



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



BETONARME ÇERÇEVELİ BİR BİNA İÇİN
FARKLI GÜÇLENDİRME ÖNERİLERİNİN
MİMARİ AÇIDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Tuğçe Sevinç Acar

YÜKSEK LİSANS

Mimarlık Anabilim Dalı

OCAK-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Tuğçe Sevinç ACAR tarafından hazırlanan “Betonarme Çerçevele Bir Bina İçin Farklı Güçlendirme Önerilerinin Mimari Açıdan Karşılaştırılması” adlı tez çalışması 13/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç. Dr. Fatih CANAN

Danışman

Doç. Dr. Serra Zerrin KORKMAZ

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ali Serdar ECEMİŞ

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

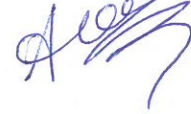
DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Tuğçe Sevinç ACAR

Tarih:13.01.2020



ÖZET

YÜKSEK LİSANS

BETONARME ÇERÇEVELİ BİR BİNA İÇİN FARKLI GÜÇLENDİRME ÖNERİLERİNİN MİMARİ AÇIDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Tuğçe Sevinç ACAR

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Serra Zerrin KORKMAZ

2020, 92 Sayfa

Jüri

**Doç. Dr. Fatih CANAN
Doç. Dr. Serra Zerrin KORKMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Ali Serdar ECEMİŞ**

Yapıların deprem etkisi altında göstermesi gereken davranış kriterleri vardır. Beklenen düzeyin üstünde hasara uğramaları, yapıların iyi tasarlanmamış olduğunu veya uygulamaları sırasında dikkatli olunmadığını göstermektedir. Uygulaması iyi yapılan veya düzgün projelendirilmiş yapılar da ömrünü doldurup, kendi ağırlığı altında çökebilmektedir. Bu gibi nedenlerle yetersiz olduğu belirlenen betonarme taşıyıcı elemanlar veya sistemin geneli çeşitli yöntemlerle onarılmakta ve güçlendirilmektedir. Bir yapının güçlendirilmesi konusunda çeşitli yaklaşımlar yapılmaktadır. Bu farklı çalışmalar arasında en verimli ve en etkin olan yöntemin belirlenmesi önemli olmaktadır. Her yapı türü için verimlilik kriterleri farklı olacaktır. Yapı grupları için belirlenmiş güçlendirme stratejisi ülke genelinde uygulanacaktır. Türkiye’de var olan yapı stokunun güçlendirilmesinde izlenecek strateji ve yöntemler incelenmekte, mimariye etkileri değerlendirilmektedir. İncelenen güçlendirme önerilerinin neden tercih edilmesi veya edilmemesi gerektiğinin dayandığı temel ilkeler irdelenmektedir.

Sonuç olarak bu tez çalışmasında incelenen örneklerde tespit edilen sorunlar doğrultusunda yeni yapılacak konut türü yapıların güçlendirme çalışmaları için kriterler oluşturulmuştur. Farklı güçlendirme önerilerinin yapıda meydana getirdiği değişimler vurgulanmıştır. Deprem bölgesindeki bir yapı için düşünülen farklı güçlendirme yöntemlerinin mimari açıdan; mekansal, cephesel, yapısal, tesisata etkileri, zaman ve maliyet açısından, uygulama kolaylığı ve iş kalemi açısından etkilerinin ne derece olduğu irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Betonarme Yapı, Deprem, Güçlendirme, Mimari Değerlendirme

ABSTRACT

MS THESIS

COMPRASION OF DIFFERENT STRENGHENING TECHNIQUES FOR REINFORCED CONCRETE BUILDING FROM ARCHITECTURAL POINT OF VIEW

Tuğçe Sevinç ACAR

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Architecture**

Advisor: Doç. Dr. Serra Zerrin KORKMAZ

2020, 92 Pages

Jury

**Doç. Dr. Fatih CANAN
Doç. Dr. Serra Zerrin KORKMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Ali Serdar ECEMİŞ**

There are behavioral criteria that the structures should show under the effect of earthquake. Damage above the expected level indicates that the structures are not well designed or are not careful during their implementation. Well constructed or properly designed structures can also fill their lives and collapse under their own weight. Reinforced concrete structural elements or system in general determined to be inadequate for such reasons are repaired and strengthened by various methods. There are various approaches to strengthening a structure. It is important to determine the most efficient and effective method among these different studies. The efficiency criteria for each type of structure will be different. The strengthening strategy for building groups will be implemented nationwide. To monitor the existing building stock in Turkey strategies and methods are examined, architectural effects are evaluated. The basic principles on which the proposed strengthening proposals should be preferred or not should be examined.

As a result, in this thesis, the criteria for the strengthening of new residential buildings have been established in line with the problems identified in the samples examined. Changes in the structure of different strengthening proposals are emphasized. Architectural strengthening of different reinforcement methods considered for a building in the earthquake zone; spatial, façade, structural, installation effects, in terms of time and cost, ease of application, and the extent of the work item are examined.

Keywords: Reinforced concrete structure, Earthquake, Reinforcement, architectural evaluation

ÖNSÖZ

Bu süreçte her daim desteğini yanımda hissettiğim, tez konumun ve çalışmamın şekillenmesinde yardımlarını benden esirgemeyen, tecrübeleri ile yoluma ışık tutan kıymetli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Serra Zerrin KORKMAZ'a teşekkürü bir borç bilir, saygı ve sevgilerimi sunarım.

Mesleğimi elime alma sürecimde, gerek lisans gerekse yüksek lisans eğitimimde her daim yanımda, benimle uykusuz kalan, diplomamın yarısının sahibi sevgili annem Nevin ACAR'a, annemle uykusuz günlerimizde bize destek olan babam Abdullah ACAR'a, mesleki bilgi ve tecrübeleriyle bana destek olan ablam Mimar Tülay BERBER'e ve her koşulda yanımda olan sevgili Mimar Burak ÇELİK'e ve tüm aileme her an benimle oldukları için teşekkür eder, en içten sevgilerimi sunarım.

Tuğçe Sevinç ACAR
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi	1
1.2. Çalışmanın Kapsam ve Yöntemi	2
2. BETONARME BİNALARDA GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ	3
2.1. Eleman Güçlendirmesi.....	7
2.1.1. Kolonlarda Güçlendirme.....	8
2.1.1.1. Kolonları Beton ile Sararak (Mantolama) Güçlendirme.....	8
2.1.1.2. Kolonları Kanat Ekleyerek Güçlendirme	11
2.1.1.3. Kolonları Çelik Kafes İçine Alarak Güçlendirme	12
2.1.1.4. Kolonları Karbon Lifli Polimer (CFRP) ile Sararak Güçlendirme.....	14
2.1.2. Kirişlerde Güçlendirme.....	15
2.1.2.1. Kirişleri Beton ile Sararak (Mantolama) Güçlendirme.....	16
2.1.2.2. Kirişleri Çelik Levhalar ile Sararak Güçlendirme	18
2.1.1.3. Kirişleri Karbon Lifli Polimer (CFRP) ile Sararak Güçlendirme.....	19
2.1.3. Kolon-Kiriş Birleşim Bölgelerinde Güçlendirme.....	22
2.1.3.1. Mantolama ile Güçlendirme	22
2.1.3.2. Çelik Levhalar ile Güçlendirme.....	23
2.1.3.3. CFRP ile Güçlendirme.....	24
2.1.4. Döşemelerde Güçlendirme	25
2.1.5. Temellerde Güçlendirme	27
2.2. Sistem Güçlendirmesi	30
2.2.1. Dolgu Duvarlarda Güçlendirme.....	30
2.2.1.1. Dolgu Duvarları Hasır Çelik Donatılı Özel Sıva ile Güçlendirme	30
2.2.1.2. Dolgu Duvarları Lifli Polimer ile Güçlendirme	32
2.2.2. Betonarme Çerçeveleri Yerinde Dökme Perde Duvar ile Güçlendirme.....	33
2.2.2.1. Çerçeve Düzlemi İçine Betonarme Perde Ekleyerek Güçlendirme.....	33
2.2.2.2. Çerçeve Düzlemine Bitişik Betonarme Perde Ekleyerek Güçlendirme	36
2.2.2.3. Betonarme Çerçeveleri Çelik Diyagonal Elemanlar ile Güçlendirme... 37	

2.2.2.4. Betonarme Çerçeveleri Hazır Dökülmüş Panolar ile Güçlendirme.....	39
2.2.3. Yapıya Dış Perdeler Ekleyerek Güçlendirme.....	41
2.2.4. Betonarme Sisteme Yeni Çerçeveler Ekleyerek Güçlendirme.....	42
2.2.5. Betonarme Sistemin Kütlesinin Azaltılması.....	42
3. BETONARME ÇERÇEVELİ BİR BİNA İÇİN FARKLI GÜÇLEDİRME	
YÖNTEMLERİNİN MİMARİ AÇIDAN KARŞILAŞTIRILMASI.....	44
3.1. Binaya Ait Bilgiler.....	44
3.2. Birinci Güçlendirme Önerisi: Tüm Kolonların Mantolanması.....	47
3.2.1. Mekânsal Değerlendirme.....	47
3.2.1.1. Kullanım ve Fonksiyonel Etkiler.....	48
3.2.1.2. Doğal Aydınlanma Etkileri.....	52
3.2.2. Cephesel Değerlendirme.....	53
3.2.3. Yapısal Değerlendirme.....	56
3.2.4. Tesisata Etkileri Değerlendirme.....	57
3.2.5. Zaman ve Maliyet Açısından Değerlendirme.....	57
3.2.6. Uygulama Kolaylığı ve İş kalemi Açısından Değerlendirme.....	58
3.3. İkinci Güçlendirme Önerisi: İlk İki Aksa Perde Elemanlar Eklenmesi.....	59
3.3.1. Mekânsal Değerlendirme.....	60
3.3.1.1. Kullanım ve Fonksiyonel Etkiler.....	60
3.3.1.2. Doğal Aydınlanma Etkileri.....	62
3.3.2. Cephesel Değerlendirme.....	62
3.3.3. Yapısal Değerlendirme.....	64
3.3.4. Tesisata Etkileri Değerlendirme.....	65
3.3.5. Zaman ve Maliyet Açısından Değerlendirme.....	66
3.3.6. Uygulama Kolaylığı ve İş kalemi Açısından Değerlendirme.....	67
3.4. Üçüncü Güçlendirme Önerisi: İç Akslara Perde Elemanlar Eklenmesi.....	67
3.4.1. Mekânsal Değerlendirme.....	68
3.4.1.1. Kullanım ve Fonksiyonel Etkiler.....	68
3.4.1.2. Doğal Aydınlanma Etkileri.....	71
3.4.2. Cephesel Değerlendirme.....	71
3.4.3. Yapısal Değerlendirme.....	71
3.4.4. Tesisata Etkileri Değerlendirme.....	72
3.4.5. Zaman ve Maliyet Açısından Değerlendirme.....	72
3.4.6. Uygulama Kolaylığı ve İş kalemi Açısından Değerlendirme.....	73
3.5. Genel Değerlendirme.....	73

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	80
KAYNAKLAR	83
EKLER	87
ÖZGEÇMİŞ	91



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

mm: milimetre
cm: santimetre
m²: metrekare
M³: metreküp
TL: Türk Lirası
Kg: kilogram

Kısaltmalar

CFRP: Carbon Fiber Reinforced Polymers
DBYBHY: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik

1.GİRİŞ

Ülkemizin yüz ölçümünün %98'i deprem bölgesi olarak tanımlanmaktadır (Web1). Ülke nüfusunun yarıdan fazlası deprem riski altındaki bu topraklarda yaşamaktadır. Riskli bölgelerdeki yapıların deprem etkisiyle çökme ihtimali vardır. Ayrıca ülke genelinde herhangi bir deprem etkisine maruz kalmadan kendi ağırlığı altında çöken yapıların da olması onarım ve güçlendirme konusunu önemli kılmaktadır.

Ülkemizdeki yapı stokunun önemli ve büyük bir bölümünü betonarme yapılar oluşturmaktadır. Taşıyıcı sistem düzensizlikleri, sonradan müdahaleler (kolon kesme vb.), yanlış malzeme seçimi, uygulama sırasındaki eksiklikler vb. nedenlerle betonarme çerçeveli yapılarda yapı genelindeki yük dağılımı olumsuz etkilenmektedir.

Yapılar incelendiğinde, yeterli deprem dayanımına sahip yapılara müdahale edilmemektedir. Ancak deprem dayanımı yeterli olmayan yapıların gerekli mimari ve ekonomik şartları sağladığı takdirde güçlendirilmeleri uygun görülmektedir. Güçlendirmenin uygun olmadığı durumlarda yıkım kararı da verilebilmektedir. Yıkım kararı verilen yapılarda mekânsal değişim incelenmesi gereken bir kriter değilken güçlendirilmesi uygun görülen yapıların mekânsal değişimleri mimar tarafından değerlendirilmelidir. Değerlendirme sonucunda gerekli görüldüğü takdirde mevcutta kullanılan güçlendirme yöntemi değiştirilmeli, alternatif yöntemler kullanılmalıdır.

Bir yapının güçlendirilmesi kaçınılmaz olduğu durumlarda kullanıcıların en az etkilenmesi durumu ve tasarıma yönelik kriterlerin değerlendirilmesi mimarın görevi olmalıdır.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Ülkemizde yapılarda meydana gelen hasar ve çökmeler en çok betonarme yapılarda gerçekleşmektedir. Can ve mal kayıplarının yaşanmaması için yapılar değerlendirilmekte, değerlendirme sonucuna göre onarım ve güçlendirme yapılmaktadır. Yapının mevcut durumda deprem dayanımının yetersiz bulunması, değişen yönetmelik standartlarını artık sağlamıyor olması, deprem yükleri veya kendi ağırlığı altında hasar görmüş olması gibi durumlarda yapı, yıkım veya yeniden yapıım koşullarına uygun değilse güçlendirilmesi gerekli görülmektedir. Yeterli dayanım standartlarına sahip olmayan yapıların güvenliğini sağlamak için taşıyıcı sistem elemanlarının ya da tüm sistemin güçlendirilmesi gerekmektedir.

Çalışmada onarım ve güçlendirmenin kaçınılmaz olduğu durumlarda, yapının mimarisinin ve kullanıcısının en az etkilenmesi, uygulama aşamasının en kolay şekilde gerçekleştirilmesi amaçlanmakta ve bunun için değerlendirmeler ve öneriler yapılmaktadır.

Çalışmanın sonunda güçlendirme yöntemi seçilirken mimarın rolü vurgulanmaktadır. Seçilen yöntemin mimari açıdan değerlendirilmesinin önemi açıklanmaktadır.

1.2. Çalışmanın Kapsam ve Yöntemi

Hasar gören yapılarda güçlendirme yapılması gerektiği durumlar oldukça sık yaşanmaktadır. Betonarme yapı türleri içerisinde büyük ölçekli karmaşık yapılara göre kullanıcısıyla birebir ilişkili, mekânlarının küçük olması nedeniyle güçlendirme aşamalarından daha fazla etkilenen konut yapı türü seçilmiştir. Seçilen bu yapı türündeki yapılan çalışmalarda genellikle güçlendirmede kullanılan yöntemin kolonlarda betonarme mantolama ve betonarme perde ekleme yöntemleri olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada seçilen örneklem üzerinden bu yöntemlerin uygulanmasının mimariye etkileri üzerinde durulmaktadır.

Çalışmanın amacı doğrultusunda Şik (2014)'in tezinde bir örnek yapı üzerinde öneri olarak sunulan üç farklı güçlendirme önerisinin mimariyi nasıl etkilediği değerlendirilmektedir. Konut olarak kullanılan bu yapının güçlendirilmesinin kullanıcıya yansıyan etkileri anlatılmaktadır. En iyi analizi yapabilmek adına üç farklı güçlendirme yöntemi değerlendirilerek, en uygun yöntemi seçebilmek için dikkat edilmesi gereken parametreler belirlenmektedir.

2. BETONARME BİNALARDA GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ

Onarım hasarlı bir yapı elemanı ya da yapıyı hasar öncesi dayanım ve güvenlik düzeyine yükseltmektir. Hasar taşıyıcı elamanın taşıma gücünü ve de dolaylı olarak güvenlik katsayısını azaltmıştır. Onarımla bu durum giderilmektedir.

Yapı ya da eleman hasarı depremin şiddet düzeyine göre beklenen ve olması gereken düzeyin üzerinde olmuş ise yapının hasar öncesi düzeyden daha yüksek bir güvenlik düzeyine çıkması gerekmektedir. Bu işleme ise yapının güçlendirilmesi denmektedir (Bayülke, 2000).

Bir yapının güçlendirilmesine karar verebilmek için birçok etken mevcuttur. Bunlar,

- Yapının tasarlandığı amacın dışında kullanılması (Örneğin konut olarak tasarlanmış bir yapının okul olarak işlevinin değiştirilmesi)
- Yapının güncel yönetmeliklere uygun olmaması
- Uygulama sırasında eksiklikler yapılması (Şekil 2.1) ya da yapının taşıyıcı sistem tasarımının hatalı olması (Şekil 2.2) ve (Şekil 2.3).



Şekil 2.1. Uygulama sırasındaki eksiklikler sonucu oluşan segregasyon (Web2)



Şekil 2.2. Kiriş süreksizliği (Topçu, 2019)



Şekil 2.3. Saplanan kirişin ana kirişten büyük olması (Bayraktar, 2011)

- Yapıya sonradan yeni katlar eklenmesi (Şekil 2.4) veya çok sayıda taşıyıcı olmayan bölücü duvarların yapılması sonucu yapı yüklerinin hesap yüklerinden fazla olması



Şekil 2.4. Yarıya kaçak kat eklenmesi (Web3)

- Teknik denetim eksikliği
- Doğal afetler gibi nedenlerden bir veya birkaçı gerçekleştiğinde, yapının güçlendirilmesine veya yıkımına karar verilebilmektedir (Mutlu, 2015).



(a) Öncesi



(b) Sonrası

Şekil 2.5. 17 Ağustos depreminin iş merkezi binasına etkileri (Çiftçi, 1999)

Yapılarda güçlendirmeye karar verme aşamasında yapı ile ilgili durum tespiti yapılmaktadır. Bu kapsamda 2018 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik'in 15. Bölümünde bahsedildiği üzere;

- Binalardan bilgi toplanılması aşamasında bilgi düzeyleri farklılık göstermekle birlikte bina geometrisi, eleman detayları ve malzeme özellikleri hakkında bilgi toplanır.
- Yapı elemanlarında hasar sınırları ve hasar bölgeleri tespit edilir.

- Gerekli deprem hesabı yapılır. Yapının mevcut ve gerekiyorsa güçlendirilmiş durumda dayanımı belirlenir.
- Belirlenen performans düzeyi yönetmelik koşullarını sağlamıyor ise güçlendirme projeleri hazırlanır.
- Hazırlanan güçlendirme projesine göre maliyet hesapları yapılarak güçlendirme veya yıkım kararı verilmektedir (Tankut ve ark., 2008).

Onarım/Güçlendirme veya yıkım kararı için ekonomik bir değerlendirme yapılmaktadır. Hazırlanan güçlendirme projesi kapsamında hesaplanan maliyetin, yapının yeniden yapım masraflarının %40'ını geçmemesi gerekmektedir (Mutlu, 2015). Binanın yaşı ve maliyet ilişkisi tablosu Çizelge 2.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1. Bina Yaşı- Maliyet İlişkisi Tablosu (Mutlu, 2015)

Binanın Yaşı	Maliyet Oranı
50	% 0
40	% 16
30	% 32
25	% 40
20	% 48
10	% 64
5	% 72
1	% 78

Eğer riskli yapı özel mülkiyet ise yenilenmesi konusunda maliklere iki seçenek sunulmaktadır. Bunlar riskli yapının yıkılarak yeniden yapılması ya da riskli yapının güçlendirilmesine karar verilmesidir. Yenilenme süreci iyi planlanmadığında yapı sahipleri mağdur olmaktadır. Bu nedenle yıkılarak yenilenmede kat maliklerinin arsa paylarının en az 2/3'üyle, güçlendirilmede ise bütün malik oylarının 4/5'iyle karar alınmaktadır (Sur, 2017).

Onarım ve güçlendirme yöntemlerinin uygulanması teknik açıdan donanım isteyen, uygulanması zor ve ekonomik açıdan maliyetli işlemlerdir. Bu nedenle yapıya en uygun uygulama metodunun seçilmesi önemli olmaktadır (Şekil 2.6). En uygun

yöntemin seçiminde; geçerli yönetmelikler, yapının mevcut hasar derecesi ve tipi, çalışma alanı, ekipman ve uzman kadro, uygulamanın maliyeti, hedeflenen güvenlik katsayısı ve mevsim göz önüne alınmalıdır (Yılmaz, 2006). Yapılan bu tez çalışmasında bunların yanında güçlendirme uygulamasının mimariye etkilerinin de dikkat edilmesi gereken kriterlerden olacağı vurgulanmaktadır.



Şekil 2.6. Yanlış güçlendirme yapılan kolonlar ve binanın genel görünüşü (Gülmez, 2010)

Betonarme binalara uygulanan güçlendirme teknikleri eleman ve sistem bazında güçlendirme olarak ikiye ayrılmaktadır.

2.1. Eleman Güçlendirmesi

Binanın kolon, kiriş, perde ve birleşim bölgesi gibi deprem yüklerini karşılayan elemanlarında dayanım ve şekil değiştirme kapasitelerinin arttırılmasına yönelik olarak uygulanan işlemler, eleman güçlendirmesi olarak tanımlanmaktadır (DBYBHY, 2018). Bu yöntemin uygulanması yapı güvenliğini tehlikeye sokacak yerel problemlerin çözümünde ve yapının bütün olarak güçlendirilmesi gerekli olmayan durumlarda etkilidir. Eleman bazında yapılacak güçlendirmenin yapının rijitliğine katkılarının yanında, temele müdahale gerektirmemesi ve mimariyi daha az etkilemesi gibi nedenlerle avantajı bulunmaktadır. Yapının elemanlarında karşılaşılan sorunlar;

- Yetersiz; aksenal yük kapasitesi, eğilme momenti kapasitesi, kesme kuvveti kapasitesi ve süneklilik
- Kötü işçilik

- Zaman ve çevre şartları sonucu oluşan hasarlar gibi nedenlerdir (Gürol, 2007).

Eleman bazında güçlendirmede genelde amaç, kapasite arttırmak ve elemanda sargı etkisi oluşturmak olmaktadır. Bazen de hedeflenen, rijitliği arttırmaktır (Ersoy, 2007).

Elemanların güçlendirilmesi bazında uygulanacak yöntemler kolon, kiriş ve kolon-kiriş birleşim bölgelerinin güçlendirilmesi olarak üç ana başlık altında incelenebilir.

2.1.1. Kolonlarda Güçlendirme

Ülkemizde betonarme kolonların güçlendirilmesine gerek duyulmasının en önemli nedenleri enine donatıların yetersizliği ve boyuna donatılarda yetersiz bindirmeli ekler yapılmasıdır (Ersoy, 2007).

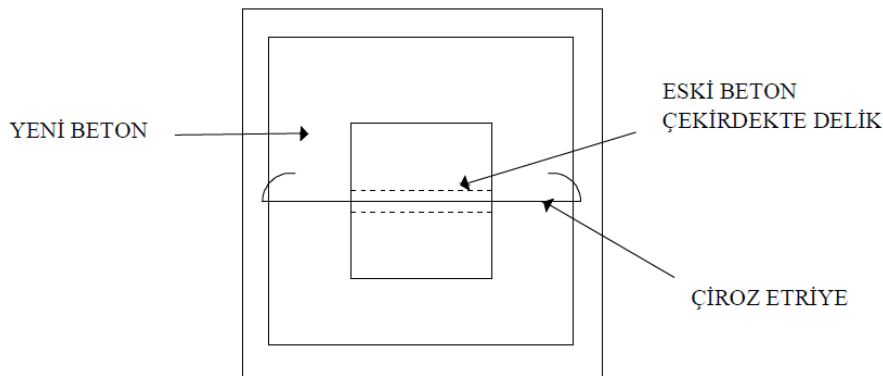
Kolonlara hangi yöntemin uygulanacağını belirlemek için öncelikle kolonun mevcut dayanım eksikliğinin nedeni belirlenmelidir. Neden belirlenmeden seçilen yöntemin hatalı olması durumunda yapıya ek yükler binebileceği değerlendirilmelidir. Eğer amaç kolonun sünekliğinin artırılması ise çelik kafes içinde alınarak güçlendirme uygulanabilir. Kolonun eğilme kapasitesini arttırmak hedefleniyorsa kesit alanını büyütülerek ve yeni boyuna donatılar eklenerek sağlanabilir. Ancak yeni eklenecek boyuna donatının katlar arasında devam ediyor olması gerekmektedir (Yıldırım, 2008). Eğer kesme kuvveti dayanımını arttırmak isteniyorsa enine donatıları arttırarak aynı zamanda sünekliğe de katkı sağlanmaktadır (Celep ve Kumbasar, 2000).

Betonarme kolonların güçlendirilmesinde en yaygın olarak kullanılan ve en etkili yöntem kolonların mantolanmasıdır. Buna ilave olarak kolonun durumuna göre çelik kafes içerisine almak ve cam karbon lifli polimerler ile sarılarak uygulanan güçlendirme yöntemleri de mevcuttur (Şirin, 2006).

2.1.1.1. Kolonları Beton ile Sararak (Mantolama) Güçlendirme

Kolonları güçlendirmede en fazla tercih edilen yöntemdir. Bu yöntem kolonun beton en kesitinin ve boyuna donatısının arttırılmasıdır. Miktar olarak kullanılan donatı artabilir ancak oran olarak aynı kalabilir ya da arttırılabilir. Mantolama ile güçlendirmede dikkat edilecek en önemli noktalar hem eski ve yeni betonun hem de

eski ve yeni donatının kaynaştırılarak birlikte çalışmasını sağlamaktır (Şekil 2.7). Temel amaç kolonun düşey yük taşıma kapasitesini arttırmaktır.



Şekil 2.7. Kolonda eski ve yeni betonun kaynaştırılması (Demirkan, 2014)

Bu yöntem çalışmada incelenen örnekte kullanılan yöntemlerden biridir. Uygulama yapılırken boyuna donatıların katlar arası sürekliliği sağlanmalıdır. Bu sayede kolonun eğilme kapasitesi de arttırılmaktadır.

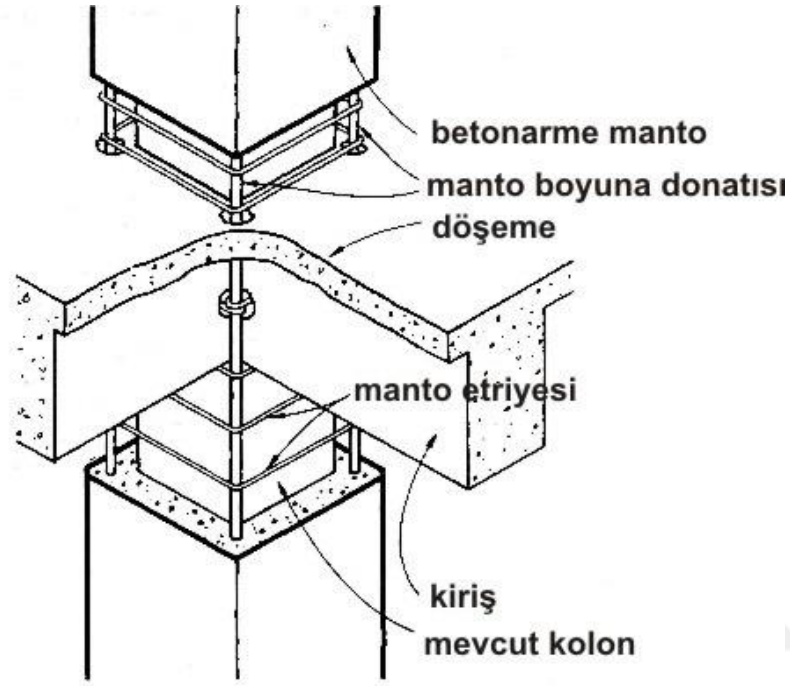
Mantolama yöntemi kolonun iki yüzeyinden uygulanabileceği gibi dört yüzeyinden de uygulanmaktadır. Mimari şartların elverişli olmadığı durumlarda tek tarafından mantolama da uygulanmaktadır. Tek tarafından mantolama dayanımı çok etkilemese de yeni perdeler eklenerek yapı gerekli dayanıma kavuşmaktadır (Şekil 2.10). Fakat mantolamanın 1 veya 2 yüzeyden uygulanması genellikle tavsiye edilmez. Çünkü bu gibi mantolama uygulamaları ile elemanın sargı özelliklerinde anlamlı bir değişim elde edilemez (Dritsos, 2015).

Uygulamada mevcut kolonun beton katmanı sıyrılarak veya yüzey pürüzleri giderilerek işleme başlanmalıdır. Eklenecek yeni betonarme sargı düşey donatıların yerleştirilmesine ve beton dökümüne izin verecek kalınlıkta, minimum 100 mm olmalıdır (DBYBHY, 2018).

Kolonların mantolanmasının istenilen şartları sağlaması için;

- Yeni eklenecek malzemelerin dayanımının mevcuttaki malzemelerin dayanımına eşit veya daha yüksek olması gerekmektedir.
- Püskürtme betonlarda en az 5 cm, yerinde dökme betonlarda en az 10 cm betonarme manto kalınlığını sağlamalıdır.
- Üst ve alt noktalardaki donatı düğüm bölgelerinden sürekli devam ettirilmelidir (Şekil 2.8).

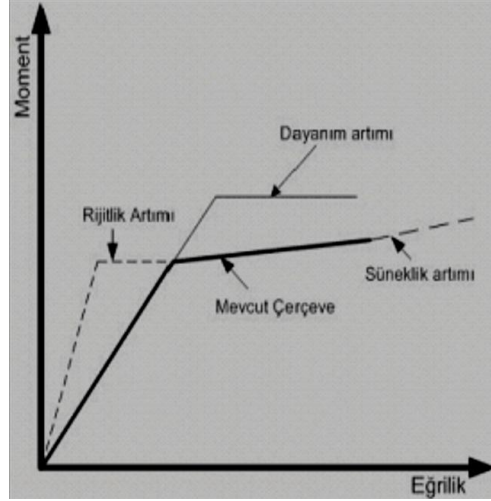
- Kolonların kalınlığı 30 cm'den büyük ise etriye açıklığını azaltmak için kolon içinde delikler açılmalı veya kolon tamamen delinerek etriye yerleştirilmelidir.
- Ek mantonun donatısı ve mevcut donatının, ek beton katmanı ile mevcut betonun birlikte çalışması sağlanmalıdır (Tosun, 2009) (Şekil 2.9).



Şekil 2.8. Kolonları betonarme mantolama ile güçlendirme (Bayülke, 1995)



Şekil 2.9. Kolonları betonarme mantolama ile güçlendirme örneği (Bawary, 2018)



Şekil 2.10. Güçlendirmenin kolon üzerindeki etkileri (Genç, 2014)

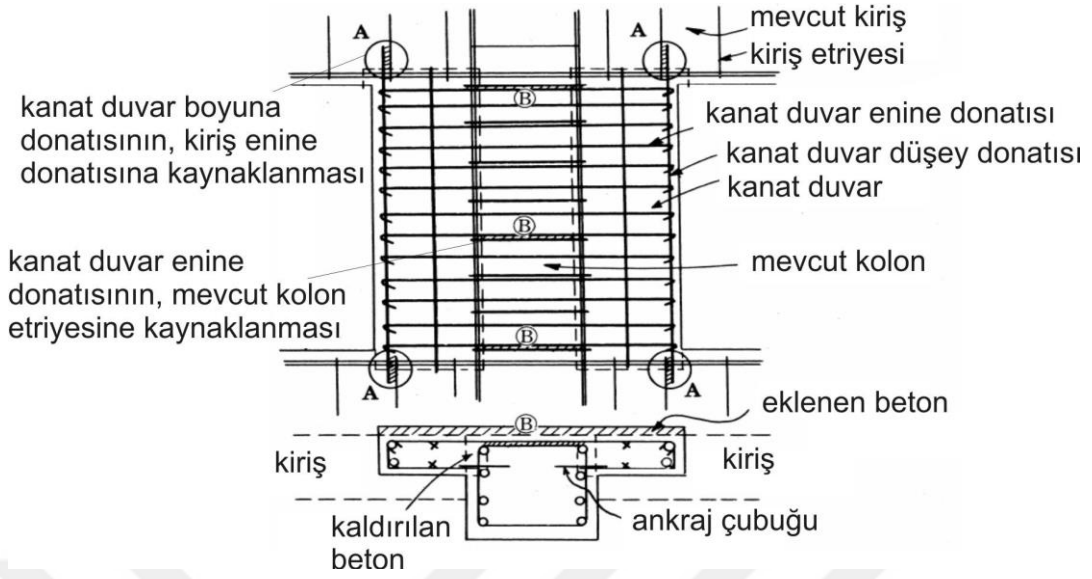
Ülkemizde uzun zamandır uygulanan bir yöntem olması ve uygulanmasının kolay olması nedeniyle en çok tercih edilen yöntemlerdendir. Diğer yöntemlere göre daha az maliyetlidir. Ancak kolon en kesitini aşırı arttırdığı durumlarda mimari fonksiyonu bozacağından dolayı çelik levhalar ile güçlendirme tercih edilmektedir (Öncü, 2011).

2.1.1.2. Kolonları Kanat Ekleyerek Güçlendirme

Kanat duvar eklenerek yapılacak güçlendirmede mevcut kolonun iki yüzeyine küçük duvar panelleri yapılmaktadır. Eklenen kanat duvar ile mevcut kolonun dayanımı artmakta, yapı sisteminin deprem davranışı gelişmektedir. Bu yöntem gevrek kolonun kesme kuvvetinden dolayı göçmesini engellemekte, kolonun eksenel yükünü hafifletmektedir (Gürol, 2007).

Bu yöntem ile perdenin yatay donatısı kolonun yatay donatılarına kaynaklanmaktadır. Daha sonra betonlama ile eski kolon betonunun yeni perde betonu ile tek parça olarak birlikte çalışması sağlanmaktadır. Kolonlara kanat eklenmesi ile hem moment hem de kesme kuvveti taşıma gücü 2-3 kat artmaktadır (Bayülke, 1995).

Bu yöntemi yapım tekniği olarak yerinde dökme veya ön dökümlü panellerle uygulamak mümkün olmaktadır. Eski ve yeni donatı arasında gerilme geçişini sağlamak amacıyla ankraj çubukları kullanılmakta, yeni donatılar mevcut donatılara kaynaklanmaktadır (Şekil 2.11). Kolonun iki tarafına eşit eklenen kanatlar sebebiyle daralan çerçevedeki kirişlerin gerekli kontrollerinin yapılması gerekmektedir (Gürol, 2007).



Şekil 2.11. Kolonları kanat ekleyerek güçlendirme (Şik, 2014)

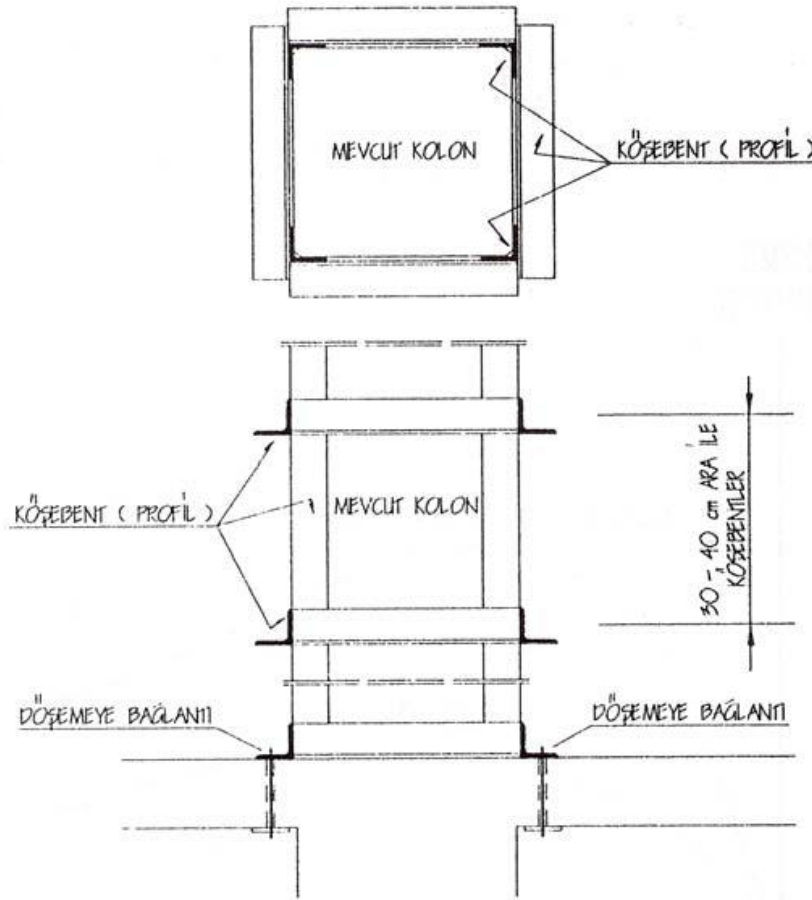


Şekil 2.12. Kolonları kanat ekleyerek güçlendirme örneği (Web4)

2.1.1.3. Kolonları Çelik Kafes İçine Alarak Güçlendirme

Bu yöntem kolonun aksenal yük kapasitesini arttırmak için kullanılmaktadır. Yapılacak çelik kafes dikdörtgen kolonların köşelerine köşebent yerleştirilmesi ve bunların belirli aralıklarla yatay plakalarla kaynaklanması ile oluşmaktadır (Şekil 2.13). Uygulanan köşebentler ve yatay plakalar ile kolon yüzeyi arasında boşluk bulunmamalıdır ve dört yüzeyde de sürekli olmalıdır (Gülmez, 2010).

Bu yöntemde kolonun içinde bulunması gereken sargı donatısı çelik bantlar yardımıyla elemanın dışında kullanılmaktadır (Şekil 2.14). Çelik kafes içine alınarak güçlendirme yönteminde kolonun rijitliğinde çok önemli bir değişme olmaz. Ancak çabuk yapılabilen ve hasarlı kolonun artçı depremlerde daha çok hasar görmesini önleyen ve kolonun parçalanıp dağılmasını engelleyen bir onarım (askıya alma) yöntemi olarak uygulanabilir (Bayülke, 1995).



Şekil 2.13. Kolonları çelik kafes içine alarak güçlendirme detayı (Bayülke, 1995)



Şekil 2.14. Kolonları çelik levhalar ile güçlendirme örneği (Şik, 2014)

Sarılan çelik ve betonun birlikte çalışması için aralarına reçine harcı veya rötreye yapmayan çimento harcı kullanılmalıdır. Bu yöntemle güçlendirilmiş kolonların yük aktarımını karşılayabilmeleri için kolonun döşemelerle birleşim noktalarındaki çelik bantların yerleşiminin dikkatli yapılması gereklidir. Çelik elemanların yangın dayanımları düşük olduğu için bu yöntem uygulandığında güçlendirilmiş kolon yüzeyine püskürtme beton uygulanmalıdır (Şik, 2014).

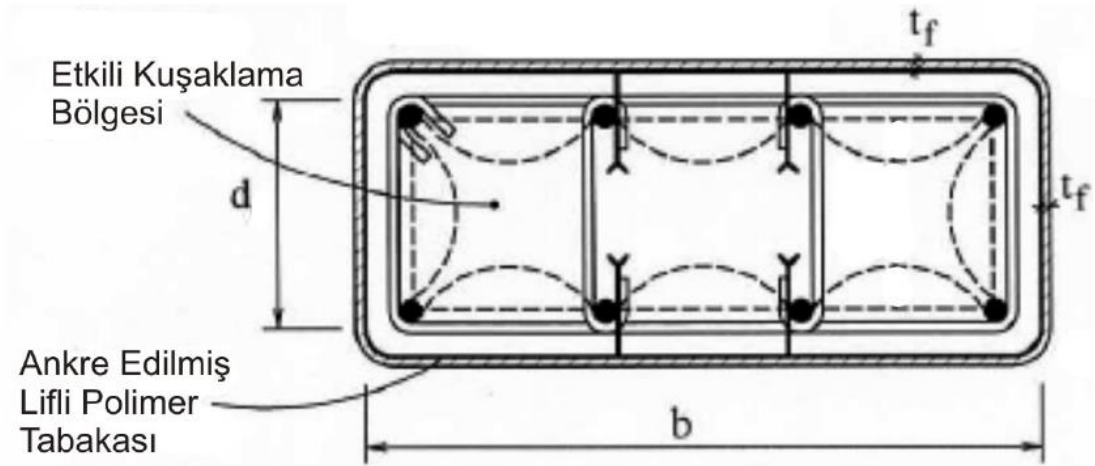
2.1.1.4. Kolonları Karbon Lifli Polimer (CFRP) ile Sararak Güçlendirme

FRP kelime anlamı olarak fiber takviyeli lifler anlamına gelmektedir. Otomotiv, havacılık, denizcilik, uzay vb. sektörlerde kullanılmaktadır. Yapı alanında kullanılan FRP'lerin hammaddesi; cam, karbon, aramid vb. yüksek mukavemetli liflerin, epoksi türü bir reçine içerisine sokulmasıyla üretilmektedirler.

Karbon lifi ise ilk defa iyi bir elektrik iletkeni olduğu bilinmesinden dolayı üretilmiştir. Karbon fiberlere çok yüksek ısı işlem uygulayarak fiberlerin karbonlaşması sağlanmakta ve bu fiberlere grafit elyafı denmektedir. Günümüzde bu iki malzeme artık aynıdır. Karbon fiber epoksi matrisler ile birleştiğinde aşırı olağan üstü dayanıklılık ve sertlik özeliği gösterirler. Bu nedenle yapılarda güçlendirme amacıyla kullanılmaktadırlar (Sipahioğlu, 2006).

CFRP ile sargı yöntemi son yıllarda ön plana çıkmaya başlamıştır. CFRP tabakası kolonda enine donatıya paralel olacak şekilde sarılmaktadır. Kolonun liflere paralel

yönde çekme dayanımını oldukça yükseltmektedirler. Uygulama aşamasında kolonun çekirdek yapısının hatları yumuşatılarak liflerin zarar görmesi engellenmelidir (Şekil 2.15). Bu şekilde maksimum fayda sağlanmış olacaktır. Bu yöntemle süneklik kapasitesi, kesme ve basınç dayanımı ve donatı kenetlenme dayanımı artırılabilir (Şekil 2.16).



Şekil 2.15. Lp ile sargılı kesitte etkili kuşaklama alanı (Gürol, 2007)



Şekil 2.16. Kolonları CFRP ile sararak güçlendirme örneği (Sipahioğlu, 2006)

2.1.2. Kirişlerde Güçlendirme

Hasar gören ya da mukavemeti ve rijitliği yeterli olmayan kirişlerin onarım ve güçlendirilmesi gereklidir. Bu işlem gerçekleştirilirken kuvvetli kiriş zayıf kolon

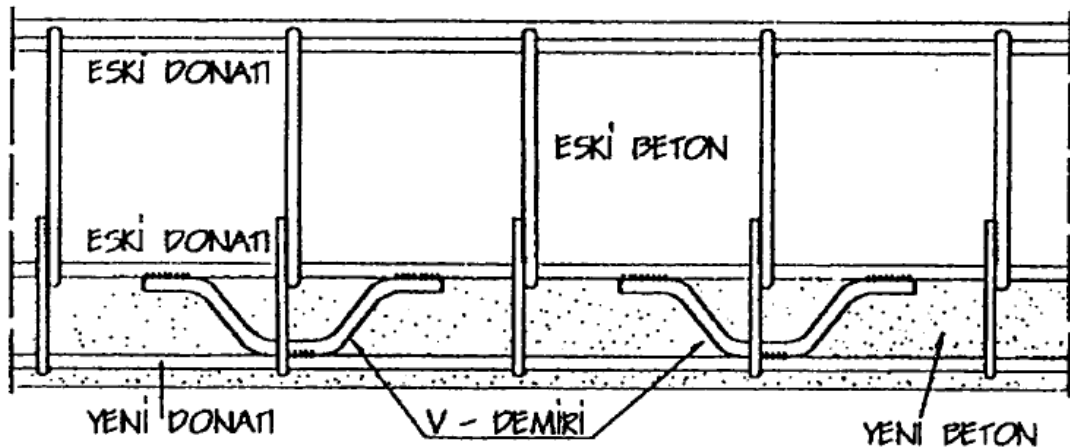
hatasının meydana gelmemesi için kolon uçlarında mafsallaşmayı önlemek adına komşu kolonlara dikkat edilmelidir (Demir, 1992).

Kirişlerin güçlendirilmesinde amaç eğilme ve kesme momentini arttırmak, sünekliği iyileştirmektir. Çünkü kirişlerdeki göçme davranışı genellikle eğilme ve kesme göçmesidir. Kesme göçmesi ani ve gevrek bir şekilde gerçekleşir. Ancak kirişlerde bu durum istenmemektedir. Kirişlerin maksimum eğilme kapasitesine ulaşarak sünekliği sağlaması istenmektedir. Bu nedenle aşağıdaki yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemlerin bazıları sadece kesme kapasitesini arttırmaktadır (Gürol, 2007).

Kirişlerin güçlendirilmesinin üç yöntemi incelenecektir. Bunlar; beton ile sarılarak, çelik levha ile sarılarak, CFRP ile sarılarak güçlendirilmedir.

2.1.2.1. Kirişleri Beton ile Sararak (Mantolama) Güçlendirme

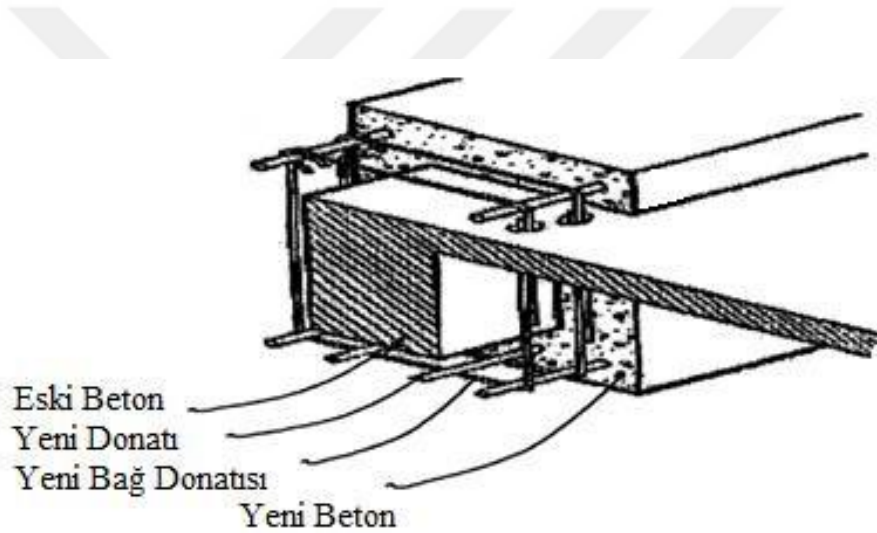
Betonarme kirişlerin güçlendirilmesinde, gerekli görülürse mantolama tekniği tercih edilip kiriş üç veya dört yanından mantolanabilmektedir. Bu durumda yeni donatılar, döşemedeki deliklerden geçerek kirişi çevreleyen etriyelerle sarılmaktadır. Ayrıca yeni eklenecek beton kesitindeki çekme donatısının eski kesitle birlikte çalışabilmesi için, yeni donatı ile eski donatı arasında bir bağlantı olması gerekir. Bu bağlantı Z veya V şeklindeki bağlantı donatısının kullanılması ile yapılabilmektedir (Şekil 2.17) (Täljsten, 2003).



Şekil 2.17. Kirişlerin güçlendirilmesinde V demirleri ve etriyelerin kaynaklanması (Yerci, 2001)

Mantolama yönteminde kirişin etrafına yeni donatılar ekleneceğinden bu yöntem kirişin hem kesme hem eğilme kapasitesini arttıran bir yöntemdir (Şekil 2.18). Yöntemin uygulanmasında dikkat edilmesi gereken konu, eski ve yeni kiriş arasındaki aderansın sağlanması ve kiriş donatılarının eğilmeyi alabilecek şekilde komşu açıklıklara devam ettirilmesi veya sıyrılmayacak şekilde aderansın sağlanması için epoksi ile kolon içine ankre edilmesi vb. çözümler uygulanmasıdır (Yıldırım, 2008).

Performans bakımından ikinci önemli konu ise uygulama tipi ve ankraj detayı olmaktadır. Kirişin eğilme dayanımı arttırılmak isteniyorsa kirişin mantosu ve boyuna donatılar kolonların içine delik açılarak sürekli devam ettirilir (Şekil 2.19). Ancak sadece kesme dayanımı arttırılmak isteniyorsa manto, kolon yüzeyine 1-2 cm boşluk kalacak şekilde sonlandırılır (Gürol, 2007).



Şekil 2.18. Kirişleri beton ile mantolama yaparak güçlendirme (Bayülke, 1995)

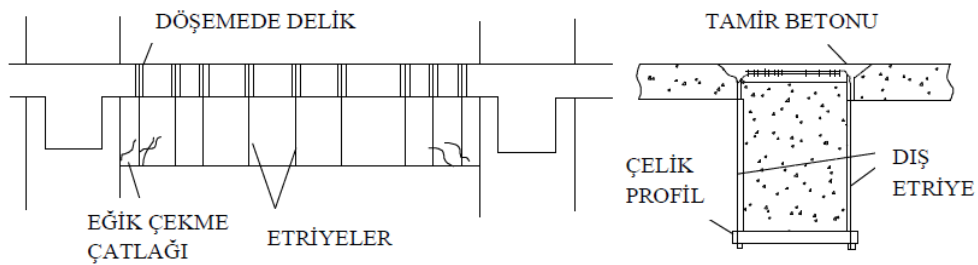


Şekil 2.19. Mantolanarak güçlendirilen kiriş örneği (Yıldırım, 2008)

2.1.2.2. Kirişleri Çelik Levhalar ile Sararak Güçlendirme

Çelik levhalar ile sarılarak güçlendirme yöntemi kirişlerin yüzeylerine çelik levhalar yapıştırma ya da bulonlamak suretiyle gerçekleştirilmektedir. Farklı şekillerde uygulamaları mevcuttur. Kirişlerin alt yüzeylerine yapıştırılan levha eğilme kapasitesine katkı sağlamaktadır. Yan yüzeylerine yapıştırılan levhalar ise kesme kuvvetine karşı dayanımı arttırmaktadır. Hem eğilme hem kesme dayanımının artırılması istenen durumlarda U şeklinde plakalar kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda yapılarda kirişlerde en çok karşılaşılan sorunun kesme dayanımı olduğu ortaya konulmaktadır. Çelik levhalar ile güçlendirmenin kesme kuvvetini arttıracığı göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle de bu yöntem uygulanırken kesme dayanımını arttıran detaylar hazırlanmalıdır (Şekil 2.20).

Kirişlerin yüzeylerine levhaların yapıştırma işleminde hem beton yüzeyinin hem de levha yüzeyinin hazırlanması çok önemlidir. Yüzeylerdeki pürüzlerin giderilip çukurların epoksi ile doldurulması gerekmektedir (Şekil 2.21). Kirişe uygulanan bu işlemler sonucunda kirişteki eğilme çatlaklarında yapıştırma tekniğine bağlı azalmalar meydana gelmektedir. Maksimum yük seviyelerinde ise yapıştırıcı tabakanın mukavemetine bağlı olarak yüzeyden ayrılmalar gözlemlenmektedir. Yapıştırıcı tabakanın taşıma gücü yüksekse beton kabuk ayrılması, zayıf ise levhanın ayrılması söz konusu olmaktadır (Gürol, 2007).



Şekil 2.20. Kirişleri çelik levhalar ile sararak güçlendirme (Demirkan, 2014)



Şekil 2.21. Kirişleri çelik levhalar ile sararak güçlendirme örneği (Şik, 2014)

Bu tür uygulamada dikkat edilmesi gereken diğer bir husus, bu plakaların kesildiği yerde oluşan gerilme yığılmalarıdır. Yapılan deneylerde plakaların kesildiği yerlerde kesme çatlaklarının oluştuğu gözlenmiştir. Gözlenen bu sorun, betonarme kirişlerde donatı kesilmesi ile oluşan soruna çok benzemektedir. Deneylerde, bu plakaların gereksinme duyulmayan noktadan kiriş derinliği kadar ileriye uzatılmasının ve uçlarının basınç bölgesine bağlanmasının sorunu çözdüğü gözlenmiştir (Ersoy ve Tankut, 1992).

2.1.1.3. Kirişleri Karbon Lifli Polimer (CFRP) ile Sararak Güçlendirme

Gelişen teknoloji ile birlikte uygulama kolaylığı sağlayan ve verimli performans sergileyen lifli polimerler ile sargı yöntemi kirişleri güçlendirmede kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntem ile yapılan uygulamalarda kirişlerde eğilme ve kesme dayanımında büyük ölçüde artış gözlenmektedir (Öncü, 2011).

Kirişin güçlendirme nedeni eğilme dayanımını arttırmaksa kirişin alt yüzeyine lifli polimerin liflerinin uzandığı yönde yapıştırılma yapılmalıdır (Şekil 2.22). Liflerin yönü ve yapıştırılma yeri önemli olduğu için hangi dayanım arttırılmak isteniyorsa buna yönelik bir uygulama yapılmalıdır. Aynı zamanda bu yöntemin uygulanacağı yüzeyin hazırlığı da iyi yapılmalıdır.



Şekil 2.22. CFRP ile kiriş sargı yöntemi (Web5)

Kirişlerin yan yüzeylerine CFRP sargı uygulaması kolay bir yöntemdir ancak en az etkili yöntemdir. U şeklinde sargılama ise performans açısından yan yüzeylerin sargılanmasına göre daha etkilidir. Kiriş kesitinin tamamında sargı yapılması en etkili yoldur ancak zahmetlidir (Gürol, 2007).

Lifli polimerlerle güçlendirilen kirişte eğilme dayanımı artarken, sünekliğinde azalma meydana gelmektedir. Eğilmeye karşı bu yöntemle güçlendirilmiş kirişlerde yapılan çalışmalarda temelde dört tip çökme gözlenmektedir. Bunlardan ilki eğilme kırılmasında CFRP tabakasının yüzeyden ayrışması sorunu gözlenmemiştir. Bu tip çökmelerde ya açıklığın ortasında lifli polimerin kopması ya da kiriş üst yüzeyinde basınçtan dolayı betonun ezilmesi görülmektedir.

Gözlenen ikinci tip göçme ise kesme göçmesidir. Eğilme direnci amacıyla yerleştirilen polimer tabakaları kesme direncine katkı sağlamamaktadır. Kirişe yapılacak U şeklinde ilave tabaka kesme dayanımını arttıracaktır.

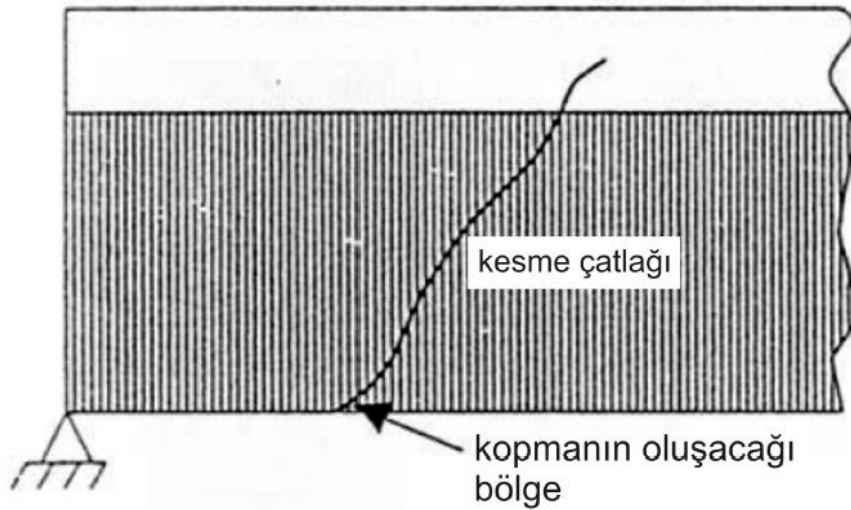
Diğer göçme şekli ise lifli polimer sargısının uçlarının ayrışmasıyla gerçekleşen göçme türüdür (Şekil 2.23).



Şekil 2.23. CFRP sargısının uç kısımlarının ayrışması sonucu gerçekleşen göçme (Gürol, 2007)

Son olarak gözlemlenen çökme türü ise açıklığın ortasında yüksek gerilmeden çatlakların oluştuğu uçlara doğru ayrışma oluşturan, gevrek kırılmaya sebep olan göçmedir.

Kesmeye karşı bu yöntemle yapılan güçlendirmede ise üç temel göçme oluşmaktadır. İlki lifli polimer tabakanın kopması sonucu meydana gelen göçmedir. Eğik kesme çatlaklar sebebiyle lifli polimer tabakanın birim uzamasının artmasıyla oluşan gevrek göçme şeklindedir (Şekil 2.24).



Şekil 2.24. CFRP sargısının kopması sonucu oluşan kesme göçmesi (Gürol, 2007)

Diğer bir göçme şekli sarılı kirişin sargı tabakası kopmadan göçmesidir. Son göçme şekli ise lifli polimer tabakanın ayrışması ile meydana gelen göçmedir (Gürol, 2007).

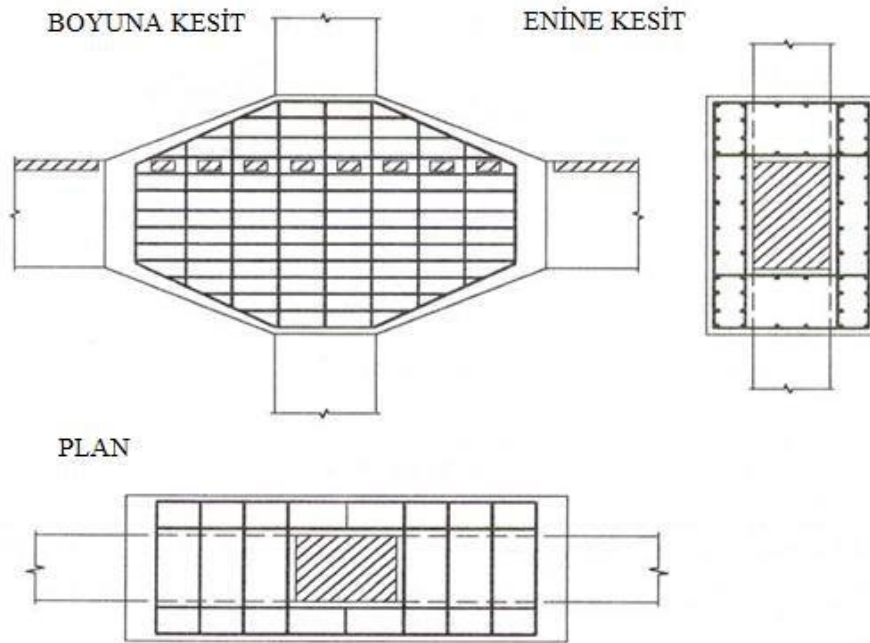
2.1.3. Kolon-Kiriş Birleşim Bölgelerinde Güçlendirme

Yapılarda en kritik bölge-kolon kiriş birleşim bölgesidir. Bu bölgelerde bileşen sayısı fazla ve gerilmeler yüksektir. Bu nedenle yapılarda en çok hasar birleşim bölgelerinde meydana gelmektedir. Bu düğümlerde en sık uygulanan güçlendirme yöntemi mantolanarak, çelik plakalarla ya da CFRP sargı beziyle yapılan güçlendirmedir (Şirin, 2006).

2.1.3.1. Mantolama ile Güçlendirme

Yapılarda kolon kiriş birleşim noktaları dar olduğundan bu yöntemin uygulanması zordur. Ayrıca bu yöntem ekonomik olmaması gibi nedenlerle günümüzde pek tercih edilmemektedir (Gürol, 2007).

Kolon-kiriş bölgelerinde güçlendirme düğüm noktasındaki hem kolonun hem kirişin mantolanması ile gerçekleştirilmektedir (Şekil 2.25). İlave edilen yeni donatıların mevcut donatıya kaynaklanması için pas payı sıyrılır. Düğüm noktalarında yeterli kesme dayanımını gerçekleştirebilmek için bu noktaya yatay ve düşey etriyeler ilave edilmelidir (Şekil 2.26) (Yılmaz, 2006).



Şekil 2.25. Birleşim bölgesini mantolama ile güçlendirme (Celep ve Kumbasar, 2000)



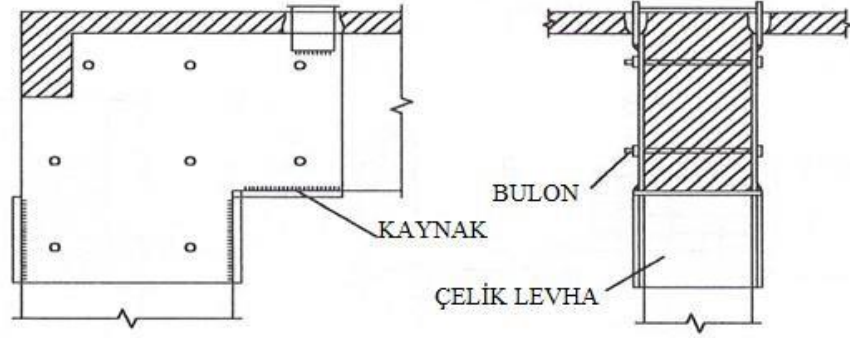
Şekil 2.26. Birleşim bölgesini mantolama ile güçlendirme örneği (Web6)

Kolon kiriş bölgesinin güçlendirilebilmesi için çok sayıda donatı kullanılması gerekebilmektedir. Bu nedenle bölgede manto kalınlığı fazla olabilmekte ve yapıyı mimari olarak olumsuz etkileyebilmektedir.

2.1.3.2. Çelik Levhalar ile Güçlendirme

Birleşim bölgelerinin çelik levhalar ile güçlendirilmesinde düğüm noktalarının boyutlarında önemli bir değişiklik olmaz. Uygulanması mantolama yöntemine göre oldukça kolaydır. Bu nedenlerle yapıda daha çok tercih edilen yöntemdir.

Kolon kiriş birleşim bölgelerinin çelik levhalarla sarılabilmesi için yüzeyinin pürüzsüz olması gerekmektedir. Yüzey gerekli görülürse çimento harcı ile düzeltilmelidir. Daha sonra 4 mm kalınlığında levhalar yerleştirilir. Ancak dört tarafından kiriş saptanan kolonlara uygulanması pratik değildir. Levhaların kolon ve kirişlere aynı zamanda onlara bağlanmış levhalara çok iyi birleştirilmeleri halinde sistem iyi çalışmış olmaktadır (Şekil 2.27) (Celep ve Kumbasar, 2000).



Şekil 2.27. Birleşim bölgesini çelik levhalar ile güçlendirme (Celep ve Kumbasar, 2000)

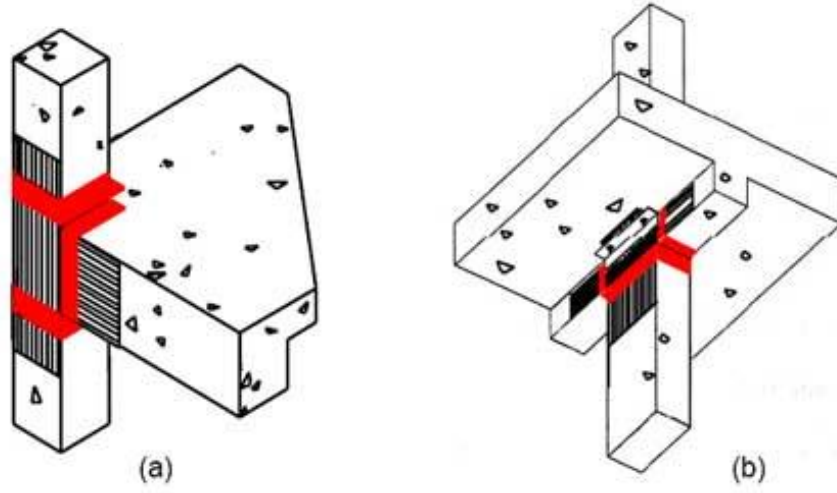


Şekil 2.28. Birleşim bölgesini çelik levha ile güçlendirme örneği (Web7)

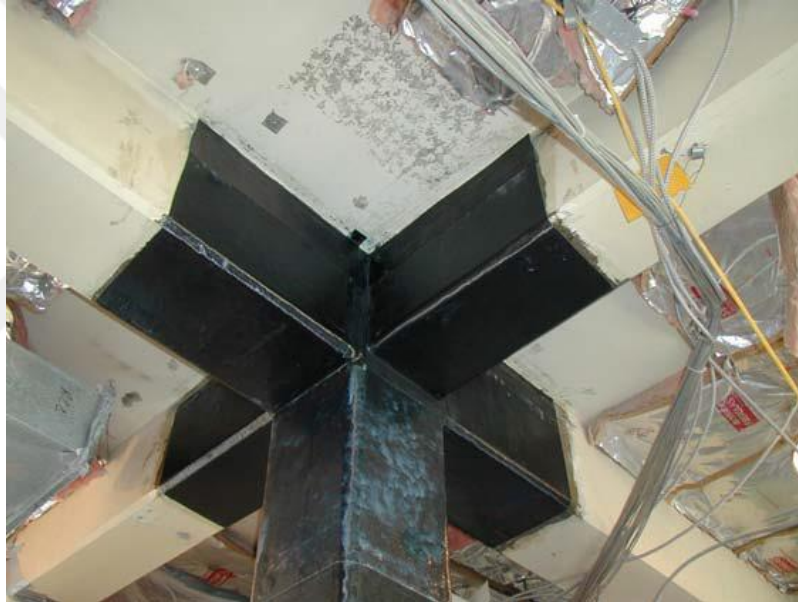
Bu yöntemin olumsuz tarafı çelik levhaların korozyona uğrayabilmesidir. Bunun için levhalar anti pas ile boyanmalıdır. Ayrıca başka bir olumsuzluk levhaların sistemle birlikte çalışmamasıdır. Bunun içinde bağlantı detayları dikkatli çözümlenmelidir. Yangına karşı ise çelik levhalar püskürtme beton ile kaplanabilmektedir (Şik, 2014).

2.1.3.3. CFRP ile Güçlendirme

Birleşim bölgelerinin güçlendirilmesinde uygulanan bir diğer yöntem lifli polimerlerle sargılamadır (Şekil 2.29). Son zamanlar yapılan çalışmalarda bu yöntemin yapı davranışının gelişmesinde oldukça etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 2.30).



Şekil 2.29. Birleşim bölgesini CFRP ile güçlendirme (Web8)



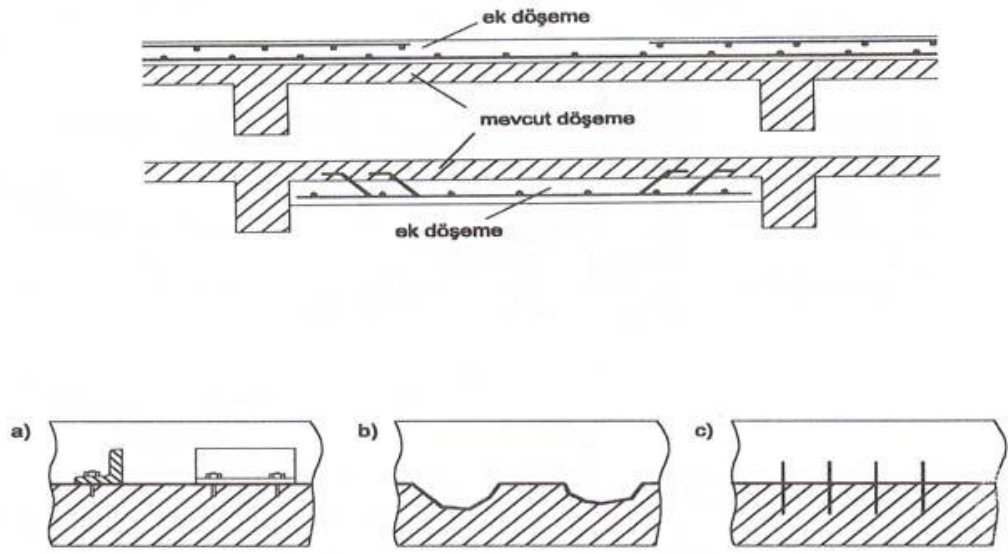
Şekil 2.30. Birleşim bölgesini CFRP ile güçlendirme örneği (Sipahioğlu, 2006)

Bu yöntemin uygulanmasıyla kolon kiriş birleşim bölgelerinin dayanımında, sünekliğinde ve rijitliğinde artış gözlemlenmektedir. Bu uygulamanın performansı uygulama detayına, kolon aksenal yüküne ve birleşim bölgesinin mevcut durumuna göre değişmektedir (Şik, 2014).

2.1.4. Döşemelerde Güçlendirme

Betonarme taşıyıcı çerçeveler içerisinde döşemeler düşey yükleri taşımak için projelendirilmektedir. Ancak kat hizalarında yatay etki eden yüklerin sisteme dağılımında da önemli rol oynamaktadırlar.

Döşemelerde oluşan hasarlar perde-döşeme kesişimlerinde, döşeme ortalarında oluşan aşırı sehimlerde, merdiven çevresinde ve büyük döşeme boşluklarının etrafında gerilmeden dolayı görülebilmektedir. Bu hasarların onarılması gerektiği gibi yeterli döşeme kalınlığı olmayan durumlarda döşeme kalınlığı arttırılabilmektedir. Bu, döşeme kesitinin eğilme dayanımını arttırmaktadır. Döşeme kalınlığı alttan püskürtme beton tabakası ile arttırılabileceği gibi üstten yeni beton tabakasıyla da arttırılabilir (Şekil 2.32) (Şirin, 2006).



Şekil 2.31. Döşeme kalınlığının arttırılması (Şirin, 2006)



Şekil 2.32. Döşemenin üstten kalınlığını arttırarak güçlendirme (Web9)

Mevcut döşeme bu yöntemlerle güçlendirilebileceği gibi kırılarak yeniden inşa da edilebilir. Bu şekilde yenilenmesi kat yüksekliğini etkilemeyeceğinden kullanımda bir değişiklik meydana getirmeyecektir. Ancak bu pek pratik bir yöntem değildir (Şirin, 2006).

Lifli polimerler kullanılarak yapılan güçlendirmede şeritler şeklindeki gibi birbirine dik açıyla yerleştirilmektedir (Şekil 2.33). Bu yöntem trafik durdurulmadan köprülerin güçlendirilmesi içinde kullanılmaktadır (Sipahioğlu, 2006).



Şekil 2.33. Döşemeleri lifli polimerler kullanılarak güçlendirme (Sipahioğlu, 2006)

2.1.5. Temelerde Güçlendirme

Yapının zemin ile bağlantısını sağlayan, yapı yüklerini zemine aktaran, zeminden gelen deprem yüklerini yapıya aktaran betonarme çerçeve içerisinde taşıyıcı elemanlar temellerdir.

Temeller genel olarak iki sebepten ötürü güçlendirilmektedir. Bunlar; temellerin hatalı tasarım ve yetersiz detaylandırmaya sahip olması veya yapı güçlendirmesi sebebiyle yeni eklenen elemanların doğurduğu ilave zorlamaların etkilerinin ortadan kaldırılmasıdır. Böylece üst yapının deprem yükleri altında performansını sergilemesi mümkün olmakta ve yapı güvenliği sağlanabilmektedir (Bayülke, 1995).

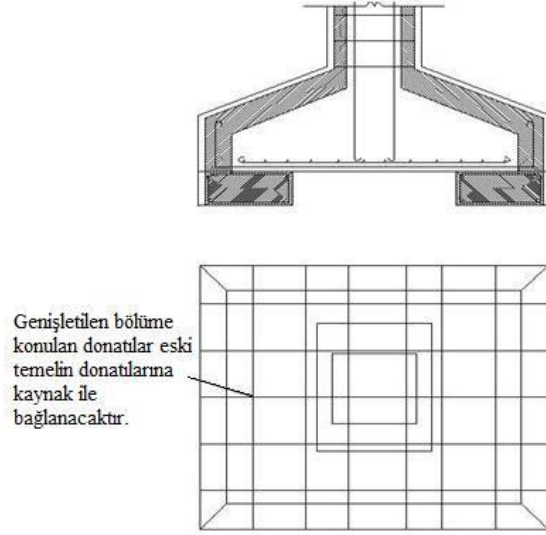
Temel elemanının onarım ve güçlendirilmesi; mevcut temel elemanını güçlendirerek, yeni temel elemanı ekleyerek veya temel altındaki zemin yapısını iyileştirerek gerçekleştirilir (Şekil 2.34).

Yapıda mevcut kolonun güçlendirilmesi zeminde temele gelen basıncı arttıracığından temel elemanının güçlendirilmesi gerekecektir. Yeni temellerin eklenmesi ise yapıya yeni eleman, deprem perdeleri eklenmesi gibi durumlarda zorunlu olmaktadır. Zeminin iyileştirilmesi de taşıma gücünü arttırmak amacıyla yapılmaktadır. İnce daneli zeminler halinde sıkıştırma harcı ile ya da kimyasal sağlamlaştırma ile gerçekleştirilebilir.

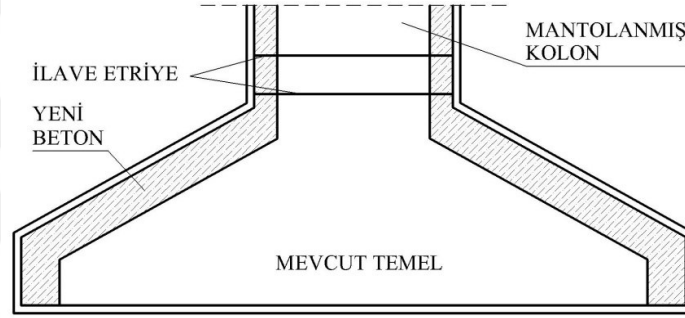


Şekil 2.34. Temelleri güçlendirme (Şik, 2014)

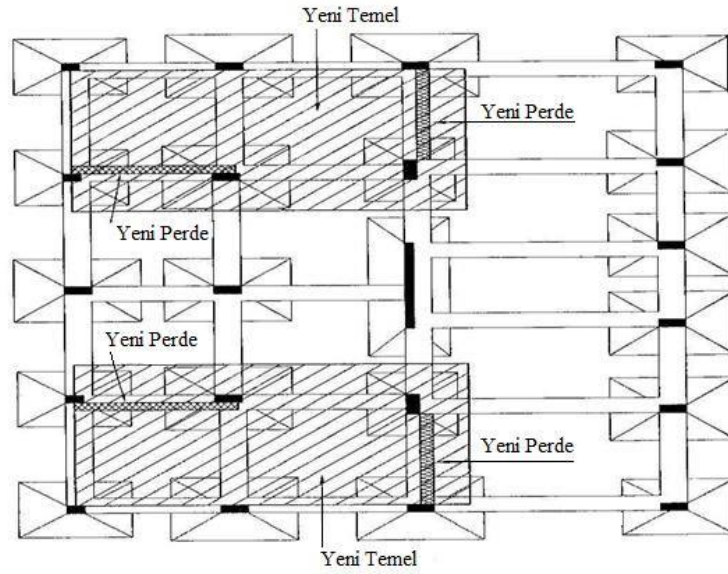
Mantolanan bir kolonun temeli yeterli olabilmektedir. Bu durumda temeli büyütme ihtiyacı olmamaktadır. Mantolanan kolonun yeni donatıları ya eski temele ankrajlanmalı ya da sömel genişletilerek yeni donatılar genişleyen bölgeye ankrajlanmalıdır (Şekil 2.35) (Öncü, 2011).



Şekil 2.35. Mantolanmış kolonun donatılarının mevcut temele ankrajlanması (Bayülke, 1995)



Şekil 2.36. Tekil temel en kesitini genişleterek güçlendirme (Bayülke, 1995)



Şekil 2.37. Yapıya ilave edilen perdeler için yeni temeller eklenmesi (Bayülke, 1995)

2.2. Sistem Güçlendirmesi

Ülkemizde yaşanan orta şiddetteki depremlerde bile yapıların ağır hasar aldığı ya da çöktüğü gözlemlenmiştir. Deprem etkisi altında kalmadan kendi ağırlığı altında çöken yapılar bile mevcuttur. Şuan ki mevcut yapı stokunda bu olasılıkları öngörebilmek zor değildir. Yapıların bu durumu kontrolsüz yapılmış olmaları ve yönetmeliklere uymamalarından kaynaklanmaktadır.

Depremler yapıya yanal yük olarak etki etmektedirler ve yapıda burulma etkisi oluşturmaktadırlar. Çok sayıda eleman güçlendirmesinin gerekli görüldüğü yapılarda ve yatayda ve düşeyde düzensizlik görülen yapılarda sistem güçlendirmesi sonucuna ulaşılmaktadır. Çünkü eleman güçlendirmesi düşey yük taşıma kapasitesini attırırken sistem güçlendirmesi yatay yük taşıma kapasitesini arttırmaktadır (Öncü, 2011).

Yapılarda hasara neden olan sorunlardan en büyüğü yatay yük taşıma kapasitesinin yetersizliğidir. Sistem güçlendirmesiyle yapının yatay yüklere karşı dayanımını arttırmak ve bunun neden olduğu burulma etkisini minimuma indirmek mümkündür (Şik, 2014).

Sistem güçlendirmesi beş bölümde incelenecektir. Bunlar; dolgu duvarların güçlendirilmesi, betonarme çerçevelerin yerinde dökme perde duvar ile güçlendirilmesi, yapıya dış perdeler ekleyerek güçlendirme, betonarme sisteme yeni çerçeveler ekleyerek güçlendirme ve betonarme sistemin kütesinin azaltılmasıdır.

2.2.1. Dolgu Duvarlarda Güçlendirme

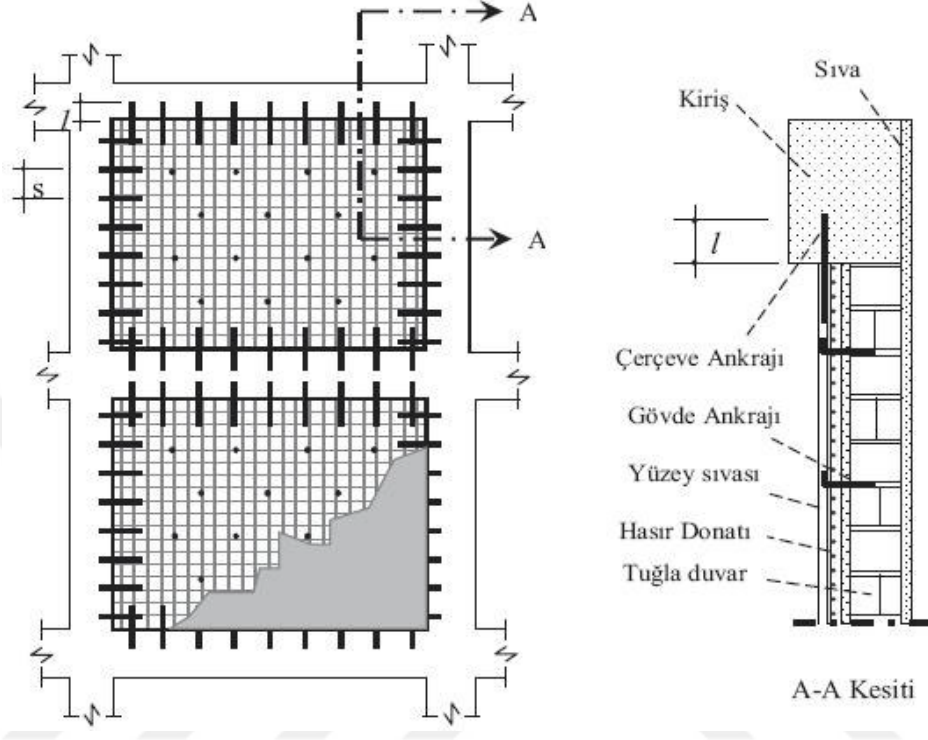
En fazla zemin+iki katlı binalarda temelden zemine kadar süreklilik sağlayan, betonarme çerçevenin içindeki dolgu duvarların rijitliğinin ve kesme dayanımının artırılmasıdır. Bu güçlendirme sistemi klasik yöntemlere göre zaman tasarrufu sağlamakta ve yapının boşaltılmasına gerek duyulmadan güçlendirme işleminin gerçekleştirilmesine imkân vermektedir (DBYBHY, 2018).

Dolgu duvarların güçlendirilmesinde iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlar hasır çelik donatılı özel sıva ile güçlendirilmesi ve lifli polimer ile güçlendirilmesidir.

2.2.1.1. Dolgu Duvarları Hasır Çelik Donatılı Özel Sıva ile Güçlendirme

Dolgu duvarların dayanımı duvar yüzeyine uygulanan hasır çelik donatılı özel sıva ile artırılabilir. Bu özel sıvanın kalınlığı en az 30 mm, pas payı ise en az 20 mm olmalıdır. Donatılı sıva ile dolgu duvarın birlikte çalışması için duvar düzlemine dik

olacak şekilde, her bir metrekare duvar yüzeyine 4 tane gövde ankraji yapılmalıdır (DBYBHY, 2018). Kuvvet transferi yapılacak bu gövde ankraji sayesinde sağlanmaktadır (Şekil 2.38).



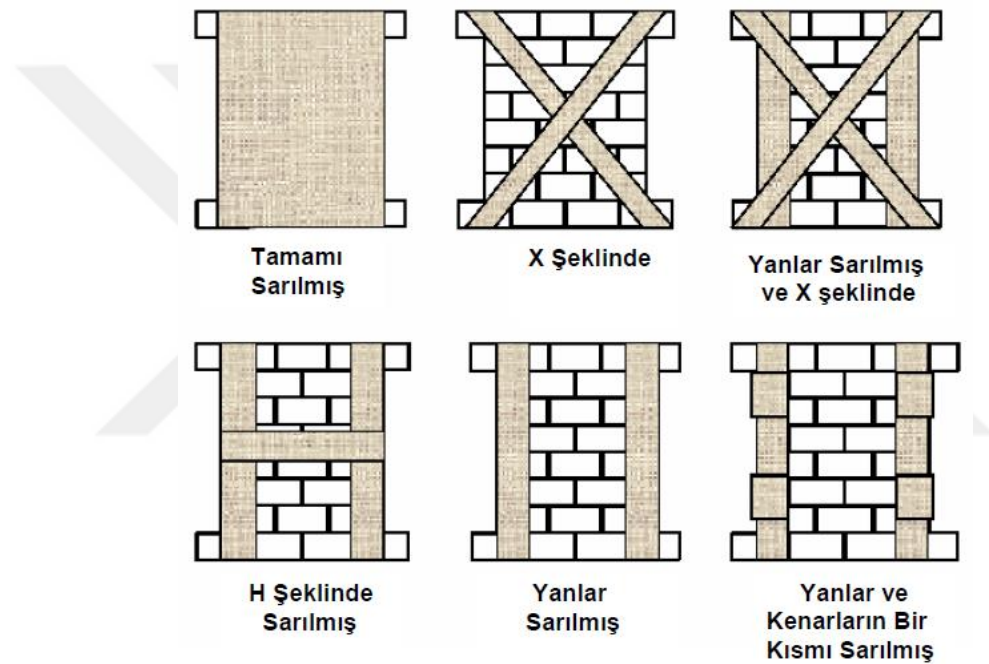
Şekil 2.38. Dolgu duvarları hasır çelik donatılı özel sıva ile güçlendirme (DBYBHY, 2018)



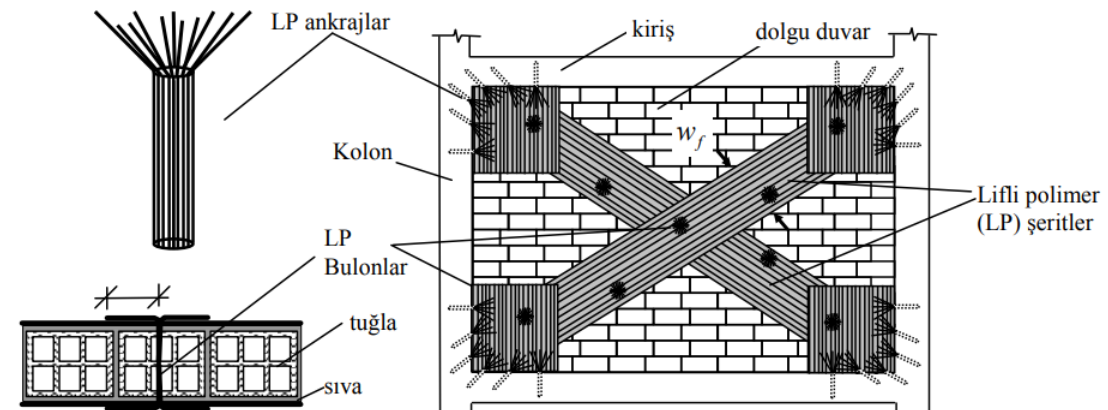
Şekil 2.39. Dolgu duvarları hasır çelik donatılı özel sıva ile güçlendirme örneği (Web10)

2.2.1.2. Dolgu Duvarları Lifli Polimer ile Güçlendirme

Tuğla duvarlar, yapılarda çerçeve aralarını kaplayan, yük taşıma kapasitesi olmadığı kabul edilen yapı elemanlarıdır. Ancak son depremlerde binanın rijitliğine katkıda bulunduğu ve çevrelediği kolonların deplasmanını kısıtlayarak burkulmasını önlediği anlaşılmıştır. Dolgu duvarlar, depremde sistemin aşırı deplasman yaparak enerji sönmülmesi yerine bu enerjiyi kendi bünyelerinde sönmülerek binaların yıkılmasını zorlaştırır. Çeşitli şekillerde uygulama seçenekleri mevcuttur (Şekil 2.40) (Sipahioğlu, 2006).



Şekil 2.40. Dolgu duvarları lifli polimerlerle güçlendirme (Sipahioğlu, 2006)



Şekil 2.41. Dolgu duvarları lifli polimerle güçlendirme (DBYBHY, 2018)



Şekil 2.42. Dolgu duvarları lifli polimer ile güçlendirme örneği (Öncü, 2011)

2.2.2. Betonarme Çerçevesi Yerinde Dökme Perde Duvar ile Güçlendirme

Bu güçlendirme yönteminde her iki doğrultudaki çerçeve açıklıkları yerinde dökme betonarme duvarla doldurulmaktadır. Bu dolgulu çerçevenin bir perde duvar gibi davrandığı varsayılmaktadır. Bu yeni sistem yeni bir yatay yük taşıyıcı sistem oluşturmaktadır.

Perde eklenmesi ile güçlendirme yöntemi, çok sayıda elemanın güçlendirilmesi gerektiği durumlarda veya yanal kuvvetlere karşı dirençsiz yapılarda ekonomik nedenlerden ötürü tercih edilen yöntemlerden olmaktadır. Bazen çok sayıda elemanın güçlendirilmesinden, yanal yükleri karşılayabilecek yeni bir sistem oluşturmak daha uygun olacaktır (Sümengen, 2009).

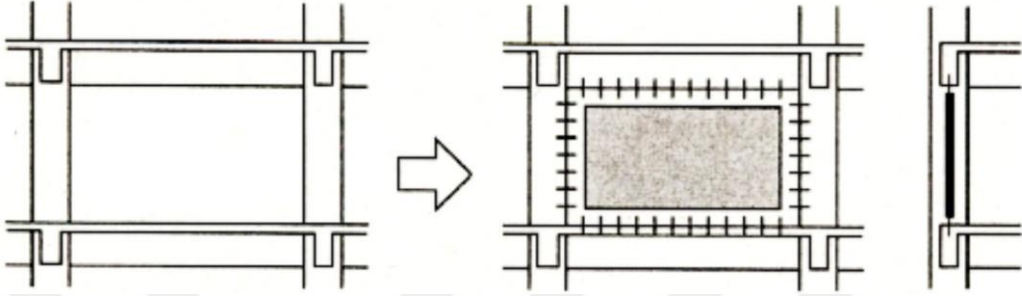
Sisteme yeni eklenecek perdelerin yerlerinin seçiminde, deprem yüklerine ek yeni burulma momenti oluşturmamasına, kütle merkezi ve rijitlik merkezinin birbirine yakın duruma getirilmesine dikkat edilmesi gerekmektedir. Eklenecek perdeler mevcut kolon ve perdelerin yerleşimine dikkat edilerek yerleştirilmelidir (Ceritli, 2006).

2.2.2.1. Çerçeve Düzlemi İçine Betonarme Perde Ekleyerek Güçlendirme

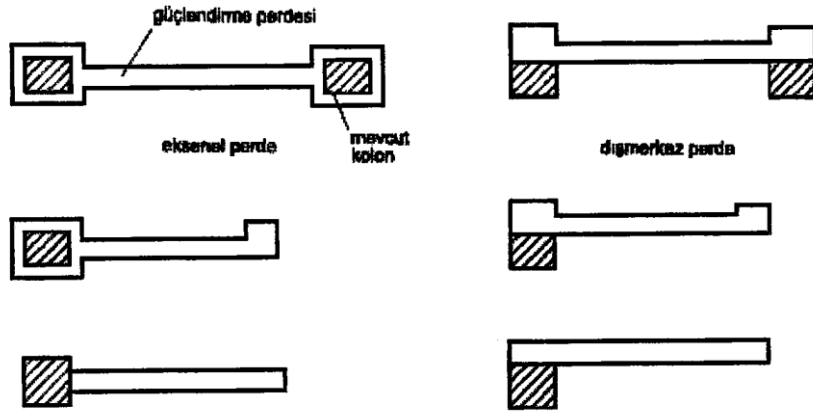
Çerçeve düzleminde taşıyıcı sistem elemanları içerisinde perdeler rijitlikleri ve mukavemetleri ile deprem dayanımını bakımından en önemli elemanlardır. Hasara

uğramış ya da yeterli düzeyde projelendirilmemiş bir perdenin onarımı ve güçlendirilmesi tercih edilen en temel yöntemdir (Öncü, 2011).

Binanın iç kısmına betonarme perde eklenmesinde genellikle iki uçtaki kolon mantolanarak perdeyle bütünleşmesi sağlanır. Bu durum da sisteme yeni eklenen elemanın sistemle birlikte çalışmasını sağlamaktadır (Şekil 2.43).



Şekil 2.43. Çerçeve düzlemi içine betonarme perde ekleyerek güçlendirme (Gürol, 2007)

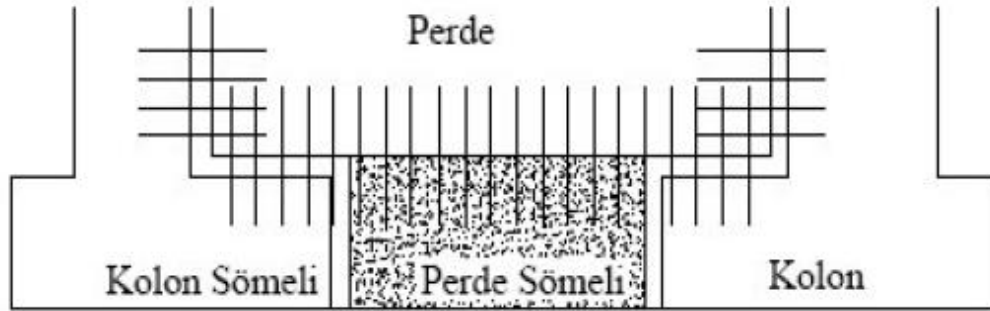


Şekil 2.44. Yapıya eklenebilecek değişik perde türleri (Yiğit, 2002)

Bu yöntemde eklenen yeni perde elemanının katlar boyunca sürekliliğinin sağlanması gerekmektedir (Şekil 2.45). Sürekliliğin sağlanmadığı durumlarda yapı davranışında olumsuzluklar oluşacaktır. Başka bir önemli nokta da çerçeve düzlemine eklenen bu yeni perdenin temelden itibaren kat yüksekliği boyunca devam ettirilmesidir. Bu yeni perde için temelde yeni bir sistem düzenlenmelidir (Şekil 2.46).



Şekil 2.45. Çerçeve düzlemi içerisinde betonarme perde eklenmesi (Bawary, 2018)



Şekil 2.46. Takviye perde duvar temel detayı (Bayülke, 1995)

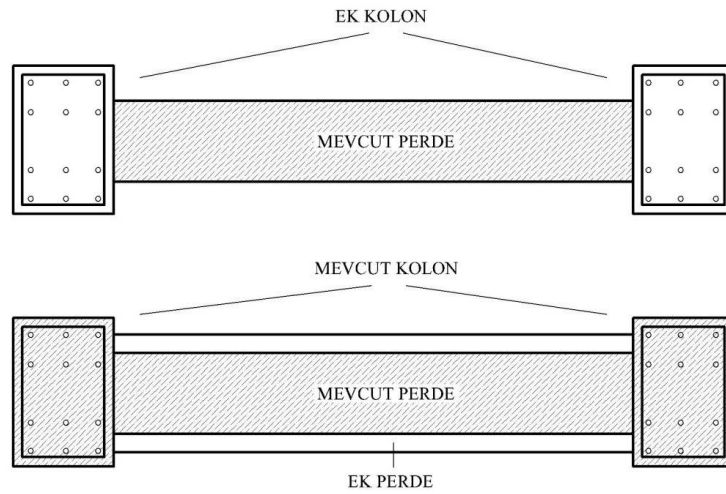
Eklenecek perde elemanı plan düzleminde yapının simetrisini ve ağırlık merkezini bozmayacak şekilde projelendirilmedir. Aksi takdirde yapıda burulma etkisiyle hasarlar ve yıkımlar görülebilmektedir.



Şekil 2.47. Yapının dış cephesine perde duvar eklenmesi (Nuhoğlu ve ark., 2009)

2.2.2.2. Çerçeve Düzlemine Bitişik Betonarme Perde Ekleyerek Güçlendirme

Çerçeve düzleminde deprem perdesinin hem kesme hem eğilme kapasitesi arttırılmak istenebilir. Bu durumda mevcut perde sistemine bitişik yeni betonarme katman ilave edilebilmektedir. Bu sistem gerçekleştirilirken perdenin hem ön hem arka yüzeylerine betonarme katman ilave edilip kesitlerinin arttırılması daha etkili sonuçlar vermektedir. Fakat bu yöntem ekonomik nedenler ve perde kesitinin aşırı artması gibi nedenlerle her zaman tercih edilmeyebilmektedir (Öncü, 2011).



Şekil 2.48. Deprem perdesi kesitlerinin arttırılması (Öncü, 2011)

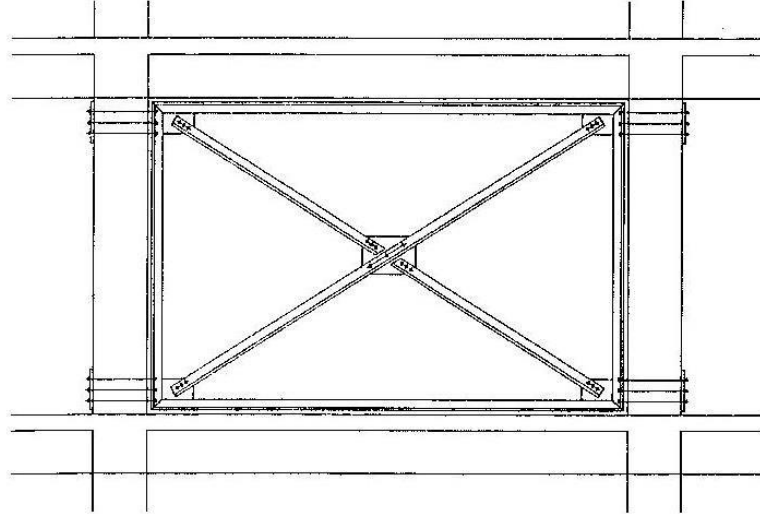
Çerçeve düzlemine bitişik betonarme perde eklenmesi durumunda perde donatıları temelden başlayarak yapı üst kotuna kadar sürekli olmalıdır. Bitişik düzenlenen perde elemanı mevcut sisteme ankraj çubukları ile bağlanmalıdır. Bu sayede de sistemle birlikte çalışması sağlanmalıdır. Ankraj çubukları mevcut perde ve ilave yeni perde arasındaki gerilmeleri karşılayacak dayanıma sahip olmalıdır (Şekil 2.49).



Şekil 2.49. Çerçeve düzlemine bitişik betonarme perde eklenmesi (Kibar ve Turan, 2017)

2.2.2.3. Betonarme Çerçeveleri Çelik Diyagonal Elemanlar ile Güçlendirme

Sistem güçlendirmesinde akla ilk olarak sisteme betonarme perdeler eklenmesi gelmektedir. Ancak bu yöntem yapının ağırlığını arttırmaktadır. Bu da yapıya gelen yatay deprem yüklerini arttırabilmektedir. Yapının ağırlığını arttırmadan sünekliğini ve rijitliğini arttırmak için çerçeve boşlukları arasına çelik diyagonal elemanlar yerleştirilebilir. Bu güçlendirme yöntemi diğer yöntemlere kıyasla zamandan tasarruf sağlayabilmektedir. Ayrıca önemli bir üstünlüğü de gerekli pencere ve kapı boşluklarına olanak veriyor olmasıdır (Şekil 2.51). Ancak çelik çerçevelerin betonarme perde duvarlara göre dayanımları daha düşük, maliyetleri ise daha fazladır (Öncü, 2011).



Şekil 2.50. Çerçeveleri çelik diyagonal elemanlar ile güçlendirme (Bayülke, 1995)

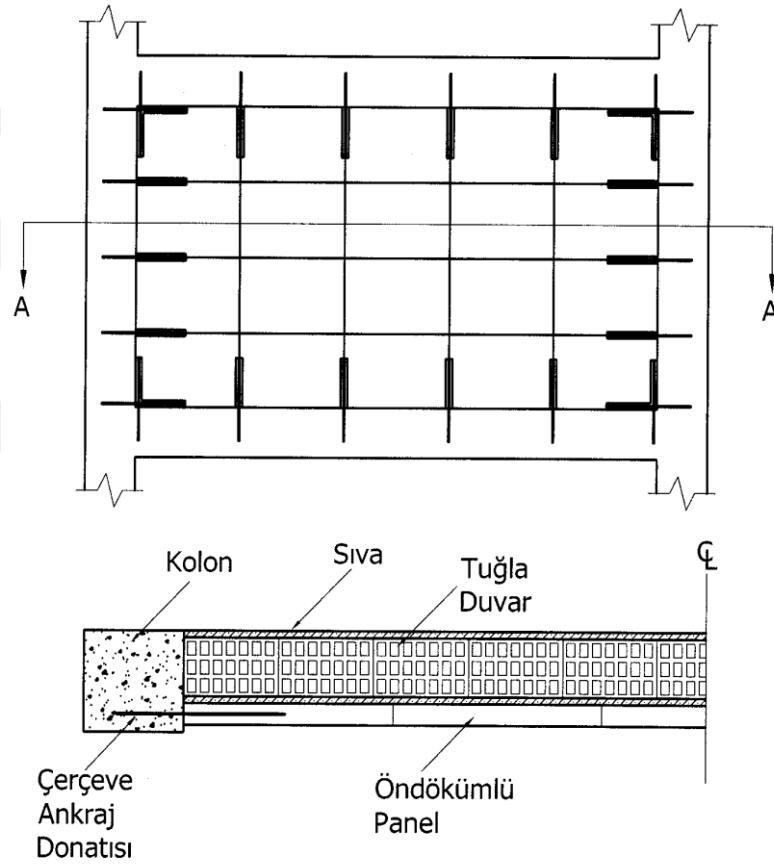


Şekil 2.51. Çerçeveleri çelik diyagonal elemanlar ile güçlendirme örneği (Öncü, 2011)

Bu güçlendirme yönteminde çelik sistemin betonarme ile birlikte çalışabilmesi için çelik elemanların betonarme kolonlara özel bir biçimde bağlanması gerekmektedir. Bağlantı bulonla sağlanabileceği gibi kaynaklı bir bağlantı da tercih edilebilmektedir. Ancak bulonla bağlantı daha iyi bir sıkıştırılma olanağı sunmaktadır. Bu uygulama yöntemi kolonun yüzeyinden yapılabileceği gibi kolon delinip içinden bulon sistemi geçirilerek de yapılabilmektedir. Deprem esnasında düğüm noktaları ve çelik eleman arasında kuvvet aktarımı olmalıdır (Öncü, 2011).

2.2.2.4. Betonarme Çerçeveleri Hazır Dökülmüş Panolar ile Güçlendirme

Yapıda standart açıklıklar varsa hazır dökülmüş panolar daha etkin sonuç verebilmektedirler. Hastane, okul gibi tip yapıların güçlendirilmesinde bu yöntem tercih edilebilmektedir. Hazır dökülmüş panoların insan gücü ile taşınabilir boyutlarda olması gereklidir. Panoların mevcut kolonlarla ve kirişlerle beraber çalışması için pano üzerinde dişler yapılmalı bu şekilde kesme dayanımı sağlanmalıdır (Şekil 2.52 ve Şekil 2.53).



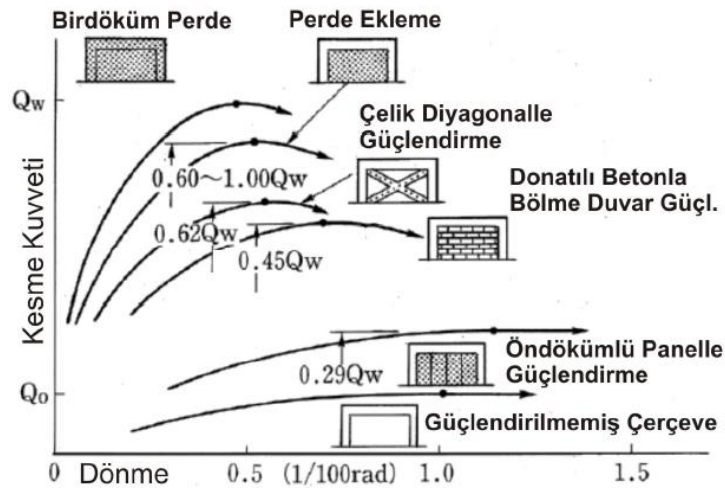
Şekil 2.52. Çerçeveleri hazır dökülmüş panolar ile güçlendirme (DBYBHY, 2018)



Şekil 2.53. Çerçeveleri hazır dökülmüş panolar ile güçlendirme örneği (Şik, 2014)

Bu şekilde yapılan güçlendirme yerinde dökme betonarme perdeyle yapılarına göre yatay yük dayanımında daha az etkilidir ancak sünekliği daha fazladır (Demirkan, 2014).

Yapıya uygulanacak güçlendirme yöntemlerinin etkileri birbirinden farklı olmaktadır (Şekil 2.54). Çerçeve açıklığına uygulanan güçlendirme yöntemlerinin referans boş çerçeveye sağladıkları katkı şekilde gösterilmektedir.

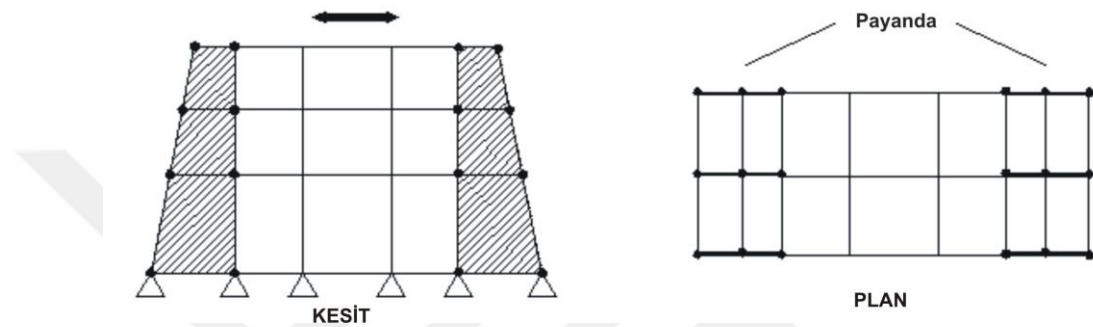


Şekil 2.54. Çerçeve açıklığı güçlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması (Gürol, 2007)

2.2.3. Yapıya Dış Perdeler Ekleyerek Güçlendirme

Yapıya dış perdeler ekleyerek güçlendirme yöntemi yapıya içeriden müdahale edilemediği durumlarda, hasar görmesi muhtemel ya da hasar görmüş yapılarda yapıya dışarıdan müdahale edilebildiği ölçüde uygulanan bir yöntemdir (Öncü, 2011).

Bu yöntemde de hedeflenen yapıya süneklik ve yanal rijitlik sağlamaktır. Bu rijitliği sağlamak için de yapının dış aksına paralel değil de dik perdeler uygulanmaktadır (Şekil 2.55).



Şekil 2.55. Yapıya dış perdeler ekleyerek güçlendirme (Şik, 2014)

Eklenen paydaların zayıf yönde uygulanması ve simetrikliği bozmaması esastır. Yeni eklenen bu dış perdelerin yapıyla bağlantısı kat hizalarından yapılmaktadır (Şekil 2.56). Duvarın dış kolonla, duvardaki kirişinde mevcut kirişlerle bağlantıları sağlanmalıdır. Yapının deprem performansının sağlanması için yeni eklenecek dış perde sisteminin altında mevcut temelle bağlantısı sağlanıp sistem birlikte çalıştırılmalıdır (Gürol, 2007).

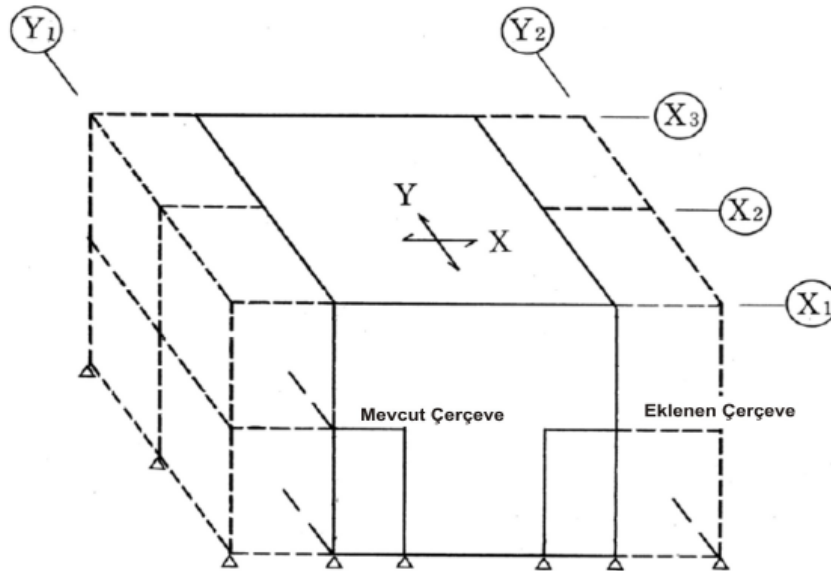


Şekil 2.56. Yapıya dış perde ekleme (Ören, 2010) (Şik, 2014)

Bu güçlendirme yöntemi Şekil 2.56'da verilen İstanbul Üniversitesi mühendislik fakültesi binası örneğindeki gibi, yapının içerisinden müdahale edilemediği, yapı kullanımının kesintiye uğramaması gereken durumlarda uygulanmaktadır (Şik, 2014).

2.2.4. Betonarme Sisteme Yeni Çerçeves Ekleyerek Güçlendirme

Binanın taşıyıcı sisteminde her kolonun arasında kiriş olamayabilmektedir. Bu kolonlara kiriş eklenerek sisteme yeni çerçeve kazandırılabilir. Bunun yanı sıra binanın dışından da temel sistemine bağlı olarak çerçeve oluşturulabilmektedir (Şekil 2.57). Eklenen çerçevenin temelleri mevcut binanın temelleriyle birlikte düzenlenmelidir. Yeni eklenen dış çerçevelerle yatay kuvvetlerin paylaşımı sağlanabilir. Döşemeler mevcut binanın döşemelerine yük aktarımını sağlayacak biçimde bağlanmalıdır.



Şekil 2.57. Sisteme yeni çerçeveler ekleyerek güçlendirme (Gürol, 2007)

Bu yöntem yapının yanal yük dayanımı arttırmaktadır. Yapıya içeriden müdahale edilemediği durumlarda ve yapıda geniş açıklıklar istendiğinde tercih edilmektedir. Bu yöntemin uygulanabilmesi için yapı çevresinde yeterli alanın bulunması gerekmektedir (Gürol, 2007).

2.2.5. Betonarme Sistemin Kütlesinin Azaltılması

Betonarme sistemin kütlesinin azaltılması bir güçlendirme yöntemi değildir. Ancak yapıya etkiyen düşey yükteki azalış deprem etkisini de azaltacaktır. Bu da

yapının güvenliğini arttıracaktır. Yapının deprem güvenliği ne kadar arttırılmak isteniyorsa, azaltılacak veya tamamen kaldırılacak kütle o kadar yapı üst kotlarına yakın olmalıdır. Bunun için en etkili yöntem yapı üst kat/katlarının iptal edilmesi, mevcut çatının hafifletilmesi, çatıda bulunan tesisat, makine dairesi, su deposu gibi ağırlıkların zemine taşınması, ağır balkonların, parapet ve bölme duvarların, kaplama malzemelerinin hafif elemanlarla değiştirilmesidir (Öncü, 2011).



3. BETONARME ÇERÇEVELİ BİR BİNA İÇİN FARKLI GÜÇLEDİRME YÖNTEMLERİNİN MİMARİ AÇIDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu tez kapsamında Şik (2014)'in çalışmasında seçtiği bina ile ilgili yapmış olduğu güçlendirme projesi örnekleri üzerinden gidilmiştir. Çalışmada bir bina için sunulan üç farklı güçlendirme önerisi mimari olarak karşılaştırılarak, mimar bakış açısıyla güçlendirmenin yapıya etkileri incelenmiştir.

3.1. Binaya Ait Bilgiler

Yapı, 1998 yılında bodrum+zemin+4 normal kat olarak Diyarbakır ili Eğil ilçesinde betonarme taşıyıcı sistem olarak inşa edilen Alparslan Lisesi Lojman binasıdır (Şekil 3.1). Yapının görünümü şekildeki gibidir. Mevcut bina üzerinde farklı güçlendirme önerileri sunulmuş, bu önerilerin mimari açıdan karşılaştırılması yapılmıştır. Bina 1997 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik esasları doğrultusunda inşa edilmiştir (Çizelge 3.1) (Şik, 2014).

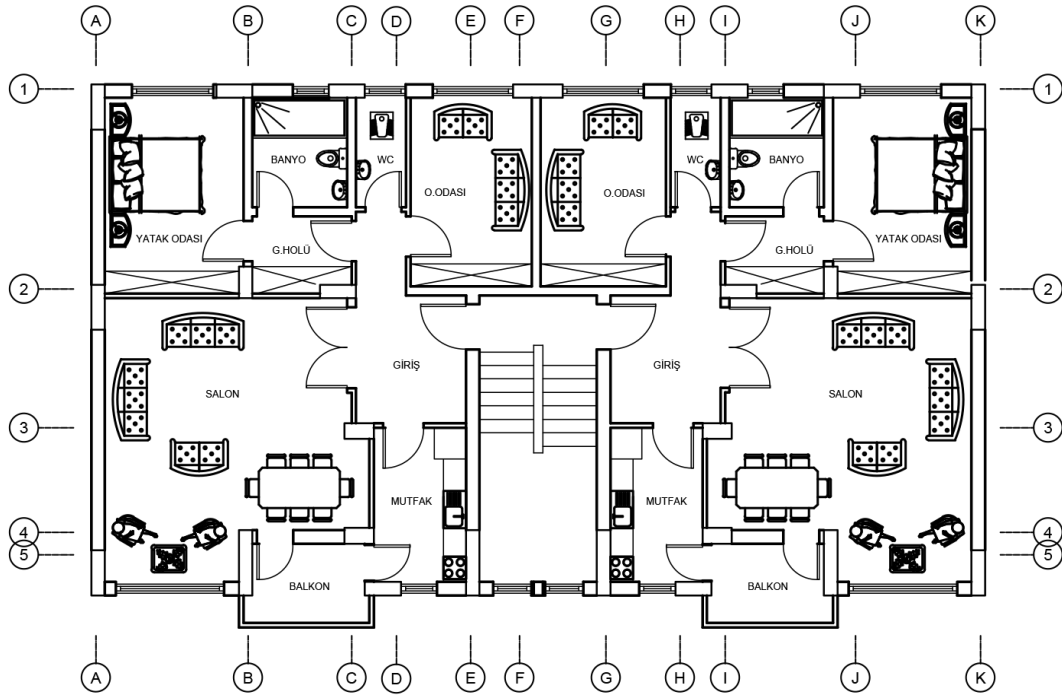


Şekil 3.1. Alparslan Lisesi lojman binası (Şik, 2014)

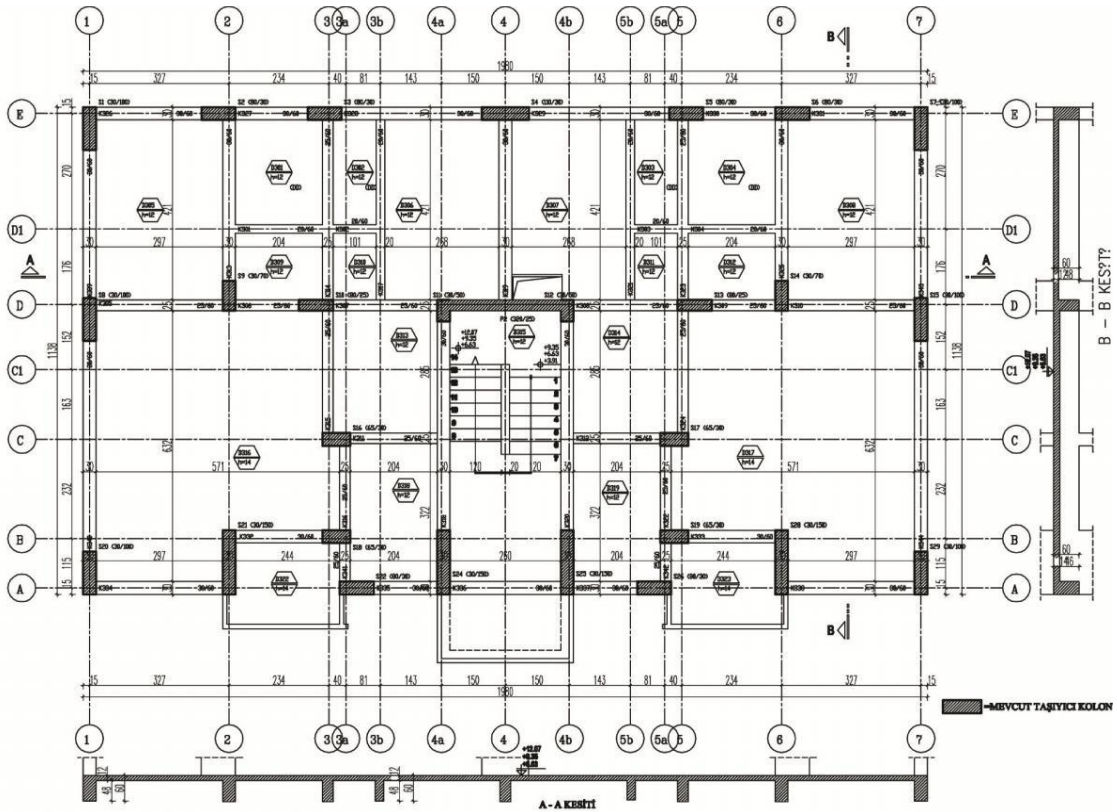
Çizelge 3.1. Binaya ait bilgiler (Şik, 2014)

Mevcut Yapının Özellikleri	
Binanın projesi	VAR
Bilgi düzeyi	ORTA
Bilgi düzeyi katsayısı	0,9 DBYBHY 2007
Hedeflenen performans düzeyi	CAN GÜVENLİĞİ DURUMU(CG)
Çelik sınıfı	ST 1
Deprem bölgesi	1
Yapı önem katsayısı	1.0
Zemin cinsi	Z2
Zemin emniyet gerilmesi	19,6 t/m ²
Yapı davranış katsayısı(R)	4.0

Bina dikdörtgen bir plan geometrisine sahiptir. Boyu 19.80 m, eni 11.40 m'dir. Bina yaklaşık olarak 225 m² bir zemine oturtulmuştur. Kat yüksekliği bütün katlarda 2,72 m'dir. Plandaki şekli dikdörtgen olan taşıyıcı sistemde yükler 12 cm kalınlığında betonarme plak ile 20/60, 25/60 ve 30/60 en kesitli betonarme kirişler ve 30/80, 30/70, 30/65, 30/100 ve 30/150 kolonlara ve bodrum katta 30 cm kalınlıklı perde duvarlara oradan da temellere aktarılmaktadır. Temel sürekli temel olup ve temel yüksekliği 90 cm'dir (Şik, 2014). Binanın mimari ve kalıp aplikasyon planı Şekil 3.2'de ve Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.2. 1. 2. 3. 4. Kat mimari planı



Şekil 3.3. 1. 2. 3. 4. Kat kalıp aplikasyon planı (Şik, 2014)

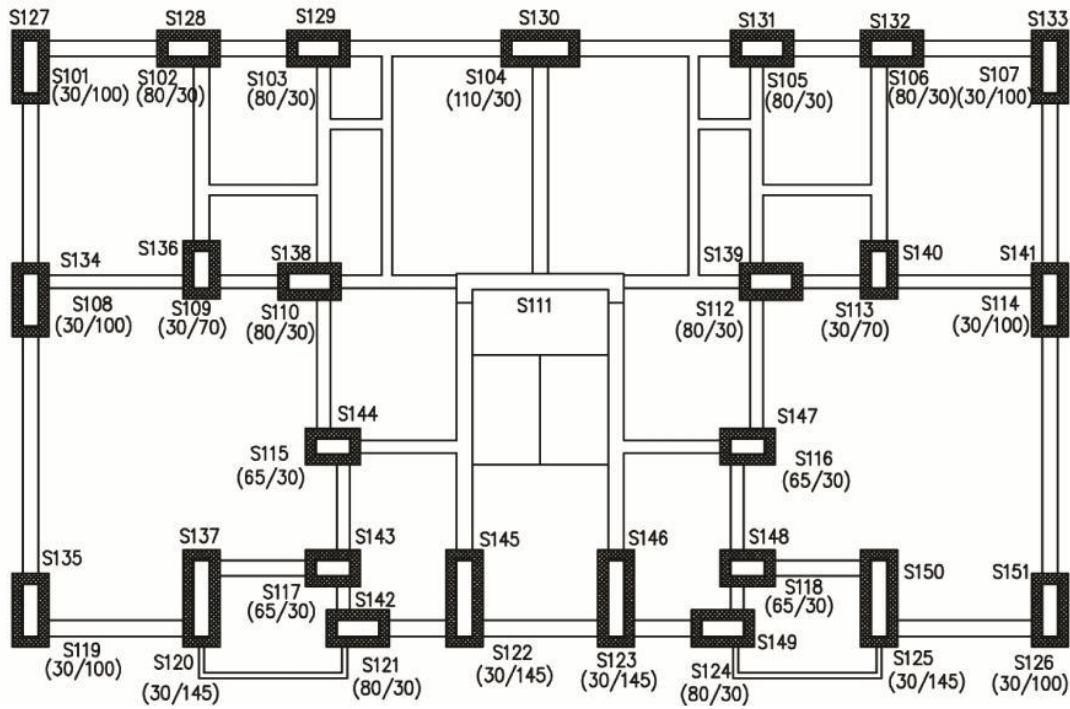
Şik (2014) çalışmasından alınan verilere göre, mevcut bina 1998 yılında T.C Milli Eğitim Bakanlığınca inşa edilen tip projedir. Binanın yapılan incelemesinde yerinde ölçüm ve gözlemlerinde taşıyıcı elemanların statik projeye uygun yapıldığı gözlenmiştir. Pas payı sıyrılarak yapılan gözlemlerde donatılarda korozyona rastlanmamıştır. Döşemelerde sehim görülmemiştir. Kolon ve kirişlerde pas payının sıyrılması sonucu etriye sıklaştırılması yapılmadığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada Şik (2014)'ın çalışmasında sunduğu 3 farklı güçlendirme önerisinden birinin uygulanması durumunda yapının;

- Mekânsal değerlendirmesi (kullanım ve fonksiyonel etkiler, doğal aydınlanmaya etkileri),
- Cephesel değerlendirilmesi,
- Yapısal değerlendirilmesi,
- Tesisata etkilerin değerlendirilmesi,
- Zaman ve maliyet açısından değerlendirilmesi,
- Uygulama kolaylığı ve iş kalemi açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

3.2. Birinci Güçlendirme Önerisi: Tüm Kolonların Mantolanması

Bina için incelenecek üç güçlendirme önerisinden ilki olan bu öneri yapıdaki tüm kolonların dört yüzeyinden 20 cm ebadında betonarme mantolanmasını içermektedir. Aşağıda bu yöntemin uygulanması sonucu gerçekleştirilecek kalıp aplikasyon planı verilmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Dört yüzeyinden 20'şer cm kolon mantolanması sonucu kalıp aplikasyon planı (Şik, 2014)

Çalışma kapsamında güçlendirme önerilerinin mimariye etkisi ve birbirleriyle karşılaştırılması yapılmaktadır.

3.2.1. Mekânsal Değerlendirme

Yapılar mimar tarafından tasarlanırken kullanım-fonksiyon, estetik güzellik ve rijitlik ölçütleriyle tasarlanmaktadır. Kullanımına geçilmiş bir binada aranan ilk özellikler yapının fonksiyonun işlemesi ve kullanıcılarına konfor sağlamasıdır. Bunlar, güçlendirme gibi yapıda sonradan değişiklik yapılması gereken durumlarda ilk etkilenenlerdir.

Mekânsal bağlamda yapılan değerlendirme sonucunda yapının en konforlu kullanım standardını sağlaması için mekânlarına en uygun tefriş yerleşimi yapılmıştır.

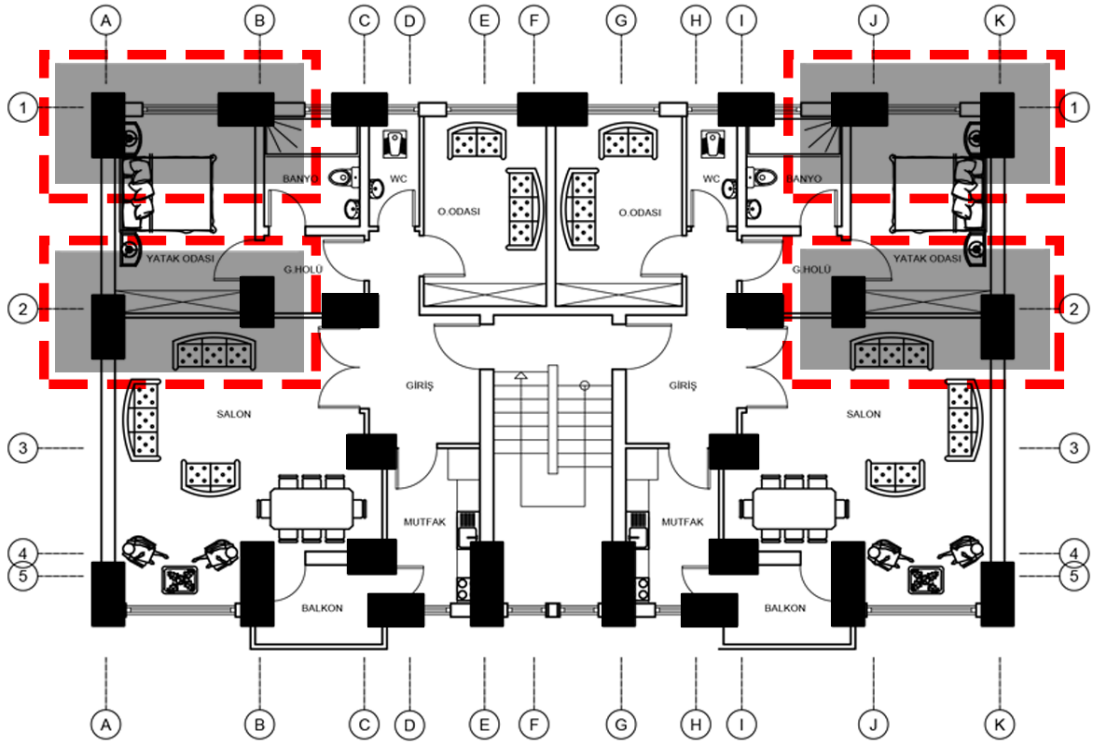
Kolonların büyütülmesinin mekânsal etkileri ve yapılan tefriş çalışmasına etkileri aşağıda incelenmekte, plan düzlemi üzerinden değerlendirme yapılmaktadır.

3.2.1.1. Kullanım ve Fonksiyonel Etkiler

Yapı bir lojman binasıdır. İçerisinde ailelerin yaşadığı konut türündeki bu yapının mekânları kolonların dört yüzeyinden betonarme mantolanmasıyla önemli ölçüde değişecektir.

Örneğin Şekil 3.5’de gösterilen 1A-1B ve 1J-1K akslarındaki kolonlarının mantolanması enine ve boyuna doğrultuda kolonları 40’ar cm büyütecektir. Mekânda yatak yanlarında kullanılan komodinin büyüyen kolonun etkisiyle yer değiştirmesi simetri düzenini bozarak mekânı dağınık ve düzensiz gösterecektir.

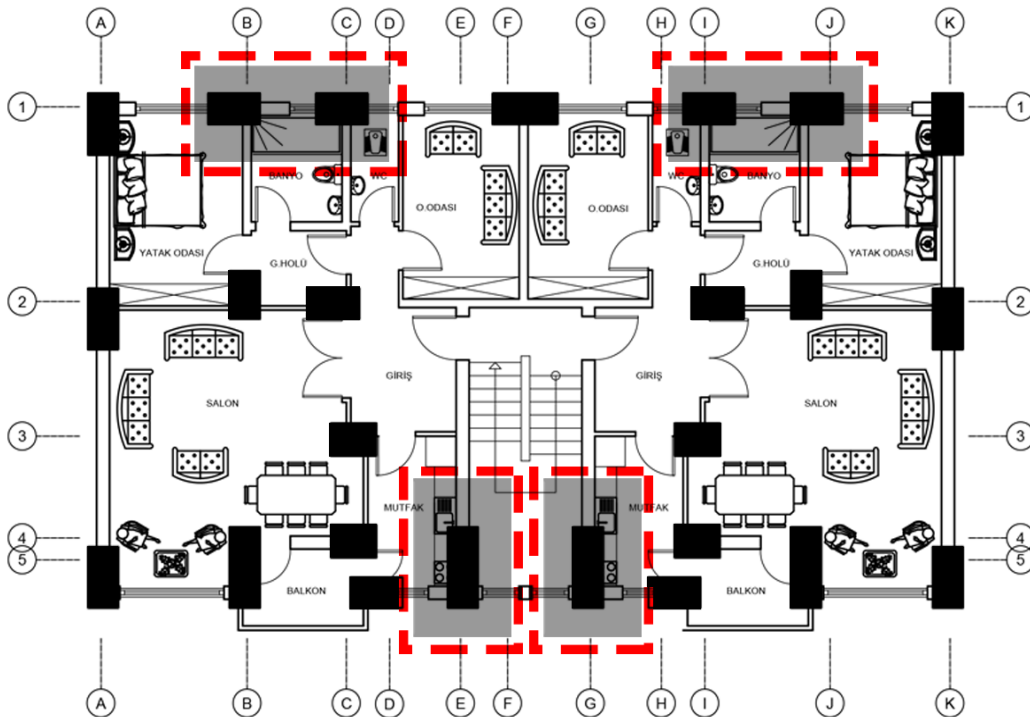
Başka bir değerlendirme olarak 2A-2B ve 2K-2J akslarındaki kolonların mantolanarak büyümesi sonucu kapı arkasında kullanılan dolap aynı alana sığmayacaktır. Güçlendirme öncesinde sabit bir dolap varsa ölçü alınıp yeniden tasarlanarak yapılması gerekecektir.



Şekil 3.5. Kolonların mantolanmasından etkilenen yatak odaları

Kolonların mantolanarak güçlendirilmesinden, kullanım ve fonksiyon açısından etkilenen mutfak ve banyo gibi ıslak hacimler de vardır. Kullanım açısından etkili bir şekilde tefrişi yapılan banyoda Şekil 3.6'daki 1B-1C ve 1I-1J akslarındaki kolonların mantolanması sonucu, duş teknesinin bulunduğu alanda büyüyen kolon hacmi tekneyi kullanılamaz duruma getirmektedir. Bunun sonucunda güçlendirme sonrası banyoya yeni bir duş teknesi alınması ya da mevcut banyo yerleşiminin yeniden yapılması gerekecektir. Yeni duş teknesi, aynı alanda kullanılmak isteniyorsa o alana uygun tasarım yapılması gerekeceği öngörülmektedir.

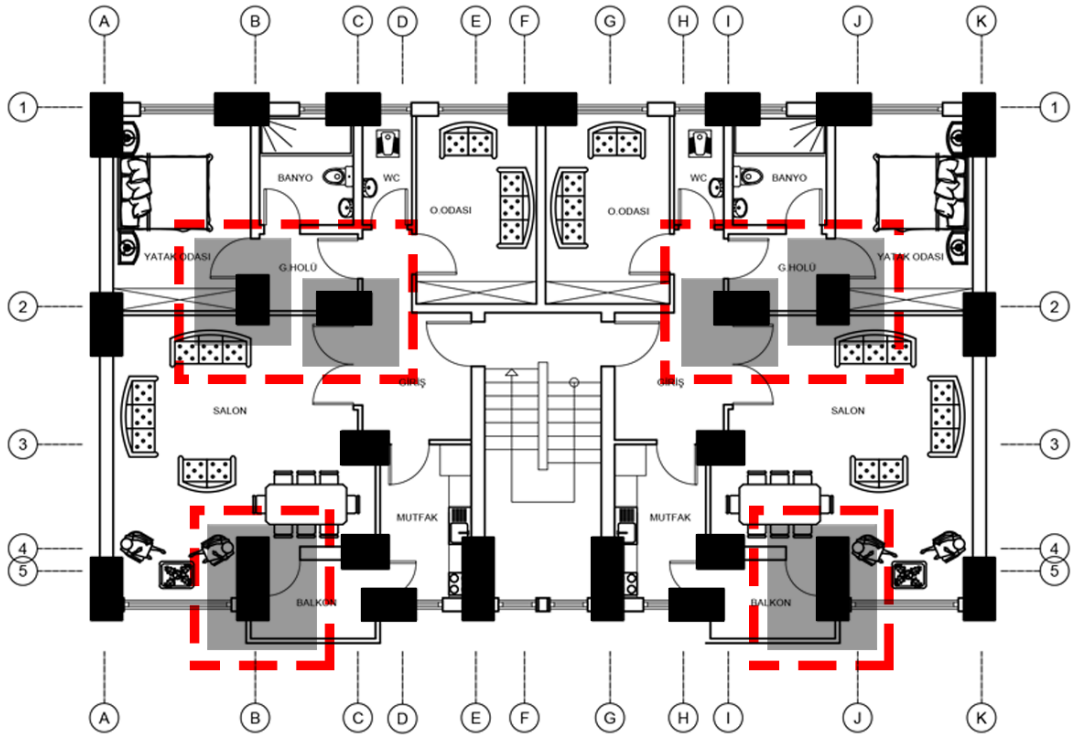
Yapıda güçlendirmeden en çok etkilenen mekanlardan biride mutfak olacaktır. Şekildeki 5E-5G akslarındaki kolonların mantolanmasıyla 50 cm olarak tasarlanan mutfak tezgâhı kolonun hacminin büyümesiyle 30 cm'e kadar düşmüştür. Kolonların -y aksındaki uzunluğunun artmasından mutfak eviyesi de etkilenmektedir. Bunun sonucunda mutfak tezgahının bir bölümü, eviye ve ocak kullanılmayacak duruma gelmiştir. Ocak üstüne yerleştirilen davlumbaz kolon sebebiyle artık kullanılmayacaktır. Kolon yüzeylerinin mekan içerisine taşmasından dolayı mutfak dolaplarının iç derinliği azalacaktır. Dolaplar yeniden tasarlanacak ya da mevcut dolapların tamirat geçirip yeniden yerleşimi söz konusu olacaktır. Mekanın güçlendirme sonrası yeniden tasarlanması gerekecektir.



Şekil 3.6. Kolonların mantolanmasından etkilenen mutfak ve banyo

Kolonların dört yüzeyinden 20 cm mantolanarak güçlendirilmesi, mekanların kapılarını da etkilemektedir. Proje çözümlenirken sadece mekana girebilmeye yetebilecek kadar bırakılan boşluklar güçlendirme gibi sonradan müdahale edildiği durumlarda amacını yerine getiremeyecektir. Örneğin Şekil 3.7'deki 2B-2J ve 2C-2I akslarındaki kolonların mantolanmasından yatak odası ve salon kapıları etkilenmektedir. Salona giriş kapısı için yeterli alan mevcut olduğundan, kolonun büyümesi sorunu sadece kapı kasası için yeterli alan bırakılıp 10 cm yer değiştirmesi şeklinde çözülecektir. Ancak yatak odasının kapısı için yeterli alan yoktur. Mantolanan kolonun büyümesinden dolayı kapının yeniden aynı büyüklükte yerleştirilmesi mümkün değildir. Yatak odası için özel ebatlarda kapı imal edilecektir.

Salon kapısı için söz konusu olan durumun aynısı 5B-5J akslarındaki kolonların mantolanmasında da ortaya çıkmaktadır. Salon-balkon kapısı yeterli alan mevcut olduğu için kapının kasası 10 cm kaydırılarak sorun çözülebilecektir.



Şekil 3.7. Kolonların mantolanmasından etkilenen kapılar

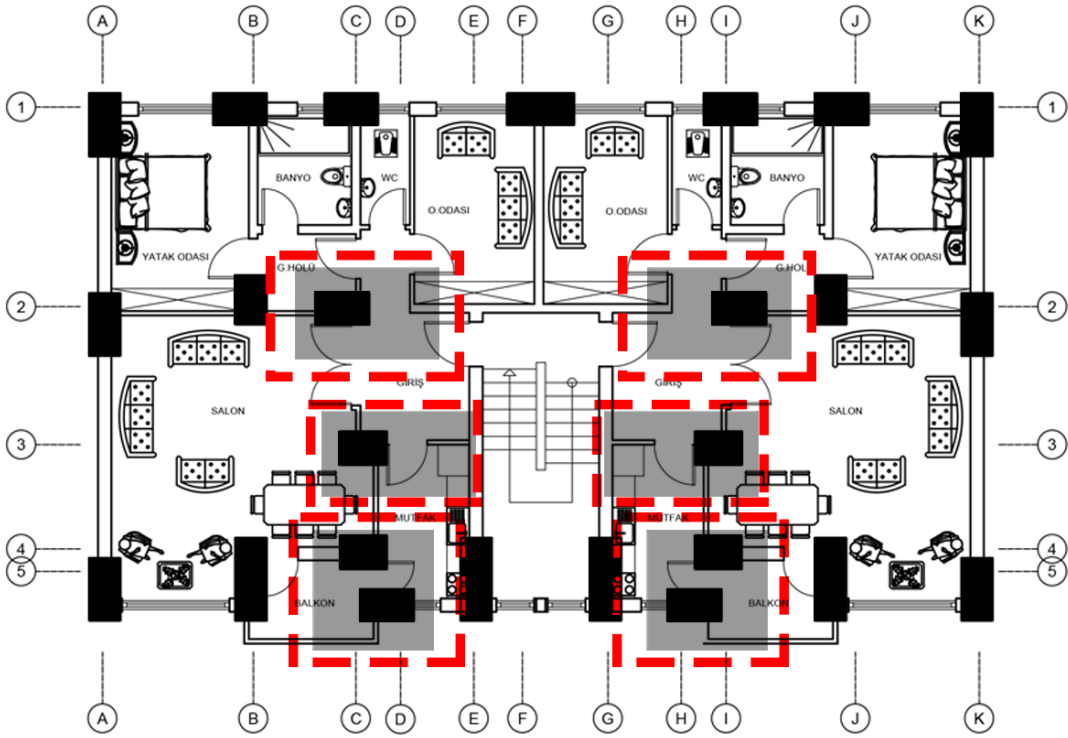
Yapıdaki kolon yerleşimleri neredeyse tüm mekanları etkilemektedir. Bu nedenlerle kolonlarda yapılan değişikliklerin de tüm mekanlara etkisi olmaktadır.

Yapıdaki 3C-3I akslarındaki kolonların mantolanması sonucu mutfak kapı kasasının sökülüp 10 cm yer değiştirmesi gerekmektedir. Ancak bu durum

gerçekleştiğinde, buzdolabı için tasarlanan alanı etkilemektedir. Bu yüzden mutfığa girişte kapı kullanılması isteniyorsa özel tasarım, boyutları küçük kapı üretilmesi gerekecektir ya da mutfığa girişte kapı kullanımı iptal edilecektir.

Yapıda mutfığa ve salona hizmet eden bir balkon mevcuttur. 5C-5D ve 5H-5I akslarındaki kolonların mantolanması mutfaktan balkona çıkış boşluğunu 40 cm daraltacağından balkona çıkış mümkün olmayacaktır. Bu durumda balkonun mutfaktan kullanımı iptal olup, balkon sadece salon kullanımında kalacaktır.

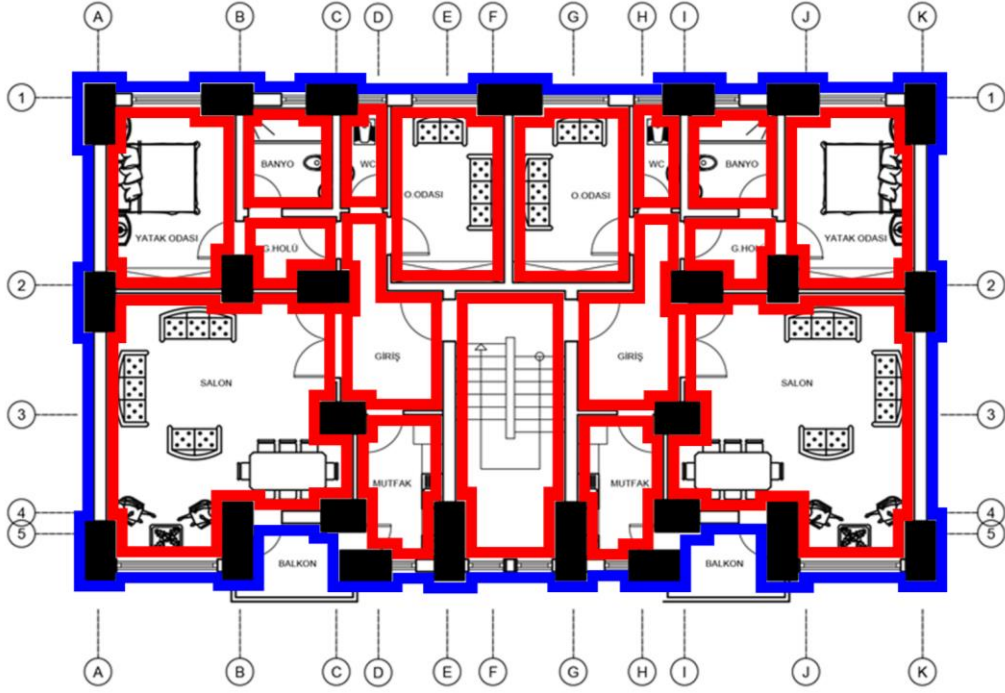
Yapıda başka bir sirkülasyon noktası olan 2C-2I akslarındaki kolonların mantolanması koridoru daraltacaktır. 110 cm tasarlanan hol sadece 90 cm kalacaktır. Bu da mekanlar arası sirkülasyonu zorlaştırmaktadır.



Şekil 3.8. Kolonların mantolanmasından etkilenen kapılar ve hol

Kolonların dört yüzeyinden 20'şer cm mantolanmasıyla her bir kolon hacmi büyüyecektir. Büyüyen kolonlar mekanı daraltacaktır. Lojman yapısında her bir daire 80 m²'dir. Güçlendirme sonucu yaklaşık 5 m² alan kaybı yaşanacaktır. Yani toplamda % 6,25'lik bir alan kaybı söz konusu olacaktır.

Kullanıcılar için mekanın fonksiyonelliğini etkileyen özelliklerden biri de mekanın içine taşan kolonlar olmaktadır. Taşan kolonlar nedeniyle temiz/net alan kullanımı azalacaktır (Şekil 3.9). Bu durum mekanların fonksiyonelliğini bozacaktır.

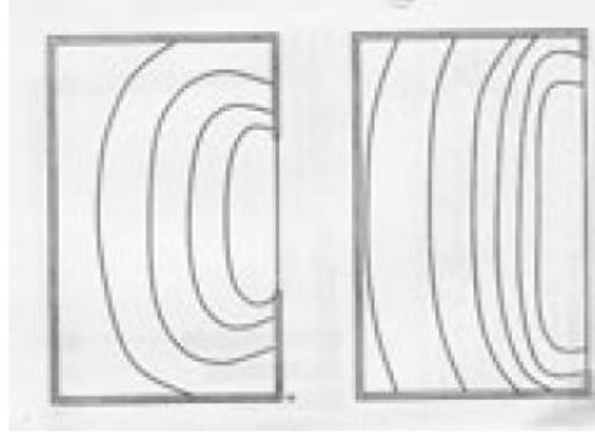


Şekil 3.9. Kolonların mantolanmasından etkilenen temiz/net alan kullanımı

3.2.1.2. Doğal Aydınlanma Etkileri

Geçmişten günümüze yapıların tasarlanmasında günışığından yararlanma etkin rol oynamaktadır. Elektrik enerjisinin aydınlanma amacıyla kullanılmaya başlanması tasarımları bu konuda özgürleştirmiştir. Ancak günümüzde enerji kaynaklarının tüketiminin azaltılması ön plandadır. Bu nedenle gün ışığını olabildiğince verimli kullanmak gerekliliği ortaya çıkmıştır (Yener, 2007).

Çalışmada incelediğimiz lojman yapısında bu bölümde incelenen güçlendirme önerisi, yapı dış cephesindeki kolonların 40 cm büyümesi sonucu pencere boyutlarını küçültecek ve hatta bazı mekanlara pencere yerleşimi mümkün olmayacaktır. Bu durum yapının aydınlanmasını olumsuz etkileyecektir (Şekil 3.10). Ayrıca seçilen bu yapının Diyarbakır gibi sıcak bir ilde olması sonucunda yapı havalandırılması da yetersiz kalacaktır.



Şekil 3.10. Pencere boyutlarının plan düzeminde gün ışığı dağılımına etkisi (Robbins, 1986)

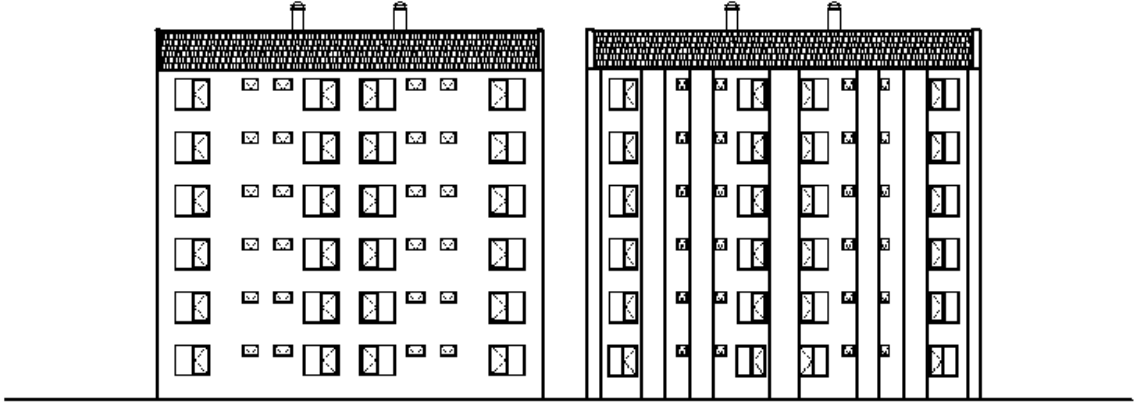
Yapının güneş ışınlarını içine alamaması sonucu yapıda aydınlanmanın yanı sıra ısınma sorunu da ortaya çıkmaktadır. Isınma için yapının daha fazla enerji tüketmesine sebep olacaktır. Bu kış mevsimi için sorun oluşturabilirken yazın, incelediğimiz Diyarbakır ilindeki lojman binası örneğinde durum, olumlu olarak değerlendirilmektedir.

3.2.2. Cephesel Değerlendirme

Yapılar mimar tarafından tasarlanırken cepheleriyle bir bütün halinde tasarımları yapılmaktadır. Uygulama esnasındaki değişiklikler, güçlendirme gibi yapıya sonradan yapılan müdahaleler yapının cephesinde değişiklikler meydana getirmektedir.



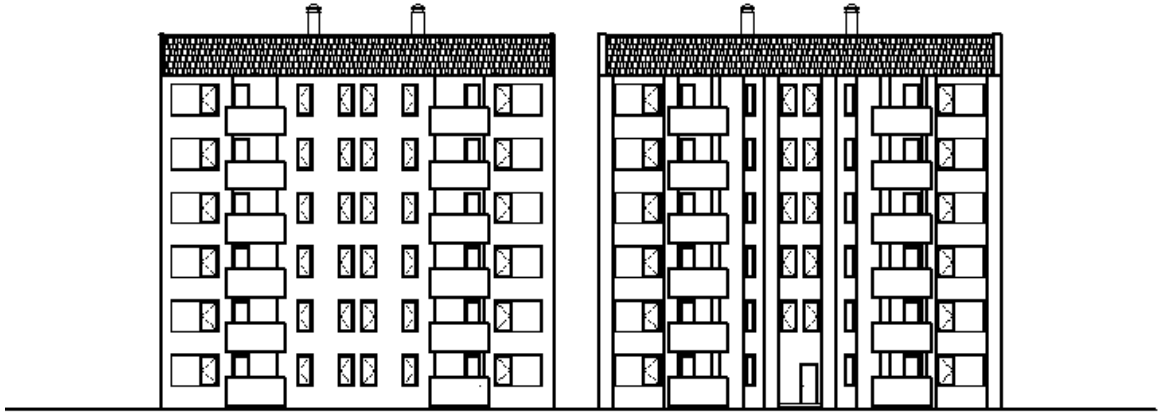
Şekil 3.11. Kolonların mantolanması sırasında cephe (Nuhoğlu ve ark., 2009)



(a) Güçlendirme öncesi

(b) Güçlendirme sonrası

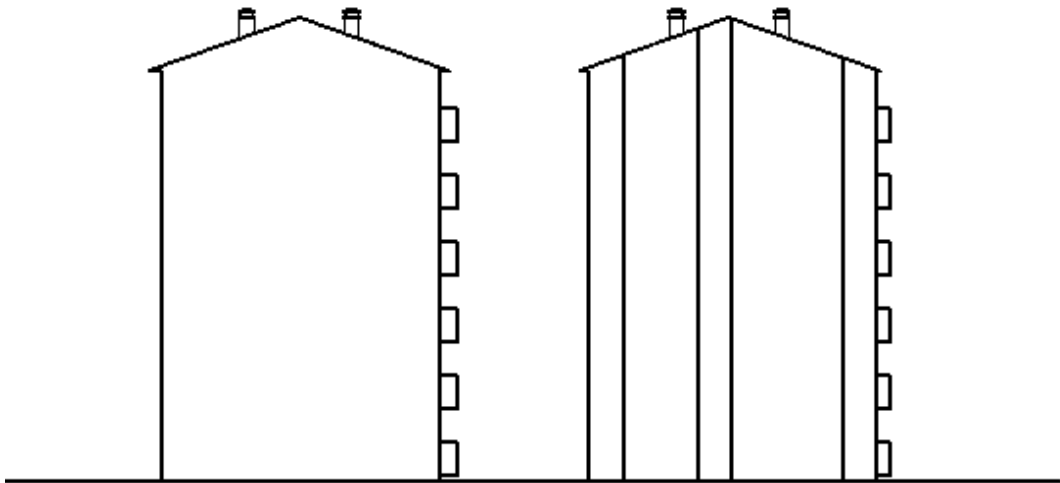
Şekil 3.13. Yapının arka cephesi (şematik)



(a) Güçlendirme öncesi

(b) Güçlendirme sonrası

Şekil 3.14. Yapının ön cephesi (şematik)



(a) Güçlendirme öncesi

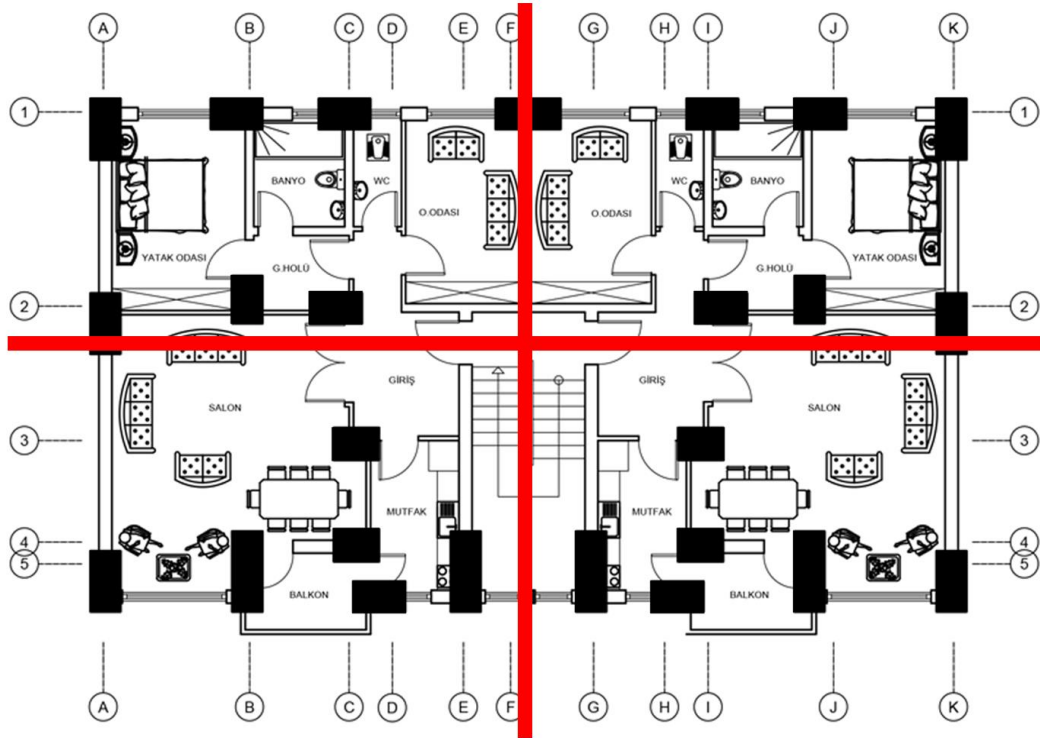
(b) Güçlendirme sonrası

Şekil 3.15. Yapının yan cepheleri (şematik)

3.2.3. Yapısal Değerlendirme

Yapıların tasarımı sırasında dikkat edilmesi gereken yapı geometrisiyle ilgili özellikler vardır. Bu özellikler yapı rijitliğini etkilemektedir. Yapı ne kadar basit ve düzenli tasarlanmış ise o kadar dayanıklıdır. Plan düzleminde karmaşık tasarlanan yapılarda burulma etkisi görülebilmektedir. Bu nedenle yapı tasarlanırken her yöne mümkün olduğunca simetrik olmasına dikkat edilmelidir. Aynı zamanda burulma etkilerine karşı yapının kütle merkezi ve rijitlik merkezi çakışmalıdır (Öncü, 2011).

Tez kapsamında incelediğimiz yapıda önerilen, kolonların mantolanması ile güçlendirme yöntemi binaya homojen yayılmış kolonların dengeli bir şekilde mantolanması olduğu için yapının rijitlik merkezinde bir değişiklik meydana getirmemektedir. Bu sebeple uygulamanın yapıya getirdiği bir burulma etkisi söz konusu değildir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Yapının güçlendirme sonrası simetrisi

Birinci güçlendirme önerisi uygulanırsa yapı Can Güvenliği Performans Düzeyini sağlamamaktadır (Şik, 2014).

3.2.4. Tesisata Etkileri Değerlendirme

Kolonların mantolanabilmesi için etraflarında çalışma yapılabilecek alanın boşaltılması gerekmektedir. Kolonların etrafındaki dolgu duvarların bir kısmının yıkılması, mantolamanın katlar boyunca devamının sağlanması için döşemelerin açılması gerekmektedir. Yıkılan bu alanlar bazen elektrik, bazen su, bazen de sıhhi tesisat borularına denk gelebilmektedir. Bu nedenle güçlendirme yapının tesisatını etkileyebilmektedir.

Mantolanarak güçlendirme yönteminde tamamıyla bir bölücü duvar ya da döşeme etkilenmediğinden bu yöntem diğer incelenecek yöntemlere göre tesisatı daha az etkilemektedir. Ancak yapıda döşemelerde devam eden yerden ısıtma sistemi varsa döşemeler açıldığı için tesisatın yenilenmesi gerekecektir.

3.2.5. Zaman ve Maliyet Açısından Değerlendirme

İncelenen yapıyı güçlendirmek için seçilen yöntemleri uygulamak bina kullanılırken mümkün değildir. Yapının güçlendirilebilmesi için boşaltılması gerekecektir. İşlem süresi ne kadar uzun sürerse mülk sahiplerinin o kadar mağdur olması söz konusu olacaktır.

Kolonların tamamının aynı anda mantolanması yapı bütünlüğü açısından mümkün değildir. Mantolama uygulamasında kolonun yükünün boşaltılıp işlemin gerçekleştirilmesi gerekeceğinden yapının bölümlere ayrılıp uygulamanın öyle yapılması daha uygun olacaktır. Her bir bölümün kolonlarının güçlendirilmeye hazırlanması, donatıların yerleştirilmesi, betonun priz alma süresi düşünüldüğü zaman bu yöntemin fazla zaman alacak bir yöntem olduğu düşünülmektedir. Bu zaman süresince yapı kullanılamayacağından mülk sahipleri için bu durum olumsuz değerlendirilecektir.

Bir yapının güçlendirilme kararına ekonomik nedenler de etken olmaktadır. Yapının güçlendirme maliyeti, yeniden yapım maliyetinin % 40'ından fazla olmamalıdır (Mutlu, 2015). Seçilen yöntemler maliyeti de etkileyecektir.

Çalışmada incelenen yapıda kolonlar her mekanda (yaşama alanı, yeme alanı, yatma alanı, sirkülasyon alanları, ıslak hacimler vb.) bulunmaktadır. Bundan dolayı kolonların mantolanması yöntemi tüm mekanları etkileyecektir. Islak hacimlerdeki yalıtımlar, ince işler olarak adlandırdığımız döşeme kaplamaları (seramik, lamine parke vb.), dış cephe yalıtım malzemeleri, kaplama malzemeleri vb. elemanlar etkilenecektir. Malzemeleri yeniden temin etmek maliyeti arttıracaktır. Bazen yeniden temin edilen

malzeme eskisiyle uyum göstermemektedir (Şekil 3.17). Bu nedenle tüm mekan için, malzeme farkı oluşmasını istemeyen kullanıcılara fazladan masraf oluşacaktır.



Şekil 3.17. Kolonların mantolanması sonucu açılan döşemede malzeme farkı (Korkmaz arşivi, 2019)

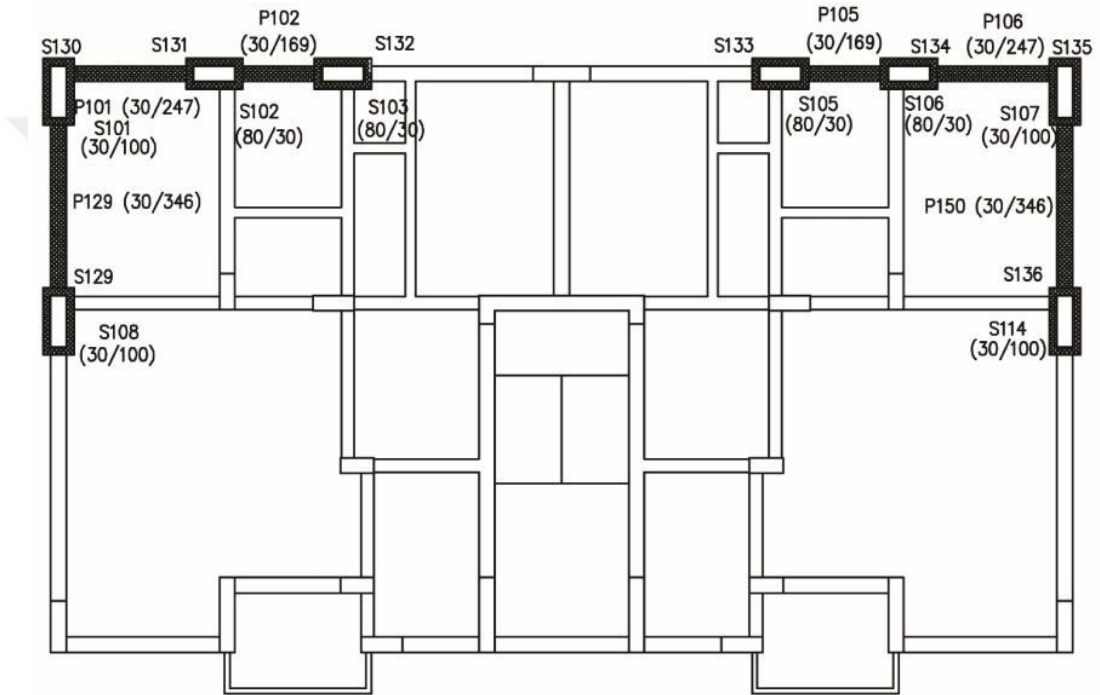
3.2.6. Uygulama Kolaylığı ve İş kalemi Açısından Değerlendirme

Yapıda ayrılan bölümlerde önce kolonların yükleri boşaltılacaktır. Kolonların pas payları sıyrılıp, yeni donatıların ankrajı yapılacak ardından yeni beton katmanı uygulanacaktır. Sağlıklı bir güçlendirme işlemi için döşeme aralarından bu işlemlerin tüm yapı boyunca uygulanması gerekmektedir. Önceki bölümde de bahsedildiği üzere bu uygulamalardan yapıdaki bütün mekanlar etkilenmektedir. Yapıda şantiye durumunda olmayan hiçbir mekan kalmayacaktır. Mekan içinde kullanılacak betonun, demir donatıların kalifiye elemanlar tarafından bina içerisine alınması gerekecektir.

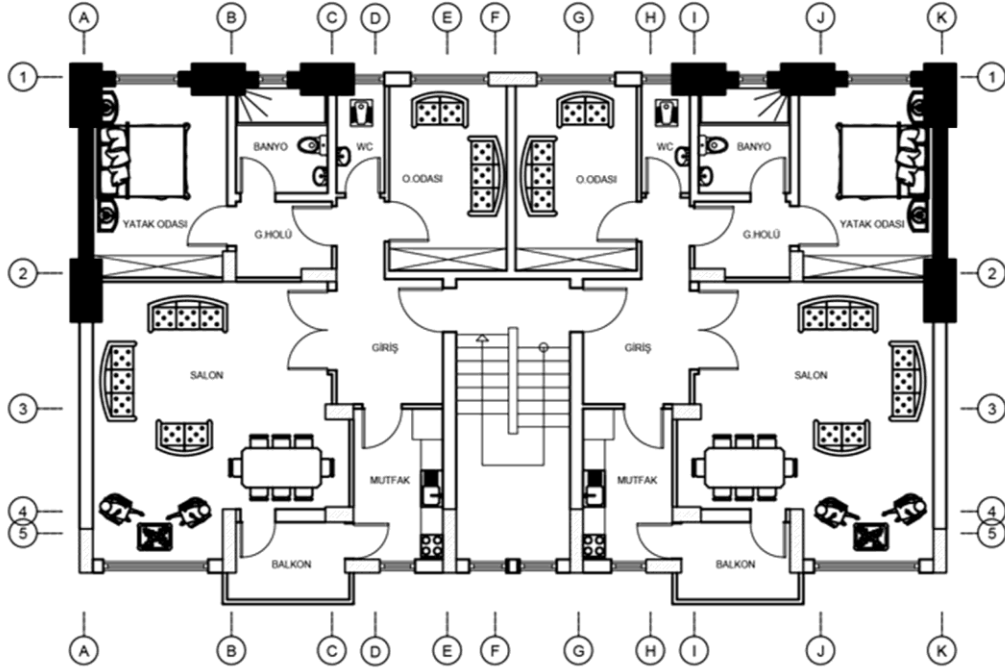
Yapıda bu uygulamadan etkilenen her mekan için, farklı iş kalemleri oluşmaktadır. Döşemeler, ıslak hacimler, dış cephe kaplamaları, yalıtım malzemeleri gibi birçok kalem etkilenecektir. Bu uygulamalar ayrı uzmanlık alanları gerektirmektedir. Bu nedenle de her biri için ayrı, alanında uzman kişilerle çalışmak gerekecektir.

3.3. İkinci Güçlendirme Önerisi: İlk İki Aksa Perde Elemanlar Eklenmesi

Yapıyla ilgili değerlendirmeler sonucunda yapının ön iki aksındaki kiriş ve kolonların yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle ikinci güçlendirme önerisinde boşluklu perde elemanlar zayıf görülen akslara yerleştirilmiştir (Şik, 2014). İkinci güçlendirme önerisi olarak incelenen bu öneri 1A-2A ve 1K-2K akslarındaki kolonlarının mantolanmasını ve aralarına perde yapılmasını, 1B-1C ve 1K-1J akslarındaki kolonların mantolanmasını ve aralarına boşluklu perde yapılmasını önermektedir (Şekil 3.19).



Şekil 3.18. İkinci güçlendirme önerisi için kalıp aplikasyon planı (Şik, 2014)



Şekil 3.19. İkinci güçlendirme önerisi kat planı

3.3.1. Mekânsal Değerlendirme

Yapıda perde elemanı ile güçlendirilme yapılması yönteminden sadece altı mekan etkilenmektedir. Mekansal anlamda bu etkileri incelediğimizde birinci önerideki kolon mantolanması yönteminin altı mekandaki etkileriyle aynı etkilerin oluştuğu gözlenmektedir. Bu yöntemin yatak odalarına, sirkülasyon alanlarına, salonlara ve balkona etkisi söz konusu değildir. Birinci öneride gördüğümüz gibi kapılara etkileri gözlenmemiştir.

3.3.1.1. Kullanım ve Fonksiyonel Etkiler

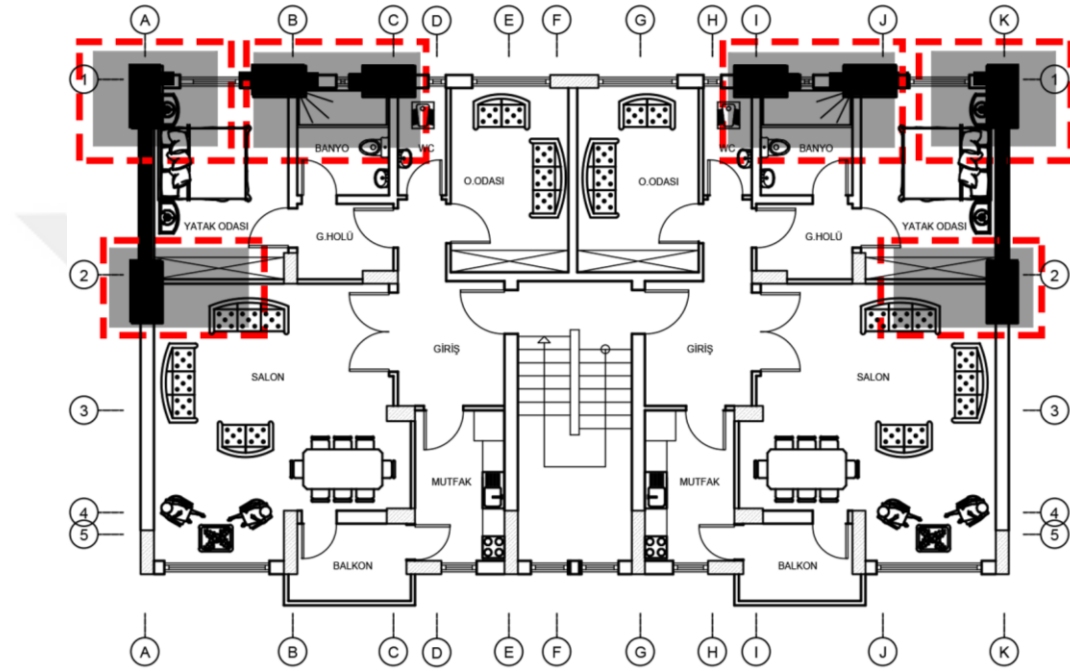
Çalışmada incelenen ikinci yöntemde ilk yönteme göre daha az mekan etkilenmekte, kullanım ve fonksiyonda daha az değişiklik yaşanmaktadır.

Yapıdaki 1A-1K akslarındaki kolonlar birinci öneride olduğu gibi yatak odasındaki köşeye denk geldiğinden, betonarme mantolanmaları mekanın kullanımını etkileyecektir. Yatak odasındaki minimum konfor standartlarında yerleşimi yapılan tefriş elemanlarından yatak yanı komodini boyutları büyüyen kolon sebebiyle yer değiştirecektir. Mekanın düzeni bozulacaktır.

Bu öneride yapıda mutfak hariç ıslak hacimler etkilenmektedir. Şekil 3.20’de 1B-1C ve 1I-1J akslarındaki kolonların mantolanmasının, en kullanışlı şekilde tefrişi

yapılan banyodaki etkisi ilk örnekle aynıdır. Banyo tefriş elemanlarından duş teknesi kolonun mekan içerisine taşmasıyla kullanılamayacaktır. Mevcut banyo düzeni değiştirilecek ya da yeni bir duş teknesi yaptırılarak sorun çözülecektir.

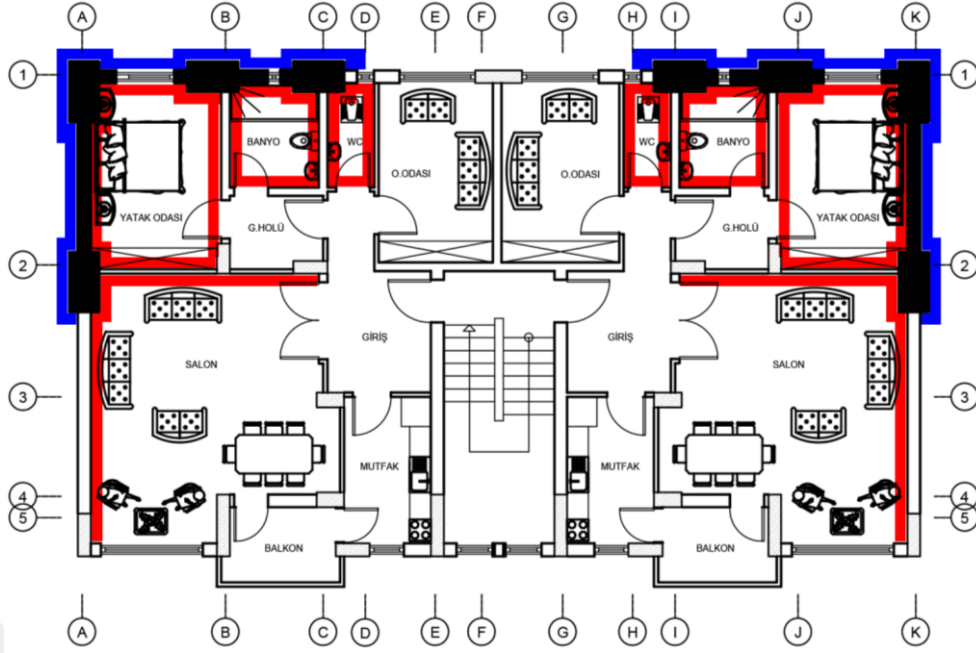
Bir başka değerlendirme ise 2A ve 2K akslarındaki kolonların mantolanmasının yatak odasındaki dolaba etkisi olacaktır. İlk öneride dolap iki taraftan etkilenirken ikinci önerinin uygulanması durumunda tek tarafında tadilat yapılması yeterli olacaktır.



Şekil 3.20. İkinci güçlendirme önerisinin kullanım ve fonksiyona etkisi

Yapıda mekanların tefrişlerinin düzgün yapılabilmesi ve mekan algısının estetik olabilmesi için kolonlar mekanlara taşmamalıdır. İlk öneride tüm odalar güçlendirmeden etkilenirken, incelenen bu öneride güçlendirmenin etkisi daha azdır.

Yapıda 80 m²'lik dairede yaklaşık 1,6 m²'lik alan kaybı yaşanacaktır. Bu da %2'lik bir kayıptır.



Şekil 3.21. İkinci güçlendirme önerisinin mekanlara etkisi

3.3.1.2. Doğal Aydınlanma Etkileri

Çalışmanın bu bölümünde incelenen güçlendirme yönteminde, yapı dış cephesine boşluklu betonarme perde eklenecektir. Yapı rijitliği için boşlukların mümkün olduğunca küçük bırakılması gerekecektir. Yapıda bu yöntemden etkilenen yatak odası, banyo ve tuvalet bulunmaktadır. Islak hacimlerin güçlendirmeden sonra da havalanacak boşluğa sahip olmaları olumsuz bir etki doğurmamaktadır. Ancak yatak odasında kullanılan pencere boyutları betonarme perde ekleme uygulamasından etkilenmektedir. Güçlendirmeden önce 180 cm olan yatak odasının penceresinin eni güçlendirme sonrası 137 cm'e kadar azalacaktır. Bu 43 cm'lik değişim hem mekanın aydınlanmasını hem de insanların mekan üzerindeki algısını değiştirecektir.

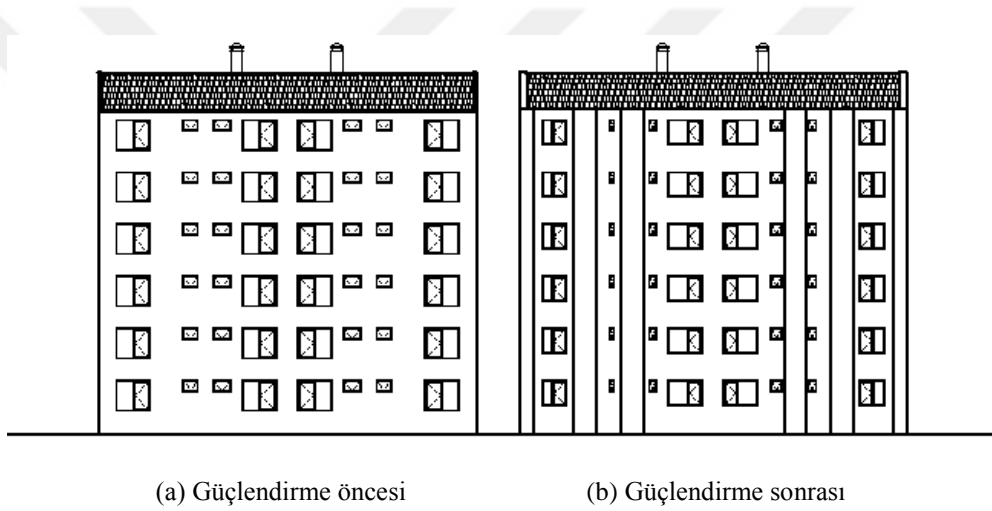
3.3.2. Cephesel Değerlendirme

Yapıya eklenen perde elemanlar yapı dış cephesine yerleştirilecek, bu uygulama yapının üç cephesini etkileyecektir. Eklenen betonarme perdeler yapı ön cephesinde pencere için boşluklu olarak önerilmektedir. Ancak yapı rijitliği için pencere boyutları eski boyutlarında kullanılamayıp, küçültmeye gidilmektedir. Bu uygulamanın etkileri şu şekillerde görülecektir;

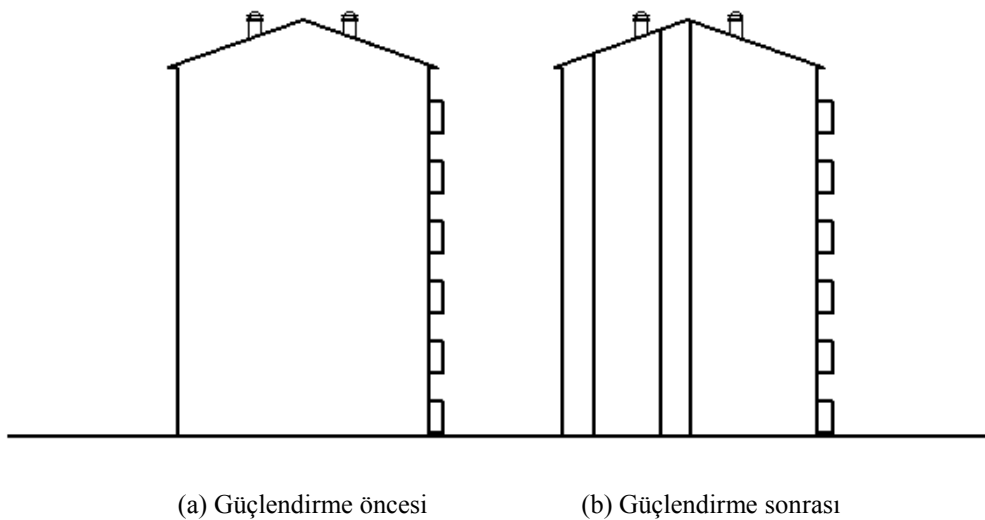
- Kolonların arasına boşluklu perde eklenmesiyle dış cephedeki pencere boyutları ve yerleri değişikliğe uğrayacaktır. Bu öneride cephedeki 36

pencere etkilenecektir. İlk öneride ise 84 pencere değişikliğe uğramak zorunda kalacaktır. Ayrıca yatak odasındaki pencere 43 cm daralacaktır.

- Dış cephede kullanılan yalıtım malzemeleri parçalanacak, betonarme perdeler yapıldıktan sonra yeni malzeme alımı ve kullanımı gerçekleşecektir.
- Dış cephe boyası kırılan alanlarda yenilenilirken eski boyayla renklerin arasında ton farkı oluşacaktır. Tüm cephenin boyanması gerekecektir.
- Yapıda cephe tasarımı yapılırken düzenlenmemiş olan cephedeki taşmalar kolonların mantolanmasıyla belirgin hatlar halinde görünmektedir (Şekil 3.22). Bu durum yapının monoton cephelerine hareketlilik katacaktır.



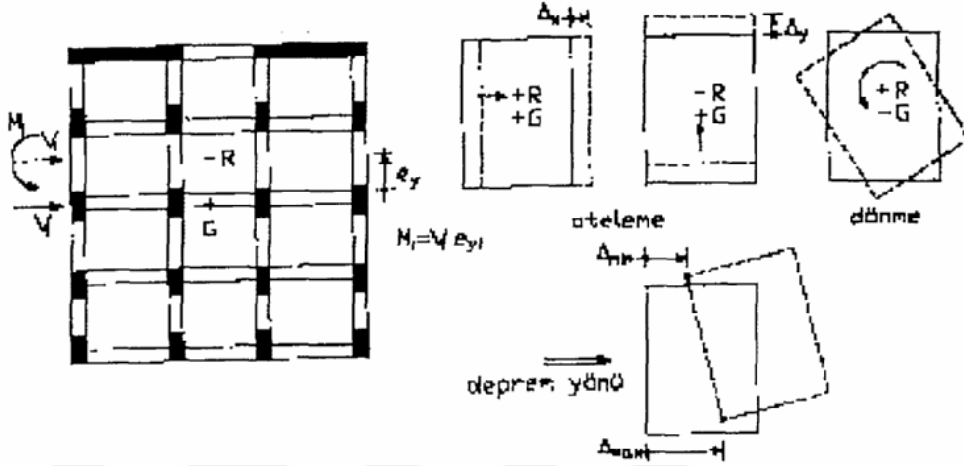
Şekil 3.22. Yapının arka cephesi (şematik)



Şekil 3.23. Yapının yan cepheleri (şematik)

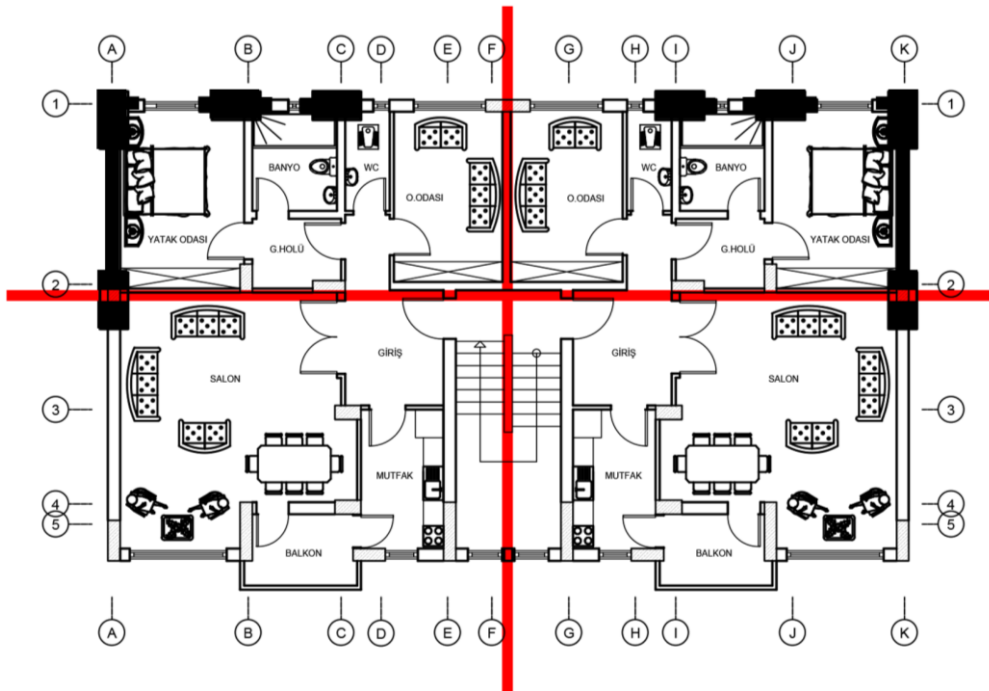
3.3.3. Yapısal Değerlendirme

Tez kapsamında incelenen, perde elemanlar ekleyerek güçlendirme yöntemi binanın sadece 1 ve A akslarında uygulanmıştır. Bu durum yapının yük dağılımının simetrisini bozmaktadır. Yapıda uygulama sonucu kütle merkezi ve rijitlik merkezi çakışmayacaktır (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. Rijitlik merkezi ve burulma (Yılmaz, 2006)

-y aksında yapı simetrik olurken -x aksında yapıya eklenen perdeleri destekleyecek eleman bulunmamaktadır (Şekil 3.25). Bu durum yapıda burulma etkisine oluşturmaktadır.



Şekil 3.25. Yapının güçlendirme sonrası simetrisi

İkinci güçlendirme önerisinin uygulanması yapı Can Güvenliği performans düzeyini sağlamaktadır (Şik, 2014).

3.3.4. Tesisata Etkileri Değerlendirme

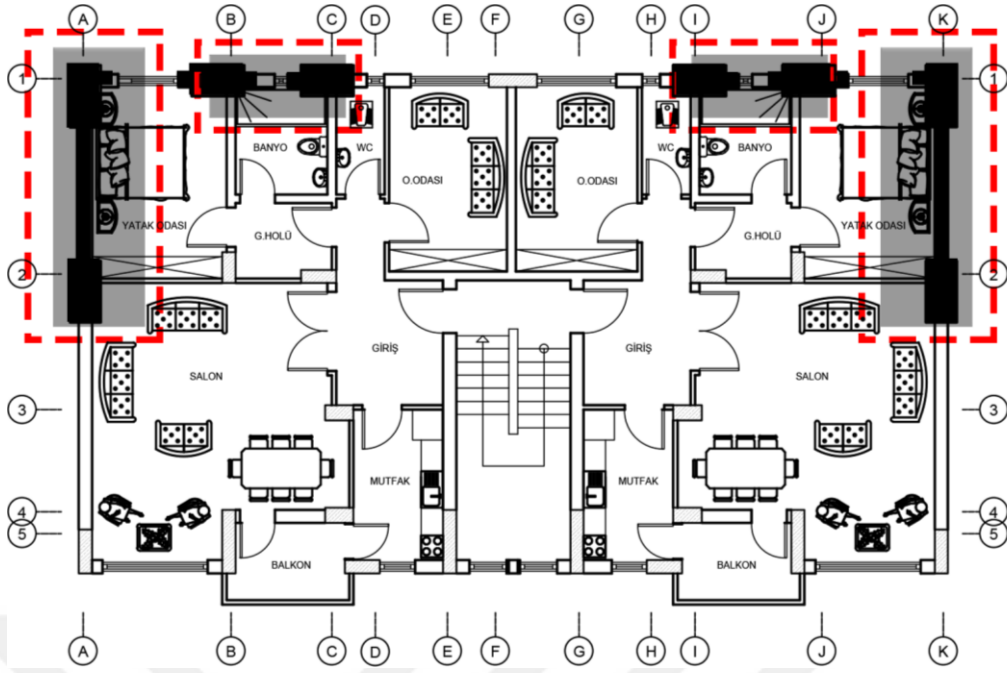
Yapılarda uygulama hatalarından bir tanesi taşıyıcı özellikte, donatılı betonların arasından tesisat kablolarını ve borularını geçirmektir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Teknik denetim eksikliği sonucu kiriş içinden geçen tesisat kabloları (Bayraktar, 2011)

İncelenen yapının tesisatına bakıldığında, güçlendirme öncesi yatak başlığı gelen duvarda elektrik tesisatı bulunacaktır (Şekil 3.25). Komodin üstünde bulunabilecek yapay aydınlatmalar vb. için bu duvarda priz bulunması gerekmektedir. Ancak güçlendirme sonrası betonarme perdeleştirilen duvar kırılarak duvarda sıva altı tesisat kablolarının geçirilmesi perdenin rijitliğini etkileyeceğinden uygun olmayacaktır. Bu nedenle çözüm olarak sıva üstü elektrik tesisatı tercih edilecektir.

Islak hacimlerde yapılan bu mantolama ve perde ekleme işlemi yapıdaki su tesisatını etkileyecektir (Şekil 3.27). Tesisat için kullanılan boruların sıva üstü uygulanması gerekecek, bu durum mekanda dolaşan gözle görülen borular oluşturacağından tercih edilmeyecektir. Başka bir çözüm olarak da mekanda perdeleşmeyen diğer duvarlara tesisat taşınacaktır.



Şekil 3.27. Yapıda güçlendirme sonrası tesisatın etkilendiği duvarlar

3.3.5. Zaman ve Maliyet Açısından Değerlendirme

Yapıda sadece iki aksta yapılan müdahaleler yapının her bölümünü etkilemeyecektir. Bu durumda yapıda yatak odası, banyo, tuvalet ve salonun bir bölümü etkilenmektedir. İlk öneri incelendiğinde yapının bütün mekanları etkilenirken ikinci öneri daha az mekanı etkilemektedir.

Perde eleman eklemek tüm kolonları mantolama yöntemine göre daha kısa sürede bitecektir. İlk önerideki parçalara bölüp işlemi bekleme durumu bu öneride söz konusu değildir. Binaya perde ekleme işlemi bir kerede uygulanabilmektedir. Zaman açısından daha kısa sürede biteceği tespit edildiği için kullanıcıların mağduriyetinin azalacağı sonucuna ulaşılmaktadır.

İkinci güçlendirme önerisi olan bu yöntemin uygulanması daha az mekanı etkileyeceğinden ve daha kısa sürede yapılacağından maliyetinin de ilk öneriye göre daha düşük olacağı öngörülmektedir. Dış cephe malzemeleri, yalıtım malzemeleri, döşeme kaplamaları vb. bu uygulamadan sonra da yenilenecek olsa bile daha az alanda yenileneceğinden daha düşük maliyetle problem çözülecektir.

3.3.6. Uygulama Kolaylığı ve İş kalemi Açısından Değerlendirme

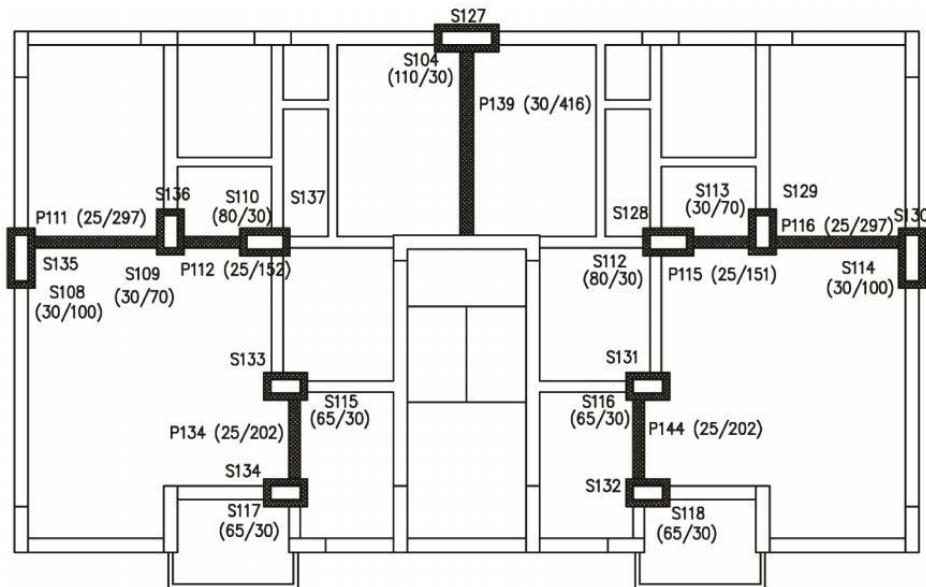
Uygulamada ilk olarak perde kenarlarındaki kolonların yükleri boşaltılıp yüzeyleri ilave katmana hazırlanacaktır. Pas payı sıyrılan kolonlara demir donatıların ankraji yapılıp eklenecek yeni perde elemanın donatılarıyla birleştirilecektir. Daha sonra yeni beton katmanı uygulanacaktır. Bu işlemin rijitliği sağlayabilmesi için döşemeler açılarak perde eleman yapı yüksekliği boyunca devam ettirilecektir. Cephelere perde eklenmesi gerektiği için yapı dış cephesine iskele kurulan alan artacaktır.

Yapıya sonradan eklenen betonarme perdenin yapıya katkı sağlayabilmesi için temelde bu elemanın yüklerini karşılayacak ilaveler yapılmalıdır. Uygulamada yapının temelini açılması gerekecektir. Perdeleşme cephelerde yapıldığından yapının ilk aksında temele ulaşabilmek için, zeminde kazı yapmaya yeterli alan bulunması gerekmektedir. İşlemin uygulanması bu şekilde zorlaşmaktadır.

Yapıda bu uygulamadan etkilenen mekanlarda döşemeler, ıslak hacimler (banyo ve tuvalet), dış cephe kaplamaları, yalıtım malzemeleri yenilecektir. Ancak ilk öneriye göre daha az mekan etkilendiği için sınırlı sayıda malzeme gerekli olacaktır. Bu malzemeleri uygulamak farklı uzmanlık alanları gerektirecektir.

3.4. Üçüncü Güçlendirme Önerisi: İç Akslara Perde Elemanlar Eklenmesi

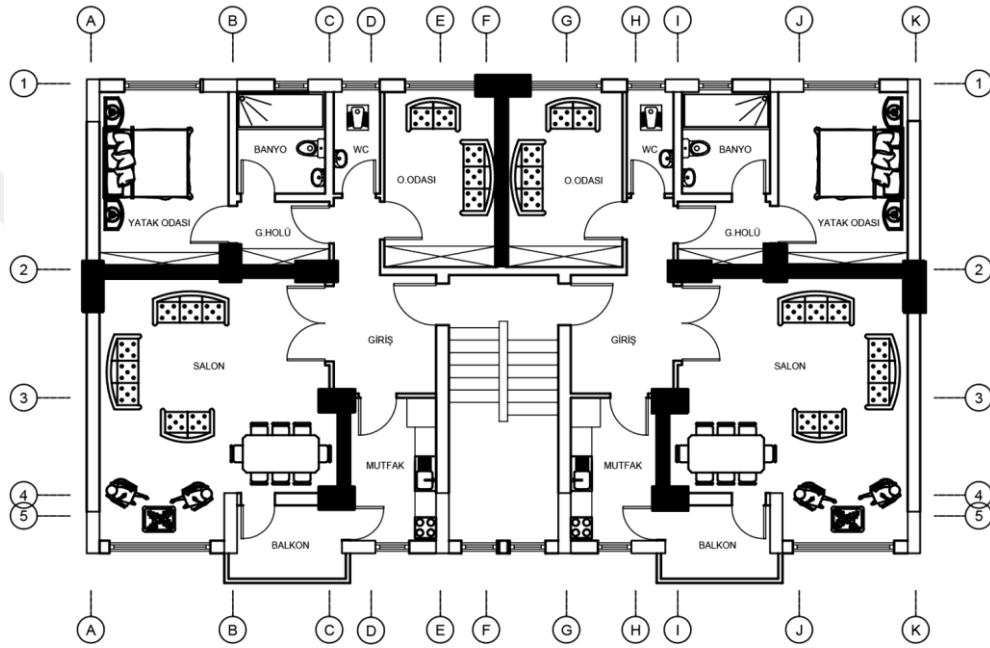
Çalışmada incelenecek üçüncü güçlendirme önerisi yapının iç bölümlerine betonarme perde eleman ekleme yöntemidir. Perdeleşen duvarların uçlarındaki kolonlar dört yüzeyinden mantolanarak araları betonarme perde elemana dönüştürülmektedir (Şik, 2014).



Şekil 3.28. Üçüncü güçlendirme önerisi için kalıp aplikasyon planı (Şik, 2014)

3.4.1. Mekânsal Değerlendirme

Üçüncü güçlendirme önerisi olan bu yöntemde 2A-2B-2C,2I-2J-2K, 3C-4C, 3I-4I ve 1F akslarındaki kolonların mantolanıp bu aksların perdeleşmesi planlanmaktadır (Şekil 3.29). Mekanlar incelendiğinde yapı içerisinde 10 mekanın bu güçlendirme uygulamasından etkileneceği öngörülmektedir. Yapının iç bölümlerine yerleştirilen betonarme perde elemanın uçlarındaki kolonların mantolanması ilk öneride incelediğimiz aynı etkileri yaratmaktadır.



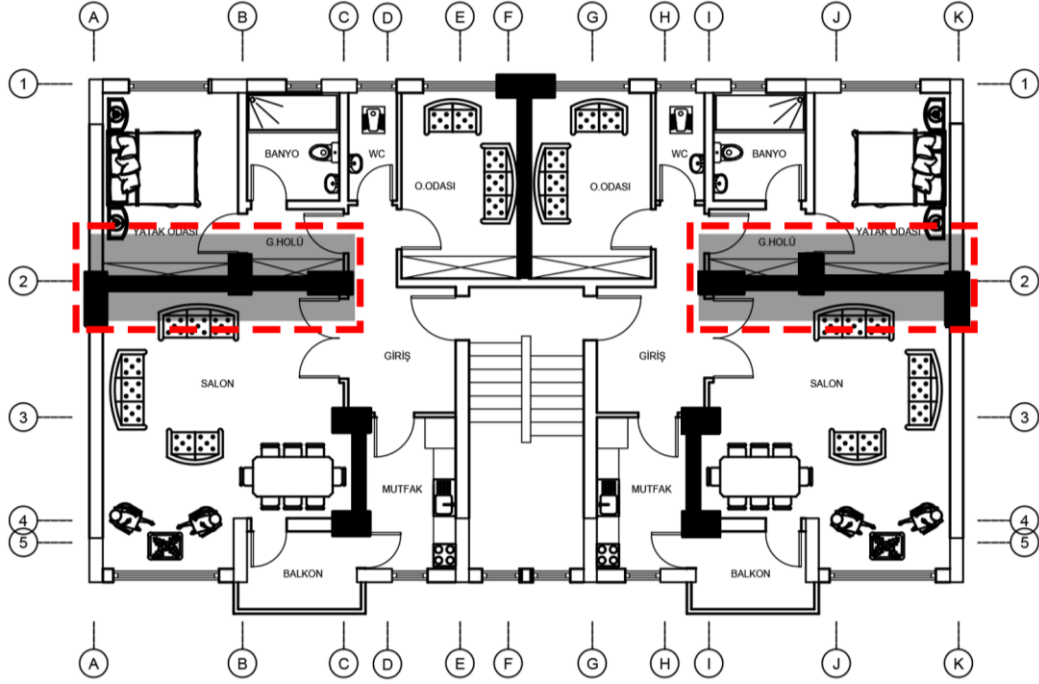
Şekil 3.29. Üçüncü güçlendirme önerisi kat planı

3.4.1.1. Kullanım ve Fonksiyonel Etkiler

Üçüncü öneri olan yöntem mekansal anlamda incelediğimiz ilk iki yönteme kıyasla kullanışı daha az etkilemiştir.

Yatak odası ve gece holünde bulunan kolonların perde eleman için büyütülmesi, perdeleşen bölücü duvarın eninin genişlemesi mevcut dolapları etkilemektedir. Bu alandaki dolapların güçlendirme uygulamasından sonra tadilat geçirmesi veya yeniden tasarlanması gerekecektir.

Yapıda 2 numaralı akstaki duvarın perdeleşmesi sonucu genişliğinin artması bu alandaki çamaşır makinesi için tasarlanan alanı küçültecektir. Güçlendirme işleminden sonra yerleştirilen makine gece holünden odalara geçiş sirkülasyonunu daraltacaktır.



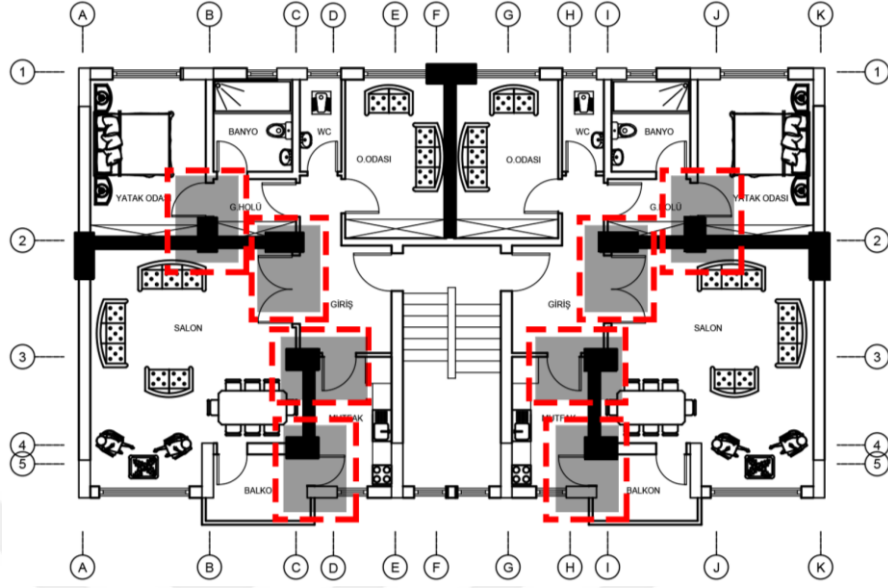
Şekil 3.30. Üçüncü güçlendirme önerisinin kullanıma etkisi

2B-2J ve 2C-2I akslarındaki kolonlarının mantolanmasından yatak odası ve salon kapıları etkilenmektedir. Güçlendirme sonrasında salon kapısı 10 cm kapı kasası için yer bırakılarak 3 aksına doğru yer değiştirilerek sorun çözülecektir. Ancak yatak odasında ki kapının başka bir yere alınması veya 10 cm yer değiştirmesi mümkün değildir. Güçlendirme sonrası kapının aynı boyutlarda kullanılması için yeterli mesafe bulunmamaktadır. Yatak odası kapısız kullanılmayacağından, kalan 70 cm'lik mesafeye göre yeni bir kapı imalatıyla sorun çözülecektir.

Yapıdaki 3C-3I akslarındaki kolonların mantolanması mutfak kapısını etkilemektedir. Güçlendirme sonrası kapının 10 cm kasa için yer bırakılarak E aksına doğru yer değiştirmesi gerekecektir. Ancak mutfak genişliğinin dar olması, bu işlem yapılsa buzdolabı kapağının giriş kapısı ile çakışacağı gerçeği kullanımı etkileyeceğinden tercih edilmeyecektir. Mutfak kapı olmadan kullanma söz konusu olmayacağından, güçlendirme sonrası kalan mesafe kadar, standartlardan daha küçük kapı imalatıyla sorun çözülecektir.

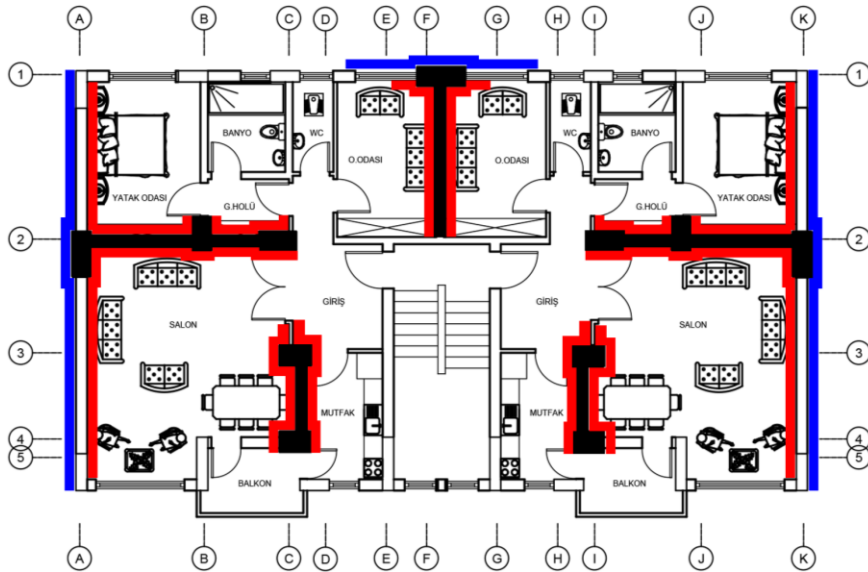
Yapıda mutfak ve salon kullanımında bir balkon tasarlanmıştır. 5C ve 5I akslarındaki kolonların mantolanması mutfaktan balkona çıkış boşluğunu daraltacağından bu mekandan balkon kullanımı zorlaşacaktır. Güçlendirme sonrası kapı

için kalan mesafeye uygun boyutlarda yeni kapı imal edilecektir ya da mutfaktan balkonun kullanımı iptal olacaktır.



Şekil 3.31. Üçüncü güçlendirme önerisinin kapılara etkisi

Kolonların mantolanması ve aralarına betonarme perde eklenmesi 80 m^2 dairede $4,62 \text{ m}^2$ alan kaybına neden olmaktadır. Bu da yaklaşık %5,8'lik bir alan kaybıdır. İkinci güçlendirme önerisine kıyasla bu yöntemin uygulanması sonucu daha fazla mekan etkilenmesinden, metrekare kaybının daha çok yaşanmasından ve mekan içerisine oluşacak taşmalardan kullanıcılar daha fazla etkilenecektir.



Şekil 3.32. Üçüncü güçlendirme önerisinin mekanlara etkisi

3.4.1.2. Doğal Aydınlanma Etkileri

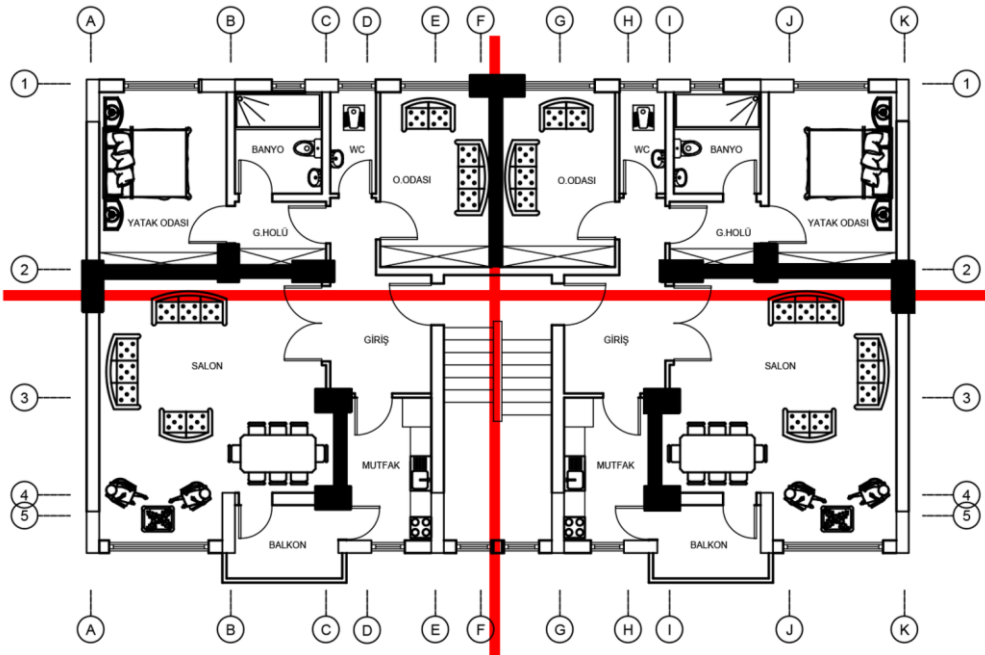
Bu yöntemde perde elemanlar yapı iç bölümlerinde kullanılmıştır. Bu nedenle cephede yapının doğal aydınlanmasına müdahale edecek herhangi bir değişiklik söz konusu değildir. Sadece 1F aksındaki kolonun mantolanması salondaki pencerenin yer değiştirmesine neden olacaktır ancak pencere boyutlarında bir değişim gerçekleşmeyecektir.

3.4.2. Cephesel Değerlendirme

İncelenen üç örnek içerisinde cephede müdahale en az üçüncü öneride mevcuttur. Meydana gelen ufak değişiklikler ise beş kolonun büyümesiyle oluşan dış cephedeki taşmalar olacaktır.

3.4.3. Yapısal Değerlendirme

Çalışma kapsamında incelenen ikinci örnekte perde elemanlar simetrik yerleştirilmediğinden, bu durumun yapıda burulma etkisine neden olduğundan bahsedilmiştir. Bu bölümde incelediğimiz üçüncü öneride ise ilk önerideki gibi simetrik, dengeli bir dağılım söz konusudur. Sisteme yeni eklenen elemanlar yapıda herhangi bir burulma etkisine neden olmayacaktır.

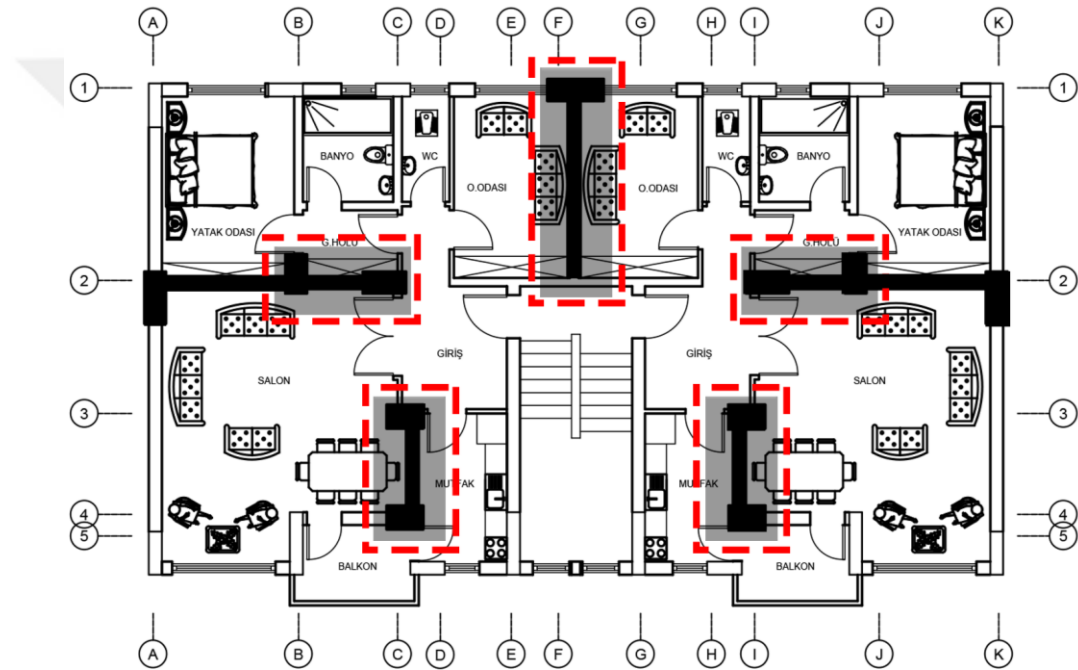


Şekil 3.33. Yapının güçlendirme sonrası simetrisi

3.4.4. Tesisata Etkileri Değerlendirme

Yapılarda betonarme duvarların içerisinde tesisat geçirilmesi uygun görülmemektedir. C-F-I aksındaki duvarın perdeleştirilmesi bu duvarlardaki prizler için elektrik tesisatını etkilemektedir. Perdenin rijitliğini bozmamak için tesisat kabloları sıva üstü uygulanarak sorun çözülecektir.

Yapının tefrişinde gece holünde konumlandırılmış çamaşır makinesi alanı bulunmaktadır. Çamaşır makinesi için su ve elektrik tesisatının bulunduğu 2 aksındaki duvar perdeleştirilmiştir. Elektrik tesisatı kabloları ve su tesisatı boruları sıva üstü kullanılarak çözüm sağlanacaktır.



Şekil 3.34. Yapıda güçlendirme sonrası tesisatın etkilendiği duvarlar

3.4.5. Zaman ve Maliyet Açısından Değerlendirme

Yapılan üçüncü öneride yapının dört bölümünde çalışma yapılması gerekmektedir. Bu yöntemin etkilediği mekana ve yapılan işlemlere bakıldığında ilk iki öneriden daha kısa sürede yapılacağı öngörülmektedir. Yapı ne kadar kısa sürede bitirilirse kullanıcı için en avantajlı durum o olacağından, en kısa sürede tamamlanacak üçüncü öneri kullanıcıları uzun süre mağdur etmeyecek bir yöntem olacaktır.

Yapının güçlendirme maliyetine bakıldığında ikinci öneriyle arasında yaklaşık 30 Bin TL fark oluşacağı, üçüncü önerinin daha maliyetli olacağı EK 1 ve EK 2 de

hesaplanmıştır. Bu öneri uygulanırsa hesaba katılmayan döşeme malzemelerinin, yalıtım malzemelerinin vb. de maliyeti arttıracakı değerlendirilmelidir.

3.4.6. Uygulama Kolaylığı ve İş kalemi Açısından Değerlendirme

Uygulamada ilk olarak perde kenarlarındaki kolonların yükleri boşaltılıp yüzeyleri ilave katmana hazırlanacaktır. Pas payı sıyrılan kolonlara demir donatıların ankraji yapılıp eklenecek yeni perde elemanın donatılarıyla birleştirilecektir. Daha sonra yeni beton katmanı uygulanacaktır. Bu işlemin rijitliği sağlayabilmesi döşemeler açılarak işlem yapı yüksekliği boyunca uygulanacaktır. Yapı iç bölümlerine uygulama yapılacağından kullanılan elemanlar yapı iç bölümlere girebilecek şekilde imal edilmelidir.

Yapıya sonradan güçlendirme uygulamasıyla eklenen betonarme perdelerin sistemle birlikte çalışabilmesi için temelin de eklenen perde elemanından gelen yükleri karşılaması gerekmektedir. Bu nedenle bu uygulamada yapının temelinin açılması ve ilaveler yapılması gerekmektedir. Eklenen perdeler yapının iç bölümlerinde olduğundan temele de iç bölümde ulaşmak gerekecektir.

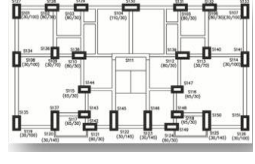
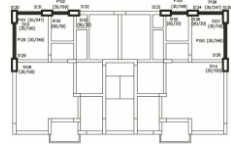
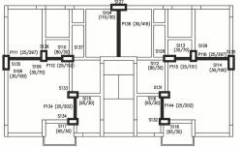
Yapıda bu uygulamadan etkilenen mekanlarda döşemeler, dış cephe kaplamaları, yalıtım malzemeleri yenilecektir. Ancak ilk öneriye göre daha az mekan, ikinci öneriye göre daha fazla mekan etkilenecektir. Uygulama için farklı dallarda uzman kadro gerekecektir.

3.5. Genel Değerlendirme

Çalışmada, üç farklı güçlendirme önerisinin mekansal, cephesel, yapısal etkileri, tesisata etkileri, zaman ve maliyete etkileri, uygulama kolaylığı ve iş kalemine etkilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda bu üç güçlendirme yönteminden birinin uygulanmasının sonucunda birbirlerine üstünlükleri, bu yöntemlerden yapının etkilenme durumu incelenmiştir.

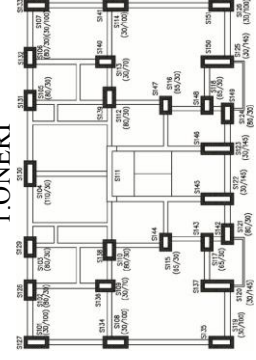
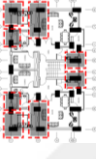

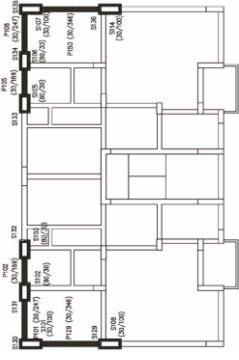
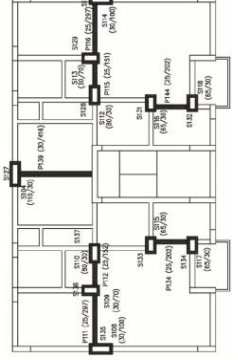
Genel bir değerlendirme yapıldığında, güçlendirme işleminin yapıda en fazla uygulama kolaylığı ve iş kalemi adımını etkilediği üç öneride de görülmüştür. İkinci önerinin tüm kriterlerden etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır. Yapıyı en az etkileyen yöntemin ise 3. Öneri olduğu, bu önerinin uygulanmasının yapıyı en yüksek orta derecede etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Çizelge 3.2'de yapıyı etkileme derecelerine göre güçlendirme yöntemlerinin yapı üzerine etkileri özetlenmiştir. Bu inceleme yapıya etkisi olmayan, az etkili, orta etkili ve çok etkili şeklinde derecelendirilmiştir.

Çizelge 3.2. Güçlendirme Önerilerinin Genel Değerlendirmesi


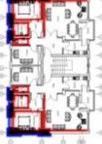
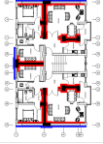
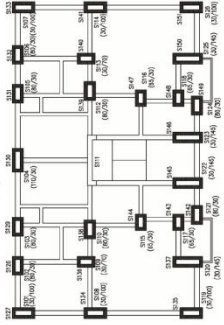
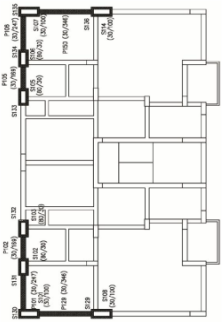
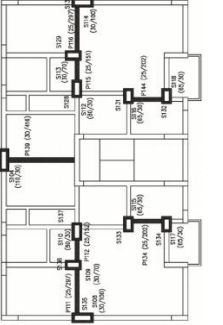
			
	1.ÖNERİ	2.ÖNERİ	3.ÖNERİ
Mekansal Etkiler	+++	++	+
Cephesel Etkiler	+++	++	-
Yapısal Etkiler	-	+++	-
Tesisata Etkiler	-	+	++
Zaman ve Maliyete Etkiler	+++	++	++
Uygulama Kolaylığı ve İş Kalemine Etkiler	+++	+++	++
- Etkisi yok	+ Az etkili	++ Orta etkili	+++ Çok etkili

Çizelge 3.3'te güçlendirme sonrası üç yöntemin yapı üzerinde kullanım ve fonksiyon açısından neleri etkilediği incelenmiştir. Güçlendirme önerilerinin yapının kullanımına, kapılarına, temiz/net alan kullanımına ve doğal aydınlanması üzerine etkileri değerlendirilmiştir. 2. Önerinin uygulanmasının yapıda kapılara etkisinin bulunmadığı, 3. Önerinin uygulanmasının ise doğal aydınlanmaya etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Kullanım ve fonksiyon değerlendirmeleri olarak yapıyı en çok birinci önerinin etkilediği gözlenmiştir.

Çizelge 3.3. Güçlendirme önerilerinin kullanım- fonksiyona etkilerinin değerlendirilmesi

	KULLANIM VE FONKSİYON DEĞERLENDİRMELERİ	
<p style="text-align: center;">1.ÖNERİ</p> 	<p style="text-align: center;">Kullanıma Etkileri</p>  <p>Kolonların mantolanması;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yatak odasının düzensiz yerleşimine • Dış teknesinin kullanılmayacak duruma gelmesine ve yeniden tasarım yapılmasına • Sabit dolapların yeniden tasarlanmasına • Mutfak tezgahının kullanılmamasına sebep olmaktadır. 	<p style="text-align: center;">Kapılara Etkileri</p>  <p>Kolonların mantolanması;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salondaki kapının yer değiştirmesine • Mutfak- balkon kapısının açılmamasına • Mutfak kapısının daha küçük tasarlanmasına sebep olacaktır.
<p style="text-align: center;">2.ÖNERİ</p> 	<p style="text-align: center;">Kolonların mantolanması;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yatak odasının düzensiz yerleşimine • Dış teknesinin kullanılmayacak duruma gelmesine ve yeni tasarım yapılmasına sebep olmaktadır. 	<p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-----</p>
<p style="text-align: center;">3.ÖNERİ</p> 	<p style="text-align: center;">Betonarme perde ilavesiyle güçlendirme;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yatak odası ve gece holünde bulunan sabit dolapların yeniden imalatına neden olacaktır. 	<p style="text-align: center;">Betonarme perde ilavesiyle güçlendirme;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salondaki kapının yer değiştirmesine • Mutfak- balkon-yatak odası kapısının daha küçük imal edilmesine sebep olacaktır.

Çizelge 3.3. Güçlendirme önerilerinin kullanım- fonksiyona etkilerinin değerlendirilmesi (devamı)

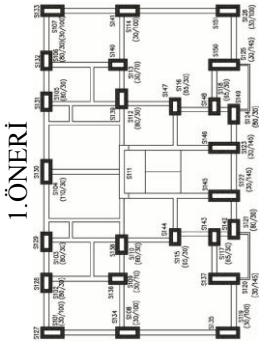
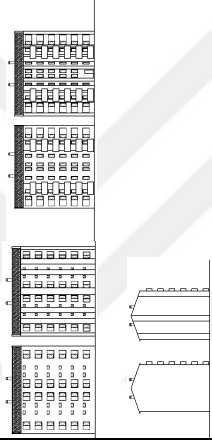

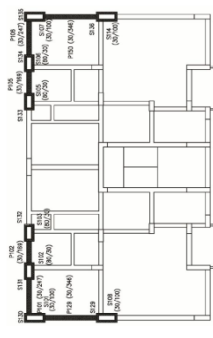
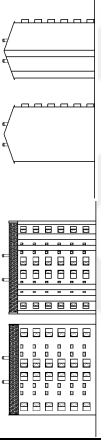
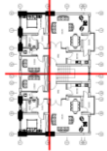
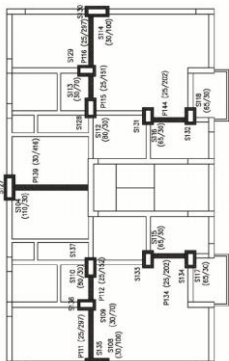

KULLANIM VE FONKSİYON DEĞERLENDİRMELERİ	
Temiz/Net Alan Kullanımına Etkileri	Doğal Aydınlanmaya Etkileri
	<p>Kolonların mantolanması;</p> <p>Her bir kolonun 40 cm büyümesine sebep olarak pencere boyutlarının küçülmesine ve mekan içerisinde gün ışığının alınmasına engel oluşturmaktadır.</p>
<p>Kolonların mantolanması;</p> <ul style="list-style-type: none"> Yapıdaki tüm mekanların kullanımını etkilemektedir. 	<p>Kolonların mantolanması ve sisteme perde ilavesi;</p> <p>Yatak odası penceresinin boyutlarının küçülmesine ve gün ışığından faydalanmanın azalmasına neden olacaktır.</p>
	<p>Kolonların mantolanması;</p> <ul style="list-style-type: none"> Yapıdaki altı mekanın temiz/net alan kullanımını etkilemektedir.
	<p>Betonarme perde ilavesiyle güçlendirme;</p> <ul style="list-style-type: none"> Yapıdaki sekiz mekanda temiz/net alan kullanımını etkilenmektedir.
<p>1.ÖNERİ</p> 	<p>2.ÖNERİ</p> 
<p>3.ÖNERİ</p> 	<p>-----</p>

Çizelge 3.4'te güçlendirme önerilerinin cephesel ve yapısal etkileri değerlendirilmiştir. 3. Güçlendirme önerisinin cephesel bir etkisinin bulunmadığı, cepheyi en çok birinci önerinin etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Yapısal değerlendirme de ise 2. Önerinin yapının simetrisini bozduğu ve burulma etkisine neden olduğu gözlenmiştir.

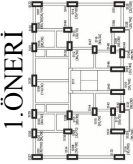
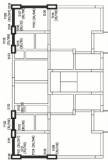
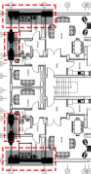

Çizelge 3.5'te güçlendirme önerilerinin yapının tesisatına, zaman ve maliyetine, uygulama kolaylığı ve iş kalemine etkileri değerlendirilmiştir. 1. Önerinin tesisata etkilerinin en az olduğu sonucuna ulaşılmıştır. En fazla maliyeti 1. Önerinin oluşturacağı ve en uzun sürede bu önerinin tamamlanacağı gözlenmiştir. Uygulama kolaylığı ve iş kalemi açısından gerekli değerlendirmeler yapıldığında ise en uygun yöntemin 3. Öneri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Çizelge 3.4. Güçlendirme önerilerinin uygulanmasının cephesel ve yapısal etkilerinin değerlendirilmesi

	CEPHESEL DEĞERLENDİRME	YAPISAL DEĞERLENDİRME
<p style="text-align: center;">1. ÖNERİ</p> 	<p>Kolonların mantolanması; Dört cephede değişikliğe sebep olacaktır.</p> 	 <p>Kolonların mantolanması; Yapıdaki tüm kolonların dengeli dağılımından dolayı rijitliği etkilenmemektedir.</p>
<p style="text-align: center;">2. ÖNERİ</p> 	<p>Kolonların mantolanması ve sisteme perde ilavesi ; Arka cephe ve yan cephelerde değişikliğe sebep olacaktır.</p> 	 <p>Kolonların mantolanması ve perde ilavesi; Sonucu yapı –y aksında simetrik olurken –x aksında yapının rijitlik merkezi değişmektedir. Yapıda burulma etkisi oluşmaktadır.</p>
<p style="text-align: center;">3. ÖNERİ</p> 	<p>İç bölümlere perde ekleyerek güçlendirme; Cephede önemli bir değişikliğe sebep olmayacaktır.</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	 <p>İç bölümlere perde ekleyerek güçlendirme yönteminde yapının rijitlik merkezi etkilenmediğinden burulma etkisi söz konusu olmayacaktır.</p>

Çizelge 3.5. Güçlendirme önerilerinin uygulanmasının tesisat, zaman ve maliyete, uygulama kolaylığı ve iş kalemine etkilerinin değerlendirilmesi

	TESİSATA ETKİLERİ	ZAMAN VE MALİYETE ETKİLERİ	UYGULAMA KOLAYLIĞI VE İŞ KALEMİNE ETKİLERİ
<p>1. ÖNERİ</p> 	<p>-----</p>	<p>Kolonların mantolanması;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapıdaki tüm kolonlar aynı anda mantolanamayacağından fazla zaman gerektirecektir. • Kolonlar tüm mekanlarda olduğundan mekanların hepsi etkilenecek ve malzemelerin yenilenmesi gerekecektir. 	<p>Kolonların mantolanması;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Her bir kolon için ayrı işlem yapmak, her mekanı da etkileyeceğinden uygulanması zor bir işlemdir. • Yapının iç ve dış cepheleri, döşeme, yalıtım malzemeleri gibi birçok kalemi etkileyecektir.
<p>2. ÖNERİ</p> 	<p>Kolonların mantolanması ve sisteme perde ilavesi;</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Yatak odasındaki duvarın perdeleşmesi elektrik tesisatını etkileyecektir. • Islak hacimlerdeki duvarın perdeleşmesi su tesisatını etkileyecektir. 	<p>Kolonların mantolanması ve sisteme perde ilavesi;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sadece üç mekanı etkileyeceğinden diğer yöntemlere kıyasla daha az zamana ihtiyaç olacaktır. • Az mekanın etkileneceği daha az maliyete sebep olacaktır. 	<p>Kolonların mantolanması ve perde ilavesi;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eklenen perdeler için temel in açılması uygulamayı zorlaştırmaktadır. • Cephe boyu perdeleştirme işlemi için iskele kurulumu gerekecektir. • Daha az mekan etkileneceğinden az iş kalemi etkilenecektir.
<p>3. ÖNERİ</p> 	<p>İç bölgelere perde eklenmesi;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perdeleşen duvarlardaki elektrik tesisatı olumsuz etkilenecektir. • Çamaşır makinesi için su ve elektrik tesisatını olumsuz etkileyecektir. 	<p>İç bölgelere perde eklenmesinde;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının ikinci öneriye göre daha çok ilk öneriye göre daha az mekanı etkilenecektir. • Yapılan hesaplama göre ikinci yöntemde göre 30 Bin TL daha maliyetli olmaktadır. 	<p>İç bölgelere perde ekleyerek güçlendirme;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının iç bölümlerinde şantiye olması uygulamayı zorlaştıracaktır. • Etkilenen mekanlar fazla olduğundan iş kalemi sayısı fazla olacaktır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında sadece güçlendirme konusundan değil, güçlendirmenin bir yapıyı mimari olarak hangi açılardan etkilediği, kullanıcısının konforuna etkileri, uygulama sırasındaki zorluklar, maliyet açısından değerlendirmeler vb. üzerinde durulmaktadır. Bu sayede güçlendirilmesine karar verilen bir yapı için en uygun güçlendirme yönteminin seçilmesine katkı sağlanmaktadır.

Ülkemizde yapılar deprem etkisiyle veya deprem etkisi altında kalmadan kendi ağırlıkları altında da çökebilmektedirler. Yapılarla ilgili gerekli değerlendirmeler yapıldıktan sonra yapının güçlendirilmesine karar verilmektedir. Ancak bunun her zaman tek bir yolu yoktur. Yapının güçlendirilebilmesi için birden fazla yöntem değerlendirilmelidir. Uygulanacak yöntemin seçilmesinde, güçlendirme yönteminin yapının mimarisini nasıl etkilediği, ne kadar sürede tamamlandığı, yapıda hangi unsurların bu uygulamadan etkileneceği soruları çalışmada irdelenmektedir. İnceleme yapıldıktan sonra bu sorunlara nasıl çözüm bulunacağı konuşulmaktadır.

Çalışmada bir yapı için üç farklı güçlendirme önerisi incelenmektedir. Bu incelemeler sonucu,

1. Kolonları dört yüzeyinden mantolama yönteminin;

- Yapıdaki tüm mekânları etkileyeceği
- Etkilenen mekân içlerine taşan kolonlarının tefrişi değiştireceği
- Yapıda net kullanılabilir alanları kısıtladığı
- Cephede büyük oranda değişikliğe sebep olacağı
- Optimum koşullarda tasarlanan yapılarda pencereleri küçültüp, aydınlanmayı etkileyeceği
- Kapıların yerlerini ve boyutlarını değiştirebileceği
- Uygulama koşullarının, yapının kullanılacak duruma gelmesini geciktireceği sonuçlarına ulaşılmıştır.

2. Yapıya dış akslarından betonarme perde ekleme yönteminin;

- Cepheyi değiştireceği
- Yük iletimini sağlamak için temelin açılıp, ilave yapılması gerekeceği
- Betonarme perdeleştirilen bölücü duvarlardan geçen tesisatın etkileneceği
- Perde elemanların yapının her odasını etkilemeyeceği, bu nedenle diğer önerilere göre daha az maliyetli olacağı

- Eklenecek perdelerin dengeli dağılımı yapılmazsa yapıya fazladan burulma etkisi getirebileceği
- Mekanın bazı bölümlerinin dış akslara perde ekleme yönteminden etkilenmeyeceği sonuçlarına ulaşılmıştır.

3. Yapıya iç akslardan perde ekleme yönteminin;

- Yapının cephesinde değişiklik istenmeyen durumlarda tercih edilebileceği
- Mekanların, kolonları betonarme mantolama yöntemine oranla daha az etkileneceği
- Yük iletimini sağlamak için temelin açılıp, ilave yapılması gerekeceği
- Yapı içinde çalışılması gerekliliğinin uygulamayı zorlaştıracacağı
- Betonarme perde elemandan tesisat kabloları ve boruları geçmeyeceğinden sıva üstü tesisat uygulanması gerektiği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Bu üç önerinin ortak analizi yapıldığında, değerlendirilen kriterler ışığında üçüncü güçlendirme önerisinin örneklem bina için en doğru seçenek olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Değerlendirilen ilk yöntemin can güvenliği performans düzeyini sağlamadığı göz önüne alınmıştır (Şik, 2014).

Çalışmada değerlendirmeler; kolonların betonarme mantolanması, yapı dış akslarına betonarme perde ilave etme ve yapının iç akslarına betonarme perde ekleme yöntemlerine göre yapılmıştır. İleride yapılacak çalışmalar için örnek teşkil edecek bu çalışmadan farklı olarak, diğer güçlendirme yöntemlerinin de (çelik elemanlarla güçlendirme, cfrp sargı kullanılması gibi) mekansal, yapısal, cephesel, tesisata etkileri, uygulama kolaylığı ve iş kalemi açısından, zaman ve maliyet açısından değerlendirilmesinin yapılabileceği göz önüne alınmalıdır.

Çalışmada seçilen bina konut yapı türündedir. Bu çalışma referans olarak seçilerek yapılacak başka bir çalışmada farklı türde yapılar seçilip, güçlendirme sonrası değişim, maliyet, uygulama zamanı kıyaslamaları yapılabilecektir. İhtiyaç duyulan mekan kavramı farklı olacağından farklı tipte yapılarda meydana gelecek değişimler de farklılık gösterecektir.

İncelenen yapının güçlendirme sonrası mekansal, cephesel, yapısal vb. değerlendirmeleri yapılmıştır. Yeni yapılacak çalışmalar için farklı kriterlerde oluşturulabilir. Örneğin yapının betonarme varlığının arttırılmasının ısı performansına

etkisi değerlendirilmesi gereken kriterlerden olabilecektir. Aynı zamanda güçlendirme işleminin çevresel ve psikolojik etkileri de değerlendirilmelidir.

Gerekli incelemelerin ışığında güçlendirme uygulamasını gerçekleştirecek uygulayıcıların (mimar, inşaat mühendisi vb.) ve aynı zamanda yapı sahiplerinin de işlemin sonuçlarından haberdar olması ve ona göre uygun yöntemin seçilecek olması önemli olacaktır. Güçlendirme projesi onayı verecek ve uygulamayı denetleyecek kurumlarında güçlendirmenin yapıya etkileriyle ilgili bilgi sahibi olması gerekmektedir. Ayrıca gerekli değerlendirme ve analizlerin yapılabilmesi için mimarlık eğitiminin de önemi vurgulanmalıdır.



KAYNAKLAR

- Bawary, M. S., 2018, Betonarme Binaların Farklı Güçlendirme Yöntemleri ile Yapısal Analizi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Bayraktar, A., 2011, Detailed Evaluation of An Existing Reinforced Concrete Building Damaged Under Its On Weight, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Bayülke, N., 1995, Depremde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, *İzmir, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi*, p. 38.
- Bayülke, N., 2000, Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, *Ege Mimarlık*, 33, 8-10.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N., 2000, Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, *İstanbul*, Beta Dağıtım, p.
- Ceritli, Y. S., 2006, Depremde Hasar Görmüş Yapıların Mantolama ve Perdelerle Güçlendirilmesi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.
- Çiftçi, H. İ., 1999, Fotoğraflarla Deprem Kuvvetleri Karşısında Yapıların Gösterdiği Davranışlar, *İstanbul*, Şan Ofset, p. 216.
- T.C Resmi Gazete, 2018. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik p.
- Demir, H., 1992, Depremden Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, *İstanbul*, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, p.
- Demirkan, D., 2014, Betonarme Yapılarda Onarım ve Güçlendirme Yöntemleri, *Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aksaray.
- Dritosos, S. E., 2015, Structural Design-Earthquake Engineering-PART C: Assessment and Retrofitting of Existing Structures, *Greece-Pisa*, University of Patras, p.
- Ersoy, U. ve Tankut, T., 1992, Current Research at METU on Repair and Strengthening of RC Structures. *Bulletin of ITU*. 45: 1-3.
- Ersoy, U., 2007, Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi Uygulama ve Araştırmalar, *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, 207-215.
- Genç, A., 2014, Mevcut Yapıların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Şanlıurfa.
- Gülmez, Ö., 2010, Depremde Hasar Gören Betonarme Yapıların Güçlendirilmesi ve Mimariye Olan Etkisi, *Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Gürol, K. B., 2007, Deprem Dayanımı Yetersiz Betonarme Binaları Güçlendirme Yöntemleri, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.

- Kibar, S. ve Turan, V., 2017, Betonarme Yapıların Deprem Güvenlikleri, Onarım ve Güçlendirme, *İzmir ve Deprem Konferansı*, İzmir, 227-240.
- Mutlu, A. H., 2015, Mevcut Yapıların Güçlendirilmesi ya da Yıkılmasına Karar Verilmesi Aşamasında Göz Önüne Alınması Gereken Kriterler, 3. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, İzmir.
- Nuhoğlu, A., Arısoy, B. ve Taşçı, R., 2009, İzmir'deki Okulların Yapısal Özelliklerinin Araştırılması ve Deprem Davranışlarının Değerlendirilmesi, *İzmir Afet Riskini Azaltma Sempozyumu*, İzmir, 385-395.
- Öncü, G., 2011, Mevcut Betonarme ve Yığma Binaların Depreme Karşı Onarım ve Güçlendirme Yöntemleri ve İzmir'deki Bazı Uygulama Örneklerinin İrdelenmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Ören, P., 2010, Öngermeli veya Ardçekmeli Prefabrik Betonarme Binaların Güçlendirilmesi: Bir Durum Çalışması, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Robbins, C. L., 1986, *Daylighting Design and Analysis*, NY, Van Nostrand Reinhold Company, p.
- Sipahioğlu, M., 2006, Betonarme Binaların Fiber Takviyeli Polimer Sistemi ile Onarım ve Güçlendirilmesi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Sur, S. Ö., 2017, Güçlendirmek mi? Yıkıp Yeniden Yapmak mı?, *Kent ve Hayat*.
- Sümengen, U., 2009, Mevcut Yapılarda Kullanılan Güçlendirme Yöntemlerinin Hasar Olasılığına Etkisi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Şik, H., 2014, Deprem Güvenliği Yetersiz Betonarme Bir Bina İçin Farklı Güçlendirme Önerilerinin Karşılaştırılması, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır.
- Şirin, C., 2006, Yapılarda Oluşan Hasar Biçimleri ve Nedenleri ve Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi Teknikleri ile Bir Yapının Güçlendirilmesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Täljsten, B., 2003, Strengthening Concrete Beams For Shear With CFRP Sheets, *Construction and Building Materials*, 17, 15-26.
- Tankut, T., Ersoy, E., Özcebe, G. ve Canbay, E., 2008, Betonarme Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi İçin Kullanılan Yöntemler, *Ankara*, Bizim Büro Basımevi, p.
- Topçu, A., 2019, Taşıyıcı Sistem Düzensizlikleri, Eskişehir, http://mmf2.ogu.edu.tr/atopcu/index_dosyalar/Dersler/Betonarme2/Sunular/Betonarme_2_3.pdf:

Tosun, M., 2009, Perde Duvarlı Betonarme Karkas Binaların Yapımı Sırasında Malzemelerinin Mekanik Özelliklerinin Betonun Dayanımına Etkisi, Kat Perdesi Deprem Süresince Hasar Oluşmuş Perde Karkas Şemalı Bir Binaların Depreme Dayanıklılığının ve Güçlendirme Metotlarının İncelenmesi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri.

Web1, <http://www.dask.gov.tr>: [14 Kasım 2019].

Web2, <https://www.sanalsantiye.com/segregasyon-nedir/#.Xc1XPtUzbiIU>: [14 Kasım 2019].

Web3, <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcTii9aWeLbKuNiihoubutoWkMuZcciDo10spkd-kuaHDCyF3Rih>: [14 Kasım 2019].

Web4, http://www.dermakyapi.com/tr/include/yapi_guclendirme_onarim/kucuk/23.jpg: [04 Kasım 2019].

Web5, https://webdosya.csb.gov.tr/csb/yalova/haberler/haberler221036_2.jpg: [04 Kasım 2019].

Web6, <https://www.pinterest.co.uk/pin/762163936909146670/>: [04 Kasım 2019].

Web7, <http://www.stanbulyapi.com/images/hizmetler/1394649698d784.jpg>: [04 Kasım 2019].

Web8, http://www.remyapisal.com/index/rem_resim/cfrpson61.jpg: [04 Kasım 2019].

Web9, [http://www.aykanmimarlik.com.tr/referanslar/banka-sube-guclendirme-34.aspx#prettyPhoto\[24112015001549\]/4/](http://www.aykanmimarlik.com.tr/referanslar/banka-sube-guclendirme-34.aspx#prettyPhoto[24112015001549]/4/): [04 Kasım 2019].

Web10, <https://www.walcoom.com/img/pro/plaster/welded-wire-plaster-mesh-nail.jpg>: [04 Kasım 2019].

Yener, A. K., 2007, Binalarda Günışığından Yararlanma Yöntemleri: Çağdaş Teknikler, *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 231-241.

Yerci, N., 2001, Betonarme Binalarda Onarım, Güçlendirme ve Betonarme Bir Yapının Güçlendirme Yönünden İncelenmesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

Yiğit, Y., 2002, Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirme Yöntemleri ve Bir Güçlendirme Uygulaması, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

Yıldırım, C., 2008, 2007 Deprem Yönetmeliği'ne Göre Mevcut Bir Yapının Performansının Belirlenmesi ve Bir Güçlendirme Önerisi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

Yılmaz, B., 2006, Betonarme Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi / Güçlendirmenin Ekonomik Olmaması Durumunda Patlayıcı Madde Kullanılarak Kontrollü Yıkımı, *Osman Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.



EKLER**EK-1 İkinci Güçlendirme Önerisi için Yaklaşık Maliyet Hesabı 2019**

	POZ NO	İmalatın Çeşidi	Ölçü Birimi	Kullanılan*	Birim Fiyat TL	TOPLAM
1	18.185	Her cins demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması	M ³	64.538	176,31	11.378,70 TL
2	15.185.1011	İş iskelesi (duvarlar için)(12.51 m'den fazla yük. için)	M ²	313,344	12,90	4.042,14 TL
3	15.275.1105	350 kg çimento dozlu harçla tek kat serpm düz sıva yapılması (Beton yüzeyler üzerine)	M ²	53,888	26,44	1474,80 TL
4	15.280.1005	Kaba sıva vb. yüzeyler üzerine 5 mm kalınlığında saten alçı kaplama yapılması	M ²	286,944	13,94	4.139,40 TL
5	15.150.105	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 25/30 basınç Dayanım sınıfında beton dökülmesi (beton nakli dahil)	M ³	430,080	220,11	94.823,4 TL
6	15.220.1005	190 mm kalınlığında yatay delikli tuğla (190 x 190 x 135 mm) ile duvar yapılması	M ²	73,984	53,39	3.950.00 TL
7	15.180.1002	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	M ²	2.079,4	54,95	114.263,03 TL
8	15.160.1003	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi,bükülmesi ve yerine konulması	Ton	23,176	4.029,78	93.394,20 TL
9	15.160.1004	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi,bükülmesi ve yerine konulması.	Ton	8,5792	3.965,28	34.01,93 TL
10	15.455.1001	Plastik doğrama imalatı yapılması ve yerine konulması(Sert PVC doğrama profillerinden her çeşit kapı,pencere kaplama vb. imalat)	kg	8,640	15,41	133,14 TL
11	15.540.1234	Saten alçılı ve alçıpanel yüzeylere astar uygulanarak iki	M ²	286,944	19,73	5.661,41 TL

		kat su bazlı hybrid teknoloji boya yapılması (iç cephe)				
12	15.540.1302	Brüt beton, sıvalı veya eski boyalı yüzeylere, astar uygulanarak silikon esaslı grenli/tekstürlü kaplama yapılması (dış cephe)	M ²	286,944	29,80	48.410,29 TL
13	15.470.1009	PVC ve alüminyum doğramaya profil ile 3+3 mm kalınlıkta 12 mm ara boşluklu çift camlı pencere nitesi takılması	M ²	12,960	98,58	1.277.60 TL
TOPLAM:					386.350,04 TL	
* Şik (2014) çalışmasında hesaplanan veriler kullanılmıştır.						

EK-2 Üçüncü Güçlendirme Önerisi Yaklaşık Maliyet Hesabı 2019

	POZ NO	İmalatın Çeşidi	Ölçü Birimi	Kullanılan*	Birim Fiyat TL	TOPLAM
1	18.185	Her cins demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması	M ³	79,217	176,31	13.966,75 TL
2	15.275.1105	350 kg çimento dozlu harçla tek kat serpm düz sıva yapılması (Beton yüzeyler üzerine)	M ²	648,557	26,44	14.147,85 TL
3	15.280.1005	Kaba sıva vb. yüzeyler üzerine 5 mm kalınlığında saten alçı kaplama yapılması	M ²	648,557	13,94	9.040,88 TL
4	15.150.105	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 25/30 basınç Dayanım sınıfında beton dökülmesi (beton nakli dahil)	M ³	418,870	220,11	92.197,48 TL
5	15.220.1005	190 mm kalınlığında yatay delikli tuğla (190 x 190 x 135 mm) ile duvar yapılması	M ²	117,504	53,39	6.273,54 TL
6	15.180.1002	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	M ²	1.944,62	54,95	106.856,87 TL
7	15.160.1003	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi,bükülmesi ve yerine konulması	Ton	8,649	4.029,78	34.853,57 TL
8	15.160.1004	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi,bükülmesi ve yerine konulması.	Ton	31,993	3.965,28	126.861,20 TL
9	15.540.1234	Saten alçılı ve alçı panel yüzeylere astar uygulanarak iki kat su bazlı hybrid teknoloji boya yapılması (iç cephe)	M ²	648,557	19,73	12.796,03 TL
TOPLAM:					416.994,17 TL	
* Şik (2014) çalışmasında hesaplanan veriler kullanılmıştır.						

Mevcut binanın yaklaşık maliyeti 16 Mart 2019 Cumartesi tarihli ve 30716 sayılı Resmi Gazete' de "Mimarlık Ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2019 Yıllı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ" e göre incelenen lojman binası; 3 sınıf, B Grubu Yapıların, Konutlar (Yapı Yüksekliği 21.50 m den az yapılar) kısmına dahil olmaktadır. Buna göre yapı kapalı alanları toplamı hesabına göre;

$$\text{Bodrum} = 19,80 \times 11,38$$

$$\text{Minha (Balkon Boşluğu)} = 1,5 \times 3,00$$

$$\text{Toplam} = 220,824 \text{ m}^2$$

$$\text{Zemin, 1. Kat, 2. Kat, 3. Kat, 4. Kat} = 19,80 \times 11,38$$

$$\text{Balkon Cıkıntısı} = 3,00 \times 0,87$$

$$\text{Toplam} = 227,934 \text{ m}^2$$

$$\text{Toplam Kapalı Alan} = 220,824 + (5 \times 227,934) = 1.360,494 \text{ m}^2$$

$$\text{Maliyet} = 1.360,494 \times 1.210 = 1.646,198 \text{ TL}$$

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Tuğçe Sevinç Acar
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Trabzon, 1992
Telefon : 0332 263 23 16
Faks :
E-Posta : y.mimarsevinc@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	: Mehmet Akif Ersoy Lisesi	Selçuklu	Konya	2010
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi		Konya	2015
Yüksek Lisans	: Konya Teknik Üniversitesi		Konya	Halen devam
Doktora	:			

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Acar, T. S. ve Korkmaz S. Z.,2019, "Betonarme Çerçevesi Bir Yapı Örneğinin Güçlendirme Önerisinin Mimariye Etkisi", 3. Uluslararası Sada Sanat Sempozyumu,poster,Ankara.