C14 sınıfı beton kullanımına izin verilirken, yeni yönetmelikte deprem bölgelerinde yapılacak betonarme yapılarda C16’ dan daha düşük kalitede beton kullanılması yasaklanmıştır. Ayrıca 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde bina önem katsayısı 1.5 ve 1.4 olan binalar ile taşıyıcı sistemi süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşan binalarda C20’ den düşük kalitede beton kullanılmaması öngörülmüştür.

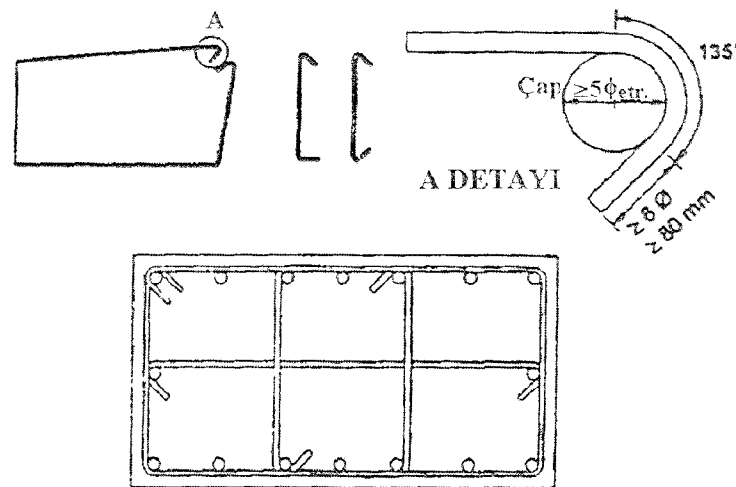
Yeni yönetmeliğe göre, betonarme taşıyıcı sistem elemanlarında bazı özel haller dışında, S420' den daha yüksek dayanımlı donatı çeliği kullanılmasına izin verilmemektedir. Ayrıca kullanılan donatının kopma birim uzaması da %10' dan daha az olmamalıdır.

Yeni yönetmelikten alınan yukarıdaki hususlara bakıldığında, beton dayanımını iyileştirici düzenlemelere önem verildiği ve deprem yüklerinin daha sünek yapı elemanlarınca karşılanmasını sağlamak için donatı çeliğinde sınırlamaya gidildiği anlaşılmaktadır.

3.3.4. Konstrüktif kurallarda yapılan düzenlemeler

Yeni yönetmelik, yapıyı oluşturan elemanların en kesitleri, enine ve boyuna donatıları ile ilgili pek çok değişiklik öngörmektedir. Bunların en önemlileri şunlardır:

➤ Bütün betonarme sistemlerin kolonlarında, kolon-kiriş birleşim bölgelerinde, perde uç bölgelerinde ve kiriş sarılma bölgelerinde “ Özel Deprem Etriyesi ” ve “ Özel Deprem Çirozu ” olarak adlandırılan enine donatıların kullanılması şart koşulmuştur (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Kolonlarda kullanılması gereken deprem etriye ve çirozları

➤ Kolonlarda minimum en kesit alanı 75.000 mm^2 olarak belirlenmiştir. Böylece en küçük dikdörtgen kesitli kolon (25 cm x 50 cm) boyutlarına çıkarılmıştır. Minimum donatı oranı ise 0.01 olarak sabit kalmıştır. Ayrıca kolonun brüt en kesit alanının, Denklem (3.3)' deki koşulu sağlaması öngörülmüştür.

$$A_c \geq \frac{N_{d,max}}{(0,5 \cdot f_{ck})} \quad (3.3)$$

➤ Kirişlerin en kesit boyutlarına ilişkin önemli değişiklikler yapılmıştır. Yeni düzenlemeye göre kiriş gövde genişliği en az 25 cm olmalıdır. Kiriş gövde genişliği, kiriş yüksekliği ile kirişin birleştiği kolonun kirişe dik genişliğinin toplamını geçmemeli, ayrıca kiriş yüksekliği, döşeme kalınlığının üç katından ve 30 cm' den az, serbest açıklığın $\frac{1}{4}$ ' ünden ve kiriş gövde genişliğinin 3.5 katından fazla olmamalıdır. Ayrıca kirişler için minimum donatı oranı TS500'e göre % 25 artırılmış ve Denklem (3.4)' de görüldüğü gibi olmuştur. Maksimum donatı oranı ise 0.02 olarak belirlenmiştir.

$$\rho_{min} = \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} \quad (3.4)$$

➤ Kolon ve kiriş birleşim bölgeleri için kuşatılmış ve kuşatılmamış birleşim kavramları getirilmiştir. Buna göre kuşatılmamış birleşimlerde kullanılacak enine donatı miktarı daha fazladır.

➤ Yeni düzenlemeye göre, perdelerin plandaki uzun kenarının kalınlığa oranı minimum yediye çıkarılmıştır. Ayrıca deprem yüklerinin tamamının bina yüksekliği boyunca perdeler tarafından taşındığı sistemlerde perde kalınlığı kat yüksekliğinin $\frac{1}{20}$ sinden ve 15 cm' den az olmamalıdır. Diğer tür binalarda ise perde kalınlığının 20 cm' den ve kat yüksekliğinin $\frac{1}{15}$ inden az olmamasına karar verilmiştir. Bunlara ek olarak “ Kritik Perde Yüksekliği ” kavramı getirilmiş ve perde uç bölgelerinin bu kritik yükseklik boyunca daha geniş tutulması sağlanmıştır.

3.3.5. Yapısal düzensizlikler açısından yapılan düzenlemeler

T.D.Y. (1975) 'de “ yapısal düzensizlik ” kavramı üzerinde çok az durulmuş, çeşitleri açıklanmamakla birlikte bu tür düzensizliklere sahip olan yapılarda kesit hesapları yapılırken bu düzensizliklerin göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmıştır. T.D.Y. (1998) 'de ise, yapılarda deprem sırasında önemli hasarların oluşmasına neden olan çeşitli düzensizlik durumları daha detaylı incelenmiş ve bu konuyla ilgili önemli kısıtlamalar getirilmiştir.

Düzensiz yapılar, 1998 Deprem Yönetmeliğine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

A. Planda Düzensizlik Durumları:

1. A1 - Burulma Düzensizliği
2. A2 - Döşeme Süreksizlikleri
3. A3 - Planda Çıkıntılar Bulunması
4. A4 - Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması

B. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

1. B1 - Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)
2. B2 - Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)
3. B3 - Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

Bu bölümde, yukarıda sıralanan düzensizlik durumları, 1998 tarihinden önce yapılan yapıların çoğunluğunda olduğu gibi bu çalışma kapsamında incelenen binalarda da görüldüğü için ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir.

3.3.5.1. Planda düzensizlik durumları

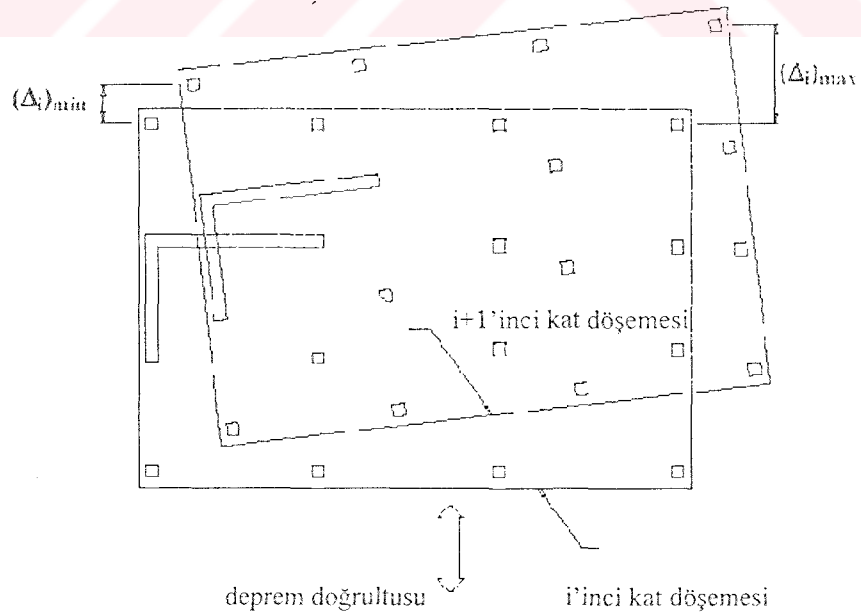
1. Burulma düzensizliği

Yatay deprem kuvvetlerinin bileşkesi yapının kütle merkezinden geçmektedir. Yatay yük, taşıyıcı düşey elemanlarca, o elemanların yatay rijitlikleri ile orantılı olarak paylaşılıp temele aktarılır. Her elemanın aktarmakta olduğu kesme kuvvetlerinin bileşkesi kütle merkezinden geçiyorsa katlarda dönme olmaksızın sadece ötelenme yer değiştirmesi meydana gelir. Kesme kuvvetlerinin bileşkesi kütle merkezinden geçmiyorsa, katlarda ötelemenin yanında dönme hareketi de meydana gelir ve burulma etkisi ortaya çıkar.

T.D.Y. (1998) gereğince, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük göreceli kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama göreceli ötelemeye oranını ifade eden burulma düzensizliği katsayısı 1.2' den büyük olmamalıdır (Şekil 3.10., Denklem 3.5, Denklem 3.6).

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2 \quad (3.5)$$

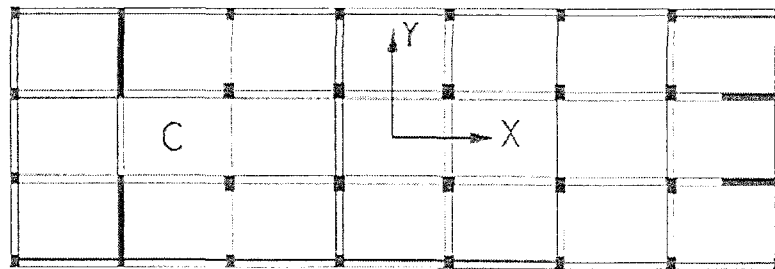
$$(\Delta_i)_{\text{ort}} = [(\Delta_i)_{\max} + (\Delta_i)_{\min}] / 2 \quad (3.6)$$



Şekil 3.10. Burulma Düzensizliği Durumu

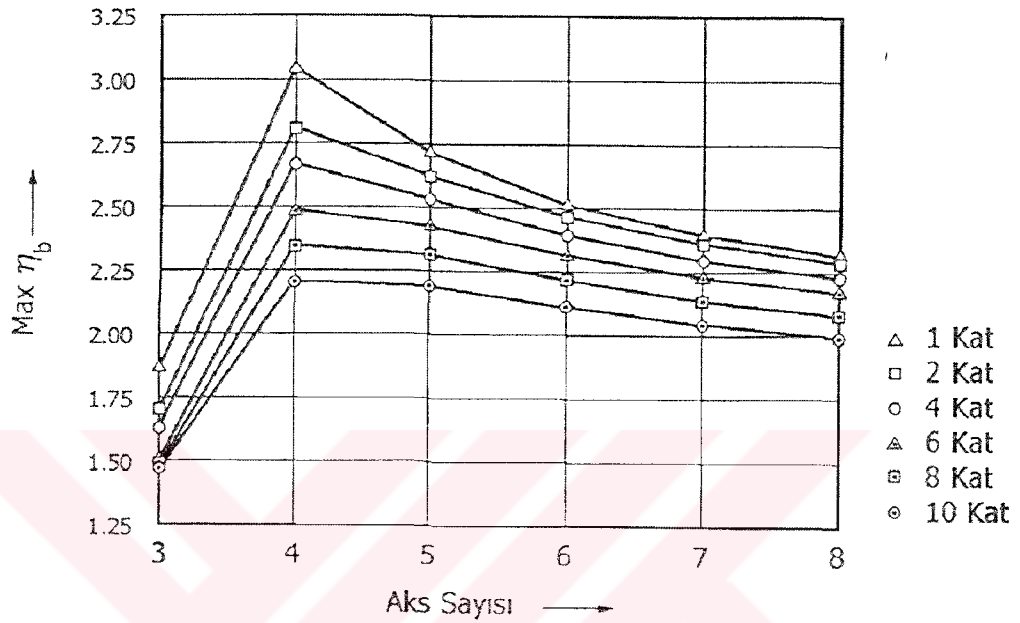
Şiddetli depremler altında, deprem dalgalarının binada yayılışı gayri simetrik olabileceği gibi, kolon uçlarında oluşabilecek mafsallar da aynı anda oluşmayabilir. Böylece kütle ve rijitlik merkezi çakışan binalarda da eksantrisiteler meydana gelir. Ayrıca planda simetrik olarak yerleştirilmeyen dolgu duvarların dahi burulma eksantrikliğini büyütebileceği belirtilmektedir. Bundan dolayı yönetmelikte (T.D.Y., (1998)), simetrik binalarda minimum % 5 eksantrisite kabul edilmesini, burulma düzensizliğine sahip binalarda ise eksantrisite miktarının, burulma düzensizliği katsayısının 1.2' ye bölünmesiyle elde edilen sayı oranında büyütülmesi öngörülmektedir.

Bir binanın burulmasına neden olan eksantriklik taşıyıcı sistem elemanlarının simetrik yerleştirilmemesinden kaynaklanabilir. Özmen (2004) tarafından, perdelerin plandaki konumlarının, perdelerle paralel aks sayılarının ve kat sayısının burulma düzensizliği katsayısı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Örnek olması amacıyla, çalışmada ele alınan ve C tipi yapı olarak tanımlanan 8 akslı yapının kalıp planı Şekil 3.11.' de verilmiştir. Perde konumları aynı kalacak şekilde, yani iki perde sağ kenar aksta, diğer ikisi de en soldaki aksın yanındaki aksta bulunacak şekilde, aks ve kat sayıları değiştirilip deprem analizi yapılmış ve burulma düzensizliği katsayısının aks ve kat sayısına göre değişimi Şekil 3.12.' deki gibi elde edilmiştir. Sonuçlardan görüleceği gibi minimum aks sayılı sistemler için katsayı düşük bir değer almakta, daha sonra maksimum bir değere ulaşip aks sayısının artması ile azalmaktadır. Ayrıca kat sayısının azalmasının burulma düzensizliği katsayısını artırdığı görülmektedir. Az katlı yapılarda aşırı burulma düzensizliği oluşmasının nedeninin, perdelerin elverişsiz konumda bulunmalarından ve perde alanlarının az katlı yapılar için gerekli olan değerden daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 3.11. 8 akslı C tipi yapıların şematik kalıp planları

Yapıların depreme karşı davranışlarında perdelerin varlığının çok olumlu katkısı vardır. Ancak perdelerin hem olumsuz hem de aşırı oranda bulunmaları düzensizlik katsayısını artırmaktadır.



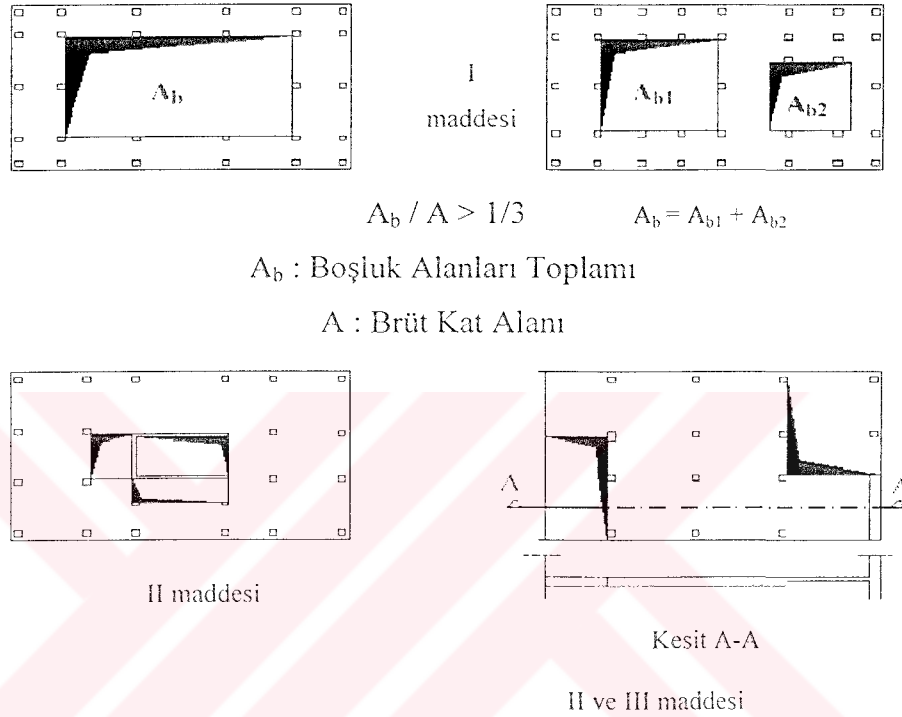
Şekil 3.12. C tipi yapılar için burulma düzensizliği katsayısının aks ve kat sayısına göre değişimi

2. Döşeme süreksizlikleri

Döşeme süreksizlikleri herhangi bir kattaki döşemede;

- Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması,
- Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarabilmesini güçleştiren, yerel döşeme boşluklarının bulunması,
- Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumudur (T.D.Y. (1998)).

Deprem yükleri kata etkiğinde, bu yükleri düşey taşıyıcılara iletmede döşemelerin rolü büyüktür. Kirişli veya kirişsiz döşemelerde, mesnetlenme kenarlarında boşlukların bulunması, kuvvet iletimini zorlaştıracak ve gerilme yığılmalarına sebep olacaktır. Ayrıca döşemenin kalınlığındaki ani değişiklikler de deprem kuvvetinin iletilmesinde gerilme yığılmalarına sebep olabilir.

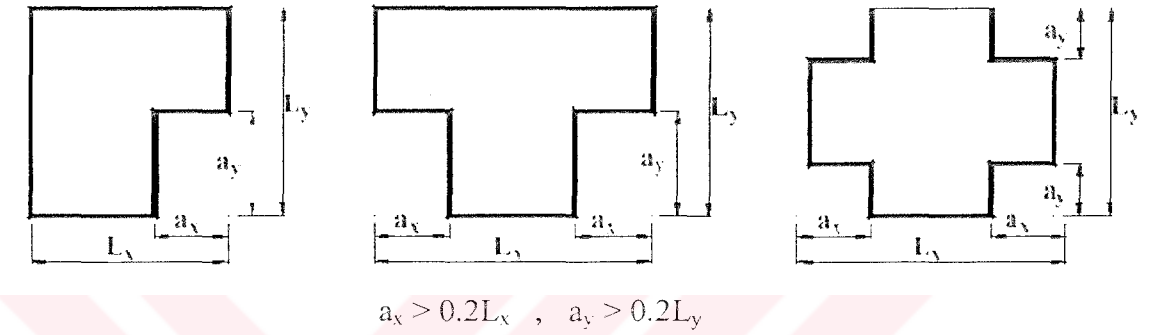


Şekil 3.13. A2 Türü Düzensizlik Durumları

Deprem kuvveti kata etkiğinde, döşeme plağı rijit kütle hareketi göstererek ötelenir. Böylece tüm çerçevelerin eşit olarak ötelenmelerini sağlar. Bu hareketi yapan döşeme “Sonsuz Rijit Diyafram” şeklinde isimlendirilir. Ancak döşemde bu davranışa engel olacak boşluklar varsa veya döşeme kalınlıkları arasında ani değişimler oluyorsa döşemde “Esnek Diyafram Etkisi” görülür. Bu gibi durumlarda, her bir çerçevenin ötelenmesi değişik olur ve her bir çerçevede değişik ötelenmenin gerektirdiği farklı kesme kuvvetleri oluşur. Depreme dayanıklılık için, yapıda esnek diyafram bulunmamalıdır.

3. Planda çıkıntılar bulunması

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların, birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının, aynı doğrultulardaki, toplam boyutunun %20'sinden daha büyük olması durumudur (T.D.Y. (1998)), (Şekil 3.14.).

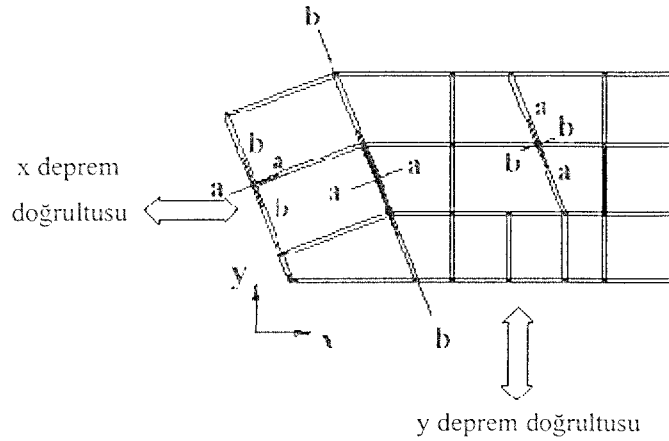


Şekil 3.14. A3 Türü Düzensizlik Durumu

L,T,U,H şekline sahip yapılarıdaki döşemeler için, deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcılara iletirken rijit diyafram kabulü yapmak her zaman doğru olmaz. Çünkü çıkıntı yapan kısımlarla, ana kısım birbirine göre rölatif yer değiştirme yapar. Planda çıkıntılar meydana getirmektense, çıkıntılı kısımları dilatasyonlarla ayırıp, yapıyı bloklaştırmak en uygun çözümdür.

4. Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması

Düşey taşıyıcı sistem elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik, yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumudur (T.D.Y. (1998)), (Şekil 3.15.).



Şekil 3.15. Taşıyıcı Sistem Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması

Elemanların birbirine dik veya paralel olarak konumlandırıldığı binalarda, deprem yüklerinin iki asal doğrultuda, ayrı ayrı ve birbirinden bağımsız olarak etkidiği kabulü ile çözümleme yapılır. Çünkü planda taşıyıcı elemanlar sürekli olduğu için kesit tesirleri düzenli bir şekilde dağılmakta ve depremin asal eksenler dışında bir doğrultuda etkimesi ile oluşan ek zorlamalar yapı için tehlike oluşturmamaktadır. Bu düzensizlik durumunun bulunduğu yapılardaki elemanlarda iç kuvvetler hesaplanırken, x doğrultusunda etki edecek deprem nedeniyle elemanda oluşan iç kuvvet değerine, y doğrultusunda deprem olması halinde oluşacak iç kuvvet değerinin % 30' u eklenir. Aynı şekilde y doğrultusundaki deprem etkisine, x yönündeki etkinin % 30' u eklenir ve bulunan değerlerden elverişsiz olanı tasarımda dikkate alınır.

3.3.5.2. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

1. Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki “etkili kesme alanı”nın, bir üst kattaki “etkili kesme

alanı”na oranı olarak tanımlanan “Dayanım Düzensizliği Katsayısı” η_{ci} ’nin 0.80’den küçük olması durumudur (T.D.Y. (1998)).

$$\eta_{ci} = (\Sigma A_e)_i / (\Sigma A_e)_{i+1} < 0.80 \quad (3.7)$$

Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı :

$$\Sigma A_e = \Sigma A_w + \Sigma A_g + 0.15 * \Sigma A_k \quad (3.8)$$

Burada, ΣA_e , herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı, ΣA_w , herhangi bir katta, kolon en kesiti etkin gövde alanları A_w ’lerin toplamı, ΣA_g , herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının en kesit alanlarının toplamı, ΣA_k , herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanlarının (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamıdır.

Genellikle, betonarme bir yapının tasarımı yapılırken, dolgu duvarlarının yapıya sadece ölü yük olarak etki ettiği sanılarak hataya düşülür. Çerçeve boşluklarını dolduran duvarlar, deprem anında şekil değiştiren çerçeveye reaksiyonlar uygulayarak az da olsa deprem yükünün taşınmasına katkıda bulunur. Bu katkı, dolgu duvarın eğik asal çekme ve eğik asal basınç kuvvetlerine karşı mukavemetinin fazla olmayışı sebebiyle %15 mertebesindedir (Atımtay, 2000).

Bu tür düzensizlik olan yapılarda:

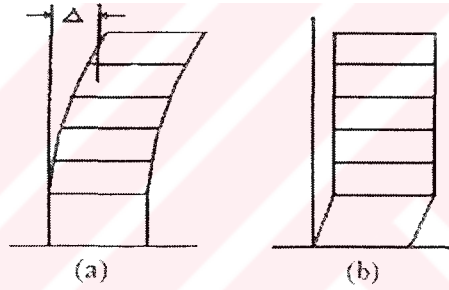
- $0.60 \leq (\eta_{ci})_{min} \leq 0.80$ aralığında, yönetmelikte verilen Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R), $1.25 * (\eta_{ci})_{min}$ değeri ile çarpılarak, her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanır. $(R) * 1.25 * (\eta_{ci})_{min}$ değerinin, taşıyıcı sistem davranış katsayısı olarak kullanılması, bu değeri düşürüp toplam deprem etkisini büyütecektir.
- Hiçbir zaman $\eta_{ci} < 0.60$ olmamalıdır. Aksi durumda, zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanmalıdır.
- Zayıf kat düzensizliği bulunan binalarda ($0.60 \leq (\eta_{ci})_{min} \leq 0.80$ iken), kolon sarılma bölgesine konulan enine donatı, kolon orta bölgesinde de aynen devam ettirilmelidir (T.D.Y. (1998)).

2. Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i 'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan “Rijitlik Düzensizliği Katsayısı” η_{ki} 'nin 1.5'tan fazla olması durumudur (T.D.Y. (1998)).

$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1})_{\text{ort}} > 1.5 \quad (3.9)$$

Deprem etkilerinin alt katlara doğru artması sebebiyle, taşıyıcı sistem rijitliğinin alt katlarda azaltılması deprem sırasında yapılarda Şekil 3.16.' da görüldüğü şekilde hasarlar oluşmasına yol açmaktadır (Batı, 2004).



Şekil 3.16. (a) Elastik Davranış ve (b) Yumuşak Kat Davranışı

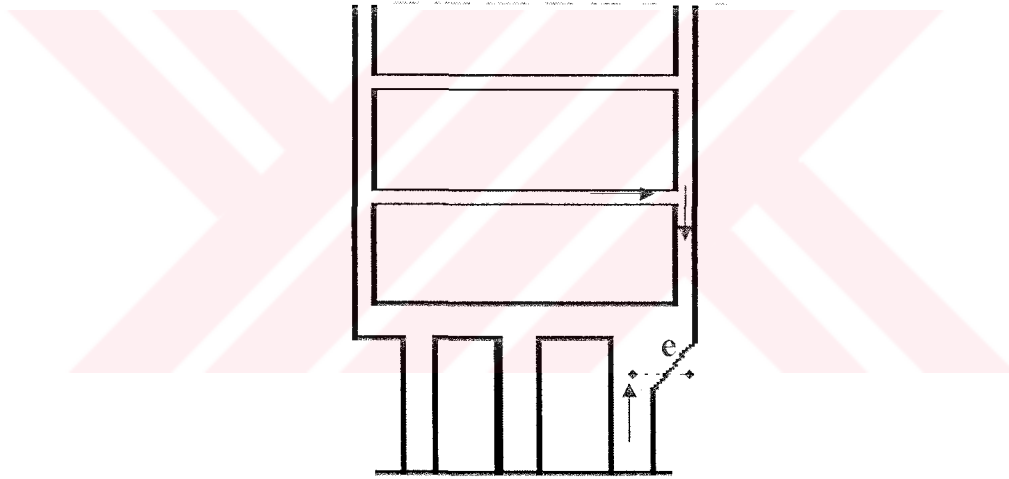
B2 türü ve A1 türü düzensizlik, deprem hesabında kullanılacak yöntemin seçiminde, etken olan düzensizlik türleridir. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerindeki, yüksekliği 25 ila 60 metre arasındaki yapılarda, eğer B2 türü düzensizlik varsa, dinamik hesap yapmak zorunludur (T.D.Y. (1998)). Yumuşak kat düzensizliği aşağıdaki sebeplerle de oluşabilir:

- Kolon boylarının bir katta (genellikle zemin katta) diğerlerine göre, daha fazla olmasıyla, söz konusu kattaki rijitlik daha az olurken, kolon uçlarında büyük dönmeler meydana gelir.
- Üst katlardaki kiriş-kolon-perde boyutları, daha büyük olduğunda üst katlar daha rijittir.

- Perde duvarlar üst katlarda mevcutken, zemin katta bu perdeler devam etmemekte, perdelerden gelen kesme kuvvetlerini kolonlar almaktadır.
- Yapıda zayıf kat düzensizliği mevcuttur.

3. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının, bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin, altta kolonlara veya kirişlere oturtulması durumudur (T.D.Y. (1998)), (Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. Kolonların Kiriş ve Guse Üzerine Oturtulması

1975 yönetmeliğinden farklı olarak yeni yönetmelikte, yapılarda bu tür düzensizlik oluşmasını engellemek için getirilen kısıtlamalar şunlardır:

- Bütün deprem bölgelerinde, kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez (T.D.Y. (1998)).
- Kolonun, iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda, bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün

kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılmalıdır.

- Üst kattaki perdelerin her iki ucundan, alttaki kolonlara oturtulması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 arttırılır. Bu tür bir düzensizliğin mevcut olduğu betonarme binalarda perdelerin oturduğu kolonlarda sarılma bölgesine konulan enine donatı, kolon orta bölgesinde de aynen devam ettirilir. Ayrıca bu durumda enine donatı, perde içine kenetlenme boyu kadar uzatılan kolon donatıları boyunca devam ettirilmelidir. Bu durumda, zemin katta etkili kesme alanı azaldığı için, zayıf kat düzensizliği oluşurken, zemin kat ötelenmesi, bir üst kattan fazla olduğu için, yumuşak kat düzensizliği meydana gelebilir.

3.4. Betonarme Yapılarda Güçlendirme

Bir yapının yük taşıma kapasitesini, rijitliğini, sünekliğini ve stabilitesini veya bunlardan bazılarını önceki veya mevcut durumunun üzerine çıkarmak amacıyla yapılan değişikliklere “ Güçlendirme ” denilmektedir. Betonarme taşıyıcı sistemlerin güçlendirilmesi için kullanılan yöntemler, hasar görmüş veya görmemiş binalarda pek fazla farklılık gerektirmemektedir. Bu çalışmada, henüz hasar görmemiş binalar ele alındığından genellikle yapının taşıma kapasitesinin arttırılması üzerinde durulacaktır.

Yapıların hasar görmeden önce güçlendirilmesi için öne sürülebilecek bazı temel gerekçeler vardır. Bunların başlıcaları şunlardır:

- Yapının kullanım amacının değişmesi nedeniyle daha büyük yüklemeler etkisinde kalması.
- Binaların eski yönetmeliklere göre yapılmasından dolayı, yeni yönetmelik şartları bakımından yetersiz kalması.
- Binaların gerek projelendirme gerekse inşa süreçlerinde yönetmeliklere uygun olarak yapılmadığının ortaya çıkması.

Betonarme yapılarda ihtiyaca göre değişik güçlendirme sistemleri uygulanabilmektedir. Ancak her sistemin uygulanmasında göz önüne alınması gereken bazı temel ilkeler vardır:

- **Yapının dinamik özelliklerinin iyileştirilmesi:** Yapıdaki hasar deprem yükü gibi yatay bir yük tesiri ile meydana geliyor ise, yapı doğal titreşim periyodu ve zemin hakim periyodu birbirine yakın demektir. Deprem sırasında rezonans oluşmaması için yapının dinamik özelliklerini değiştirecek önlemler alınmalıdır. Yapının sönüm oranının artırılması dinamik özellikleri iyileştiren önlemlerden biridir.
- **Yapının sünekliğinin artırılması:** Süneklik yapının enerji tüketme gücüdür. Betonarme yapılar kolon-kiriş birleşimleri yakınlarında hasar meydana gelip plastik mafsallar oluşmasıyla depremin enerjisini tüketme eğilimindedirler. Yapıyı rijitleştirici önlemler genellikle sünekliği artırmayan yöntemlerdir.
- **Yapının ağırlığının azaltılması:** Yapıdaki herhangi bir elemana ilave yük gelmemesine rağmen hasar meydana geliyorsa veya depremde yapıya gelecek kuvvet azaltılmak isteniyorsa yapıyı hafifletmek yoluna gidilebilir. Her zaman mümkün olmayacak bu yöntem değişik şekillerde uygulanabilir. İmkân varsa yapının üst katlarından bir veya birkaçı yıkılabilir. Ayrıca tuğla bölme duvarların yerine daha hafif alçı, gaz beton bölme duvarlar yapılabilir.
- **Yapının taşıma gücünün artırılması:** Taşıma gücünün artırılması, yapıya yatay veya düşey yükleri karşılamada faydalı olacak yeni elemanlar eklenmesiyle veya mevcut elemanların en kesitlerinin genişletilmesi ile yapılabilir.
- **Yapıdaki burulma etkilerinin azaltılması:** Yapının katlarındaki ağırlık ve rijitlik merkezlerinin birbirinden uzak olması, burulma etkisi nedeniyle birçok yapıda deprem sırasında hasara neden olmaktadır. Burulma sonucu yapı elemanlarına gelen yatay kuvvet artmaktadır. Bu nedenle güçlendirme sırasında yapıya ilave edilecek düşey taşıyıcı elemanlar için burulma etkisi göz önünde tutulmalıdır.

3.4.1. Onarım ve güçlendirme malzemeleri

Betonarme yapı elemanları için günümüzde çok değişik güçlendirme malzemeleri mevcuttur. Dayanım özellikleri yüksek olduğu oranda pahalı olan bu malzemelerin uygulaması özen gerektirir. Bu tür malzemelerin seçiminde yaygın kullanım alanı bulmuş, uygulaması kolay ve şantiye koşullarına uygun olanları tercih etmek gerekmektedir.

3.4.1.1. Tamir harçları ile onarım

Tamir harçları elemanlarda yerel olarak ortaya çıkan beton hasarlarının giderilmesinde yaygın biçimde kullanılır. Kiriş, kolon, perde ve döşemelerde korozyon ve yapım kusurları sebebiyle beton dökülmesi meydana gelmiş, donatı ortaya çıkmış ise hazır tamir harcı uygulaması tavsiye edilir. Yüksek basınç dayanımına ve aderans özelliğine sahip bu harçların kullanımında, yükleme durumunda ve sıcaklık değişimlerinde ek gerilmelerin ortaya çıkmaması için, uygulandığı beton yüzeyle iyi yapışmasına, alt tabaka ile aynı elastisite modülü ve genleşme katsayısına sahip olmasına dikkat edilmelidir.

Tamir harcı uygulamasından önce, yüzeydeki harç, gevşek parçalar, toz ve kir temizlenmeli, yüzey pürüzlendirilmelidir. Ayrıca kesitte bulunan donatı üzerindeki pas temizlenmeli ve üzerine korozyona karşı koruyucu bir kimyasal madde sürülmelidir. Eğer tamir harcı uygulaması 20 mm' den daha kalın olacaksa ve etriye yoksa, harç kalınlığındaki gerilmeleri alabilmek için yüzeye çelik hasır yerleştirilmelidir. Konulan hasırla yüzey arasında harcın nüfuz edebilmesi için boşluk bırakılmalıdır. Ayrıca harcın uygulanmasından önce yüzey suya doymun hale getirilmeli, harç uygulandıktan sonrada hızla kuruyarak hidrasyon suyunu kaybetmemesi için kür uygulanmalıdır.

3.4.1.2. Püskürtme beton ile onarım ve güçlendirme

Püskürtme betonun, özellikle kalıp yapmanın zor olduğu veya ekonomik olmadığı, betonun yerleştirilmesi ve sıkıştırılmasının güç olduğu veya betonun ince bir tabaka olarak uygulanması gerektiği yerlerde kullanılması uygundur. Püskürtme beton en çok eski yapıların onarım ve güçlendirilmesi işlerinde kullanılır. Püskürtme beton işleminin başarılı olabilmesi için küçük çaplı donatı tercih edilmeli ve donatı püskürtme sırasında yerini koruyacak biçimde yerleştirilmelidir. Donatıların etrafında, betonun boşluk bırakmadan püskürtülmesini sağlayacak kadar mesafe bulunmalıdır. Ayrıca püskürtme beton uygulamasında püskürtülen betonun bir kısmının yüzeye, donatıya veya daha önce yapılan betona çarparak geri sıçrayacağı ve bu sıçrama oranının döşeme gibi yatay yüzeyler için %5-%15, duvar gibi düşey yüzeyler için %15-%30 ve tavanlar için %25-%50 arasında değişebileceği unutulmamalıdır.

3.4.1.3. Epoksi reçinesi ile onarım ve güçlendirme

Epoksi ve benzeri reçineler, perdeler, kolonlar, döşemeler ve kirişlerdeki beton çatlaklarını doldurmak ve ince çelik elemanları betona yapıştırmak amacıyla kullanılır. Epoksi bu türden olan sıvı reçineler için (epoksi, poliester, poliüretan, akrilik) genel anlamda kullanılır. Reçineyi oluşturan kimyasal bileşenlerin çeşitlerine, kullanılma amaçlarına ve eklenen maddelere göre pek çok türü vardır. Bu nedenle amaca uygun reçinelerin seçilmesi önemlidir. Reçinenin betona, yığma duvara ve çeliğe yapışma özelliği çok iyidir ve bu bağ nemle azalmaz.

Epoksi enjeksiyonu genellikle genişliği 0.5-5 mm arasında olan çatlaklar için başarıyla uygulanır. Çatlağa doldurulan epoksi yapıştırıcısı, çatlağın yarattığı süreksizlik ortamını sürekli duruma dönüştürür. Epoksi kullanımının yerel çatlak onarımı için yapıldığı unutulmamalıdır. Bir elemanı veya bir bölgeyi güçlendirmek için tek başına kullanılmaz. Yangına karşı dayanıksızlığı ve 80°C' nin üstünde

dayanımını kaybetmesi epoksinin zayıf yönüdür. Ayrıca derinlere inen kılcal çatlaklara epoksi enjeksiyonu düşük bir basınç altında uygulanmalıdır.

3.4.1.4. Çelik şeritlerle onarım ve güçlendirme

Betonarme elemanlar enine ve boyuna doğrultusunda çelik şeritler kullanılarak onarılıp güçlendirilebilir. Dayanımı yüksek olan çelik şeritler, kirişin alt ve yan yüzlerine ve kolon-kiriş birleşim bölgelerine epoksi reçinesi ile yapıştırılır. Şeritlerin uygulanmasında beton yüzeyle bütünleşme sağlanması için beton dayanımının yeterli olması gerekir. Hazır çelik şeritler yerine çelik lamalar kullanılarak da uygulama yapılabilir.

Şerit veya lama uygulamasında eleman kesitlerinin eğilme momenti ve kesme kuvveti kapasiteleri artırılırken, sarılan elemanlar bu bölgede enine basınç oluşturarak betonun, dolayısıyla elemanın sünekliğini artırır. Betonda enine basıncın yeterli şekilde oluşması için şeritlerin dar olmaması ve ara mesafelerinin de fazla olmaması gerekir.

3.4.1.5. RPC (Reaktif pudra betonu) ile onarım ve güçlendirme

Reaktif pudra betonu ileri mekanik özelliklere, mükemmel sünekliğe ve aşırı derecede düşük geçirimsiliğe sahip yüksek dayanımlı, çimento esaslı kompozittir (Taşdemir, Özkul, 2002). Reaktif pudra betonları küp basınç dayanımları 200-800 MPa arasında, çekme dayanımları 25-150 MPa arasında ve birim ağırlıkları 2500-3000 kg/m³ arasında değişen yeni kuşak betonlardır. Bu özelliklere ulaşmak ve betonun homojenliğini sağlamak amacıyla agrega tanelerinin en büyük boyutu küçültülmekte, betondaki su miktarı azaltılmakta, silis dumanı eklenmekte ve kısa kesilmiş çelik teller kullanılmaktadır. İşlenebilirlik ise fazla miktarda kullanılan bir süper akışkanlaştırıcı ile sağlanmaktadır. Reaktif pudra betonu, metal ürünlerin yerine, paslanma risklerini ortadan kaldırdığı ve daha ekonomik olduğu için, büyük

betonarme elemanlar yerinede daha estetik ve narin elemanlar yapılabilceği için tercih sebebidir.

Çimento hamuru ve agrega taneleri arasındaki temas yüzeyi betonda en zayıf halkadır. Reaktif pudra betonu karışımında bulunan silis dumanının amacı, betondaki bu zayıflığı gidermek ve yoğunluğunu artırarak betonun porozitesini azaltmaktır. Çünkü silis dumanı kalsiyum hidroksitle reaksiyona girerek çimento hamuru ile agrega taneleri arasındaki aderansı artırmakta, sonuçta da betonun dayanımı ve durabilitesi artmaktadır. RPC' nin bileşimindeki çelik tellerin ise başlıca beş faydası vardır:

- 1) Yüksek taşıma kapasitesine sahip sünek beton
- 2) Donatı korozyonunun oluşmadığı düzgün beton yüzeyinin elde edilmesi
- 3) Etkin çatlak kontrolü
- 4) Dayanıklılık
- 5) Donatı işçiliğinde belirgin azalma

Çelik teller beton içinde yüzey ve kenarlarda dahil olmak üzere homojen biçimde dağılır. Betonun sertleşmesi sırasında, hidrasyon süreci malzeme içinde sayısız küçük boşluklara ve çatlaklara neden olmaktadır. Çekme gerilmelerinin rastlantısal doğasına çelik teller karşı koyar ve rötre çatlakları oluşmadan, şekillenmeden ve daha fazla büyümeden önlenir.

3.4.1.6. Sifcon (Yüksek oranda kısa kesilmiş çelik tel içeren çimento bulamacı) ile onarım ve güçlendirme

Sifcon, çimento, su, süper akışkanlaştırıcı, silis dumanı ve çok ince kumdan oluşan bir bulamacın sertleşmesiyle oluşan bir matris içinde hacmen %20 oranında çelik tel içeren bir betondur. Özellikle kirişlerin kayma kapasitelerinin artırılmasında kullanılır.

3.4.1.7. Lif takviyeli polimer kompozitler ile onarım ve güçlendirme

Son yıllarda yapıların güçlendirme ve depreme karşı takviyesi amacıyla LTPC yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu malzemelerin geleneksel olarak kullanılan çelik lama takviyesine karşı başta gelen üstünlükleri, korozyona dayanıklı olmalarıdır. Ayrıca hafif olduklarından uygulama kolaylığı taşırlar.

Burada asıl taşıyıcı bileşen liflerdir. En çok kullanılan lif cinsleri cam, karbon ve aramid esaslı olanlardır. Cam liflerinin çekme dayanımları 1000-3000 MPa arasında değişir. Karbon liflerinin dayanımları 3000-5000 MPa arasındadır. Karbon lifleri genellikle poliakrilonatril polimerinin önce lif haline getirilmesi, sonra çekme gerilmeleri altında oksitlenme ve karbürasyon işlemlerinin uygulanması sonucu elde edilirler. Aramid liflerinin çekme dayanımları da 3000 MPa' a kadar çıkabilir. Özgül ağırlıkları diğerlerine göre daha düşüktür. Yağlara ve yangınlara karşı daha dirençlidirler. Ayrıca karbon ve cam lifleri gibi gevrek olmayıp sünek davranış gösterirler.

Liflerin etrafını saran ve onları bir arada tutan malzeme matriks' dir. Matriks' in ana görevi gerilmeleri liflere aktarmaktır. Bunun dışında lifleri dış etkilere karşıda korurlar. Matriks ve liflerin bir araya gelmesiyle de kompozit malzeme oluşur.

Özellikle betonarme perde ve döşeme ile yığma bina duvarı gibi geniş-düz yüzey uygulamaları ve dairesel kolon gibi elemanların güçlendirilmesinde tercih edilen bu malzeme, elemanların eğilme momenti ve kayma dayanımını artırmak için başarılı bir şekilde uygulanır. Ancak maliyetli olduğunun bilinmesi gerekir.

3.4.2. Eski ve yeni betonu kaynaştırma yöntemleri

Betonarme yapı elemanlarının onarım ve güçlendirmesinde, eski beton ile yeni betonun monolitik (tek parça) olarak çalışması ve birbirlerine kuvvet aktarmaları gerekir. Eski ve yeni beton arasında basınç kuvvetlerinin aktarılabilmesi için, eski betonun yüzeyini pürüzlü bir duruma getirerek kuvvet aktarımı için daha geniş bir alan sağlamak, yeni dökülen betonun eski betona iyi yapışması içinde taze

betona hafif bir basınç uygulamak gerekir. Basınç etkisi altında eski ve yeni betonun kaynaşmasının verimlilik oranının % 90 olarak alınabileceği belirtilmektedir (Ersoy, 2003).

Eski ve yeni betonun kesme kuvveti açısından kaynaşması çok daha önemlidir. Farklı zamanlarda dökülmüş betonların ara yüzeylerinin kesme etkisi altında kuvvet aktarımı betonların birbirine iyi yapışması ve sürtünme ile gerçekleşir. Uygulanan kaynaştırma yöntemleri de bu iki işlevi sağlayacak özelliklerde olmalıdır.

Chronopoulos (1989), adhezyon ve sürtünmeye etki eden faktörleri Tablo 3.1.' de görüldüğü şekliyle belirtmiştir.

Tablo 3.1. Adhezyon ve sürtünmeyi etkileyen faktörler

	Adhezyon	Sürtünme	Not
Yüzey Pürüzlülüğü	✓	✓	
Agregaların biçim ve boyutları	X	✓	Köşeli ve küçük boyutlu agregalar sürtünmeyi artırır.
Yüzeyin işlenmesi	✓	✓	Yüzeyin önceden temizlenmiş olmasının katkısı olumludur.
Özel yapıştırma maddeleri	✓	✓	
Sıkıştırma	✓	✓	Ara yüzeye dik yönde az miktarda basınç olumludur.
Eski ve yeni betonun yaş farkı	X	X	Betonlama arasında geçen sürenin 7 günden az olması iyi olur.
Beton basınç dayanımı	X	X	
Tersinir yükler	X	X	Adhezyonu ve sürtünmeyi azaltır.

Eski ve yeni betonu kaynaştırmak için yapılacak yüzey pürüzlülüğünün artırılması işlemi ise, yüzeyde en az 3 mm' lik pürüzlerin olması ile gerçekleştirilebilir.

Kesme kuvveti aktarımında kullanılacak bir diğer yöntem, eski ve yeni betonun ara yüzeyine dik yönde yerleştirilecek filiz demirleridir. Bu demirler kama etkisi ile kesme kuvveti aktarırlar. Kama etkisinden yararlanılacak filiz demirlerinin, eski betona ankrajı için açılacak yuvalara epoksi reçinesi veya yüksek dayanımlı harç ile yerleştirilmeleri gerekir.

3.4.3. Donatının betona ankraajı

Betonarme yapılarda beton ve donatının birlikte çalışması için, yani çekme gerilmesi taşıyan donatının betondan sıyrılmaması için, betonla donatı arasında üst düzey bir yapışma olması gerekir. Donatının betona bağlanması olarak tanımlanabilecek bu işleme “ ankrajlama ” denilmektedir.

Donatının betona bağlanmasında epoksi gibi kimyasal yapıştırıcılar kullanılabileceği gibi, ucu genişleyen özel ankraj bulonları da kullanılabilir. Genellikle uygulamada epoksi ile donatı ankraajı tercih edilmektedir. Betona ankraajlanmış donatıların dayanımında ankraj deliğinin temizlenmiş olmasının önemi büyüktür. Bu konuyla ilgili yapılan deneylerde iyi temizlenmemiş deliklere yerleştirilen donatının çekme dayanımının düşük olduğu gözlenmiştir (Jirsa, 1988).

Dayanımı etkileyen diğer faktörler ankraj boyu ve ankraj bulonlarının sayısıdır. Ankraj boyunun 20 cm ve daha fazla olduğu durumlarda, ankrajda yüksek kesme dayanımına ulaşılabilmekte ve kesme kuvveti-kayma deformasyonu ilişkisi daha kararlı olmaktadır.

Birden çok ankraajın yan yana yapılacağı durumlarda betona aktarılabilecek gerilmelerin kritik boyutlara ulaşmaması için ankraj derinliğinin en az 20ϕ olması ve açılacak delik çapının da yerleştirilecek donatı çapından 5 mm daha büyük olması önerilmektedir. Ayrıca ankraajlar arasındaki mesafenin de en fazla, ankraj derinliğinin iki katı kadar olması sağlanmalıdır (Bayülke, 1995).

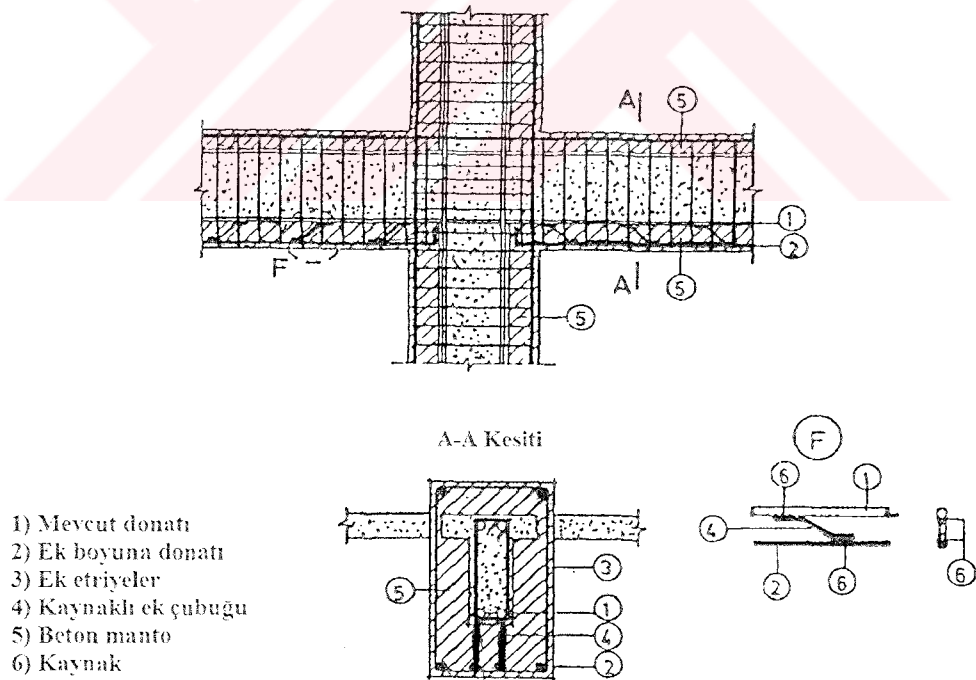
3.4.4. Güçlendirme yöntemleri

Betonarme yapılar, mevcut elemanların en kesitlerinin genişletilmesi veya sisteme yeni elemanlar eklenmesiyle güçlendirilebilir. Her iki sistemde de önemli olan eski ve yeni elemanların birlikte çalışabilmesidir.

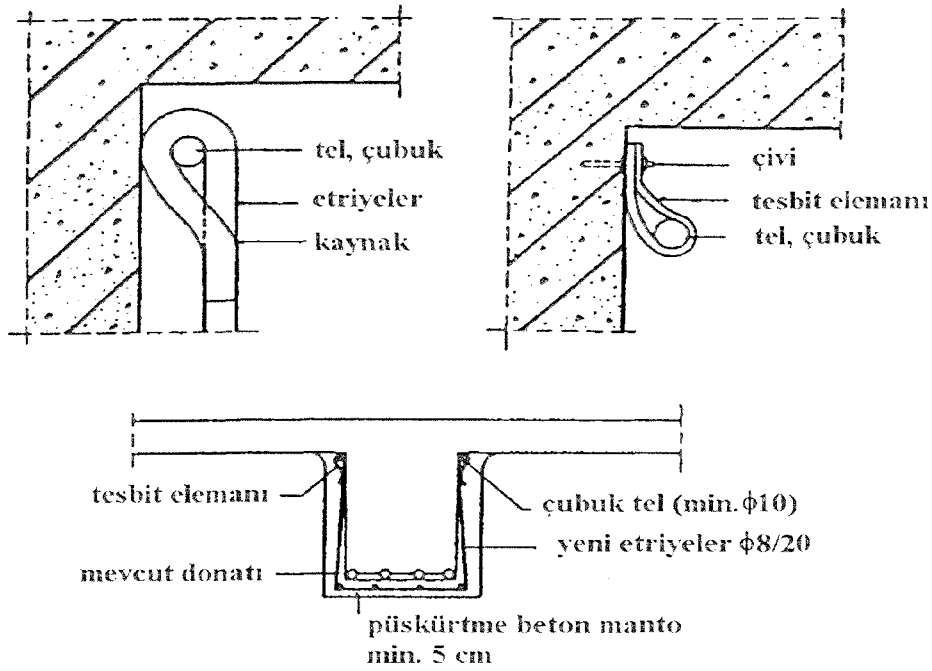
3.4.4.1. Betonarme kirişlerin güçlendirilmesi

Betonarme kirişlerin güçlendirilmesinin nedeni, moment taşıma kapasitesinin veya kesme kuvveti taşıma kapasitesinin artırılması gereğidir. Bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için malzeme olarak betonarme veya çelik kullanılabilir. Kirişler gerekli durumlarda dört veya üç tarafından beton manto giydirilerek güçlendirilebilir (Şekil 3.18.- Şekil 3.19.).

Mevcut ve ilave betonun bütünleşmesini sağlamak amacıyla eski betondaki örtü tabakasının kaldırılması ve yüzeyin temizlenmesi gerekir. Ayrıca kuvvet aktarımının sağlanabilmesi içinde Bölüm 3.4.2.'de açıklanan şartların gerçekleştirilmesi gerekir. Yeni donatılar, döşemedeki deliklerden geçerek kirişi çevreleyen etriyelerle sarılmalıdır. Döşeme delikleri, kirişe beton dökülmesinde de işe yarayabilir.



Şekil 3.18. Kirişin dört yanından mantolanması

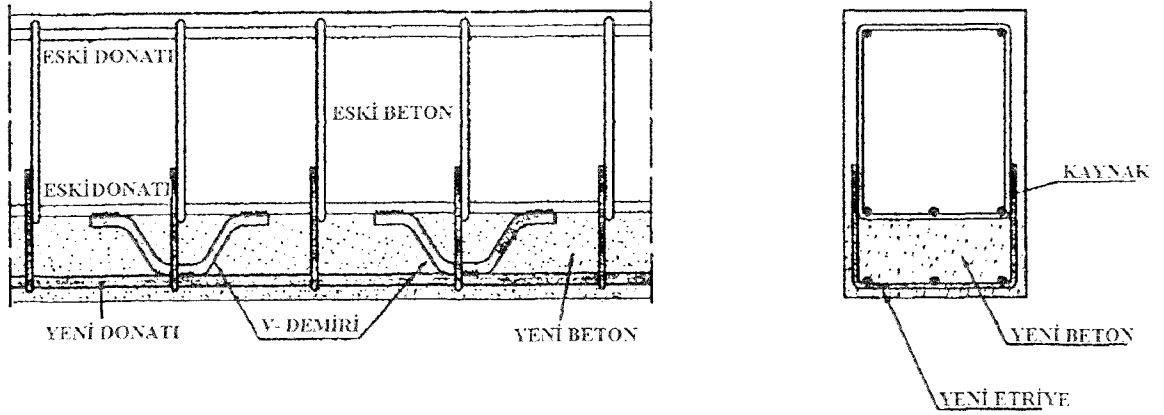


Şekil 3.19. Kirişin üç yanından mantolanması

Yeni eklenecek beton kesitindeki çekme donatısının eski kesitle birlikte çalışabilmesi için, yeni donatı ile eski donatı arasında bir bağlantı olması gerekir. Bu bağlantı Z veya V bağlantısı adı verilen bir donatının kullanılması ile yapılabilmektedir. Böylece yeni eklenen donatıların beton en kesitinin alt veya üst yüzüne yakın bir yere yerleştirilmesiyle moment kolu dolayısıyla da moment taşıma kapasitesi artmaktadır.

Eğer kesit genişletilmesi sadece kirişin alt yüzünde yapılacaksa, boyuna donatılar yerleştirilip eski kesitteki donatılarla V veya Z demirleri ile bağlantısı sağlandıktan sonra bu donatıların etriyelerle sarılması ve eski kesitteki etriyelere kaynakla bağlanması gerekir. Bu konuyla ilgili örnek bir detay Şekil 3.20.' de verilmiştir.

Betonarme kirişlerin güçlendirilmesinde kullanılan bir diğer malzemede çeliktir. İhtiyaca bağlı olarak kirişin alt veya yan yüzlerine yerleştirilen çelik levhalarla güçlendirme işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Eğer kirişin moment taşıma kapasitesi artırılmak isteniyorsa kirişin alt yüzüne epoksi reçinesi kullanılarak çelik levhalar yapıştırılabilir.



Şekil 3.20. V demirleri ile en kesit güçlendirmesi ve ek etriyelerin kaynakla bağlanması

Çelik levhalarla güçlendirme işlemi son yıllarda genellikle, kesme donatısı yetersiz olan eğilme etkisindeki kirişlerde kesme dayanımını artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu amaçla kiriş yan yüzlerine epoksi reçinesi kullanılarak belirli aralıklarla çelik levhalar yapıştırılmaktadır. Resim 3.2.' de bu tür bir güçlendirme uygulamasının yapıldığı binada, kirişin güçlendirme öncesindeki ve sonrasındaki durumu gösterilmiştir (Täljsten, 2003).



Resim 3.2. T kesitli bir kirişin çelik levhalarla kesme etkisine karşı güçlendirilmesi

Bu yöntemle güçlendirme yapmak için önce kirişlerin kesme bölgelerinde çelik levhaların kiriş üzerine yapıştırılacağı yerler işaretlenir. İyi bir yapışma sağlanması için yüzeyler hilti yardımıyla pürüzlü hale getirilmelidir. Yapıştırma işleminden önce çelik levhalar üzerindeki pas tabakası spiral yardımıyla, beton yüzeyindeki ve çelik levhalardaki toz ve artık maddelerde basınçlı hava

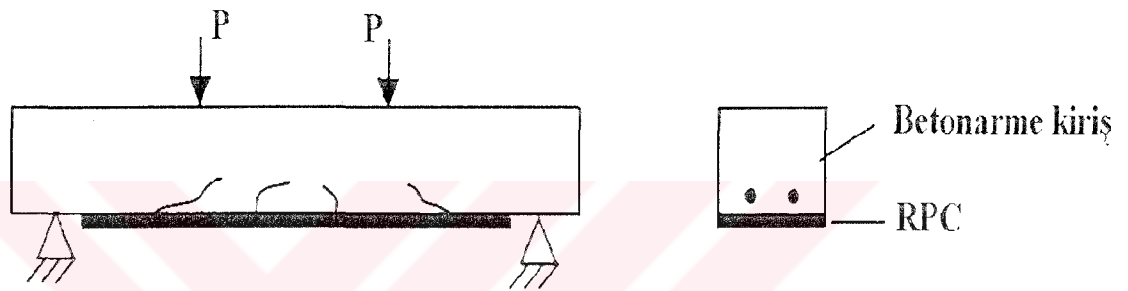
püskürtülerek temizlenmelidir. Bu işlemlerin yapılmasından sonra epoksi karışımı 2-3 mm kalınlığında olacak şekilde kiriş üzerinde belirlenen bölgelere ve çelik levhaların yapışma yüzeylerine sürülür. Son aşamada ise levhalar belirlenen bölgelere yerleştirilir ve belirli bir süre işkencelerle sıkılarak yapıştırıcının kuruması beklenir. Kesme dayanımını artırmaya yönelik bu uygulamanın başarılı olmasını sağlayacak en önemli faktör, kirişte oluşacak asal çekme gerilmelerini çelik levhalara aktaran bağın iyi olmasıdır. Bu nedenle levhaların kirişe iyi yapışması için gereken hassasiyetin gösterilmesi gerekir. Ayrıca bilindiği gibi betonarme yapılarda kirişler döşemeler ile birlikte çalışmakta ve analizlerde bu doğrultuda yapılmaktadır. Bu nedenle, gelişecek kesme çatlaklarının kiriş tablasına ulaşmasıyla, tabla ile gövdenin birbirinden ayrılmasını önlemek amacıyla çelik levhaların L biçiminde seçilmesinde fayda vardır.

Selçuk Üniversitesi'nde bu amaçla yapılan deneysel bir çalışmada, 8 adet hasarlı (ön yüklemeye tabi tutulmuş) kiriş, çekme yüzüne epoksi ile çelik levhalar yapıştırılarak onarıldıktan sonra yüklemeye tabi tutulmuş ve kirişin davranışındaki değişiklikler incelenmiştir. Sonuçta deneylerde kullanılan çelik levhalar akmadan, ancak hemen hemen tüm deneylerde akma yüküne çok yakın bir seviyede kiriş yüzeyinden ayrılmışlardır. Bu nedenle yöntemin etkin olarak kullanılmasını sağlamak için çelik levha ile kiriş arasında tam bir bağın sağlanmasının zorunlu olduğu vurgulanmıştır. Bunu sağlamak için de, levhaların uçlarından sarılması veya kirişe bulon gibi birleştirme vasıtaları ile sabitlenmesi önerilmiştir. Ayrıca bu güçlendirme yönteminin, hasar görmemiş veya hasar seviyesi minimum olan kirişlerde daha iyi sonuç verebileceği belirtilmiştir (Ecemiş, 2000). Bu düşüncüyü doğrulayan bir çalışmada Gazi Üniversitesi'nde yapılmış ve hasar görmemiş ancak kesme donatısı eksik kirişler güçlendirilerek deneye tabi tutulmuştur. Sonuç olarak dıştan epoksi ile yapıştırılan çelik levhalar kirişlerin dayanımını artırmada başarılı olmuş ve referans elemanı dayanımının yaklaşık % 85-% 90'ına kadar ulaşmasını sağlamıştır (Yeşilyurt, 2001).

Ayrıca güçlendirmede en önemli faktörlerden birinin iki levha arasındaki mesafe olduğu belirlenmiştir. Kirişte oluşan kesme çatlakları, levhalar arası mesafenin daha fazla olduğu deney elemanında daha hızlı gelişmiştir. Ancak yine de uygulanan

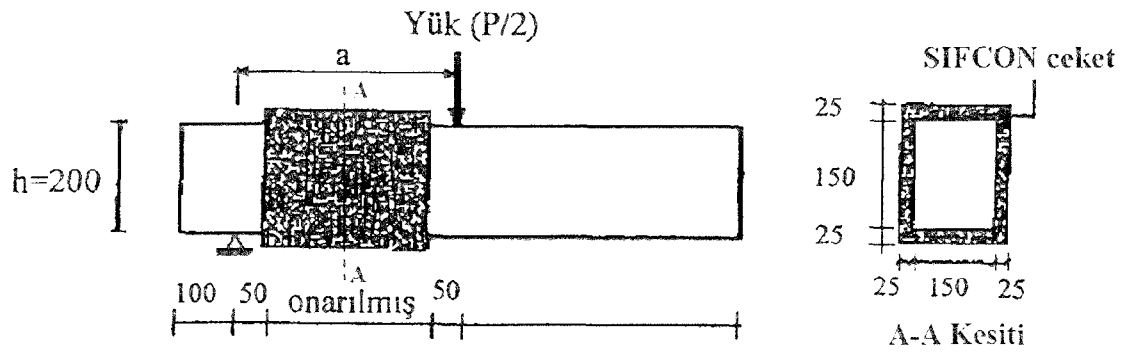
güçlendirme tekniği sünek davranışın geliştirilmesi açısından çok etkili olamamış, güçlendirilen elemanlar göçmeden önce beklenen deplasmanı yapmamışlardır.

Bölüm 3.4.1.5.'te açıklandığı gibi güçlendirmede kullanılabilecek malzemelerden biride RPC (Reaktif Pudra Betonu)' dır. Şekil 3.21.' de görüldüğü gibi eğilme etkisinde çatlamış betonarme bir kirişin güçlendirilmesi çelik plaka yerine RPC' den yapılmış bir levha ile yapılabilir. Kullanılan pudra betonunda 0.15 mm çapında olan ve hacimce % 6 yer kaplayan çelik teller kullanılmaktadır. Levhalar kirişe adesivlerle yapıştırılmakta ve kiriş tekrar yüklendiğinde yüksek dayanımlara erişebilmektedir.

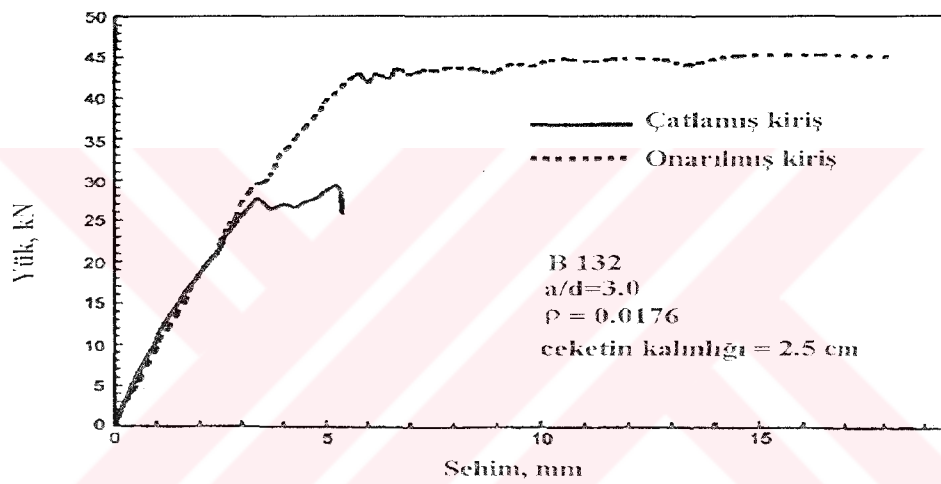


Şekil 3.21. Çatlamış betonarme kirişin Reaktif Pudra Betonuyla güçlendirilmesi

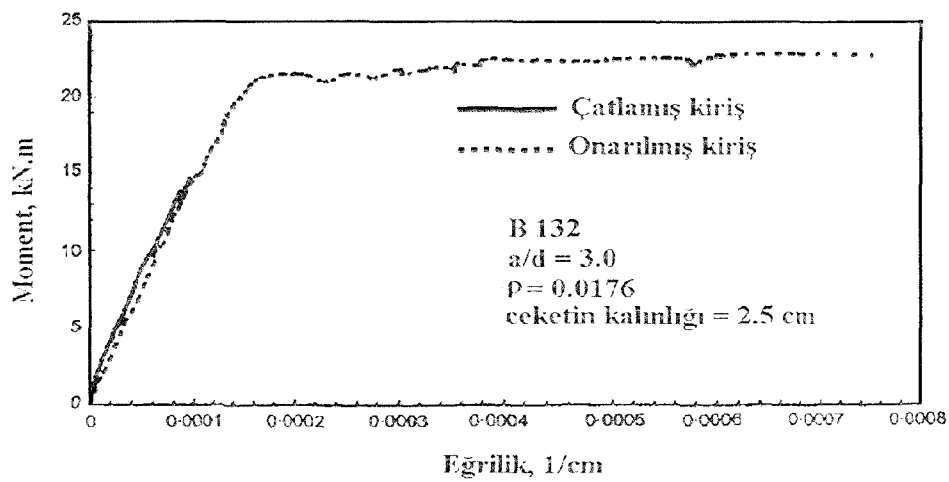
Kesme dayanımı yetersiz olan kirişlerin güçlendirilmesinde, Bölüm 3.5.1.6.'da açıklandığı gibi SIFCON (yüksek oranda kısa kesilmiş çelik tel içeren çimento bulamacı) kullanılabilmektedir. Hacmen % 8 kancalı uçlu çelik tel (çap: 0.50 mm, boy: 0.30 mm) içeren ve 1:3:2,6:0,55 (çimento, kırmataş, kırma kum, su) karışımına sahip SIFCON ile kesme kapasitesinin güçlendirilmesine ait bir örnek Şekil 3.22.'de gösterilmektedir. Şekil 3.23.'de ise yapılan güçlendirmenin yük-sehim ve moment-eğrilik davranışındaki etkisi grafik olarak gösterilmiştir (Taşdemir, Özkul, 2002).



Şekil 3.22. Kirişin kesme kapasitesinin artırılması için SIFCON ceket uygulaması (boyutlar: mm)



(a)



(b)

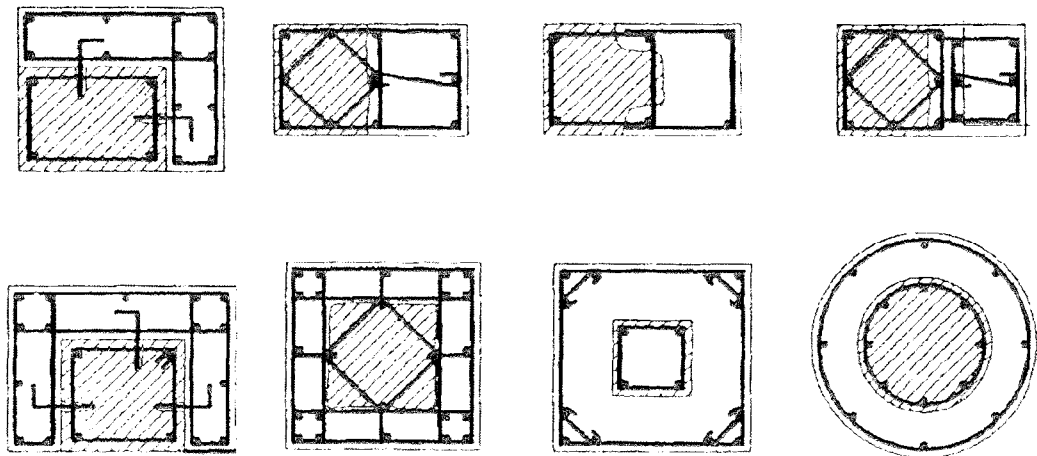
Şekil 3.23. Güçlendirilmiş ve güçlendirilmemiş kirişlerin tipik davranışı
(a) Yük - Schim eğrisi, (b) Moment - Eğrilik eğrisi

Shannag ve ark. (2001) tarafından yapılan bu çalışmada a/d oranı 1.2 - 3.0 ve esas çelik çubuk donatısı ise $\rho = 0.0129 - 0.0228$ arasında değiştirilmiş olup güçlendirme ile kesme kapasitesinde %25 - %55 arasında değişen oranda artış sağlanmıştır.

3.4.4.2. Betonarme kolonların güçlendirilmesi

Kolonların güçlendirilmesi, eksenel yük, moment ve kesme kuvveti taşıma güçlerinin artırılması ile yapılır. Bu işlem genellikle betonarme kesitin artırılması yoluyla yapılırken, kolonun çelik bir kafes içine alınarak dayanımın artırılması da tercih edilebilir.

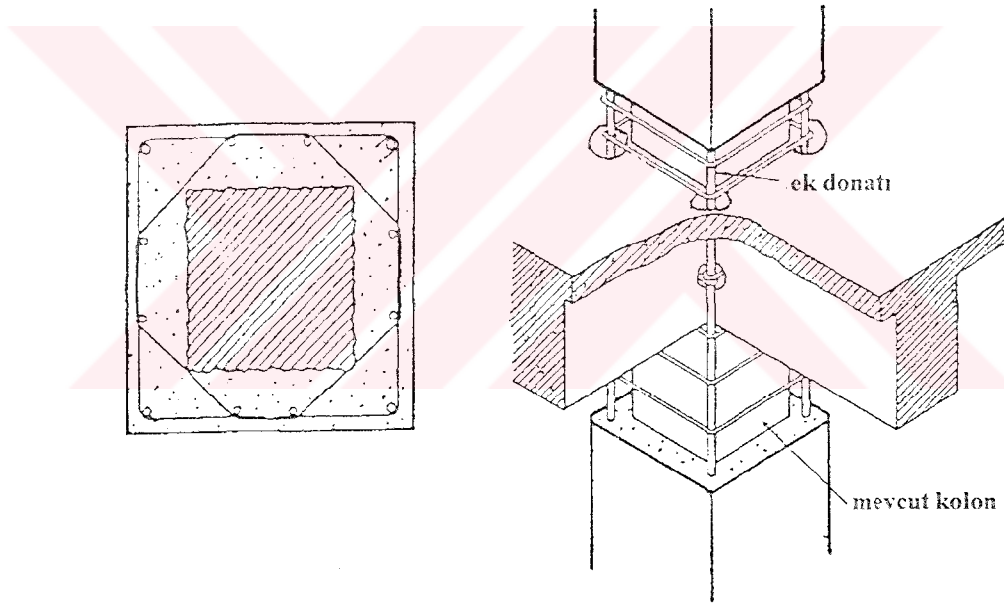
Genel olarak kolon taşıma gücünün artırılması için kullanılan en yaygın yöntem “ Mantolama ” dır (Şekil 3.24.). Kolonun çevresinde kesitin artırılması esasına dayanan bu yöntemde önemli olan eski ve yeni betonun birlikte çalışmasıdır. Eski ve yeni betonu kaynaştırmak için Bölüm 3.4.2.’ de belirtilen yöntemler kullanılabilir. Mantolamanın temel amacı, kolonun düşey yük taşıma kapasitesini artırarak düşey yüklere karşı emniyet katsayısını yükseltmektir.



Şekil 3.24. Kolonun mantolama ile güçlendirilmesine değişik örnekler

Manto kalınlığının, gerek betonlama sırasında boşluk kalmaması için, gerekse kolayca kalıp kurulabilmesi için 15 cm'den az olmaması tavsiye edilir (Celep, 2002).

Mantolamadaki bir başka ayrıntı ise kolon boyuna donatılarının ankrajıdır. Bodrum katta mantolanan bölümün boyuna donatıları, temel pabucunda açılacak yuvalara epoksi enjeksiyonu ile yerleştirilmelidir. Mantolama işleminin üst katlarda da yapılması durumunda, döşemede açılacak deliklerden donatının devam ettirilmesi ve bu deliklerin beton dökümünde de kullanılması amacıyla yeterli genişlikte olması lazımdır (Şekil 3.25.). Dört taraftan mantolamada kuvvet aktarımı için yüz pürüzlendirmesi yeterli olurken, bir, iki, ve üç taraflı mantolamada mevcut kolonun örtü tabakasının kaldırılması ve mevcut donatılarla yeni eklenen donatıların kaynaklı bir bağ elemanı ile bağlanması faydalı olabilmektedir.



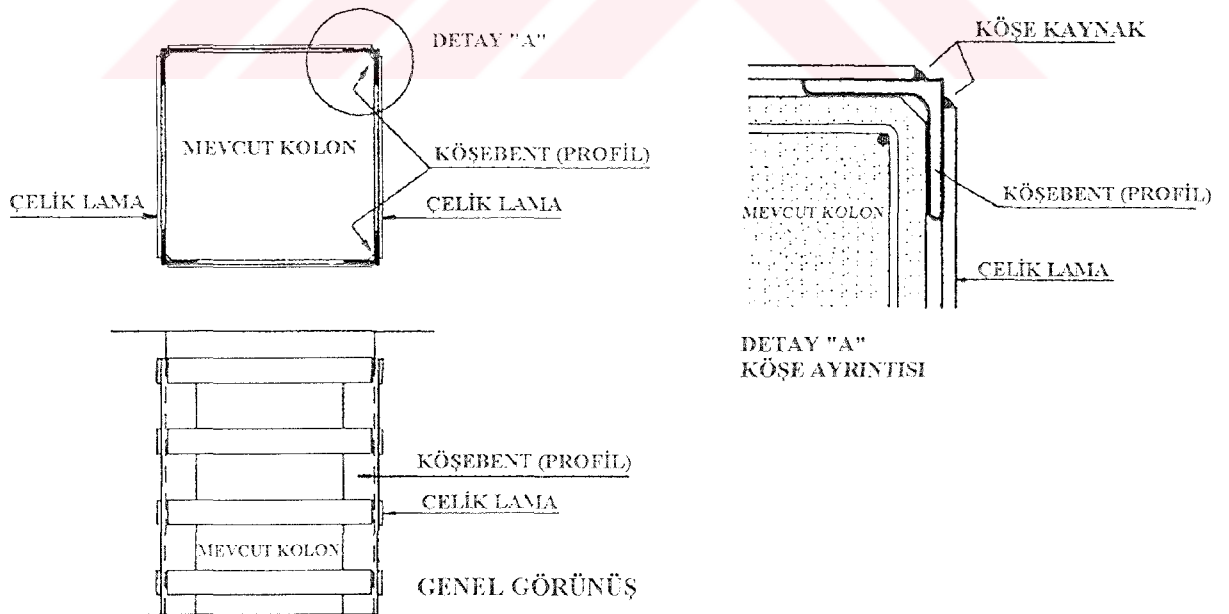
Şekil 3.25. Mantolanan bir kolonda donatı sürekliliğinin sağlanması

Kolonların mantolama ile güçlendirilmesinde eklenen kesit için boyuna donatı yüzdesinin %1'den az olamayacağı unutulmamalıdır. Kolonlar için yönetmelikte öngörülen konstrüktif kurallara manto kısmı içinde uyulmalıdır. Ayrıca moment taşıma gücünü artırmak için mantolama tercih edilmemeli, eklenecek perde duvarlarla kolona etkiyen momentin azaltılması yoluna gidilmelidir.

ODTÜ'de yapılan mantolanmış kolon deneyleri sonucunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir (Ersoy, 2002):

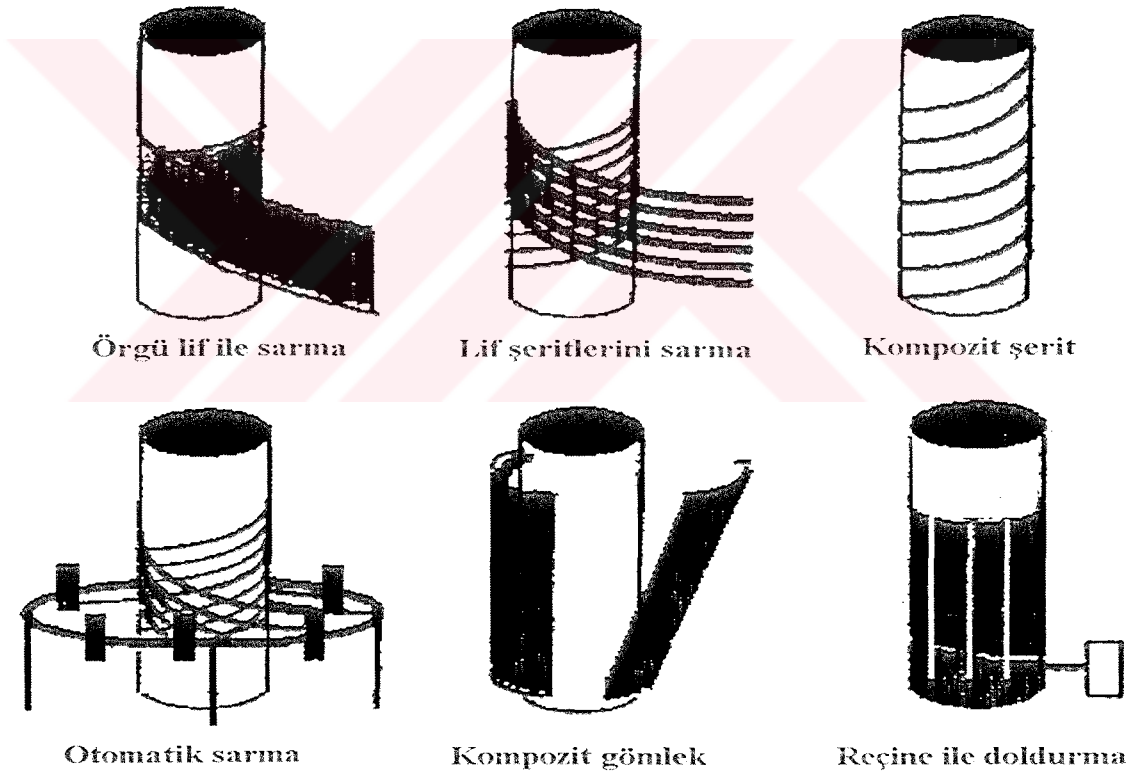
- Hasarsız kolona yapılan manto, hasarlı kolona yapılarına göre daha etkili olmuştur.
- Hasarsız kolonun mantolanması ile elde edilen elemanın tüm kesit (manto dahil) için hesaplanan dayanımı %10 azaltılmalıdır.
- Katlar arası moment aktarımının sağlanması için manto boyuna donatısının derinliği en az 15ϕ olan deliklere epoksi ile yerleştirilmesi yeterli olmaktadır.

Betonarme kolonların güçlendirilmesinde kolonu çelik profillerle kafes içine alma yöntemi de kullanılabilir. (Şekil 3.26.). Bu yöntem ile kolonun moment ve eksenel yük taşıma kapasitesinde büyük bir artış olmamaktadır. Ancak mevcut kolonun yönetmelikte istenen minimum donatı şartını sağlamaması ve yanal bir basınç uygulanarak sünekliğin artırılmak istenmesi durumlarında uygulanabilir. Ayrıca güçlendirme aşamasında binanın askıya alınması açısından da faydalı olmaktadır. Kolonun çevresine yapılacak çelik kafeste daha çok lama tercih edilir. Çelik kafes ile betonun birbirine çok iyi yapışması ve köşebentlerle lamaların birbirine iyi kaynaklanması gerekir. Kaynak genişliğinin ise minimum 3 mm olması önerilmektedir (Bayülke, 1995).



Şekil 3.26. Kolonların profillerle kafes içine alınması

Kolonların güçlendirilmesinde kullanılabilecek diğer bir yöntemde elemanın lif takviyeli polimerlerle sarılmasıdır. Duvar kâğıdını andıran elyaflar genellikle 0.5 m eninde rulolar halinde satılmaktadır. Yapı elemanları üzerine reçine sistemi ile uygulanan bu kompozitler çok yüksek çekme dayanımına sahiptirler. Kolonların kompozit malzeme ile sarılması sonucu basınç kuvvetleri altındaki elemanda bir tür fretaj etkisi oluşur. Bu nedenle bu malzeme kolon enine donatısı olarak kullanıma elverişlidir. Bu yöntem ile dairesel kolonların güçlendirilmesi başarı ile yapılmaktadır (Şekil 3.27.). Dikdörtgen kesitli kolonlarda ise köşelerde gerilme yığılmasını önlemek amacıyla yuvarlatılma yoluna gidilebilir. Ayrıca uzun kenarın kısa kenara oranı büyük olan kolonlarda, karşılıklı yüzlerdeki kompozit levhaların birbirine bulonlanması (kolonlardaki çiroz bağlantı gibi) gerekebilir.



Şekil 3.27. Kolonlarda kompozitlerle yapılan güçlendirme şekilleri

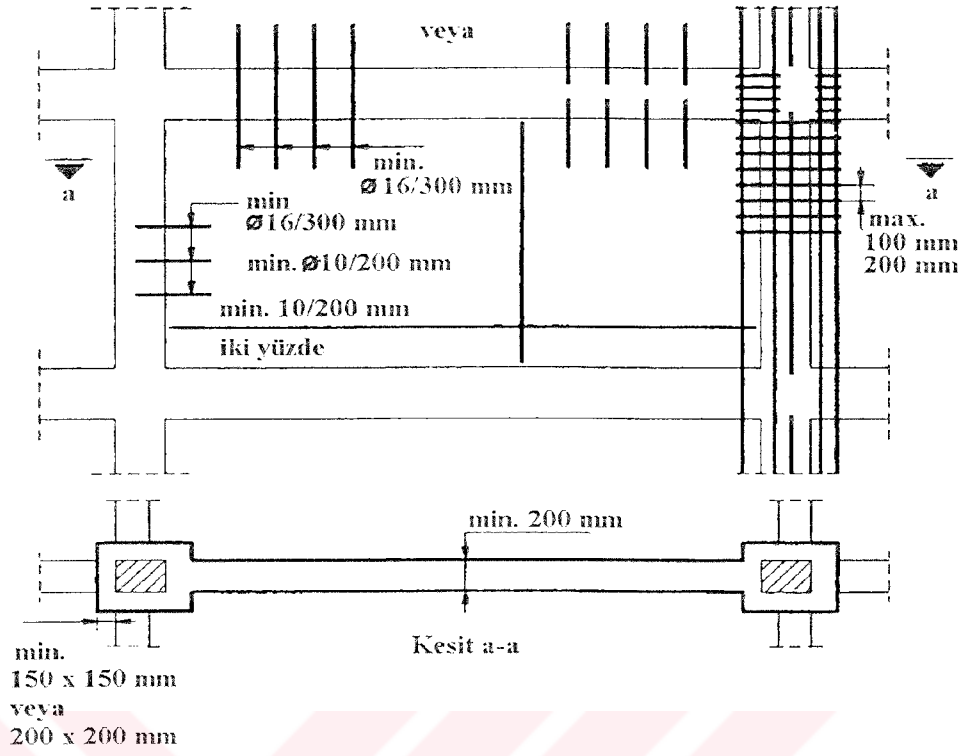
3.4.4.3. Betonarme perdelerle güçlendirme

Betonarme perdelerle güçlendirmede, mevcut sistemin kapasite bakımından deprem güvenliği artırılırken, taşıyıcı sistemdeki yanal yer değiştirmeler de sınırlandırılır. Kolonların mantolanması ile kolon düşey yük taşıma gücü artırılırken, sağlanacak yatay yük taşıma gücü artışı azdır. Yatay yüklere karşı en etkili güçlendirme çerçeve boşluklarına rijit ve yüksek taşıma güçlü elemanlar konulmasıdır.

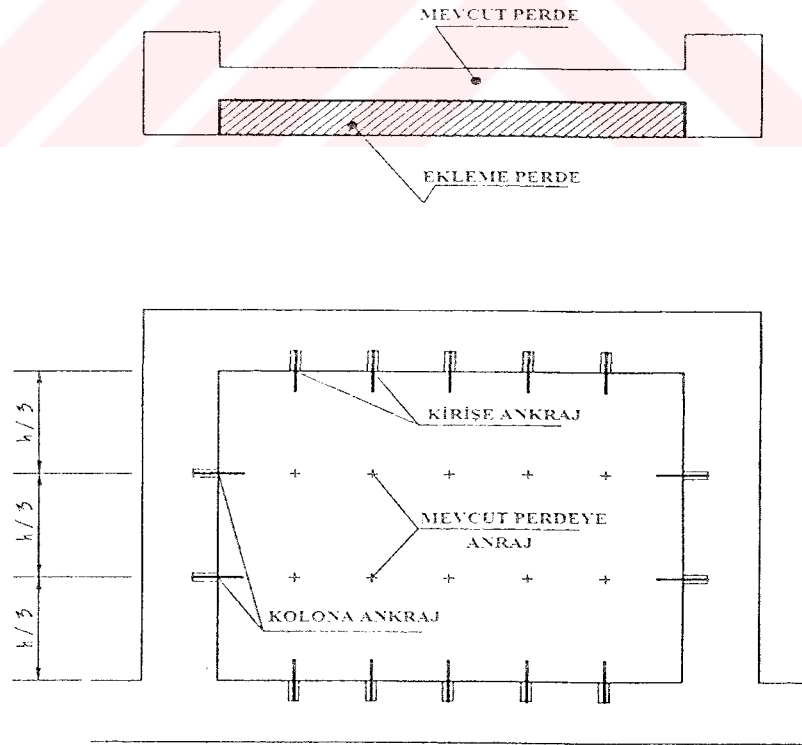
Mevcut taşıyıcı sistemle yeni perdeler arasındaki kuvvet geçişinin ve bütünleşmenin sağlanması için ara bölgelerin özenle ele alınması ve projelendirilmesi gerekir. Yatay donatılar kolon içinde ankre edilmiş filiz demirlerine bağlanırken, düşey donatılar kirişlerde açılan deliklerden geçirilerek perdenin yapı yüksekliği boyunca sürekliliği sağlanır. Güçlendirme perdesinin olabildiğince bütün katlarda boyu değiştirilerek de olsa devam ettirilmesi önerilmektedir. Perdenin herhangi bir katta kesilmesi, yapıda o katta gerilme yığılması ve ani rijitlik değişimi yaratabileceğinden kritik bir durum ortaya çıkarabilir. Perdeye gelecek eğilme momentinden dolayı uçlardaki kolonlarda büyük basınç ve çekme kuvvetleri oluşabilir. Eğer kolon boyuna donatıları yeterli şekillerde etriyelerle sarılmamış ise burkulmakta ve perdenin sağlaması gereken moment taşıma gücüne ulaşamamaktadır.

Eğer perdenin uçları komşu kolona dört kenardan mantolanarak bağlanmıyor ise, kolon ile perde arası bütünleşme komşu kolon yüzeylerine belirli aralıklarla yerleştirilecek bağ donatıları ile sağlanmalıdır (Şekil 3.28.) (Celep, 2002).

Betonarme perdelerle güçlendirmenin bir diğer yolu mevcut perde duvarın kalınlaştırılmasıdır. Mevcut ince perde duvar yanına yeni bir perde eklenmekte ve birlikte çalışması için eski perdenin yüzeyi pürüzlendirilerek gerekli donatı ankrajları yapılmaktadır (Şekil 3.29.). Betonarme çerçevelerin bazı gözlerinin panellerle doldurulması ile elde edilen dolgulu çerçevelerin, binaların deprem davranışına önemli katkılar sağladığı açıktır. Ancak bu yöntemin uygulanmasındaki en büyük sorun binanın boşaltılma zorunluluğudur. Bu nedenle son yıllarda, kullanımda olan binaların güçlendirilebilmesi için binanın boşaltılmasını gerektirmeyen yöntemler üzerinde durulmaktadır.



Şekil 3.28. Eksenel perde durumunda donatı düzeni



Şekil 3.29. Perde duvarın kalınlaştırılarak güçlendirilmesi

Bu yöntemlerden son yıllarda en çok üzerinde durulana, boşluklu tuğla duvarların karbon fiber takviyeli polimerle (CFRP) sarılarak güçlendirilmesidir. Deprem yükleri altında oluşan eğilmeler ve yer değiştirmeler sonucu, çerçeveleri dolduran duvarlarda eğik çekme ve basınç gerilmeleri oluşmakta ve duvarlar basınç gerilmelerine belli bir ölçüde dayanabilmesine karşın çekme dayanımları ihmal edilebilecek kadar küçük olduğundan çatlayarak devre dışı kalmaktadırlar. Bu nedenle bu zafiyet çekme dayanımı çok yüksek olan CFRP'lerle giderilmeye çalışılmaktadır. Yapılan deneysel araştırmalar CFRP'nin çaprazlar şeklinde çalıştığını ve çaprazlar dışında kalan bölgelerin katkısının oldukça sınırlı olduğunu göstermiştir (Ersoy ve ark., 2003).

3.4.4.4. Çelik çaprazlarla güçlendirme

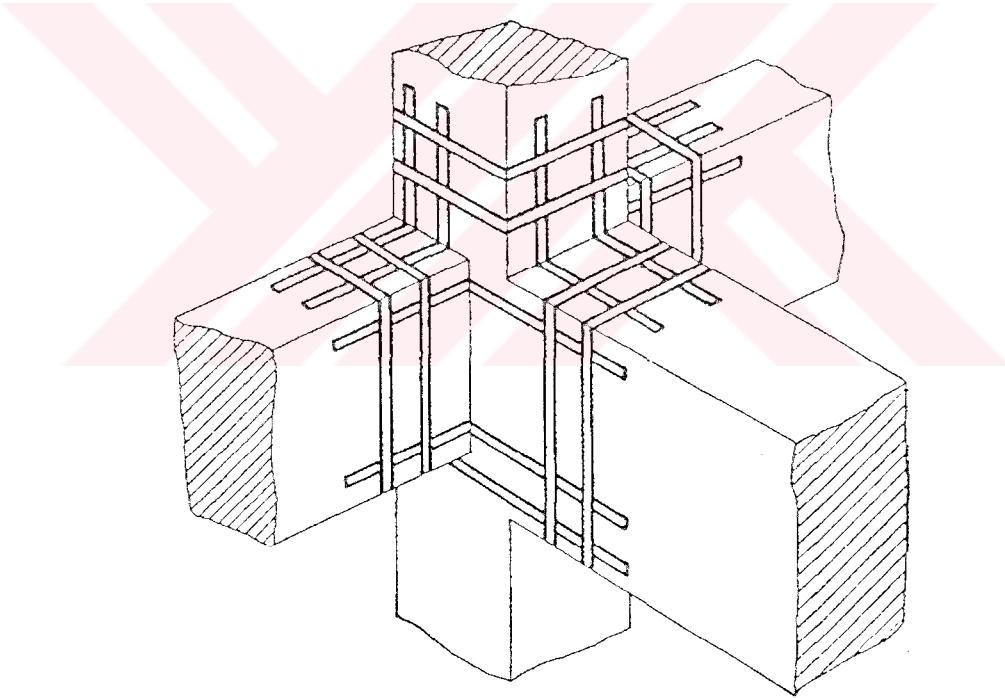
Taşıyıcı sistem, betonarme perdeler yerine çelik çaprazlar kullanılarak güçlendirilebilir. Bu durumda en basit uygulama kiriş-kolon düzlemine yerleştirilecek çaprazlar ve kolon ve kirişe bitişik konulacak çelik elemanlarla yapılabilir. Kolona ve kirişe bitişik olan çelik elemanlarla kuvvetin olabildiğince mevcut sistemden düzgün yayılı olarak alınması sağlanır. Ancak yinede, çaprazlar nedeniyle köşelerde büyük çekme ve basınç kuvvetleri oluşur. Özellikle beton kalitesinin düşük olması durumunda büyük köşe levhalarına ihtiyaç duyulabilir. Ayrıca kuvvetlerin kattan kata geçirilmesi için kolona bitişik düşey çelik elemanların katlar arası sürekliliği sağlanmalıdır.

Çelik çerçeveler yatay kuvvet taşıma gücü bakımından perde duvarlara göre hem daha güçsüzdürler hem de maliyetleri daha yüksektir. Ancak kısa sürede yapılmaları dolayısıyla ve deprem sonrasında yapıların hasarlı bölümlerinin acil olarak desteğe alınması durumunda tercih edilebilirler.

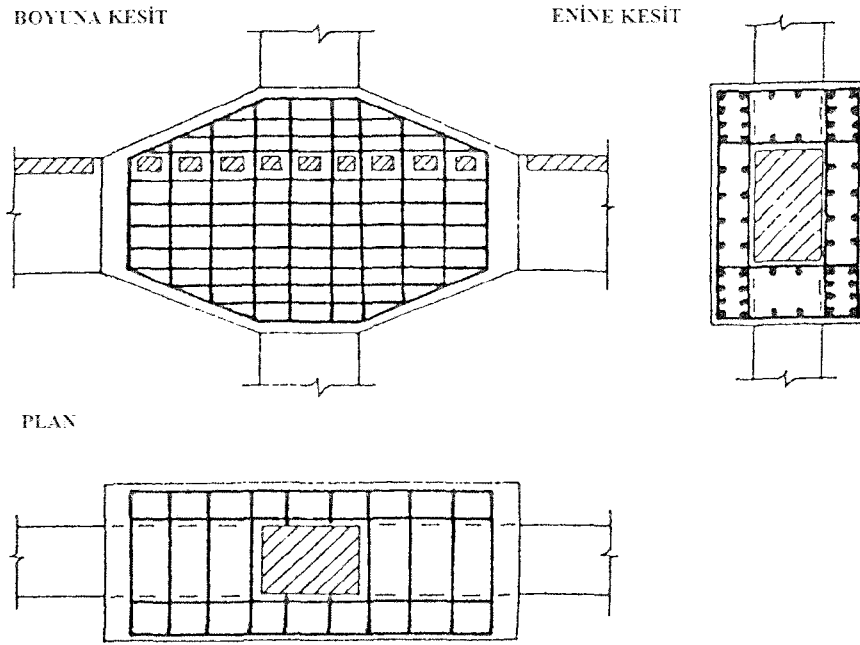
3.4.4.5. Birleşim yerlerinin güçlendirilmesi

Depremlerde en çok hasar gören kiriş-kolon birleşim bölgeleri, taşıyıcı sistemin en çok zorlanan ve güçlendirmesi de en zor olan kısmını oluşturur. Deprem yükleri altında bu bölgede kesme kuvveti dayanımının ve donatı kenetlenmelerinin yeterli olmaması en çok rastlanan hasar nedenleridir. Ayrıca büyük zorlanmalarda, birleşim bölgesinde birleşen elemanlarda meydana gelen plastik mafsallar sonucu kaymalar ve geniş çatlaklar oluşabilir.

Kiriş-kolon birleşim bölgeleri çelik lamalarla sarılarak veya mantolanarak güçlendirilebilir. Bu yöntemlere ilişkin detaylar Şekil 3.30. ve Şekil 3.31.' de verilmiştir.



Şekil 3.30. Kolon-kiriş birleşim bölgesinin lamalarla sarılarak güçlendirilmesi



Şekil 3.31. Kolon-kiriş birleşim bölgesinin mantolanarak güçlendirilmesi

3.4.4.6. Temellerin güçlendirilmesi

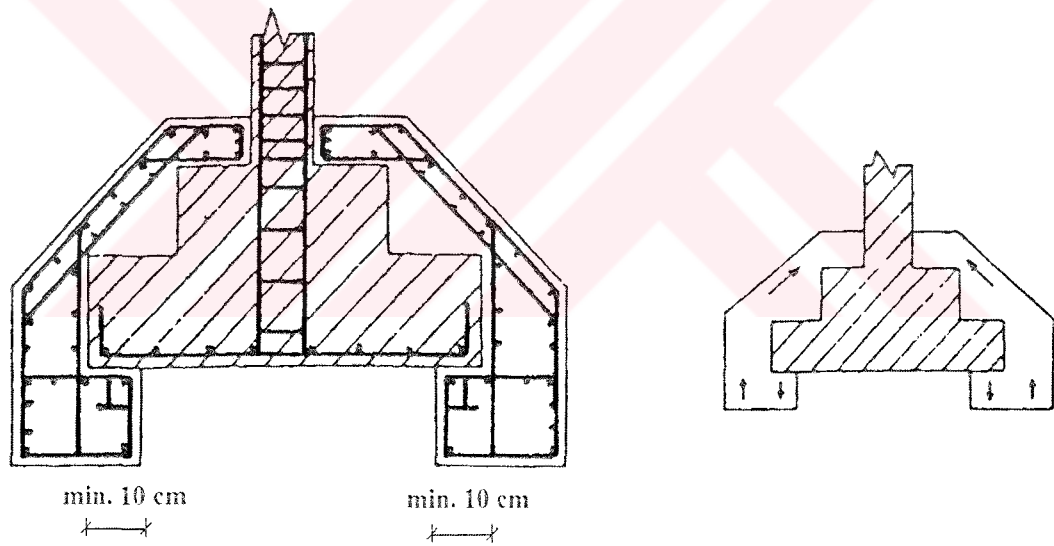
Diğer yapı elemanlarına göre daha zor ve pahalı olan temel güçlendirmesi aşağıdaki durumlarda gerekli olabilir:

- Kötü zemin koşulları nedeniyle temelde büyük oturmalar
- Büyük deprem yüklerinden dolayı temel yapısında hasar
- Yönetmelik değişikliklerinden kaynaklanan yetersizlikler
- Yapının güçlendirilmesi için eklenen yeni elemanlar

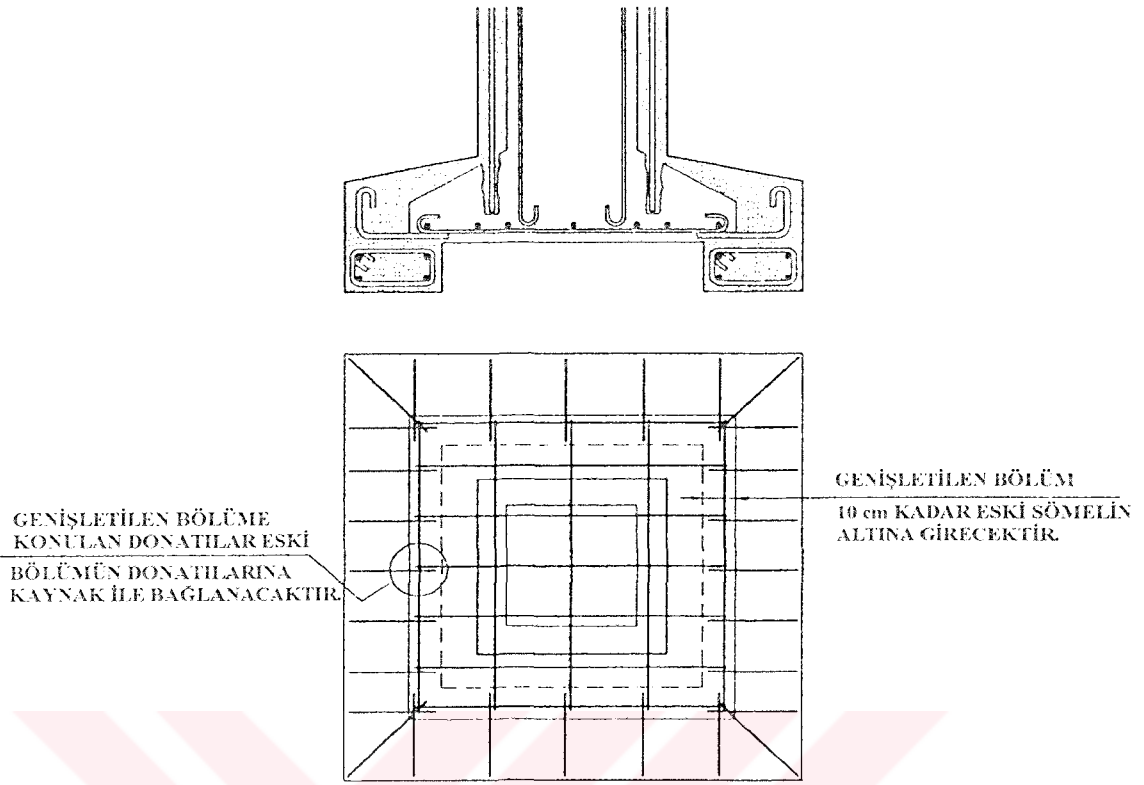
Şekil 3.32.' de temelin güçlendirilmesine ait bir örnek verilmiştir. Temelden üst yapıya aktarılabilecek tepkiyi eski temel vasıtası ile iletebilmek için, temel pabucu çevresinde ek dişler oluşturulmuştur. Buna göre eklenen bölümün eski temel altına minimum 10 cm girmesi gerekmektedir.

Şekil 3.33' de mantolanmış bir kolonun temel takviyesi görülmektedir. Mantolanarak en kesiti genişletilmiş bir kolonun temeli yeterli olmayabilir. Bu durumda mantolanan kolonun yeni donatıları eski temele ankrajlanabilir yada sömel biraz genişletilerek yeni eklenen donatılar genişletilen bölgeye ankrajlanabilir. Genişletilen bölümün eski sömelin altına minimum 10 cm girmesi tavsiye edilir (Bayülke, 1995).

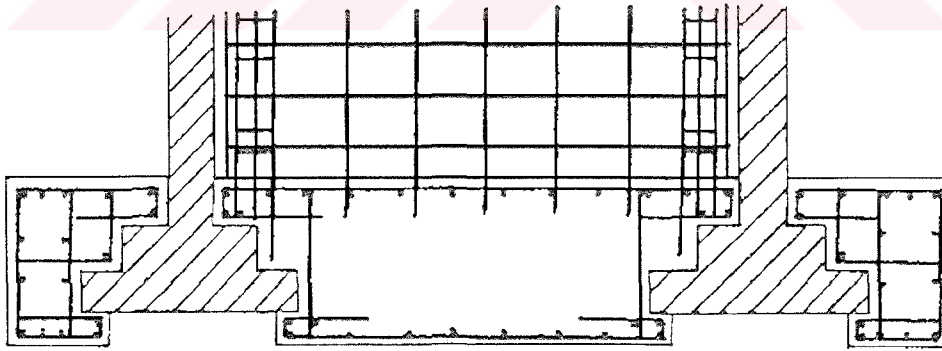
Şekil 3.34.' de ise perde duvar eklenerek güçlendirilen bir yapıya eklenen temel gösterilmektedir. Perdeler büyük deprem kuvvetleri aldığından, bulundukları bölgedeki tekil temeller ile birleştirilerek büyük bir perde temeli oluşturulmuştur. Burada önemli olan perde donatılarının temele kenetlenmesi ve ilave temellerin mevcutlarla birlikteliğinin temin edilmesidir. Bu amaçla perde donatıları, temelde açılmış deliklere epoksi ile yerleştirilerek bağlantı sağlanabilir.



Şekil 3.32. Temelin oluşturulan dişler yardımıyla güçlendirilmesi



Şekil 3.33. Mantolanmış bir kolonun temel takviyesi



Şekil 3.34. Güçlendirme perdesi temeli

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

02.02.2004 tarihinde Konya ili Selçuklu ilçesine bağlı Kerkük Caddesi'nde bulunan Zümrüt sitesi göçmüş ve 92 kişi enkazın altında hayatını kaybetmiştir. Bu olay başta, yıkılan binanın yanında bulunan Yakut ve Safir sitelerinde yaşayan insanlarda olmak üzere, tüm Konya halkında büyük tedirginlik yaratmış ve yaşadığımız binaların statik ve dinamik etkiler altındaki güvenilirliğini önemsememenin nasıl felaketlere yol açabileceğini herkese hatırlatmıştır. Bu nedenle, ilgili iki bina için ortaya çıkan tehlikeli durumun incelenmesi ve gerekli önlemlerin alınması istemiyle Selçuklu Belediyesi'nin isteğiyle S.Ü. Rektörlüğü tarafından 2 İnşaat Mühendisi, 2 Jeodezi-Fotoğrametri Mühendisi, 1 Jeoloji Mühendisi ve 1 mimardan oluşan bir inceleme komisyonu oluşturulmuştur. İnşaat Mühendisliği ile ilgili incelemeleri yapmak üzere Yrd. Doç. Dr. Rıfat SEZER ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa YILDIZ görevlendirilmiştir. Heyet, 06.02.2004 tarihinden itibaren yapı mahalli ve proje üzerinde incelemeler yapmış ve konuyla ilgili hazırladığı raporu ilgili makamlara sunmuştur. Yapılan incelemeler sonucunda binaların, yürürlükte olan T.D.Y. (1998) koşullarına göre güçlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle bina sakinleri Selçuk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne başvurarak güçlendirme projesinin hazırlanmasını istemişler ve konu ile ilgili olarak Yrd. Doç. Dr. Rıfat SEZER ve Yrd. Doç. Dr. Ali KÖKEN görevlendirilmişlerdir. Bu heyet tarafından da binadaki yetersizlikleri giderecek güçlendirme projesi, uygulanabilirlik koşulları da göz önünde tutularak hazırlanmıştır. Yukarıda sözü edilen gerek öninceleme, gerekse güçlendirme projesi hazırlama çalışmalarının tamamında Arş. Gör. Murat ÖZTÜRK çalışmaların içinde yer almıştır. Bu çalışmada, Yakut ve Safir siteleri için yapılan yukarıda sözü edilen inceleme ve araştırmalar detaylı biçimde açıklanmış ve gerek binaların yürürlükteki yönetmeliklere göre statik ve dinamik etkiler altındaki yetersizliği, gerekse ortaya çıkan eksikliklerin giderilmesi için sistemde yapılması gereken değişiklikler detaylarıyla birlikte açıklanmıştır. Bu çalışmada takip edilen aşamalar şunlardır;

- Proje ve yapı üzerinde yapılan ön inceleme sonuçlarının verilmesi.
- Binaya yakın yerlerde yapılan dinamik sondaj deneyleri ve zemin etütleri ile ilgili bilgilerin verilmesi.
- Binaların Zümrüt sitesinin göçmesi nedeniyle herhangi bir şekilde hareket halinde olup olmadıklarının belirlenmesi için yapılan araştırma sonuçlarının verilmesi.
- Beton basınç dayanımının tespit edilmesi için yapılan çalışmalar ile ilgili bilgilerin verilmesi.
- Taşıyıcı sistem elemanlarındaki donatı durumunun belirlenmesi için yapılan çalışmalar ile ilgili bilgilerin verilmesi.
- Binaların T.D.Y. (1998) koşullarına göre değerlendirilerek statik- betonarme hesapların yapılması.
- Yapılan hesapların tablolar ve grafikler yardımıyla açıklanması.
- Sistemdeki eksiklikleri giderecek güçlendirme işlemlerinin açıklanması ve ilgili detayların verilmesi.
- Projenin uygulama aşamasının fotoğraflar yardımıyla açıklanması.

4.1. Yakut ve Safir Siteleri İçin Yapılan Röleve Çalışması

4.1.1. Yapıların tanıtılması

Binalar bodrum + zemin + 9 normal kattan ibarettir (Resim 4.1.). Bodrumun bir bölümü binanın otoparkıyla birleştirilmiş, diğer bölümü de sığınak, kalorifer ve su tesisatıyla ilgili mekânlarla, zemin kattaki dükkânların depolarına ayrılmıştır. Zemin katta dükkân olarak kullanılan bağımsız bölümler, normal katlarda ise her birinde iki eksene göre simetrik dört daire olmak üzere $4 \times 9 = 36$ bağımsız bölüm bulunmaktadır. Brüt zemin kat alanı $20 \times 25 = 500 \text{ m}^2$, normal kat alanı ise binanın kenarlarında ikişer metre olarak düzenlenen çıkmalarıyla birlikte $24 \times 29 = 696 \text{ m}^2$ 'dir. Normal katlardaki döşemelerin tamamı asmolen döşemedir.



Resim 4.1. Yakut Sitesine ait bir görüntü

4.1.2. Proje ile ilgili incelemeler

S.S. Kerkük Konut Yapı Kooperatifi Yakut ve Safir Siteleri olarak isimlendirilen ve bodrum + zemin + 9 normal kattan ibaret binanın uygulama projeleri Osman Çavuşoğlu Mimarlık Mühendislik İnşaat Tic. Ltd. Sti. bünyesinde hazırlanmış olup mimari proje, Mimarlar Odası Konya Şubesi'nin 27.07.1993 tarihli vizesini takiben09.1993 tarihinde Konya Belediyesi İmar Müdürlüğü'nce onaylanmıştır. Proje müellifi İnş. Müh. Osman ŞAHİNGERİ imzalı betonarme projesi /betonarme hesapları için, İMO Konya Şubesi'nden 03.12.1993 tarihinde vize alınmış, proje vizeyi takiben 28.12.1993 tarihinde Konya Belediyesi İmar Müdürlüğü'nce onaylanmıştır. Betonarme projesinde, yapıda kullanılacak olan beton ve çelik malzemelerin ne olarak seçildiği belirtilmemiş ancak zemin emniyet

gerilmesinin değeri $\sigma_{z,em} = 1.75 \text{ kg/cm}^2$ olarak alındığı ifade edilmiştir. Ayrıca yapı mahalline ait zemin emniyet gerilmesiyle ilgili deneysel bir rapor da bulunmamaktadır. Betonarme hesaplarında da malzeme özellikleriyle ilgili genel bir bilgi verilmemesine karşın yapılan incelemede malzemenin **B160 (BS14)** ve **BÇI** olduğu görülmüştür. Proje incelemesinde, elamanların numaralandırılmasının bakış yönlerine göre yanlış yapıldığı, bazı kirişlere aynı isimlerin verildiği ve yine bazı kirişlerin kalıp planlarındaki boyutlarıyla, verilen detaylardaki boyutlarının farklı olduğu görülmüştür. İlgili kirişlerin boyutları yerinde tespit edilmiştir.

4.1.3. Yapı mahallindeki gözlemler

Her iki binanın da dört köşesinde bazı duvarlarda, özellikle birinci normal katta, konsollardaki sehim ve zemindeki oturma nedeniyle çatlaklar meydana gelmiştir. Bu çatlaklar üst katlarda yok olmaktadır. Ayrıca özellikle zemin ve birinci normal katta asansör perdesindeki aşırı yük nedeniyle fayanslarda dökülmeler oluşmuştur. Bunlara ek olarak, binalarda girişe göre sağ ve sol tarafta bulunan S1 kolonlarındaki oturma nedeniyle K013 ve K001 kirişlerinde eğik çekme çatlağı olduğu gözlenmiştir. Sözü edilen bu gözlemler her iki bina için ortak sonuçlardır.

Mevcut yapıdaki taşıyıcı sistemin onaylı betonarme projesiyle büyük ölçüde uyumlu olduğu ancak bazı kolon boyutlarının farklı uygulandığı görülmüştür. Bu farklılıklar şu şekilde sıralanabilir;

- Zemin kat 6 - A aksında bulunması gereken 30 x 120 cm kesitindeki **S03** kolonu, kolon aplikasyon planında ve asma kat kalıp ve donatı planında gösterilmesine rağmen uygulamada, sadece zemin katta bu kolon iptal edilerek, 25 x 120 cm. kesit boyutlarına sahip 2 adet, yatay aksı A olan ve 4 ve 5 düşey aksları arasında bulunan kolon yapılmıştır. Üst katlardan gelen yükler ise yine normal kat kalıp ve donatı planında belirtilmemiş olan bir kemerle ilave edilen bu kolonlara aktarılmıştır.
- Zemin kat kalıp ve donatı planında ve kolon aplikasyon planında bulunmayan 25 x 100 cm. kesitindeki A - 4 ve A - 5 akslarındaki **S74** kolonları bodrum katta da aynı kesite sahip olmak üzere mevcuttur.

- Bodrum kat kolon aplikasyon planında 20 x 220 cm kesit boyutlarına sahip olarak görülen **S08** kolonu imalatda 20 x 120 cm boyutlarında yapılmıştır.
- Bodrum katta bulunan **S06** ve **S07** kolonları (uzun doğrultudaki kenar kolonların tamamı), projesinde 30 x 120 cm. olarak görünmesine rağmen, binanın inşası sırasında mantolama yapılmış olduğundan takviyeli olarak 65 x 140 cm. boyutlarına sahip olacak şekilde yapılmışlardır.
- Her iki bina için taşıyıcı sistemin temelleri proje ve yapım aşamasında mütemadi olarak boyutlandırılmış olup, daha sonra radye temel haline dönüştürülmüştür. Bu amaçla tüm temel sistemindeki boşlukların, $\phi 14/40$ cm ankraj donatısı kullanılarak, kiriş seviyesine kadar betonla kapatıldığı müteahhit tarafından belirtilmiştir.
- Yukarıdaki gözlem sonuçları Yakut ve Safir sitesi için ortak sonuçlardır. Safir sitesinde ilave olarak iki proje dışı uygulama belirlenmiştir. Bunlardan birincisi bodrum kattaki **S01** köşe kolonların 80 x 80 cm. boyutlarında yapılmış olmasıdır. Bu kolon, aplikasyon planında 100 x 100 cm olarak görünmektedir. İkincisi ise projeye göre bodrum ve zemin katta 20 x 120 cm kesit boyutlarına sahip olması gereken **S08** kolonlarının, yerinde her iki katta da 40 x 80 cm boyutlarında yapılmış olmasıdır.

4.2. S.Ü. Jeodezi – Fotoğrametri Mühendisliği Bölümü Öğretim Elemanları Tarafından Yapılan Jeodezik Deformasyon Ölçüm Çalışmaları

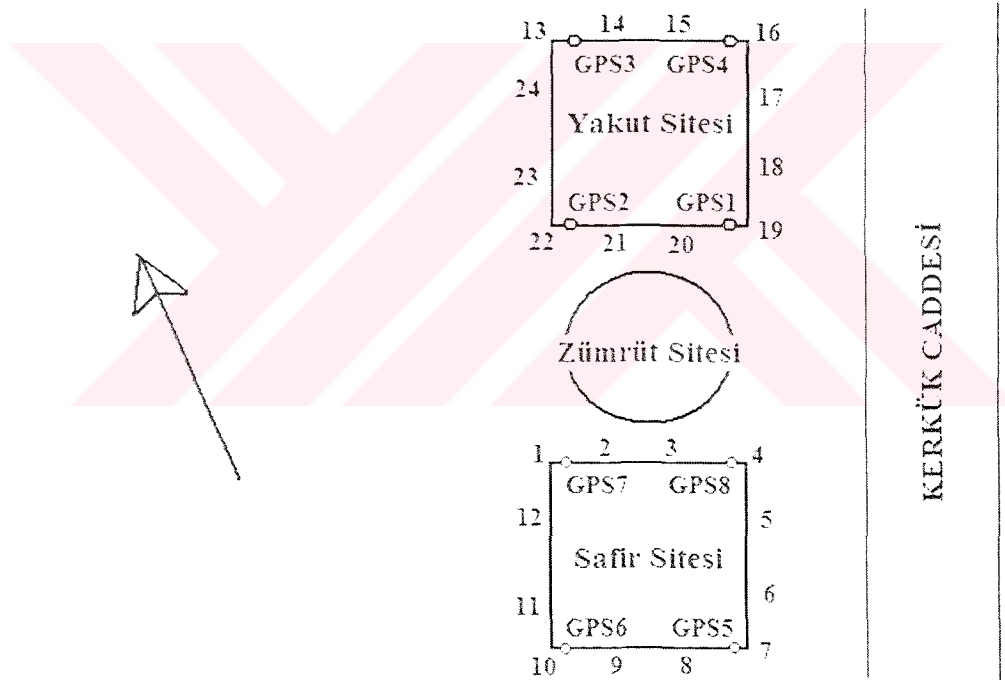
Bu heyet tarafından yapılan çalışmanın amacı, varsa yapıdaki düşeyden sapmalar ile deformasyonların ölçülerek incelenmesi ve binanın hareket halinde olup olmadığının belirlenmesidir.

Safir ve Yakut sitelerindeki yatay hareketleri belirlemek amacıyla, hareket alanının dışında 2 adet referans noktası belirlenmiş, her iki binanın çatısında dörder adet olmak üzere, 8 adet nokta (Yakut sitesinde GPS 1, GPS 2, GPS 3, GPS 4; Safir sitesinde GPS 5, GPS 6, GPS 7, GPS 8) tesis edilmiştir (Şekil 4.1.). Yine Yakut ve Safir sitelerindeki düşey hareketleri belirlemek amacıyla her iki sitenin zemin kat S1

kolonlarında on ikişer adet olmak üzere toplam 24 adet nokta tesis edilmiştir (Şekil 4.1.).

Yatay ve düşey hareketleri belirlemek üzere sitelerde 09.02.2004, 13.02.2004, 23.02.2004, 26.02.2004 tarihlerinde dört periyot ölçümü yapılmıştır. Yatay yöndeki hareketleri belirlemek üzere ölçmelerde 6 adet GPS alıcısı, düşey yöndeki hareketleri belirlemek üzere ise Trimble Digital Nivo ve Barkodlu Mira kullanılmıştır.

Ayrıca Konya Valiliği ve Selçuklu Belediyesi'nin isteğiyle, sitelerin zemin katları ile en üst katları arasındaki düşey kontrol ölçümü yapılmıştır. Yapılan düşey kontrol ölçümlerinden elde edilen sonuçlar Tablo 4.1. ve Tablo 4.2.' de verilmiştir. Yapılan bu ölçü sonuçlarına göre, yapıların dört köşesindeki düşeylik farklarının, sitelerin yapım aşamasında oluşan kalıp hatalarından oluşabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.1. Yakut ve Safir sitelerinde deformasyon ölçümleri için veri alınan noktalar

Tablo 4.1. Safir sitesi köşe noktalarındaki düşeylik farkları

Köşe Numarası	Doğu – Batı Yönünde	Kuzey – Güney Yönünde
Güney – Batı (10 nolu köşe)	Batı 5.1 cm	Güney 14.5 cm
Güney – Doğu (7 nolu köşe)	Doğu 8.4 cm	Kuzey 7.5 cm
Kuzey – Doğu (4 nolu köşe)	-	Kuzey 9.1 cm
Kuzey – Batı (1 nolu köşe)	-	Kuzey 10.2 cm

Tablo 4.2. Yakut sitesi köşe noktalarındaki düşeylik farkları

Köşe Numarası	Doğu – Batı Yönünde	Kuzey – Güney Yönünde
Güney – Batı (22 nolu köşe)	Batı 16.3 cm	Kuzey 11.2 cm
Güney – Doğu (19 nolu köşe)	Doğu 6.0 cm	Kuzey 3.3 cm
Kuzey – Doğu (16 nolu köşe)	-	Kuzey 3.0 cm
Kuzey – Batı (13 nolu köşe)	Batı 15.9 cm	Kuzey 26.1 cm

Yapılan düşey ve yatay hareket ölçümleri sonucunda, periyot ölçümlerinin yapıldığı 09.02.2004 – 26.02.2004 tarihleri arasında, binalarda yatay ve düşey yönde herhangi bir hareket olmadığı tespit edilmiştir. Ancak sağlıklı karar verebilmek için ölçmelerin daha geniş zaman aralıklarında tekrarlanması yararlı olacağı vurgulanmıştır (Yıldız, İnal, Özdemir, 2004).

4.3. S.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Öğretim Elemanları Tarafından Yapılan Zemin İncelemeleri

Yapılan çalışmanın amacı, Yakut ve Safir siteleri zemin özelliklerinin ortaya konulması ve statik projeye esas zemin parametrelerinin belirlenmesidir. Bu amaçla sondajlı etüt yapılmış olup, göçen Zümrüt apartmanının 2 adet sondajı ile, Yakut ve

Safir siteleri için yapılmış olan 2 adet sondaj verileri ve bu sondajlardan alınan örneklerin saha ve laboratuvar incelemeleri bu çalışma kapsamında değerlendirilmiştir (Resim 4.2.). Sondajlarda her 2–3 m’ de bir olmak üzere standart penetrasyon deneyi yapılmış, her kuyuda en az iki adet örselenmemiş örnek alımı gerçekleştirilerek standartlara uygun olarak muhafaza altında laboratuvara götürülmüştür. Yine her kuyuda en az 3-4 adet örselenmiş örnek alımı yapılmıştır.



Resim 4.2. Yakut ve Safir siteleri için yapılan sondaj çalışmalarından bir görüntü

Yapılan araştırmalar sonucunda zemin emniyet gerilmesinin her iki bina için de 1.20 kg/cm^2 alınabileceği sonucuna varılmıştır. Daha öncede belirtildiği gibi, yapılan proje incelemesinde zemin emniyet gerilmesinin 1.75 kg/cm^2 olarak alındığı belirlenmiştir. Buna göre zemin emniyet gerilmesi gerçek değerine göre yaklaşık % 46 yüksek alınmıştır. Ayrıca yeraltı su seviyesindeki yükselmenin mevcut ortam için şimdilik bir problem oluşturmadığı belirlenmiştir (Yıldız, İnal, Özdemir, 2004).

4.4. Mevcut Yapının Malzeme Özelliklerinin Kontrolü

4.4.1. Beton basınç dayanımının tespit edilmesi

Mevcut betonarme yapı elemanlarının güvenliğinin kontrol edilebilmesi için, eleman betonu basınç dayanımının mümkün olabildiğince doğru olarak belirlenmesi gerekir. Bu amaçla ülkemizde uygulanan yöntemler; “ Beton Test Çekici Yöntemi ”, “ Ultrasonik Yöntem ” ve “ Karot alma Yöntemi”dir.

Schmidt Beton Tabancası Yöntemi (Beton Test Çekici Yöntemi), betonun üzerine vurulan ağırlığı geri sektirme esasına dayanır ve kolayca uygulanabilen bir yöntemdir. Daha sert yüzeylere sahip olan betonlarda, aletin geri sıçraması daha çok olmaktadır. Kütlenin ne kadar geri sıçradığı, alet üzerindeki bir göstergeden sayısal olarak ölçülebilmektedir.

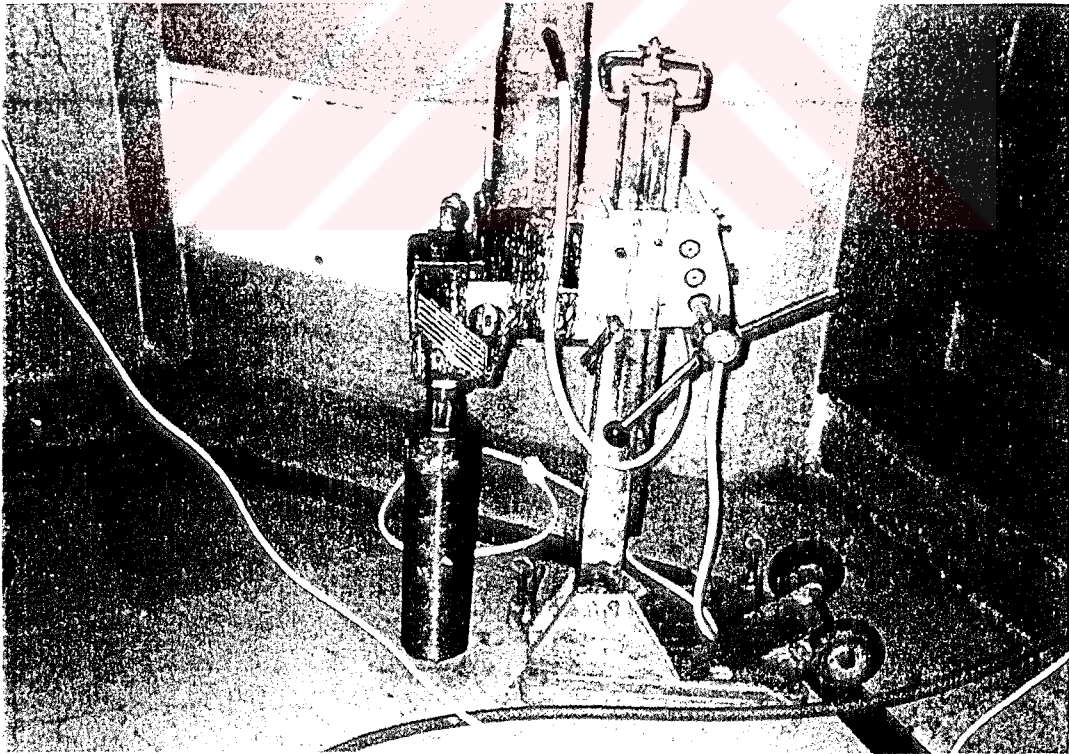
Ultrasonik Deney Yöntemi’nde, ultrasonik test cihazı ile beton bloğun bir yüzüne ultrasonic puls (nabız atışı gibi ritmik ses üstü vuruşlar) uygulanmakta ve betonun içerisinde basınç dalgaları yaratılmaktadır. Daha sonra bu dalgaların betonun bir yüzeyinden diğerine geçme süresi ölçülmekte ve dalga hızı hesaplanmaktadır. Hesaplanan ses üstü dalga hızı ile betonun basınç dayanımı arasındaki ilişki yaklaşık olarak elde edilmektedir (Erdoğan, 2003).

Yukarıda açıklanan tahribatsız iki deney yöntemi ile, yapıdaki betonun basınç dayanımının bulunması masrafsız ve kolay olmakta, ancak elde edilen sonuçlara tam olarak güvenilememektedir. Yapıdaki beton kalitesinin ne durumda olduğunu belirlemek ve betonun o haliyle yapı emniyetini sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek gibi çok küçük hataların bile büyük sorunlara yol açabileceği çalışmalarda, masraflı ve zahmetli bir yöntem olan, ancak kesin sonuç veren “Karot alma Yöntemi ” tercih edilmelidir. Bu nedenle Yakut ve Safir sitelerindeki mevcut betonun basınç dayanımının belirlenmesi için de bu yöntem tercih edilmiştir.

4.4.1.1. Sertleşmiş betondan karot alınması ve beton basınç dayanımının karot numuneler üzerinden elde edilmesi

Yapıdaki betonun basınç dayanımının bulunabilmesi için oldukça yaygın olarak kullanılan bu yöntem, betondan kesilerek çıkartılan silindirik şekilli numunelerin, üniform dağılımlı aksiyel basınç yükü altında kırılmaları esasına dayanır. Bu numunelere “ karot ” adı verilmektedir.

Karot numuneler, “ karot alma aleti ” denilen bir aletle kesilip çıkarılmaktadır (Resim 4.3.). Karot alma aletinde, kendi eksenini etrafında dönebilen içi boş silindirik şeklindeki bir çelik kesici bulunmaktadır. Aletin çalıştırılmasıyla yüksek hızla dönmeye başlayan silindirik kesicinin ucu, numune çıkartılmak istenen yüzeye dik olarak temas ettirilmekte ve kesici döndükçe betonun delinerek kesilmesi sağlanmaktadır. Delme işlemi sonunda karot alma aletinin kesicisi, içinde bulunan beton parçası ile birlikte dışarı çıkartılmaktadır.



Resim 4.3. Karot alma aleti

Karot numuneler üzerinden elde edilen basınç dayanımını etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- **Karot numunesinin çapı:** Yapılan araştırmalara göre, her ne kadar aynı boy/çap oranına sahip numunelerden benzer ortalama basınç dayanımları elde edilse de, belirli bir çaptaki numuneler üzerinden tek tek elde edilen basınç dayanımı değerleri, numune çapı küçüldükçe ortalama değerden daha çok sapma göstermektedir. Bir başka deyişle 10 cm' den küçük numuneler kullanıldığı takdirde deneye tabi tutulacak numune sayısı çok olmalıdır. Birçok ülke yönetmeliğinde en ideal numune çapı 10 cm olarak belirtilmektedir.
- **Karot numunesinin boy/çap oranı:** Numunelerin boy/çap oranları ikiden bire doğru azaldıkça, elde edilen basınç dayanımı değeri daha yüksek olmaktadır. Bu nedenle, karot numunenin deneyi sonucunda elde edilen dayanım değerini belirli bir düzeltme faktörü ile çarparak, boy/çap = 2 oranındaki numunenin basınç dayanımına eşdeğer hale getirmek gerekmektedir.
- **Karot numune alınırken uygulanan delme işlemi yönü:** Yapılan araştırmalara göre dikey yönde (yukarıdan aşağıya doğru) alınan karotların ortalama basınç dayanımlarının, yatay yönde alınanların ortalama basınç dayanımlarından daha yüksek oldukları belirlenmiştir.
- **Karot numunede bulunabilecek demir donatı parçaları:** Yapılan deneysel araştırmalara göre, içerisinde demir bulunan numunelerin basınç dayanımlarının, demirsiz numunelerin basınç dayanımlarından daha az olduğu ve bu farkın % 13' e kadar çıkabileceği belirlenmiştir. Bu nedenle donatının yerini gösteren cihazlar kullanılarak beton karot numunesi alınacak yerde donatı bulunup bulunmadığı kontrol edilmeli ve donatı kesilmemelidir.
- **Karot numuneye yapılan başlık için kullanılan malzeme:** Deney için hazırlanan bütün karot numunelerinin alt ve üst yüzeylerinin, yük uygulandığında eksantriste oluşmaması için çok düzgün olması gerekmektedir. Bu nedenle, numunelere deney öncesinde 5 mm kalınlığında kükürt-grafit tozundan veya düşük kıvamlı çimento hamurundan başlık yapılmaktadır. Yapılan araştırmalarda kullanılan malzeme yeterince yüksek

dayanımında ise ve başlıklar düzgün yapılmış ise beton basınç dayanımının önemli ölçüde etkilenmediği sonucuna varılmıştır. Ancak başlık düzgün yapılmamış ise dayanımdaki azalma % 20' ye kadar çıkabilmektedir.

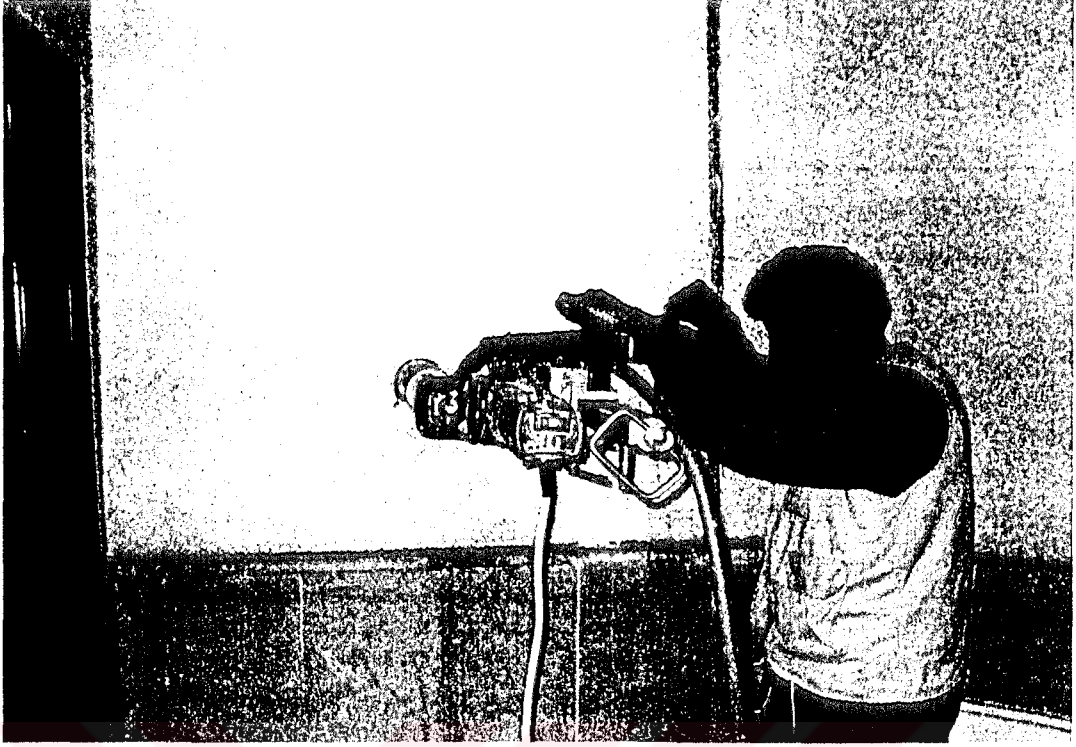
- **Karot numunenin ıslaklık durumu:** Islak durumdaki karot numunelerden elde edilen basınç dayanımı değerleri, kuru numunelerden elde edilen değerlere göre daha üniform olmaktadır. Ancak ACI standardına göre, yapıdaki beton hizmet ömrü süresi boyunca kuru ortama maruz kalacak ise, bu betondan alınan karot numunelerinin deney öncesinde su içerisinde bırakılmasına gerek yoktur.
- **Deney presinde uygulanan yükün hızı:** Deney presinde uygulanan yükün hızı $1.4 - 3.5 \text{ kgf/cm}^2/\text{saniye}$ olmalıdır.

4.4.1.2. Yakut ve Safir sitelerinde beton basınç dayanımının tespit edilmesi için yapılan çalışmalar

Yakut ve Safir sitelerinde beton basınç dayanımının tespit edilebilmesi için “ Karot Alma Yöntemi ” tercih edilmiştir. Bu amaçla Selçuk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü ve Konya İnşaat Mühendisleri Odası tarafından ortak bir çalışma yürütülmüştür.

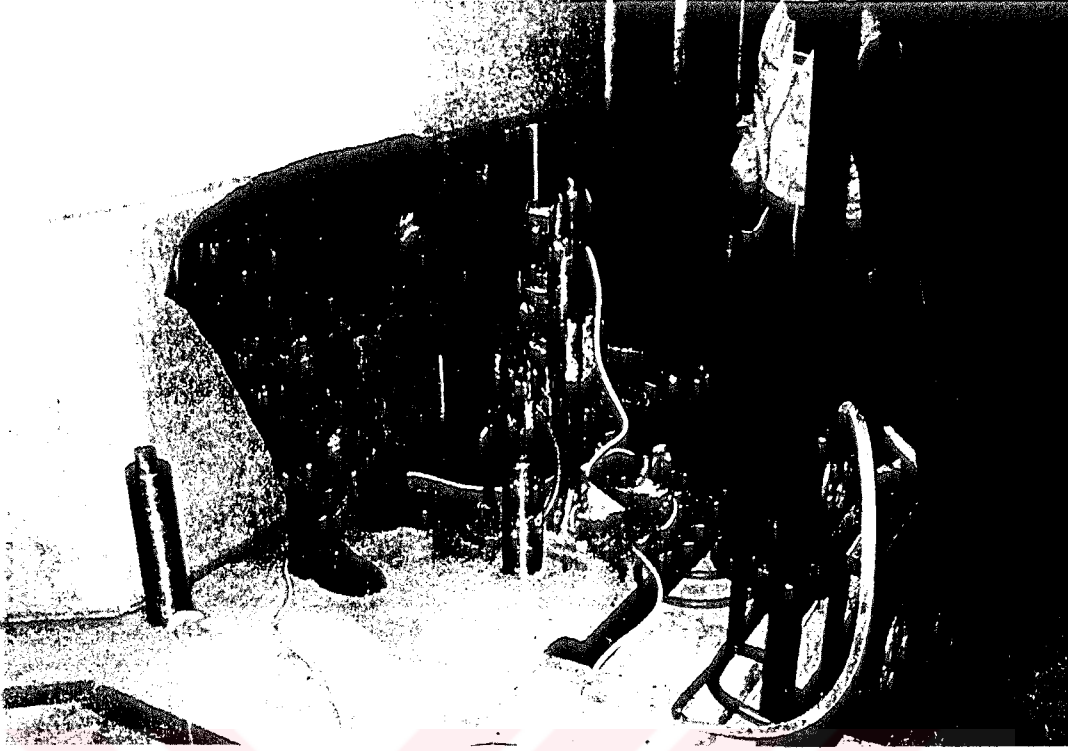
Ülkemizde yürürlükte olan TS500-2000 ve ABD’ de rehber olarak kullanılan “ FEMA-273, 1997 ”, her kattan veya her 1000 m^2 ’den en az üç adet beton örneği alınmasını öngörmektedir. Bu nedenle, her iki blokta da tüm katlardan 3 adet karot numunesi alınması kararlaştırılmış ve taşıyıcı sisteme herhangi bir zarar verilmemesi için bu numunelerin perde ve döşemelerden alınmasına karar verilmiştir. Bu amaçla yapılan proje incelemesi sonucunda, gerek boyut olarak yeterli olması, gerekse dairelerin içerisine girmeden çalışma yapılabilmesi bakımından iki numunenin S05 perdelerinden alınmasına, üçüncü numunenin ise merdiven sahanlığından alınmasına karar verilmiştir.

05.03.2004 tarihinde Yakut sitesinin 9. katından karot alma çalışmaları başlamış ve öncelikle birbirine göre X ve Y ekseninde simetrik olan iki S05



Resim 4.4. 9. kat S05 perdesinden karot alınması

Perdelerden sonra merdiven sahanlığından karot numunesi alınmıştır (Resim 4.5.). Ancak sahanlıktaki donatı miktarının fazla olması nedeniyle betonla birlikte birçok donatı kesilmiş ve numune içerisindeki bu donatı parçaları nedeniyle numuneden sağlıklı sonuç alınması imkânsız hale gelmiştir. Çünkü donatıların bulunduğu bölgeler kesildikten sonra kalan numune boyu en az numunenin çapı kadar olmalıdır. Bu nedenle farklı bir noktadan tekrar numune alınmış ancak aynı sonuç elde edildiğinden dolayı merdiven sahanlığı yerine yangın merdiveni döşemesinden numune alınmasına karar verilmiştir. Alınan numunede donatı parçacığı bulunmaması ve numune boyunun deney için yeterli olması sebebiyle tüm katlarda yangın merdiveni döşemesinden numune alınmasına karar verilmiştir (Resim 4.6.).



Resim 4.5. 9. kat merdiven sahanlığından karot numune alınması



Resim 4.6. 9. kat yangın merdiveni döşemesinden karot numune alınması

Yaklaşık dört gün süren çalışmayla her bir bloktan 30' ar adet karot numunesi alınmıştır. Perdelerden karot alınması sırasında, birbirini izleyen katlarda aynı sıradaki perdelerden numune alınmamasına dikkat edilmiş, bir önceki katta numune alınan perdelerle simetrik olan diğer iki perdeden numune alınarak, karot alma işlemi şaşırtmalı olarak gerçekleştirilmiştir. Numune alındıktan sonra oluşan boşluk yüksek mukavemetli betonla doldurulmuştur. Ayrıca alınan numuneler hangi kata ve hangi elemana ait oldukları belli olacak şekilde isimlendirilmiştir.

Yakut ve Safir sitelerinden alınan toplam 60 adet numune, Konya İnşaat Mühendisleri Odası yetkililerince teslim alınmış ve laboratuara götürülerek her bir numuneye 5 mm kalınlığında % 70 kükürt % 30 grafitten oluşan başlık yapılmıştır.

Deney için hazırlanan toplam 60 adet numune 10.03.2004 tarihinde Selçuk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Laboratuvarı'na getirilmiştir. Deney öncesinde numunelerin boy ve çapları kumpas yardımıyla belirlenmiştir(Resim 4.7.).



Resim 4.7. Numunelerin boy ve çaplarının belirlenmesi

Ardından numuneler 300 tonluk preste basınç dayanımı deneyine tabi tutulmuşlardır (Resim 4.8. - Resim 4.9.). Bölüm 4.4.1.1.' de önerilen koşula uyulmuş ve yük hızı $2 \text{ kgf/cm}^2/\text{saniye}$ olarak uygulanmıştır.



Resim 4.8. Beton basınç pres ve numunelerin deneye tabi tutulması



Resim 4.9. Zemin kat döşemesinden alınan numunenin deneye tabi tutulması

Numunelerin deneye tabi tutulmasından sonra her biri için sonuç çıktıları alınmış ve sonuçlar düzenlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Yakut ve Safir siteleri için ayrı ayrı olmak üzere Tablo 4.3. ve Tablo 4.4.' de gösterilmiştir. Tablolarda yer alan son sütun, elde edilen dayanım değerlerinin boy/çap oranları dikkate alınarak düzeltilmiş hallerini içermektedir. Bu düzeltmeler, silindir karot numunelerinin basınç dayanımlarını, boy/çap=2 oranındaki numunenin basınç dayanımına eşdeğer hale getirmek için, Amerikan yönetmeliğinde verilen katsayılar kullanılarak yapılmıştır (ASTM C42, 1994). Bu yönetmelikte değişik boy/çap oranlarına ait katsayılar verilmiş, arada kalan değerlerin ise enterpolasyonla bulunmasına izin verilmiştir (Erdoğan, 2003).

4.4.1.3. Karot numune sonuçlarının yürürlükteki yönetmelikler çerçevesinde değerlendirilmesi

Karot sonuçlarının değerlendirilmesi, TS 500/2000 yönetmeliğine göre, istatistiksel dağılım kurallarına bağlı olarak yapılmıştır. Öncelikle dayanımla yük etkisi arasındaki ilişkinin normal dağılıma uygun olduğu kabul edilmiştir. İstatistiksel kurallara göre karakteristik dayanım ile ortalama dayanım arasındaki ilişki Denklem (4.1)' de görüldüğü gibi olmaktadır.

$$f_{cm} = f_{ck} + u \cdot \overline{\sigma}_c \quad (4.1)$$

Denklemden f_{cm} , ortalama beton basınç dayanımını, f_{ck} , karakteristik beton basınç dayanımını, $\overline{\sigma}_c$, standart sapmayı, u ise dayanımın, istatistiksel dağılımdaki karakteristik değerlerden yüksek veya düşük çıkma olasılığına bağlı olarak verilen bir katsayıyı simgelemektedir. Standart sapma Denklem (4.2)' ye göre hesaplanmaktadır.

$$\sigma_c = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cm} - f_c)^2}{n-1} \right]^{1/2} \quad (4.2)$$

Tablo 4.3. Yakut sitesi için karot numuneleri deney sonuçları

Karot No	Karot Alınan Yer	Çap	Boy	Kırılma Y.	Gerilme	Düzeltil.
		(d)	(L)	(P _k)	f _t =P _k /A	Gerilme
		(m)	(m)	(N)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
1	9.kat S05 perdesi ön cephe	0.093	0.1236	99400	14.633	13.740
2	9.kat S05 perdesi arka cephe	0.093	0.1543	142700	21.007	20.440
3	9.kat merdiven sahanlığı	0.093	0.1098	138800	20.433	18.655
4	9.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.0958	131800	19.403	17.016
5	8.kat S05 perdesi ön cephe	0.093	0.1451	105600	15.546	15.002
6	8.kat S05 perdesi arka cephe	0.093	0.1517	94500	13.912	13.494
7	8.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.0931	181500	26.719	23.246
8	7.kat S05 perdesi arka cephe	0.093	0.1160	98300	14.471	13.444
9	7.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.1171	166300	24.481	22.792
10	6.kat S05 perdesi ön cephe	0.093	0.1329	86700	12.763	12.138
11	6.kat S05 perdesi arka cephe	0.093	0.1385	153400	22.582	21.611
12	6.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.1055	153900	22.656	20.436
13	5.kat S05 perdesi ön cephe	0.093	0.1418	129700	19.093	18.368
14	5.kat S05 perdesi arka cephe	0.093	0.1315	46400	6.831	6.490
15	5.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.0968	84600	12.454	10.960
16	4.kat S05 perdesi ön cephe	0.093	0.1052	81400	11.983	10.797
17	4.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.0925	138600	20.404	19.139
18	3.kat S05 perdesi ön cephe	0.093	0.1283	97200	14.309	13.536
19	3.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.1318	171800	25.291	24.027
20	2.kat S05 perdesi ön cephe	0.093	0.1297	157000	23.112	21.887
21	2.kat S05 perdesi arka cephe	0.093	0.1429	178100	26.218	25.248
22	2.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.1213	118200	17.401	16.287
23	1.kat S05 perdesi ön cephe	0.093	0.1420	89500	13.176	12.750
24	1.kat S05 perdesi arka cephe	0.093	0.1332	171000	25.173	23.650
25	1.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.1075	125000	18.402	16.690
26	Z. kat S05 perdesi ön cephe	0.093	0.1402	71900	10.585	10.172
27	Z.kat yangın mer.döşemesi	0.093	0.1127	151900	22.362	20.595
28	B. kat S05 perdesi ön cephe	0.093	0.1392	99600	14.662	14.076
29	B.kat S05 perdesi arka	0.093	0.1168	49500	7.287	6.784

Tablo 4.4. Safir sitesi için karot numuneleri deney sonuçları

Karot No	Karot Alınan Yer	Çap (d) (m)	Boy	Kırılma Y.	Gerilme	Düzeltil.
			(l)	(P _k)	f _t =P _k /A	Gerilme
			(m)	(N)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
1	9.kat S4 perdesi ön cephe	0.093	0.133	74500	10.967	10.437
2	9.kat S4 perdesi arka cephe	0.093	0.1494	178800	26.220	25.506
3	9.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.0969	100500	14.795	13.019
4	8.kat S4 perdesi ön cephe	0.093	0.1129	87700	12.911	11.878
5	8.kat S4 perdesi arka cephe	0.093	0.1492	142700	21.007	20.356
6	8.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.1127	141000	20.757	19.096
7	7.kat S4 perdesi ön cephe	0.093	0.1445	97500	14.353	13.836
8	7.kat S4 perdesi arka cephe	0.093	0.1218	111100	16.355	15.325
9	7.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.1048	100200	14.751	13.276
10	6.kat S4 perdesi ön cephe	0.093	0.1405	126100	18.563	17.840
11	6.kat S4 perdesi arka cephe	0.093	0.1490	94000	13.838	13.395
12	5.kat S4 perdesi ön cephe	0.093	0.1461	135000	19.874	19.198
13	5.kat S4 perdesi arka cephe	0.093	0.1358	90100	13.264	12.667
14	5.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.1032	187800	27.647	24.771
15	4.kat S4 perdesi ön cephe	0.093	0.1586	124200	18.284	17.845
16	4.kat S4 perdesi arka cephe	0.093	0.1195	65000	9.569	8.937
17	4.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.1050	158100	23.274	20.947
18	3.kat S4 perdesi ön cephe	0.093	0.1450	131100	19.300	18.624
19	3.kat S4 perdesi arka cephe	0.093	0.1397	60500	8.906	8.550
20	3.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.0950	161400	23.760	20.790
21	2.kat S4 perdesi ön cephe	0.093	0.1295	74200	10.923	10.344
22	2.kat S4 perdesi arka cephe	0.093	0.1102	151200	22.259	20.344
23	2.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.1019	109600	16.134	14.408
24	1.kat S4 perdesi ön cephe	0.093	0.1475	127300	18.740	18.122
25	1.kat S4 perdesi arka cephe	0.093	0.1580	151000	22.229	21.696
26	1.kat yangın mer. döşemesi	0.093	0.1181	175100	25.777	24.024
27	Z. kat S4 perdesi ön cephe	0.093	0.1398	128700	18.946	18.188
28	Z. kat S4 perdesi arka cephe	0.093	0.1328	53700	7.905	7.518
29	B. kat S4 perdesi ön cephe	0.093	0.1320	141100	20.772	19.733
30	B.kat S4 perdesi arka cephe	0.093	0.1380	85700	12.616	12.086

Bu denklemde ise n numune sayısını, f_c ise her bir numuneden elde edilen dayanım değerini belirtmektedir. Ülkemizde TS 500/2000 'e göre dayanımın, istatistiksel dağılımdaki karakteristik değerlerden yüksek veya düşük çıkma olasılığı % 10 olarak alınmaktadır. Buna bağlı olarak 'u' değeri 1.28 olarak elde edilir. Sonuçta deneylerden elde edilen ortalama dayanım değerine bağlı olarak karakteristik dayanım Denklem (4.3)' teki gibi elde edilir.

$$f_{ck} = f_{cm} - 1,28 \cdot \overline{\sigma}_c \quad (4.3)$$

Elde edilen karakteristik dayanım değeri, betonarme elemanlardan alınan numunelerden bulunduğu için, hesaplarda dikkate alınacak en yüksek değer olarak değerlendirilebilir. Yeniden çözüm için elde edilmesi gereken bu değerden başka TS 500/2000 ' de, betondaki yerel zayıflıkları ve düzensizlikleri minimuma indirmek için ayrıca iki koşul verilmiştir. Bunlardan birincisi, basınç dayanımı deneylerinden elde edilen ortalama dayanım değerinin, projede öngörülen karakteristik dayanım değerinden en az 1 N/mm^2 fazla olması koşuludur. İkincisi koşula göre ise, deneylerden elde edilen dayanım değeri sonuçlarından en küçüğü, en az projede öngörülen karakteristik dayanım değerinin 3 N/mm^2 eksiği kadar olmalıdır (Denklem (4.4)-Denklem (4.5)).

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 1 \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \quad (4.4)$$

$$f_{c,\min.} \geq f_{ck} - 3 \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \quad (4.5)$$

Bazı ülkelerde geçerli standartlarda, betonun 28 günlük dayanımın değerini elde etmek için yaş katsayıları kullanılmaktadır. Buna göre beton zamanla dayanım kazanan bir malzeme olduğu için ne kadar yaşlı olursa uygulanan yaş katsayısı da o kadar fazla olmaktadır. Ancak ülkemizde bu sistem uygulanmamakta, karotlara ait bulunan basınç mukavemeti sonuçlarında, denenen betonun içinde bulunan yaş dikkate alınmaktadır.

Verilen bu bilgiler ışığında Yakut ve Safir siteleri için deney sonuçları değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Yakut sitesi için:

$$f_{cm} = 17.840 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cm} = 16.680 \text{ N/mm}^2 \text{ (Düzeltilmiş)}$$

$$\overline{\sigma}_c = 5.230 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = f_{cm} - 1,28 \cdot \overline{\sigma}_c = 9.985 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cm} = 16.680 \text{ N/mm}^2 \geq 14 + 1 = 15 \text{ N/mm}^2 \text{ (UYGUN)}$$

$$f_{c,min.} = 6.490 \text{ N/mm}^2 \leq 14 - 3 = 11 \text{ N/mm}^2 \text{ (UYGUN DEĞİL)}$$

Görüldüğü gibi ortalama beton dayanımı projede öngörülen dayanımı sağlamasına rağmen, beton kalitesindeki düzensizlikler nedeniyle söz konusu binanın inşaat ruhsat tarihinde geçerli standartlarda bulunan minimum değerler sağlanamamaktadır. Koyu renkle belirtilen karakteristik dayanım değeri, hesaplarda dikkate alınacak en yüksek değer olarak değerlendirilebilir.

Safir sitesi için:

$$f_{cm} = 17.493 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cm} = 16.430 \text{ N/mm}^2 \text{ (Düzeltilmiş)}$$

$$\overline{\sigma}_c = 4.970 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = f_{cm} - 1,28 \cdot \overline{\sigma}_c = 10.069 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cm} = 16.430 \text{ N/mm}^2 \geq 14 + 1 = 15 \text{ N/mm}^2 \text{ (UYGUN)}$$

$$f_{c,min.} = 7.518 \text{ N/mm}^2 \leq 14 - 3 = 11 \text{ N/mm}^2 \text{ (UYGUN DEĞİL)}$$

Safir sitesi için de ortalama beton dayanımı projede öngörülen dayanımı sağlamasına rağmen, beton kalitesindeki düzensizlikler nedeniyle söz konusu binanın inşaat ruhsat tarihinde geçerli standartlarda bulunan minimum değerler sağlanamamaktadır. Koyu renkle belirtilen karakteristik dayanım değeri, hesaplarda dikkate alınacak en yüksek değer olarak değerlendirilebilir.

4.4.2. Yapı elemanlarında projede öngörülen donatı detaylarının kontrol edilmesi

Donatı sayısı ve çapı ile ilgili bilgiler kesit hesaplarına olanak tanır. Bu nedenle betonarme yapı elemanlarındaki donatının çapı, cinsi ve adedinin de yerinde belirlenmesi gerekir. Donatı detaylarının belirlenmesinde manyetik alan ilkesine göre çalışan cihazlar kullanılabilir.

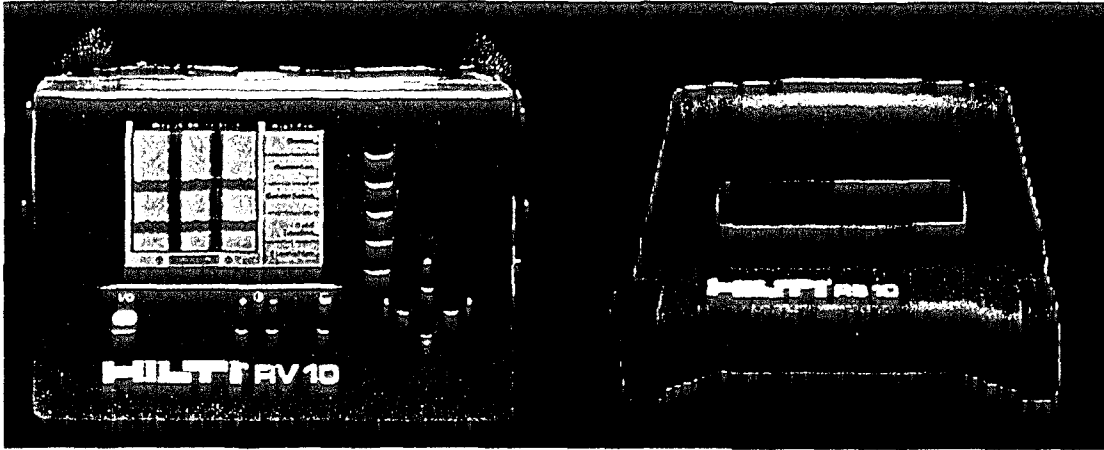
Yakut ve Safir sitelerindeki yapı elemanlarında bulunan donatıların kontrolü, Selçuk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümü öğretim elemanları tarafından, günümüzde bu alandaki en gelişmiş cihazlardan biri olan Hilti Ferrosan FS10 donatı analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır.

4.4.2.1. Hilti Ferrosan FS10 donatı analiz cihazının tanıtılması ve Yakut ve Safir sitelerinde uygulanması

Ferrosan FS10 cihazı, monitör ve scanner (tarayıcı) olmak üzere iki ana parçadan oluşmaktadır (Resim 4.10.). Tarayıcının oluşturduğu elektromanyetik dalga alanı beton içerisine etkimekte ve bu dalgalar manyetik iletken olan çelik donatı çubuklarının manyetik alan akış çizgilerinde bir yoğunlaşma meydana getirmektedir. Bu prensipten faydalanılarak donatı çubuklarının yerleri ve çapları tespit edilmektedir. Bu cihaz;

- Hasar görmüş veya görmemiş taşıyıcı betonarme elemanların güçlendirme işleminden önce mevcut donatıların tespitinde,
- Donatıların projedeki değerlere uygun yerleştirilip yerleştirilmediğinin kontrol edilmesinde,
- Mevcut binanın başka bir amaçla kullanılmak istendiği ancak binanın projesinin bulunmadığı durumlarda yapı elemanındaki donatıların kontrolünde,
- Beton karot numunesi alınması sırasında kesici uçların donatıya zarar vermemesi için uygun yerin seçiminde,

kullanılabilmektedir.

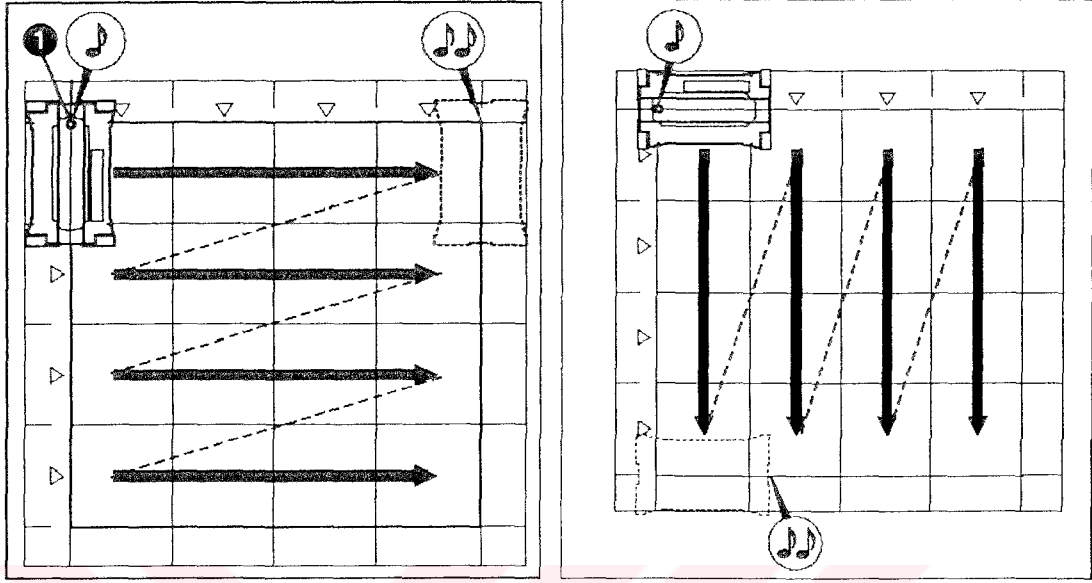


Resim 4.10. Hilti Ferrosan FS10 cihazının parçaları (soldaki monitör, sağdaki tarayıcı)

Çalışmalar sırasında tüm kolon ve kirişlerde kontrol yapılması mümkün olmadığından, her katta 5 adet yapı elemanı belirlenmiştir. Ardışık katlarda farklı elemanlar seçilmesine özen gösterilmiştir. Normal katlarda kirişlerin önemli bir bölümünün geniş kiriş olması, kaplama malzemeleri nedeniyle analiz yapılsa bile sonuçların sağlıklı olarak elde edilememesi ve taşıyıcı sistemde asıl sorunun kolonlarda bulunduğu tahmin edilmesi nedeniyle bodrum ve zemin katta birer kiriş kontrol edilmiş, normal katlarda ise sadece kolonlar üzerinde ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde kiriş donatılarının projeye göre uygun yerleştirildiği görülmüştür. Cihazın kolon ve kirişlerin taranması sırasında nasıl kullanıldığı aşağıda açıklanmıştır.

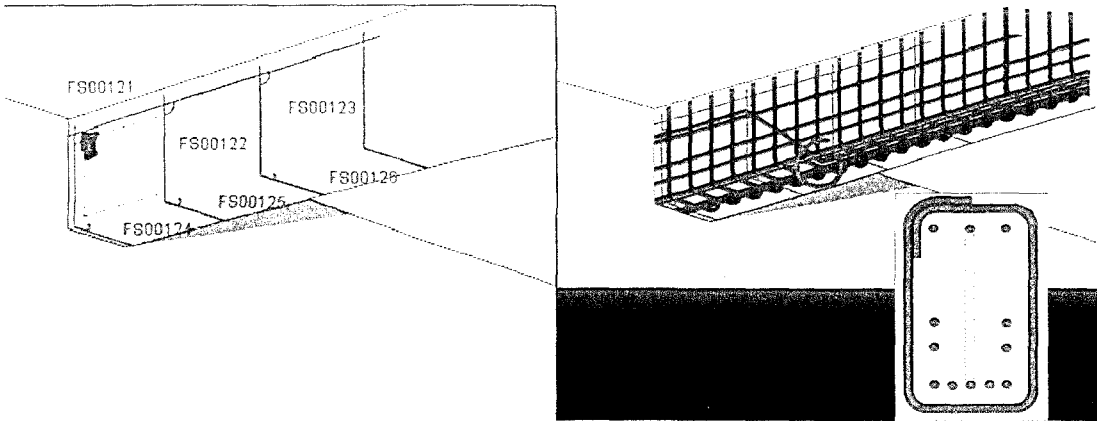
Cihazın 15 cm genişliğindeki tarayıcısıyla 60 cm uzunluğundaki bir alan kesintisiz olarak taranabilmektedir. Cihazla yatay ve düşey tarama yapabilmek için öncelikle yapı elemanının üzerine $60 \times 60 \text{ cm}^2$ alanında olan ve cihaz genişliği olan 15 cm boyutunda karelere bölünmüş yardımcı bir plaka yapıştırılmaktadır. Yatay tarama yapabilmek için cihaz plakanın sol üst kısmına tutulmakta ve plakaya bastırılarak sağa doğru sürüklenmektedir. 60 cm' lik kısım bittiğinde cihaz sesli bir uyarı vermekte, böylece ilk $15 \times 60 \text{ cm}^2$ lik alanın taraması bitmektedir. Daha sonra alttaki $15 \times 60 \text{ cm}^2$ lik alana geçilmekte ve bu şekilde analize devam edilmektedir. Düşey tarama içinde yine cihaz plakanın sol üst kısmına tutulmakta ve yukarıdan aşağıya doğru sürüklenerek sırasıyla $15 \times 60 \text{ cm}^2$ alanındaki kısımlar taranmaktadır.

Yatay taramalarla boyuna donatılar, düşey taramalarla ise enine donatılar tespit edilmektedir. Yatay ve düşey tarama aşamaları Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.



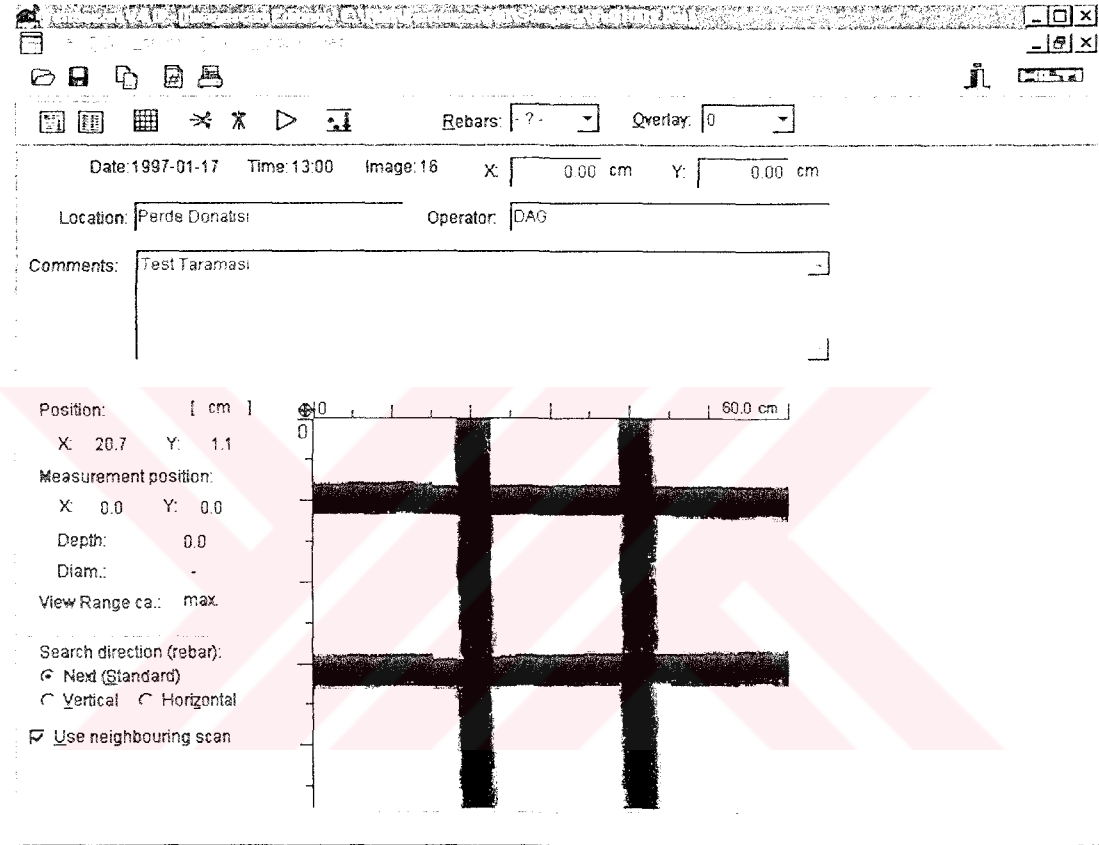
Şekil 4.2. Hilti Ferroskan FS10 cihazıyla yatay ve düşey tarama aşamaları

Kolonlarda tarama yapılırken cihazın kullanımı aynen Şekil 4.2.' de görüldüğü gibi olurken, bodrum ve zemin kattaki kirişlerde tarama yapılırken cihaz Resim 4.11.' da görüldüğü gibi uygulanmıştır. Resimden de görüldüğü gibi, plaka kirişin yan ve alt yüzlerine sıra ile yerleştirilerek analiz yapılmakta, böylece hem eğilme hem de kesme donatılarının çap, adet ve aralıkları tespit edilebilmektedir.



Resim 4.11. Cihazın kirişlere uygulanması

Tarama yapıldıktan sonra sonuçlar bilgisayar ortamına aktarılarak, cihazın kendi programında değerlendirilmektedir. Resim 4.12.' de yapılan bir perde taramasının bilgisayara aktarılması sırasında elde edilen görüntü verilmiştir. Ekrandaki dik siyah çizgiler boyuna donatıları, yatay siyah çizgiler ise enine donatıları göstermektedir.



Resim 4.12. Yapılan bir perde ölçümünün bilgisayara aktarılması

4.4.2.2. Tarama sonuçlarının değerlendirilmesi

Tarama sonuçları bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra, Resim 4.12.' de görüldüğü gibi elde edilen sonuç ekranında boyuna ve enine donatı çizgileri üzerinde istenilen sayıda nokta belirlenmiş ve bu noktalardaki donatı çapları, noktaların koordinatları gibi veriler, her iki binada yapılan toplam 120 adet tarama için bilgisayar çıktısı olarak alınmıştır. Örnek olması amacıyla Safir sitesi bodrum kat

S03 kolonuna ait tarama sonucu Resim 4.13.' de verilmiştir. Görüldüğü gibi sonuç iki kısımdan oluşmaktadır. İlk sayfada tarama yapılan alandan elde edilen donatı durumu görüntüsü ve bu görüntü üzerinde veri alınmak üzere bilgisayarda işaretlenen noktalar görünmektedir. İkinci sayfada ise bu noktaların bulunduğu donatılar için sonuçlar gösterilmiştir. Bu bölümde ' point ' sütunundaki sayılar veri alınan noktaları, ' x:[cm] ' ve ' y:[cm] ' sütunundaki sayılar ise bu noktaların koordinatlarını göstermektedir. ' Depth:[cm] ' kısmında pas payı kalınlıkları, 'Rebar' kısmında ise veri alınan noktalardaki donatı çapları bulunmaktadır. ' Orientation ' sütununda verinin boyuna veya enine donatılardan hangisine ait olduğu belirtilmektedir. Son sütun olan ' Valid ' kısmında ise verilerin geçerliliği gösterilmektedir. Donatı tespit cihazı ile yapılan taramaların sonuçları düzenlenmiş ve iki bina için ayrı olmak üzere Tablo 4.5. ve Tablo 4.6.' da gösterilmiştir. Çizelgelerde tarama sonuçları ile birlikte karşılaştırma yapılabilmesi için projede öngörülen donatı miktarları da belirtilmiştir. Elde edilen tarama sonuçları şu şekilde özetlenebilir:

- Safir sitesi bodrum kat S5 kolonu hariç diğer kolonlarda donatılar projeye uygun olarak yerleştirilmiştir.
- Safir sitesi donatı tespit sonuçları incelendiğinde bodrum kat hariç, $\phi 16$ donatı kullanılması gereken tüm katlarda adet olarak projeye uygun ancak $\phi 14$ donatı kullanıldığı görülmektedir. $\phi 14$ donatı kullanılması gereken kolonlarda ise detaylara uyulmuştur. Bu veriler Safir sitesinde tüm kolonlarda $\phi 14$ donatı kullanıldığını göstermektedir. Söz konusu bina için yapılacak tahkiklerde bu husus göz önünde tutulmuştur.
- Yakut sitesine ait sonuçlar incelendiğinde, donatıların projedeki detaylara uygun olarak yerleştirildiği görülmektedir. Bu nedenle bu binada yapılacak tahkiklerde proje verileri esas alınmıştır.
- Kirişlerde yapılan sınırlı sayıda taramadan (Safir sitesi KAS010 kirişi ve Yakut sitesi K010 kirişi) donatı detaylarına çap ve adet olarak uyulduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle kirişler için eğilme ve kesme donatılarının projeye uygun yerleştirildiği kabul edilmiştir.
- Her iki binada da projede, kolon etriyelerinin $\phi 8 / 17$ cm çap ve aralığında yerleştirilmesi öngörülmüştür. Ancak tarama sonuçları tüm kolonlarda $\phi 8$ donatı kullanılmasına rağmen ara mesafenin 20 cm olduğunu göstermektedir.

Imagescan Image: 4-13-10-11

Point:	x: [mm]	y: [mm]	Depth: [mm]	Rebar:	Orientation:	Valid
1	100	100	100			
2	100	100	100			
3	100	100	100			
4	100	100	100			
5	100	100	100			
6	100	100	100			
7	100	100	100			
8	100	100	100			
9	100	100	100			
10	100	100	100			
11	100	100	100			
12	100	100	100			
13	100	100	100			
14	100	100	100			
15	100	100	100			
16	100	100	100			
17	100	100	100			
18	100	100	100			
19	100	100	100			
20	100	100	100			
21	100	100	100			
22	100	100	100			
23	100	100	100			
24	100	100	100			
25	100	100	100			
26	100	100	100			
27	100	100	100			
28	100	100	100			
29	100	100	100			
30	100	100	100			
31	100	100	100			
32	100	100	100			
33	100	100	100			
34	100	100	100			
35	100	100	100			
36	100	100	100			
37	100	100	100			
38	100	100	100			
39	100	100	100			
40	100	100	100			
41	100	100	100			
42	100	100	100			
43	100	100	100			
44	100	100	100			
45	100	100	100			
46	100	100	100			
47	100	100	100			
48	100	100	100			
49	100	100	100			
50	100	100	100			
51	100	100	100			
52	100	100	100			
53	100	100	100			
54	100	100	100			
55	100	100	100			
56	100	100	100			
57	100	100	100			
58	100	100	100			
59	100	100	100			
60	100	100	100			
61	100	100	100			
62	100	100	100			
63	100	100	100			
64	100	100	100			
65	100	100	100			
66	100	100	100			
67	100	100	100			
68	100	100	100			
69	100	100	100			
70	100	100	100			
71	100	100	100			
72	100	100	100			
73	100	100	100			
74	100	100	100			
75	100	100	100			
76	100	100	100			
77	100	100	100			
78	100	100	100			
79	100	100	100			
80	100	100	100			
81	100	100	100			
82	100	100	100			
83	100	100	100			
84	100	100	100			
85	100	100	100			
86	100	100	100			
87	100	100	100			
88	100	100	100			
89	100	100	100			
90	100	100	100			
91	100	100	100			
92	100	100	100			
93	100	100	100			
94	100	100	100			
95	100	100	100			
96	100	100	100			
97	100	100	100			
98	100	100	100			
99	100	100	100			
100	100	100	100			

Resim 4.13.b. Veri alınan noktalardan elde edilen sonuçlar

Tablo 4.5. Safir sitesi kolonları için boyuna donatı tespit sonuçları

Bodrum kat S01 kolonu	Proje De.	14Ø16	3. kat S09 kolonu	Proje De.	4Ø14
	Ölçüm De.	14Ø16		Ölçüm De.	4Ø14
Bodrum kat S05 kolonu	Proje De.	20Ø16	3. kat S07 kolonu	Proje De.	8Ø16
	Ölçüm De.	15Ø14+5Ø16		Ölçüm De.	8Ø14
Bodrum kat S02 kolonu	Proje De.	14Ø16	3. kat S02 kolonu	Proje De.	8Ø16
	Ölçüm De.	14Ø16		Ölçüm De.	8Ø14
Bodrum kat S03 kolonu	Proje De.	22Ø16	4. kat S05 kolonu	Proje De.	10Ø14
	Ölçüm De.	22Ø16		Ölçüm De.	10Ø14
Zemin kat S02 kolonu	Proje De.	12Ø16	4. kat S06 kolonu	Proje De.	8Ø14
	Ölçüm De.	12Ø14		Ölçüm De.	8Ø14
Zemin kat S06 kolonu	Proje De.	8Ø16	4. kat S04 kolonu	Proje De.	8Ø16
	Ölçüm De.	8Ø14		Ölçüm De.	8Ø14
Zemin kat S03 kolonu	Proje De.	18Ø16	4. kat S07 kolonu	Proje De.	8Ø14
	Ölçüm De.	18Ø14		Ölçüm De.	8Ø14
Zemin kat S04 kolonu	Proje De.	10Ø16	4. kat S08 kolonu	Proje De.	6Ø14
	Ölçüm De.	10Ø14		Ölçüm De.	6Ø14
Zemin kat S07 kolonu	Proje De.	8Ø16	4. kat S09 kolonu	Proje De.	4Ø14
	Ölçüm De.	8Ø14		Ölçüm De.	4Ø14
1. kat S05 kolonu	Proje De.	14Ø16	5. kat S05 kolonu	Proje De.	10Ø14
	Ölçüm De.	14Ø14		Ölçüm De.	10Ø14
1. kat S06 kolonu	Proje De.	8Ø16	5. kat S02 kolonu	Proje De.	6Ø14
	Ölçüm De.	8Ø14		Ölçüm De.	6Ø14
1. kat S02 kolonu	Proje De.	8Ø16	5. kat S03 kolonu	Proje De.	8Ø14
	Ölçüm De.	8Ø14		Ölçüm De.	8Ø14
1. kat S03 kolonu	Proje De.	12Ø16	5. kat S04 kolonu	Proje De.	8Ø16
	Ölçüm De.	12Ø14		Ölçüm De.	8Ø14
2. kat S05 kolonu	Proje De.	14Ø16	5. kat S01 kolonu	Proje De.	12Ø16
	Ölçüm De.	14Ø14		Ölçüm De.	12Ø14
2. kat S03 kolonu	Proje De.	12Ø16	6. kat S01 kolonu	Proje De.	12Ø16
	Ölçüm De.	12Ø14		Ölçüm De.	12Ø14
2. kat S02 kolonu	Proje De.	8Ø16	6. kat S02 kolonu	Proje De.	6Ø14
	Ölçüm De.	8Ø14		Ölçüm De.	6Ø14
2. kat S08 kolonu	Proje De.	8Ø14	6. kat S06 kolonu	Proje De.	8Ø14
	Ölçüm De.	8Ø14		Ölçüm De.	8Ø14
3. kat S05 kolonu	Proje De.	14Ø16	7. kat S06 kolonu	Proje De.	6Ø14
	Ölçüm De.	14Ø14		Ölçüm De.	6Ø14

Tablo 4.6. Yakut sitesi kolonları için boyuna donatı tespit sonuçları

Bodrum kat S1	Proje De.	14Ø16	3. kat S9	Proje De.	4Ø14
	Ölçüm De.	14Ø14		Ölçüm De.	4Ø14
Bodrum kat S5	Proje De.	20Ø16	3. kat S7	Proje De.	8Ø16
	Ölçüm De.	20Ø16		Ölçüm De.	8Ø16
Bodrum kat S2	Proje De.	14Ø16	3. kat S2	Proje De.	8Ø16
	Ölçüm De.	14Ø16		Ölçüm De.	8Ø16
Bodrum kat S3	Proje De.	22Ø16	4. kat S5	Proje De.	10Ø14
	Ölçüm De.	22Ø16		Ölçüm De.	10Ø14
Zemin kat S2	Proje De.	12Ø16	4. kat S6	Proje De.	8Ø14
	Ölçüm De.	12Ø16		Ölçüm De.	8Ø14
Zemin kat S6	Proje De.	8Ø16	4. kat S4	Proje De.	8Ø16
	Ölçüm De.	8Ø16		Ölçüm De.	8Ø16
Zemin kat S3	Proje De.	18Ø16	4. kat S7	Proje De.	8Ø14
	Ölçüm De.	18Ø16		Ölçüm De.	8Ø14
Zemin kat S4	Proje De.	10Ø16	4. kat S8	Proje De.	6Ø14
	Ölçüm De.	10Ø16		Ölçüm De.	6Ø14
Zemin kat S7	Proje De.	8Ø16	4. kat S9	Proje De.	4Ø14
	Ölçüm De.	8Ø16		Ölçüm De.	4Ø14
1. kat S5	Proje De.	14Ø16	5. kat S5	Proje De.	10Ø14
	Ölçüm De.	14Ø16		Ölçüm De.	10Ø14
1. kat S6	Proje De.	8Ø16	5. kat S2	Proje De.	6Ø14
	Ölçüm De.	8Ø16		Ölçüm De.	6Ø14
1. kat S2	Proje De.	8Ø16	5. kat S3	Proje De.	8Ø14
	Ölçüm De.	8Ø16		Ölçüm De.	8Ø14
1. kat S3	Proje De.	12Ø16	5. kat S4	Proje De.	8Ø16
	Ölçüm De.	12Ø16		Ölçüm De.	8Ø16
2. kat S5	Proje De.	14Ø16	5. kat S1	Proje De.	12Ø16
	Ölçüm De.	14Ø16		Ölçüm De.	12Ø16
2. kat S3	Proje De.	12Ø16	6. kat S1	Proje De.	12Ø16
	Ölçüm De.	12Ø16		Ölçüm De.	12Ø16
2. kat S2	Proje De.	8Ø16	6. kat S2	Proje De.	6Ø14
	Ölçüm De.	8Ø16		Ölçüm De.	6Ø14
2. kat S8	Proje De.	8Ø14	6. kat S6	Proje De.	8Ø14
	Ölçüm De.	8Ø14		Ölçüm De.	8Ø14
3. kat S5	Proje De.	14Ø16	7. kat S6	Proje De.	6Ø14
	Ölçüm De.	14Ø16		Ölçüm De.	6Ø14

4.5. Binaların T.D.Y. (1998) Koşulları Esas Alınarak Değerlendirilmesi

Mevcut taşıyıcı sistemin kusurlarının tespiti için, binaların T.D.Y. (1998) , Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları (TS500) ve Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri (TS498) yönetmelikleri esas alınarak, düşey yük ve deprem etkisi altında ($1.4G+1.6Q$) ve ($G+Q \pm E_{x,y}$) yüklemeleri altında çözümlemesi yapılmıştır. Deprem hesaplarında “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” kullanılmış, bilgisayar ortamında yapılan hesaplarda ise SAP2000 ve İde Statik programlarından faydalanılmıştır. Her iki programda dikkate alınan hesap parametreleri Tablo 4.7.’de verilmiştir.

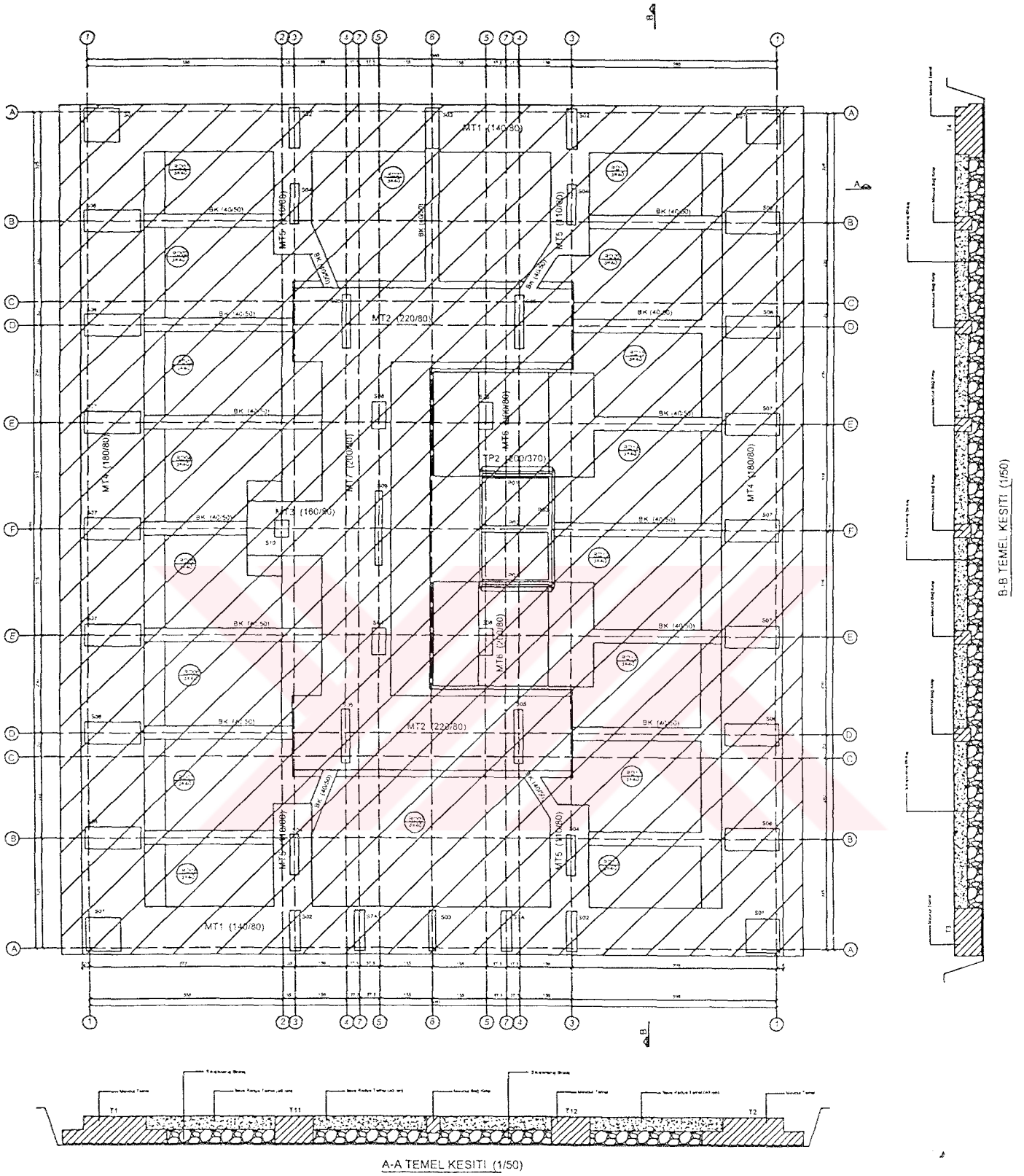
Tablo 4.7. Yapısal çözümlemede dikkate alınan hesap parametreleri

Bina önem katsayısı : 1	Beton karakteristik dayanımı : 99.85 kg/cm ²
Çelik malzeme katsayısı : 1.15	Çelik sınıfı : S220 (BÇ I)
Beton malzeme katsayısı : 1.50	Zemin sınıfı : Z2
Zati yük faktörü : 1.40	Etkin yer ivmesi katsayısı : 0.1
Hareketli yük faktörü : 1.60	Bina taşıyıcı sistem davranış katsayısı : 4

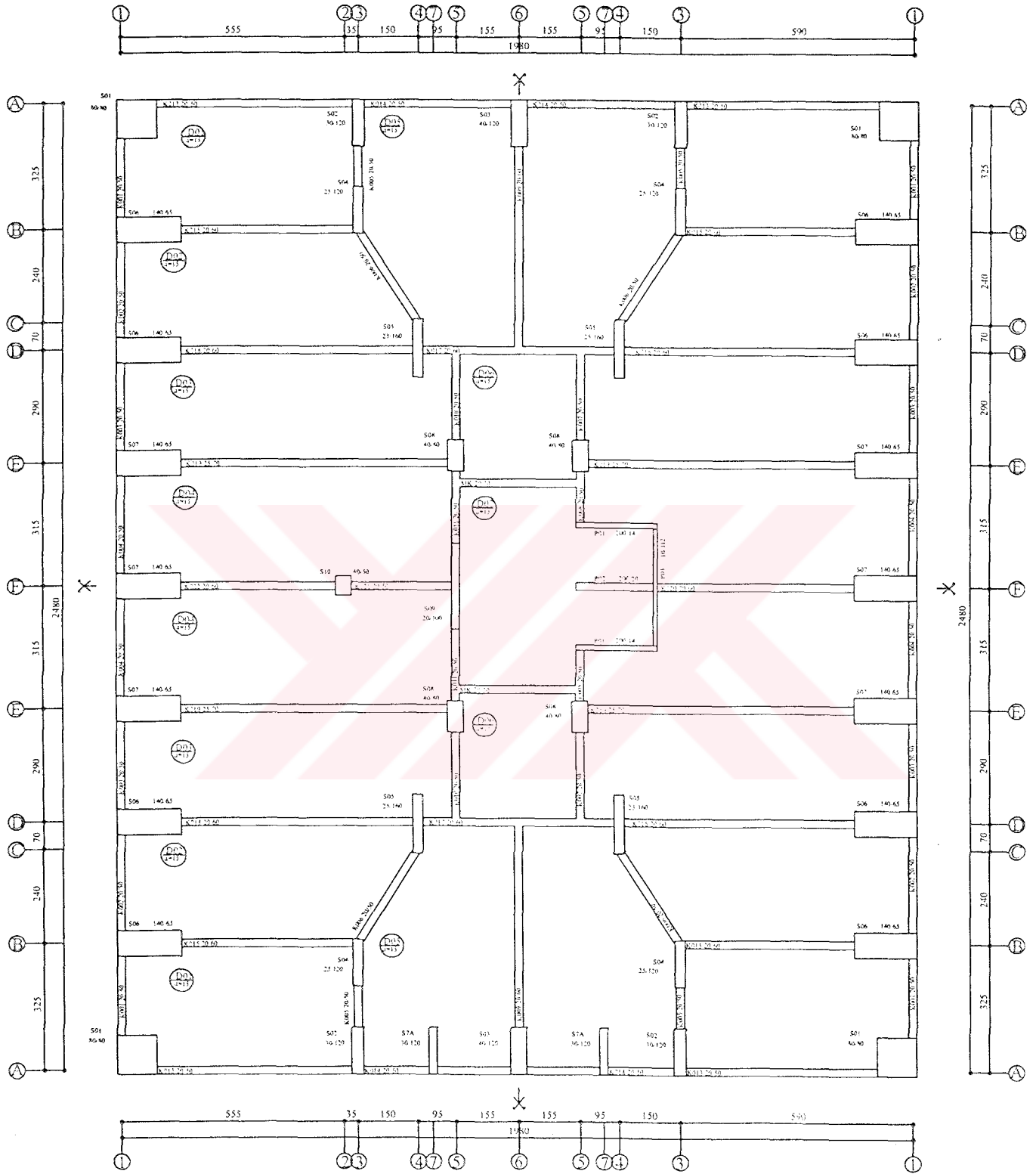
Binaların projelerinin aynı olması ve karakteristik beton dayanımlarının % 99 mertebesinde aynı çıkması sebebiyle, gerek güvenlik tahkiklerinin gerekse güçlendirme projesinin tek bir bina için yapılması yeterli görülmüştür. Yapılan röleve çalışmasında da belirtildiği gibi, Safir ve Yakut sitelerinde sadece bodrum kat S1, bodrum ve zemin kat S8 kolonları kesit boyutları bakımından farklılık göstermektedir. Bu nedenle güvenlik tahkikleri ve güçlendirme projesi Safir sitesi için hazırlanmış, Yakut sitesinde ise sadece yukarıda belirtilen kolonlar için hesap ve çizimler yapılarak ayrıca belirtilmiştir. Hesapların Safir sitesi için yapılmasının sebebi, donatı ölçümlerinin Safir sitesinde daha elverişsiz sonuç vermesidir. Donatı ölçüm sonuçlarına dikkat edilirse, zemin ve normal katlarda Yakut sitesinde projeye birebir uyulmasına rağmen, Safir sitesinde $\phi 16$ donatı kullanılması gereken tüm kolonlarda adet olarak projeye uygun ancak $\phi 14$ donatı kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenle hesaplar Safir sitesi için yapılmış ve bu elverişsiz durum göz önüne

alınmıştır. Ayrıca yapılan çalışmada esas amaç, sistemdeki yetersizlikleri belirlemek ve bu yetersizlikleri ortadan kaldıracak güçlendirme projesi hazırlamak olduğundan, kolon hesaplarında zemin kat kolonlarında yapılan tahkik yeterli görülmüş ve asma kat kolonlarında ayrıca bir inceleme yapılmamıştır. Bunun nedeni zemin ve asma kat kolonlarının aynı kesit boyutlarına sahip olması, zemin kattaki yetersizliklerin aynen asma katta da devam etmesi ve zemin kat kolonlarında yapılacak güçlendirme çalışmasının asma kat kolonlarında da mecburen devam edecek olmasıdır.

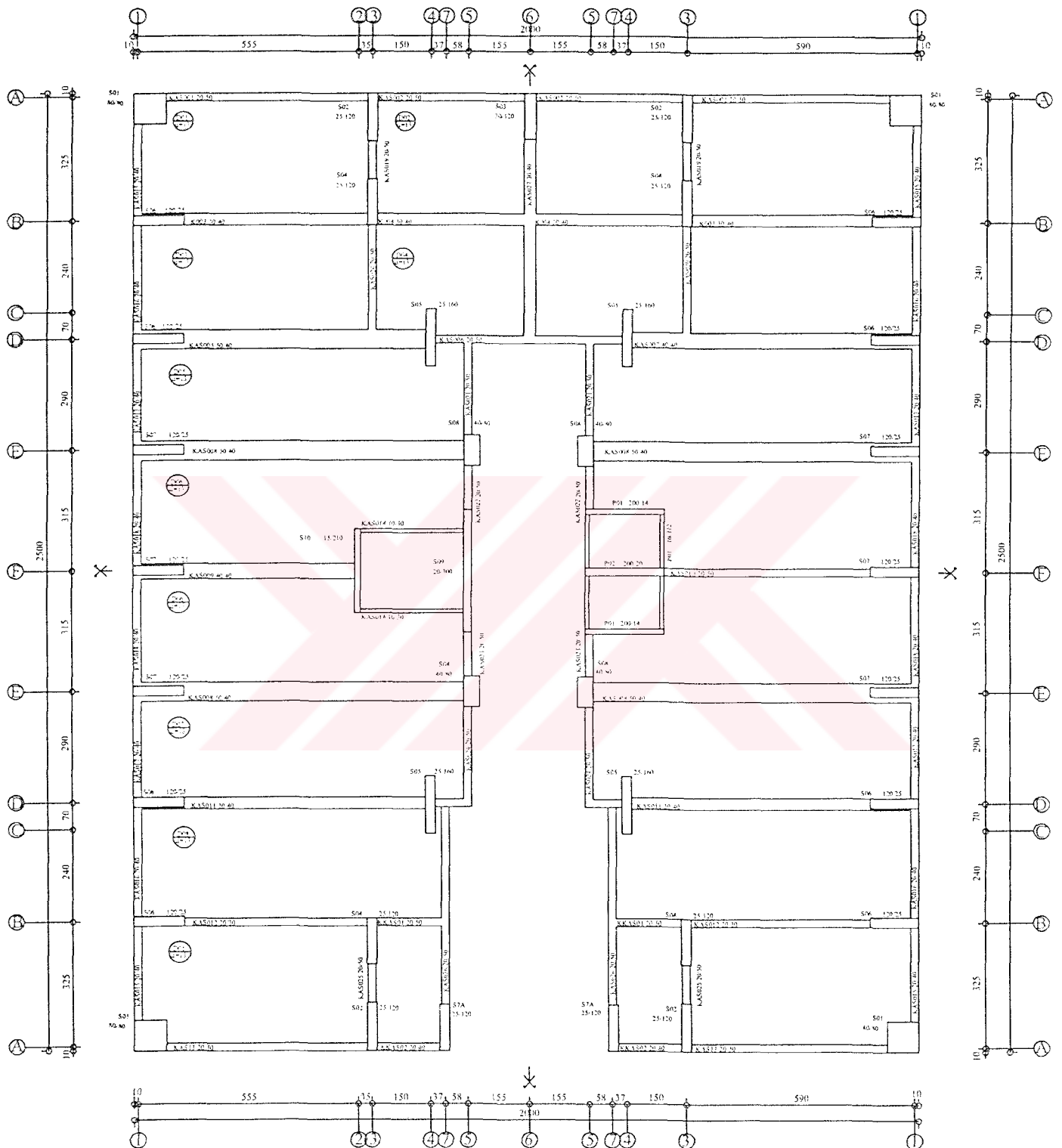
Binaların İde Statik programı ile çözümlenmesinde, öncelikle sistem modeli oluşturulmuştur. Ardından yapı elemanları üzerindeki yükler tanımlanmış, deprem bölgesi, bina önem katsayısı ve bina taşıyıcı sistem davranış katsayısı girilerek çözüm yaptırılmıştır. SAP2000 programında ise sistem modelini oluşturmak çok daha zor olmasına rağmen, binanın mevcut özellikleri çok daha iyi modellenebilmektedir. SAP2000 programında öncelikle sistem modeli, röleve çalışmasından elde edilen verilerde dikkate alınarak gerçek sistemle birebir uyumlu olarak oluşturulmuştur. Safır ve Yakut sitelerine ait zemin, asma, normal kat kalıp planları ve temel aplikasyon planı, projelerdeki orijinal isimlendirmeleriyle sırasıyla Şekil 4.3. ~ Şekil 4.8.' de, SAP2000 programında oluşturulan sisteme ait perspektif görünüşü ve normal kat kalıp planı Şekil 4.9. ve Şekil 4.10.'da verilmiştir. Şekil 4.10.'da görüldüğü gibi sistemi daha iyi modelleyebilmek için döşeme oluşturulmamış, nervür kirişleri ana kirişlere saplanacak şekilde oluşturulmuş ve döşeme yükleri bu kirişlerin üzerine yayılı yük olarak atanmıştır. Yapıya etkileyen deprem yükleri “ Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ” kullanılarak hesaplanmış, kat ağırlıkları ve temel üst kotundan yükseklikleri dikkate alınarak katlar arasında paylaştırılmış ve T.D.Y. (1998) koşulları gereğince ek dışmerkezlik etkilerinin hesaba katılabilmesi amacı ile kaydırılmış kütle merkezlerine etki ettirilmiştir. Kaydırılmış kütle merkezleri, gerçek kütle merkezinin göz önüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki boyutun (+% 5)'i ve (-%5)'i kadar kaydırılması ile elde edilen noktalar. Son olarak yatay deprem yükleri altında kat döşemelerinin, kendi düzlemleri içinde rijit cisim olarak hareket ettiklerini belirtmek için her kat “ Rijit Diyafram ” olarak tanımlanarak analiz yaptırılmıştır.



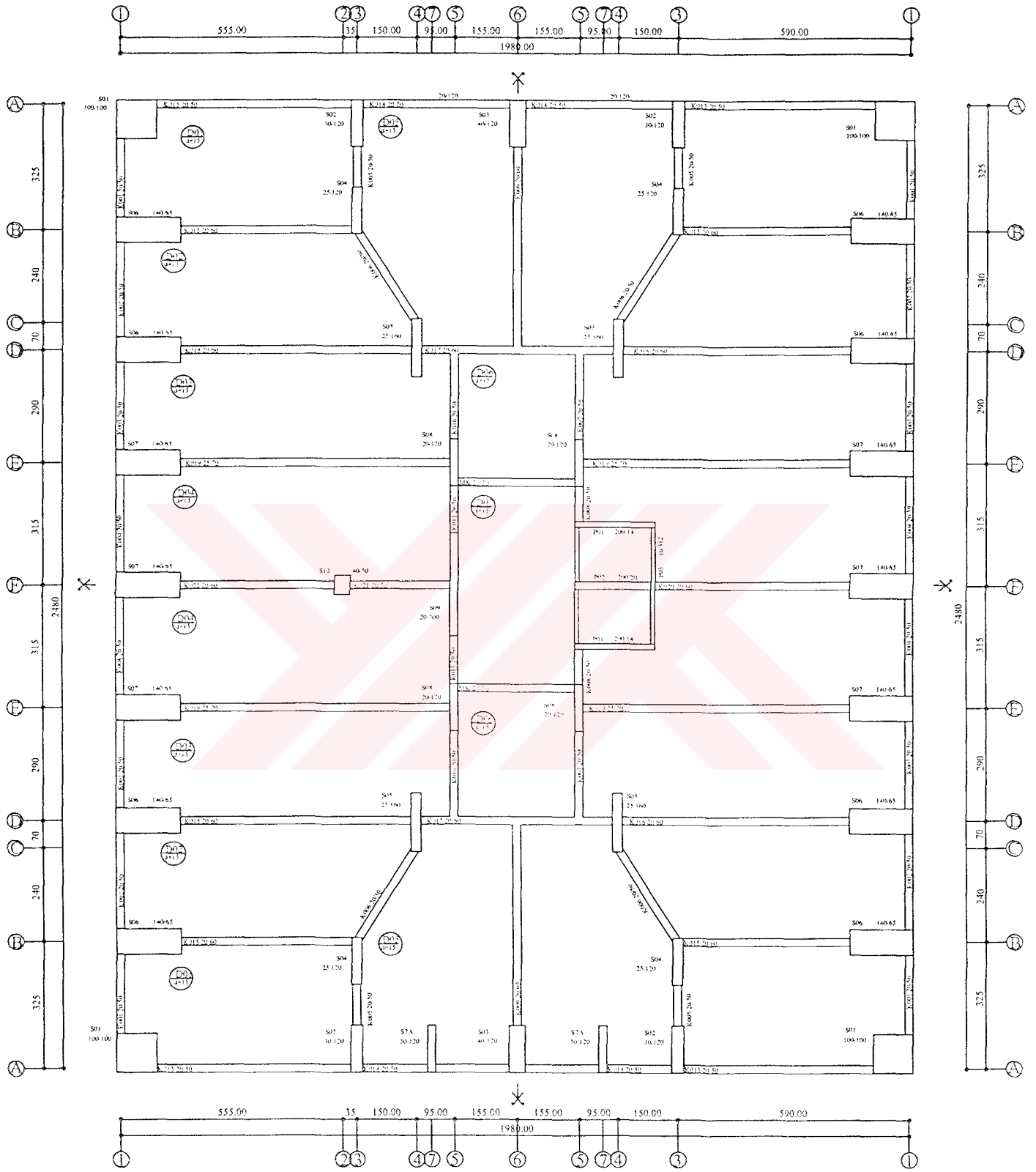
Şekil 4.3. Safir ve Yakut Siteleri temel aplikasyon planı



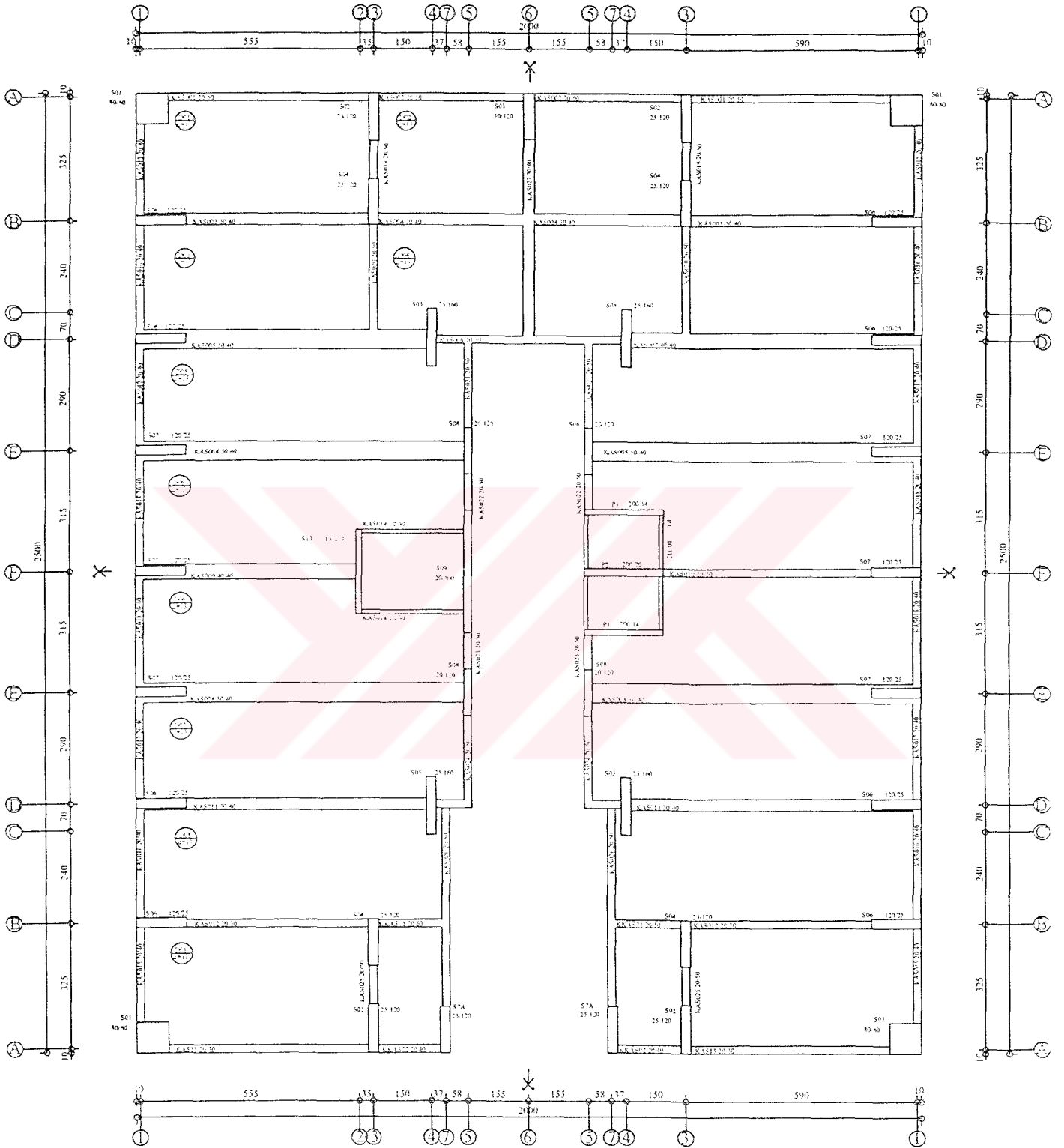
Şekil 4.4. Safir Sitesi zemin kat kalıp planı



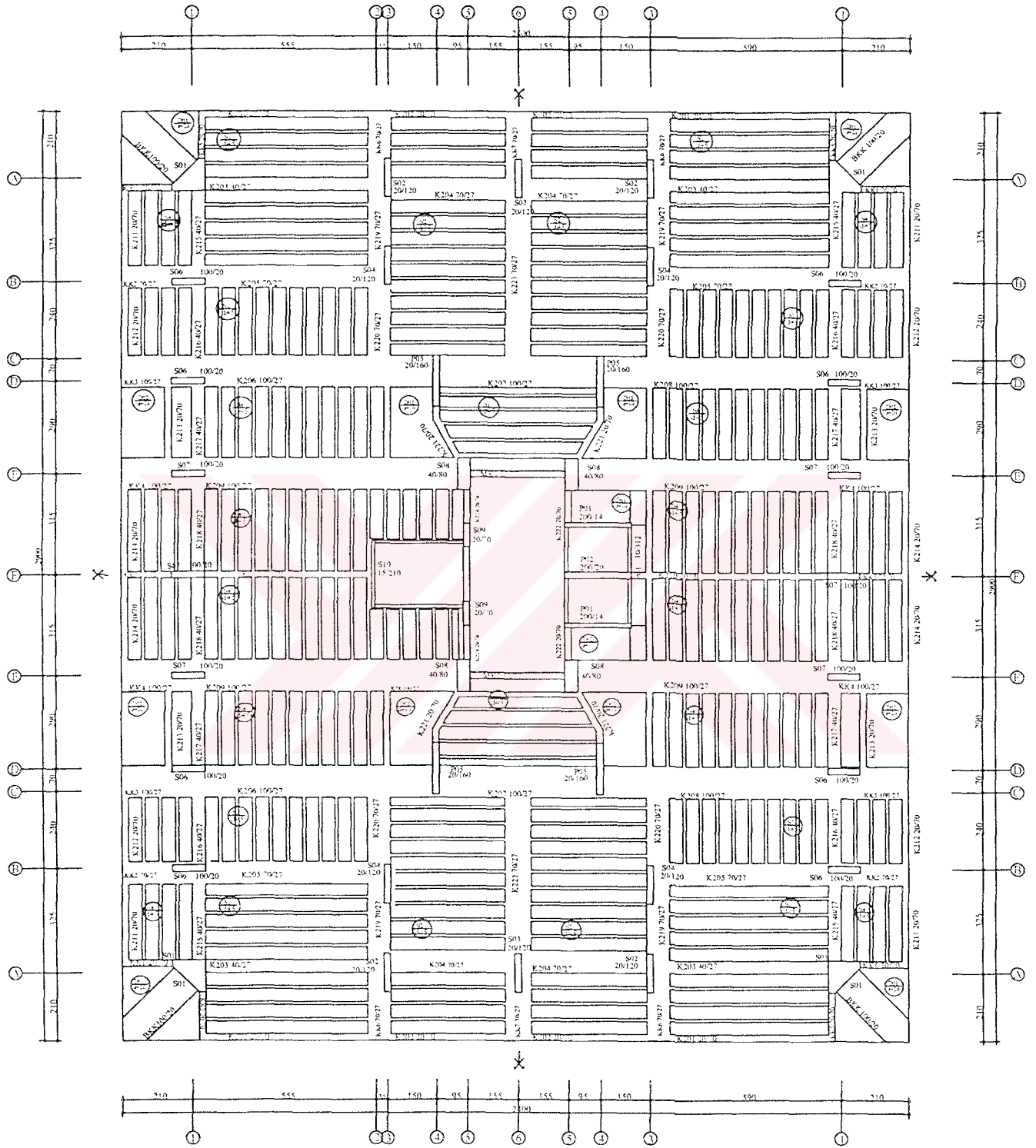
Şekil 4.5. Safir Sitesi asma kat kalıp planı



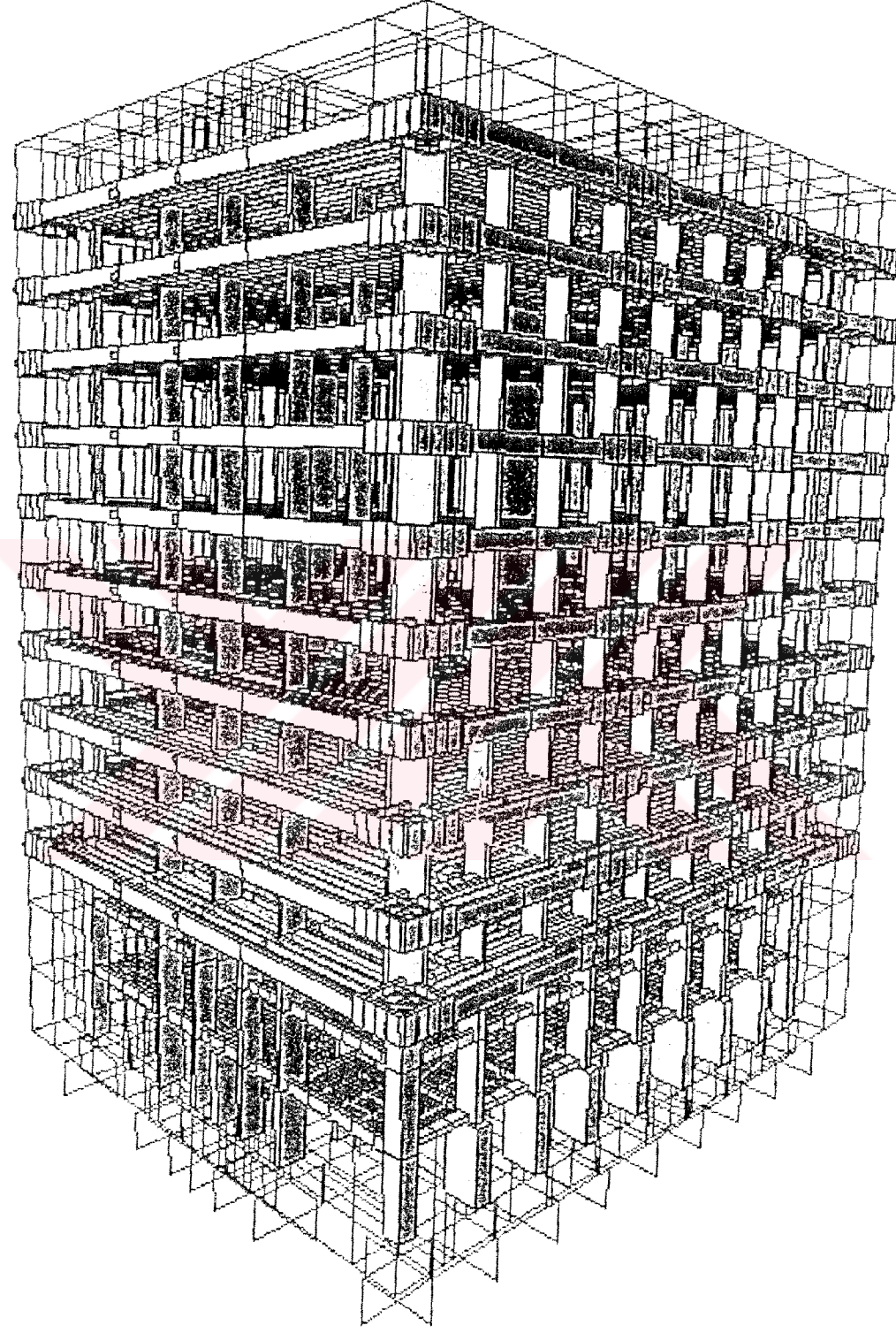
Şekil 4.6. Yakut Sitesi zemin kat kalıp planı



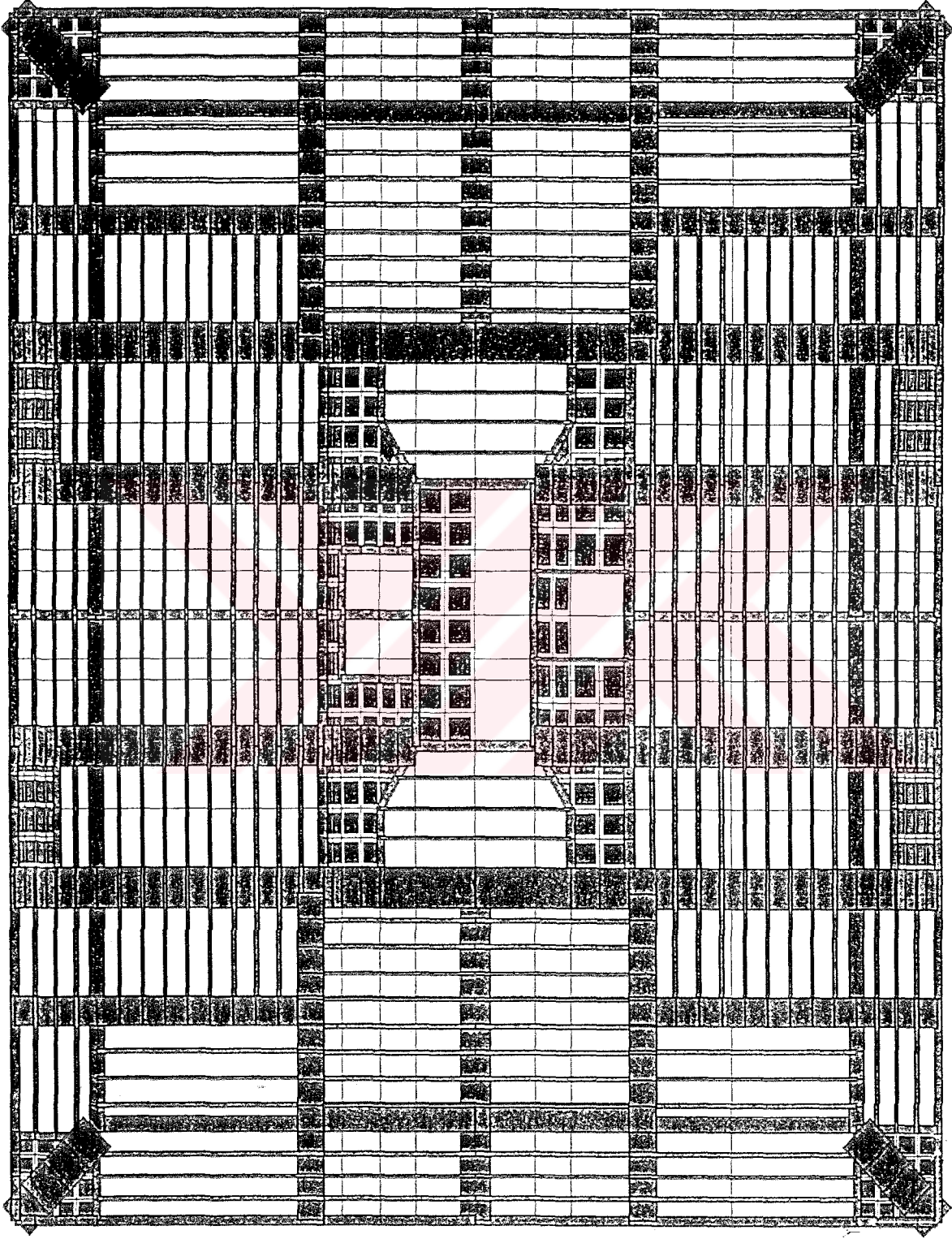
Şekil 4.7. Yakut Sitesi asma kat kalıp planı



Şekil 4.8. Safir ve Yakut Siteleri normal kat kalıp planı



Şekil 4.9. Safır sitesine ait perspektif (SAP 2000)



Şekil 4.10. Safir sitesi normal kat planı (SAP 2000)

Elde edilen analiz sonuçları ışığında, kolon, kiriş, perde ve temellerdeki tahkiklere geçmeden önce, yapıların planda ve düşey doğrultudaki düzensizlik durumları incelenmiş ve deplasman kontrolleri yapılmıştır. Deplasman kontrolleri Tablo 4.8.’de, düzensizlik durumları Tablo 4.9.’da her iki yapı içinde ortak olarak gösterilmiştir. Düzensizlik durumlarındaki A1 türü düzensizlik katsayısı (burulma düzensizliği katsayısı) en elverişsiz zemin katta elde edildiğinden dolayı tabloda bu değer gösterilmiştir. Diğer katlarda bu katsayı 1.2 değerinin altındadır. T.D.Y. (1998) ’ de binanın herhangi bir katında A1 türü düzensizlik bulunması halinde, burulma düzensizliği katsayısının 1.2 ile 2.0 arasında bulunması koşulu ile, bu kata uygulanan ek dışmerkezliliklerin her iki deprem doğrultusu için Denklem (4.6)’da verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmesi öngörülmektedir.

$$D_i = (\eta_{bi} / 1.2)^2 \quad (4.6)$$

Bu koşul dikkate alınarak SAP2000’ de zemin kata uygulanan ek dışmerkezlilik ‘1.047’ kat artırılmıştır. A1 türü düzensizlikte olduğu gibi B1 ve B2 türü düzensizlik kontrollerinde de elde edilen en elverişsiz sonuçlar Tablo 4.9.’ da gösterilmiştir. Deplasman kontrollerinde ise yine T.D.Y. (1998) ’ de belirtilen ve Denklem (4.7) ve Denklem (4.8)’de gösterilen iki sınır durum göz önüne alınmıştır.

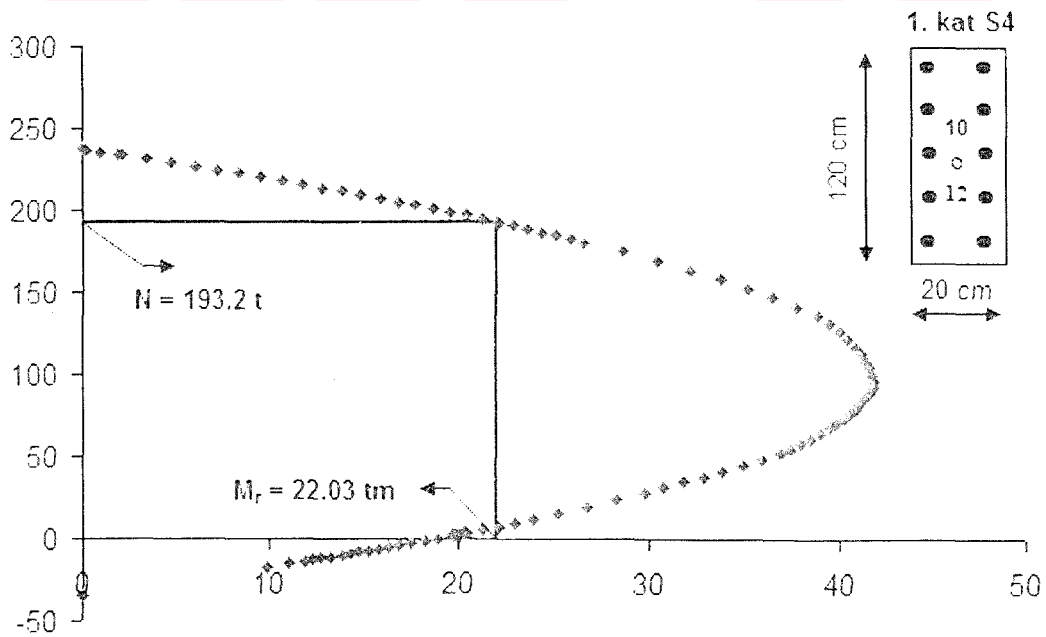
$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035 \quad (4.7)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R \quad (4.8)$$

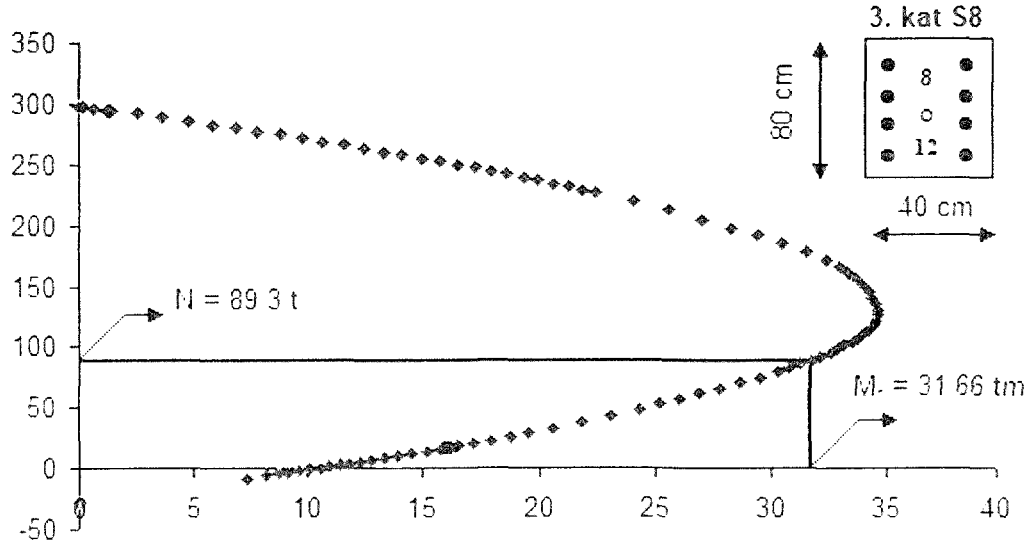
Ardından ana taşıyıcı elemanlar (kolon, kiriş, perde ve temel) için kesit ve donatı tahkikleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar kolonlar ve perdeler için Tablo 4.10. ~ Tablo 4.23., kirişler için Tablo 4.38. ~ Tablo 4.44.’ de ve temeller için de Tablo 4.52.’ de gösterilmiştir. Daha öncede belirtildiği gibi, proje aşamasında mütemadi olarak seçilen temel sistemi, binanın inşası tamamlandıktan sonra radyeye dönüştürülmüştür. Ancak projelendirme aşamasındaki hatayı göstermek için Tablo 4.52.’de radyeleştirilmemiş mütemadi temel sistemi analiz edilmiştir. Bunlara ek olarak, özellikle güvenlik raporunda sunulması önerilen, tüm kolon ve kirişlere ait “ talep / kapasite ” oranları tüm kesit tesirleri için (eksenel yük, moment, kesme kuvveti) hazırlanmış ve tablolar halinde sonuçlar gösterilmiştir (Kolonlar için

Tablo 4.24. ~ Tablo 4.37., kirişler için Tablo 4.45. ~ Tablo 4.51.). Celep (2002) yaptığı çalışmada güçlendirilmemiş sistem ile güçlendirilmiş sistemin karşılaştırılmasının yapılabilmesi için, özellikle tüm kolonlarda eksenel yük, moment ve kesme kuvveti için “ talep / kapasite ” oranlarını gösteren güvenlik tablolarının hazırlanması gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca yapı elemanları için güvenlik katsayıları elde edilmesi amaçlandığından, eleman dayanımlarının hesabında karakteristik malzeme dayanımlarının, yük etkilerinde ise yük katsayıları ile artırılmamış değerlerin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Bu nedenle elemanlara ait “ talep / kapasite ” oranları hazırlanırken yük ve malzeme katsayıları uygulanmamıştır.

Kolonlarda eğilme momenti kapasitelerinin bulunabilmesi için, tüm katlardaki kolonların malzeme katsayıları 1 alınarak karşılıklı etki diyagramları hazırlanmıştır. Daha sonra bu diyagramlarda, ilgili kolon için SAP2000 çözümünde G+Q yüklemesinden elde edilen eksenel yük değerine karşılık gelen moment kapasitesi bulunarak tahkikler yapılmıştır. Örnek olması amacıyla 1. kat S4 ve 3. kat S8 kolonlarına ait karşılıklı etki diyagramları Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.’ de gösterilmiştir. Grafikler üzerindeki N değeri SAP2000 çözümünde G+Q yüklemesinden elde edilen eksenel yük değeri, M_r ise karşılıklı etki diyagramında bu değere karşılık gelen moment kapasitesidir.



Şekil 4.11. 1. kat S4 kolonuna ait karşılıklı etki diyagramı



Şekil 4.12. 3. kat S8 kolonuna ait karşılıklı etki diyagramı

Yapılan tahkiklerden de anlaşılacağı gibi yapıların deprem güvenliği kuvvet esasına göre değerlendirilmiştir. Bu çözüm metodu dışında uygulanabilecek bir diğer yöntemde, doğrusal analiz yerine doğrusal olmayan itme analizi yaparak yapının elastik dayanım sınırı üzerindeki davranışının modellenmesidir. Bunun için özel programlama tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapı her iki yönde hedef deplasman Δ_h kadar itilir ve elemanlarında oluşabilecek tüm plastik mafsalların plastik dönme değerleri hesaplanır. Δ_h değerinin hesabı “ FEMA-273, 1997 ” de verilmektedir. Daha sonra elde edilen plastik dönmeler çeşitli performans seviyelerinde tanımlanan sınır değerlerle karşılaştırılır. Örneğin “ can güvenliği ” performansında, etriye sıklaştırması olmayan kirişler için sınır 0.01 radyan, kolonlar için ise en fazla 0.05 radyandır (Sucuoğlu, 2003). Ancak deplasman esaslı değerlendirme yapılabilmesi için tüm elemanların dayanımlarına eğilme altında ulaşılması gerekir. Bu yöntemin analizlerinin standart dışı olmasından, performans seviyelerine göre limit plastik dönme değerlerinin henüz ayrıntılı olarak deneysel verilerle desteklenmemiş olmasından ve Yakut ve Safir siteleri kolonlarındaki “ Talep / Kapasite ” oranlarından da anlaşılacağı gibi, kritik durumun sadece eğilme momenti açısından değil, özellikle eksenel yük açısından olmasından dolayı, deplasman esaslı bir incelemenin Yakut ve Safir sitelerinde uygulanamayacağı açıktır. Bu nedenle tahkikler kuvvet esasına göre yapılmıştır.

Tablo 4.8.a. Mevcut durum görelî kat ötelemesi kontrolü (X doğrultusu)

Kat	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$	0.0035	0.02 / R	Sonuç
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	
Zemin	0.667	580	0.00115	0.0035	0.005	Yeterli
1	0.411	300	0.00137			Yeterli
2	0.458	300	0.00153			Yeterli
3	0.431	300	0.00144			Yeterli
4	0.410	300	0.00136			Yeterli
5	0.376	300	0.00125			Yeterli
6	0.334	300	0.00111			Yeterli
7	0.288	300	0.00096			Yeterli
8	0.238	300	0.00079			Yeterli
9	0.194	300	0.00065			Yeterli

Tablo 4.8.b. Mevcut durum görelî kat ötelemesi kontrolü (Y doğrultusu)

Kat	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$	0.0035	0.02 / R	Sonuç
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	
Zemin	1.056	580	0.00182	0.0035	0.005	Yeterli
1	0.837	300	0.00279			Yeterli
2	0.917	300	0.00305			Yeterli
3	0.938	300	0.00312			Yeterli
4	0.919	300	0.00306			Yeterli
5	0.870	300	0.00290			Yeterli
6	0.803	300	0.00268			Yeterli
7	0.724	300	0.00241			Yeterli
8	0.646	300	0.00215			Yeterli
9	0.584	300	0.00195			Yeterli

Tablo 4.9. Mevcut Durum Düzensizlik Kontrolleri

PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMU			
A1	Burulma Düzensizliği	$\eta_{bt} = 1.228 > 1.2$	VAR
A2	Döşeme Düzensizlikleri	$A_b / A \cong 0 < 1/3$	YOK
A3	Planda Çıkıntıların Bulunması	$a_x = 0 < 0.2 L_x$ $a_y = 0 < 0.2 L_y$	YOK
A4	Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması	-	YOK
DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMU			
B1	Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)	$\eta_{ci} = 0.883 > 0.8$	YOK
B2	Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)	$1.155 < 1.5$	YOK
B3	Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği	1) Alt katlarda oluşturulan guselere oturtulan kolonlar 2) 1. kattan sonra 15x210 cm kesitinde devam eden S10 kolonunun, zemin katta 40x50 cm kesit boyutundaki kolona oturtulması	VAR

Tablo 4.10. Safir - Yakut Sitesi S01 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri			Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kesit Alanı (cm ²)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kesit Alanı (cm ²)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Boyutlar %	Donatı %
Bodrum (Yakut)	10000	28.14	0.28	12100	121	1.00	83	23
Bodrum	6400	28.14	0.44	12100	121	1.00	53	23
Zemin	6400	18.48	0.29	12100	121	1.00	53	23
1	6800	18.48	0.27	11025	111	1.00	62	17
2	6800	18.48	0.27	9025	91	1.00	75	20
3	6800	18.48	0.27	8100	81	1.00	84	23
4	6800	18.48	0.27	7225	73	1.00	94	25
5	6800	18.48	0.27	6800	68	1.00	Yeterli	27
6	6800	18.48	0.27	6800	68	1.00	Yeterli	27
7	6800	18.48	0.27	6800	68	1.00	Yeterli	27
8	6800	18.48	0.27	6800	68	1.00	Yeterli	27
9	6800	18.48	0.27	6800	68	1.00	Yeterli	27

S01 KOLONLARI

Tablo 4.11. Safir Sitesi S02 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri				Bulunan Hesap Değerleri				Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Boyutlar %	Donatı %	Boyutlar %	Donatı %
Bodrum	30 x 120	28.14	0.78	50 x 140	70	1.00	51	40	51	40
Zemin	25 x 120	18.48	0.62	50 x 130	65	1.00	46	28	46	28
1	20 x 120	12.32	0.51	50 x 120	60	1.00	40	21	40	21
2	20 x 120	12.32	0.51	45 x 120	54	1.00	44	23	44	23
3	20 x 120	12.32	0.51	40 x 120	48	1.00	50	26	50	26
4	20 x 100	9.24	0.46	35 x 120	42	1.00	48	22	48	22
5	20 x 100	9.24	0.46	25 x 120	30	1.00	67	31	67	31
6	20 x 100	9.24	0.46	25 x 100	25	1.00	80	37	80	37
7	20 x 100	9.24	0.46	20 x 100	20	1.00	Yeterli	46	Yeterli	46
8	20 x 100	9.24	0.46	20 x 100	20	1.00	Yeterli	46	Yeterli	46
9	20 x 100	9.24	0.46	20 x 100	20	1.00	Yeterli	46	Yeterli	46

S02 KOLONLARI

Tablo 4.12. Safir Sitesi S03 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri			Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Boyutlar %	Donatı %
Bodrum	40 x 120	44.22	0.92	50 x 160	80	1.00	60	55
Zemin	30 x 120	27.72	0.77	50 x 150	75	1.00	48	37
1	20 x 120	18.48	0.77	50 x 120	60	1.00	40	31
2	20 x 120	18.48	0.77	45 x 120	54	1.00	44	34
3	20 x 120	18.48	0.77	40 x 120	48	1.00	50	39
4	20 x 120	12.32	0.51	35 x 120	42	1.00	57	29
5	20 x 120	12.32	0.51	30 x 120	36	1.00	67	34
6	20 x 120	12.32	0.51	25 x 120	30	1.00	80	41
7	20 x 100	9.24	0.46	20 x 100	20	1.00	Yeterli	46
8	20 x 100	9.24	0.46	20 x 100	20	1.00	Yeterli	46
9	20 x 100	9.24	0.46	20 x 100	20	1.00	Yeterli	46

S03 KOLONLARI

Tablo 4.13. Safir Sitesi S04 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri				Bulunan Hesap Değerleri				Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Donatı	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Donatı	Boyutlar %	Donatı %
Bodrum	25 x 120	18.48	0.62		50 x 145	73	1.00		41	25
Zemin	25 x 120	15.4	0.51		45 x 145	66	1.00		46	24
1	20 x 120	15.4	0.64		40 x 145	58	1.00		41	27
2	20 x 120	15.4	0.64		40 x 125	50	1.00		48	31
3	20 x 120	15.4	0.64		35 x 120	42	1.00		57	37
4	20 x 100	12.32	0.62		30 x 120	36	1.00		56	34
5	20 x 100	12.32	0.62		25 x 120	30	1.00		67	41
6	20 x 100	12.32	0.62		25 x 100	25	1.00		80	49
7	20 x 100	12.32	0.62		20 x 100	20	1.00		Yeterli	62
8	20 x 100	12.32	0.62		20 x 100	20	1.00		Yeterli	62
9	20 x 100	12.32	0.62		20 x 100	20	1.00		Yeterli	62

S04 KOLONLARI

Tablo 4.14. Safir Sitesi S05 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri			Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Boyutlar %	Donatı %
Bodrum	25 x 160	33.15	0.83	45 x 170	77	1.00	52	43
Zemin	25 x 160	21.56	0.54	45 x 160	72	1.00	56	30
1	20 x 160	21.56	0.67	35 x 160	56	1.00	57	39
2	20 x 160	21.56	0.67	35 x 160	56	1.00	57	39
3	20 x 160	21.56	0.67	30 x 160	48	1.00	67	45
4	20 x 160	15.39	0.48	25 x 160	40	1.00	80	38
5	20 x 160	15.39	0.48	20 x 160	8	0.25	Yeterli	Yeterli
6	20 x 160	15.39	0.48	20 x 160	8	0.25	Yeterli	Yeterli
7	20 x 160	15.39	0.48	20 x 160	8	0.25	Yeterli	Yeterli
8	20 x 160	15.39	0.48	20 x 160	8	0.25	Yeterli	Yeterli
9	20 x 160	15.39	0.48	20 x 160	8	0.25	Yeterli	Yeterli

S05 KOLONLARI

Tablo 4.15. Safir Sitesi S06 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri			Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Boyutlar %	Donatı %
Bodrum	65 x 140	<i>Takviye Donatısı bulunmuyor</i>		65 x 140	91	1.00	Yeterli	<i>Takviye Donatısı bulunmuyor</i>
Zemin	25 x 120	12.32	0.41	65 x 120	78	1.00	38	16
1	20 x 100	12.32	0.62	55 x 120	66	1.00	30	19
2	20 x 100	12.32	0.62	55 x 105	58	1.00	35	21
3	20 x 100	12.32	0.62	50 x 100	50	1.00	40	25
4	20 x 100	12.32	0.62	45 x 100	45	1.00	44	27
5	20 x 100	12.32	0.62	35 x 100	35	1.00	57	35
6	20 x 100	12.32	0.62	30 x 100	30	1.00	67	41
7	20 x 100	9.24	0.46	25 x 100	25	1.00	80	37
8	20 x 100	9.24	0.46	20 x 100	20	1.00	Yeterli	46
9	20 x 100	9.24	0.46	20 x 100	20	1.00	Yeterli	46

S06 KOLONLARI

Tablo 4.16. Safir Sitesi S07 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri				Bulunan Hesap Değerleri				Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %		Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %		Boyutlar %	Donatı %
Bodrum	65 x 140	<i>Takviye Donatısı bulunmuyor</i>			65 x 140	91	1.00		Yeterli	<i>Takviye Donatısı bulunmuyor</i>
Zemin	25 x 120	12.32	0.41		65 x 125	82	1.00		37	15
1	20 x 100	12.32	0.62		60 x 120	72	1.00		28	17
2	20 x 100	12.32	0.62		55 x 120	66	1.00		30	19
3	20 x 100	12.32	0.62		50 x 110	55	1.00		36	22
4	20 x 100	12.32	0.62		50 x 100	50	1.00		40	25
5	20 x 100	12.32	0.62		40 x 100	40	1.00		50	31
6	20 x 100	12.32	0.62		35 x 100	35	1.00		57	35
7	20 x 100	9.24	0.46		25 x 100	25	1.00		80	37
8	20 x 100	9.24	0.46		20 x 100	20	1.00		Yeterli	46
9	20 x 100	9.24	0.46		20 x 100	20	1.00		Yeterli	46

S07 KOLONLARI

Tablo 4.17. Safir - Yakut Sitesi S08 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri			Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Boyutlar %	Donatı %
Bodrum (Yakut)	20 x 120	20.10	0.84	40 x 120	48	1.00	50	42
Zemin (Yakut)	20 x 120	12.32	0.51	35 x 120	42	1.00	57	29
Bodrum	40 x 80	20.10	0.63	60 x 80	48	1.00	67	42
Zemin	40 x 80	12.32	0.39	50 x 80	40	1.00	80	31
1	40 x 80	12.32	0.39	40 x 80	55	1.70	Yeterli	22
2	40 x 80	12.32	0.39	40 x 80	36	1.13	Yeterli	34
3	40 x 80	12.32	0.39	40 x 80	32	1.00	Yeterli	39
4	40 x 80	9.24	0.29	40 x 80	32	1.00	Yeterli	29
5	40 x 80	9.24	0.29	40 x 80	32	1.00	Yeterli	29
6	40 x 80	9.24	0.29	40 x 80	32	1.00	Yeterli	29
7	40 x 80	9.24	0.29	40 x 80	32	1.00	Yeterli	29
8	40 x 80	9.24	0.29	40 x 80	32	1.00	Yeterli	29
9	40 x 80	9.24	0.29	40 x 80	32	1.00	Yeterli	29

S08 KOLONLARI

Tablo 4.18. Safir Sitesi S09 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Boyutlar %	Donatı %
Bodrum	20 x 70	16.08	1.15	35 x 70	25	1.00	35 x 70	25	1.00	57	64
Zemin	20 x 70	12.32	0.88	30 x 70	21	1.00	30 x 70	21	1.00	67	59
1	20 x 70	6.16	0.44	25 x 70	41	2.34	25 x 70	41	2.34	80	15
2	20 x 70	6.16	0.44	25 x 70	37	2.11	25 x 70	37	2.11	80	17
3	20 x 70	6.16	0.44	20 x 70	39	2.79	20 x 70	39	2.79	Yeterli	16
4	20 x 70	6.16	0.44	20 x 70	34	2.43	20 x 70	34	2.43	Yeterli	18
5	20 x 70	6.16	0.44	20 x 70	28	2.00	20 x 70	28	2.00	Yeterli	22
6	20 x 70	6.16	0.44	20 x 70	23	1.64	20 x 70	23	1.64	Yeterli	27
7	20 x 70	6.16	0.44	20 x 70	17	1.21	20 x 70	17	1.21	Yeterli	36
8	20 x 70	6.16	0.44	20 x 70	14	1.00	20 x 70	14	1.00	Yeterli	44
9	20 x 70	6.16	0.44	20 x 70	14	1.00	20 x 70	14	1.00	Yeterli	44

S09 KOLONLARI

Tablo 4.19. Safir Sitesi S010 Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri			Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Boyutlar %	Donatı %
Bodrum	40 x 50	28.14	1.41	80 x 80	64	1.00	31	44
Zemin	40 x 50	18.36	0.92	75 x 75	57	1.00	36	32
1	15 x 210	13.56	0.43	25 x 210	14	0.25	60	Yeterli
2	15 x 210	13.56	0.43	25 x 210	14	0.25	60	Yeterli
3	15 x 210	13.56	0.43	20 x 210	11	0.25	75	Yeterli
4	15 x 210	13.56	0.43	20 x 210	11	0.25	75	Yeterli
5	15 x 210	13.56	0.43	15 x 210	8	0.25	Yeterli	Yeterli
6	15 x 210	13.56	0.43	15 x 210	8	0.25	Yeterli	Yeterli
7	15 x 210	13.56	0.43	15 x 210	8	0.25	Yeterli	Yeterli
8	15 x 210	13.56	0.43	15 x 210	8	0.25	Yeterli	Yeterli
9	15 x 210	13.56	0.43	15 x 210	8	0.25	Yeterli	Yeterli

S10 KOLONLARI

Tablo 4.20. Safir Sitesi P01 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri			Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Boyutlar %	Donatı %
Bodrum	14 x 200	22.6	0.81	30 x 200	60	1.00	47	38
Zemin	14 x 200	22.6	0.81	25 x 200	50	1.00	56	45
1	14 x 200	22.6	0.81	15 x 200	60	2.00	93	38
2	14 x 200	22.6	0.81	14 x 200	42	1.40	Yeterli	54
3	14 x 200	22.6	0.81	14 x 200	28	1.00	Yeterli	81
4	14 x 200	15.82	0.57	14 x 200	31	1.11	Yeterli	51
5	14 x 200	15.82	0.57	14 x 200	30	1.10	Yeterli	53
6	14 x 200	15.82	0.57	14 x 200	27	0.96	Yeterli	59
7	14 x 200	7.8	0.28	14 x 200	13	0.46	Yeterli	60
8	14 x 200	7.8	0.28	14 x 200	9	0.32	Yeterli	87
9	14 x 200	7.8	0.28	14 x 200	7	0.25	Yeterli	Yeterli

P01 PERDELERİ

Tablo 4.21. Safir Sitesi P02 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri			Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Boyutlar %	Donatı %
Bodrum	20 x 200	24.12	0.60	25 x 200	85	1.70	80	28
Zemin	20 x 200	24.12	0.60	25 x 200	75	1.50	80	32
1	20 x 200	24.12	0.60	20 x 200	60	1.50	Yeterli	40
2	20 x 200	24.12	0.60	20 x 200	30	0.75	Yeterli	80
3	20 x 200	24.12	0.60	20 x 200	16	0.40	Yeterli	Yeterli
4	20 x 200	18.48	0.46	20 x 200	18	0.45	Yeterli	Yeterli
5	20 x 200	18.48	0.46	20 x 200	14	0.35	Yeterli	Yeterli
6	20 x 200	18.48	0.46	20 x 200	12	0.30	Yeterli	Yeterli
7	20 x 200	18.48	0.46	20 x 200	10	0.25	Yeterli	Yeterli
8	20 x 200	18.48	0.46	20 x 200	10	0.25	Yeterli	Yeterli
9	20 x 200	18.48	0.46	20 x 200	10	0.25	Yeterli	Yeterli

P02 PERDELERİ

Tablo 4.22. Safir Sitesi P03 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Boyuna Donatı)

KAT	Mevcut Proje Değerleri			Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Boyutlar %	Donatı %
Bodrum	10 x 312	18.48	0.59	20 x 312	63	1.00	50	29
Zemin	10 x 312	18.48	0.59	15 x 312	66	1.41	67	28
1	10 x 312	18.48	0.59	12 x 312	45	1.20	83	41
2	10 x 312	18.48	0.59	10 x 312	41	1.31	Yeterli	45
3	10 x 312	18.48	0.59	10 x 312	30	0.96	Yeterli	62
4	10 x 312	18.48	0.59	10 x 312	27	0.87	Yeterli	68
5	10 x 312	18.48	0.59	10 x 312	21	0.67	Yeterli	88
6	10 x 312	18.48	0.59	10 x 312	15	0.48	Yeterli	Yeterli
7	10 x 312	18.48	0.59	10 x 312	13	0.42	Yeterli	Yeterli
8	10 x 312	18.48	0.59	10 x 312	12	0.38	Yeterli	Yeterli
9	10 x 312	18.48	0.59	10 x 312	8	0.25	Yeterli	Yeterli

P03 PERDELERİ

Tablo 4.23. Safir Sitesi Kolon ve Perdeleri için Karşılaştırma (Kesme Donatısı)

Kat	Mevcut Değerler				Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği (%)			Kolon No
	Kolon Boyutlar (cm)	Kesme Donatısı			Kesme Donatısı			Yeterliliği (%)			
		Orta Bölge	Sarıma Bölgesi	Birleşim Bölgesi	Orta Bölge	Sarıma Bölgesi	Birleşim Bölgesi	Orta Bölge	Sarıma Bölgesi	Birleşim Bölgesi	
Bodrum	80 x 80	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/10	Yeterli	50	50	S01
Zemin	80 x 80	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/10	Yeterli	50	50	
Normal	Poligon	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/10	Yeterli	50	50	
Bodrum	30 x 120	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/15	φ8/10	75	50	50	S02
Zemin	25 x 120	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/12	φ8/8	φ8/10	60	40	50	
Normal	20 x 120/100	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/6	φ8/10	50	30	50	
Bodrum	40 x 120	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	Yeterli	50	50	S03
Zemin	30 x 120	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/15	φ8/10	φ8/10	75	50	50	
Normal	20 x 120/100	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/6	φ8/10	50	30	50	
Bodrum	25 x 120	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/12	φ8/8	φ8/10	60	40	50	S04
Zemin	25 x 120	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/12	φ8/8	φ8/10	60	40	50	
Normal	20 x 120/100	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/6	φ8/10	50	30	50	
Bodrum	25 x 160	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/12	φ8/8	φ8/10	60	40	50	S05
Zemin	25 x 160	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/12	φ8/8	φ8/10	60	40	50	
Normal	20 x 160	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/25	φ8/25	φ8/25	Yeterli	Yeterli	Yeterli	

Tablo 4.23. Safir - Yakut Sıtelere Kolon ve Perdeleri İçin Karşılaştırma (Kesme Donatısı) devamı

Kat	Mevcut Değerler				Bulunan Hesap Değerleri				Mevcut Durumun Yeterliliği (%)			Kolon No
	Kolon Boyutlar i (cm)	Kesme Donatısı			Kesme Donatısı			Kesme Donatısı				
		Orta Bölge	Sarıma Bölgesi	Birleşim Bölgesi	Orta Bölge	Sarıma Bölgesi	Birleşim Bölgesi	Orta Bölge	Sarıma Bölgesi	Birleşim Bölgesi		
Bodrum	65 x 160	Takviye Donatısı Bilinmiyor			φ8/20	φ8/10	φ8/10	Takviye Donatısı Bilinmiyor			S06	
Zemin	25 x 120	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/12	φ8/8	φ8/10	60	40	50		
Normal	20 x 100	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/6	φ8/10	50	30	50		
Bodrum	65 x 160	Takviye Donatısı Bilinmiyor			φ8/20	φ8/10	φ8/10	Takviye Donatısı Bilinmiyor			S07	
Zemin	25 x 120	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/12	φ8/8	φ8/10	60	40	50		
Normal	20 x 100	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/6	φ8/10	50	30	50		
Bodrum	40 x 80	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/10	Yeterli	50	50	S08	
Zemin	40 x 80	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/10	Yeterli	50	50		
Normal	40 x 80	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/10	Yeterli	50	50		
Bodrum	20 x 120	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/6	φ8/10	50	30	50	S08 (Yakut)	
Zemin	20 x 120	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/6	φ8/10	50	30	50		
Normal	40 x 80	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/10	Yeterli	50	50		
Bodrum	20 x 70	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/6	φ8/10	50	30	50	S09	
Zemin	20 x 70	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/6	φ8/10	50	30	50		
Normal	20 x 70	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/6	φ8/10	50	30	50		

Tablo 4.23. Safir Sitesi Kolon ve Perdeleri İçin Karşılaştırma (Kesme Donatısı) devamı

Kat	Mevcut Değerler				Bulunan Hesap Değerleri				Mevcut Durumun Yeterliliği (%)				Kolon No	
	Kolon Boyutları (cm)	Kesme Donatısı			Kesme Donatısı			Yeterliliği (%)						
		Orta Bölge	Sarıma Bölgesi	Birleşim Bölgesi	Orta Bölge	Sarıma Bölgesi	Birleşim Bölgesi	Orta Bölge	Sarıma Bölgesi	Birleşim Bölgesi				
Bodrum	40 x 50	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/10	φ8/10	Yeterli	50	50	50	S010	
Zemin	40 x 50	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/10	φ8/10	φ8/10	Yeterli	50	50	50		
Normal	15 x 210	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ8/25	φ8/25	φ8/25	φ8/25	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli		
Bodrum	30 x 120	DETAYI MEVCUT DEĞİL			φ8/15	φ8/10	φ8/10	DETAYI MEVCUT DEĞİL						S7A
Zemin	25 x 120				φ8/12	φ8/8	φ8/10							
Bodrum	14 x 200	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ10/22	φ10/22	φ10/22	φ10/22	69	69	69	69	P01	
Zemin	14 x 200	φ8/20	φ8/20	φ8/20	Kesit Yetersiz $V_d > V_r$			Kesit Yetersiz $V_d > V_r$						
Normal	14 x 200	φ8/20	φ8/20	φ8/20										
Bodrum	20 x 200	φ8/20	φ8/20	φ8/20	Kesit Yetersiz ($V_d > V_r$)			Kesit Yetersiz ($V_d > V_r$)						P02
Zemin	20 x 200	φ8/20	φ8/20	φ8/20										
Normal	20 x 200	φ8/20	φ8/20	φ8/20	φ10/19	φ10/19	φ10/19	φ10/19	60	60	60	60		
Bodrum	10 x 312	φ8/20	φ8/20	φ8/20	Kesit Yetersiz ($V_d > V_r$)			Kesit Yetersiz ($V_d > V_r$)						P03
Zemin	10 x 312	φ8/20	φ8/20	φ8/20										
Normal	10 x 312	φ8/20	φ8/20	φ8/20	Kesit Yetersiz ($V_d > V_r$)			Kesit Yetersiz ($V_d > V_r$)						

Tablo 4.24. Safır ve Yakut Sitesi S01 Kolonları için Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S01 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum (Yakut)	428.00	911.90	34.48	122.10	22.38	122.10	9.32	220.00	0.47	0.28	0.18	0.04
Bodrum	409.10	605.91	33.20	55.79	21.50	55.79	8.35	140.80	0.68	0.60	0.39	0.06
Zemin	398.70	584.66	35.90	51.85	25.57	51.85	7.51	140.80	0.68	0.69	0.49	0.05
1	352.30	618.66	43.16	73.34	24.10	73.34	14.87	149.60	0.57	0.59	0.33	0.10
2	314.20	618.66	24.82	75.44	16.31	76.44	11.61	149.60	0.51	0.32	0.22	0.08
3	275.60	618.66	16.58	76.71	17.45	76.71	11.06	149.60	0.45	0.22	0.23	0.07
4	236.70	618.66	19.51	77.31	18.69	77.31	10.54	149.60	0.38	0.25	0.24	0.07
5	197.40	618.66	22.24	75.87	18.84	75.87	9.71	149.60	0.32	0.29	0.25	0.06
6	157.70	618.66	22.73	71.63	18.75	71.63	8.86	149.60	0.25	0.32	0.26	0.06
7	117.90	618.66	21.73	58.91	18.37	58.91	7.99	149.60	0.19	0.37	0.31	0.05
8	77.80	618.66	18.89	39.44	15.74	39.44	7.12	149.60	0.13	0.48	0.40	0.05
9	37.70	618.66	17.21	16.88	16.75	16.88	10.89	149.60	0.06	1.02	0.99	0.07

Tablo 4.25. Safir Sitesi S02 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S02 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	239.20	367.91	2.78	13.43	27.39	50.68	3.35	79.20	0.65	0.21	0.54	0.04
Zemin	227.10	295.66	6.55	6.84	28.04	32.14	8.64	66.00	0.77	0.96	0.87	0.13
1	196.53	231.10	5.09	2.93	11.48	18.00	6.35	52.80	0.85	1.74	0.64	0.12
2	173.32	231.10	6.63	4.45	9.02	27.06	6.00	52.80	0.75	1.49	0.33	0.11
3	150.50	231.10	6.76	5.62	10.58	34.00	6.04	52.80	0.65	1.20	0.31	0.11
4	128.20	190.33	5.71	4.41	9.02	22.92	4.86	44.00	0.67	1.29	0.39	0.11
5	106.30	190.33	5.63	5.30	9.35	26.96	5.21	44.00	0.56	1.06	0.35	0.12
6	84.60	190.33	5.15	5.77	9.18	27.70	4.84	44.00	0.44	0.89	0.33	0.11
7	63.04	190.33	4.58	5.49	9.04	26.57	4.70	44.00	0.33	0.83	0.34	0.11
8	41.50	190.33	3.89	4.66	8.21	23.78	4.48	44.00	0.22	0.83	0.35	0.10
9	18.50	190.33	4.27	3.18	8.39	17.26	5.57	44.00	0.10	1.34	0.49	0.13

Tablo 4.26. Safir Sitesi S03 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S03 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	279.50	505.28	4.67	32.06	36.73	78.68	6.37	105.60	0.55	0.15	0.47	0.06
Zemin	261.10	366.98	7.37	12.39	34.36	42.58	11.85	79.20	0.71	0.59	0.81	0.15
1	221.20	244.66	6.52	1.99	8.35	12.49	4.19	52.80	0.90	3.28	0.67	0.08
2	196.00	244.66	7.92	3.91	5.27	23.63	5.24	52.80	0.80	2.03	0.22	0.10
3	171.00	244.66	7.94	5.45	6.02	32.30	5.18	52.80	0.70	1.46	0.19	0.10
4	146.30	231.10	7.71	5.81	6.95	35.11	5.13	52.80	0.63	1.33	0.20	0.10
5	121.50	231.10	7.29	6.75	7.33	40.08	4.83	52.80	0.53	1.08	0.18	0.09
6	96.60	231.10	6.91	7.11	7.32	41.85	4.54	52.80	0.42	0.97	0.17	0.09
7	71.60	190.33	5.42	5.66	5.85	27.21	3.56	44.00	0.38	0.96	0.21	0.08
8	47.00	190.33	4.89	4.92	5.99	24.82	3.24	44.00	0.25	0.99	0.24	0.07
9	22.50	190.33	4.86	3.47	4.24	18.62	3.14	44.00	0.12	1.40	0.23	0.07

Tablo 4.27. Safır Sitesi S04 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S04 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	253.8	295.65	1.87	4.46	22.83	21.49	2.80	66.00	0.86	0.42	1.06	0.04
Zemin	231.7	288.88	6.79	5.84	28.18	27.83	8.34	66.00	0.80	1.16	1.01	0.13
1	193.2	237.88	6.02	3.62	12.48	22.03	6.92	52.80	0.81	1.66	0.57	0.13
2	171.2	237.88	7.32	5.00	9.75	29.92	6.47	52.80	0.72	1.46	0.33	0.12
3	149.3	237.88	7.55	6.11	11.14	35.99	6.55	52.80	0.63	1.24	0.31	0.12
4	127.4	197.14	6.66	4.88	9.46	24.93	4.99	44.00	0.65	1.36	0.38	0.11
5	102	197.14	6.52	5.77	9.51	29.11	5.16	44.00	0.52	1.13	0.33	0.12
6	84.6	197.14	6.14	6.28	8.98	30.83	4.76	44.00	0.43	0.98	0.29	0.11
7	63.5	197.14	5.58	6.01	8.12	29.83	4.29	44.00	0.32	0.93	0.27	0.10
8	42.3	197.14	5.07	5.21	6.77	25.83	3.38	44.00	0.21	0.97	0.26	0.08
9	21.3	197.14	6.28	3.89	9.20	20.28	4.26	44.00	0.11	1.61	0.45	0.10

Tablo 4.28. Safır Sitesi S05 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S05 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	269.60	412.93	2.13	13.17	41.33	76.43	2.70	88.00	0.65	0.16	0.54	0.03
Zemin	245.10	387.43	8.17	12.49	44.27	73.98	11.83	88.00	0.63	0.65	0.60	0.13
1	201.90	319.43	8.39	8.16	22.15	61.18	11.99	26.50	0.63	1.03	0.36	0.45
2	176.50	319.43	10.30	9.25	16.51	68.91	10.74	26.50	0.55	1.11	0.24	0.41
3	152.10	319.43	10.37	10.15	17.61	73.15	10.28	26.50	0.48	1.02	0.24	0.39
4	128.30	305.86	10.45	9.31	19.11	69.61	10.19	26.50	0.42	1.12	0.27	0.38
5	104.90	305.86	10.19	8.98	19.28	67.44	9.41	26.50	0.34	1.13	0.29	0.36
6	81.90	305.86	9.73	8.26	19.05	63.03	8.68	26.50	0.27	1.18	0.30	0.33
7	59.20	305.86	9.21	7.17	17.97	55.67	7.61	26.50	0.19	1.28	0.32	0.29
8	36.70	305.86	8.25	5.70	16.61	46.09	6.54	26.50	0.12	1.45	0.36	0.25
9	14.60	305.86	10.41	4.05	11.24	34.78	6.40	26.50	0.05	2.57	0.32	0.24

Tablo 4.29. Safir Sitesi S06 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S06 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	281.10	661.25	117.88	121.87	31.68	54.73	30.04	140.14	0.43	0.97	0.58	0.21
Zemin	259.60	282.10	46.40	10.75	4.96	2.48	15.37	66.00	0.92	4.32	2.00	0.23
1	220.40	197.10	13.71	Eksenel yük sınırı aşıyor	3.63	Eksenel yük sınırı aşıyor	4.31	44.00	1.12	0.00	0.00	0.10
2	195.00	197.10	7.66	0.89	4.11	0.14	3.85	44.00	0.99	8.61	29.36	0.09
3	170.00	197.10	5.77	11.78	4.08	2.28	3.48	44.00	0.86	0.49	1.79	0.08
4	145.30	197.10	5.67	20.06	3.95	3.94	3.28	44.00	0.74	0.28	1.00	0.07
5	120.80	197.10	7.36	26.22	3.64	5.18	2.92	44.00	0.61	0.28	0.70	0.07
6	96.40	197.10	7.34	29.86	3.37	6.11	2.54	44.00	0.49	0.25	0.55	0.06
7	72.00	190.33	7.05	27.24	3.00	5.67	2.17	44.00	0.38	0.26	0.53	0.05
8	47.80	190.33	5.66	24.92	2.59	4.96	1.71	44.00	0.25	0.23	0.52	0.04
9	23.70	190.33	6.25	19.01	2.52	3.56	1.85	44.00	0.12	0.33	0.71	0.04

Tablo 4.30. Safir Sitesi S07 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S07 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	296.00	661.25	119.87	120.75	31.69	35.90	30.44	140.14	0.45	0.99	0.88	0.22
Zemin	280.40	282.10	46.05	0.63	4.70	0.13	14.84	66.00	0.99	73.10	36.15	0.22
1	240.80	197.10	24.15	Eksenel yük sınırı	2.60	Eksenel yük sınırı	11.52	44.00	1.22	0.00	0.00	0.26
2	212.40	197.10	18.17	aşıyor	3.01	aşıyor	10.80	44.00	1.08	0.00	0.00	0.25
3	184.20	197.10	16.98	5.89	2.90	1.10	11.24	44.00	0.93	2.88	2.64	0.26
4	158.30	197.10	17.66	16	2.75	3.12	11.17	44.00	0.80	1.10	0.88	0.25
5	132.70	197.10	18.64	23.45	2.52	4.62	10.76	44.00	0.67	0.79	0.55	0.24
6	106.50	197.10	18.34	28.86	2.23	5.76	10.14	44.00	0.54	0.64	0.39	0.23
7	79.50	190.33	16.37	27.59	1.93	5.75	9.39	44.00	0.42	0.59	0.34	0.21
8	52.60	190.33	15.68	25.49	1.57	5.15	8.46	44.00	0.28	0.62	0.30	0.19
9	25.90	190.33	16.38	19.7	1.48	3.71	7.24	44.00	0.14	0.83	0.40	0.16

Tablo 4.31. Safir Sitesi S08 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S08 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum (Yakut)	156.60	248.22	5.82	6.43	17.20	37.95	4.82	52.80	0.63	0.91	0.45	0.09
Zemin (Yakut)	138.20	231.10	14.61	6.15	32.40	37.10	21.43	52.80	0.60	2.38	0.87	0.41
Bodrum	155.50	316.22	5.93	21.03	12.44	36.19	3.36	70.40	0.49	0.28	0.34	0.05
Zemin	137.70	299.10	15.78	18.32	18.60	34.49	7.85	70.40	0.46	0.86	0.54	0.11
1	112.80	299.10	20.17	17.93	27.92	34.11	17.78	70.40	0.38	1.12	0.82	0.25
2	101.40	299.10	21.34	17.45	26.21	33.14	17.06	70.40	0.34	1.22	0.79	0.24
3	89.30	299.10	21.55	16.73	25.19	31.66	17.11	70.40	0.30	1.29	0.80	0.24
4	76.90	292.33	22.03	14.58	24.89	28.31	16.47	70.40	0.26	1.51	0.88	0.23
5	64.20	292.33	21.89	13.36	23.32	26.12	15.29	70.40	0.22	1.64	0.89	0.22
6	51.40	292.33	21.23	11.89	22.36	23.44	13.95	70.40	0.18	1.79	0.95	0.20
7	38.30	292.33	20.75	10.14	20.16	20.19	12.38	70.40	0.13	2.05	1.00	0.18
8	25.00	292.33	17.57	8.10	17.18	16.37	11.66	70.40	0.09	2.17	1.05	0.17
9	11.50	292.33	17.17	5.78	18.55	11.97	16.22	70.40	0.04	2.97	1.55	0.23

Tablo 4.32. Safir Sitesi S09 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S09 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	78.20	154.38	2.01	5.01	14.60	17.53	7.61	30.80	0.51	0.40	0.83	0.25
Zemin	70.10	146.10	2.03	4.77	11.32	16.27	6.12	30.80	0.48	0.43	0.70	0.20
1	60.60	132.55	2.89	5.01	19.05	14.86	12.68	30.80	0.46	0.58	1.28	0.41
2	54.70	132.55	2.88	4.99	18.88	14.80	12.55	30.80	0.41	0.58	1.28	0.41
3	48.30	132.55	3.01	4.90	18.08	14.51	12.01	30.80	0.36	0.61	1.25	0.39
4	41.90	132.55	3.03	4.75	16.95	13.97	11.21	30.80	0.32	0.64	1.21	0.36
5	35.10	132.55	2.98	4.51	15.30	13.13	10.06	30.80	0.26	0.66	1.17	0.33
6	28.10	132.55	2.87	4.18	13.40	11.98	8.76	30.80	0.21	0.69	1.12	0.28
7	20.90	132.55	2.59	3.76	11.28	10.50	7.33	30.80	0.16	0.69	1.07	0.24
8	13.60	132.55	2.41	3.23	8.95	8.69	5.80	30.80	0.10	0.75	1.03	0.19
9	6.10	132.55	2.95	2.68	8.33	6.50	5.15	30.80	0.05	1.10	1.28	0.17

Tablo 4.33. Safir Sitesi S010 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S10 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	215.60	231.91	3.06	2.83	5.90	3.04	1.93	44.00	0.93	1.08	1.94	0.04
Zemin	199.80	210.39	5.95	1.87	15.10	2.37	5.56	44.00	0.95	3.18	6.37	0.13
1	167.40	297.58	7.49	5.94	10.20	84.23	4.96	69.30	0.56	1.26	0.12	0.07
2	150.20	297.58	9.59	6.29	13.10	87.79	6.89	69.30	0.50	1.52	0.15	0.10
3	132.60	297.58	13.12	6.50	13.52	89.45	7.09	69.30	0.45	2.02	0.15	0.10
4	113.70	297.58	13.32	6.39	18.32	88.50	7.14	69.30	0.38	2.08	0.21	0.10
5	94.50	297.58	12.83	6.07	21.14	84.35	6.98	69.30	0.32	2.11	0.25	0.10
6	75.30	297.58	12.21	5.55	22.91	77.53	6.69	69.30	0.25	2.20	0.30	0.10
7	55.70	297.58	11.38	4.79	23.12	68.48	6.31	69.30	0.19	2.38	0.34	0.09
8	35.80	297.58	10.42	3.84	21.20	56.72	5.88	69.30	0.12	2.71	0.37	0.08
9	16.00	297.58	11.13	2.82	18.35	42.54	6.14	69.30	0.05	3.95	0.43	0.09

Tablo 4.34. Safir Sitesi P01 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

P01 PERDELERİ												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	260.00	287.72	95.20	20.53	0.37	1.62	14.00	23.50	0.90	4.64	0.23	0.60
Zemin	235.00	287.72	98.50	40.14	0.31	2.96	23.14	23.50	0.82	2.45	0.10	0.98
1	151.00	287.72	89.50	81.92	0.98	6.01	34.83	23.50	0.52	1.09	0.16	1.48
2	87.00	287.72	72.00	84.18	0.93	6.35	33.70	23.50	0.30	0.86	0.15	1.43
3	77.20	287.72	60.50	81.35	0.92	6.13	29.77	23.50	0.27	0.74	0.15	1.27
4	66.80	272.80	62.60	67.90	0.89	5.10	27.66	23.50	0.24	0.92	0.17	1.18
5	56.10	272.80	62.10	63.42	0.83	4.74	15.15	23.50	0.21	0.98	0.18	0.64
6	45.10	272.80	58.80	58.19	0.76	4.30	22.25	23.50	0.17	1.01	0.18	0.95
7	33.90	255.16	50.30	42.57	0.69	3.77	18.99	23.50	0.13	1.18	0.18	0.81
8	22.60	255.16	38.50	35.16	0.53	3.21	15.66	23.50	0.09	1.09	0.17	0.67
9	11.50	255.16	42.50	26.62	0.78	2.65	17.91	23.50	0.05	1.60	0.29	0.76

Tablo 4.35. Safir Sitesi P02 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

P02 PERDELERİ												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	165.20	393.06	123.10	117.88	1.02	12.46	22.60	32.10	0.42	1.04	0.08	0.70
Zemin	155.60	393.06	113.30	117.74	0.97	12.41	18.75	32.10	0.40	0.96	0.08	0.58
1	134.40	393.06	87.60	115.59	0.22	12.10	34.14	32.10	0.34	0.76	0.02	1.06
2	119.20	393.06	61.60	111.83	0.11	11.71	33.10	32.10	0.30	0.55	0.01	1.03
3	108.50	393.06	55.50	108.56	0.07	11.36	30.30	32.10	0.28	0.51	0.01	0.94
4	94.10	380.66	62.90	95.18	0.15	9.85	29.27	32.10	0.25	0.66	0.02	0.91
5	79.10	380.66	69.00	88.80	0.17	9.12	27.84	32.10	0.21	0.78	0.02	0.87
6	63.60	380.66	71.40	81.32	0.20	8.22	26.19	32.10	0.17	0.88	0.02	0.82
7	47.60	380.66	69.70	72.20	0.20	7.13	24.17	32.10	0.13	0.97	0.03	0.75
8	30.90	380.66	61.70	61.18	0.24	5.90	21.02	32.10	0.08	1.01	0.04	0.65
9	10.70	380.66	48.50	46.82	0.24	4.36	25.36	32.10	0.03	1.04	0.06	0.79

Tablo 4.36. Safir Sitesi P03 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

P03 PERDELERİ												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	241.00	305.86	0.44	2.48	131.00	81.20	27.36	25.90	0.79	0.18	1.61	1.06
Zemin	220.80	305.86	0.40	3.03	170.50	99.48	71.30	25.90	0.72	0.13	1.71	2.75
1	119.00	305.86	0.39	4.50	120.80	142.42	67.91	25.90	0.39	0.09	0.85	2.62
2	105.50	305.86	0.31	4.40	93.80	140.20	61.72	25.90	0.34	0.07	0.67	2.38
3	92.20	305.86	0.27	4.23	86.70	135.06	55.43	25.90	0.30	0.06	0.64	2.14
4	79.30	305.86	0.29	4.00	83.60	128.56	49.44	25.90	0.26	0.07	0.65	1.91
5	66.40	305.86	0.25	3.70	79.80	120.72	42.00	25.90	0.22	0.07	0.66	1.62
6	53.70	305.86	0.29	3.35	70.10	111.90	34.20	25.90	0.18	0.09	0.63	1.32
7	41.00	305.86	0.28	2.98	58.90	101.95	25.16	25.90	0.13	0.09	0.58	0.97
8	28.60	305.86	0.24	2.60	39.60	89.93	14.50	25.90	0.09	0.09	0.44	0.56
9	19.90	305.86	0.21	2.33	40.40	80.84	19.24	25.90	0.07	0.09	0.50	0.74

Tablo 4.37.a. Safir Sitesi S7A Kolonları İçin Karşılaştırma (Boyutlar - Boyuna Donatı)

S7A KOLONLARI									
KAT	Mevcut Proje Değerleri			Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği		DETAYI MEVCUT DEĞİL
	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Kolon Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Donatı Oranı %	Boyutlar %	Donatı %	
							Yeterli	Yeterli	
Bodrum	30 x 120	DETAYI MEVCUT DEĞİL		30 x 120	36	1	Yeterli		
Zemin	25 x 120			25 x 120	30	1	Yeterli		

Tablo 4.37.b. Safir Sitesi S7A Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S7A KOLONLARI												
Kat	N (ton)	M _x (t.m)	M _y (t.m)	V (ton)	N _r (ton)	M _{rx} (t.m)	M _{ry} (t.m)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
												V / V _r
Bodrum	123.5	1.92	12.10	1.25	DETAYI MEVCUT DEĞİL	DETAYI MEVCUT DEĞİL	DETAYI MEVCUT DEĞİL	79.20	DETAYI MEVCUT DEĞİL	DETAYI MEVCUT DEĞİL	DETAYI MEVCUT DEĞİL	0.02
Zemin	122.5	5.31	13.97	4.88				66.00				0.07

Tablo 4.38. Safir Sitesi Kirişleri İçin Açıklıkta Karşılaştırma (Zemin Kat)

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri					Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği			
	Kiriş Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Seçilen Donatı (cm ²)		Kesme Donatısı	Kiriş Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Kesme Donatısı	Kesit Boyutları %	Eğilme Donatısı %	Kesme Donatısı %	
			Düz	Pilye							Orta Bölge	Sarılma Bölgesi
K001	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
K002	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
K003	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
K004	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
K005	20/50	4.52	2Ø12	2Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	YETERLİ	94	38
K006	20/50	4.52	2Ø12	2Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/16/9	YETERLİ	YETERLİ	65	38
K007	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
K008	20/50	3.39	2Ø12	-	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/14/9	YETERLİ	92	55	38
K009	20/60	9.24	3Ø14	3Ø14	Ø8/21/21	20/60	6.35	Ø8/28/9	YETERLİ	YETERLİ	YETERLİ	46
K010	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
K011	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38

Tablo 4.38. Safir Sitesi Kirişleri İçin Açıklıkta Karşılaştırma (Zemin Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri					Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği			
	Kiriş Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Seçilen Donatı (cm ²)		Kesme Donatısı	Kiriş Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Kesme Donatısı	Kesit Boyutları %	Eğilme Donatısı %	Kesme Donatısı	
			Düz	Pilye							Orta Bölge	Sarılma Bölgesi
K012	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
K013	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
K014	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
K015	20/60	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/23/23	20/60	6.47	Ø8/25/9	YETERLİ	52	YETERLİ	42
K016	20/60	9.24	3Ø14	3Ø14	Ø10/21/21	20/60	9.32	Ø8/19/9	YETERLİ	99	YETERLİ	71
K017	20/60	4.52	2Ø12	2Ø12	Ø8/25/25	20/60	4.47	Ø8/21/9	YETERLİ	YETERLİ	84	38
K018	20/60	9.24	3Ø14	3Ø14	Ø8/25/25	20/60	9.48	Ø8/18/9	YETERLİ	97	72	38
K019	25/70	9.24	3Ø14	3Ø14	Ø8/19/19	25/70	10.71	Ø8/26/9	YETERLİ	86	YETERLİ	51
K020	20/60	4.52	2Ø12	2Ø12	Ø8/23/23	20/60	8.66	Ø8/10/9	YETERLİ	52	45	42
K021	20/50	DETAYI MEVCUT DEĞİL				20/50	5.82	Ø8/14/9	YETERLİ	DETAYI MEVCUT DEĞİL		
K022	20/60	9.24	3Ø14	3Ø14	Ø8/25/25	20/60	7.74	Ø8/18/9	YETERLİ	YETERLİ	73	38

Tablo 4.39. Safır Sitesi Kirişleri İçin Açıklıkta Karşılaştırma (Asma Kat)

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri					Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği			
	Kiriş Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Seçilen Donatı (cm ²)		Kesme Donatısı	Kiriş Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Kesme Donatısı	Kesit Boyutları %	Eğilme Donatısı %	Kesme Donatısı	
			Düz	Pilye							Orta Bölge	Sarılma Bölgesi
KAS001	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
KAS002	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
KAS003	30/40	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	30/40	8.17	Ø8/13/9	YETERLİ	42	55	38
KAS004	30/40	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	30/40	4.39	Ø8/18/9	YETERLİ	77	74	38
KAS005	50/40	9.24	3Ø14	3Ø14	Ø8/25/25	50/40	14.17	Ø8/8/8	YETERLİ	65	35	35
KAS006	20/50	3.08	1Ø14	1Ø14	Ø8/20/20	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	83	YETERLİ	48
KAS007	40/40	7.70	2Ø14	3Ø14	Ø8/25/25	40/50	12.48	Ø10/11/9	80	62	29	25
KAS008	50/40	12.32	4Ø14	4Ø14	Ø8/25/25	50/40	10.13	Ø8/17/9	YETERLİ	YETERLİ	69	38
KAS009	40/40	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	40/50	9.38	Ø8/11/9	80	36	46	38
KAS010	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/70	7.46	Ø8/10/9	71	45	40	38
KAS011	30/40	7.70	2Ø14	3Ø14	Ø8/20/20	30/50	10.14	Ø8/12/9	80	76	62	48
KAS012	20/30	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	6.24	Ø8/23/9	60	54	94	38

Tablo 4.39. Safir Sitesi Kirişleri İçin Açıklıkta Karşılaştırma (Asma Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri					Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği			
	Kiriş Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Seçilen Donatı (cm ²)		Kesme Donatısı	Kiriş Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Kesme Donatısı	Kesit Boyutları %	Eğilme Donatısı %	Kesme Donatısı	
			Düz	Pilye							Orta Bölge	Sarılma Bölgesi
KAS013	20/30	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/40	3.69	Ø8/18/9	75	92	72	38
KAS014	10/30	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	10/30	1.10	Ø8/13/6	YETERLİ	YETERLİ	54	27
KAS015	20/40	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/40	2.93	Ø8/18/9	YETERLİ	YETERLİ	74	38
KAS016	20/40	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/40	2.93	Ø8/18/9	YETERLİ	YETERLİ	74	38
KAS017	20/40	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/40	2.93	Ø8/18/9	YETERLİ	YETERLİ	74	38
KAS018	20/40	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/40	2.93	Ø8/18/9	YETERLİ	YETERLİ	74	38
KAS019	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
KAS020	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/16/9	YETERLİ	92	66	38
KAS021	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
KAS022	20/50	2.26	1Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/70	5.24	Ø10/14/14	71	43	36	36
KAS023	20/50	2.26	1Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/70	5.24	Ø10/14/14	71	43	36	36
KAS024	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/16/9	YETERLİ	92	65	38
KAS025	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38

Tablo 4.40. Safir Sitesi Kirişleri İçin Açıklıkta Karşılaşırma (Asma Kat – Normal Kat)

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri				Bulunan Hesap Değerleri				Mevcut Durumun Yeterliliği			
	Kiriş Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Seçilen Donatı (cm ²)		Kesme Donatısı	Kiriş Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Kesme Donatısı	Kesit Boyutları %	Eğilme Donatısı %	Kesme Donatısı	
			Düz	Pilye							Orta Bölge	Sarıma Bölgesi
KAS026	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/10	YETERLİ	92	94	38
KAS027	20/50	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/50	3.70	Ø8/23/9	YETERLİ	92	94	38
K201	20/70	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/70	5.50	Ø8/33/9	YETERLİ	62	YETERLİ	38
K202	20/70	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/70	5.24	Ø8/33/9	YETERLİ	65	YETERLİ	38
K203	40/27	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	40/27	3.85	Ø8/19/7	YETERLİ	88	76	27
K204	70/27	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	70/27	6.74	Ø8/12/7	YETERLİ	50	50	27
K205	70/27	DETAYI MEVCUT DEĞİL				70/27	12.79	Ø8/12/7	YETERLİ	DETAYI MEVCUT DEĞİL		
K206	100/27	21.56	7Ø14	7Ø14	Ø8/25/25	100/27	25.20	Ø8/8/7	YETERLİ	86	35	27
K207	100/27	15.39	5Ø14	5Ø14	Ø8/25/25	100/27	18.22	Ø8/8/7	YETERLİ	84	35	27
K208	100/27	21.56	7Ø14	7Ø14	Ø8/25/25	100/27	23.49	Ø8/8/7	YETERLİ	92	35	27
K209	100/27	29.26	9Ø14	10Ø14	Ø8/25/25	100/27	23.49	Ø8/8/7	YETERLİ	YETERLİ	35	27
K210	20/70	DETAYI MEVCUT DEĞİL				20/70	8.50	Ø8/10/9	YETERLİ	DETAYI MEVCUT DEĞİL		

Tablo 4.40. Safir Sitesi Kirişleri İçin Açıklıkta Karşılaştırma (Normal Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri					Bulunan Hesap Değerleri			Mevcut Durumun Yeterliliği			
	Kiriş Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Seçilen Donatı (cm ²)		Kesme Donatısı	Kiriş Boyutları (cm)	Donatı Alanı (cm ²)	Kesme Donatısı	Kesit Boyutları %	Eğilme Donatısı %	Kesme Donatısı	
			Düz	Pilye							Orta Bölge	Sarıltma Bölgesi
K211	20/70	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/70	5.24	Ø8/33/9	YETERLİ	65	YETERLİ	38
K212	20/70	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/70	5.24	Ø8/33/9	YETERLİ	65	YETERLİ	38
K213	20/70	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/70	5.24	Ø8/33/9	YETERLİ	65	YETERLİ	38
K214	20/70	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/70	5.24	Ø8/33/9	YETERLİ	65	YETERLİ	38
K215	40/27	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	40/27	3.85	Ø8/12/7	YETERLİ	88	50	27
K216	40/27	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	40/27	3.85	Ø8/12/7	YETERLİ	88	50	27
K217	40/27	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	40/27	3.85	Ø8/12/7	YETERLİ	88	50	27
K218	40/27	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	40/27	3.85	Ø8/12/7	YETERLİ	88	50	27
K219	70/27	4.52	2Ø12	2Ø12	Ø8/25/25	70/27	9.18	Ø8/12/7	YETERLİ	49	49	27
K220	70/27	4.52	2Ø12	2Ø12	Ø8/25/25	70/27	6.74	Ø8/12/7	YETERLİ	67	49	27
K221	20/70	3.39	2Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	20/70	8.58	Ø8/9/7	YETERLİ	40	36	27
K222	20/70	2.26	1Ø12	1Ø12	Ø8/25/25	30/80	9.02	Ø10/12/7	58	25	33	17
K223	20/70	24.64	8Ø14	8Ø14	Ø10/19/19	20/70	8.90	Ø8/10/7	YETERLİ	YETERLİ	40	30
K224	20/70	DETAYI MEVCUT DEĞİL					30/80	9.02	Ø8/12/8	58	DETAYI MEVCUT DEĞİL	

Tablo 4.41. Safır Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Zemin Kat)

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Pilye	İlave	Alan	Donatı	Alan	Donatı Alanı	Donatı Alanı		
K001 (sol)	2Ø10	1Ø12	6Ø16	14.76	2Ø12	2.26	2.26	3.70	YETERLİ	61
K001 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	3.79	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K002 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	3.70	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K002 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	3.70	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K003 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	3.70	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K003 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	3.70	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K004 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	3.70	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K004 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	3.70	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K005 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	2.26	3.70	YETERLİ	61
K005 (sağ)	2Ø10	4Ø12	-	6.09	2Ø12	2.26	2.26	3.70	YETERLİ	61
K006 (sol)	2Ø10	4Ø12	-	6.09	2Ø12	2.26	11.65	3.88	52	58
K006 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	10.96	3.65	35	62

Tablo 4.4I. Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Zemin Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Pilye	İlave	Alan	Donatı	Alan				
K007 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	3.70	2.26	73	YETERLİ
K007 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	6.65	2.26	41	YETERLİ
K008 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	6.70	6.60	40	34
K008 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	8.15	7.15	33	32
K009 (sol)	2Ø10	3Ø14	5Ø14	13.89	3Ø14	4.62	4.47	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K009 (sağ)	2Ø10	3Ø14	-	6.88	3Ø14	4.62	4.47	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K010 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	3.70	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K010 (sağ)	2Ø10	1Ø12	6Ø16	14.76	2Ø12	2.26	6.27	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K011 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	4.60	7.68	83	29
K011 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	3.70	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K012 (sol)	2Ø10	1Ø12	6Ø16	14.76	2Ø12	2.26	2.26	3.70	YETERLİ	61
K012 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	4.24	2.26	90	YETERLİ

Tablo 4.41. Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Zemin Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Piye	İlave	Alan	Donatı	Alan				
K013 (sol)	2Ø10	1Ø12	4Ø14	8.86	2Ø12	2.26	6.16	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K013 (sağ)	2Ø10	2Ø12	3Ø14	8.45	2Ø12	2.26	8.15	2.72	YETERLİ	83
K014 (sol)	2Ø10	2Ø12	3Ø14	8.45	2Ø12	2.26	6.45	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K014 (sağ)	2Ø10	1Ø12	4Ø14	8.86	2Ø12	2.26	6.91	2.30	YETERLİ	98
K015 (sol)	2Ø10	1Ø12	6Ø16	14.76	2Ø12	2.26	5.77	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K015 (sağ)	2Ø10	1Ø12	6Ø14	11.94	2Ø12	2.26	10.78	3.59	YETERLİ	63
K016 (sol)	2Ø10	3Ø14	3Ø14	10.81	3Ø14	4.62	4.60	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K016 (sağ)	2Ø10	3Ø14+2Ø12	3Ø12	11.84	3Ø14	4.62	12.39	4.13	96	YETERLİ
K017 (sol)	2Ø10	3Ø14+2Ø12	3Ø12	11.84	2Ø12	2.26	12.04	4.02	98	56
K017 (sağ)	2Ø10	3Ø14+2Ø12	3Ø14	13.07	2Ø12	2.26	12.26	4.09	YETERLİ	55
K018 (sol)	2Ø10	3Ø14+2Ø12	3Ø14	13.07	3Ø14	4.62	13.44	4.48	97	YETERLİ
K018 (sağ)	2Ø10	3Ø14	4Ø12	10.71	3Ø14	4.62	4.64	2.26	YETERLİ	YETERLİ

Tablo 4.41. Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Zemin Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Pilye	İlave	Alan	Donatı	Alan	Donatı Alanı	Donatı Alanı		
K019 (sol)	2Ø10	3Ø14	6Ø16	18.25	3Ø14	4.62	6.72	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K019 (sağ)	2Ø10	3Ø14	4Ø14	12.34	3Ø14	4.62	14.98	4.99	82	93
K020 (sol)	2Ø10	2Ø12	6Ø16	15.89	2Ø12	2.26	20.45	6.85	78	33
K020 (sağ)	2Ø10	2Ø12	6Ø14	13.07	2Ø12	2.26	5.84	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K021 (sol)	DETAYI MEVCUT DEĞİL						9.56	3.19	DETAYI MEVCUT DEĞİL	
K021 (sağ)							8.13	2.71		
K022 (sol)	2Ø10	6Ø14	1Ø12	11.94	3Ø14	4.62	5.14	2.26	YETERLİ	YETERLİ
K022 (sağ)	2Ø10	6Ø14	1Ø12	11.94	3Ø14	4.62	12.64	4.21	94	YETERLİ

Tablo 4.42. Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Asma Kat)

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Pilye	İlave	Alan	Donatı	Alan				
KAS001 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	7.09	3.96	38	57
KAS001 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	9.93	3.31	39	68
KAS002 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	9.50	5.77	40	39
KAS002 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	10.41	6.77	26	33
KAS003 (sol)	2Ø10	1Ø12	7Ø14	13.47	2Ø12	2.26	12.55	4.18	YETERLİ	54
KAS003 (sağ)	2Ø10	2Ø12	2Ø14	6.91	2Ø12	2.26	16.83	5.70	41	40
KAS004 (sol)	2Ø10	2Ø12	2Ø14	6.91	2Ø12	2.26	15.60	5.20	44	43
KAS004 (sağ)	2Ø10	1Ø12	3Ø14	7.32	2Ø12	2.26	2.26	4.39	YETERLİ	51
KAS005 (sol)	2Ø10	3Ø14	5Ø14	13.89	3Ø14	4.62	20.89	6.96	67	66
KAS005 (sağ)	2Ø10	4Ø14	7Ø16	21.80	1Ø12+3Ø14	5.75	28.29	9.43	77	61
KAS006 (sol)	2Ø10	4Ø14	7Ø16	21.80	1Ø12+1Ø14	2.67	14.39	5.00	YETERLİ	53
KAS006 (sağ)	2Ø10	4Ø14	6Ø16	19.79	2Ø12+1Ø14	3.80	14.83	5.00	YETERLİ	76

Tablo 4.42. Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Asma Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Piye	İlave	Alan	Donatı	Alan	Donatı Alanı	Donatı Alanı		
KAS007 (sol)	2Ø10	4Ø14	6Ø16	19.79	2Ø12+2Ø14	5.34	28.88	9.70	69	55
KAS007 (sağ)	2Ø10	3Ø14	3Ø14	10.81	2Ø14	3.08	21.04	8.61	51	36
KAS008 (sol)	2Ø10	4Ø14	8Ø16	23.81	4Ø14	6.16	17.42	5.81	YETERLİ	YETERLİ
KAS008 (sağ)	2Ø10	4Ø14	8Ø14	20.05	4Ø14	6.16	27.48	9.20	73	67
KAS009 (sol)	2Ø10	1Ø12	11Ø16	24.81	2Ø12	2.26	11.70	5.80	YETERLİ	39
KAS009 (sağ)	2Ø10	1Ø12	8Ø16	18.78	2Ø12	2.26	24.56	8.87	77	26
KAS010 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	21.06	9.85	13	23
KAS010 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	9.35	3.12	29	73
KAS011 (sol)	2Ø10	3Ø14	5Ø14	13.89	1Ø12+2Ø14	4.21	15.25	5.08	91	83
KAS011 (sağ)	2Ø10	3Ø14	5Ø14	13.89	2Ø14	3.08	23.25	11.48	60	27
KAS012 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	8.83	2.94	31	77
KAS012 (sağ)	2Ø10	1Ø12	6Ø16	14.76	2Ø12	2.26	14.12	6.28	YETERLİ	36

Tablo 4.42. Safır Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Asma Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Pilye	İlave	Alan	Donatı	Alan	Donatı Alanı	Donatı Alanı		
KAS013 (sol)	2Ø10	1Ø12	2Ø12	4.96	2Ø12	2.26	6.70	2.23	74	YETERLİ
KAS013 (sağ)	2Ø10	1Ø12	5Ø14	10.40	2Ø12	2.26	10.17	3.96	YETERLİ	57
KAS014 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	5.03	2.74	54	83
KAS014 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	1.42	2.60	YETERLİ	87
KAS015 (sol)	2Ø10	1Ø12	1Ø12	3.83	2Ø12	2.26	3.75	5.85	YETERLİ	39
KAS015 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	9.68	4.90	40	46
KAS016 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	8.81	5.10	44	44
KAS016 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	6.37	6.37	60	36
KAS017 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	6.48	5.15	59	44
KAS017 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	7.38	5.15	52	44
KAS018 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	7.08	5.00	54	45
KAS018 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	6.90	5.00	56	45

Tablo 4.42. Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Asma Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Pilye	İlave	Alan	Donatı	Alan				
KAS019 (sol)	2Ø10	1Ø12	7Ø14	13.48	2Ø12	2.26	2.26	3.70	YETERLİ	61
KAS019 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	2.26	3.70	YETERLİ	61
KAS020 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	15.47	6.15	25	37
KAS020 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	4.10	4.27	94	53
KAS021 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	3.70	2.26	73	YETERLİ
KAS021 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	8.74	5.65	31	40
KAS022 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	8.09	8.19	33	28
KAS022 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	7.40	7.20	36	31
KAS023 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	7.85	7.30	34	31
KAS023 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	6.80	7.17	40	32
KAS024 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	15.12	9.00	18	25
KAS024 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	14.72	12.75	18	18

Tablo 4.42. Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Asma Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Pilye	İlave	Alan	Donatı	Alan	Donatı Alanı	Donatı Alanı		
KAS025 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	2.26	3.70	YETERLİ	61
KAS025 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	2.26	3.70	YETERLİ	61
KAS026 (sol)	2Ø10	1Ø12	7Ø14	13.48	2Ø12	2.26	3.70	2.26	YETERLİ	YETERLİ
KAS026 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	3.70	2.26	YETERLİ	YETERLİ
KAS027 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	2.26	3.70	YETERLİ	61
KAS027 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	6.11	3.66	63	62

Tablo 4.43. Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Normal Kat)

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Pilye	İlave	Alan	Donatı	Alan	Donatı Alanı	Donatı Alanı		
K201 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	12.51	4.17	22	54
K201 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	2.26	5.24	YETERLİ	43
K202 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	2.26	5.24	YETERLİ	43
K202 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	5.24	2.26	73	YETERLİ
K203 (sol)	2Ø10	1Ø12	4Ø14	8.86	4Ø12	4.52	10.62	7.70	84	59
K203 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	9.94	6.40	39	35
K204 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	17.73	10.11	22	22
K204 (sağ)	2Ø10	2Ø12	7Ø16	17.89	2Ø12	2.26	18.57	9.01	96	25
K205 (sol)	DETAYI MEVCUT DEĞİL						27.22	9.10	DETAYI MEVCUT DEĞİL	
K205 (sağ)							28.84	9.70		
K206 (sol)	2Ø10	7Ø14	9Ø16	30.43	7Ø14	10.78	43.28	14.42	70	75
K206 (sağ)	2Ø10	12Ø14	8Ø16	36.13	12Ø14	18.48	42.69	14.23	85	YETERLİ

Tablo 4.43. Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Normal Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Pilye	İlave	Alan	Donatı	Alan	Donatı Alanı	Donatı Alanı		
K207 (sol)	2Ø10	12Ø14	8Ø16	36.13	10Ø14	15.39	32.75	12.31	YETERLİ	YETERLİ
K207 (sağ)	2Ø10	12Ø14	8Ø16	36.13	10Ø14	15.39	39.25	13.30	92	YETERLİ
K208 (sol)	2Ø10	12Ø14	8Ø16	36.13	7Ø14	10.78	44.47	14.82	81	73
K208 (sağ)	2Ø10	7Ø14	9Ø16	30.43	12Ø14	18.48	42.49	14.20	72	YETERLİ
K209 (sol)	10Ø16	10Ø14	5Ø14	43.21	14Ø14	21.56	41.90	14.00	YETERLİ	YETERLİ
K209 (sağ)	10Ø16	10Ø14	-	35.50	9Ø14	13.86	33.42	11.20	YETERLİ	YETERLİ
K210 (sol)	DETAYI MEVCUT DEĞİL						26.13	13.38	DETAYI MEVCUT DEĞİL	
K210 (sağ)							23.62	10.87		
K211 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	6.56	2.26	41	YETERLİ
K211 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	5.24	5.24	73	43
K212 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	5.24	5.24	73	43
K212 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	5.24	5.24	73	43

Tablo 4.43. Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Normal Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Pilye	İlave	Alan	Donatı	Alan	Donatı Alanı	Donatı Alanı		
K213 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	5.24	2.26	52	YETERLİ
K213 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	5.24	2.26	52	YETERLİ
K214 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	5.24	5.24	52	43
K214 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	5.44	2.26	70	YETERLİ
K215 (sol)	2Ø10	1Ø12	5Ø14	10.40	2Ø12	2.26	7.98	4.96	YETERLİ	46
K215 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	13.08	4.90	29	46
K216 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	9.17	3.06	42	74
K216 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	5.15	5.28	74	43
K217 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	5.64	3.76	70	60
K217 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	5.54	3.76	69	60
K218 (sol)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	7.02	3.34	55	68
K218 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	6.59	2.26	58	YETERLİ

Tablo 4.43. Safir Sitesi Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Normal Kat) devamı

Kiriş No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Üstte			Altta			Üstte	Altta	Üst Donatı	Alt Donatı
	Montaj	Pilye	İlave	Alan	Donatı	Alan				
K219 (sol)	2Ø10	2Ø12	7Ø16	17.90	2Ø12+ 2Ø10	3.83	12.93	4.31	YETERLİ	89
K219 (sağ)	2Ø10	4Ø12	6Ø14	15.33	2Ø12	2.26	8.42	10.32	YETERLİ	22
K220 (sol)	2Ø10	4Ø12	6Ø14	15.33	2Ø12	2.26	25.50	11.20	60	20
K220 (sağ)	2Ø10	2Ø12	-	3.83	2Ø12	2.26	2.26	6.74	YETERLİ	34
K221 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	5.24	4.24	52	53
K221 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	11.48	5.24	24	43
K222 (sol)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	12.12	11.02	22	21
K222 (sağ)	2Ø10	1Ø12	-	2.70	2Ø12	2.26	17.22	15.00	16	15
K223 (sol)	9Ø16	8Ø14	-	30.41	8Ø14	12.32	13.11	9.70	YETERLİ	YETERLİ
K223 (sağ)	9Ø16	8Ø14	4Ø14	36.57	8Ø14+ 2Ø10	13.89	19.25	8.13	YETERLİ	YETERLİ
K224 (sol)	DETAYI MEVCUT DEĞİL						11.63	10.30	DETAYI MEVCUT DEĞİL	
K224 (sağ)							15.82	10.00		

Tablo 4.44. Safir Sitesi Konsol Kirişleri İçin Mesnette Karşılaştırma (Normal - Asma Kat)

Kiriş No	Mevcut Kesit Boyutları	Gerekli Kesit Boyutları	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri		Mevcut Durumun Yeterliliği	
			Üstte			Altta			Üstte Donatı Alanı	Altta Donatı Alanı	Üst Donatı	Alt Donatı
			Montaj	Pilye	İlave	Alan	Donatı	Alan				
KK1	20/70	20/70	2Ø10	1Ø12	4Ø14	8.86	2Ø10	1.56	14.57	4.86	61	32
KK2	70/27	70/27	DETAYI MEVCUT DEĞİL						17.36	5.79	DETAYI MEVCUT DEĞİL	
KK3	100/27	100/27	2Ø10	7Ø14	9Ø16	30.43	2Ø10+7Ø14	12.35	25.81	8.60	YETERLİ	YETERLİ
KK4	100/27	100/27	10Ø16	10Ø14	5Ø14	43.21	14Ø14+2Ø10	23.13	23.70	7.90	YETERLİ	YETERLİ
KK5	20/70	20/70	2Ø10	1Ø12	5Ø14	10.40	4Ø12	4.52	18.31	7.19	57	63
KK6	70/27	70/27	2Ø10	2Ø12	7Ø16	17.89	2Ø12+2Ø10	3.83	26.23	9.00	68	43
KK7	70/27	70/27	9Ø16	8Ø14	4Ø14	36.57	8Ø14+2Ø10	13.89	24.80	8.27	YETERLİ	YETERLİ
BKK	100/20	100/20	-	-	12Ø14	18.48	2Ø12	2.26	12.50	4.17	YETERLİ	54
KKAS01	20/50	20/50	2Ø10	1Ø12	6Ø16	14.76	2Ø12	2.26	9.88	3.29	YETERLİ	69
KKAS02	20/40	20/60	2Ø10	1Ø12	5Ø14	10.40	2Ø12	2.26	12.26	9.30	85	24

Tablo 4.45. Safir Sitesi Zemin Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

Zemin Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları												
Kiriş No	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
K001	93	G+Q-E _{xp}	1326	0.070	90	G + Q	346	0.260	325	G+Q+E _{xp}	391	0.831
	149	G+Q+E _{xn}	232	0.642					67	G+Q-E _{xp}	232	0.289
K002	232	G+Q-E _{xp}	391	0.593	72	G + Q	346	0.208	221	G+Q+E _{xp}	391	0.565
	119	G+Q+E _{xp}	232	0.513					122	G+Q-E _{xp}	232	0.526
K003	201	G+Q-E _{xp}	391	0.514	62	G + Q	346	0.179	193	G+Q+E _{xp}	391	0.494
	127	G+Q+E _{xp}	232	0.547					126	G+Q-E _{xp}	232	0.543
K004	202	G+Q-E _{xp}	391	0.517	72	G + Q	346	0.208	196	G+Q+E _{xp}	391	0.501
	111	G+Q+E _{xp}	232	0.478					111	G+Q-E _{xp}	232	0.478
K005	149	G+Q-E _{xp}	391	0.381	238	G + Q	458	0.520	170	G+Q+E _{xp}	612	0.278
	300	G+Q+E _{xp}	232	1.293					307	G+Q-E _{xp}	232	1.323
K006	954	G+Q-E _{xp}	612	1.559	271	G + Q	458	0.592	894	G+Q+E _{xp}	391	2.286
	329	G+Q+E _{xp}	232	1.418					423	G+Q-E _{xp}	232	1.823

Tablo 4.45. Safir Sitesi Zemin Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları) devamı

Kiriş No	Zemin Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları											
	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
K007	145	G+Q-E _{xp}	277	0.523	149	G + Q	346	0.431	539	G+Q+E _{xp}	277	1.946
	0	-	232	0.000					271	G+Q-E _{xp}	232	1.168
K008	497	G+Q-E _{xp}	277	1.794	129	G + Q	346	0.373	590	G+Q+E _{xp}	277	2.130
	352	G+Q+E _{xp}	232	1.517					407	G+Q-E _{xp}	232	1.754
K009	307	G+Q-E _{xp}	1630	0.188	639	G + Q	1088	0.587	121	G + Q	850	0.142
	38	G+Q+E _{xp}	573	0.066					0	-	573	0.000
K010	137	G+Q-E _{xp}	391	0.350	152	G + Q	346	0.439	512	G+Q+E _{xp}	1326	0.386
	0	-	232	0.000					269	G+Q-E _{xp}	232	1.159
K011	408	G+Q-E _{xn}	391	1.043	51	G + Q	346	0.147	296	G+Q+E _{xn}	391	0.757
	504	G+Q+E _{xn}	232	2.172					155	G+Q-E _{xn}	232	0.668
K012	120	G+Q-E _{xp}	1326	0.090	90	G + Q	346	0.260	358	G+Q+E _{xp}	391	0.916
	175	G+Q+E _{xp}	232	0.754					107	G+Q-E _{xp}	232	0.461

Tablo 4.45. Safir Sitesi Zemin Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları) devamı

Kiriş No	Zemin Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları											
	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
K013	504	G+Q-E _{yn}	864	0.583	306	G + Q	346	0.884	646	G+Q+E _{yn}	828	0.780
	184	G+Q+E _{yn}	232	0.793					11	G+Q-E _{yn}	232	0.047
K014	525	G+Q-E _{yn}	828	0.634	136	G + Q	346	0.393	557	G+Q+E _{yn}	864	0.645
	209	G+Q+E _{yn}	232	0.901					259	G+Q-E _{yn}	232	1.116
K015	1286	G+Q-E _{yn}	1651	0.778	430	G + Q	421	1.020	1044	G+Q+E _{yn}	1380	0.757
	107	G+Q+E _{yn}	282	0.379					0	-	282	0.000
K016	476	G+Q-E _{yn}	1304	0.365	894	G + Q	1088	0.822	1214	G+Q+E _{yn}	1416	0.857
	51	G+Q+E _{yn}	573	0.089					0	-	573	0.000
K017	1187	G+Q-E _{yn}	1416	0.838	438	G + Q	557	0.786	1202	G+Q+E _{yp}	1492	0.806
	0	-	282	0.000					0	-	282	0.000
K018	1320	G + Q	1492	0.885	905	G + Q	1088	0.832	476	G+Q-E _{yn}	1293	0.368
	0	-	573	0.000					62	G+Q+E _{yn}	573	0.108

Tablo 4.45. Safir Sitesi Zemin Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları) devamı

Kiriş No	Zemin Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları											
	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
K019	816	G + Q	2498	0.327	1245	G + Q	1308	0.952	1692	G+Q+E _{yp}	1758	0.962
	0	-	675	0.000					0	-	675	0.000
K020	2080	G+Q-E _{yn}	1753	1.187	561	G + Q	557	1.007	593	G+Q+E _{yn}	1491	0.398
	0	-	282	0.000					282	G+Q-E _{yn}	282	1.000
K021	770	G+Q-E _{yn}		DETAYI MEVCUT DEĞİL	480	G + Q		DETAYI MEVCUT DEĞİL	645	G+Q+E _{yn}		DETAYI MEVCUT DEĞİL
	0	-							0	-		
K022	528	G+Q-E _{yn}	1427	0.370	762	G + Q	1088	0.700	1243	G+Q+E _{yn}	1427	0.871
	152	G+Q+E _{yn}	573	0.265					93	G+Q-E _{yn}	573	0.162

Tablo 4.46. Safir Sitesi Asma Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

Kiriş No	Asma Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları											
	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
KAS001	470	G+Q-E _{yn}	277	1.697	239	G + Q	346	0.691	803	G+Q+E _{yn}	391	2.054
	348	G+Q+E _{yn}	232	1.500					293	G+Q-E _{yn}	232	1.263
KAS002	765	G+Q-E _{yn}	391	1.957	98	G + Q	346	0.283	745	G+Q+E _{yn}	277	2.670
	512	G+Q+E _{yn}	232	2.207					518	G+Q-E _{yn}	232	2.232
KAS003	805	G+Q-E _{yn}	997	0.807	422	G + Q	274	1.540	1010	G+Q+E _{yn}	547	1.846
	313	G+Q+E _{yn}	184	1.701					171	G+Q-E _{yn}	184	0.929
KAS004	915	G+Q-E _{yn}	578	1.583	264	G + Q	274	0.964	0	-	547	0.000
	50	G+Q+E _{yn}	184	0.272					252	G + Q	184	1.370
KAS005	1336	G+Q-E _{yn}	1650	0.810	900	G + Q	735	1.224	1750	G+Q+E _{yn}	1092	1.602
	452	G+Q+E _{yn}	464	0.974					107	G+Q-E _{yn}	374	0.286
KAS006	1196	G+Q-E _{yn}	1769	0.676	274	G + Q	315	0.870	1235	G+Q+E _{yn}	1709	0.723
	440	G+Q+E _{yn}	274	1.606					327	G+Q-E _{yn}	388	0.843

Tablo 4.46. Safir Sitesi Asma Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları) devamı

Kiriş No	Asma Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları											
	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
KAS007	1708	G+Q-E _{yn}	848	2.014	725	G + Q	613	1.183	1371	G+Q+E _{yn}	1482	0.925
	123	G+Q+E _{yn}	251	0.490					410	G+Q-E _{yn}	430	0.953
KAS008	1101	G+Q-E _{yn}	1786	0.616	670	G + Q	962	0.696	1794	G+Q+E _{yn}	1539	1.166
	317	G+Q+E _{yn}	496	0.639					163	G+Q-E _{yn}	496	0.329
KAS009	964	G+Q-E _{yn}	1702	0.566	590	G + Q	275	2.145	2021	G+Q+E _{yn}	1366	1.480
	506	G+Q+E _{yn}	186	2.720					503	G+Q-E _{yn}	186	2.704
KAS010	1896	G+Q-E _{yn}	277	6.845	679	G + Q	346	1.962	875	G+Q+E _{yn}	277	3.159
	539	G+Q+E _{yn}	232	2.323					454	G+Q-E _{yn}	232	1.957
KAS011	1234	G+Q-E _{yn}	1054	1.171	668	G + Q	606	1.102	1941	G+Q+E _{yn}	1037	1.872
	411	G+Q+E _{yn}	338	1.216					289	G+Q-E _{yn}	249	1.161
KAS012	586	G+Q-E _{yn}	158	3.709	376	G + Q	197	1.909	1172	G+Q+E _{yn}	677	1.731
	272	G+Q+E _{yn}	133	2.045					198	G+Q-E _{yn}	133	1.489

Tablo 4.46. Safir Sitesi Asma Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları) devamı

Kiriş No	Asma Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları											
	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
KAS013	422	G+Q-E _{yn}	285	1.481	187	G + Q	197	0.949	661	G+Q+E _{yn}	536	1.233
	209	G+Q+E _{yn}	133	1.571					164	G+Q-E _{yn}	133	1.233
KAS014	242	G+Q-E _{yn}	156	1.551	55	G + Q	195	0.282	72	G+Q+E _{yn}	156	0.462
	100	G+Q+E _{yn}	131	0.763					121	G+Q-E _{yn}	131	0.924
KAS015	259	G+Q-E _{xp}	307	0.844	79	G + Q	272	0.290	627	G+Q+E _{xp}	307	2.042
	368	G+Q+E _{xp}	182	2.022					338	G+Q-E _{xp}	182	1.857
KAS016	507	G+Q-E _{xp}	307	1.651	52	G + Q	272	0.191	398	G+Q+E _{xp}	307	1.296
	346	G+Q+E _{xp}	182	1.901					399	G+Q-E _{xp}	182	2.192
KAS017	407	G+Q-E _{xp}	307	1.326	52	G + Q	272	0.191	469	G+Q+E _{xp}	307	1.528
	327	G+Q+E _{xp}	182	1.797					313	G+Q-E _{xp}	182	1.720
KAS018	448	G+Q-E _{xp}	307	1.459	62	G + Q	272	0.228	436	G+Q+E _{xp}	307	1.420
	341	G+Q+E _{xp}	182	1.874					338	G+Q-E _{xp}	182	1.857

Tablo 4.46. Safır Sitesi Asma Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları) devamı

Kiriş No	Asma Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları											
	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
KAS019	80	G+Q-E _{xp}	1234	0.065	108	G + Q	346	0.312	71	G+Q+E _{xp}	391	0.182
	135	G+Q+E _{xp}	232	0.582					134	G+Q-E _{xp}	232	0.578
KAS020	1291	G+Q-E _{xp}	391	3.302	180	G + Q	346	0.520	301	G+Q+E _{xp}	391	0.770
	543	G+Q+E _{xp}	232	2.341					363	G+Q-E _{xp}	232	1.565
KAS021	155	G+Q-E _{xp}	277	0.560	240	G + Q	346	0.694	698	G+Q+E _{xp}	277	2.520
	20	G+Q+E _{xp}	232	0.086					499	G+Q-E _{xp}	232	2.151
KAS022	925	G+Q-E _{xp}	277	3.339	221	G + Q	232	0.953	874	G+Q+E _{xp}	277	3.155
	957	G+Q+E _{xp}	232	4.125					834	G+Q-E _{xp}	232	3.595
KAS023	922	G+Q-E _{xp}	277	3.329	227	G + Q	232	0.978	830	G+Q+E _{xp}	277	2.996
	894	G+Q+E _{xp}	232	3.853					850	G+Q-E _{xp}	232	3.664
KAS024	1260	G+Q-E _{xp}	277	4.549	165	G + Q	346	0.477	1225	G+Q+E _{xp}	277	4.422
	760	G+Q+E _{xp}	232	3.276					1080	G+Q-E _{xp}	232	4.655

Tablo 4.46. Safir Sitesi Asma Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları) devamı

Kiriş No	Asma Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları											
	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yüklemeye	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yüklemeye	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yüklemeye	M_r (t.cm)	M_d/M_r
KAS025	23	G+Q-E _{xp}	277	0.083	95	G + Q	346	0.275	35	G+Q+E _{xp}	277	0.126
	105	G+Q+E _{xp}	232	0.453					114	G+Q-E _{xp}	232	0.491
KAS026	171	G+Q-E _{xp}	1234	0.139	192	G + Q	346	0.555	0	-	391	0.000
	98	G+Q+E _{xp}	232	0.422					246	G + Q	232	1.060
KAS027	0	-	391	0.000	246	G + Q	346	0.711	501	G+Q+E _{xp}	391	1.281
	246	G + Q	232	1.060					312	G+Q-E _{xp}	232	1.345
KKAS01 (Üst)	799	G+Q-E _{yn}	1326	0.603	-	-	-	-	-	-	-	-
KKAS02 (Üst)	1108	G+Q-E _{yn}	765	1.448	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 4.47. Safir Sitesi Normal Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

Kiriş No	Normal Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları											
	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
K201	1358	G+Q-E _{yn}	395	3.438	567	G + Q	496	1.143	0	-	560	0.000
	483	G+Q+E _{yn}	332	1.455					400	G + Q	332	1.205
K202	0	-	560	0.000	245	G + Q	496	0.494	147	G+Q+E _{yn}	560	0.263
	195	G+Q+E _{yn}	332	0.587					93	G+Q-E _{yn}	332	0.280
K203	444	G+Q-E _{yn}	454	0.978	61	G + Q	178	0.343	414	G+Q+E _{yn}	201	2.060
	340	G+Q+E _{yn}	235	1.447					287	G+Q-E _{yn}	121	2.372
K204	739	G+Q-E _{yn}	205	3.605	44	G + Q	183	0.240	778	G+Q+E _{yn}	874	0.890
	451	G+Q+E _{yn}	125	3.608					402	G+Q-E _{yn}	126	3.190
K205	1157	G+Q-E _{yn}	DETAYI MEVCUT DEĞİL		536	G + Q	DETAYI MEVCUT DEĞİL		1228	G+Q+E _{yn}	DETAYI MEVCUT DEĞİL	
	213	G+Q+E _{yn}							192	G+Q-E _{yn}		
K206	1846	G+Q-E _{yn}	1516	1.218	1051	G + Q	1070	0.982	1822	G+Q+E _{yn}	1817	1.003
	0	-	562	0.000					0	-	952	0.000

Tablo 4.47. Safir Sitesi Normal Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnetle Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları) devamı

Normal Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları												
Kiriş No	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
K207	1382	G+Q- E_{yn}	1797	0.769	764	G + Q	787	0.971	1669	G+Q+ E_{yn}	1797	0.929
	240	G+Q+ E_{yn}	796	0.302					177	G+Q- E_{yn}	796	0.222
K208	1898	G+Q- E_{yn}	1552	1.223	975	G + Q	1070	0.911	1811	G+Q+ E_{yn}	1756	1.031
	0	-	952	0.000					0	-	562	0.000
K209	1785	G+Q- E_{yn}	2148	0.831	976	G + Q	1391	0.702	1412	G+Q+ E_{yn}	1758	0.803
	0	-	1108	0.000					0	-	718	0.000
K210	2582	G+Q- E_{yn}	DETAYI MEVCUT DEĞİL		1150	G + Q	DETAYI MEVCUT DEĞİL	DETAYI MEVCUT DEĞİL	2217	G+Q+ E_{yn}	DETAYI MEVCUT DEĞİL	
	1562	G+Q+ E_{yn}							1835	G+Q- E_{yn}		
K211	784	G+Q- E_{xp}	395	1.985	201	G + Q	496	0.405	384	-	559	0.000
	0	-	332	0.000					224	G+Q+ E_{xp}	332	0.675
K212	367	-	559	0.000	370	G + Q	496	0.746	471	-	559	0.000
	240	G+Q+ E_{xp}	332	0.723					380	G + Q	332	1.145

Tablo 4.47. Safir Sitesi Normal Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları) devamı

Kiriş No	Normal Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları											
	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
K213	203	G+Q-E _{xp}	395	0.514	208	G + Q	496	0.419	201	G+Q+E _{xp}	395	0.509
	178	G+Q+E _{xp}	332	0.536					186	G+Q-E _{xp}	332	0.560
K214	248	-	395	0.000	121	G + Q	496	0.244	659	G+Q-E _{yn}	559	1.179
	177	G + Q	332	0.533					161	-	332	0.000
K215	330	G+Q-E _{xp}	515	0.641	160	G + Q	178	0.899	552	G+Q+E _{xp}	201	2.746
	225	G+Q+E _{xp}	121	1.860					51	G+Q-E _{xp}	121	0.421
K216	378	G+Q-E _{xp}	201	1.881	64	G + Q	178	0.360	230	G+Q+E _{xp}	201	1.144
	165	G+Q+E _{xp}	121	1.364					232	G+Q-E _{xp}	121	1.917
K217	244	G+Q-E _{xp}	201	1.214	58	G + Q	178	0.326	240	G+Q+E _{xp}	201	1.194
	168	G+Q+E _{xp}	121	1.388					172	G+Q-E _{xp}	121	1.421
K218	296	G+Q-E _{xp}	201	1.473	44	G + Q	178	0.247	280	G+Q+E _{xp}	201	1.393
	140	G+Q+E _{xp}	121	1.157					116	G+Q-E _{xp}	121	0.959

Tablo 4.47. Safir Sitesi Normal Kat Kirişleri İçin Açıklık ve Mesnette Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları) devamı

Kiriş No	Normal Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları											
	Sol Mesnet (Üst – Alt)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
K219	541	G+Q-E _{xp}	887	0.610	286	G + Q	240	1.192	369	G+Q+E _{xp}	764	0.483
	390	G+Q+E _{xp}	205	1.902					355	G+Q-E _{xp}	126	2.817
K220	1081	G+Q-E _{xp}	764	1.415	201	G + Q	240	0.838	31	G+Q+E _{xp}	205	0.151
	181	G+Q+E _{xp}	126	1.437					230	G+Q-E _{xp}	125	1.840
K221	444	G+Q-E _{xp}	395	1.124	997	G + Q	496	2.010	894	G+Q+E _{xp}	395	2.263
	305	G+Q+E _{xp}	332	0.919					460	G+Q-E _{xp}	332	1.386
K222	1148	G+Q-E _{xp}	395	2.906	536	G + Q	332	1.614	1649	G+Q+E _{xp}	395	4.174
	1209	G+Q+E _{xp}	332	3.642					1566	G+Q-E _{xp}	332	4.717
K223	1495	G+Q-E _{xp}	4029	0.371	1028	G + Q	2962	0.347	2268	G+Q+E _{xp}	4676	0.485
	1226	G+Q+E _{xp}	1792	0.684					423	G+Q-E _{xp}	2020	0.209
K224	1586	G+Q-E _{xn}	DETAYI MEVCUT DEĞİL		458	G + Q	DETAYI MEVCUT DEĞİL	DETAYI MEVCUT DEĞİL	2006	G+Q+E _{xn}	DETAYI MEVCUT DEĞİL	
	1495	G+Q+E _{xn}							1426	G+Q-E _{xn}		

Tablo 4.48. Safir Sitesi Normal Kat Konsol Kirişleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

Kiriş No	Normal Kat Konsol Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (M_d/M_r) Oranları											
	Sol Mesnet (Üst)				Açıklık				Sağ Mesnet (Üst – Alt)			
	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r	M_d (t.cm)	Elverişsiz Yükleme	M_r (t.cm)	M_d/M_r
KK1	1680	G+Q+E _{syn}	1243	1.352	-	-	-	-	-	-	-	-
KK2	723	G + Q	DETAYI YOK		-	-	-	-	-	-	-	-
KK3	1077	G + Q	1526	0.706	-	-	-	-	-	-	-	-
KK4	984	G + Q	2160	0.456	-	-	-	-	-	-	-	-
KK5	2152	G + Q	1487	1.447	-	-	-	-	-	-	-	-
KK6	1114	G + Q	887	1.256	-	-	-	-	-	-	-	-
KK7	1531	G + Q	1741	0.879	-	-	-	-	-	-	-	-
BKK	379	G+Q-E _{syn}	931	0.407	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 4.49. Safir Sitesi Zemin Kat Kirişleri Kesme Etkisi İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

Zemin Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (V_d/V_r) Oranları							
Kiriş No	V_d (t)	V_r (t)	V_d/V_r	Kiriş No	V_d	V_r	V_d/V_r
K001	3.26	20.68	0.16	K013	4.46	20.68	0.22
K002	2.92	20.68	0.14	K014	4.40	20.68	0.21
K003	2.94	20.68	0.14	K015	8.86	25.08	0.35
K004	2.56	20.68	0.12	K016	10.33	25.08	0.41
K005	5.02	20.68	0.24	K017	9.73	25.08	0.39
K006	9.37	20.68	0.45	K018	10.61	25.08	0.42
K007	4.16	20.68	0.20	K019	11.52	36.85	0.31
K008	10.30	20.68	0.50	K020	15.20	25.08	0.61
K009	6.95	25.08	0.28	K021	7.10	20.68	0.34
K010	3.96	20.68	0.19	K022	10.54	25.08	0.42
K011	6.82	20.68	0.33				
K012	6.74	20.68	0.33				

Tablo 4.50. Safir Sitesi Asma Kat Kirişleri Kesme Etkisi İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

Asma Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (V_d/V_r) Oranları							
Kiriş No	V_d (t)	V_r (t)	V_d/V_r	Kiriş No	V_d	V_r	V_d/V_r
KAS001	4.95	20.68	0.24	KAS016	4.47	16.28	0.27
KAS002	5.68	20.68	0.27	KAS017	4.30	16.28	0.26
KAS003	9.70	24.42	0.40	KAS018	3.86	16.28	0.24
KAS004	6.20	24.42	0.25	KAS019	2.80	20.68	0.14
KAS005	15.52	40.70	0.38	KAS020	9.23	20.68	0.45
KAS006	6.96	20.68	0.34	KAS021	4.33	20.68	0.21
KAS007	15.70	32.56	0.48	KAS022	16.72	20.68	0.81
KAS008	10.06	40.70	0.25	KAS023	15.61	20.68	0.75
KAS009	15.30	32.56	0.47	KAS024	9.37	20.68	0.45
KAS010	18.10	20.68	0.88	KAS025	2.17	20.68	0.10
KAS011	12.93	24.42	0.53	KAS026	1.95	20.68	0.09
KAS012	6.08	11.88	0.51	KAS027	4.27	20.68	0.21
KAS013	4.67	11.88	0.39	KKAS001	6.91	20.68	0.33
KAS014	1.73	5.94	0.29	KKAS002	11.10	16.28	0.68
KAS015	5.18	16.28	0.32				

Tablo 4.51. Safir Sitesi Normal Kat Kirişleri Kesme Etkisi İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

Normal Kat Kirişlerine Ait Talep / Kapasite (V_d/V_r) Oranları						
Kiriş No	V_d (t)	V_r (t)	V_d/V_r	Kiriş No	V_d	V_r
K201	5.31	29.48	0.18	K217	2.39	21.12
K202	2.10	29.48	0.07	K218	2.64	21.12
K203	2.03	21.12	0.10	K219	7.82	36.96
K204	4.38	36.96	0.12	K220	9.02	36.96
K205	7.44	36.96	0.20	K221	19.60	29.48
K206	14.05	52.8	0.27	K222	27.00	29.48
K207	10.46	52.8	0.20	K223	17.93	29.48
K208	14.06	52.8	0.27	K224	21.00	29.48
K209	12.40	52.8	0.23	KK1	10.89	29.48
K210	18.97	29.48	0.64	KK2	7.26	36.96
K211	3.90	29.48	0.13	KK3	10.14	52.80
K212	1.84	29.48	0.06	KK4	10.94	52.80
K213	2.28	29.48	0.08	KK5	13.02	29.48
K214	4.08	29.48	0.14	KK6	11.58	36.96
K215	5.96	21.12	0.28	KK7	12.84	36.96
K216	3.03	21.12	0.14	BKK	2.51	37.40
						0.07

Tablo 4.52. Safir Sitesi Temeller İçin Karşılaştırma (Boyutlar ve Donatı)

Temel No	Mevcut Proje Değerleri						Bulunan Hesap Değerleri				Mevcut Durumun Yeterliliği	
	Temel Boyutları (cm)	Üstte	Alanı (cm ²)	Altta	Alanı (cm ²)	Kesme Donatısı	Temel Boyutları (cm)	Üstte (cm ²)	Altta (cm ²)	Kesme Donatısı	Boyutlar %	Donatı %
MT1	140 / 80	21Ø18	53.34	22Ø18+ 4Ø14	62.12	Ø12/14	500 / 80	60.96	96.26	Ø12/10	28	73
MT2	220/80/ 260-40	36Ø18	91.44	8Ø14+ 62Ø18	169.80	Ø14/10	220/80/ 500-40	86.36	110.94	Ø16/10	67	YETERLİ
MT3	160/80/ 280-30	14Ø14	21.56	15Ø14+ 4Ø18	33.26	Ø12/10	160/80/ 500-30	71.12	71.42	Ø12/10	71	38
MT4	180/80/ 300-30	19Ø18	48.26	14Ø18+ 4Ø14	41.72	Ø12/8	180/80/ 680-30	58.42	98.80	Ø12/10	61	57
MT5	110 / 80	8Ø18	20.32	4Ø14+ 28Ø18	77.28	Ø12/14	400 / 80	83.82	71.42	Ø12/10	28	63
MT6	200/80/ 460-50	17Ø18	43.18	8Ø14	12.32	Ø12/10	200/80/ 540-50	186.36	128.72	Ø16/10	88	18
MT7	200/80/ 430-45	12Ø18	30.48	26Ø18+ 8Ø14	78.36	Ø14/11	200/80/ 500-45	106.68	106.99	Ø16/10	89	51
TP2	370 / 200 -55	-	-	20Ø18	50.80	-	500 / 350 -55	-	76.20	-		67

4.5.1. T.D.Y. (1998) koşullarına göre yapılan güvenlik tahkiklerinin değerlendirilmesi

Kolon ve kirişler için yapılan güvenlik tahkiklerinde her bir eleman, yönetmeliklerde belirtilen yükleme durumlarına göre, yapısal çözümlemeden elde edilen kesit tesirleri ve elemanın taşıma gücü dikkate alınarak güvenli olup olmadığı konusunda değerlendirilmiştir. Sonuçlar bir önceki bölümde verilen tablolarda görülmektedir. Yapılan tahkiklerde kolonların eksenel yük taşıma güçleri Denklem (4.9) , kesme etkisi altındaki taşıma güçleri ise T.D.Y. (1998) koşulları dikkate alınarak Denklem (4.10)' da verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır. Moment kapasiteleri ise Bölüm 4.5.' de belirtildiği gibi hazırlanan karşılıklı etki diyagramları yardımıyla belirlenmiştir. Kirişlerde ve perdelerde kesme güvenliği ise yine T.D.Y. (1998) koşullarına göre Denklem (4.11) ve Denklem (4.12) esas alınarak hesaplanmıştır.

$$N_r = 0.85 \cdot f_{ck} \cdot A_c + A_{st} \cdot f_{yk} \quad (4.9)$$

$$V_r = 0.22 \cdot A_w \cdot f_{ck} \quad (4.10)$$

$$V_r = 0.22 \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ck} \quad (4.11)$$

$$V_r = A_{ch} \cdot (0.65 \cdot f_{ctd} + \rho_{sh} \cdot f_{yd}) \quad (4.12)$$

Kolonlar ve perdeler için belirlenen bireysel yetersizliklerin dışında, Tablo 4.53.' de her kat için farklı kesit tesirleri altındaki “ Talep / Kapasite ” oranları gösterilmiştir. “ Talep / Kapasite ” oranının hiçbir emniyet payı bırakılmamasına rağmen (malzeme ve yük katsayıları uygulanmamasına rağmen), 1 değerini aştığı katlar yüksek risk altında olarak gösterilebilir. Görüldüğü gibi her iki binada da ilk 3 kat yüksek risk altındadır. Tüm kolon ve perdelerde özellikle, X doğrultusundaki deprem etkisinden oluşan moment etkilerine karşı yetersizliğin bulunduğu, kolonlar için kesme etkisine karşı bir tehlikenin bulunmadığı ancak perdeler için yönetmeliğin öngördüğü kesme güvenliğinin sağlanamadığı ise hazırlanan güvenlik tablolarından açıkça anlaşılabilmektedir. Ancak yapılan tahkiklerden ortaya çıkan en acı sonuç, binalarda deprem etkisi bir yana, düşey yük etkisi altında dahi 6. kata kadar yetersiz kolonların bulunmasıdır.

Tablo 4.53. Düşey taşıyıcı elemanlara ait “ Talep / Kapasite ” kat ortalamaları

KAT	$(N / N_r)_{ort.}$	$(M_x / M_{rx})_{ort.}$	$(M_y / M_{ry})_{ort.}$	$(V / V_r)_{ort.}$
Bodrum (Safir)	0.639	0.855	0.731	0.259
Bodrum (Yakut)	0.589	0.874	0.869	0.256
Zemin (Safir)	0.718	6.884	3.957	0.447
Zemin (Yakut)	0.729	6.997	3.983	0.470
1	0.674	1.212	0.535	0.550
2	0.585	1.659	2.815	0.519
3	0.512	1.061	0.672	0.478
4	0.462	0.976	0.505	0.446
5	0.385	0.928	0.450	0.372
6	0.307	0.918	0.427	0.357
7	0.237	0.969	0.427	0.302
8	0.156	1.024	0.421	0.238
9	0.075	1.483	0.550	0.277

Kirişler için yapılan tahkiklerden de açıklık kesitlerinde sorun bulunmadığı ancak deprem etkisinden dolayı mesnetlerde oluşan pozitif ve negatif momentleri karşılamada elemanların yetersiz kaldığı görülmektedir. Yetersizliklerin özellikle asma kat kirişlerinde yoğunlaştığı, normal katta ise özellikle geniş kirişlerin (genişliği yüksekliği yanında fazla olan kirişlerin) risk altında bulunduğu söylenebilir.

Temeller için yapılan tahkiklerden ise, temel sisteminin proje aşamasında yanlış seçildiği açık bir biçimde görülmektedir. Mütemadi temel olarak seçilen sistemin, radye olması gerektiği yapılan hesaplar sonucu ortaya çıkmıştır. Yapılan bu yanlışlık, binanın kaba inşaatı tamamlandıktan sonra giderilmeye çalışılmış ve temel sistemi radyeye dönüştürülmüştür. Ancak yinede radyeleştirilmiş durumdaki maksimum zemin gerilmesi 14.88 kg/cm^2 elde edilmekte ve bu değer zemin emniyet gerilmesi değerini aşmaktadır.

Sonuç olarak her iki bina da, deprem etkisi bir yana kendi ağırlığını taşımakta zorlanmaktadır. Komşu oldukları Zümrüt Sitesi'nin neden olduğu can ve mal kaybı da düşünüldüğünde binaların zaman kaybetmeden, sistemdeki yetersizlikleri ortadan kaldıracak şekilde güçlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmış ve binaları incelemekle görevlendirilen bilirkişi heyeti tarafından da bu doğrultuda bir rapor hazırlanmıştır.

4.6. Mevcut Binaların Güçlendirilmesi

Bölüm 4.5.' de yapılan hesap ve tahkiklerle, taşıyıcı sistem elemanlarının, düşey yük ve deprem etkisi altında oluşan kesit tesirlerini taşıyamadıkları açıkça gösterilmiştir. Bu nedenle, sistem elemanlarının çeşitli yöntemlerle taşıma güçlerinin artırılması veya sisteme değişik elemanların eklenmesiyle, kritik durumdaki elemanlara etkileyen kesit tesirlerinin azaltılması gerekmektedir. Seçilecek güçlendirme sisteminin mimari kullanım özellikleriyle uyumlu olmasına dikkat edilmiş, daire sakinleri ve bina yöneticileriyle sürekli temas kurularak optimum güçlendirme sisteminin seçilmesine özen gösterilmiştir.

4.6.1. Güçlendirme sisteminin oluşturulması

Yapılan tahkiklerden görüldüğü gibi sistemdeki asıl sorun, düşey yük etkilerine karşı kolon kesitlerinin yetersiz kalmasıdır. Bilindiği gibi kolonlarda eksenel yük altındaki “ Talep / Kapasite ” oranının 0.8' i geçmesi, kolonda her an gevrek bir kırılma olabileceğini göstermektedir. Bunun nedeni, 0.8 değerinin üstünde sünme deformasyonunun lineerden çok farklı bir davranış göstermesi ve deformasyonların sabit yük altında da devam edebilmesidir. Bu nedenle literatürde eksenel yük etkisi altındaki “ Talep / Kapasite ” oranlarının 0.5' i geçmemesi önerilmektedir (Sucuoğlu, 2003). Bu tavsiye dikkate alındığında kolonlar için hazırlanan güvenlik tablolarından görüldüğü gibi, kenar aks kolonlarının (S02, S03,

S06, S07) en kritik elemanlar oldukları ve 6. kata kadar kesitlerinin yetersiz olduğu görülmektedir. Aynı şekilde B-3 aksında bulunan S04 kolonunda da 6. kata kadar kesit yetersizliği bulunmaktadır. Binanın çekirdek kısmındaki kolonlar ise (S08, S09, S10), aksinel kuvvet etkilerine karşı diğer kolonlara göre daha güvenli olmalarına rağmen, deprem etkisinden oluşan eğilme momentlerini karşılamada yetersiz kalmaktadırlar. Perdeler ise (P01, P02, P03, S05), çekirdek bölgesindeki kolonlar gibi eğilme momentlerine karşı yetersiz kalmalarının yanında, T.D.Y. (1998) ' de belirtilen kesme güvenliği şartını sağlamamaktadırlar.

Seçilecek güçlendirme sisteminin kolonlar için yukarıda sayılan yetersizlikleri ortadan kaldırması yanında, Tablo 4.9.' da belirtilen binalardaki yapısal düzensizlik durumlarına da (burulma düzensizliği ve taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliği) çözüm getirmesi gerekmektedir. Bu nedenle yapının yatay rijitliğini artırarak, kat yer değiştirmelerini sınırlayacak önlemler alınmasına özen gösterilmiştir.

4.6.1.1. Sisteme yeni düşey taşıyıcı elemanların eklenmesi ve kolonların güçlendirilmesi

Yatay rijitlik denilince ilk akla gelen ve deprem etkilerini en etkili karşılayan yapı elemanı perdedir. Binada yeni perde oluşturabilecek en uygun mekan, asansör ve yangın merdiveninin bulunduğu çekirdek kısmıdır. Binalarda 6-6 ve F-F aksları doğrultusunda, orijine göre simetrik olacak ve burulma etkileri doğurmayacak şekilde dolgu duvarların kaldırılarak betonarme perde ilavesi yapılması düşünülmüş, ancak bina sakinlerinin dairelerin içerisinde yapılacak ağır tahribatlara sıcak bakmamalarından dolayı tercih edilmemiştir. Bunun yerine Y doğrultusunda, S08 ve S09 kolonları arası ile S08 ve asansör perdelerinin aralarındaki dolgu duvarların betonarme perdeler ile değiştirilmesi en makul yöntem olarak görülmüştür. Çekirdek kısmındaki bu perdeler bodrum kattan 9. kata kadar devam etmektedir. Ayrıca düşey yüke karşı kesitleri 6. kata kadar yetersiz olan S02 ve S04 kolonları içinde, aralarındaki dolgu duvarların kaldırılarak yerlerine betonarme perde ilavesi yapılmasına karar verilmiştir. Sözü geçen kolonlarda mantolama yapılması

durumunda, dışa doğru çok fazla dış kalacak olmasından dolayı dairelerde estetik olmayan bir görünümün ortaya çıkması, çelik profillerle kafes içine alınması durumunda ise maliyetin perde ilavesine göre çok daha fazla olması nedeniyle betonarme perde ilavesi tercih edilmiştir. Yapılan hesaplar neticesinde, S02 ve S04 kolonları arasındaki bu perdelerin 4. katta son bulması kararlaştırılmıştır. X doğrultusunda ise, dairelerin iç kısmına girmeden çalışma yapabilmek için S10 perdeleri ile S09 kolonları arasına F – F aksına göre simetrik olacak şekilde, bodrum kattan 9. kata kadar devam eden 35 x 245 cm boyutlarında iki perde yerleştirilmesine karar verilmiştir. Ayrıca çok ince olmalarından dolayı bodrum ve zemin katta kesitleri eksenel yüke karşı yetersiz olan, asansör perdelerinden P01 ve P03' ün 15 cm kalınlaştırılması uygun görülmüştür. Deprem etkisinden dolayı taşıyıcı sistem elemanlarında oluşan yetersizliklere karşı, yukarıda sözü edilen perde ilaveleri yeterli görülmüştür. Güçlendirilmiş sistem için hazırlanan ve Bölüm 4.6.2'de verilen " Talep / Kapasite " oranlarından görülebileceği gibi, eğilme momenti etkisine karşı kritik durumda kolon veya perde kalmaması bunu doğrulamaktadır. Perde davranışı gösterebilecek çelik çaprazlar yerleştirme metoduna, bağlantı detaylarındaki güçlükler nedeniyle rağbet edilmemiştir.

Sistemdeki asıl sorun olan düşey yüke karşı elemanlardaki kesit yetersizlikleri ise, en ekonomik, uygulaması kolay ve mimari kullanımı etkilemeyecek şekilde giderilmeye çalışılmıştır. Bodrum ve zemin katın işyeri olarak kullanılmasından ve herhangi bir çalışma zorluğu bulunmamasından dolayı, eksenel yük altındaki güvenlik oranları 0.5' in altında olan S01, S06 ve S07 kolonları dışındaki tüm kolonların bodrum katta mantolanmalarına karar verilmiştir. Zemin katta ise tüm iç kolonlar mantolanmış, kenar aks kolonları ise, guseleri doldurularak sabit kesitli hale getirilmişlerdir. Bilindiği gibi T.D.Y. (1998) kolonların alt katlarda oluşturulan guselerin üzerlerine oturtulmasını yasaklamaktadır. Oysaki normal katlardaki S06 ve S07 kolonları, zemin kattan 1. normal kata doğru 50 cm genişleyen zemin kat kolonlarındaki guselere oturmaktadır. Bu koşula uymak için zemin kat S06 ve S07 kolonlardaki guselerin doldurulması gerekmektedir. Bu işlem sırasında, beton dökümünün rahat bir şekilde yapılabilmesi için 15 cm'lik bir pay bırakılması uygun görülmüştür. Ayrıca yine beton dökümü için literatürde tavsiye edilen minimum koşula uyulmuş ve bodrum ve zemin katlardaki manto kalınlığı 15 cm olarak

belirlenmiştir (Celep, 2002). Sadece binanın arka kısmında, dilatasyonla binadan ayrılan otoparka ait kiriş ve kolonlardan dolayı bu kısımdaki S02 ve S03 kolonlarının 4 taraftan mantolanması mümkün değildir. Bu nedenle arka cephedeki bu kolonların bodrum katta 3 taraftan mantolanması kararlaştırılmıştır.

Binalarda gerek uygulama zorluğu, gerekse maliyet açısından en önemli sorun, normal katlarda kenar kolonların eksenel yüke karşı yeterli hale getirilmesidir. Dairelerin içinde hoş olmayan bir görüntü oluşturmamak için mantolama tekniği tercih edilmemiştir. Bunun yerine hem kenar aks kolonlarındaki kesit tesirlerini azaltmak ve konsol kirişleri güvenli hale getirmek, hem de oluşturulan yeni temele yük aktarabilmek amacıyla, binaların tüm harf ve sayı akslarındaki konsol çıkımların altına bodrum kattan 9. kata kadar devam eden kolonlar yerleştirilmesine karar verilmiştir. Bu kolonlar 7. katta sonlandırılacak olmalarına rağmen, katlar arasında ani rijitlik değişimi yaratmamak için en üst kata kadar devam ettirilmişlerdir. Bodrum ve zemin katta 50 x 50 cm kesit boyutlarında olan bu kolonların, normal katlarda dairelerin içinde dışa doğru fazla dış vermemeleri için 30 x 50 cm boyutunda olması yeterli görülmüştür. Ancak zemin kat ön cephede, X – 6 akslarına konulması planlanan dış cephe kolonunun, giriş kapısı hizasına gelmesinden dolayı, bodrum ve zemin katlarda ilgili kolon konulmayarak yerine, binanın mevcut durumunda da yapıldığı gibi X – 7 akslarına 2 kolon yerleştirilmiştir. Bu kolonlar 1. kat seviyesinde birbirlerine 50 x 100 cm kesit boyutlarına sahip bir kirişle bağlanmış ve normal katlardan gelen X – 6 akslarındaki kolonlar bu kirişin üzerine oturtulmuştur. T.D.Y. (1998) koşulları gereğince, kirişin ve bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen tüm kolonlarının, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri % 50 oranında artırılmıştır. Kritik olan kesme etkisine karşı ise, söz konusu kirişte etriye sıklaştırması tüm kiriş boyunca devam ettirilmiştir. Ayrıca SAP2000 çözümüne göre, normal katlardaki S03 kolonları üstüne oturduğundan dolayı kesiti yetersiz olan giriş kısmındaki kemerin 25 cm kalınlaştırılmasına karar verilmiştir. Bunun için kemerin bağlandığı kolonlar asma kat seviyesine kadar genişletmiş, daha sonrada 25 cm' lik yeni bir kemer yapılarak, mevcut kemere Ø14/30 cm donatılarla ankrajlanmıştır.

Eklenen dış cephe kolonlarına rağmen, yapılan hesaplar sonucunda 1. ve 2. kat S06 ve S07 kolonlarının eksenel yük altında, çalışmada esas alınan güvenlik

oranı olan 0.5 koşulunu aştıkları belirlenmiştir. Bu nedenle 1. ve 2. katta söz konusu kolonlara, uzun kenarları doğrultusunda 50 cm kanat eklenmesine karar verilmiştir.

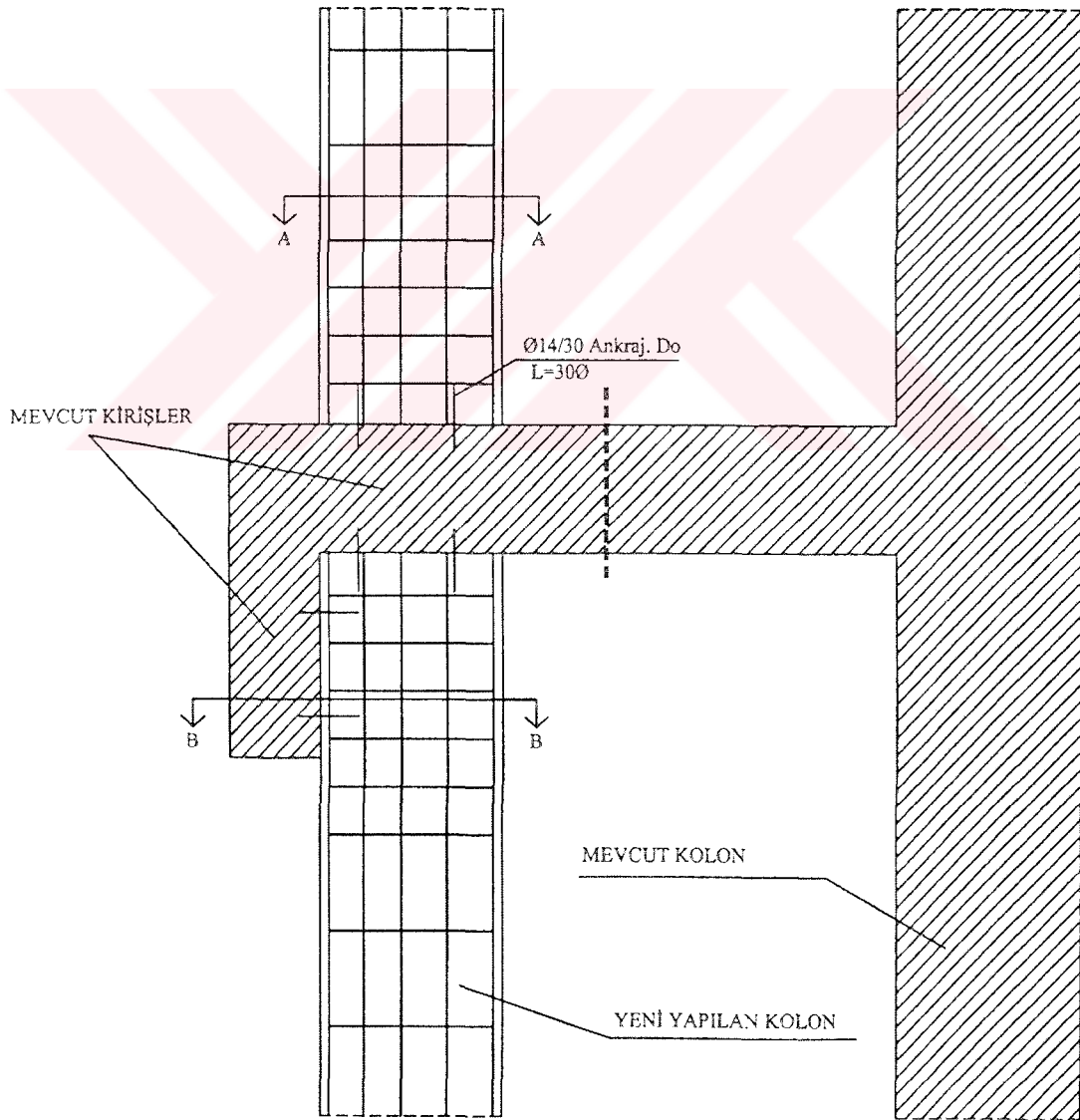
Bölüm 4.5.' de yapılan güvenlik tahkiklerinde de belirtildiği gibi, normal katlarda 15 x 210 cm kesit boyutlarında olan S10 perdeleri, bodrum ve zemin katta 40 x 50 cm boyutundaki kolonlara oturmaktadır. T.D.Y. (1998) 'e göre yasaklanan bu durumun düzeltilmesi için, bodrum ve zemin katta S10 kolonunun sağ ve soluna 40 x 80 cm boyutunda kanat eklenerek kolon boyutunun 40 x 210 cm' ye çıkarılması uygun görülmüştür.

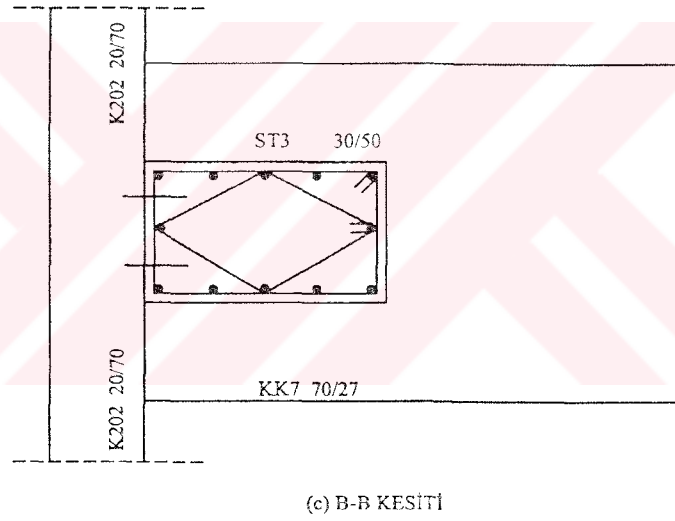
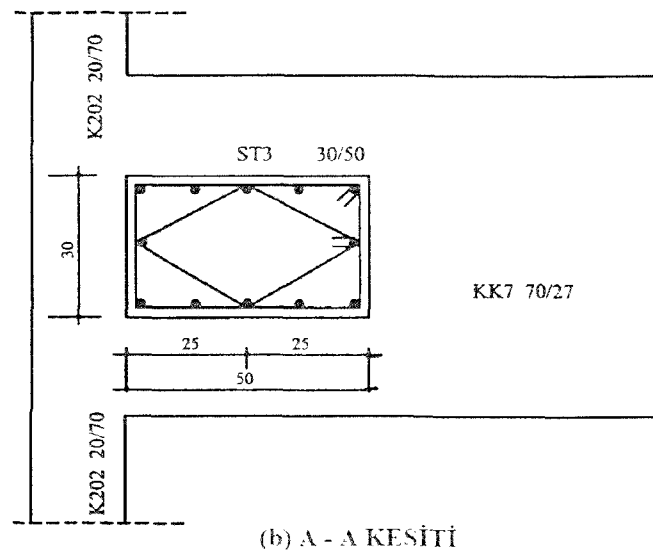
Konsolların altına eklenecek dış cephe kolonlarının temellerinin oluşturulması için yapılacak kazı çalışması sırasında, binanın askıya alınmasını sağlamak amacıyla zemin kat kenar kolonlarının (S02, S03, S06, S07) çelik profillerle sarılması kararlaştırılmıştır. Mevcut kolonların yönetmelikte istenen minimum donatı şartını sağlamaması nedeniyle, kolonların takviyeli halinde gerekli minimum donatı şartını sağlayacak şekilde profil yerleştirilmesi yeterlidir. Bu nedenle tüm kenar kolonların 4.L 80.80.8 mm köşebentlerle sarılmasına karar verilmiştir. Ayrıca bu uygulama yanal bir basınç uygulanarak, yatay yük etkilerinin en etkili hissedileceği zemin katta sünekliğin artırılması bakımından da faydalı olacaktır. Ayrıca sistemde yapılan değişikliklere rağmen, yapılan çözümlemeler sonucunda 1, 2 ve 3. katlardaki bazı kolonların, ani kesit değişimini nedeniyle, eksenel yük altındaki güvenlik oranları 0.5 sınırını aşmaktadır. Bu nedenle söz konusu kolonlardaki yetersizlik, 0.5 limit değerini sağlayacak şekilde profil takviyesiyle giderilmiştir. Sistemde profil takviyesi yapılan kolonlar ve profil boyutları Tablo 4.54.' de gösterilmiştir. Kolonların çevresine yapılacak çelik kafeste, sargı elemanı olarak lama tercih edilmiştir.

Tablo 4.54. Kolonlarda yapılacak profil takviyeleri

Kat	Kolonlara yerleştirilecek köşebent boyutları					
	S02	S03	S04	S05	S06	S07
Zemin	4.L 80.80.8	4.L 80.80.8	-	-	4.L 80.80.8	4.L 80.80.8
1	-	4.L 50.50.5	4.L 70.70.7	4.L 90.90.9	-	-
2	-	-	4.L 50.50.5	4.L 50.50.5	-	-
3	-	-	-	-	4.L 60.60.6	4.L 60.60.6

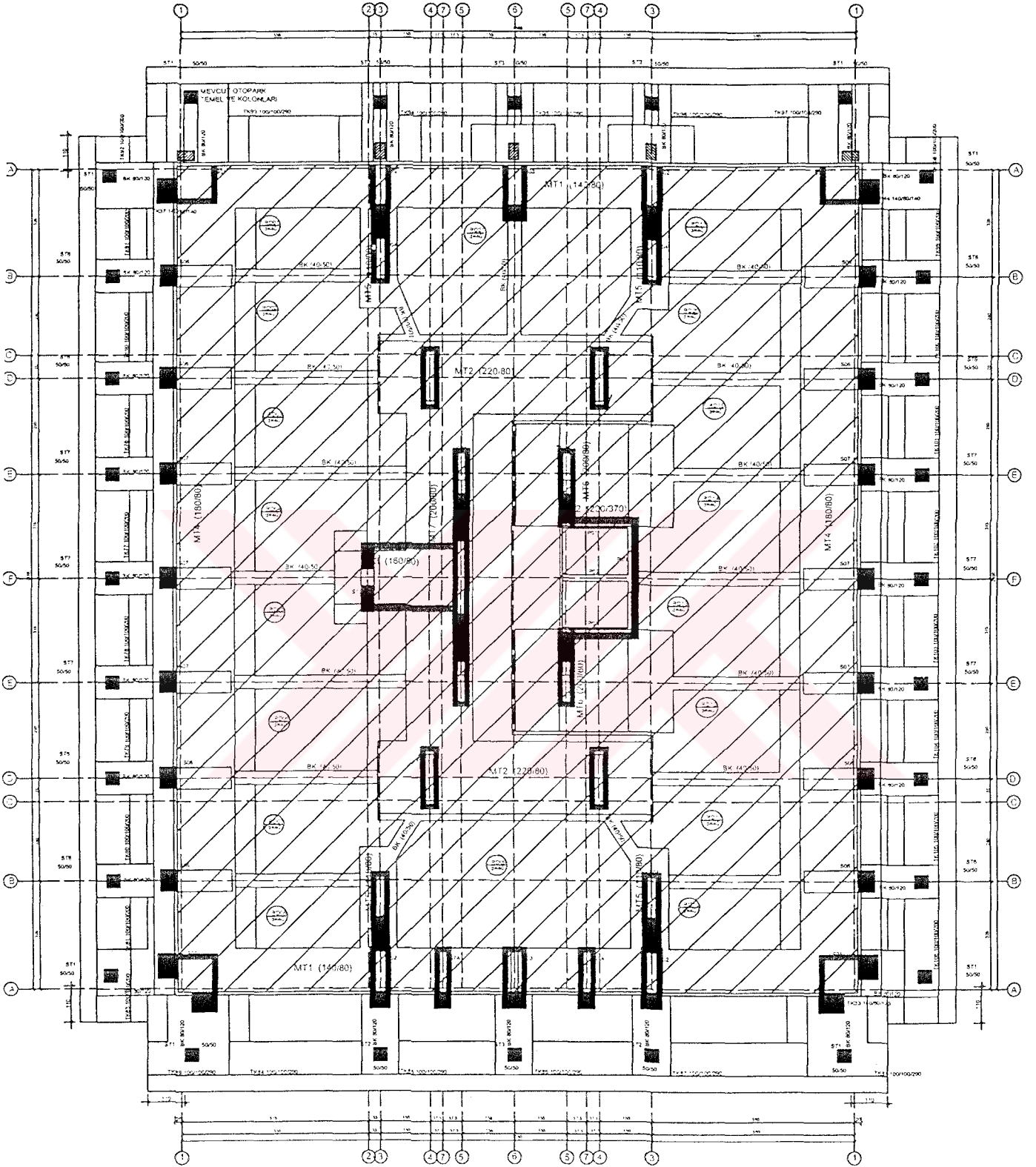
Konsol kirişleri destekleyen dış cephe kolonlarının, dairelerin içerisindeki tuğla duvarlara yaslanacak şekilde yerleştirilmesine karar verilmiştir. Bunun nedeni; beton dökümü sırasında duvarın kalıp dış yüzü olarak kullanılmasını sağlamaktır. Örnek olması amacıyla X - 6 aksına yerleştirilecek ST3 kolonuna ait bağlantı ve yerleşim detayı Şekil 4.13.' de verilmiştir. Kolonların, dairelerin içerisine girilmeden iskele kurularak dışardan yerleştirilebilmesi için, mevcut yerlerine göre yaklaşık 40 cm dışarı alınmaları da muhtemel bir çözümdür. Ancak, özellikle üst katlarda kalıp kurmada yaşanabilecek güçlükler ve beton dökümü sırasında yaşanabilecek olası bir kalıp patlaması durumunda iskeledeki işçilerin risk altında bulunacakları düşünülerek bu seçenek tercih edilmemiştir.



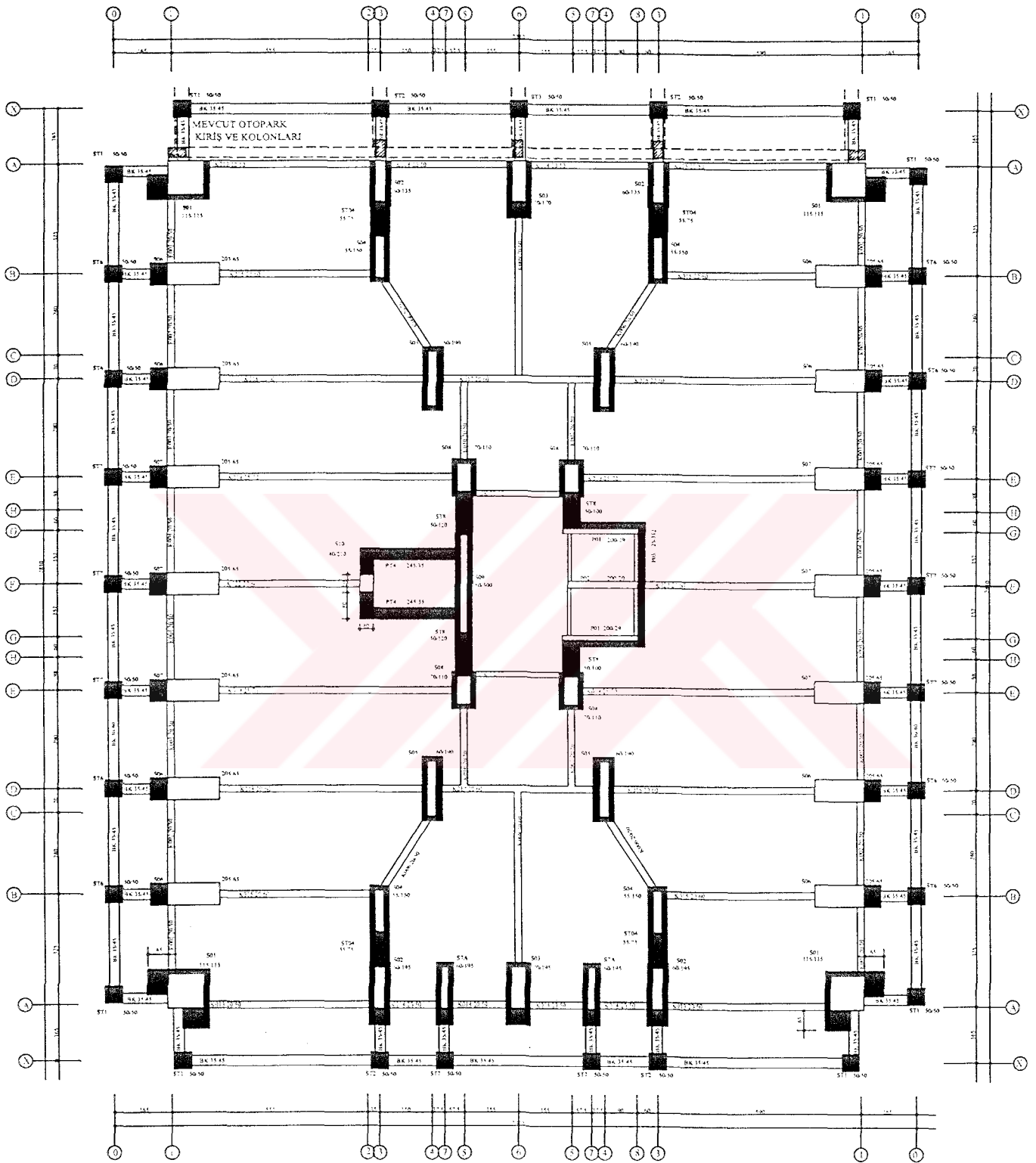


Şekil 4.13. Konsol kiriş – yeni kolon örnek birleşim detayı

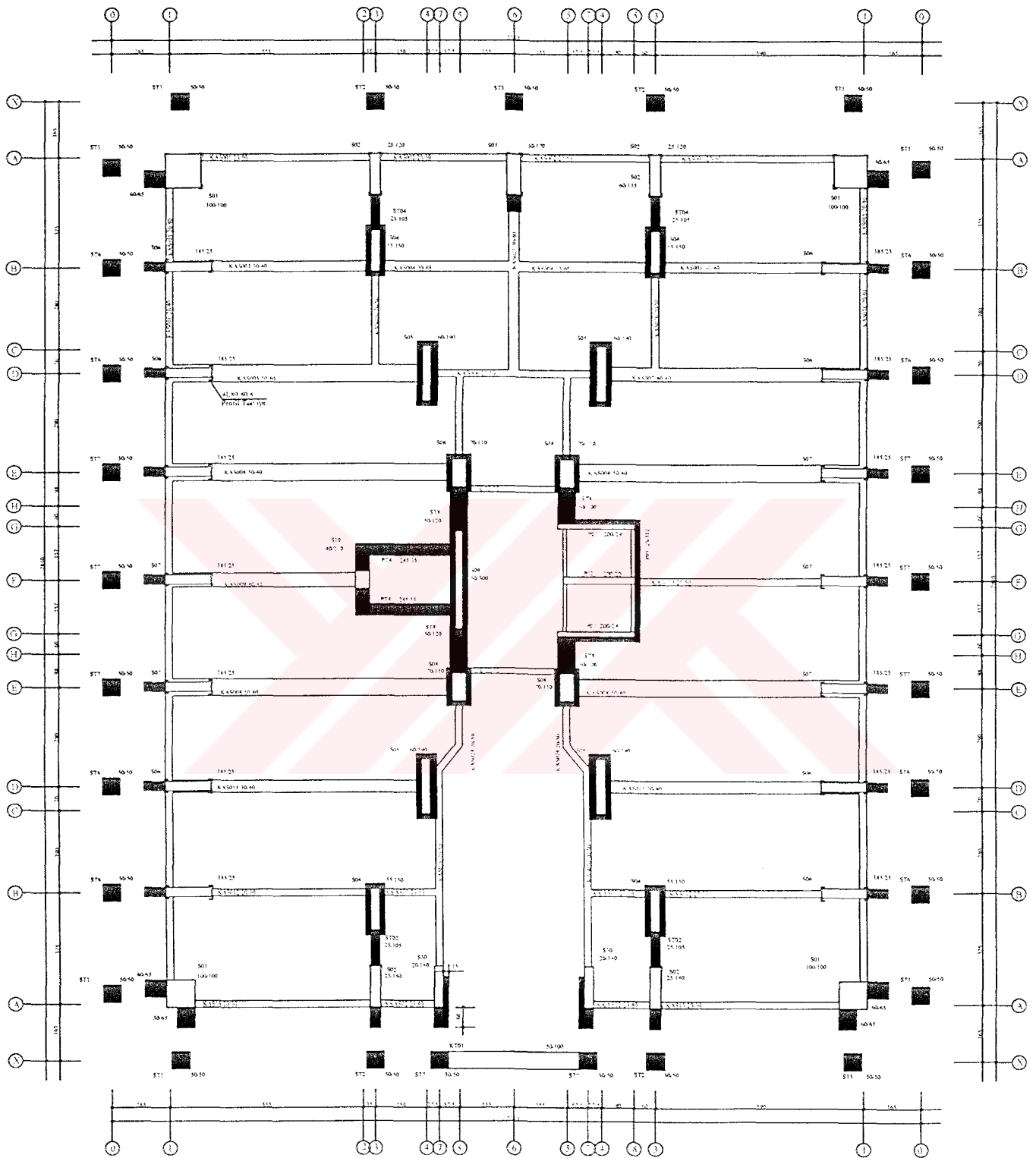
Yukarıda sıralanan güçlendirme esaslarına göre hazırlanan takviyeli sistem kalıp planları Safir Sitesi için Şekil 4.14. ile Şekil 4.19. arasında verilmiştir. Çizimlerde taralı kesitler, yapılan güçlendirme kısımlarını göstermektedir.



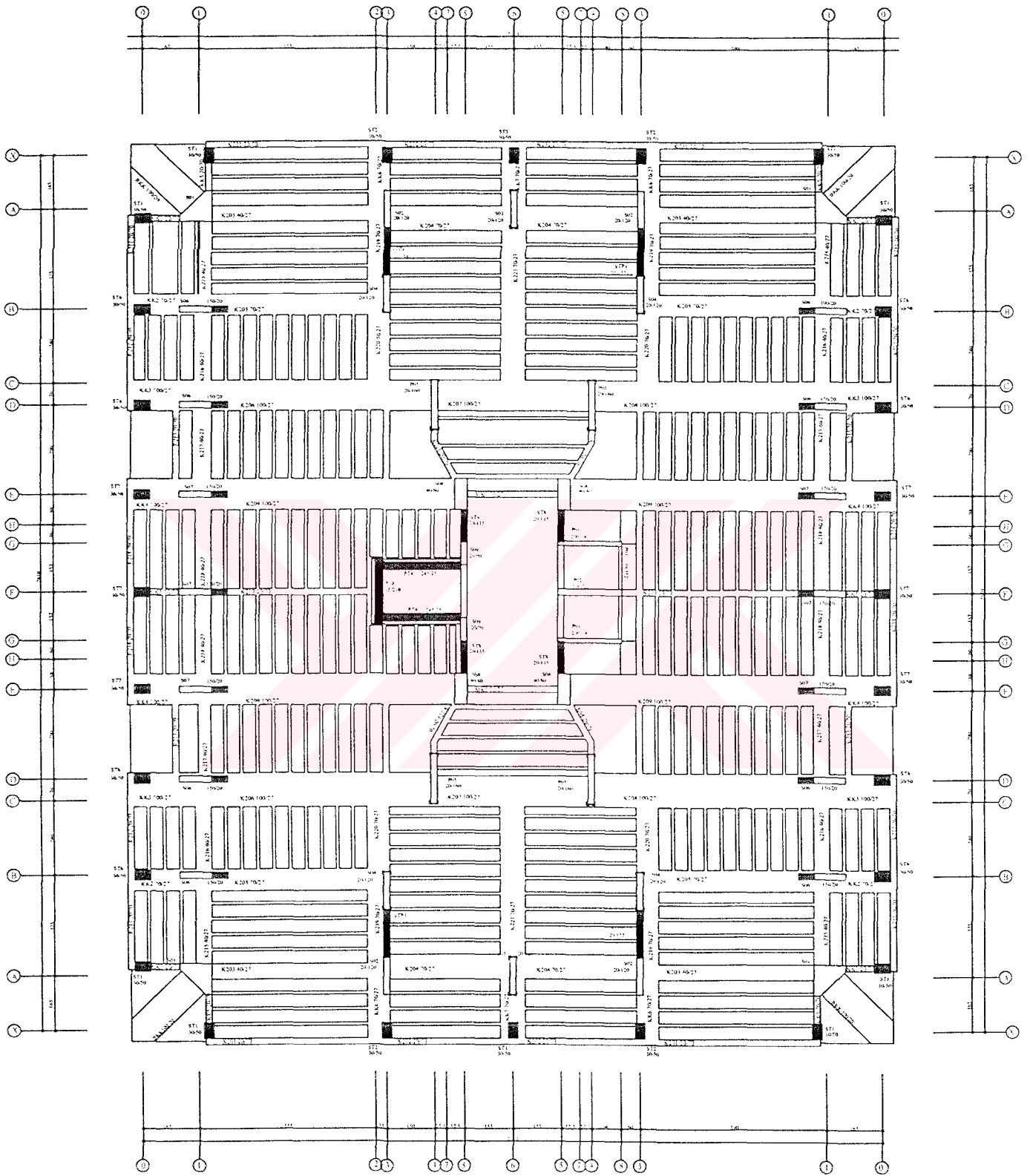
Şekil 4.14. Safir sitesi temel takviye planı



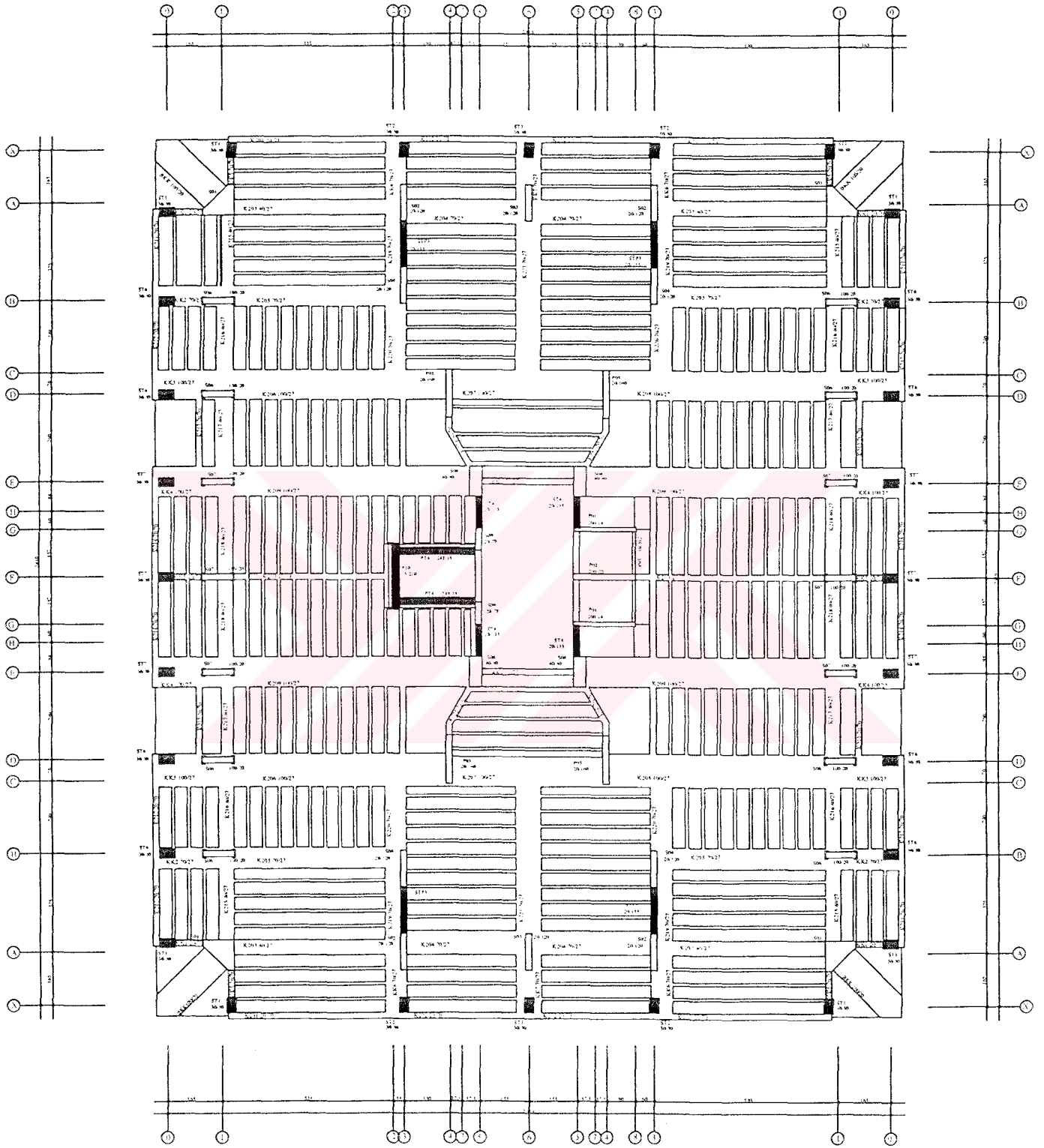
Şekil 4.15. Safir sitesi bodrum kat takviye planı



Şekil 4.16. Safir sitesi zemin kat takviye planı

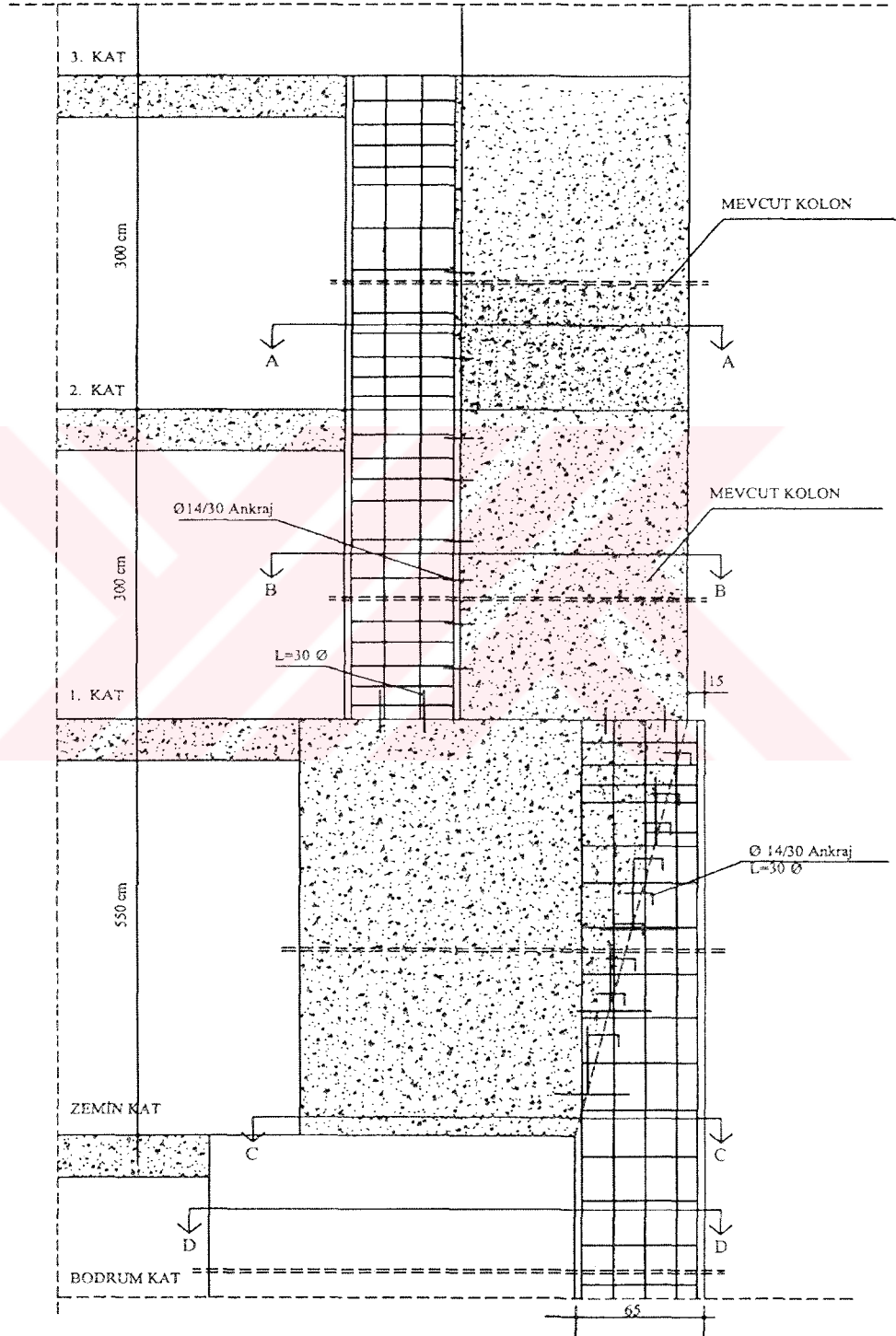


Şekil 4.17. Safir sitesi 1. ve 2. kat takviye planı

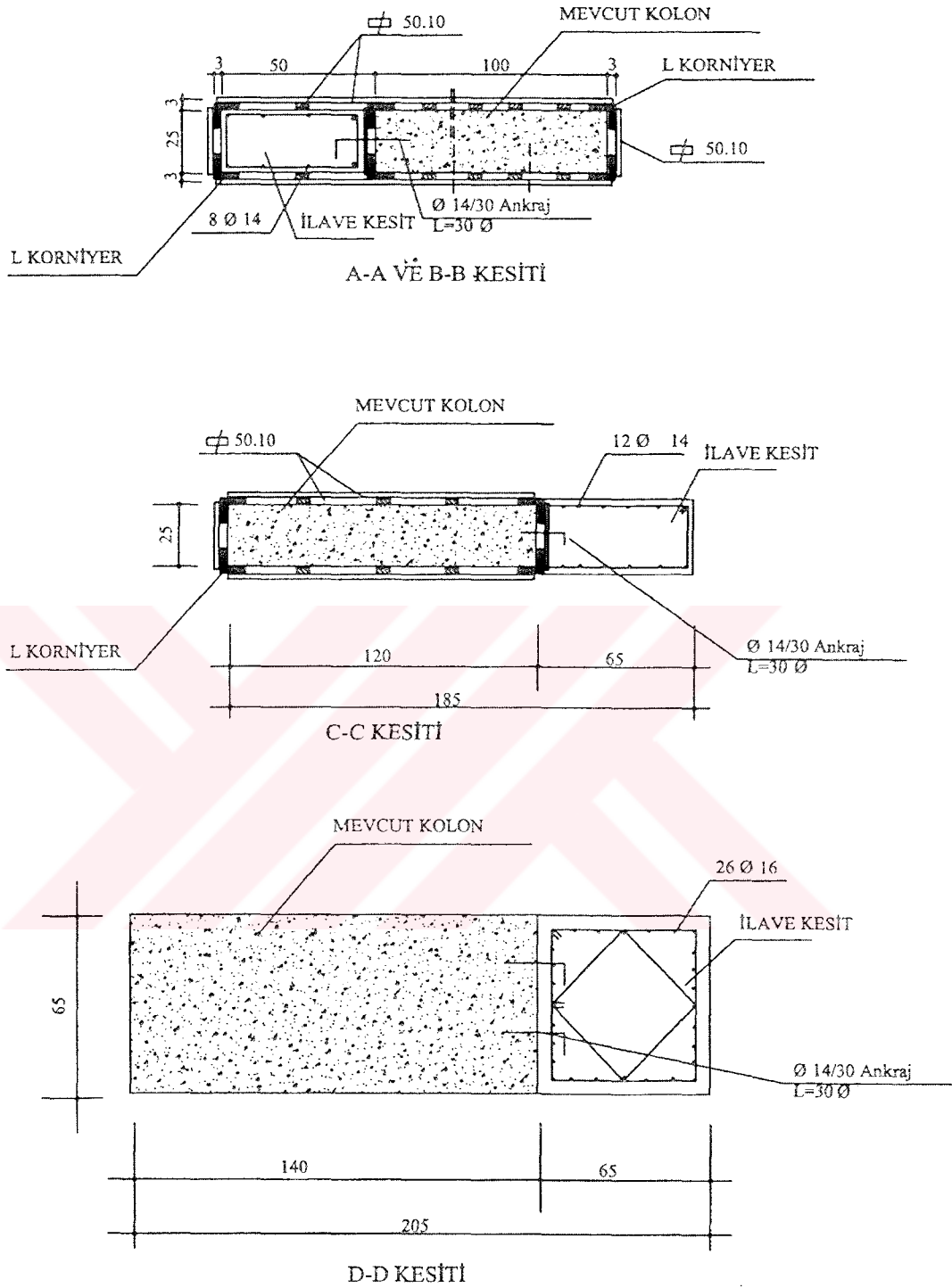


Şekil 4.18. Safir sitesi 3. ve 4. kat takviye planı

Zemin kat kenar aks kolonlarında, daha önce belirtildiği gibi guselerin altı doldurularak, normal kat kolonlarının zemin kat kolonlarında oluşturacağı ikinci mertebe etkileri ortadan kaldırılmıştır. Bununla ilgili detay ve kesitleri Şekil 4.20.a. ve Şekil 4.20.b.' de verilmiştir.



Şekil 4.20.a. Zemin kat kenar aks kolonları takviye detayı



Şekil 4.20.b. Zemin kat kenar aks kolonları takviye detay kesitleri

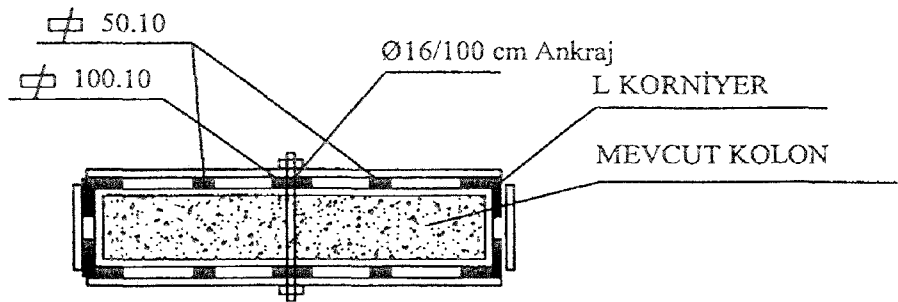
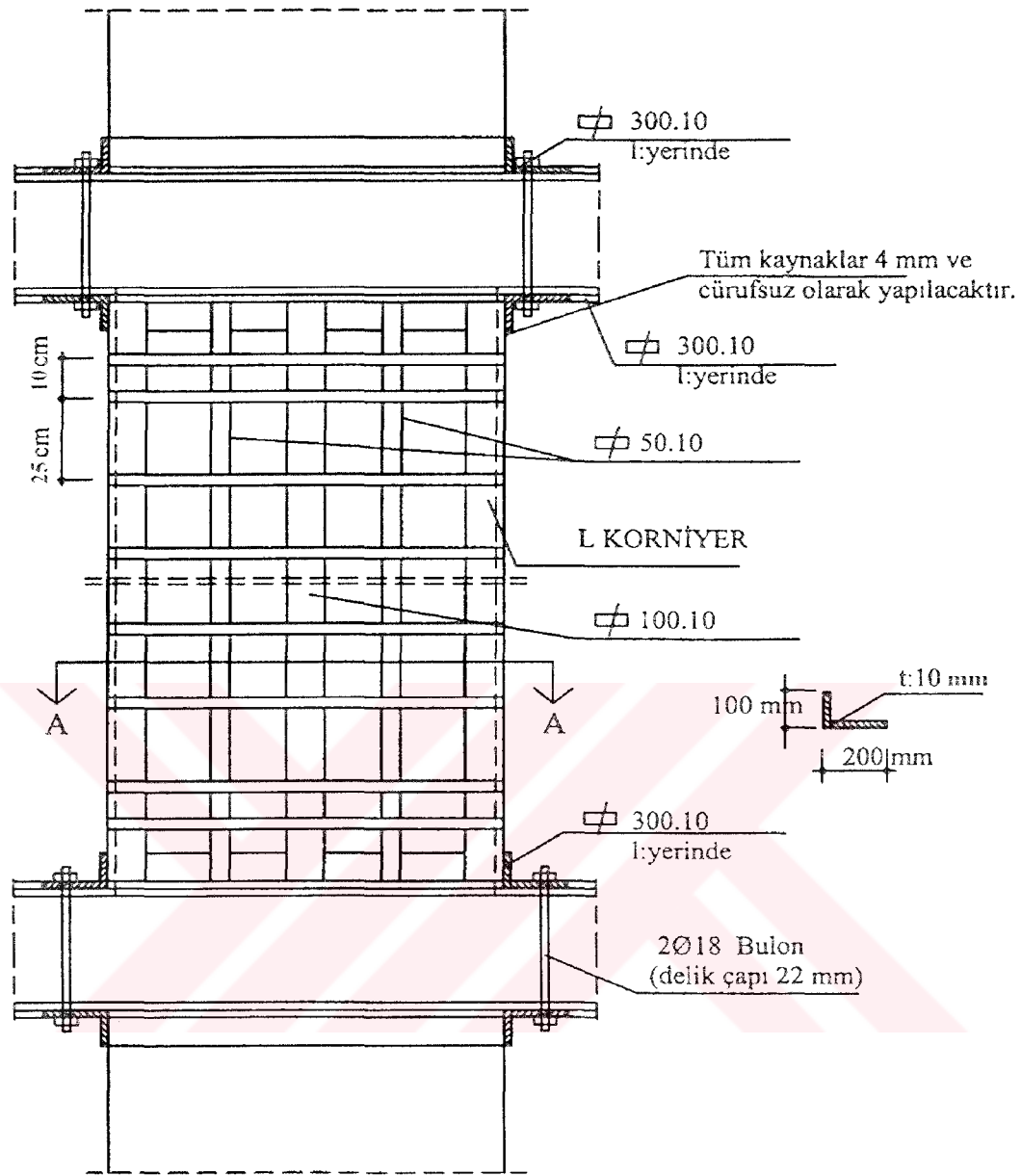
Yukarıda detayları gösterilen zemin kat kenar aks kolonları takviyesinde, korniyer ile eski beton arasına kendiliğinden yerleşen beton kullanıldıktan sonra, tüm kolon çevresine 3 cm kalınlığında 400 dozlu püskürtme sıva uygulanması tavsiye

edilmiştir. Detaylardan da görüldüğü gibi, ankraj çubuğu olarak $\varnothing 14/30$ cm donatılar kullanılmıştır. $30\varnothing$ uzunluğundaki bu çubukların $10\varnothing$ ' lik kısmı eski beton içerisinde, $20\varnothing$ ' lik kısmı ise yeni eklenecek kesitin içerisinde bulunmaktadır.

Daha öncede belirtildiği gibi, zemin kat kenar aks kolonları ve normal katlarda eksenel yük etkisinden dolayı yetersiz olan ve Tablo 4.54.'de belirtilen kolonlar çelik kafes içerisine alınmıştır. Sargı elemanı olarak seçilen lamaların 25 cm arayla yerleştirilmesi yeterlidir. Ancak döşeme alt ve üstünden 50 cm' lik mesafede sıklaştırma yapılmış ve ara mesafe 10 cm' e düşürülmüştür. Levhalarla beton yüzeyi arasının hazır tamir harcıyla doldurulması tavsiye edilmiştir. Bunun yerine epoksi harcıda kullanılabilir. Eğer epoksi harcı kullanılacaksa, harcın levhalara eşit miktarda sürülmesi önemlidir. Ayrıca yükün levhalara aktarılması için kullanılacak alt ve üst başlıklarla beton yüzeyi arasında boşluk kalmaması gerekmektedir. Takviyenin amacına ulaşabilmesi için dikkat edilmesi gereken bir diğer hususta, yatay ve düşey levhaların kolonu iyi sarabilmeleri için yapılacak kaynaklama işlemi sırasında gereken özenin gösterilmesidir. Levhaların birleşen kenarlarının tek bir noktadan değil tamamen kaynatılması gerekmektedir. Bölüm 3.4.2.' de belirtildiği gibi kaynak genişliğinin minimum 3 mm olması önerilmektedir. Bu nedenle kaynakların tamamının 4 mm kalınlığında ve cürufsuz olarak yapılması uygun görülmüştür.

Kolonları çelik kafes içerisine alma işlemi sırasında katlar arasına yerleştirilecek alt ve üst başlıklar birbirlerine $\varnothing 18$ bulonlarla bağlanmıştır. Ayrıca kolonu iyi sarabilmek için, yerleştirilen lamalar 1 m arayla mevcut kolon delinerek birbirlerine $\varnothing 16$ bulonlarla bağlanmışlardır. Söz konusu bulonların etrafının ise epoksi harcıyla doldurulması gerekmektedir. Kolonlarda yapılacak profil takviyelerine ait örnek bir detay Şekil 4.21.' de verilmiştir.

Kolonların mantolanması ve kanat eklenmesi işlemleri sırasında kullanılacak ankraj donatısı $\varnothing 14/30$ cm olarak seçilmiştir. Güçlendirme işlemlerinde kullanılacak betonun ise, kendiliğinden yerleşen ve yüksek dayanımlı beton sınıfına giren **C30** olması kararlaştırılmıştır. Manto kesitlerine konulacak donatılar, yönetmelik koşullarına göre minimum sınır olan % 1 koşuluna bağlı olarak bulunmuştur.



A-A KESİTİ

Şekil 4.21. Mevcut kolon için çelik profil takviye detayı

4.6.1.2. Kirişlerin güçlendirilmesi

Bölüm 4.5.' de yapılan tahkiklerden görüldüğü gibi, kirişlerin açıklık kesitleri oluşan kesit tesirlerini karşılayabilmesine rağmen, mesnet kesitleri yatay yüklerden dolayı oluşabilecek eğilme momentlerini taşıyamamaktadır. Bu nedenle sistemde yapılması planlanan güçlendirme işlemleri de dikkate alınarak sistemin yeniden çözümlenmesi gerekmektedir. Çünkü sisteme ilave edilen perdeler ve kolonlar deprem etkisiyle oluşacak eğilme momentlerinin bir bölümünü karşılayacak, böylece kiriş mesnetlerinde oluşacak eğilme momentleri azalacaktır. Bu nedenle yapılar güçlendirilmiş halleriyle tekrar çözümlenmiş ve kirişlerdeki yetersizler belirlenmiştir. Celep (2002) yaptığı çalışmada, kiriş donatılarının bilinmesi halinde, Denklem (4.13)'de verilen koşulun sağlanmaması durumunda kirişlerin güçlendirilmesinin tavsiye edilebileceğini belirtmiştir. Bu tavsiyeye uyularak, güçlendirilmesi gereken kirişler Denklem (4.13) yardımıyla belirlenmiştir.

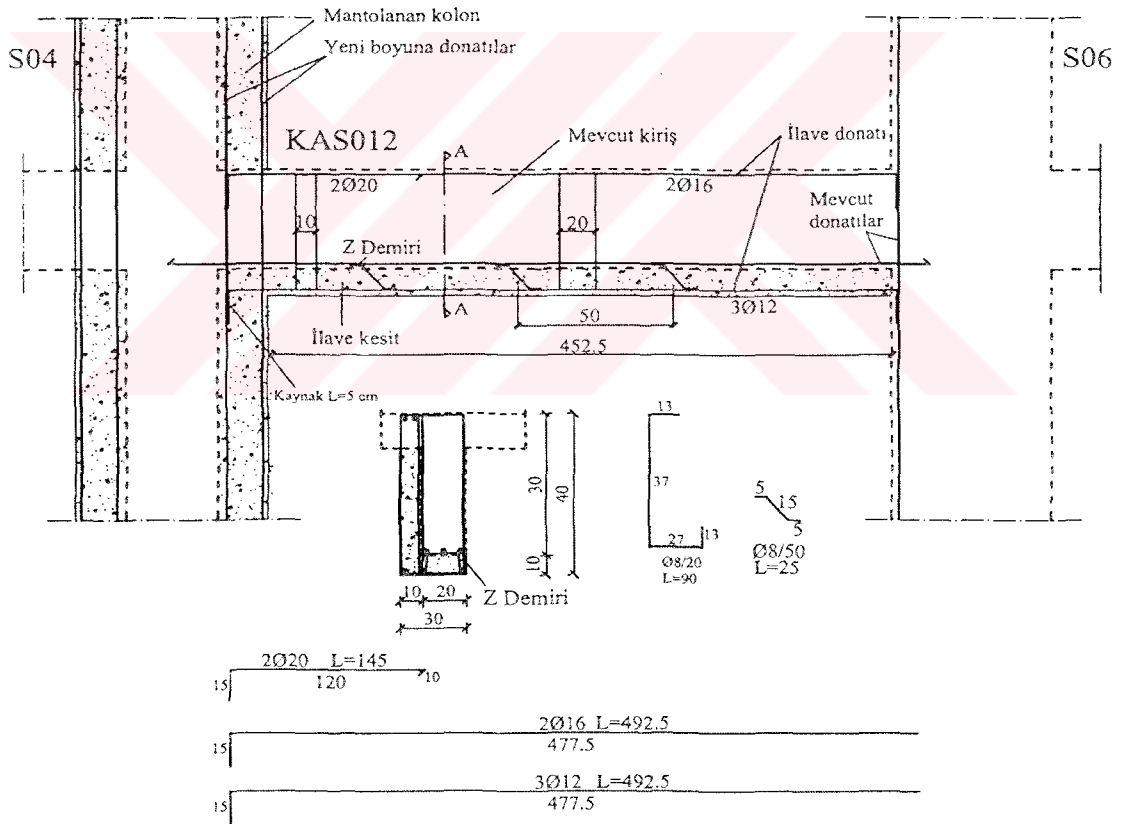
$$A_s (\text{gerekli}) \leq (1.00 \sim 1.25) \cdot A_s (\text{mevcut}) \quad (4.13)$$

Bodrum kat tavanı kirişlerinde, güçlendirilmemiş sistemde açıklık kesitlerinde çok önemli bir sorun bulunmamaktadır. Ancak K005, K006, K007, K008, K011 kirişlerinde mesnet kesitlerinde bazı yüklemeler sonucu oluşan kesit tesirleri taşıma gücünü aşmaktadır. Güçlendirilmiş durumda ise sadece K006 ve K007 kirişlerinin mesnet bölgelerinde ilave olarak 2 cm² donatı ihtiyacı gerekmektedir.

Binalarda, kirişlerdeki yetersizlikler asma katta yoğunlaşmıştır. Buna göre KAS001, KAS003, KAS004, KAS005, KAS009, KAS020, KAS027 kirişlerinin mesnet bölgelerindeki donatı eksikliği nedeniyle; KAS007, KAS010, KAS011, KAS012 kirişleri ise kesit yetersizliği nedeniyle takviye edilmesi gerekmektedir.

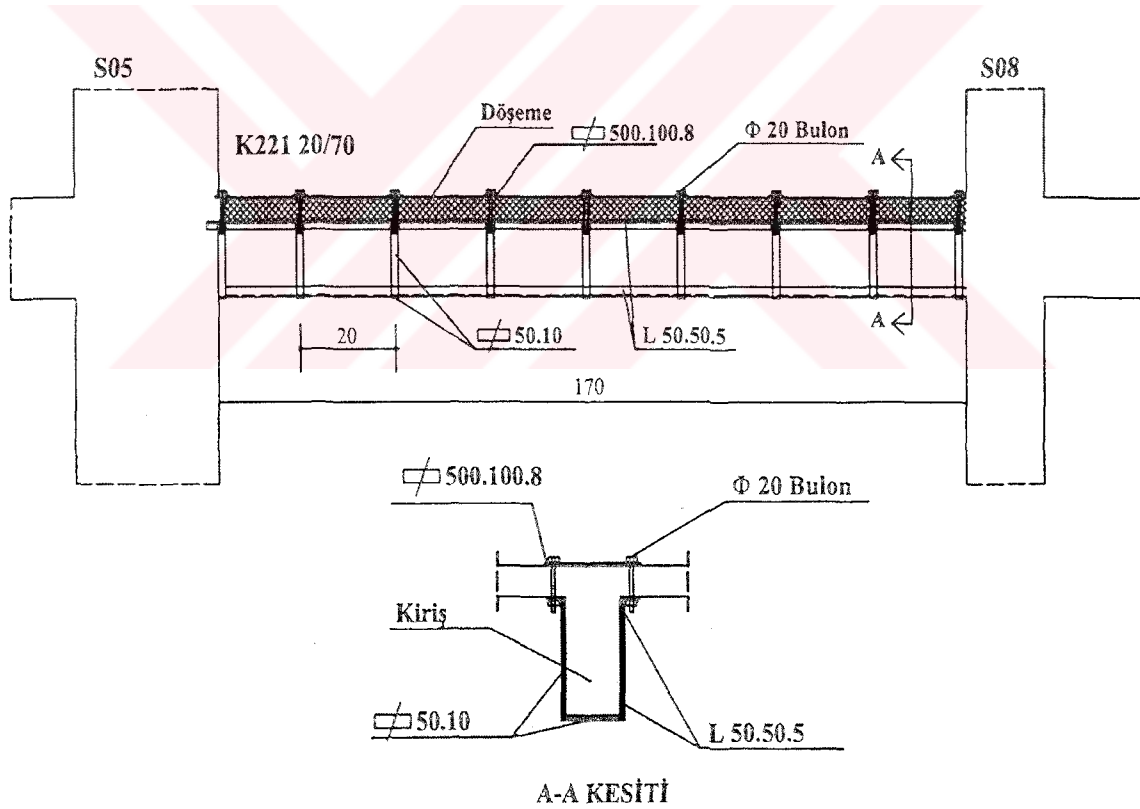
Normal katlar için yapılan analizlerden ise, K201, K202, K204, K211, K212, K213, K214, K219, K220, K221 kirişlerinin güçlendirilmesinin gerektiği anlaşılmıştır. Sözü edilen kirişlerden K206 ve K221' de, mesnet kesitlerindeki donatı yetersizliği nedeniyle güçlendirilme ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Diğerlerinde ise donatı yetersizliği hem açıklık hem mesnet kesitlerinde bulunmaktadır.

Asma katta kesit yetersizliği bulunan kirişlerinin takviyesi için, Bölüm 3.4.4.1.' de açıklandığı gibi kesit genişletilmesi yolu tercih edilebilir. Örnek olması amacıyla KAS012 kirişi için hazırlanan takviye detayı Şekil 4.22.' de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi kirişin iki yüzünde kesit 10 cm artırılarak yetersizlik giderilmiştir. Eski ve yeni donatıların birlikte çalışması için Z demirlerinden faydalanılmış ve ilave edilecek kesite konulacak donatılar mevcut kesitteki donatılara kaynatılmıştır. Ara bağlantıyı sağlayacak olan Z demirlerinin etkili bir kuvvet aktarımı sağlayabilmesi için ara mesafenin 50 cm' den fazla olmaması gerekmektedir (Bayülke, 1995). Ayrıca söz konusu kirişlerin takviyesi yapılırken daha yüksek dayanım elde etmek için kirişlere gelen yükün azaltılması gerekmektedir. Bu yüzden takviye işlemine başlamadan önce kirişlere yük veren döşemeler askıya alınmalıdır.



katlardaki kirişlerde ise kesit artırımı yoluna gidilebileceği gibi, L korniyer ve lamalardan faydalanılarak kiriş sarılabilir (Demir, 2000). K221 kirişi için hazırlanan bir detay Şekil 4.23.' de verilmiştir.

Söz konusu şekilde takviye yapılırken, öncelikle döşemelerin üst kısmındaki kaplama ve tesviye betonu hilti ile kırılmalı ve betonarme betonu ortaya çıkarılmalıdır. Daha sonra kirişlerin her iki yanında 20 cm arayla 22 mm çapında delikler açılmalıdır. Böylece kirişe yerleştirilen L 50.50.5 mm korniyerler, döşeme üstündeki 500.100.80 mm' lik levhayla ϕ 20 bulonlarla bağlanabilecektir. İşlemler tamamlandıktan sonra, profil takviyeler döşeme alt kısmında 400 dozlu çimento harçlı sıva ile sıvanmalıdır. Döşeme üst kısmında bulonların geldiği yerlere ise 5 cm kalınlığında 400 dozlu beton dökülmelidir.



Şekil 4.23. K221 kirişi takviye detayı

Kirişlerde, sistemde yapılan güçlendirme işlemleri sonrasında davranış bakımından en önemli değişiklik kuşkusuz konsol kirişlerde olmaktadır. Bunun nedeni, sisteme eklenecek dış cephe kolonlarından sonra konsol kirişlerin sürekli kiriş kenar açıklığına dönüşecek olmalarıdır. Bu nedenle tüm konsol kirişlerde açıklık bölgesinde sadece $2\phi 10$ montaj donatısı bulunduğu için güçlendirme ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Yapılan hesaplar sonucunda, KK1, KK2, KK6 ve KK7 kirişlerinde 5.18 cm^2 , KK3 ve KK4 kirişlerinde ise 8 cm^2 açıklık bölgesinde donatı ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle konsol kirişlerin de Şekil 4.23.' de verilen şekilde, minimum profil olan L 50.50.5. kullanılarak lamalarla sarılması tavsiye edilmiştir.

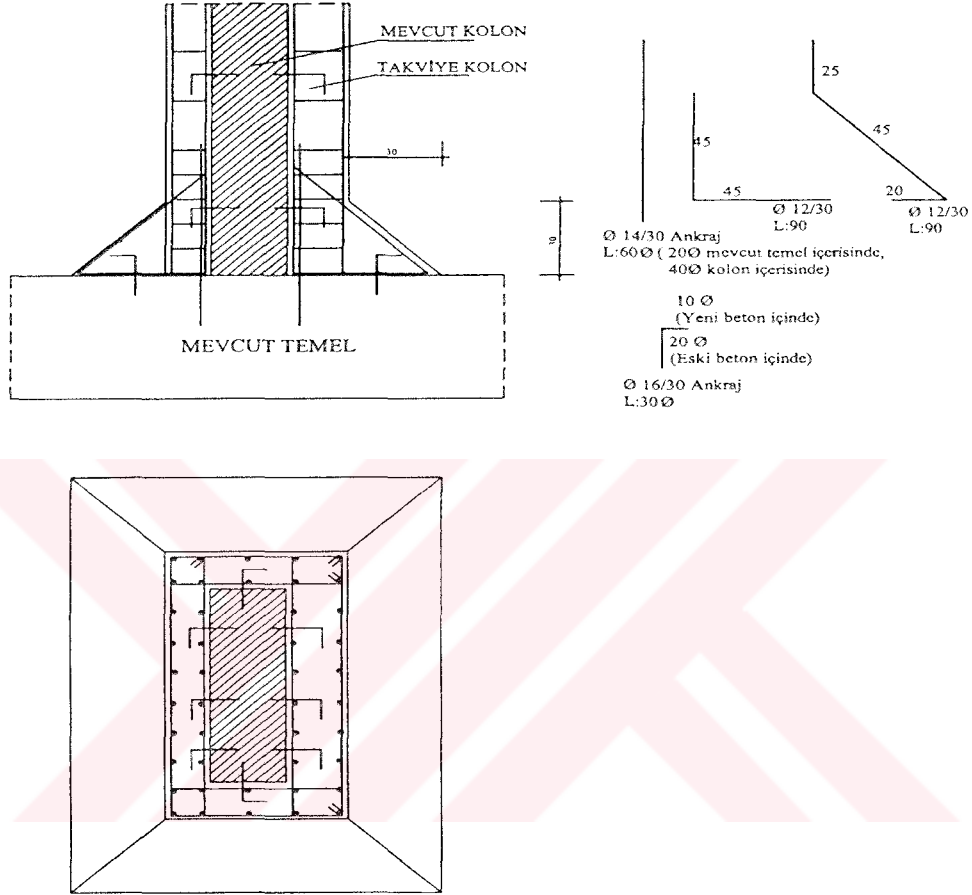
Kirişlerin güçlendirilmesinde kullanılabilecek bir diğer metot da, açıklıkta eğilme donatısı yerine veya kesme bölgelerinde kesme donatısı yerine ilgili bölgeleri fiber takviyeli polimer kompozitlerle sarmaktır. Şekil 4.23.' deki detay CFRP kullanılarak benzer şekilde teşkil edilebilir. Ülkemizdeki yönetmeliklerde bu konuyla ilgili herhangi bir koşul bulunmadığı için, tasarım ve uygulamalarda "ACI Committee 420.2R-02, 2002" kaynak olarak kullanılabilir. Ancak bu sistemin maliyetinin yüksek olması ve 70°C sıcaklık üstünde etkinliğini yitirmesi nedeniyle Safir ve Yakut sitelerinde tercih edilmesi önerilmemiştir.

4.6.1.3. Temellerin güçlendirilmesi

Mantolanan ve sisteme yeni eklenen kesitlerin mevcut radye temelle bütünleşmesi için literatürdeki tavsiyelere uyularak, temele 20ϕ giren ve kolon içerisindeki uzunluğu 40ϕ olan ara bir bağ donatısı tercih edilmiştir (Celep, 2002). Ayrıca yükün temele iletimini kolaylaştırmak ve yükün aktarılacağı alanı genişletmek için bağlantı guseli olarak yapılmıştır. Buna ait bir iç kolon-temel birleşim detayı Şekil 4.24.' de verilmiştir.

Sisteme eklenecek dış cephe kolonları için mütemadi temel oluşturulmuştur. Bölüm 3.4.4.6.' da belirtildiği gibi, mantolanan kolonlar için ek dişler oluşturularak mevcut temel genişletilebilir. Sistemde temel radyeleştirilmiş olduğundan ve mantolanan kesitler temele ankre edileceğinden, sözü edilen uygulama, hazırlanan

dış cephe kolonlarına ait mütemadi temelle mevcut radye temeli birlikte çalıştırmak için kullanılmıştır (Sezer, Yıldız, Tekin, 2001).



Şekil 4.24. Bodrum kat iç kolon – mevcut temel birleşim detayı

Böylece dış cephe kolonları için hazırlanan temellerden faydalanılarak, mevcut radye temel sistemi her iki doğrultuda yaklaşık 4'er m genişletilmiş ve yükün daha geniş bir alana yayılması sağlanarak aşılın zemin emniyet gerilmesi 1.20 kg/cm^2 limit değeri seviyesine çekilmiştir. Bölüm 3.4.4.6.' da belirtildiği gibi yeni temelin eski temel altına minimum 10 cm girmesi gerekmektedir. Emniyetli yönde kalmak amacıyla bu mesafe 15 cm olarak seçilmiştir. Bununla ilgili örnek bir detay Şekil 4.25.' de gösterilmiştir. Binanın dört tarafında da dış cephe kolonları için hazırlanan mütemadi temeller, Şekil 4.25.' de gösterildiği gibi mevcut temele

4.6.2. Yapıların güçlendirme sonrasındaki durumlarının değerlendirilmesi

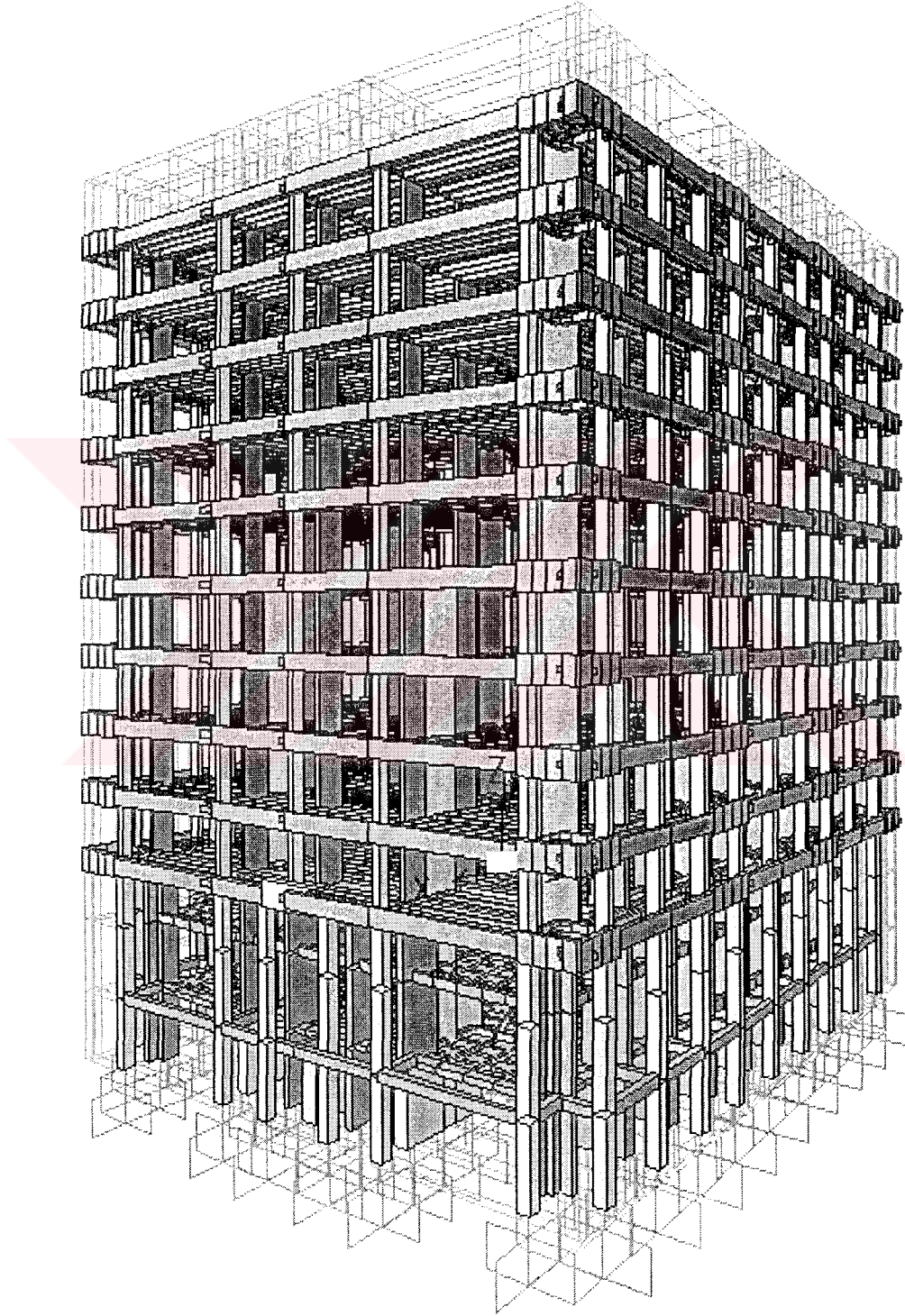
Celep (2002) yaptığı çalışmada, özellikle kolonlar için, güçlendirme işlemleri öncesinde hazırlanan “ Talep/Kapasite ” oranlarından oluşan güvenlik tablolarının, güçlendirilmiş sistem içinde hazırlanmasını tavsiye etmektedir. Bu nedenle kolonlar için güçlendirilmiş sistem çözümlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.55. – Tablo 4.75. arasında gösterilmiştir. Safir sitesi güçlendirilmiş duruma ait SAP 2000’ den alınan perspektif görünümü Şekil 4.26.’ da verilmiştir. Şekilde sarı renkli elemanlar sisteme yeni eklenen elemanları, yeşil renktekiler ise mevcut elemanları göstermektedir.

Güçlendirilmiş sisteme ait çözüm yapılırken “ Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ” için bir kabul yapmak gerekmektedir. Bunun nedeni süneklik düzeyi normal çerçeve sisteminden oluşan yapılara, T.D.Y. (1998) koşullarına uyularak eklenen perde ve kolonlardan sonra sistemin karma bir sistem haline gelmiş olmasıdır. Celep (2002) çalışmasında, taşıyıcı sistemde düzenlilik durumları, etriye sıklaştırması, beton kalitesi gibi hususların göz önüne alınarak çerçeve türünden yapılar için $R = 4$ (normal süneklikte yapı) ve $R = 8$ (yüksek süneklikte yapı) arasında bir değer seçilebileceğini belirtmektedir. Ancak tüm süneklik koşullarının sağlanmasının, mevcut bir yapıda ender rastlanabilecek bir durum olduğunu ve ancak bu durumda $R = 8$ alınabileceğini belirtmiştir. Yukarıda sözü edilen tavsiyeler de dikkate alınarak, binalardan elde edilen beton basınç dayanımının iyi bir seviyede olması (karot numune ortalaması $166.8 \text{ kg/cm}^2 - 164.3 \text{ kg/cm}^2$), binalarda düzensizlik durumlarının güçlendirme sonrasında ortadan kalkması, binalardaki perdeleştirme ve kolon eklemelerinde etriye sıklaştırması yapılması ve C30 beton kullanılması nedeniyle güçlendirilmiş sistemde taşıyıcı sistem davranış katsayısının $R = 5$ alınması uygun görülmüştür.

Güçlendirilmiş sistemde eğilme etkisi için çözüm yaparken, mantolanmış kolonların atalet momentleri ve dayanımı, kesitin dışı daha etkili olduğu için ve manto tabakası önemli bir sargı etkisi oluşturduğu için, kesitin tamamı yeni betondan kabul edilerek hesap yapılmıştır (Celep, 2002). Ancak emniyetli yönde kalmak amacıyla, tüm kesit tesirleri için elde edilen dayanımlar %20 oranında azaltılarak manto kesitinin % 80 verimle çalıştığı kabul edilmiştir.

Zemin katta guselerinin altları doldurularak büyütülen kenar kolonlarda ise, emniyetli yönde kalmak amacıyla, kesitin tümü eski betondan kabul edilerek dayanımları hesaplanmıştır. Böylece yapım sırasında oluşabilecek işçilik hatalarına

karşı ek bir güvenlik payı oluşturulmuştur. Yapılan analizlerden görüldüğü gibi, tüm kolon ve perdelerde “ Talep/Kapasite ” oranlarının 0.5 değerinin altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.26. Safir sitesi güçlendirilmiş duruma ait perspektif görünümü

Tablo 4.55. Safrı ve Yakut Siteleri Güçlendirilmiş Sistemde S01 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S01 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum (Yakut)	278.69	911.90	21.89	119.00	15.48	119.00	2.11	220.00	0.31	0.18	0.13	0.01
Bodrum	271.34	605.91	20.77	74.02	13.55	74.02	2.08	140.80	0.45	0.28	0.18	0.01
Zemin	257.72	584.66	22.53	71.11	15.36	71.11	4.51	140.80	0.44	0.32	0.22	0.03
1	222.98	618.66	15.22	77.99	20.31	77.99	7.92	149.60	0.36	0.20	0.26	0.05
2	201.23	618.66	8.02	75.61	12.76	75.61	5.72	149.60	0.33	0.11	0.17	0.04
3	172.40	618.66	6.89	72.43	11.24	72.43	6.00	149.60	0.28	0.10	0.16	0.04
4	148.39	618.66	6.42	70.21	7.55	70.21	4.85	149.60	0.24	0.09	0.11	0.03
5	125.92	618.66	7.08	64.71	8.03	64.71	4.31	149.60	0.20	0.11	0.12	0.03
6	103.13	618.66	7.07	52.35	7.73	52.35	3.38	149.60	0.17	0.14	0.15	0.02
7	79.15	618.66	6.41	43.38	6.83	43.38	2.42	149.60	0.13	0.15	0.16	0.02
8	53.33	618.66	5.23	28.89	5.66	28.89	1.60	149.60	0.09	0.18	0.20	0.01
9	25.81	618.66	4.82	11.65	2.51	11.65	2.36	149.60	0.04	0.41	0.22	0.02

Tablo 4.56. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S02 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S02 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	161.66	2381.62	14.91	144.74	80.46	281.61	18.43	772.20	0.07	0.10	0.29	0.02
Zemin	142.38	364.54	2.56	11.93	26.75	54.07	7.26	66.00	0.39	0.21	0.49	0.11
1	113.71	231.10	1.53	7.10	10.12	41.44	4.63	52.80	0.49	0.22	0.24	0.09
2	101.44	231.10	2.16	7.13	6.39	41.97	3.93	52.80	0.44	0.30	0.15	0.07
3	90.04	231.10	2.26	7.06	7.14	41.92	4.68	52.80	0.39	0.32	0.17	0.09
4	79.50	190.33	2.04	5.75	5.48	27.60	3.19	44.00	0.42	0.35	0.20	0.07
5	70.63	190.33	2.35	5.64	5.52	27.13	2.73	44.00	0.37	0.42	0.20	0.06
6	60.52	190.33	1.93	5.41	4.79	26.30	2.73	44.00	0.32	0.36	0.18	0.06
7	44.87	190.33	2.20	4.79	4.35	24.31	2.33	44.00	0.24	0.46	0.18	0.05
8	29.13	190.33	1.96	3.93	3.79	20.63	2.00	44.00	0.15	0.50	0.18	0.05
9	15.38	190.33	1.52	3.12	5.42	16.00	2.53	44.00	0.08	0.49	0.34	0.06

Tablo 4.57. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S03 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S03 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	193.57	1619.46	23.50	114.50	86.82	195.84	29.18	623.70	0.12	0.21	0.44	0.05
Zemin	165.16	435.86	2.32	17.99	13.88	66.51	5.36	79.20	0.38	0.13	0.21	0.07
1	134.36	271.54	2.02	6.88	11.09	40.10	5.60	52.80	0.49	0.29	0.28	0.11
2	116.89	244.66	2.76	7.77	8.09	43.79	4.90	52.80	0.48	0.36	0.18	0.09
3	100.29	244.66	2.93	8.14	7.27	45.18	4.83	52.80	0.41	0.36	0.16	0.09
4	84.46	231.10	2.97	7.03	7.15	41.78	4.59	52.80	0.37	0.42	0.17	0.09
5	72.00	231.10	2.86	6.69	7.91	39.72	4.79	52.80	0.31	0.43	0.20	0.09
6	58.08	231.10	2.75	6.18	8.91	36.60	5.03	52.80	0.25	0.44	0.24	0.10
7	44.00	190.33	2.22	4.78	7.35	24.30	4.02	44.00	0.23	0.46	0.30	0.09
8	29.59	190.33	2.04	4.19	6.56	20.91	4.04	44.00	0.16	0.49	0.31	0.09
9	15.12	190.33	2.10	3.91	8.22	16.40	5.73	44.00	0.08	0.54	0.50	0.13

Tablo 4.58. Safır Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S04 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S04 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	204.56	1542.59	9.43	99.72	31.50	283.40	1.98	544.50	0.13	0.09	0.11	0.00
Zemin	180.29	1535.81	13.75	82.29	33.93	271.44	10.01	544.50	0.12	0.17	0.13	0.02
1	143.24	290.52	2.81	6.39	11.30	37.64	6.21	52.80	0.49	0.44	0.30	0.12
2	126.06	264.76	3.40	7.07	10.77	40.31	6.74	52.80	0.48	0.48	0.27	0.13
3	113.53	237.88	3.54	7.52	12.73	41.41	7.99	52.80	0.48	0.47	0.31	0.15
4	99.87	197.10	2.89	5.88	13.24	29.25	7.47	44.00	0.51	0.49	0.45	0.17
5	91.00	197.10	2.60	6.16	11.43	29.97	6.23	44.00	0.46	0.42	0.38	0.14
6	80.44	197.10	2.62	6.26	5.74	30.78	2.86	44.00	0.41	0.42	0.19	0.07
7	60.42	197.10	2.49	5.91	5.68	29.15	3.44	44.00	0.31	0.42	0.19	0.08
8	40.68	197.10	2.22	5.09	4.77	25.09	2.73	44.00	0.21	0.44	0.19	0.06
9	20.09	197.10	3.15	3.79	4.97	19.77	4.08	44.00	0.10	0.83	0.25	0.09

Tablo 4.59. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S05 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S05 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	320.96	2150.20	9.66	144.90	66.85	465.75	3.59	752.40	0.15	0.07	0.14	0.00
Zemin	287.39	2124.71	16.74	138.69	61.95	446.23	9.44	752.40	0.14	0.12	0.14	0.01
1	195.00	406.23	3.65	8.48	20.42	63.21	7.75	40.65	0.48	0.43	0.32	0.19
2	169.17	346.31	5.63	9.54	10.80	70.42	5.28	40.65	0.49	0.59	0.15	0.13
3	146.00	319.43	5.54	10.31	8.44	73.93	5.52	40.65	0.46	0.54	0.11	0.14
4	123.04	305.86	5.72	10.29	9.47	69.41	5.60	40.65	0.40	0.56	0.14	0.14
5	101.00	305.86	5.73	9.90	11.13	66.84	6.29	40.65	0.33	0.58	0.17	0.15
6	79.98	305.86	5.65	9.23	12.32	62.75	6.21	40.65	0.26	0.61	0.20	0.15
7	60.42	305.86	5.55	8.23	12.37	55.98	5.82	40.65	0.20	0.67	0.22	0.14
8	40.11	305.86	5.08	6.95	11.69	47.59	5.29	40.65	0.13	0.73	0.25	0.13
9	21.60	305.86	5.56	5.68	11.07	38.47	5.16	40.65	0.07	0.98	0.29	0.13

Tablo 4.60. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S06 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S06 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	216.00	1274.13	100.55	235.00	12.15	96.19	19.56	205.21	0.17	0.43	0.13	0.10
Zemin	191.00	516.21	56.33	119.10	2.14	18.36	13.82	58.72	0.37	0.47	0.12	0.24
1	153.88	309.21	22.63	71.13	1.36	9.80	8.71	38.09	0.50	0.32	0.14	0.23
2	133.41	309.21	16.54	70.54	1.81	10.42	9.25	38.09	0.43	0.23	0.17	0.24
3	113.00	235.80	9.55	27.83	1.63	5.51	6.11	44.00	0.48	0.34	0.30	0.14
4	94.50	197.10	10.77	30.01	1.30	6.17	7.15	44.00	0.48	0.36	0.21	0.16
5	77.50	197.10	11.03	30.82	1.62	6.24	6.92	44.00	0.39	0.36	0.26	0.16
6	61.20	197.10	10.90	29.32	1.53	5.95	6.69	44.00	0.31	0.37	0.26	0.15
7	45.80	190.33	10.94	24.65	1.37	4.87	6.48	44.00	0.24	0.44	0.28	0.15
8	30.70	190.33	9.00	21.11	1.18	4.04	5.55	44.00	0.16	0.43	0.29	0.13
9	16.40	190.33	13.45	16.51	1.14	3.02	8.19	44.00	0.09	0.81	0.38	0.19

Tablo 4.61. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S07 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S07 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	202.00	1274.13	93.90	225.77	12.61	93.55	17.67	205.205	0.16	0.42	0.13	0.09
Zemin	178.50	516.21	52.22	117.14	2.09	18.26	11.84	58.72	0.35	0.45	0.11	0.20
1	142.90	309.21	24.18	71.19	1.20	10.22	10.78	38.09	0.46	0.34	0.12	0.28
2	122.90	309.21	20.20	69.27	1.63	10.42	11.94	38.09	0.40	0.29	0.16	0.31
3	102.60	235.80	11.88	29.29	1.24	5.90	7.52	44	0.44	0.41	0.21	0.17
4	85.11	197.10	13.95	30.58	1.26	6.28	8.78	44	0.43	0.46	0.20	0.20
5	69.34	197.10	11.96	30.27	1.23	6.14	8.31	44	0.35	0.40	0.20	0.19
6	54.68	197.10	12.34	28.24	1.11	5.74	7.73	44	0.28	0.44	0.19	0.18
7	40.81	190.33	11.56	23.63	1.02	4.62	7.08	44	0.21	0.49	0.22	0.16
8	27.40	190.33	9.51	20.15	0.85	3.82	5.94	44	0.14	0.47	0.22	0.14
9	14.93	190.33	13.66	15.96	0.86	2.91	7.51	44	0.08	0.86	0.30	0.17

Tablo 4.62. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S08 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S08 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum (Yakut)	181.30	1464.55	10.91	78.47	18.51	240.92	4.48	495.00	0.12	0.14	0.08	0.01
Zemin (Yakut)	152.63	1447.43	16.88	74.25	27.40	227.62	13.48	495.00	0.11	0.23	0.12	0.03
Bodrum	178.50	1399.80	12.89	104.60	16.29	164.88	3.01	508.20	0.13	0.12	0.10	0.01
Zemin	149.10	1382.68	19.29	97.82	19.89	153.54	6.00	508.20	0.11	0.20	0.13	0.01
1	115.70	299.10	6.39	18.03	9.58	34.29	6.24	70.40	0.39	0.35	0.28	0.09
2	90.30	299.10	10.39	16.80	12.71	31.80	7.93	70.40	0.30	0.62	0.40	0.11
3	70.00	299.10	10.46	15.13	13.29	28.50	8.96	70.40	0.23	0.69	0.47	0.13
4	59.60	292.33	10.90	14.05	13.64	25.21	9.25	70.40	0.20	0.78	0.54	0.13
5	49.60	292.33	11.25	12.85	13.91	23.02	9.57	70.40	0.17	0.88	0.60	0.14
6	39.70	292.33	11.30	11.52	13.13	20.56	9.42	70.40	0.14	0.98	0.64	0.13
7	29.82	292.33	11.43	10.05	12.72	17.81	9.01	70.40	0.10	1.14	0.71	0.13
8	20.03	292.33	10.22	8.44	12.67	14.80	8.17	70.40	0.07	1.21	0.86	0.12
9	10.40	292.33	12.32	6.78	15.30	11.60	9.55	70.40	0.04	1.82	1.32	0.14

Tablo 4.63. Safır Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S09 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S09 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	91.40	2744.46	9.19	129.15	204.72	614.25	9.05	990.00	0.03	0.07	0.33	0.01
Zemin	74.91	2744.46	9.66	126.31	182.63	596.22	27.74	990.00	0.03	0.08	0.31	0.03
1	35.41	132.55	0.59	4.52	7.02	15.37	4.48	30.80	0.27	0.13	0.46	0.15
2	29.51	132.55	0.91	4.25	7.67	14.48	5.65	30.80	0.22	0.21	0.53	0.18
3	25.35	132.55	1.03	4.03	8.02	13.80	5.50	30.80	0.19	0.26	0.58	0.18
4	21.73	132.55	1.10	3.81	7.92	13.16	5.28	30.80	0.16	0.29	0.60	0.17
5	18.18	132.55	1.08	3.57	7.59	12.52	5.03	30.80	0.14	0.30	0.61	0.16
6	14.55	132.55	1.04	3.31	6.92	11.85	4.55	30.80	0.11	0.31	0.58	0.15
7	10.78	132.55	1.02	3.03	6.00	11.12	3.92	30.80	0.08	0.34	0.54	0.13
8	6.91	132.55	0.95	2.74	4.89	10.37	3.19	30.80	0.05	0.35	0.47	0.10
9	2.67	132.55	1.06	2.42	4.50	9.38	2.92	30.80	0.02	0.44	0.48	0.09

Tablo 4.64. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde S010 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

S10 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	83.98	231.91	1.03	17.76	2.80	20.17	1.64	44.00	0.36	0.06	0.14	0.04
Zemin	93.62	210.39	2.89	15.51	5.34	16.17	2.99	44.00	0.44	0.19	0.33	0.07
1	152.94	1481.05	13.12	32.25	15.65	245.46	8.04	119.96	0.10	0.41	0.06	0.07
2	135.93	1481.05	13.46	30.64	18.35	233.94	8.58	119.96	0.09	0.44	0.08	0.07
3	118.98	1481.05	5.38	29.03	14.39	222.41	9.43	119.96	0.08	0.19	0.06	0.08
4	101.83	1481.05	5.86	27.35	14.78	210.43	9.83	119.96	0.07	0.21	0.07	0.08
5	82.37	1481.05	11.53	25.44	15.30	197.00	10.05	119.96	0.06	0.45	0.08	0.08
6	65.96	1481.05	15.61	23.79	15.28	183.00	9.98	119.96	0.04	0.66	0.08	0.08
7	50.32	1481.05	15.34	22.21	16.18	170.00	10.04	119.96	0.03	0.69	0.10	0.08
8	32.98	1481.05	15.31	20.44	13.41	154.99	8.74	119.96	0.02	0.75	0.09	0.07
9	16.36	1481.05	14.61	18.74	18.35	140.26	12.46	119.96	0.01	0.78	0.13	0.10

Tablo 4.65. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde P01 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

P01 PERDELERİ												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	200.98	894.36	49.93	218.52	0.75	17.31	7.28	68.55	0.22	0.23	0.04	0.11
Zemin	172.33	894.36	68.89	204.90	0.77	16.24	20.52	68.55	0.19	0.34	0.05	0.30
1	97.13	287.72	39.15	84.77	0.29	6.51	18.25	35.55	0.34	0.46	0.04	0.51
2	80.09	287.72	30.88	80.39	0.36	6.21	18.37	35.55	0.28	0.38	0.06	0.52
3	68.20	287.72	29.55	75.75	0.35	5.89	18.21	35.55	0.24	0.39	0.06	0.51
4	56.15	272.80	26.91	63.42	0.34	4.75	17.84	35.55	0.21	0.42	0.07	0.50
5	44.37	272.80	24.60	57.78	0.34	4.27	16.01	35.55	0.16	0.43	0.08	0.45
6	35.17	272.80	21.54	52.68	0.32	3.83	13.64	35.55	0.13	0.41	0.08	0.38
7	26.47	255.16	18.41	37.83	0.31	2.52	10.77	35.55	0.10	0.49	0.12	0.30
8	17.70	255.16	14.17	31.43	0.22	2.07	7.78	35.55	0.07	0.45	0.11	0.22
9	9.23	255.16	12.27	24.63	0.42	1.62	7.56	35.55	0.04	0.50	0.26	0.21

Tablo 4.66. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde P02 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

P02 PERDELERİ												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	104.59	393.06	31.91	107.16	0.22	11.22	2.49	50.78	0.27	0.30	0.02	0.05
Zemin	87.72	393.06	34.68	100.77	0.21	10.49	5.93	50.78	0.22	0.34	0.02	0.12
1	102.00	393.06	45.79	106.25	0.18	11.12	12.51	50.78	0.26	0.43	0.02	0.25
2	96.81	393.06	32.29	104.35	0.05	10.90	15.04	50.78	0.25	0.31	0.00	0.30
3	85.59	393.06	29.04	99.90	0.03	10.38	16.26	50.78	0.22	0.29	0.00	0.32
4	73.93	380.66	25.27	86.34	0.03	8.83	16.10	50.78	0.19	0.29	0.00	0.32
5	62.02	380.66	28.78	80.43	0.04	8.15	15.99	50.78	0.16	0.36	0.00	0.31
6	49.91	380.66	30.56	73.56	0.06	7.29	15.44	50.78	0.13	0.42	0.01	0.30
7	37.60	380.66	30.79	65.65	0.06	6.40	14.71	50.78	0.10	0.47	0.01	0.29
8	25.01	380.66	29.28	58.52	0.08	5.45	13.80	50.78	0.07	0.50	0.01	0.27
9	9.24	380.66	31.79	45.64	0.08	4.25	15.27	50.78	0.02	0.70	0.02	0.30

Tablo 4.67. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde P03 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

P03 PERDELERİ												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	221.80	1374.50	1.39	22.37	110.06	446.48	18.23	106.94	0.16	0.06	0.25	0.17
Zemin	164.41	1374.50	1.73	19.73	141.12	396.65	51.73	106.94	0.12	0.09	0.36	0.48
1	99.06	305.86	0.13	4.32	64.81	138.02	29.53	39.63	0.32	0.03	0.47	0.75
2	81.76	305.86	0.12	4.05	57.18	129.99	27.49	39.63	0.27	0.03	0.44	0.69
3	70.98	305.86	0.12	3.82	51.38	123.71	26.75	39.63	0.23	0.03	0.42	0.67
4	60.71	305.86	0.11	3.55	42.51	116.93	25.83	39.63	0.20	0.03	0.36	0.65
5	50.65	305.86	0.12	3.27	39.12	109.72	23.86	39.63	0.17	0.04	0.36	0.60
6	40.67	305.86	0.12	2.97	34.24	101.74	19.91	39.63	0.13	0.04	0.34	0.50
7	30.81	305.86	0.12	2.67	26.16	92.17	13.46	39.63	0.10	0.04	0.28	0.34
8	21.22	305.86	0.11	2.37	15.27	82.24	6.17	39.63	0.07	0.05	0.19	0.16
9	16.26	305.86	0.12	2.21	5.85	76.98	1.84	39.63	0.05	0.05	0.08	0.05

Tablo 4.68. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST1 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

ST1 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	81.44	740.99	1.60	38.92	1.72	38.92	0.41	165.00	0.11	0.04	0.04	0.00
Zemin	78.71	740.99	1.88	38.49	2.24	38.49	0.39	165.00	0.11	0.05	0.06	0.00
1	65.64	460.12	1.17	27.79	5.11	17.40	3.04	99.00	0.14	0.04	0.29	0.03
2	56.66	460.12	1.18	26.61	5.54	16.54	3.44	99.00	0.12	0.04	0.33	0.03
3	48.63	460.12	1.12	25.48	5.63	15.72	3.61	99.00	0.11	0.04	0.36	0.04
4	41.19	460.12	0.74	24.41	5.21	14.93	3.42	99.00	0.09	0.03	0.35	0.03
5	34.05	460.12	0.99	23.34	4.72	14.15	3.13	99.00	0.07	0.04	0.33	0.03
6	27.09	460.12	0.98	22.27	3.95	13.36	2.71	99.00	0.06	0.04	0.30	0.03
7	20.22	460.12	0.86	21.20	3.51	12.55	2.23	99.00	0.04	0.04	0.28	0.02
8	13.45	460.12	0.71	20.15	2.73	11.75	1.72	99.00	0.03	0.04	0.23	0.02
9	6.79	460.12	0.53	28.19	2.51	10.94	1.53	99.00	0.01	0.02	0.23	0.02

Tablo 4.69. Safrı Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST2 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

ST2 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	101.33	740.99	1.79	41.88	2.39	41.88	0.95	165.00	0.14	0.04	0.06	0.01
Zemin	100.47	740.99	2.14	41.76	3.40	41.76	0.62	165.00	0.14	0.05	0.08	0.00
1	88.56	460.12	3.43	19.11	2.65	30.06	2.04	99.00	0.19	0.18	0.09	0.02
2	79.21	460.12	3.09	18.58	3.64	29.18	2.34	99.00	0.17	0.17	0.12	0.02
3	70.03	460.12	2.95	17.80	3.78	28.30	1.95	99.00	0.15	0.17	0.13	0.02
4	60.92	460.12	2.62	16.95	3.81	27.18	2.54	99.00	0.13	0.15	0.14	0.03
5	51.10	460.12	2.27	15.98	3.85	25.83	2.53	99.00	0.11	0.14	0.15	0.03
6	41.21	460.12	1.86	14.93	3.71	24.41	2.44	99.00	0.09	0.12	0.15	0.02
7	30.72	460.12	1.36	13.77	3.48	22.83	2.28	99.00	0.07	0.10	0.15	0.02
8	19.91	460.12	1.05	12.52	3.07	21.16	2.03	99.00	0.04	0.08	0.15	0.02
9	8.78	460.12	0.72	11.18	3.19	19.35	2.34	99.00	0.02	0.06	0.16	0.02

Tablo 4.70. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST3 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

ST3 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	101.95	740.99	1.65	41.98	2.15	41.98	0.75	165.00	0.14	0.04	0.05	0.00
Zemin	100.80	740.99	1.98	41.80	2.97	41.80	0.55	165.00	0.14	0.05	0.07	0.00
1	89.45	460.12	2.27	19.16	2.55	30.14	1.70	99.00	0.19	0.12	0.08	0.02
2	80.31	460.12	1.56	18.64	3.45	29.29	2.23	99.00	0.17	0.08	0.12	0.02
3	70.78	460.12	1.24	17.88	3.66	28.37	2.42	99.00	0.15	0.07	0.13	0.02
4	60.94	460.12	0.96	16.95	3.69	27.18	2.46	99.00	0.13	0.06	0.14	0.02
5	50.87	460.12	0.91	15.96	3.62	25.81	2.40	99.00	0.11	0.06	0.14	0.02
6	40.63	460.12	0.79	14.87	3.47	24.32	2.28	99.00	0.09	0.05	0.14	0.02
7	30.30	460.12	0.65	13.72	3.26	22.77	2.13	99.00	0.07	0.05	0.14	0.02
8	19.75	460.12	0.48	12.50	2.90	21.14	1.91	99.00	0.04	0.04	0.14	0.02
9	8.70	460.12	0.86	11.17	3.41	19.33	2.10	99.00	0.02	0.08	0.18	0.02

Tablo 4.72. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST6 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

ST6 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	100.50	740.99	1.91	41.76	1.89	41.76	0.72	165.00	0.14	0.05	0.05	0.00
Zemin	99.19	740.99	2.15	41.57	2.75	41.57	0.46	165.00	0.13	0.05	0.07	0.00
1	88.81	460.12	2.38	30.08	4.05	19.12	2.24	99.00	0.19	0.08	0.21	0.02
2	81.05	460.12	2.92	29.36	3.70	18.69	2.19	99.00	0.18	0.10	0.20	0.02
3	73.55	460.12	2.97	28.65	3.30	18.13	1.98	99.00	0.16	0.10	0.18	0.02
4	64.94	460.12	2.95	27.70	2.45	17.33	1.96	99.00	0.14	0.11	0.14	0.02
5	55.15	460.12	2.83	26.40	2.56	16.39	1.91	99.00	0.12	0.11	0.16	0.02
6	44.59	460.12	2.69	24.90	2.46	15.30	1.76	99.00	0.10	0.11	0.16	0.02
7	33.44	460.12	2.40	23.24	2.16	14.07	1.57	99.00	0.07	0.10	0.15	0.02
8	21.95	460.12	2.04	21.48	1.85	12.76	1.34	99.00	0.05	0.09	0.14	0.01
9	9.85	460.12	2.04	19.55	2.52	11.31	1.67	99.00	0.02	0.10	0.22	0.02

Tablo 4.73. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST7 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

ST7 KOLONLARI												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	94.29	740.99	1.84	40.85	1.75	40.85	0.65	165.00	0.13	0.05	0.04	0.00
Zemin	92.66	740.99	2.27	40.62	2.34	40.62	0.53	165.00	0.13	0.06	0.06	0.00
1	84.35	460.12	1.34	29.67	5.15	18.88	3.02	99.00	0.18	0.05	0.27	0.03
2	78.25	460.12	1.53	29.10	4.95	18.51	3.04	99.00	0.17	0.05	0.27	0.03
3	72.30	460.12	1.53	28.52	4.57	18.01	2.76	99.00	0.16	0.05	0.25	0.03
4	64.54	460.12	1.49	27.65	3.19	17.30	2.00	99.00	0.14	0.05	0.18	0.02
5	55.06	460.12	1.50	26.39	2.76	16.38	1.76	99.00	0.12	0.06	0.17	0.02
6	44.54	460.12	1.41	24.89	2.59	15.29	1.61	99.00	0.10	0.06	0.17	0.02
7	33.29	460.12	1.27	23.22	2.26	14.09	1.38	99.00	0.07	0.05	0.16	0.01
8	21.59	460.12	1.03	21.42	1.84	12.72	1.10	99.00	0.05	0.05	0.14	0.01
9	9.07	460.12	1.21	19.40	1.68	11.22	0.98	99.00	0.02	0.06	0.15	0.01

Tablo 4.74. Safir Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde ST8 Kolonları İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

ST8 KOLON VE PERDELERİ												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	95.55	1494.49	3.52	51.80	14.40	145.78	1.28	330.00	0.06	0.07	0.10	0.00
Zemin	87.10	1494.49	4.23	50.06	15.29	142.48	4.07	330.00	0.06	0.08	0.11	0.01
1	65.85	804.92	0.85	13.76	15.27	82.53	7.30	178.20	0.08	0.06	0.19	0.04
2	59.42	804.92	1.30	13.28	12.92	79.45	7.84	178.20	0.07	0.10	0.16	0.04
3	52.56	804.92	1.22	12.78	11.83	76.17	7.83	178.20	0.07	0.10	0.16	0.04
4	45.52	804.92	1.16	12.25	11.08	72.68	7.55	178.20	0.06	0.09	0.15	0.04
5	38.21	804.92	1.14	11.70	12.37	69.03	7.63	178.20	0.05	0.10	0.18	0.04
6	30.65	804.92	1.08	11.13	12.24	65.23	6.81	178.20	0.04	0.10	0.19	0.04
7	22.86	804.92	1.06	10.53	11.47	61.23	6.34	178.20	0.03	0.10	0.19	0.04
8	14.91	804.92	0.81	9.91	9.39	57.08	5.25	178.20	0.02	0.08	0.16	0.03
9	6.51	804.92	1.55	9.26	10.85	52.69	5.48	178.20	0.01	0.17	0.21	0.03

Tablo 4.75. Safır Sitesi Güçlendirilmiş Sistemde PT4 Perdeleri İçin Karşılaştırma (Talep / Kapasite Oranları)

PT4 PERDELERİ												
Kat	N (ton)	N _r (ton)	M _x (t.m)	M _{rx} (t.m)	M _y (t.m)	M _{ry} (t.m)	V (ton)	V _r (ton)	N / N _r	M _x / M _{rx}	M _y / M _{ry}	V / V _r
Bodrum	146.94	2354.79	1.74	47.08	83.32	287.45	2.94	195.94	0.06	0.04	0.29	0.02
Zemin	139.84	2354.79	2.08	46.04	90.53	280.96	8.46	195.94	0.06	0.05	0.32	0.04
1	129.25	2354.79	2.01	44.50	84.07	271.30	8.51	195.94	0.05	0.05	0.31	0.04
2	116.74	2354.79	0.75	42.64	65.88	259.61	9.54	195.94	0.05	0.02	0.25	0.05
3	103.69	2354.79	0.49	40.71	44.30	247.44	11.56	195.94	0.04	0.01	0.18	0.06
4	90.03	2354.79	0.47	38.66	16.88	234.52	8.19	195.94	0.04	0.01	0.07	0.04
5	75.85	2354.79	0.74	36.53	21.84	221.11	7.03	195.94	0.03	0.02	0.10	0.04
6	61.22	2354.79	0.81	34.31	30.27	207.05	5.03	195.94	0.03	0.02	0.15	0.03
7	46.26	2354.79	0.96	32.04	32.98	192.71	3.15	195.94	0.02	0.03	0.17	0.02
8	31.01	2354.79	0.90	29.71	30.92	177.64	1.53	195.94	0.01	0.03	0.17	0.01
9	15.72	2354.79	0.67	27.37	24.74	161.84	10.03	195.94	0.01	0.02	0.15	0.05

“ Talep/Kapasite ” oranlarını gösteren tablolarda, S08 kolonlarına dikkat edilirse, 7., 8. ve 9. katlarda elemana etkiyen eğilme momentinin taşıma gücünü aştığı görülmektedir. S08 kolonu dışındaki herhangi bir elemanda böyle bir durum bulunmamaktadır. Sucuoğlu (2003) yaptığı çalışmada, kesme ve eksenel kuvvetler altında eleman dayanımlarının etkileri karşılaması, sadece eğilme etkisi için karşılamaması durumunda eğilme kırılmasının olumlu etkilerini göz önünde bulundurarak bazı esnek kabullerin yapılabileceğini belirtmiştir. Bu nedenle eğer bir katta kirişlerin “ Talep/Kapasite ” oranları ortalaması, kolonların ve perdelerin ortalamasından fazlaysa, Denklem (4.14) yardımıyla o katın tüm kolon ve perdelerini içeren ağırlıklı “ Talep/Kapasite ” ortalamasının bulunması gerektiğini belirtmiştir. Elde edilen değer 2’ den küçük olması durumunda ise incelenen katın kolon ve perdelerinin güvenli olduğunun kabul edilmesini önermiştir. Ancak bu tavsiyenin uygulanabilmesi için getirilen en önemli şart, tüm kolonların eksenel yük altındaki “ Talep/Kapasite ” oranlarının 0.5’ den küçük olmasıdır. Güçlendirilmiş sistem için hazırlanan güvenlik tablolarından görüldüğü gibi sistemde 0.5 sınır değerini aşan kolon bulunmadığı için Denklem (4.14), 7., 8. ve 9. katlar için uygulanmıştır.

$$(EDO)_{kat} = \frac{\sum_{i=1}^n (EDO)_i \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (4.14)$$

Burada, (EDO) “Etki/Dayanım” (“Talep / Kapasite”) oranını, i kolon veya perde numarasını, n kattaki toplam düşey eleman sayısını, V_i ise eleman kesme kuvvetini göstermektedir. Sonuç olarak güvenlik tablolarında gösterilen X ve Y doğrultularındaki değerlerden, en elverişsiz olanları kullanılarak hesap yapılmış ve her iki bina için de aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Görüldüğü gibi söz konusu katlar, istenen güvenlik katsayısını fazlasıyla sağlamaktadır. Diğer katlar ise, eğilme etkisi dahil herhangi bir yetersizlik bulunmadığı için üst katlara göre daha emniyetli durumda bulunmaktadır.

$$7. \text{ kat} \Rightarrow (EDO)_{kat} = 0.477 < 2 \Rightarrow \text{GÜVENLİ}$$

$$8. \text{ kat} \Rightarrow (EDO)_{kat} = 0.506 < 2 \Rightarrow \text{GÜVENLİ}$$

$$9. \text{ kat} \Rightarrow (EDO)_{kat} = 0.679 < 2 \Rightarrow \text{GÜVENLİ}$$

4.7. Projenin Uygulanması ve Uygulama Sırasında Karşılaşılan Güçlükler

Yakut ve Safir sitesi yöneticileri tarafından çeşitli firmalardan alınan teklifler değerlendirilmiş ve güçlendirme uygulamasının bir İstanbul firması olan Simge İnşaat Taahhüt Ticaret ve Sanayi Limitet Şirketi tarafından yapılmasına karar verilmiştir. Mevcut binalardaki güçlendirme çalışmaları 26.08.2004 tarihinde Safir sitesinden başlamıştır. Bu binadaki çalışmalar 28.12.2004 tarihinde tamamlanmış ve 13.02.2005 tarihinde Yakut sitesinde güçlendirme işlemlerine başlanmıştır. Güçlendirme işlemleri sırasında binalar komple boşaltılmamış, sadece uygulamanın yapıldığı kat boşaltılarak bina sakinleri mağdur edilmemeye çalışılmıştır. Bu çalışma hazırlandığı sırada Yakut sitesindeki güçlendirme işlemleri devam etmektedir.

Güçlendirme işlemleri sırasında, proje ekibi sık sık binalara giderek uygulamanın projeye uygun yapıp yapılmadığını kontrol etmiştir. Ayrıca kullanılan malzemelerin istenilen teknik özellikleri sağlaması amacıyla, beton dökümü sırasında yönetmelik şartlarına uygun olarak alınan numuneler basınç presinde deneye tabi tutulmuş ve C30 sınıfı beton şartlarını sağlamasına özen gösterilmiştir.

Güçlendirme uygulamalarında Nova STV-477 marka epoksi tercih edilmiştir. Epoksi, ankraj donatılarıyla beton arasında aderansı sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Seçilen epoksiye ait teknik özellikler Tablo 4.76.'da gösterilmiştir.

Tamir harcı olarak ise YKS Emaco S88 C kullanılmıştır. Tamir harcı zemin ve normal kat kolonlarında yapılacak çelik profil takviyelerinde, korniyerlerle betonun arasında aderansı sağlamak ve beton dökümü sırasında kalabilecek muhtemel boşlukları doldurmak amacıyla kullanılmıştır. Seçilecek tamir harcının klor ve sülfata dayanıklı olmasına, geçirimsizlik, dayanım, çelik ve betona aderans, durabilite gibi gerekli kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri sağlaması için düşük su/çimento oranına sahip olmasına dikkat edilmiştir. Bu amaçla seçilen YKS Emaco S88 C tamir harcına ait teknik özellikler Tablo 4.77.'de verilmiştir.

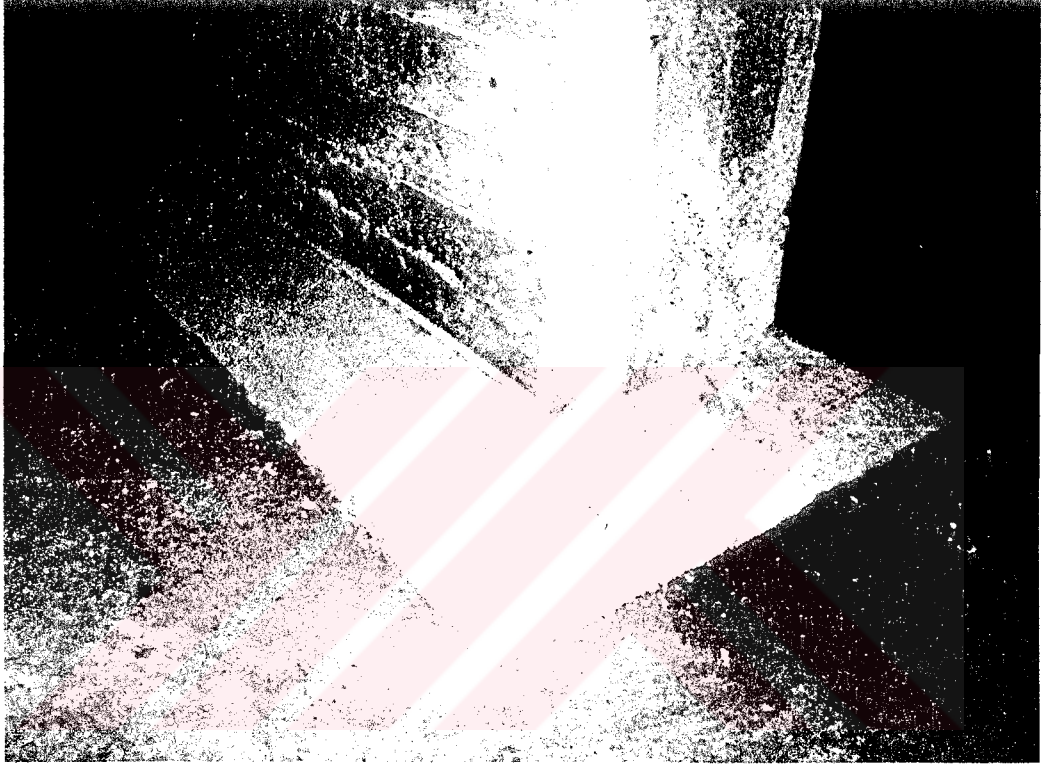
Tablo 4.76. Nova STV-477 epoksiye ait teknik özellikler

Yoğunluk	1.70 kg/lt
Uygulama Ömrü	45 dakika (+20 °C' de)
Tam Mukavemet	7 gün
Beton İçin Çekme Yükleri	
Donatı Çapı: 8 mm	7 kN
10 mm	11 kN
12 mm	16 kN
Sıcaklık	> +5 °C olmalı

Tablo 4.77. YKS Emaco S88 C hazır tamir harcına ait teknik özellikler

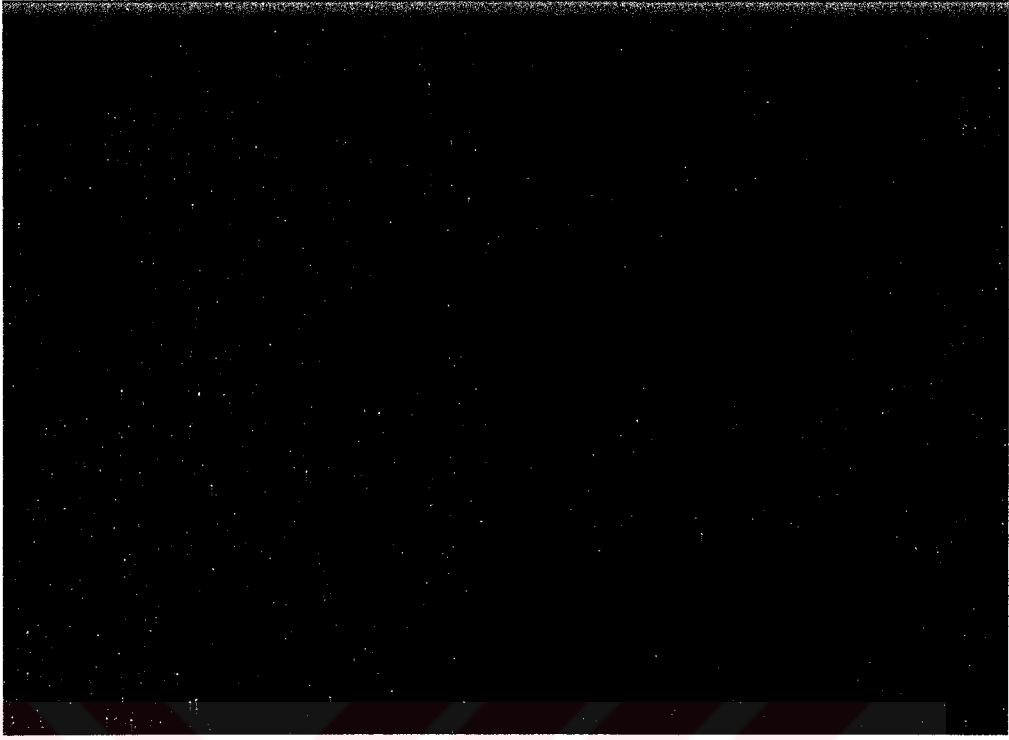
Renk	Gri
Su Oranı (gr su / kg toz)	Maksimum 160 gr/kg
Karışımın yaş yoğunluğu	1.90 kg/lt
Eğilme Mukavemeti (20°C)	7 N/mm ² (7 gün)
	8 N/mm ² (28 gün)
Basınç Mukavemeti (20°C)	60 N/mm ² (7 gün)
	70 N/mm ² (28 gün)
Çekme Mukavemeti (20°C)	Min. 3.6 N/mm ² (28 gün)
Yapışma Mukavemeti (Çeliğe)	14 N/mm ² (düz demir)
	30 N/mm ² (nervürlü demir)
Yapışma Mukavemeti (Betona)	6.5 N/mm ²
Elastisite Modülü	>28000 N/mm ² (28 gün)
Su emme	Geçirimsizdir
Uygulama kalınlığı	Min. 10 mm – Max. 40 mm
Uygulama sıcaklığı	+5 - + 30°C

Her iki binada da çalışmalara bodrum kattan başlanmış ve öncelikle projede belirtilen kolonlar mantolanmıştır. şekil 4.24.' de gösterildiği şekilde, mevcut radye temelle manto kesiti arasındaki bağlantı guseli olarak yapılmıştır. Buna ait bir rnek Resim 4.14.' de gösterilmiştir. Bu işlem sırasında kalıp kurmada zorluklarla karşılaşılmış ve Safir sitesi S04 kolonuna beton dökümü sırasında kalıp patlamıştır.

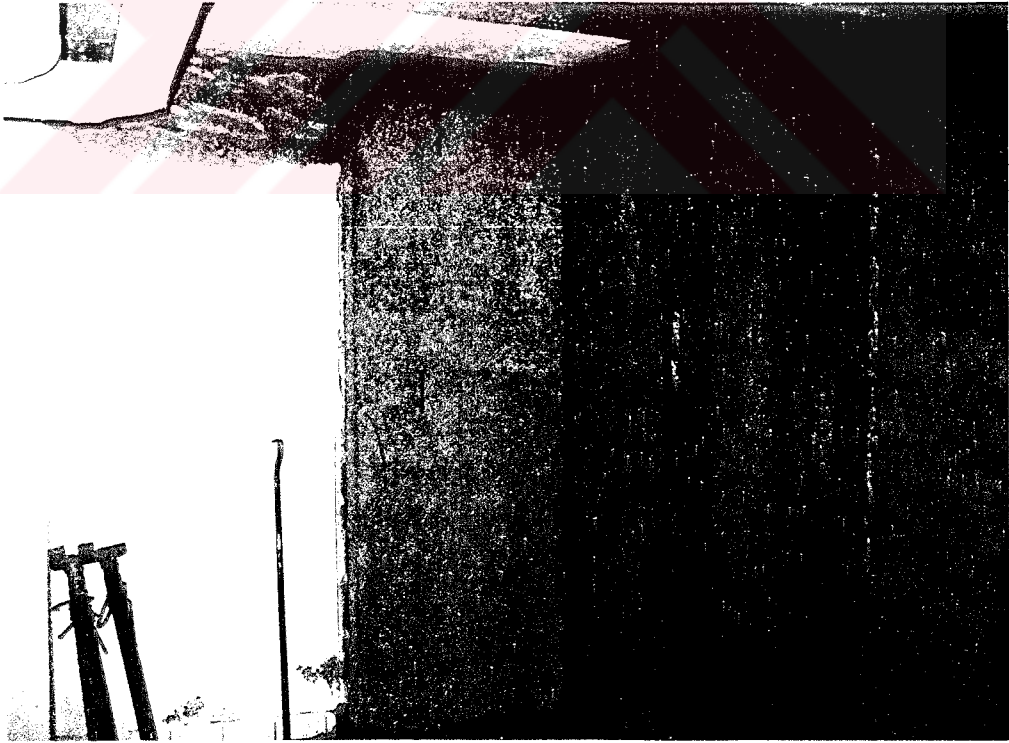


Resim 4.14. Mantolanmış bodrum kat S05 kolonu ve guseli olarak mevcut radye temele ankre edilmesi

Bodrum kat kolonlarında yapılan güçlendirme çalışmaları sırasında, n cephedeki K001 ve K013 kirişlerinde, S01 kolonlarındaki oturma nedeniyle oluştuğu tahmin edilen kesme çatlaklarına rastlanmıştır. Bu çatlaklardan biri Resim 4.15.' de gösterilmiştir. Kirişlerdeki bu kritik durumun giderilmesi amacıyla projede olmamasına rağmen, S01 kolonlarına kesme çatlaklarını içine alacak şekilde, kiriş doğrultusunda ve kiriş genişliğinde kanat eklenmiştir (Resim 4.16.). Yerinde yapılan bu çalışma her iki binada da uygulanmıştır..



Resim 4.15. K013 kirişinde S01 kolonunun oturmasından dolayı oluşan kesme çatlağı



Resim 4.16. Yakut sitesi K001 ve K013 kirişlerindeki kesme çatlaklarından dolayı, çatlayan kısmı içine alacak şekilde yerinde yapılan kanat ekleme

Bodrum katta elektrik ve su tesisatlarının neredeyse tamamının kolon ve kirişlerin içinden geçirilmesi nedeniyle, ankraj deliklerinin açılması sırasında sorun yaşanmış ve iki kere sigorta patlamıştır. Karşılaşılan bir diğer sorunda, asansör perdesinin olduğu yerin kazan dairesi olarak kullanılmasıdır. Yapılacak işlemleri kolaylaştırmak için kazan ayrı bir yere taşınmıştır.

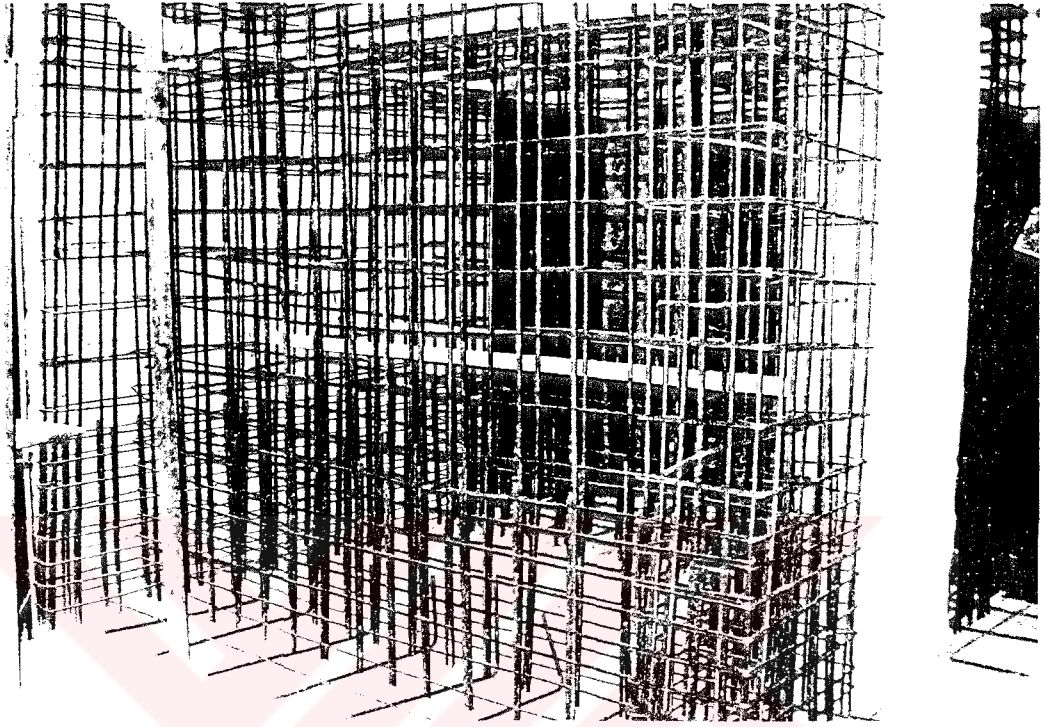
Daha önce Bölüm 3.4.3’ de belirtildiği gibi ankrajlanmış donatıların dayanımında ankraj deliğinin temizlenmiş olmasının önemi büyüktür. Bu nedenle bu konuya büyük özen gösterilmiştir. Delikler önce basınçlı hava yardımıyla, daha sonra kalan pislikler fırça yardımıyla temizlenmiştir (Resim 4.17.).



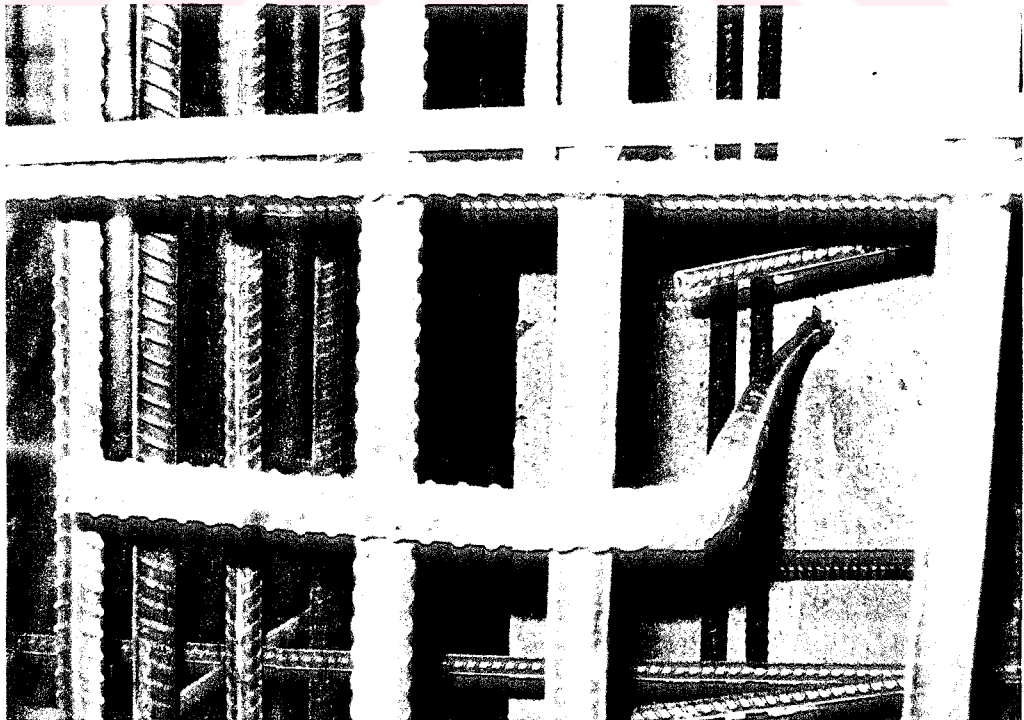
Resim 4.17. Ankraj deliklerinin basınçlı havayla temizlenmesi

Bodrum katta yapılan diğer çalışmalar, S10 kolonuna kanat eklenmesi ve oluşan yeni kolonla S09 perdesi arasında 35x245 cm’ lik perde oluşturulmasıdır. Yapılan bu işlemlere ait bir görüntü Resim 4.18.’ de gösterilmiştir. Perde oluşturulurken zemin kat döşemesi kırılmış ve perdenin sürekliliği sağlanmıştır. Ankraj donatıları yerleştirilirken açılan deliklerin yerinde 15Ø derinliğinde olmasına özen gösterilmiş, yeni eklenecek kesit içinde kalacak kısmın ise minimum 20Ø

olması sağlanmıştır. S10 kolonunda yapılan işlemler sırasında ise, ankraj donatısı, eklenen boyuna donatılarla kenetlenmiş ve S10 kolonunun eklenen kanatlarla birlikte tek bir eleman gibi çalışması sağlanmaya çalışılmıştır (Resim 4.19.).



Resim 4.18. Bodrum kat S10 kolonuna eklenen kanatlar ve oluşturulan 35x245 cm kesitindeki perde



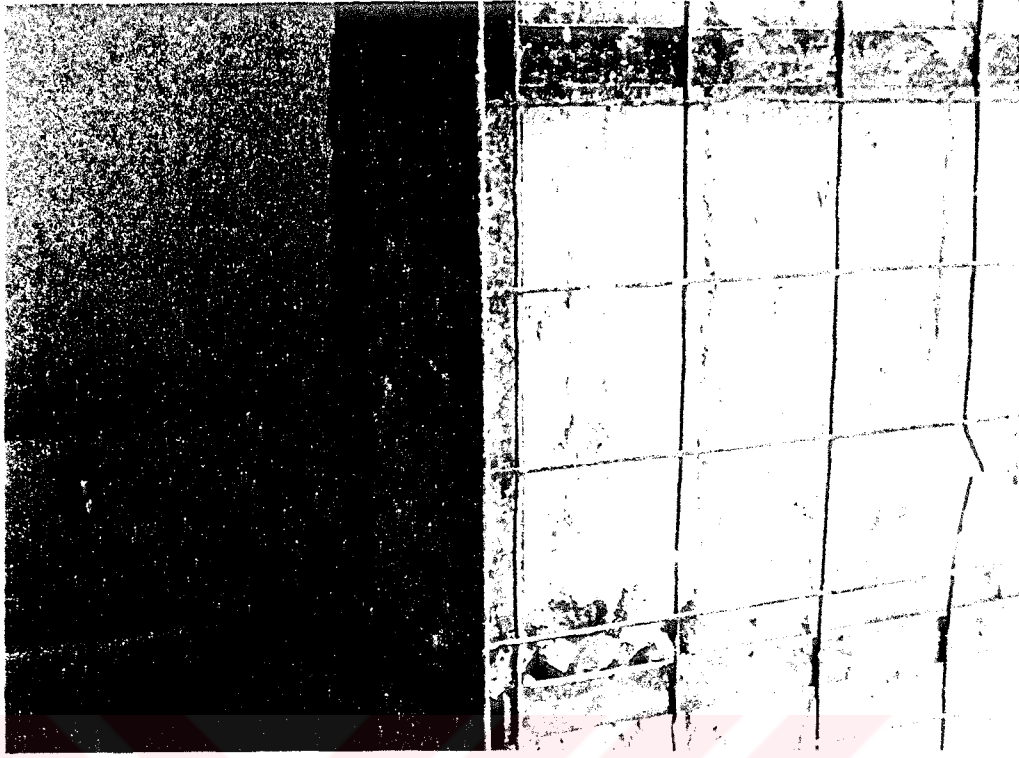
Resim 4.19. Bodrum kat S10 kolonunda kullanılan ankraj demirleri

Bodrum katta yapılan çalışmaların tamamlanmasından sonra zemin kata geçilmiş ve öncelikle S04 ve S05 kolonları mantolanmıştır. Ardından kenar aks kolonlarındaki elik profil takviyelerinin yapımına geçilmiştir.

Profil takviyelerinin yapılması için zemin kat kolonları soyulduğunda, inşa aşamasında kolonların elik profillerle güçlendirilmeye çalışıldığı anlaşılmıştır. Ancak zen gösterilmeden ve adeta göz boyamak için yapılan takviyenin hiçbir faydasının olmadığı açıktır. Bunun başlıca nedeni, köşebentlerin alt ve st başlık kullanılmadan mevcut kiriş veya döşeme betonuna oturtulmasıdır. Ayrıca köşebentler kolona yapıştırılmamış, arada kalan boşluklar taş ve beton parçalarıyla kapatılmaya çalışılmıştır (Resim 4.20.). Bunun yanında bazı profillerin doğru bir şekilde bile yerleştirilmediği ve kolonu saracak şekilde değil, dışarıya doğru taşacak şekilde yanlış konulduğu görülmüştür (Resim 4.21.).

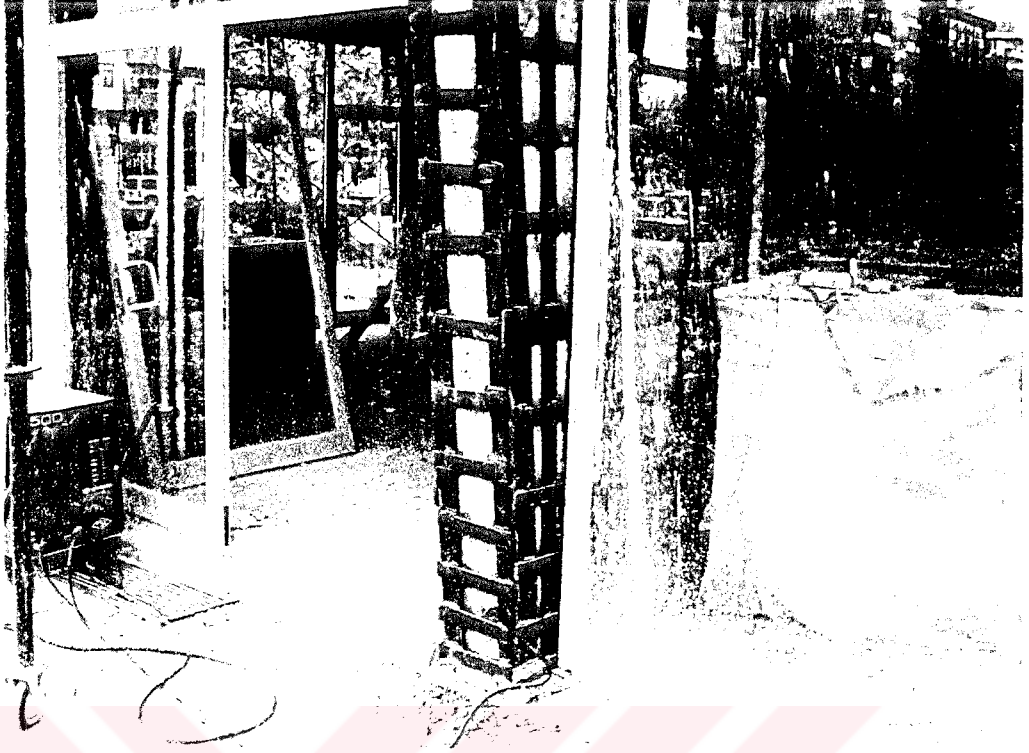


Resim 4.20. Binaların inşa aşamasında yapıldığı ortaya çıkan elik profil takviyesi



Resim 4.21. Mevcut güçlendirme çalışmasında yanlış şekilde yerleştirilen korniyer

Profil takviyelerinin yapımı için öncelikle, mevcut güçlendirme çalışmasının hiçbir fayda sağlamadığı düşünülmüş ve profiller çıkarılmıştır. Kolonların sıvası temizlendikten sonra alt ve üst başlıklar yerleştirilip, bir üst ve alt kattaki başlıklar birbirlerine $\varnothing 18$ bulonlarla bağlanmıştır. Kolon yüzeyi, köşe noktalarını hizaya alacak şekilde, köşebentleri yerleştirmek için yüksek mukavemetli YKS tamir harcıyla düzeltilmiş ve köşebentler alttan ve üstten boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Bunun içinde köşebentler ölçülen uzunluktan 2-3 mm daha fazla kesilmiş ve çıkılarak başlıklara oturtulmuştur. Köşebentler yerleştirildikten sonra düşey lamalar yerleştirilmiş ve yatay lamalarla sarılarak kaynak işlemine kadar işkencelerle sıkılmıştır. Projeye göre düşeyde ortadaki lamalar 1 m arayla delinerek bulonlarla birbirine bağlanmıştır. Kesitleri çok fazla zayıflatmamak için bu noktalarda 100 mm genişliğinde lamalar kullanılmıştır (Resim 4.22.). Lamalarla köşebentler arasındaki kaynakların sürekli ve 4 mm kalınlığında olmasına özen gösterilmiştir (Resim 4.23.). Kaynaklama işleminden sonra köşebentler ve lamalarla kolon yüzeyi arası YKS Emaco S88 C hazır tamir harcıyla doldurulmuştur.



Resim 4.22. Safir sitesi zemin kat S02 kolonuna yapılan profil takviyesi



Resim 4.23. Zemin kat kolonlarına yapılan çelik profil takviyesinde kaynak işlemi

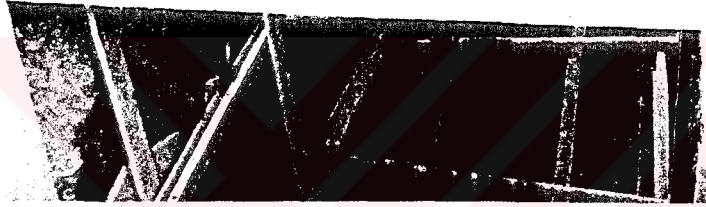
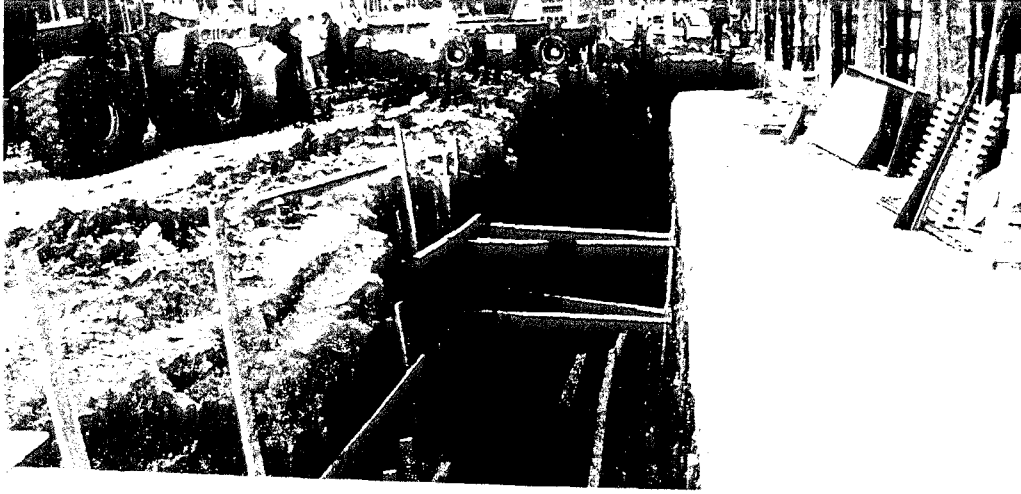
Binaların iç kısmındaki kolonlar mantolanıp, kenar aks kolonları da çelik profillerle sarılarak bina askıya alındıktan sonra, dış cephe kolonlarının temellerini oluşturmak için kazı çalışmalarına başlanılmıştır. Öncelikle binaların arka kısmında kazı yapılarak mütemadi temeller oluşturulmuştur (Resim 4.24.). Binaların arka cephelerinde mevcut otoparklardan dolayı kazı el ile yapılmıştır.



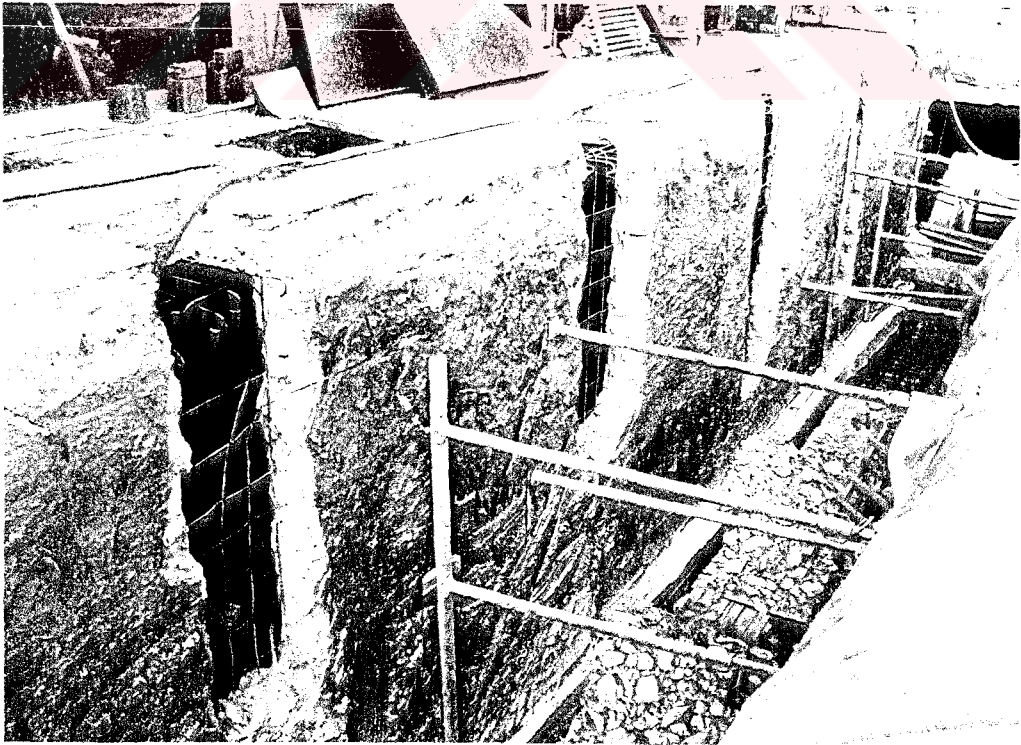
Resim 4.24. Safir sitesi otopark kısmında dış cephe kolonlarına ait mütemadi temellerinin oluşturulması

Daha sonra binanın üç tarafında, iş makineleri yardımıyla, 4 m genişliğinde ve 4.5 m derinliğinde toplam 75 m uzunluğunda kazı yapılmıştır. Toprak kaymasını önlemek amacıyla da küçük çaplı bir iksâ yapılması yeterli olmuştur (Resim 4.25.). Safir sitesinin Zümrüt Apartmanı tarafında yapılan kazı çalışması sırasında, kömürlük olarak kullanmak amacıyla yapılan ve 1 aksına göre yaklaşık 1.90 m dışarıda bulunan bir çevre perdesi olduğu anlaşılmıştır. Bu perdenin temeli mevcut radyeleştirilmiş temellerle birleşik durumdadır. Perdenin, dış cephe kolonları için oluşturulacak temelin olduğu yerde bulunmasından dolayı yapılan çalışmalar sırasında büyük zorluk yaşanmıştır. Normal katta, kolonların geçeceği yerler

delinerek ipler vasıtasıyla şaküle alınmış ve çevre perdesine denk gelen yerler kompresör yardımıyla kırılmıştır (Resim 4.26.).

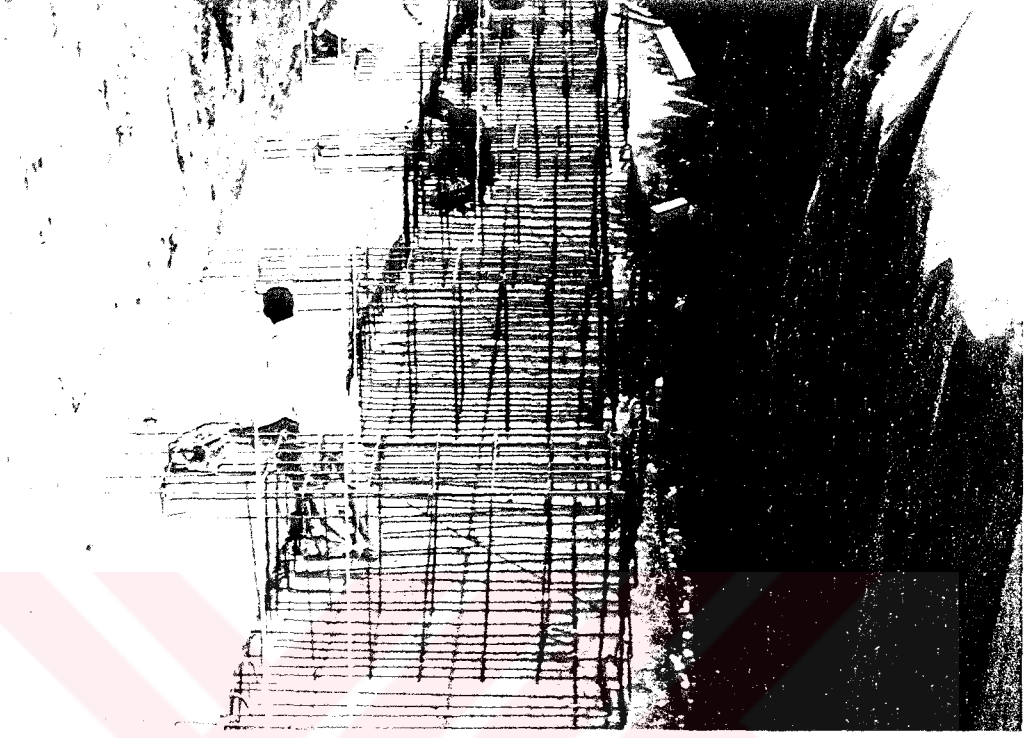


Resim 4.25. Kazı çalışması sırasında yapılan küçük çaplı iksa

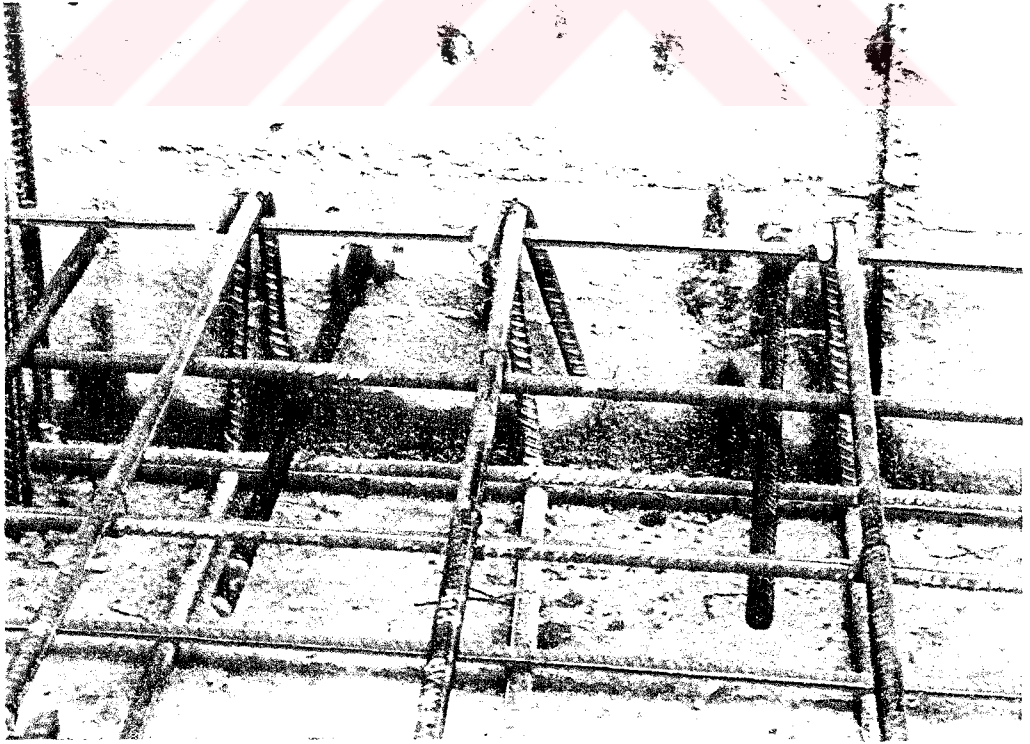


Resim 4.26. Safir sitesinde dış cephe kolonlarının geçeceği yerlerde perdenin kesilmesi

Kazı çalışması tamamlandıktan sonra 10 cm grobeton atılmış ve projedeki donatı detaylarının uygulamasına geçilmiştir (Resim 4.27. - Resim 4.28.).



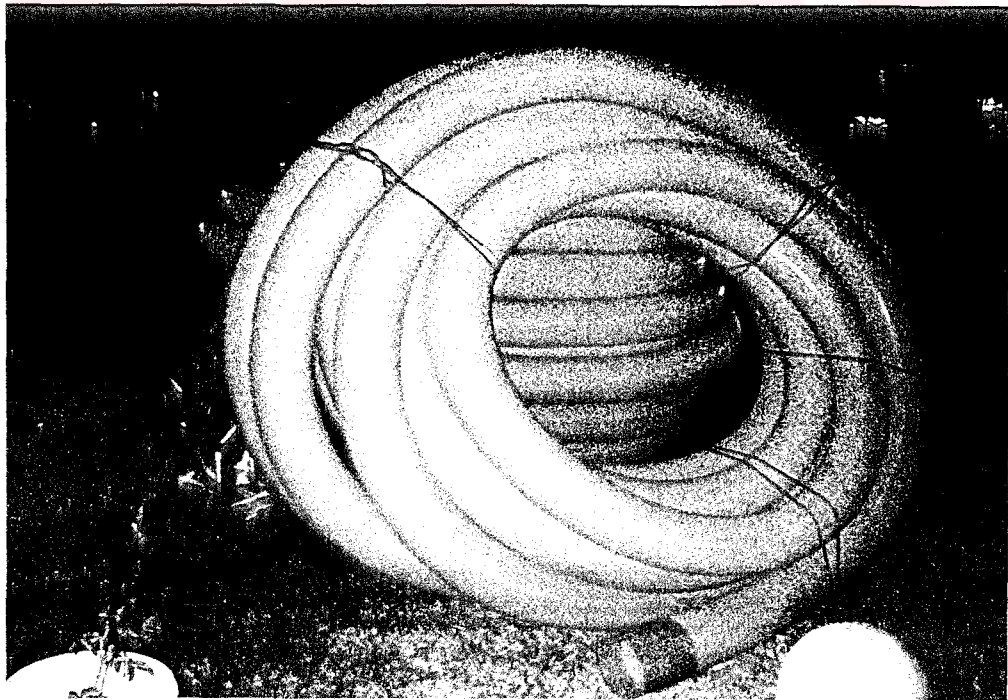
Resim 4.27. Dış cephe kolonlarına ait mütemadi temel ve bağ kirişlerinin oluşturulması



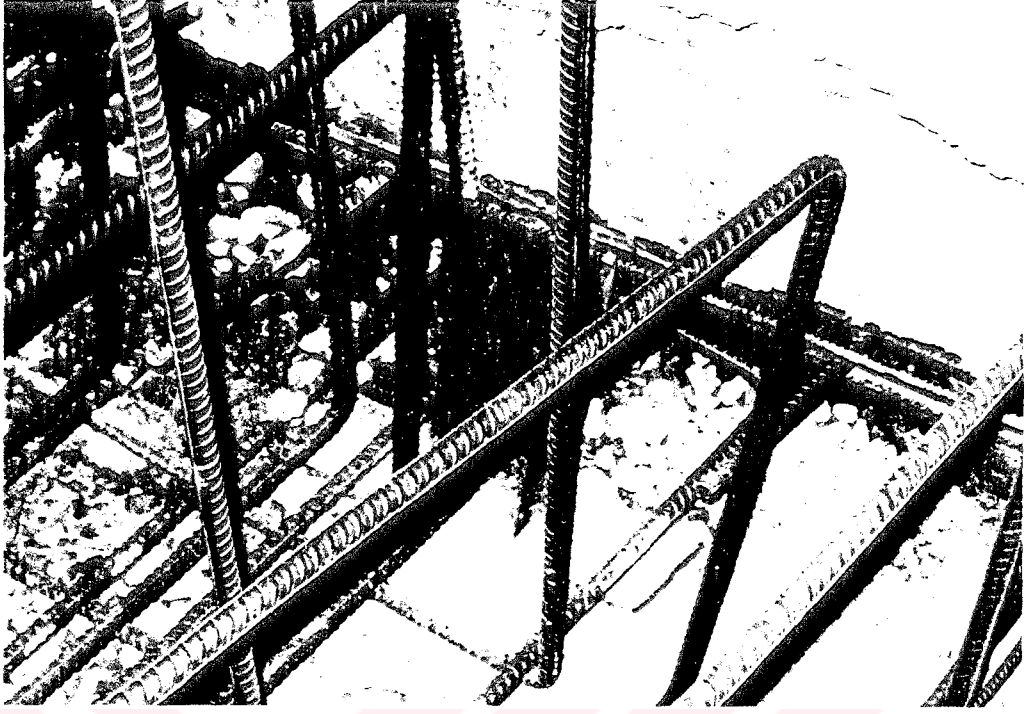
Resim 4.28. Temelde kullanılan Ø 16/30 cm ankraj donatıları

Safir sitesi kuzey doğu cephede oluşturulan dış cephe kolonlarına ait mütemadi temel mevcut temelin altına, çevre perdesi nedeniyle 15 cm değil, mevcut mütemadi temelin altına girecek şekilde 15 cm' den daha fazla yerinde uygulama yapılmıştır. Binaların ön cephelerinde yapılan kazı çalışması sırasında, elektrik ve su tesisatları nedeniyle zorluklar yaşanmıştır. Güvenliği sağlamak için elektrik geçici bir süre için kesilmiştir. Kazı çalışması sırasında mevcut rögarın 2 m önüne yeni bir rögar yapılmış ve eski rögar daha sonra yıkılmıştır.

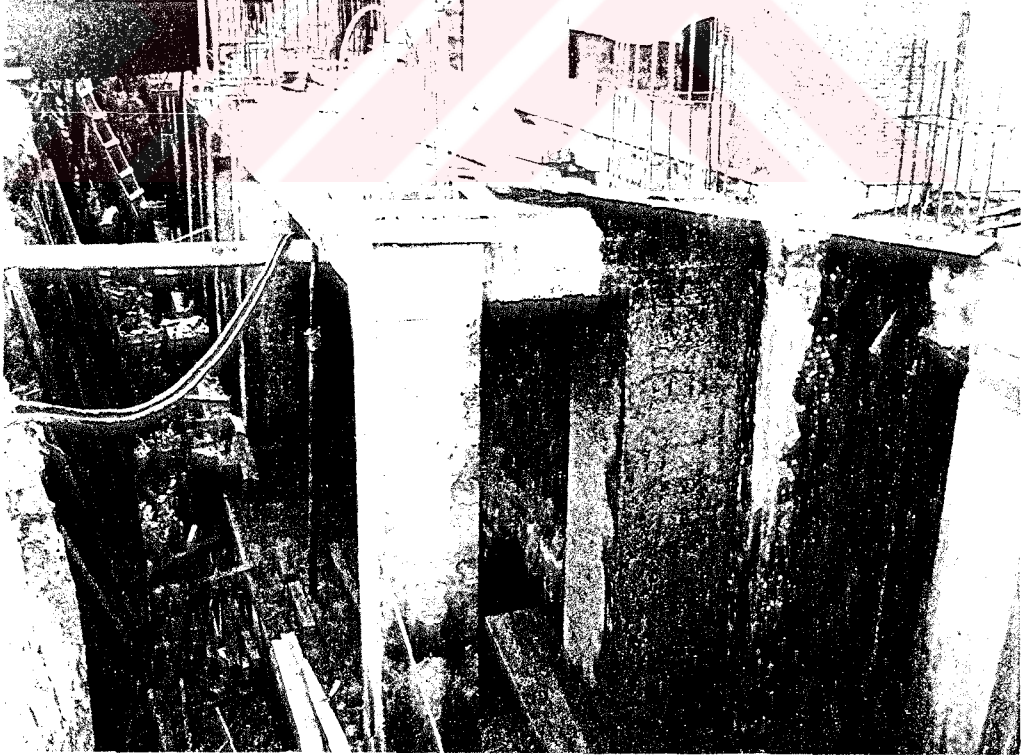
Yapılan tüm dış cephe temellerinde, mevcut temel kotunun 50 cm altına drenaj boruları döşenmiş ve belirli bir noktada yapılan rögarla suların bu noktada toplanması sağlanmıştır. Drenaj borusu olarak 20 cm çapında boru tercih edilmiştir (Resim 4.29.). Borular jeotekstil denilen özel bir malzemeyle sarılmıştır. Yapılan bu işlemin amacı, sadece suyun borunun içine girmesini, gözenekleri tıkayabilecek pisliklerin ise dışarıda kalmasını sağlamaktır. Ardından borunun üstü boşluk oranı yüksek, dairesel kesitli filtrasyon mıcırı ile kaplanmıştır. Ayrıca yapılan kazı çalışmaları sırasında, mevcut temelin altına girildiği için, donatıların yerleştirilmesi sırasında oturma olmasını engellemek amacıyla iki adet korniyerden kutu profil oluşturulmuş, alt ve üstüne de lama konularak 1 m arayla temellerin altına yerleştirilmiştir (Resim 4.30.). Sözü edilen işlemlerden sonra temeller oluşturulmuş ve kolonlar asma kat seviyesine kadar çıkarılmıştır (Resim 4.31. - Resim 4.32.).



Resim 4.29. Drenaj sistemi için kullanılan drenaj borusu



Resim 4.30. Mevcut temelin altına konulan kutu profil ve oluşturulan temelin mevcut temelin 15 cm altına girmesi



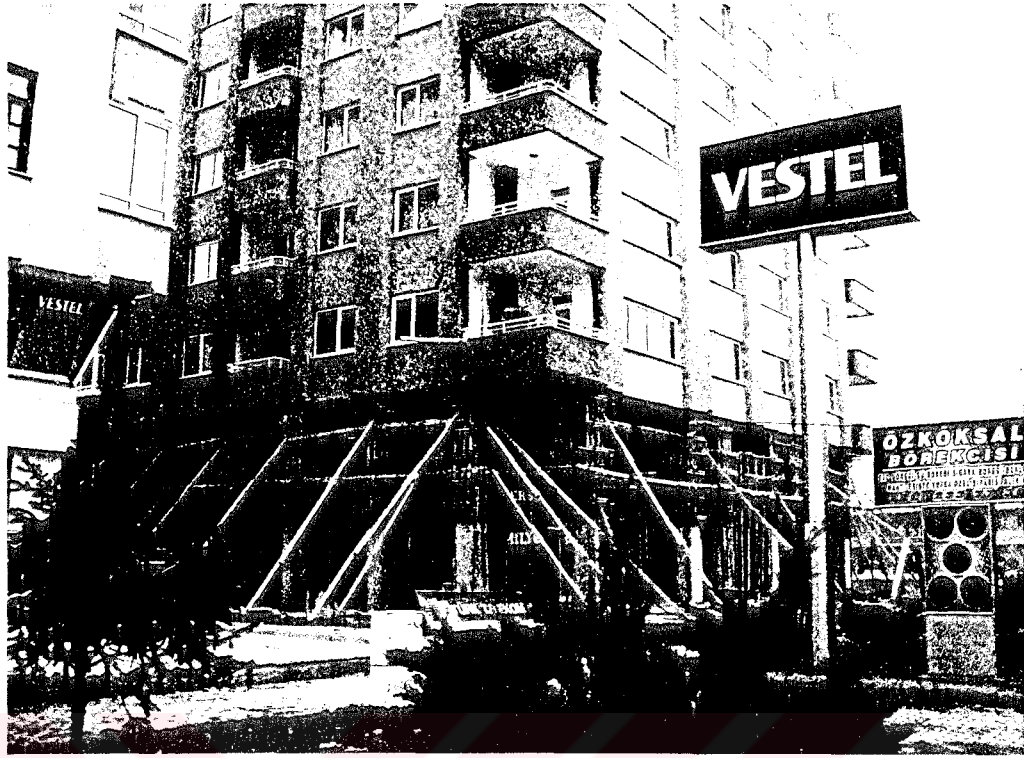
Resim 4.31. Safir sitesi ön cephedeki dış cephe kolonlarının zemin kat seviyesindeki durumu



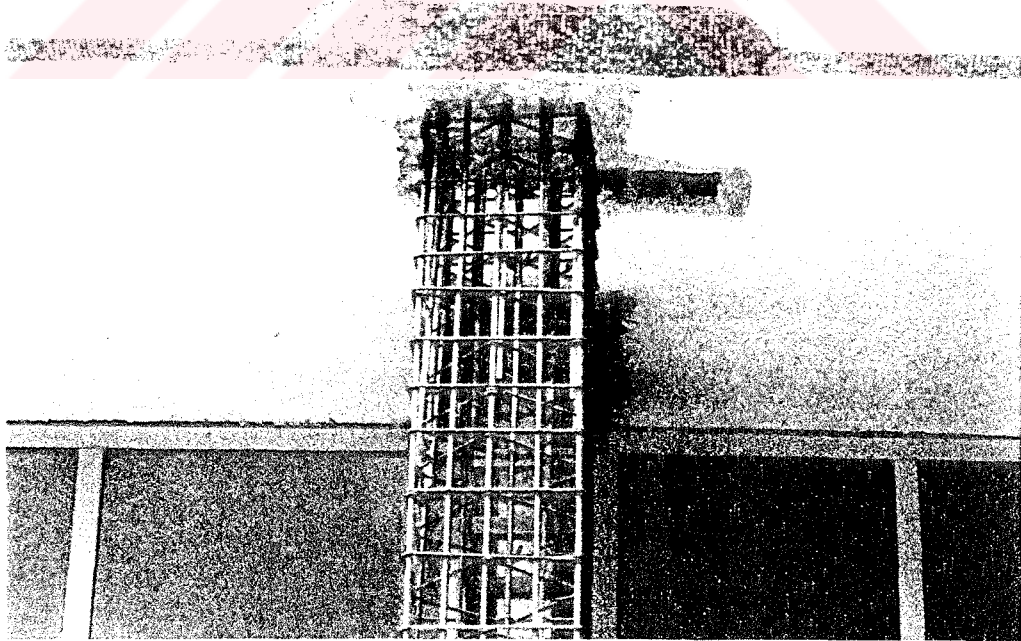
Resim 4.32. Güney batı kısım dış cephe kolonlarının asma kat seviyesindeki durumu

Dış cephe kolonlarının zemin kat seviyesini geçmesinden sonra, kazı yapılan kısım kapatılmıştır. Dolgudan önce, betonun içerisindeki donatının korozyon göstermemesi için beton yüzeyi, su itici bir madde olan ziftle kaplanmıştır. Tüm bu işlemler yapılırken zemin katta çekirdek kısmındaki perdeleştirmelerde yapılmıştır.

Kazı yapılan kısım kapatıldıktan sonra, asma kat seviyesindeki dış cephe kolonları normal kat seviyesine kadar çıkarılmıştır (Resim 4.33.). Her iki binada da, kirişlere yapılan ankrajlarda, derinliği yüksek olan kirişlerde ankraj boyu olarak 15.Ø uygulanmış, genişliği derinliğinden fazla olan kirişlerde ise kiriş tamamen delinerek donatıların sürekliliği sağlanmıştır (Resim 4.34.). Daha önce Bölüm 4.6.’ da belirtildiği gibi, zemin kat ön cephede giriş kapısı hizasına denk gelen kolon, 7 aksı hizasına 50 x 50 cm’ lik iki kolona ayrılmış ve bu kolonlar birbirlerine 50 x 100 cm boyutundaki bir kirişle bağlanmıştır. Kirişte Ø 20 eğilme donatısı kullanılmış ve çift etriye uygulanmıştır. Ayrıca tüm kiriş boyunca kayma donatısı, sıkılaştırma bölgesindeki gibi Ø 8 / 8 cm olarak devam ettirilmiştir (Resim 4.35. – Resim 4.36.).



Resim 4.33. Safir sitesinde normal kat seviyesine kadar çıkarılan dış cephe kolonları



Resim 4.34. Safir sitesi dış cephe kolonlarındaki donatıların sürekliliğinin sağlanarak normal kat kirişlerinden geçirilmesi



Resim 4.35. Safir sitesi giriş kısmında, 7 aksındaki kolonları bağlayan kiriş donatı detayı



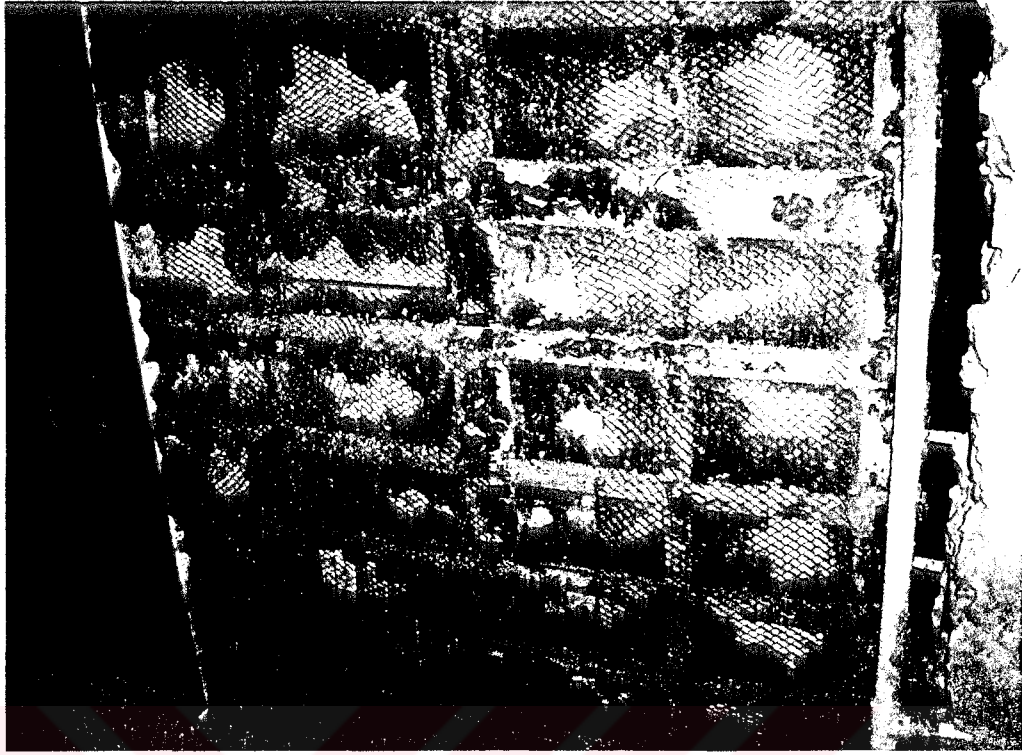
Resim 4.36. Safir sitesi giriş kısmında yapılan dış cephe kolonları ve bağ kirişi

Zemin katta yapılan bir diğer işlem de, normal kat kenar aks kolonlarının zemin kattaki kolonlarda bulunan guselere oturmasına karşı yapılmış olan, guseli kolonların sabit kesitli hale getirilmesidir. Bu işlemde guselerin altları doldurulmuş ve mevcut radyeleştirilmiş temele ankre edilmiştir. Resim 4.37.' de harf aksları doğrultusunda çalışmaların tamamlanıp, beton döküldükten sonraki durumu görülmektedir.



Resim 4.37. Safir sitesi kenar aks kolonlarının sabit kesitli hale getirilmesi

Zemin katta çekirdek kısmındaki perde ilaveleri de yapılarak çalışmalar tamamlanmış ve normal katlara geçilmiştir. Normal katlarda öncelikle kolonlardaki çelik profil takviyeleri yapılmıştır (Resim 4.38.). Resim 4.38.' de görüldüğü gibi, profil takviyeleri yapıldıktan sonra sıvanın tutması için kolon yüzeyi rabiz tellerle kaplanmıştır. Telin tutması için de alttan ve üstten 8 mm çapında demirler profillere kaynaklanmıştır.



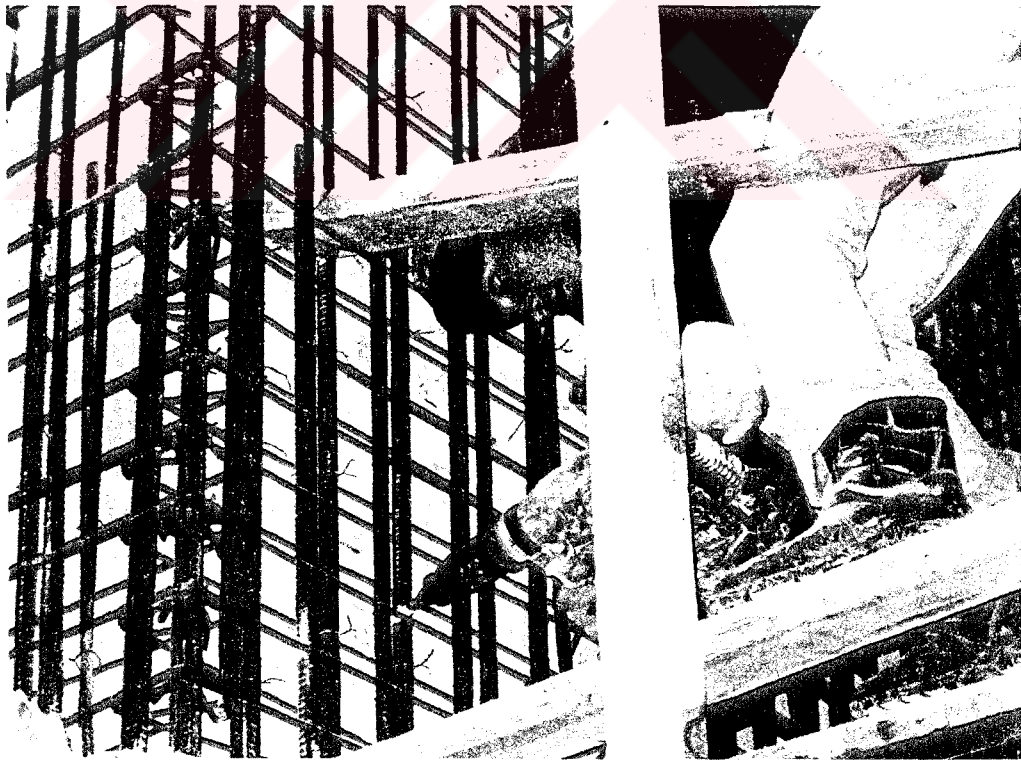
Resim 4.38. Safır sitesi 1. kat S05 perdesinin elik kafes içerisine alınması

Normal katlarda yapılan en önemli işlem kuşkusuz asansör ve yangın merdiveni çevresindeki perde ilaveleridir. Bu işlemler için öncelikle perdeleştirilecek yerdeki duvarlar kaldırılmıştır. Ardından da projedeki donatı detayları yerinde uygulanmıştır (Resim 4.39. – Resim 4.41.). Donatılar yerleştirilirken ankraj deliklerinin derinliğine, temizliğine ve ara mesafelerine zen gösterilmiş ve her aşamada gerekli kontroller yapılmıştır.

Normal katlarda daire ilerinde yapılan tüm kalıp işlemlerinde playwood kalıplar kullanılmıştır. Bunun nedeni, daire ilerinde sıva yapmadan saten alçı kullanılmasını sağlamaktır. Bodrum ve zemin katlarda ise işlemler parça parça olduğu için ahşap kalıplar kullanılmıştır. Ahşap kalıplar işkencelerle sıkıştırılmış, ayrıca teleskop dikmelerle desteklenmiştir.



Resim 4.39. Normal katlarda yapılan perdeleştirmeler için dolgu duvarların yıkılması



Resim 4.40. Safir sitesi 2. normal katta yapılan perdeleştirmelerde ankraj deliklerinin açılması



Resim 4.41. Safir sitesi 4. normal katta yangın merdiveni etrafındaki perdeleştirme çalışmaları

Dış cephelere eklenecek kolonların daire içerisinde geçirilmesi sırasında ise, öncelikle kolonların geçeceği yerlerdeki dolgu duvarların 60 cm' lik kısmı yıkılmıştır (Resim 4.42.). Ardından donatı detayları yerinde uygulanmış ve ankraj donatıları yerleştirilmiştir (Resim 4.43.). Geniş kirişlere rastlayan yerlerde kiriş yüksekliği boyunca delinerek donatıların sürekliliği sağlanmıştır. Kalıp kurulması sırasında dış cephedeki dolgu duvar kalıp yüzü olarak kullanılmıştır. Diğer kısımlarda ise plywood kalıplar tercih edilmiştir.



Resim 4.42. Daire içlerinden geçecek kolonlar için dolgu duvarların kırılması



Resim 4.43. Dış cephe kolonları için daire içinde yapılan donatı düzenlemesi

Normal katlarda yapılan çalışmalarda karşılaşılan en büyük zorluk, kuşkusuz beton dökülmesi sırasında özellikle çekirdek kısımdaki perdeleştirmelerin yapıldığı yerlere erişilmede yaşanan sıkıntılardır. Bu sıkıntı betonun, pompanın ucuna eklenen borular yardımıyla dış cepheden içeriye kadar alınmasıyla aşılmıştır (Resim 4.44.). Konsolların altlarına eklenen dış cephe kolonlarında ise, beton dökümünü kolaylaştırmak için bir yöne doğru 10 cm dış vermek zorunda kalınmıştır (Resim 4.45.). Resim 4.46.' da tüm işlemler tamamlandıktan sonra Safir sitesi 2. normal katta eklenen kolonlardan biri görülmektedir.

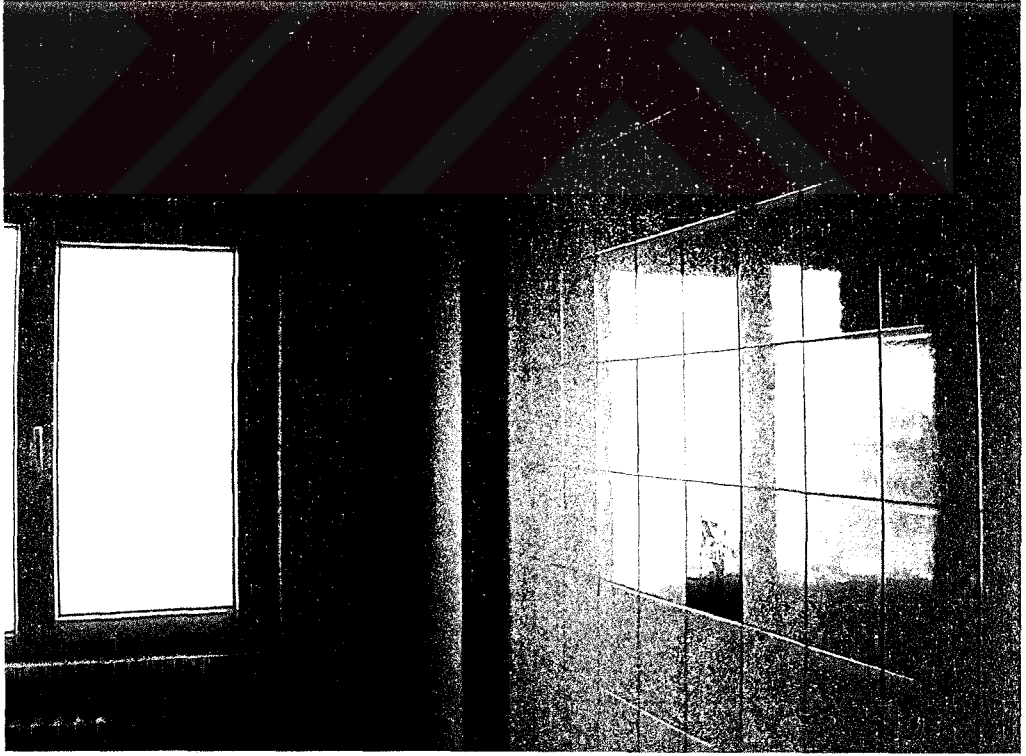


Resim 4.44. Normal katlarda çekirdek bölgesindeki perdelere beton dökülmesi

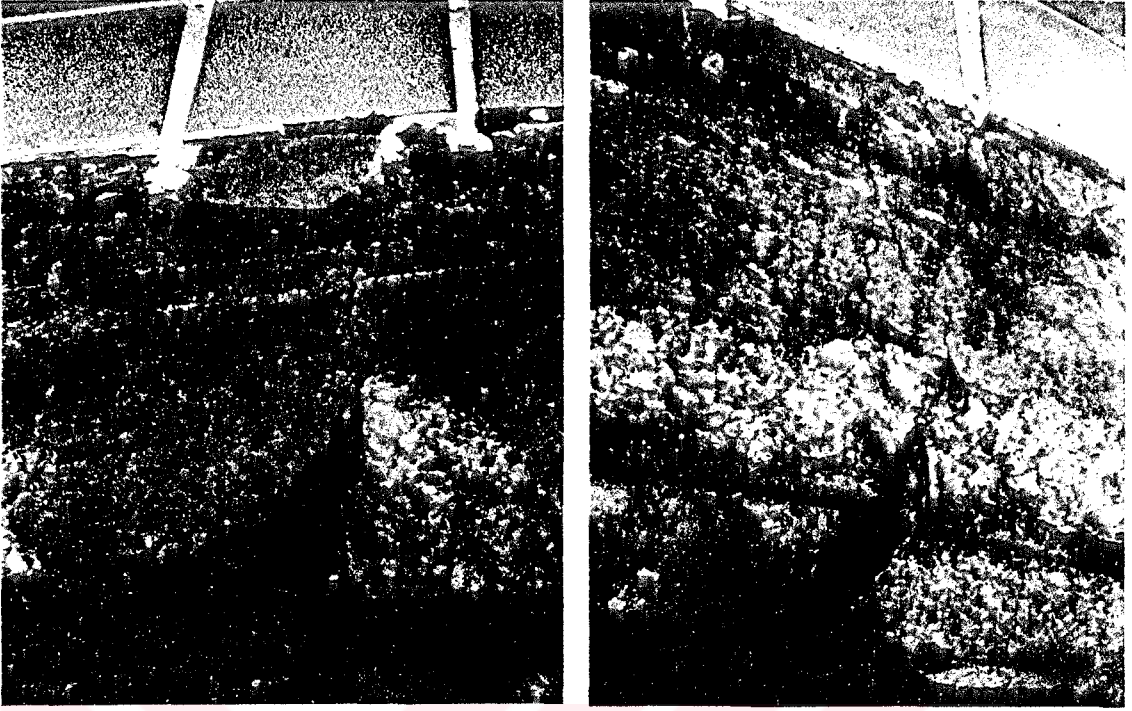
Normal katlardaki işlemler de tamamlandıktan sonra son olarak giriş kısmındaki kemerin güçlendirmesi yapılmıştır. Çalışmalar için mevcut kemerin alt kısmı soyulduğunda, S03 kolonunun oturduğu bölgede ezilmeden dolayı önemli çatlakların meydana geldiği görülmüştür (Şekil 4.47.a-b). S7A kolonları 25 cm genişletildikten sonra yeni kemer oluşturulmuş ve Ø14/30 cm ankraj donatılarıyla eski kemere bağlanmıştır (Şekil 4.48.).



Resim 4.45. Dış cephe kolonlarına beton dökülmesi



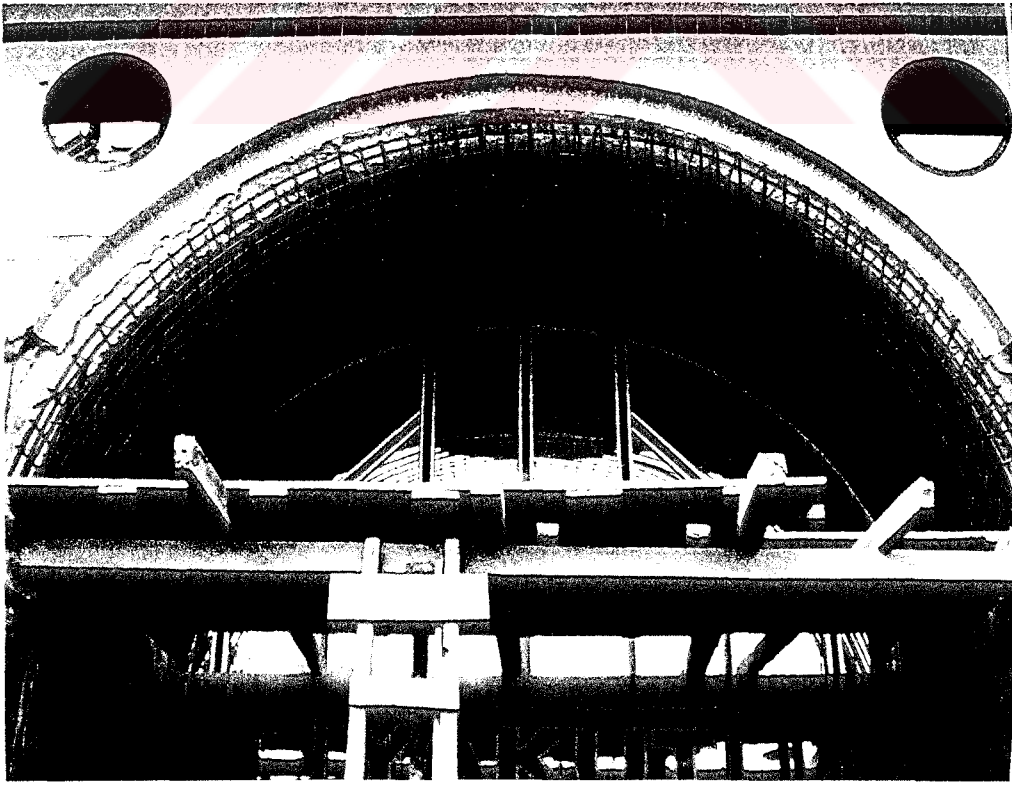
Resim 4.46. Daire içlerindeki kolonların işlemler tamamlandıktan sonraki görünümü



(a)

(b)

Şekil 4.47. Giriş kısmındaki kemerde S03 kolonlarından gelen yük nedeniyle oluşan çatlaklar



Şekil 4.48. Mevcut kemerin 25 cm kalınlaştırılması

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, 1996 yılında deprem bölgelerine dâhil edilen Konya’da, bu tarihten önce deprem hesabı yapılmadan inşa edilmiş 2 binanın, günümüzde yürürlükte olan yönetmelik koşullarına göre değerlendirmesi yapılmış ve elde edilen yetersizliklerin nasıl giderilebileceği açıklanarak, hazırlanan güçlendirme projesinin detay ve uygulama aşamaları özetlenmiştir. İncelenen binaların 02.02.2004 tarihinde göçen Zümrüt Apartmanı’nın yanında bulunması, söz konusu binaların önemini ve güçlendirilme ihtiyacını bir kat daha artırmaktadır.

Konya’da, merkez Selçuklu ilçesindeki yapıların önemli bir bölümü deprem etkisi göz önüne alınmadan boyutlandırılmış yapılardır. Ayrıca bu yapıların önemli bir kısmı, çok katlı (8 kat ve üstü) ve her bir katta ikiden fazla dairenin bulunduğu binalardır. Bu şekildeki büyük ölçekli binaların tasarım ve inşası çok daha büyük bir titizlik ve tecrübe gerektirmektedir. Aksi halde yaşanabilecek felaketin büyüklüğünü, Zümrüt Sitesi açık bir şekilde göstermiştir.

Genel olarak konu ile ilgili araştırmaların en zor yönünün, mevcut yapının gerçek taşıma kapasitesini belirlemek olduğu söylenebilir. Eğer incelenen bina kayda değer bir deprem geçirmişse, elemanların ve düğüm noktalarının rijitliğinde önemli azalmalar meydana gelmiş olabilir. Bu çalışma kapsamında incelenen binaların, deprem yönünden ülkemizin en az riskli şehirlerinden biri olan Konya’da bulunması ve önemli bir depreme maruz kalmaması bu konuda önemli bir avantajdır.

Yapılan araştırma ve incelemelerin sonucunda, söz konusu binaların deprem etkisi bir yana kendi ağırlığını dahi taşımakta zorlandığı açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Bu nedenle binaların güçlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Sadece Konya’da değil, tüm Türkiye’de 1998 tarihinden önce ve hazır beton kullanılmadan inşa edilmiş yapıların birçoğunda aynı yetersizliklerin bulunabileceği düşünülürse, bu binaların yıkılıp yeniden inşa edilmesinin makul bir çözüm olmadığı açıktır. Bu nedenle, binaların güvenli hale getirilmesi kadar, binalarda yaşayan insanları çok fazla mağdur etmeyecek şekilde, uygulanabilir bir çözümün ortaya konulmasına özen gösterilmiştir. Şu anda onarım ve güçlendirme konusunda mevcut bir yönetmeliğin bulunmaması, bu konuda projeyi hazırlayan mühendise büyük bir

sorumluluk yüklemekte, tecrübe ve bilgisiyle en uygun çözümü bulmasını gerektirmektedir. Bu nedenle ele alınan binalarda yukarıda bahsedilen hususlar göz önünde bulundurulmuş ve yönetmelik koşullarının yanında, geniş bir literatür taraması yapılarak bu konudaki tavsiyelerde dikkate alınmış ve bu şekilde uygun bir çözüm geliştirilmiştir. Çünkü yapılan literatür taramasından, deneysel araştırmalarla güçlendirme konusunda daha fazla ilerleme sağlanması ve deneylerden elde edilen sonuçların güçlendirme konusunda bir yönetmelik hazırlanıncaya kadar kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle binalarda, asıl kritik elemanlar olan kolonların, güçlendirme sonrasındaki “ Talep/Kapasite ” oranlarının 0.5 değerinin altında olmasına özen gösterilmiştir.

Öngörülen yüklere karşı koyacak olan, hesaplanan yapı değil, inşa edilen gerçek yapıdır. Bu nedenle, binanın özellikleri, projeyle imalat arasındaki farklar detaylı bir röleve çalışmasıyla belirlenmelidir. Ayrıca güçlendirmede kullanılan malzemelerin kaliteli olması kadar, yüksek nitelikli işçilik ve çok sıkı bir denetimin olması gerekmektedir. Örneğin güçlendirme işlemlerinde kullanılan betonun ve donatının, projede öngörülen dayanımları sağlayıp sağlamadığı periyodik olarak kontrol edilmelidir. Yakut ve Safir siteleri için, bahsedilen bu koşullara uyulmuş ve binaların mevcut özelliklerinin belirlenmesi için detaylı bir röleve çalışması yapılmıştır. Ayrıca proje ekibi uygulama aşamalarını sık sık yerinde kontrol etmiştir.

Güçlendirme projesi hazırlanırken, projenin ekonomik olması, mevcut binanın mimari fonksiyonlarını bozmaması ve kolay uygulanabilir olması tercih edilmelidir. Mevcut yapının güçlendirilmesinde bazı kolonların mantolanması yeterli görülebilir. Ancak bu uygulamanın yeterli deprem güvenliği olan bir binaya ek güvenlik sağlamak için yapılabileceği unutulmamalıdır. Aksi durum söz konusu olduğunda, mantolamanın yanında perde ilavesi ile güçlendirme tercih edilmelidir.

Binanın mevcut malzeme özelliklerini kontrol ederken, hasarlı bir yöntem olan ancak güvenilir sonuç veren “Karot alma yöntemi” tercih edilebilir. Karotlar mümkün olduğunca perde ve döşemelerden alınmalı, kiriş ve kolonlardan karot alınmasından kaçınılmalıdır. Yakut ve Safir sitelerinde de yalnızca perdelerden ve döşemelerden karot numunesi alınmış ve ardışık katlarda aynı elemanlardan numune alınmamasına özen gösterilmiştir.

Yapılan çalışmada güçlendirme sisteminin, yapının mevcut taşıyıcı sistem özellikleriyle ne derece bütünleşeceği de göz önünde tutulmuştur. Örneğin yapılan deneysel araştırmalarda, hasarsız kolonun mantolanması ile elde edilen elemanın tüm kesit (manto dahil) için hesaplanan dayanımının %10 azaltılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada ise, güçlendirmede işçiliğin öneminin büyük olması ve yapılabilecek olası hatalar nedeniyle emniyetli yönde kalınarak dayanımlar %20 azaltılmıştır. Güçlendirme yöntemleri seçilirken, taşıyıcı sistem elemanlarındaki yetersizliklerin giderilmesinin yanında, sistemde ek burulma etkileri doğurmayacak ve rijitliği artıracak önlemler alınmasına özen gösterilmiştir. Güçlendirme öncesinde yapıların birinci doğal titreşim periyotları 1.56 sn. iken, güçlendirme sonrasında bu değer 1.08 sn.'ye seviyesine inmiştir.

Ülkemizde maalesef, resmi olarak uygulanan bir yönetmelik bulunmayan, dolayısıyla da daha yoğun bilgi kullanımı ve uzmanlık gerektiren güçlendirme konusunda, hiçbir vasıf aranmamakta ve her mühendis serbestçe bu konuda çalışabilmektedir. Ülkemizde konuya olan ihtiyacın, diğer ülkelere göre çok daha fazla olduğu bir gerçektir. Ancak bu konuda yeterli bilgi ve tecrübesi olmayan kişilerinde, serbestçe proje hazırlayıp güçlendirme yapabilmesinin büyük bir handikap olduğu açıktır. Bu nedenle Üniversite, İnşaat Mühendisleri Odası ve Belediye arasında koordinasyon sağlanarak, depreme dayanıklı yapı tasarımı ve güçlendirme ilkeleri konusunda gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Bu konuda bir komisyon kurulup, Konya'daki yapı önem katsayısı büyük olan binalardan başlanarak güvenlik tahkiklerinin yapılması, eğer gerekiyorsa güçlendirme projelerinin hazırlanması bir başlangıç noktası olarak seçilebilir.

Günümüzde çeşitli eğitim ve meslek kuruluşlarında, güçlendirme yönetmeliği hazırlık çalışmaları mevcuttur. Ancak her binanın farklı tipte olması, binalara özel çözümler geliştirilmesini gerektirebilir. Bu nedenle hazırlanacak yönetmelik kurallarının genel olması gerekmektedir. İlk görüşte ayrıntıya incek, sınırlayıcı bir çalışmanın faydalı olabileceği düşünülse de, mühendisin konuya farklı bakış açısı getirmesini önleyeceği unutulmamalıdır. Henüz kesin olmamakla birlikte yeni yönetmelikte, güvenlik incelemesi sırasında taşıyıcı sistemdeki belirsizliklerin göz önüne alınması ve yapıdan derlenen verilerin kapsamına göre belirlenecek *bilgi düzeyi katsayıları* ile hesap yöntemlerine yansıtılması düşünülmektedir. Ülkemizde

mevcut birçok yapının statik projelerinin mevcut olmadığı, mevcut olsa dahi projelere kısmen uyulduğu düşünülürse, getirilmesi muhtemel bu koşulun ne kadar gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca yönetmelikte performans seviyesi kavramının getirilmesi düşünülmekte ve mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem güvenliğinin belirlenmesinde çeşitli performans seviyelerinin hedef alınması planlanmaktadır. Yapılması düşünülen önemli değişikliklerden biri de, bu çalışmada yapıldığı gibi “Talep/Kapasite” oranlarına bağlı olarak taşıyıcı sistem elemanlarındaki hasar sınırlarının belirlenmesidir. Bu açıdan bakıldığında, çalışmada ele alınan metodun gerçekçiliği ortaya çıkmaktadır.



6. KAYNAKLAR

A.B.Y.Y.H.Y., 1998, “ Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik ”, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

A.B.Y.Y.H.Y., 1975, “ Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik ”, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

Altınar, O., 2001, “ Tasarım Yüğü Aşılan Bir Betonarme Binanın Güçlendirme Yönünden Değerlendirilmesi ”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Arioğlu, E., Arioğlu, N., 1998, “ Üst ve Alt Yapılarda Beton Karot Deneyleri ve Değerlendirilmesi ”, Evrim Yayınevi, İstanbul.

ASTM C42, 1994, “ Standart Test Method For Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete ”, Annual Book of ASTM Standards.

Atımtay, E., 2000, “Açıklamalar ve Örneklerle Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (Betonarme Yapılar) - Cilt I,II ”, Bizim Büro Basımevi Yayın Dağıtım Tic., Ankara.

Aydinoğlu, M.N., 1996, “ Yeni Deprem Yönetmeliğinin Tasarım Felsefesi ve Mühendisin Eğitimi ”, Tübitak Deprem Sempozyumu, Ankara.

Batı, İ.A., 2005, “ Konya Büyükşehir Belediyesi Binalarının Deprem Güvenliğinin Araştırılması ”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Bayülke, N., 1995, “ Depremlerde Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi ”, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.

Celep, Z., Kumbasar, N., 1993, “ Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı ”, Sema Matbaacılık, İstanbul.

Celep, Z., 2002, “ Mevcut Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi ve Güçlendirilmesinde Genel Kurallar ”, Prof. Dr. Kemal Özden’i Anma Semineri, İ.T.Ü., İstanbul.

Chronopolus, M., 1989, “ Load Transfer Mechanisms ”, Seminar on Assesment and Redesign of Reinforced Concrete Structures, İzmir, Turkey.

Ecemiş, A.S., 2000, “ Hasar Görmüş Betonarme Kirişlerin Epoksi ile Çelik Levha Yapıştırılarak Güçlendirilmesi Üzerine Deneysel Bir İnceleme ”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Erdoğan, T.Y., 2003, “ Beton ”, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim, Ankara.

Ersoy, U., Tankut, T., Altın S., 1989, “ Seismic Strengthening of Reinforced Concrete Frames with Reinforced Concrete İnfills ” Seminar on Assesment and Redesign of Reinforced Concrete Structures, İzmir, Turkey.

Ersoy, U., Özcebe, G., 2001, “ Betonarme: Temel İlkeler, TS-500-2000 ve Türk Deprem Yönetmeliğine (1998) Göre Hesap ”, Evrim Yayınevi, İstanbul.

Ersoy, U., 2002, “ Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesinde ODTÜ Yaklaşımı Deneysel Araştırmalar ve Uygulama ”, Prof. Dr. Kemal Özden’i Anma Semineri, İ.T.Ü., İstanbul.

FEMA-273, 1997, “ NEHRP Guidelines For The Seismic Rehabilitation Of Buildings ”, Federal Emergency Management Agency, Washington.

Karaduman, M., Kaltakçı, M.Y., Umucalılar, A., 1998, “ S.S. Kabataş Yapı Kooperatifi Onarım ve Güçlendirme Projesi Raporu ”, Konya.

Özcebe, G., Ersoy, U., Tankut, T., Erduran, E., Keskin, R.S.O., Mertol, H.C., 2003, “ Strengthening of Brick-İnfilled RC Frames With CFRP ”, NATO Workshop On Seismic Assesment and Rehabilitation of Existing Buildings, NATO Science Series, V.29, Kluwer Academic Publishers.

Özdöner, N., 2003, “ Konya’daki Bazı Hastane Binalarının Deprem Güvenliklerinin Araştırılması ”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Özmen, G., 2004, “ Çok Katlı Yapılarda Aşırı Burulma Düzensizliği ”, İMO Teknik Dergi, 3131-3144, Yazı 210, İstanbul.

Özmen, G., Orakdöğen, E., Darılmaz, K., 2002, “ Örneklerle SAP 2000 ”, Birsan Yayınevi, İstanbul.

Sezer, R., Yıldız, M., Tekin, M.D., 2001, “ Temelinde Farklı Oturma Sebebiyle Öne Doğru Yatan Betonarme Karkas Bir Binada Temel Takviyesinin Yapılması ”, İ.M.O. Konya Şubesi Haber Bülteni, Sayı:13, Konya.

Shannag, M.J., Barakat, S., Jaber, F., “ Structural Repair of Shear-Deficient Reinforced Concrete Beams Using SIFCON ”, Magazine of Concrete Research, December, 2001, Vol.53, No.6. pp.391-403.

Täljsten, B., 2003, “ Strengthening Concrete Beams For Shear With CFRP Sheets ”, Construction and Building Materials, 17, 15-26.

Taşdemir, M.A., Özkul, M.H., 2002, “ Betonarme Yapılarda Onarım ve Güçlendirme Malzemeleri ”, Prof. Dr. Kemal Özden’i Anma Semineri, İ.T.Ü., İstanbul.

TS-498, 1987, “ Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri ”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

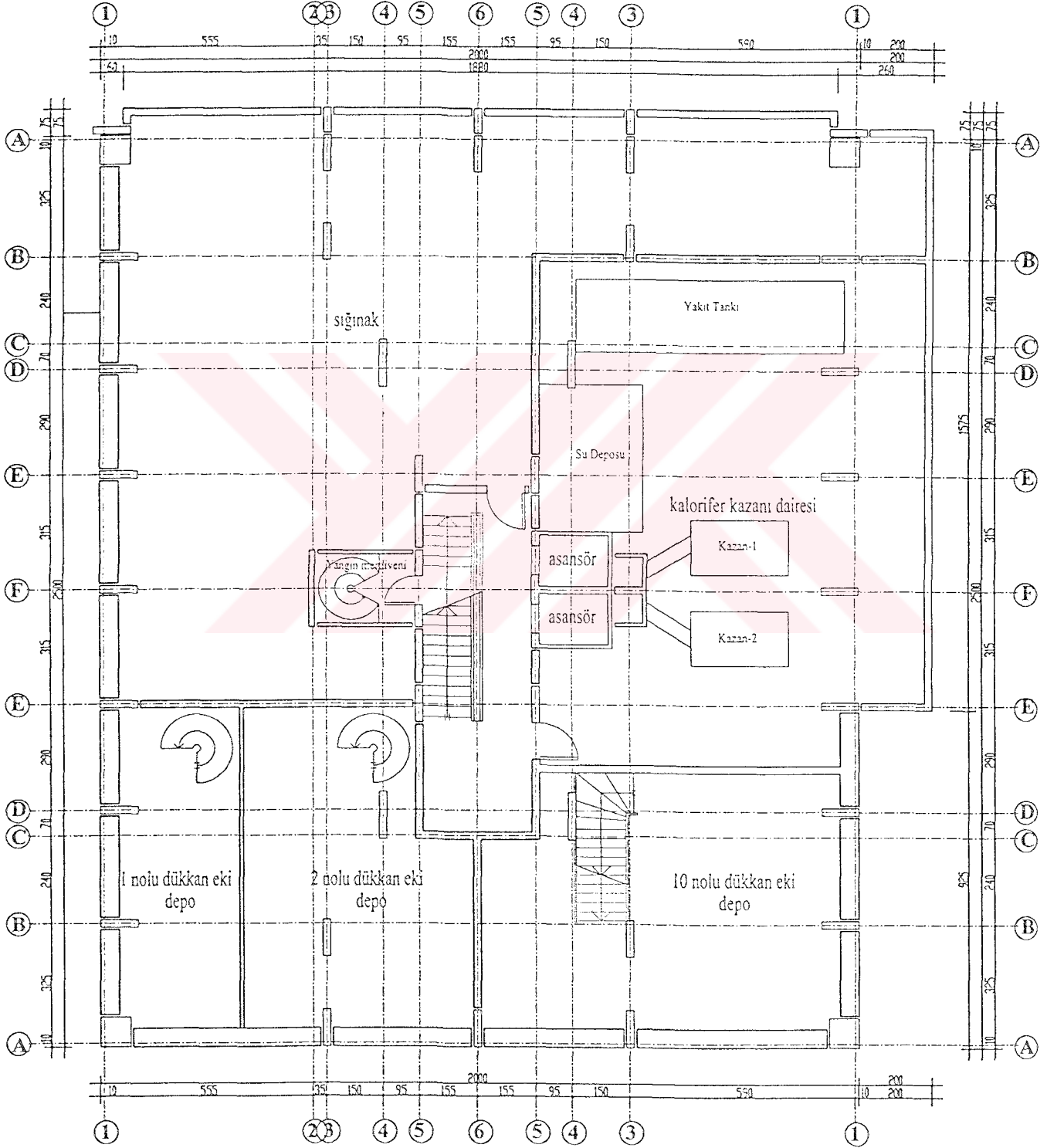
TS-500, 2000, “ Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları ”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Yeşilyurt, M.A., 2001, “ Betonarme Kirişlerin Dıştan Yapıştırılan L Biçimli Çelik Levhalarla Kismeye Karşı Güçlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

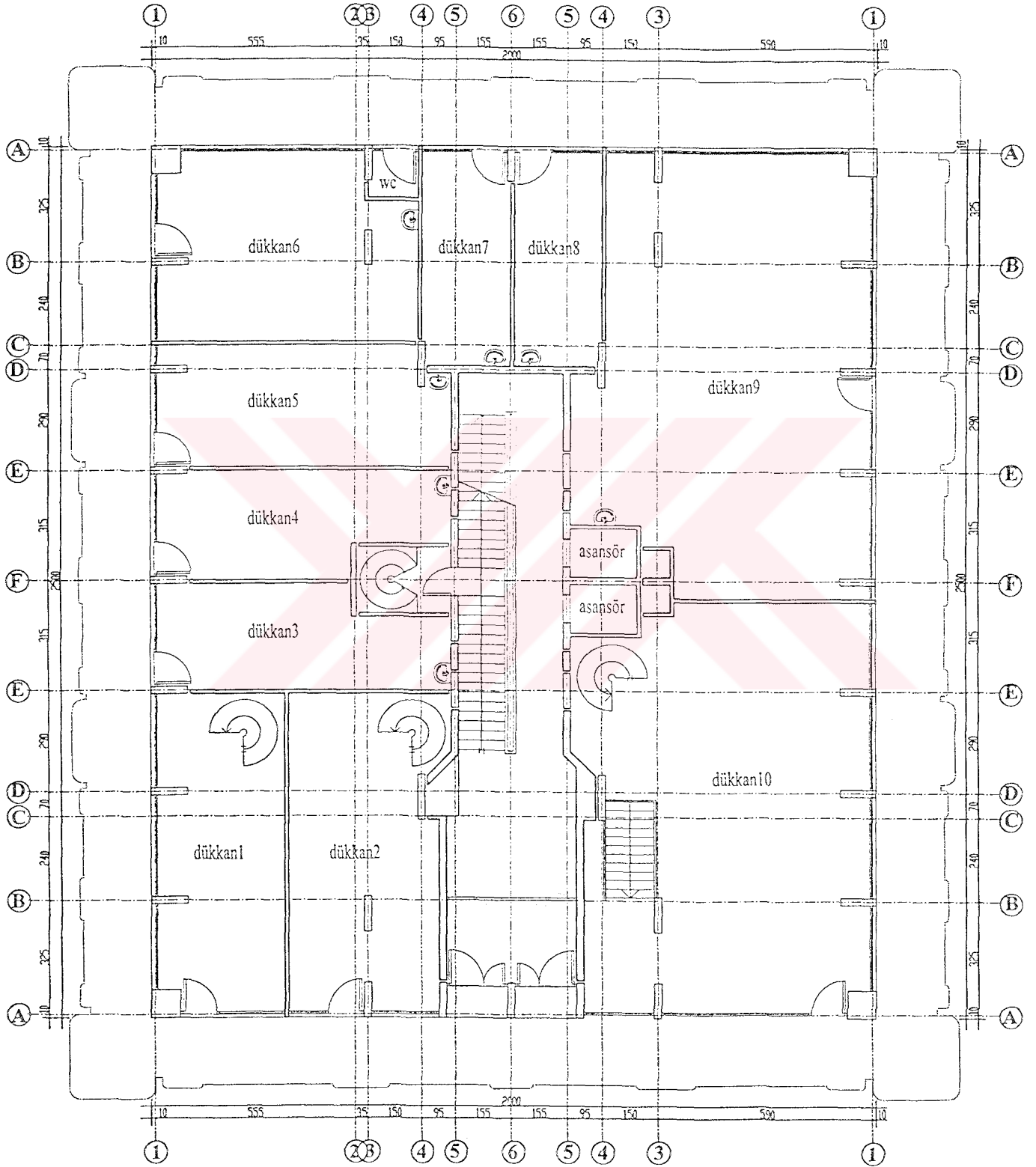
Yıldız, F., İnal, C., Özdemir, A., 2004, “ Safir ve Yakut Siteleri Jeodezik Deformasyon Ölçü ve Analiz Çalışma Grubu – Jeolojik Zemin Araştırma ve Analiz Çalışma Grubu Teknik Raporları ”, Teknik Rapor, Konya.

7. EKLER

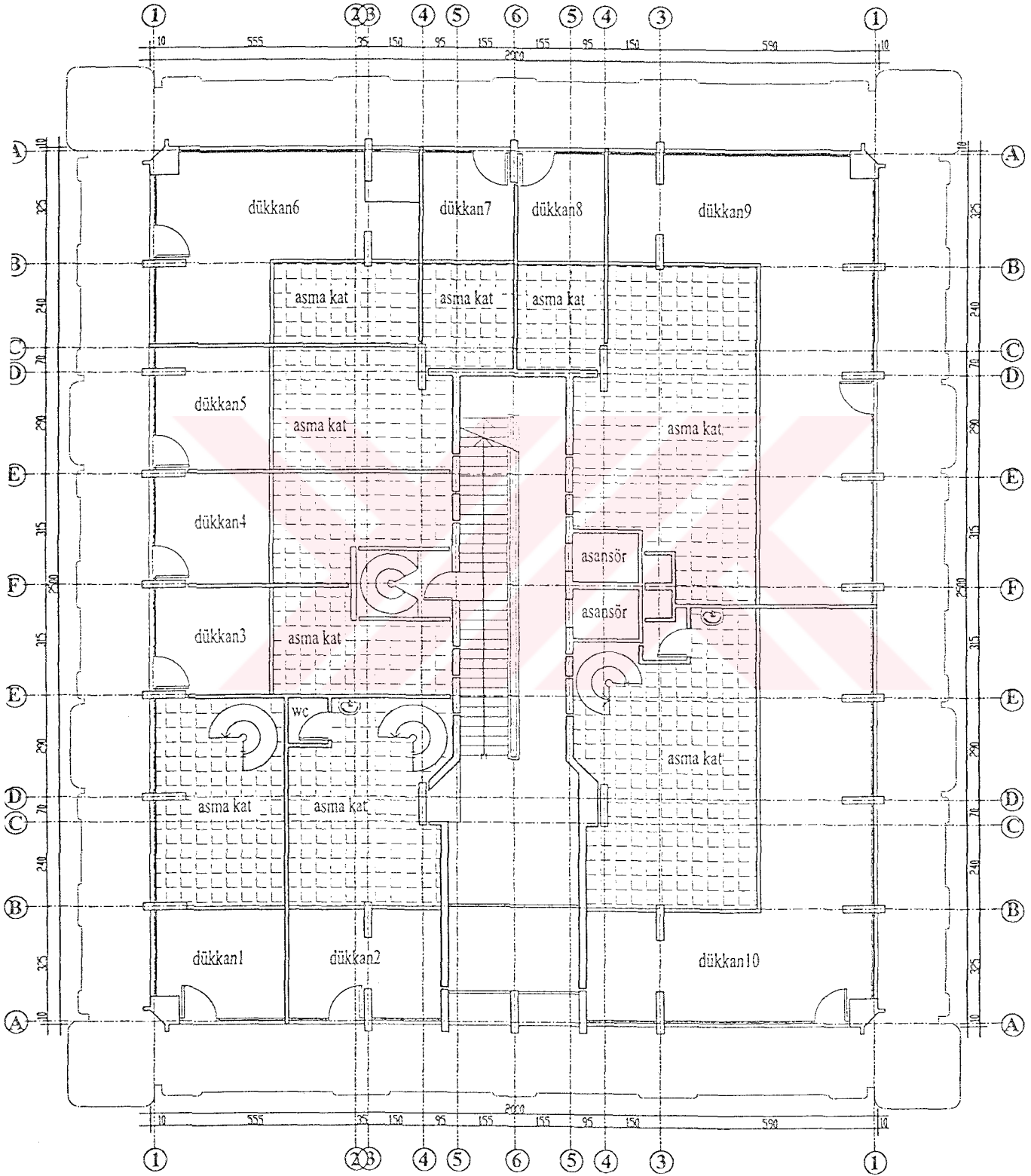
1) Bodrum Kat Planı



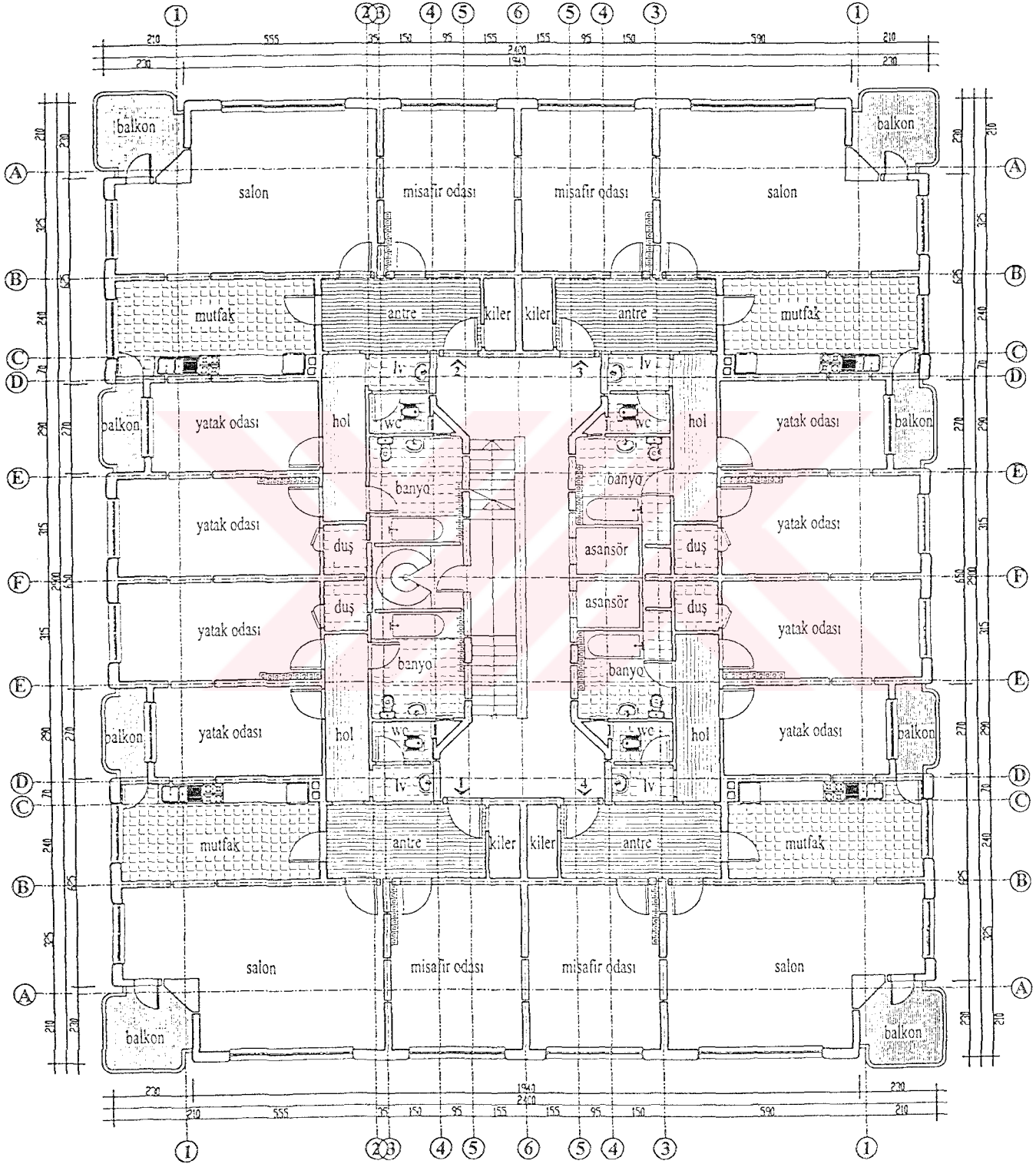
2) Zemin Kat Planı



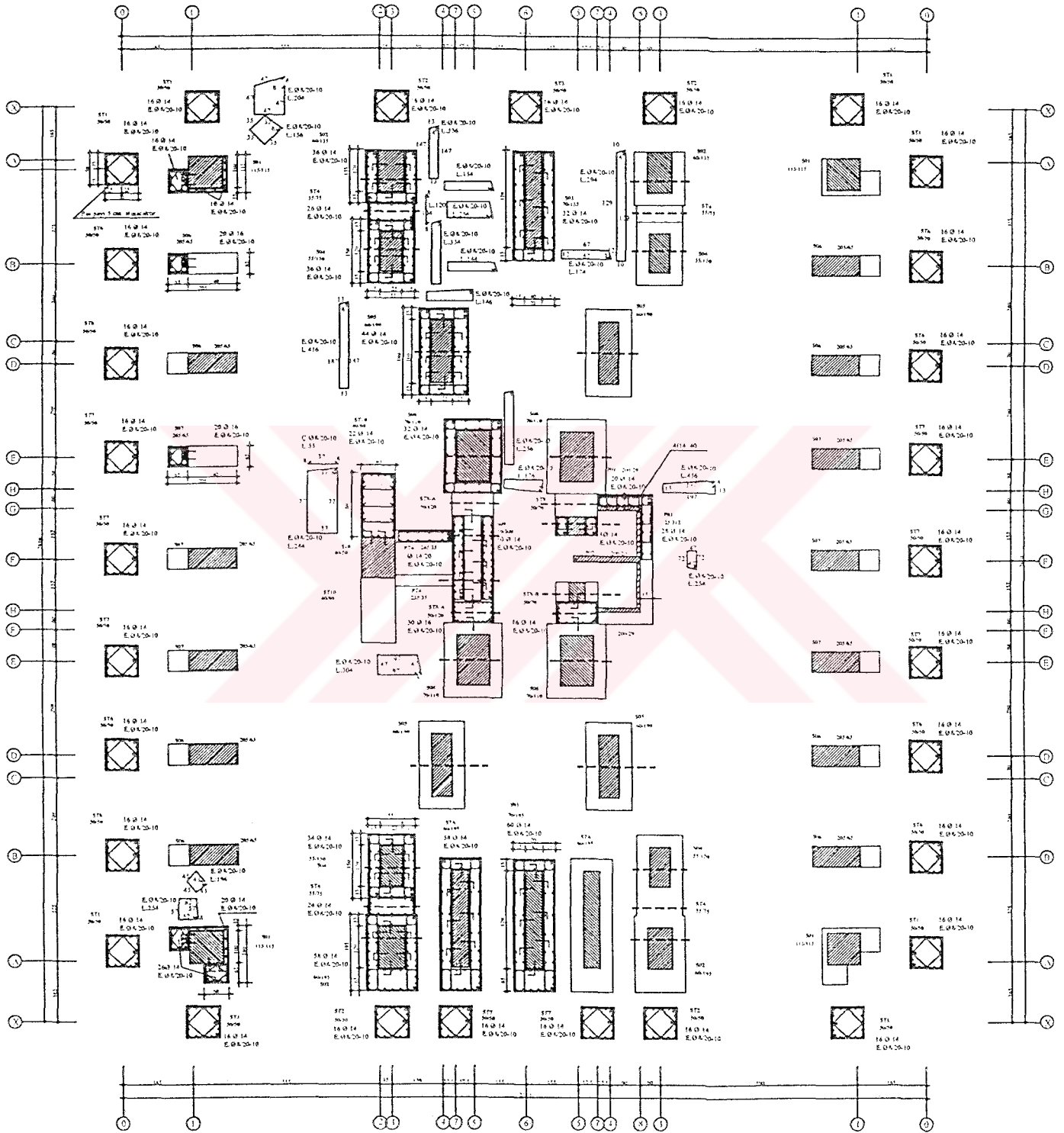
3) Asma Kat Planı



4) Normal Kat Planı

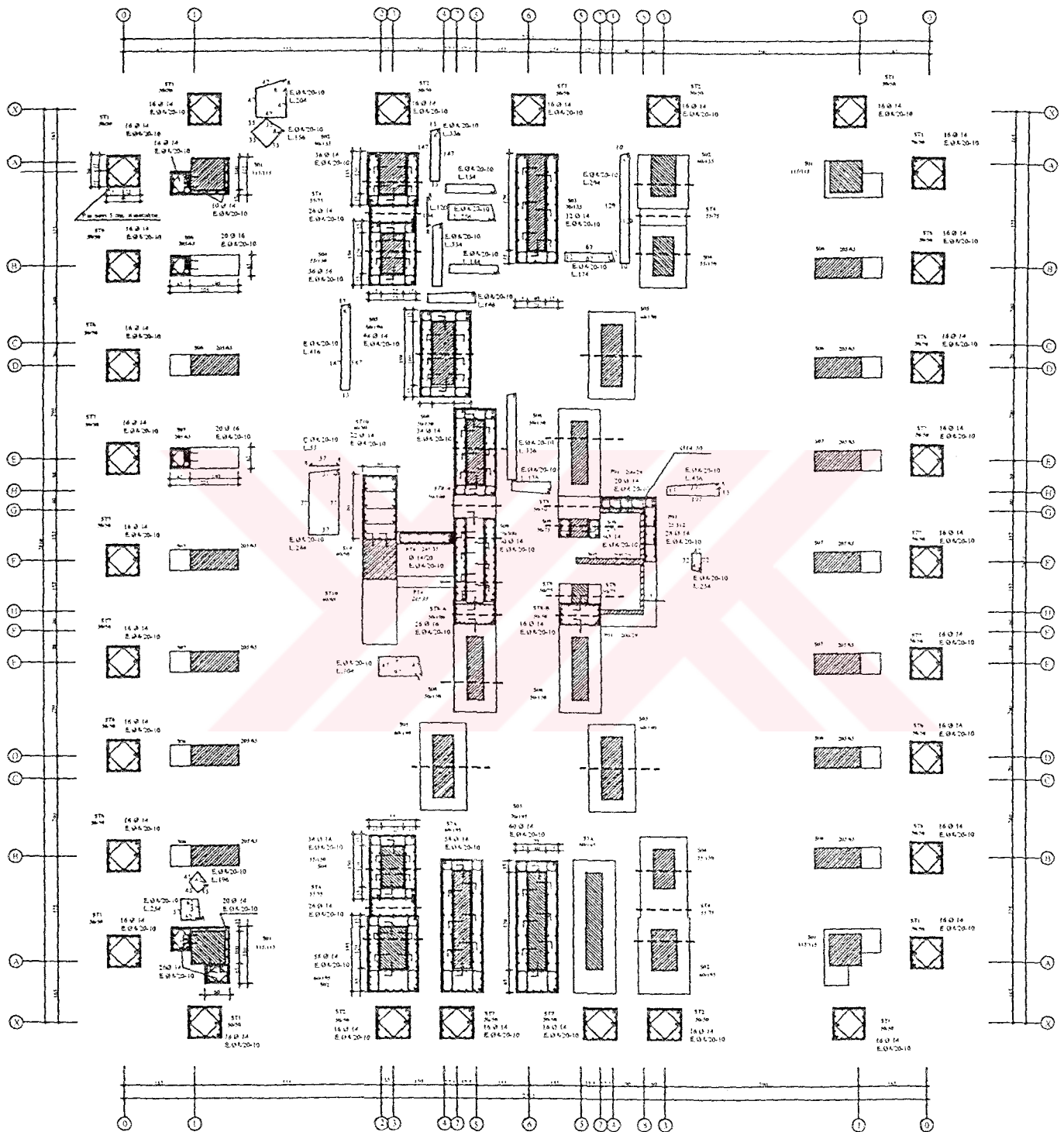


5) Safir Sitesi Bodrum Kat Takviye Kolon Aplikasyon Planı



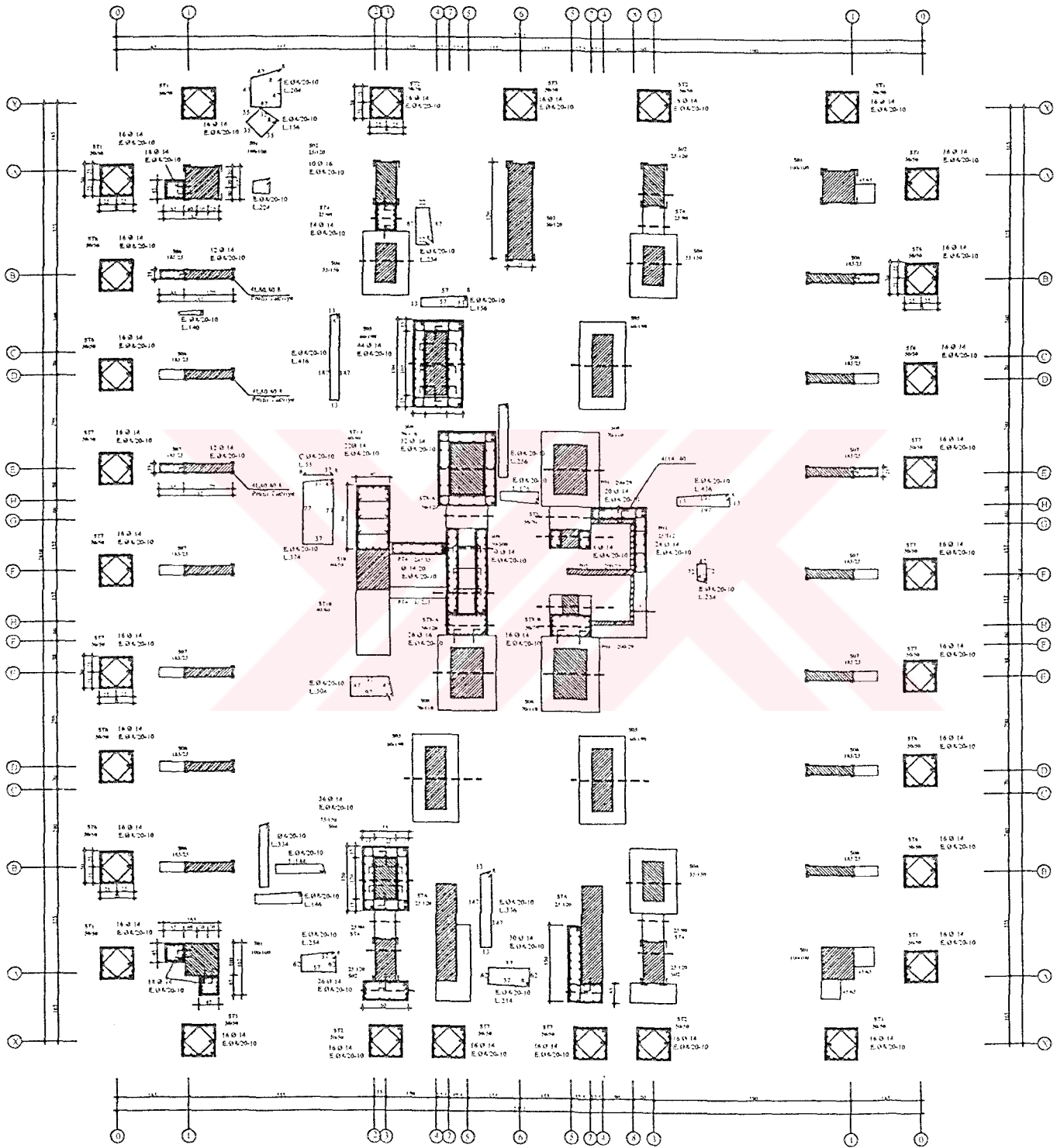
Taralı kesitler mevcut kolonları göstermektedir.

6) Yakut Sitesi Bodrum Kat Takviye Kolon Aplikasyon Planı



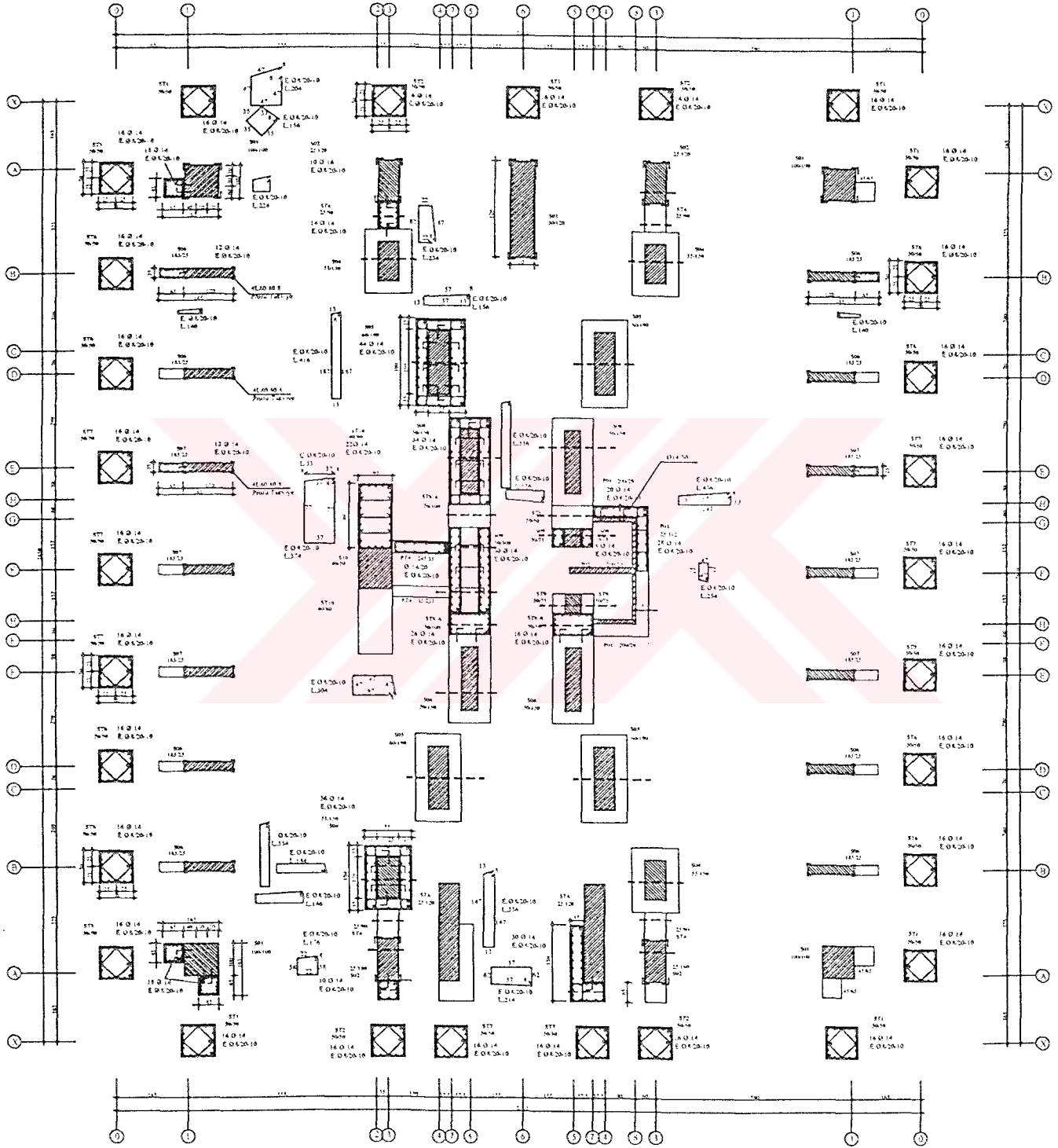
Taralı kesitler mevcut kolonları göstermektedir.

7) Safir Sitesi Zemin Kat Takviye Kolon Aplikasyon Planı



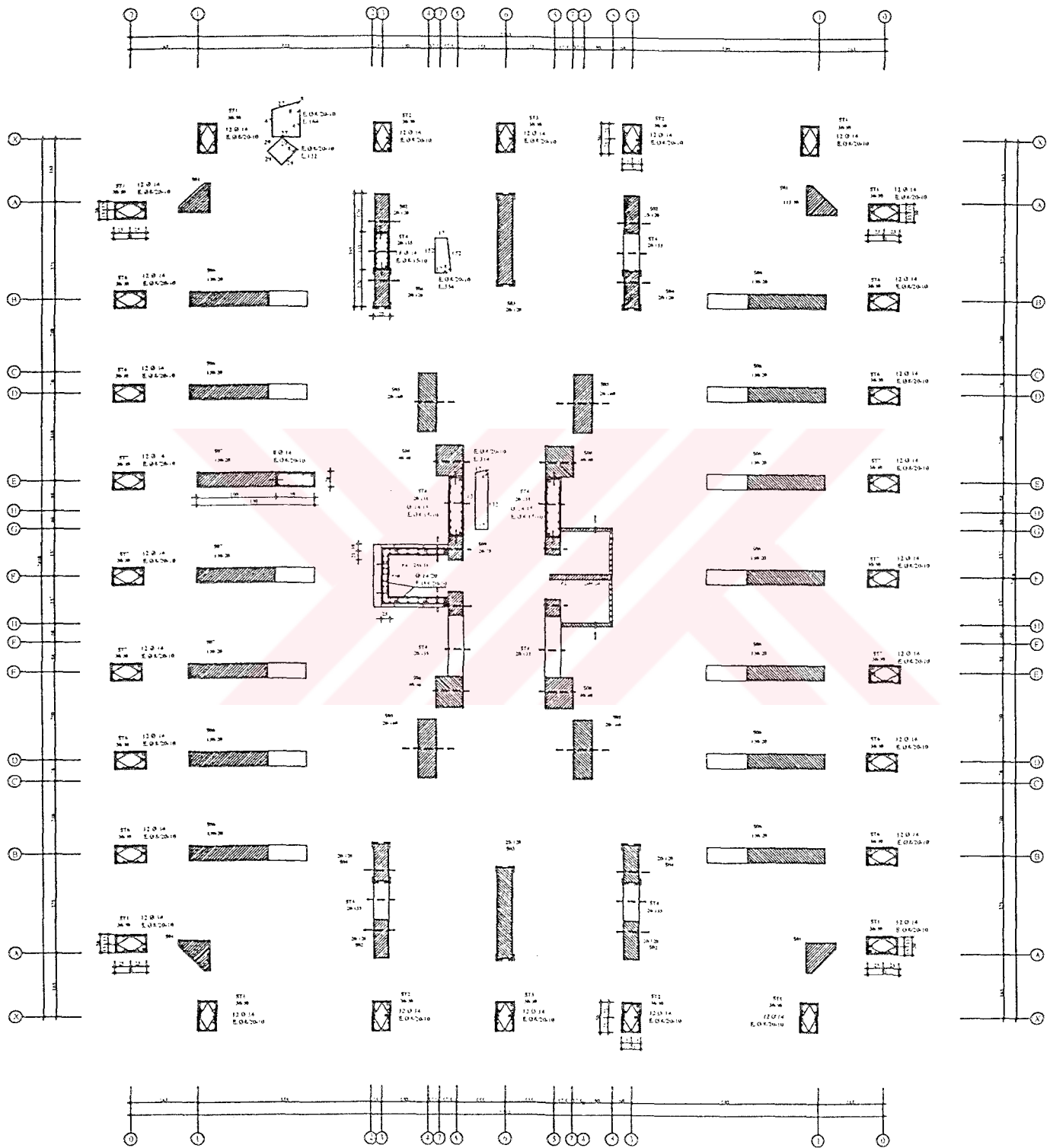
Taralı kesitler mevcut kolonları göstermektedir.

8) Yakut Sitesi Zemin Kat Takviye Kolon Aplikasyon Planı



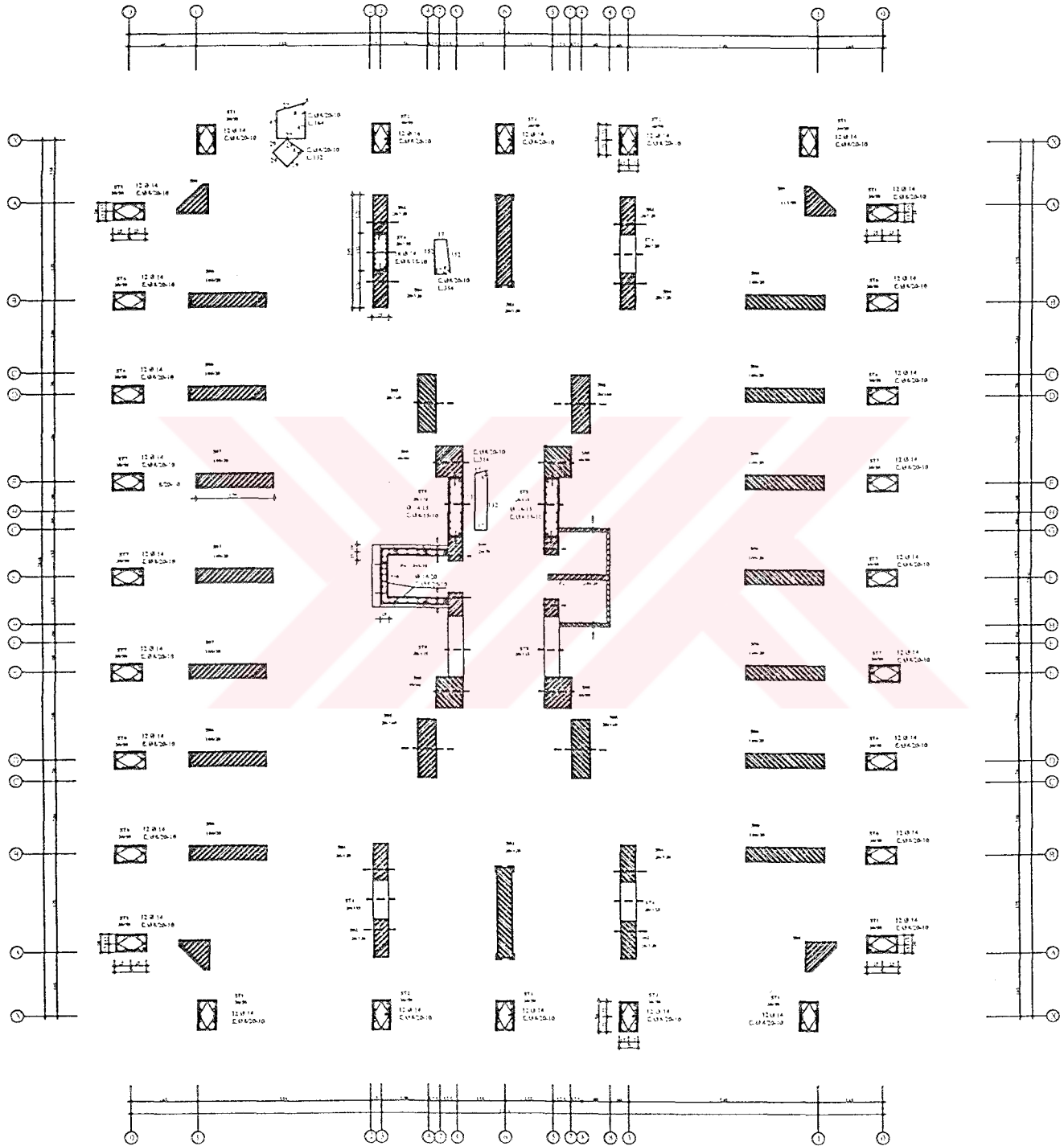
Taralı kesitler mevcut kolonları göstermektedir.

9) Safir ve Yakut Siteleri 1. ve 2. Kat Takviye Kolon Aplikasyon Planı



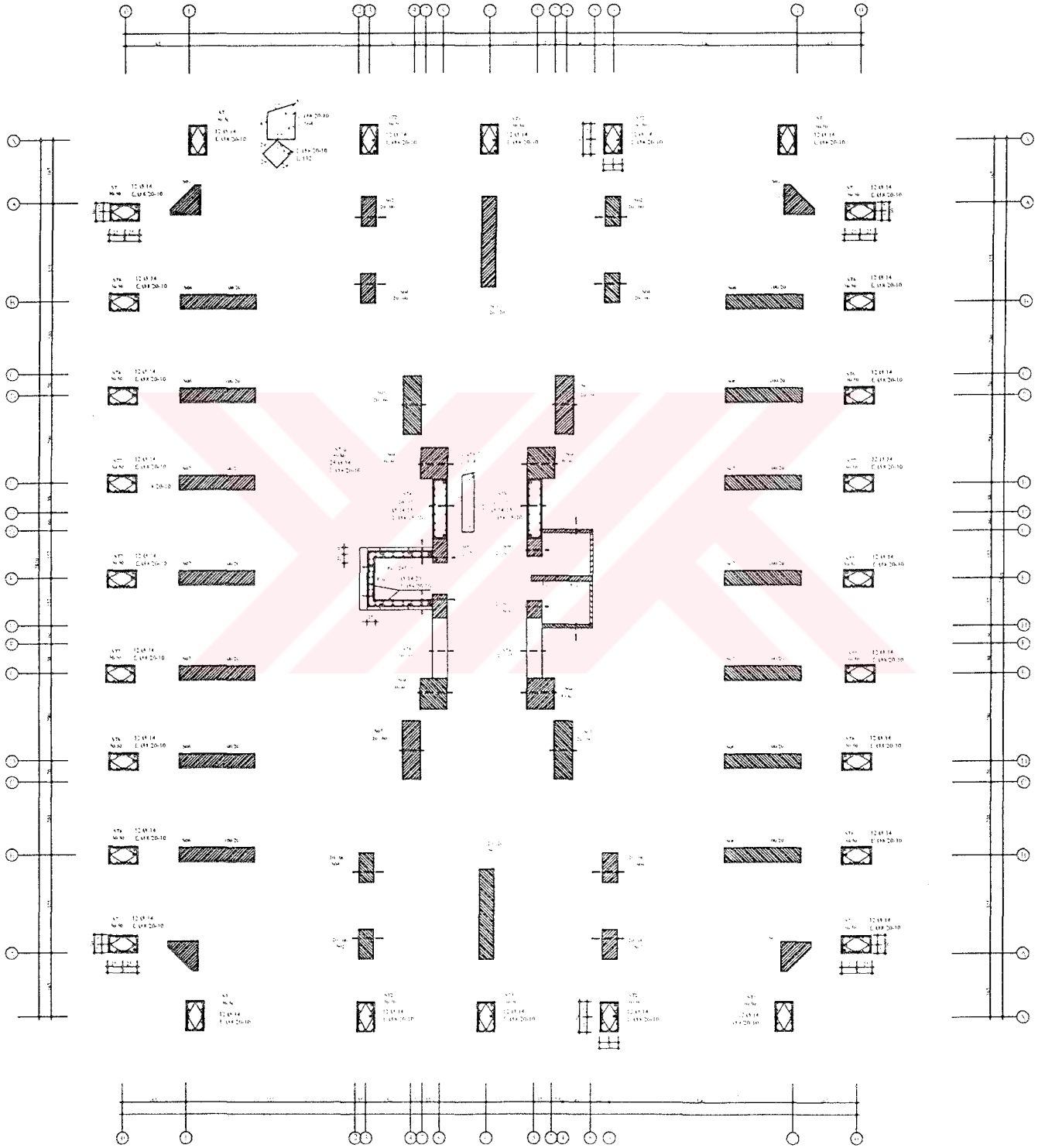
Taralı kesitler mevcut kolonları göstermektedir.

10) Safir ve Yakut Siteleri 3. ve 4. Kat Takviye Kolon Aplikasyon Planı



Taralı kesitler mevcut kolonları göstermektedir.

11) Safir ve Yakut Siteleri 5., 6., 7., 8. ve 9. Kat Takviye Kolon Aplikasyon Planı



Tarih kesitler mevcut kolonları göstermektedir.