

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPI GÜÇLENDİRME MALİYETİNE HIZLI YAKLAŞIM
METODU GELİŞTİRİLMESİ**

Gökhan ÇİMEN

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Cenk ÖCAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA –2018**



© 2018 [Gökhan ÇİMEN]

TEZ ONAYI

Gökhan ÇİMEN tarafından hazırlanan "**Yapı Güçlendirme Maliyetine Hızlı Yaklaşım Metodu Geliştirilmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

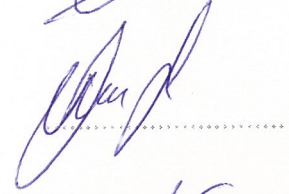
Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Cenk ÖCAL
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi İlyas Devran ÇELİK
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Hakan İNCE
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof. Dr.Yasin TUNCER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.


Gökhan ÇİMEN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. YAPILARDA DEPREM ANALİZİ VE GÜÇLENDİRME.....	10
3.1. Binalardan Bilgi Toplanması.....	10
3.2. Bina Geometrisi.....	11
3.3. Eleman Donatı Detayları	13
3.4. Malzeme Özellikleri	13
3.4.1. Mevcut binalarda beton özelliklerinin belirlenmesi	14
3.4.2. Donatı özelliklerinin belirlenmesi	15
3.4.3. Bina deprem performansının belirlenmesi.....	16
3.4.4. Binaların güçlendirilmesi.....	17
4.KURAMSAL TEMELLER VE KULLANILAN YÖNTEMLER	24
4.1.Yapı Maliyeti.....	24
4.2. Yapılar ve Yöntemler	26
4.2.1 Yapılar hakkında genel bilgiler.....	26
4.2.2. Yapılan çalışmalar	28
5. TASARIM, MODELLEME VE MALİYET	29
5.1. Atabey Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi	29
5.1.1. Malzeme özellikleri ve yapılan tespitler	29
5.1.2. Mevcut yapının tahkiki ve sonuç	31
5.1.3. Güçlendirme.....	33
5.1.4. Yapı güçlendirme maliyet hesabı	35
5.2. Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi	37
5.2.1. Malzeme özellikleri ve yapılan tespitler	38
5.2.2. Mevcut yapının tahkiki ve sonuç	39
5.2.3. Güçlendirme.....	40
5.2.4. Yapı güçlendirme maliyet hesabı	42
5.3. Uluborlu Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi	44
5.3.1. Malzeme özellikleri ve yapılan tespitler	44
5.3.2. Mevcut yapının hesabı	46
5.3.3. Mevcut yapının tahkiki ve sonuç	46
5.3.4. Güçlendirme.....	47
5.3.4. Yapı güçlendirme maliyet hesabı	49
5.4. Gelendost H. Avni Paşa Halk Kütüphanesi Binası	50
5.4.1. Malzeme özellikleri ve yapılan tespitler	51
5.4.2. Mevcut yapının hesabı	52
5.4.3.Güçlendirme.....	53
5.4.4. Yapı güçlendirme maliyet hesabı	55
5.5. Burdur İli Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Lojmanları.....	56
5.5.1. Malzeme özellikleri ve yapılan tespitler	57

5.5.2. Mevcut yapının hesabı	57
5.5.3. Güçlendirme.....	58
5.5.4.Yapı güçlendirme maliyet hesabı	60
5.6. Burdur Milli Eğitim Hizmet Binası	61
5.6.1. Malzeme özellikleri ve yapılan tespitler	61
5.6.2. Mevcut yapının hesabı	62
5.6.3. Güçlendirme.....	64
6. ÖRNEKLEMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	68
6.1. İncelenen Yapıların Bilgileri	68
6.2. Bilgilerin Lineer Regresyon Analizi İle Değerlendirilmesi	69
6.3. Formüller Üzerinden Hesaplanan Maliyetler ile Yaklaşık Maliyetlerin Karşılaştırılması ve Regresyon Analizleri.....	69
7. TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	73
KAYNAKLAR	75
EKLER.....	78
ÖZGEÇMİŞ	80



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAPI GÜÇLENDİRME MALİYETİNE HIZLI YAKLAŞIM METODU GELİŞTİRİLMESİ

Gökhan ÇİMEN

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Cenk ÖCAL

Ülkemiz yüzölçümünün önemli bir alanı birinci derece deprem kuşağı üzerindedir. Yine önemli bir nüfus, bu deprem kuşağı üzerindeki ömrünü tamamlamak üzere olan betonarme veya yığma yapılarda yaşıyor. Bazı kamu binaları veya konutlar stratejik ve ekonomik olarak önemli konumlardadır. Bu yapılar, askeri yapılar, haberleşme tesisleri, hastane, lojmanlar, değerli bir arsa üzerindeki kamu veya özel yapılar olabilir. Yıkılamayacak stratejik özelliklere sahip bu yapılar ile can güvenliği talebine karşı, yapıların güçlendirilmesinin son derece önemli olduğu bir döneme geçildiği düşünülmektedir. Şiddetli ve yıkıcı bir depremin verdiği zarar yapıların sadece ekonomik bir değer olmaktan çıkması ya da kullanılamaz olması ile sınırlı değildir. Meydana gelen zarar, yapıdaki can ve mal kaybının maddi ve manevi kaybı boyutu ile telafi edilemez değerlere ulaşabilmektedir. Böyle bir depremde, güçlendirme konusu Ülkemiz için bir anda ilk mesele olacağı düşünülmektedir. Gerek kamu gerekse özel sektör bir an önce yapıların güçlendirilmesi üzerinde yoğunlaşacak. Hızlı, ekonomik ve sağlam metotlar geliştirmeye ihtiyaç duyulacaktır. İnşaat mühendisliğinin ön plana çıkacağı bir dönemde, yapıların toplu ve hızlı maliyet analizlerin yapılması istenecek. Bunun için gerekli parametrelerin hızla toplanıp, hızla güçlendirme maliyet analizlerine yoğunlaşacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, güçlendirme yaklaşık maliyetine hızlı yaklaşım metodunun geliştirilmesi için öncelikle gerekli olan bilgiler belirlenmiştir. Bunlar; öncelikle mevcut binaların laboratuvar çalışmaları ve deprem performans analizleridir. İdecad programında 2007 deprem yönetmeliğine göre perde duvar ve mantolama yöntemi ile yapıların ekonomik güçlendirme projeleri hazırlanır. Bu projelerin güçlendirme yaklaşık maliyetleri hazırlanır. Yapının ana taşıyıcı çerçeve sistemini sağlamlaştıran beton, demir, kalıp, ankraj, epoksi gibi imalatlardır. Bu imalatlar ve güçlendirmeden kaynaklı elzem imalatların pozları üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Güçlendirme yaklaşık maliyetleri, yapıların yeniden yapım maliyeti ile kıyas yapıldı. Stratejik olarak önemli konumda olan ve güçlendirmenin mutlaka gerekebileceği yapılarda bu oran yüksekte olsa bu çalışmada yer verilmiştir. Güçlendirme maliyetine etki eden parametreler incelenmiştir. Bu parametrelerin, mevcut beton dayanımı, mevcut demir

özellikleri, toplam kat adedi, m², zemin özellikleri olduğu görülmektedir. Elde edilen regresyon denklemiyle, hazırlanan güçlendirme projelerinin yaklaşık maliyetlerine yakın değerler elde edildi. Böylece “Güçlendirme Maliyetine Hızlı Yaklaşım Metodu” (GM-HYM) yöntemi geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güçlendirme Maliyeti, Regresyon Denklemi, Güçlendirme, Deprem Performans Analizi.

2018, 80 sayfa



ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DEVELOPMENT OF QUICK APPROACH METHOD FOR CONSTRUCTION STRENGTH COST

Gökhan ÇİMEN

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Cenk ÖCAL

An important area of our country's surface area is on the first degree earthquake zone. An important population, again, is living in reinforced concrete or masonry structures that are about to complete the life of the earthquake zone. Some public buildings or residences are strategically and economically important positions. These structures may be military buildings, communication facilities, hospitals, lodgings, public or private buildings on a valuable land. These structures with strategic features that can not be broken down with because of the safety claim, it is believed that a strengthening of the structures is extremely important a turning. The damage caused by a violent and devastating earthquake is not limited to the fact that the structures are merely an economic value or can not be used. Damage to the square, the loss of life and property in the structure of material and spiritual loss can not be compensated by the size can reach. In such an earthquake, the strengthening issue is thought to be the first issue for our country. Both the public and the private sector will focus on strengthening the structures as soon as possible. Fast, economical and robust methods will need to be developed. Corporate and fast cost analyzes of structures will be required. Fast, economical and robust methods will need to be developed. The necessary parameters for this are collected quickly, it is thought to be focused on rapid reinforcement cost analysis.

In this study, the information required primarily for the development of the rapid approximation method at the cost of strengthening was determined. These; Firstly laboratory studies of existing buildings and earthquake performance analyzes. In the İdecad program, economic strengthening projects of the structures are prepared by curtain wall and mantle method according to the 2007 earthquake regulations. Approximate costs of strengthening are prepared. They are concrete such as concrete, iron, mold, anchor, epoxy which reinforces the main carrier frame system. The calculations are made based on the exposures of these fabrics and of the main stays originating from strengthening. Strengthening approximate costs were compared to reconstruction costs of constructions. This work was included in this study if it is strategically important and that this rate is high in structures that reinforcement must

absolutely require. The parameters affecting the cost of strengthening are examined. It is seen that the separameters are the existing concrete strength, existing iron properties, total floor adi, m², soil properties. With the obtained regression equation, values close to the approximate costs of the prepared strength projects were obtained. Thus, the "Fast Approach Method for Cost of Strengthening" (GM-HYM) method has been developed.

Key Words: Cost of Strengthening, Regression Equation, Strengthening.

2018, 80 pages



TEŞEKKÜR

Tez alıőmamın her aşamasında beni yönlendiren, karőılaőtıđım zorluklarda akademik bilgi ve tecrübesi ile yardımcı olan, yüksek lisans dönemim boyunca da bu desteğini hiç esirgemeyen ve tez aőamam süresince büyük sabırla her aőamada yanımda olan çok değerli Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Cenk ÖCAL'a, tez çalıőmamda büyük bir titizlik ve hassasiyetle desteğini esirgemeyen çok değerli Arő. Gör. Murat ÇEVİKBAŐ'a teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca birlikte bu uzun ve zorlu süreçte maddi ve manevi destekleri ile yanımda olan sevgili eőime sonsuz teőekkürler.

Gökhan ÇİMEN
ISPARTA, 2018



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 4.1. Bir yapım projesinin finansmanı.....	25
Şekil 4.2. Yapı maliyeti süreç ilişkisi	25
Şekil 5.1. Atabey Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi	29
Şekil 5.2. Bina giriş sıyırma ve çukur gözlemi	30
Şekil 5.3. Atabey Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi 3 boyutlu görünüşü	32
Şekil 5.4. Güçlendirme projesi 3 boyutlu görünüş.....	33
Şekil 5.5. Bodrum kat planı.....	34
Şekil 5.6. Zemin kat planı	34
Şekil 5.7. 1 ve 2. Kat planı	35
Şekil 5.8. Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi	37
Şekil 5.9. Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi	37
Şekil 5.10. Bina giriş sıyırma ve çukur gözlemi	39
Şekil 5.11. Güçlendirme projesi 3 boyutlu görünüş.....	40
Şekil 5.12. Bodrum kat planı	41
Şekil 5.13. Zemin kat planı	41
Şekil 5.14. 1 ve 2. Kat planı	42
Şekil 5.15. Uluborlu Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi.....	44
Şekil 5.16. Bina giriş sıyırma ve çukur gözlemi	46
Şekil 5.17. Güçlendirme projesi 3 boyutlu görünüş.....	47
Şekil 5.18. Bodrum kat planı	48
Şekil 5.19. Zemin ve 1. kat planı	48
Şekil 5.20. Gelendost H. Avni Paşa Halk Kütüphanesi	50
Şekil 5.21. Bina giriş sıyırma ve çukur gözlemi	52
Şekil 5.22. Güçlendirme projesi 3 boyutlu görünüş.....	53
Şekil 5.23. Bodrum kat planı	54
Şekil 5.24. Zeminkat planı	54
Şekil 5.25. Burdur İli Gıda Tarım Ve Hayvancılık Müdürlüğü Lojmanları	56
Şekil 5.26. Burdur İli deprem haritası	58
Şekil 5.27. Güçlendirme projesi 3 boyutlu görünüş.....	59
Şekil 5.28. Zemin-1-2-3-4.kat.....	59
Şekil 5.29. Burdur Milli Eğitim Hizmet Binası	61
Şekil 5.30. 3 Boyutlu görünüş.....	63
Şekil 5.31. Takviyeli temel kalıp planı	64
Şekil 5.32. Takviyeli bodrum,zemin,1.2.kat kalıp planı	65
Şekil 5.33. Bodrum, zemin, 1.2.kat kalıp planı.....	65
Şekil A.1. Güçlendirme maliyeti ile inşaat alanı regresyon analizi	78
Şekil A.2. Güçlendirme maliyeti ile mevcut beton dayanımı regresyon analizi.....	78
Şekil A.3. Güçlendirme maliyeti ile kat adedi regresyon analizi.....	79
Şekil A.4. Güçlendirme maliyeti ile zemin emniyet gerilmesi regresyon analizi.....	79

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Ülkemizde depremler ve kayıplar	2
Çizelge 5.1. Isparta Atabey Mahmut Kıyıcı İlçe Halk Kütüphanesi güçlendirme maliyeti.....	35
Çizelge 5.2. Isparta Merkez 75.Yıl Gülistan Halk Kütüphanesi güçlendirme maliyeti.....	42
Çizelge 5.3. Uluborlu Alaaddin Keykubad İlçe Halk Kütüphanesi güçlendirme maliyeti.....	49
Çizelge 5.4. Gelendost H. Avni Paşa İlçe Halk Kütüphanesi güçlendirme maliyeti.....	55
Çizelge 5.5. Tarım İl Müdürlüğü Lojmanları güçlendirme maliyeti	60
Çizelge 5.6. Burdur Milli Eğitim Hizmet Binası güçlendirme maliyeti	66
Çizelge 6.1. Güçlendirme maliyeti ve yapılar hakkında bilgiler	68
Çizelge 6.2. Yapı güçlendirme maliyeti Lineer Regresyon Analizi formülleri	69

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Deprem bölgesi etkin yer ivmesi katsayısı
A(T)	Spektral ivme katsayısı
A	Etkin Yer İvmesi Katsayısı
cm	Santimetre
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
E	Elastiklik modülü
f_{em}	Basınç emniyet gerilmesi
g	Yerçekimi ivmesi [$9.81m/s^2$]
G	Ölü yük
HN	Yapı yüksekliği
kN	Kilo Newton
m	Kütle matrisi, Eleman atalet matrisi, metre
mm	Milimetre
n	Poisson oranı, Hareketli yük katılım katsayısı
nbi	Burulma düzensizlik katsayısı
nki	Rijitlik düzensizlik katsayısı
Q	Hareketli Yük
R	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı, çap
Ra(T)	Deprem yükü azaltma katsayısı
s	Saniye
S(T)	Spektrum katsayısı
Sae(T)	Elastik spektral ivme [m/s^2]
SaR(Tr)	R'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme [m/s^2]
T1	Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
TA;TB	Spektrum karakteristik periyotları
TBina	Doğal titreşim periyodu [s]
Tm,Tn	Binanın m'inci ve n'inci doğal titreşim periyotları [s]
TS	Türk Standartı
W	Yapı Ağırlığı
1-1	Yönü Z-Z Yönü
2-2	Yönü X-X yönü
3-3	Yönü Y-Y Yönü

1. GİRİŞ

Betonarme olarak adlandırılan donatılı betonun yapı mühendisliğinde kullanımı, 19. yüzyıl sonlarında başlamış ve 20. yüzyıl başlarında yaygınlaşmıştır. Yaklaşık 150 yıllık geçmişi olan bu malzemeyi Hollandalı mimar Hendrik Petrus BERLAGE şöyle tanımlıyor: “Betonarme malzeme alanında demirden sonraki önemli, belki de en önemli olan buluştur”. Betonarmeye hayranlık artmış, çünkü; Çeliğin zayıf tarafını (yangına ve rutubete dayanıksız, şekil vermek zor, pahalı, bakımı zor) beton, betonun zayıf tarafını (çekmeye dayanıksız) çelik örter. Beton ve çeliğin avantajları betonarmede bütünleşir. Betonarme, bugüne kadar üretilen inşaat malzemelerin tüm teknik zorluklarının üstesinden gelmiş, tüm Dünya’ da kabul görmüş ve her alanda kullanılmıştır [Topçu,2014]. Türkiye’nin ilk çok katlı betonarme yapısı Lâleli/İstanbul’daki Crawne Plaza Otel binasıdır. Mimar Kemalettin (Kemaleddin) Bey’in eseridir. 1918- 1922 arasında inşa edilmiştir, eski adı “Tayyare Apartmanları ” idi. Böylece Ülkemizde başlayan betonarme binalar günümüz teknolojisiyle daha güvenli yapıların elde edilmesi amacına ulaşmış ve hazır beton teknolojisi ortaya çıkmıştır [Engin,2014]. “Hazır beton, ilk kez 1903 yılında Almanya’da ortaya çıkmış, daha sonra ABD’de üretilmeye başlamıştır. Hazır beton inşaatlarda sağladığı kolaylık nedeniyle tüketimi hızla yaygınlaşmış ve diğer ülkelerde de üretilen ve tüketilen bir ürün haline gelmiştir. Özellikle 1950’lerden sonra hızlanan kentleşme ve altyapı inşaatları hazır beton ve beton ürünlerinin daha çok üretilmesini sağlamıştır. Türkiye’de hazır beton ise ilk kez 70’li yılların sonuna doğru bazı inşaat firmaları tarafından kendi inşaatları için üretilmeye başlanmış, ancak üretimin yaygınlaştırılması 80’li yılların ikinci yarısında olmuştur.” [Kafalı,2004]. Sonuç olarak günümüzde kullanılan yapıların büyük bir çoğunluğu ömrünü tamamlayan ya da tamamlamaya yakın betonarme yapılardır ve halen kullanımına devam edilmektedir. Bu durum, günümüzde kullanılan yapıların can güvenliği konusunu önemli oranda ortaya çıkarmıştır.

Ercan (2010), “Türkiye’de Depremler” yazısında , “Ülkemiz, Taşküreyi (litosfer) meydana getiren platolardan üç platonun birleştiği bir coğrafyada, bir deprem kuşağında yer alıyor. Bu bakımdan depremler, birlikte yaşanılması kaçınılmaz bir doğa olayı olarak görülmelidir. Aşağıdaki dünya haritasında her nokta 1963-98 arası 35 yılda dünyada tespit edilmiş depremlerin yerlerini gösteriyor. Türkiye siyah

noktalarla tamamen kaplanmış durumda. Tüm dünyada yılda ortalama 10 bin civarında deprem oluyor, ancak bunların çoğu hissedilmeyecek derecede (3 ve daha küçük şiddetlerde) küçük depremler; örneğin, Kandilli rasathanesi Türkiye coğrafyası üzerinde saatte 2-3 küçük deprem kaydediyor. Gerçekten büyük doğal afet olarak görülecek türde, şiddette depremler enderdir. Son 40 yılda tüm dünyada 30 kez 8 ve daha yukarı şiddette deprem oluştu. 7-8 arası şiddetteki depremlerin sayısı ise 530 civarındadır; yani dünyada meydana gelen depremlerin yaklaşık binde 998 i 7 den küçük şiddetteki (zararsız) depremler. Ama ne yazık ki geri kalmış ülkelerde çarpık yapılaşma ve inşaat teknolojisinin geriliğinden 6-7 arasındaki depremler bile büyük felaketlere yol açabiliyor. En son Haiti’de 7 şiddetindeki bir depremde ölenlerin sayısı 200 binin üzerinde oldu”..... “Aşağıdaki tabloda son yüzyıl içerisinde Türkiye’de meydana gelen ve şiddeti 7 üzerinde olan depremler gösterilmektedir. Son 100 yıl içerisinde yaklaşık 75 bin yurttaşımız deprem kurbanı olmuştur. (günde ortalama 2 kişiyi deprem Tanrı’sına kurban vermişiz.)” ifade etmiştir.

Çizelge 1.1. Ülkemizde depremler ve kayıplar

YIL	ŞİDDET	YÜZEY MERKEZİ	ÖLÜM
1912	7,3	Tekirdağ	200
1914	7,0	Burdur	300
1939	7,8	Erzincan	33000
1942	7,0	Tokat	3000
1943	7,4	Ladik-Samsun	4000
1944	7,5	Gerede	4000
1953	7,2	Yenice-Çanakkale	300
1957	7,1	Fethiye	70
1957	7,1	Abant-Bolu	50
1970	7,2	Gediz	1100
1976	7,5	Muradiye	3800
1999	7,6	İzmit	17000
1999	7,2	Düzce	900
2011	7,2	Erciş-Van	600

Necati Dedeoğlu, “Türkiye’de Depremlere Niçin Hep Hazırlıksız Yakalanıyoruz?” yazısında, “Ülkemiz topraklarının %92’si yani neredeyse tamamı çeşitli derecelerdeki deprem etkisi altındadır. Deprem riskinin olduğu bu topraklarımızda nüfusumuzun %95’i yaşamaktadır. Depremin Ülkemiz ekonomisine verdiği zararı tüm ülke olarak,

1976 Van depremi, 1983 Erzurum depremi, 1992 Erzincan depremi, 1999 yılında Gölçük ve Düzce depremi, 23 Ekim 2011’ de Van depreminde meydana gelen önemli oranda can ve mal kaybıyla sonuçlandı. Bu da olası bir depremde, yaşadığımız, içerisinde çalıştığımız binaların, yapıların, güvenli olup olmadığı endişesini geliştirerek, yapıların detaylı bir şekilde incelenmesi gerektiği kanaatini oluşturmuştur. İlgili kurum ve kuruluşlarca detaylı bir inceleme, günümüz bilgi ve teknolojisi ışığındaki araştırmalarla yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde, büyük hasar ve yıkımların hemen hemen tamamında, bilgi eksikliğinden kaynaklanan yanlış yapım ve ilgili mevzuat kurallarına uymamaktan kaynaklanan yapısal yetersizliklerin olduğu görülmüştür. Aktif bir deprem kuşağı üzerinde bulunan ülkemizde halen bu yapıların büyük bir çoğunluğunun kullanılmakta olduğu görülmektedir. Şiddetli depremlerde benzeri olumsuz sonuçların meydana gelmemesi için, özellikle deprem riski yüksek olan bölgelerdeki kamu ve toplu konut binalarının deprem risk güvenliğinin belirlenmesi ve yeterli güvenliğe sahip olmayanların güçlendirilmesi konusu önem kazanmıştır.” demiştir.

Erdem (2008), tarafından yürütülen çalışmada; “Ülkemizde son yıllarda meydana gelen ve büyük can ve mal kaybına sebep olan depremlerin yapılarda meydana getirdiği hasarlar sebebiyle birçok yapının onarılması ve güçlendirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Ülke topraklarının %92’sinin deprem kuşağı üzerinde olan ülkemiz yapı stokundaki binaların güçlendirilmesi büyük kaynak ihtiyacı gerektirmektedir. Kıt olan ülke kaynaklarından binaların güçlendirilmesine ayrılan payın verimli şekilde kullanılmasının bir yolu da; bina yapım maliyetine göre, güçlendirme maliyetinin önceden tahmin edilebilmesidir. Bu kendiliğinden kaynak tahsisinde isabeti de sağlayacaktır.”.....“Ülkemiz GSMH’nin yaklaşık %6’sını inşaat yatırımlarına harcamaktadır. Çok geniş bir alanda yeni yatırımlar için harcanan bu kaynaktan binaların güçlendirilmesine ayrılan pay oldukça düşük olmaktadır. Bu bakımdan binaların güçlendirilmesi için ayrılan bu kıt kaynağın en verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bunun içinde daha başlangıçta kaynak planlaması yapılırken güçlendirme maliyetinin tahmin edilebilmesi önem kazanmaktadır.” demiştir.

Gerek Kamu gerekse Özel sektörde yapıların ömrünün uzatılması ekonomimiz için önemlidir. İnşaat alanında yapılan yeni buluşlarla güçlendirme imalatı kolaylaşmıştır.

Böylece günümüzde ve gelecekte güçlendirme maliyet hesabının önem kazanacaktır. Bu çalışmada 2007 deprem yönetmeliğine göre bazı kamu yapılarında yapılan laboratuvar çalışmaları incelendi. Neticesinde deprem analizleri yapılan bu yapıların güçlendirme projeleri tasarım ile hesabı yapıldı veya incelendi. Güçlendirme maliyetleri hesaplanarak “güçlendirme maliyetine hızlı yaklaşım yöntemi” geliştirilmiştir. Kamu yapıların veya konutların yıkılıp yeniden yapılması yerine güçlendirme maliyetini hızlı bir şekilde hesaplayarak doğru kaynak planlaması yapılmasını hedef alan bir çalışmadır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

İnşaat sektöründe bir bina yapma işi daha fikir aşamasındayken finansal modelin doğru bir şekilde kurulması, nakit akışından kaynaklanan sorunların giderilmesi ve milli servet kayıplarının önlenmesi açısından büyük önem taşınmaktadır. Bu ise maliyet tahmininin doğru bir şekilde yapılmasıyla mümkün olabilecektir [Polat, 2005].

Özmen (2005), “Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinde Kullanılan Parametrelerin Yapı Performansı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi” çalışmasında, “bilindiği üzere son yıllarda meydana gelen depremlerden sonra ülkemizdeki yapıların yetersiz deprem etkisine göre tasarlandığı ve oldukça zayıf işçilik ile düşük mukavemetli ve kontrolsüz malzeme kullanılarak inşa edildiğinden, bu yapıların güçlendirilmesi ihtiyacı had safhaya ulaşmıştır. Bu çalışmada, bina güçlendirme maliyetlerine etki eden parametreler incelenmiş ve güçlendirme yapmadan güçlendirmenin maliyetli olup olmayacağını eldeki birkaç veri ile tahmin etmeye yönelik bir sistemin altyapısının kurulması amaçlanmıştır. Bunun için öncelikle daha önce güçlendirme ile ilgili literatür taranmıştır. Mevcut binaların deprem performansını olumsuz yönde etkileyen faktörler yani yapıların güçlendirilmesi ihtiyacını doğuran sebepler, deprem performans belirlene yöntemleri ve mevcut binaların güçlendirme maliyetine etki eden parametreler ve bunların tesir nispetleri çoklu lineer regresyon yöntemi SPSS 15 paket programı ile incelenmiştir. Analize giren parametrelerden bina yapım yılı, deprem bölgesi (etkin yer ivmesi katsayısı), mevcut beton dayanımı, temel tipi ile toplam kat adedinin m² başına güçlendirme birim maliyetini tahmin etmede kullanılabilecek parametreler olduğu gözlenmiştir.” demiştir.

Yanmaz ve Luş (2005), “Yapı Güçlendirme Yöntemlerinin Fayda-Maliyet Analizi” isimli çalışmalarında, yakın geçmişteki depremlerin konutlarda ve sanayi yapılarında oluşturduğu kayıpların, Türkiye'nin genelinde deprem risk analizlerine dayanan kapsamlı bir deprem öncesi çalışmaya olan ihtiyacı ortaya çıkardığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalarını, mevcut bina stokunu güçlendirmek, olası depremde karşılaşılabilecek zararları azaltmak için etkili bir seçenek olarak sunmuşlardır. Çalışmanın amacı, yapılarda çeşitli güçlendirme işlemleri sonucunda ortaya çıkabilecek fayda ve maliyetlerini sistematik olarak tayin eden bir altyapıyı tartışmak ve önerilen yaklaşımın İstanbul'da bulunan gerçek bir binanın analizinde kullanılmasıyla elde

edilen deneyimleri paylaşmaktır. Bu çalışmada Fayda-Maliyet analizi için; taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlardaki olası hasarlar, bina içerik hasarları, acil barınma maliyeti, güçlendirme maliyeti, insani kayıplar (ölümler ve yaralanmalar) olmak üzere 5 çeşit kayıp incelenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar güçlendirme işlemlerinin deprem zararlarını azaltmak için ekonomik olarak etkili çözümler sunabileceklerini ve Fayda-Maliyet analizinin en önemli parametrelerinin insani kayıplar, yapıda barınan insan sayısı ve faiz oranı olduğunu göstermektedir. Bu çalışma için oluşturulan yöntem, yapı türleri ve güçlendirme seçenekleri artırılarak ve daha detaylı bir maliyet hesabı uygulanarak geliştirilebilir.” demiştir.

Erdem (2008), “Perde Duvar ve Betonarme Mantolama Yöntemleriyle Güçlendirilen Binalarda Güçlendirme Maliyetinin İncelenmesi” adlı yaptığı çalışmada yapı maliyeti belirleme yöntemleri, betonarme yapılarda deprem hasarları, güçlendirme ilkeleri, mevcut binaların değerlendirilmesi, seçilen güçlendirme yöntemi ve tanıtımı gibi konuları incelemiş ve “Birinci derece deprem bölgesinde olan binanın halihazır depreme dayanıklılığı ve perde duvar ve betonarme mantolama ile güçlendirilmesinin dinamik ve statik analizleri sonucunda oluşan güçlendirme projesi üzerinden, 2007 birim fiyatları ile yapılan güçlendirme yapım maliyeti, tasıma dahil 535.230,80 YTL olarak hesaplanmıştır. Buna göre; bu çalışmada incelenen bina şartları ile sınırlı olmak kaydıyla, güçlendirme maliyeti bina yapım maliyetinin yaklaşık %50 olmaktadır. Bu oran yerli ve yabancı literatürlerde yer aldığı gibi %30 ~ 50 arasında olan güçlendirme maliyetiyle uyumludur.” sonucuna ulaşmıştır.

Yakar (2001), “Betonarme Ve Çelik Yapı Elemanlarıyla Güçlendirilen Çok Katlı Bir Betonarme Yapının Güçlendirme Maliyetlerinin Kıyaslaması” isimli yüksek lisans tez çalışmasının birinci bölümünde, yapılardaki onarım ve güçlendirme konusunun önemine değinmiş, hasar görmüş bir yapıdaki hasar belirleme işlemi ve hasarların değerlendirilmesi sırasında gerekenlere kısaca değinmiştir. Yapı elemanlarındaki hasar biçimleri ve nedenlerini şekillerle açıklamış, onarım ve güçlendirmede kullanılan malzeme ve uygulama yöntemleri hakkında genel bilgiler vermiştir. Uygulama yöntemleri arasındaki farkları, hangi durumlarda kullanılması gerektiği ve sağladığı avantajları açıklamış, onarım ve güçlendirme işlemi yapılırken uyulması gereken ilkelerden bahsetmiştir. Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının sırasıyla

kolon, kiriş, kolon-kiriş bilesim bölgesi, perdeler, döşemeler ve temeller olmak üzere tek tek onarım ve güçlendirme yöntemleri hakkında detaylı bilgiler vermiş, mevcut taşıyıcı sisteme yeni elemanlar eklenmesi suretiyle yapılan güçlendirme işlemi konusunda açıklamalar yapmış ve yöntemlerin sağladığı avantajlar ve dezavantajları belirtmiştir. Çalışmasının ikinci ana bölümünde 1975 deprem yönetmeliğine göre inşa edilen çok katlı bir yapıyı ilk önce betonarme elemanlarla ikinci olarak çelik yapı elemanlarıyla güçlendirilip maliyet analizlerini yapmış, analizleri SAP2000 yapı analiz programıyla gerçekleştirmiştir. Maliyet hesapları sonucunda mevcut yapının betonarmeyle güçlendirilmesinin daha ekonomik olduğunu tespit etmiştir.

Elibol (2001), yaptığı çalışmada, “17 Ağustos Depreminin Ekonomik Boyutları İle Orta Hasarlı Binaların Onarım, Güçlendirme Maliyet Analizleri Ve Uygulamaları” isimli yüksek lisans tezinde, 17 Ağustos depreminden sonra resmi kaynaklardan yapılan açıklamalara göre 17480 vatandaşımızın öldüğünü, 43953 vatandaşımızın yaralandığını, depremin Türk ekonomisine de ağır bir darbe vurduğunu ve pek çok makroekonomik göstergelerin olumsuz yönde etkilendiğini belirtmiştir. Kamu ve özel sektör yatırımlarının etkilendiğini, deprem bölgesinde pek çok işyerinde üretim 1 ile 4 ay arasında durma noktasına geldiğini, 1997 Asya ve 1998 Rusya krizinden etkilenen Türkiye'nin 1999'un ikinci yarısında da deprem etkisiyle GSMH 'da %6.4 lük bir gerileme ile 1999'u kapattığını ve deprem etkisi ile sanayi üretimi ve imalat sanayinde kapasite kullanım oranlarının da düştüğünü belirtmiştir. Bölgede yıkılan konut sayısının 66441, işyeri sayısının ise 10901 ve bu sonuçlara göre konut ve işyerlerinin %32'sinin ağır, %32'sinin orta, %36'sının ise az hasarlı olduğunu ve Bayındırlık ve İskân Bakanlığının 40665 kalıcı konut yapılmasının planlandığını açıklamıştır. Tespit edilen hasar görmüş konut ve işyeri sayısı toplamı 244383 adet olduğunu, bakanlığın orta hasarlı binaların onarım-güçlendirme projelerini yapma yetkisini yine bakanlık tarafından belirlenen proje müşaviri firmalara verdiğini belirtmiştir. Vatandaşların devlet kredisi alabilmeleri için projelerini bu müşavirliklere yaptırmaları şart koşulmuş, çalışmada 14 tane proje için proje müşavirlerinin iş boyunca finansman durumları da incelenmiş ve bu işlere giren her müşavir firmanın bir miktar nakit parasının olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Çalışmada orta hasarlı binaların onarım-güçlendirilmesinde kullanılacak birim fiyat analizleri oluşturulmuş ve bu analizlerin sonuçları 14 adet projede kullanılarak farklı inşaat düzeyleri için farklı maliyetler bulunmuş, bu maliyetler verilen toplam devlet kredileri ile

karşılaştırılmıştır. Devlet yardımlarının yeterliliği ve yüklenicilerin karlılığı incelenmiş ve bu konuda önerilerde bulunulmuş ve bu öneriler uzman görüşleriyle desteklendiği belirtilmiştir.

Karaduman vd (1999), “Betonarme Yapıların Onarım Ve Güçlendirilmesinde Karşılaşılan Sorunlar ve Bir Uygulama Örneği” isimli makalelerinde, yapım aşamasında veya kullanılmakta olan bir yapıda ortaya çıkan hasar ve nedenlerinin belirlenmesi, yapılacak onarım ve / veya güçlendirme yönteminin seçilmesiyle ilgili olarak proje üzerinde ve yapı yerinde yapılacak inceleme ve araştırmalar, güçlendirme projesinin hazırlanması ve uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ele alınmış; uygulama örneği olarak seçilen bir binada tekil temeller ve döşemelerin güçlendirilmesindeki özel uygulamalardan söz etmişlerdir.

Celep (2002), “Mevcut Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi Ve Güçlendirilmesi Genel Kurallar” isimli bildirisinde, mevcut betonarme binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili son yapılan uygulamalar ve konu ile ilgili yapılan tartışmalar ışığında gözden geçirmiş ve toplu olarak daha çok uygulamaya yönelik tavsiyeler şeklinde vermiştir.

Elmas ve Çalışkan (2003), “Betonarme Yapıların Güçlendirme Teknikleri” isimli makalelerinde, genel olarak betonarme yapılarda oluşan hasar tipleri ve betonarme yapıların onarım ve güçlendirme tekniklerini anlatmışlar ve mevcut yapılardaki eksiklikleri açıklamışlar, güçlendirme konusunun önemini vurgulamışlardır.

Işık (2010), çalışmasında, “Deprem zararlarını azaltma çalışmalarının ikinci ve en önemli ayağını mevcut yapıların envanterlerinin çıkarılması ve hasar risk durumlarının belirlenmesi oluşturmaktadır. Mevcut bir yapının deprem hasar riskinin belirlenmesinde etkili olan çok sayıda parametre bulunmaktadır. Bunların bir kısmı; bölgenin depremselliği, yerel zemin özellikleri, yapının geometrisi, kesit ve malzeme özellikleri, taşıyıcı sistemin türü ve yapısal elemanların detaylarıdır. Binaların mevcut durumlarının tespit edilmesine yönelik en kesin yöntem, kesin analiz yöntemleri olmakla beraber, incelenmesi gereken binlerce bina ve bununla beraber bu konularda uzman olan elemanların sayıca yetersizliği göz önüne alındığında, bu tip yöntemler hem zaman hem de maliyet açısından ekonomik olmamaktadır. Bu durumda amaca

uygun sayıda, güvenilir parametrelerle ve sayısal bir değerlendirme esasına dayalı hızlı sonuç verebilecek yaklaşık yöntemlerin kullanılması en ekonomik ve gerçekçi çözümdür.” demiştir.



3. YAPILARDA DEPREM ANALİZİ VE GÜÇLENDİRME

DBYBHY (2007), 7. bölümünde, “Deprem bölgelerinde bulunan mevcut ve güçlendirilecek tüm binaların ve bina türü yapıların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kuralları, güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkeler ve güçlendirilmesine karar verilen binaların güçlendirme tasarımı ilkeleri bu bölümde tanımlanmıştır.” İçerilen konular Deprem Yönetmeliği kapsamına ilk kez 2007 yılında alınmıştır. Yeni yapılacak bir binanın tasarımından ziyade mevcut bir binanın deprem performansının değerlendirilmesine yönelik olarak yapılan işlemler 2007 Deprem Yönetmeliği 7. Bölümünün temel konusudur. Bu işlemler mevcut bir binanın durumunu saptamak için gerekli olan saha incelemelerinin yapılması, performans hedeflerinin belirlenmesi, hesap yönteminin seçimi ve uygulanmasından oluşur. Yönetmelik Bölüm 7’de ayrıca deprem performansı yetersiz olan binaların güçlendirilmesini de kapsamaktadır. Güçlendirilmiş bir bina ile mevcut bir bina arasında deprem performansının değerlendirilmesi bakımından temel bir fark olmadığı görülmektedir. Binaların deprem performansı yeni bir kavramdır. Deprem performansı, “tanımlanan deprem etkisi altında bir binada oluşabilecek hasarların düzeyine ve dağılımına bağlı olarak belirlenen yapı güvenliği durumu” olarak tanımlanabilir. Mevcut bir binanın deprem performansının belirlenebilmesi için öncelikle binanın yapılmış olan durumunun yeterli ölçüde bilinmesi gereklidir. Bu amaçla mevcut binalardan toplanacak yapısal sistem özellikleri, boyutlar, malzeme ve detaylarla ilgili bilgilerin kapsamı yönetmelikte ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Daha sonra bu bilgiler kullanılarak binanın yapısal modeli oluşturulur ve deprem etkileri altında elemanlarda meydana gelecek iç kuvvetler ve şekil değiştirmeler hesaplanır.

3.1. Binalardan Bilgi Toplanması

DBYBHY (2007), 7. bölümünde, “Mevcut binaların taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesinde ve deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgiler, binaların projelerinden ve raporlarından, binada yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden elde edilecektir.” ifade edilmiştir. Mevcut yapının kapasite çalışması

deprem geçirmiş bir bina için de yapılabilir. Ancak burada amaç hasar tespiti yapmak değildir. Durum saptaması çalışması sonucunda binadan toplanacak bilgi, binanın performans değerlendirmesi için hazırlanacak analitik yapı modelinin oluşturulmasında ve performans hesabı sonuçlarının değerlendirilmesinde belirleyicidir. Binalardan bilgi toplanması kapsamında yapılacak işlemler, yapısal sistemin tanımlanması ve bina geometrisinin, temel sisteminin ve zemin özelliklerinin saptanması, varsa mevcut hasarın ve evvelce yapılmış olan değişiklik ve/veya onarımların belirlenmesidir. Ayrıca eleman boyutlarının ölçülmesi, malzeme özelliklerinin saptanması, sahada derlenen tüm bu bilgilerin, binanın varsa projesine uygunluğunun kontrolüdür.

3.2. Bina Geometrisi

Bina geometrisi, burada kullanılan anlamı ile binanın taşıyıcı sistemine, temel sistemine ve mimari özelliklerine ait boyut ve fonksiyon bilgilerini içermektedir. Bina geometrisinin belirlenmesi çalışmaları, binanın gerek mevcut, gerekse güçlendirilmiş durumundaki analitik modellemesinde kullanılacak tüm sistem ve eleman boyutlarının tespit edilmesini kapsar. Bu tespitlerin yapılmasında kullanılan ölçüm ve gözlem yöntemlerinin başlıcaları mimari ve statik rölöve alınması, temelde inceleme çukuru açılması ve binanın mevcut durumunun görüntülenmesidir. Mimari ve statik (taşıyıcı sistem) rölövesi, her katın mimari ve taşıyıcı sistem planından ve kritik kesitlerinden oluşur. Durum saptaması amacıyla mimari ve statik rölövenin birbirini bütünleyen kat planları üzerinde işlenmesi binayı algılamayı ve güçlendirme seçeneklerini belirlemeyi kolaylaştırır. Bu amaçla her iki rölöve planı üzerinde çerçeve aksları tanımlanır ve aks açıklıkları belirtilir. Tipik statik rölöve kat planı şekillerde gösterilmektedir. Mimari rölöve üzerinde bölme duvarlar, parapetler, pencere ve kapı boşlukları boyutları verilerek gösterilir. Islak hacimler, alan fonksiyonları ve döşeme kaplama malzemeleri plana işlenir. Statik rölöve üzerinde ise tüm taşıyıcı sistem özellikleri belirtilir. Kolon, taşıyıcı duvar, ve kirişlerin yerleri ve boyutları, kat döşemeleri, döşeme kalınlıkları ve döşeme delikleri (merdiven kovaları) bir kodlama sistemi kullanarak tanımlanır. Rölöve ile elde edilen kat planları, esasında yeni bir bina projesinde çizilen kat planlarında bulunan tüm bilgileri ve ayrıntıları içermektedir. Ancak binada yük oluşturmeyen ve taşıyıcı sisteme etkisi olmayan mimari detayların kat planına işlenmesi gerekli değildir. Rölöve çalışmaları iki safhada gerçekleştirilir.

Bunlar sahada ölçü alınması ve ofis ortamında plan ve kesitlerin modellemeye esas çizimlere dönüştürülmesidir. Sahada ölçü alınmasında dijital veya manuel uzunluk ölçü aletleri kullanılabilir. Eğer binanın mimari ve/veya statik projeleri mevcut ise, rölöve çalışmaları kolaylaşır ve hassasiyetini arttırır. Mevcut durumun projelerinin olması, binanın tasarlanan (as built) durumu ile aynı veya farklı olup olmadığı da tespit edilmiş olur. Projeler mevcut değilse rölöve çalışmaları daha zahmetli olacaktır. Bu durumda sahaya iki kez gitmek gerekir. İlkinde sahada plan krokileri elde edilir ve ofiste bu krokiler plan taslaklarına dönüştürülür. Daha sonra sahaya tekrar gidilerek plan taslakları üzerinde ayrıntılar belirlenir ve nihai planlara işlenir. Sahada yapılacak bir diğer önemli çalışma da temel sisteminin belirlenmesidir. Temel projeleri mevcut ise binanın içinde veya dışında ulaşılması nispeten kolay olan kolon akslarının temelleri çukur açılarak incelenir ve proje ile olan uyumlu olup olmadığı tespit edilir. Genelde proje ile uygulama arasındaki en önemli uyumsuzluklar temellerde ortaya çıkar. Özellikle tekil temellerin bağ kirişlerinin projeye uygun yapılmaması veya hiç yapılmaması sıkça karşılaşılan bir sorundur. Temel projesi mevcut değilse daha fazla inceleme çukuru açmak gerekir. Açılan inceleme çukurları öncelikle temel sisteminin tanımlanması için yeterli bilgiyi sağlamalı (tekil, sürekli, radye, vb.), buna ek olarak temel boyutlarının yeterli hassasiyetle tespitine olanak vermelidir. Binada güçlendirme amacıyla kolon mantosu veya yeni betonarme perde yapılması durumunda, bu elemanların altlarındaki mevcut temellerin boyutlarının ve durumlarının çukur açarak belirlenmesi gereklidir. Güçlendirme uygulaması sırasında bu elemanların temelleri zaten açılacağı için fazladan bir iş yapılmamış olacaktır. Bir bina kolonunun temelinde açılan tipik bir inceleme çukuru şekillerde görülmektedir. Bina modeline ve deprem hesabına ilişkin en önemli bilgilerden birisi de binanın ağırlığıdır. Bina ağırlığının büyük bölümünü kat döşemelerinin ağırlıkları oluşturur. Binanın projeleri mevcut olsa da, olmasa da döşeme ağırlıklarını belirlemek için döşemelerden gözlem karotu alınması ve döşemeyi oluşturan beton ve kaplama tabakalarının kalınlıklarının belirlenmesi son derece yararlıdır. Bu karotlar sadece kalınlık ölçümü içindir. Döşemelerden alınacak gözlem karotlarının mevcut beton dayanımını belirlemek amacıyla test edilmesi sakıncalıdır. Mevcut durumu incelenen bir binanın dosyasına binanın çeşitli dış cephelerden ve iç mekanlardan çekilmiş fotoğraflarının eklenmesi çok yararlıdır. Binanın taşıyıcı sistemini, çıkmalarını, çatı tipini, varsa yumuşak kat durumunu, açılan inceleme çukurlarından alınan temel görüntülerini ve iç

mekarlardan alınan önemli detayları gösteren fotoğraflar modelleme ve güçlendirme tasarımı sırasında sık sık başvuru olan kaynaklar olmaktadır.

3.3. Eleman Donatı Detayları

Betonarme elemanların donatı detayları, boyuna donatı miktarı (sayı ve çap), boyuna donatıda kenetlenme boyu veya kanca detayı, boyuna donatıda bindirmeli eklerin durumu (bindirme bölgesinin yeri ve bindirme boyu), enine donatı miktarı (aralık ve çap), enine donatının veya deprem etriyesinin kanca özelliği (90 veya 135 derece kıvrımlı), beton örtüsünün kalınlığı (pas payı) ve donatılardaki korozyon etkisi olarak sıralanabilir. Donatı detaylarının tespitinde hem tahribatlı, hem de tahribatsız yöntemlerin kullanılması mümkündür. Tahribatsız inceleme cihazlarının öncüsü olan profometre cihazı beton yüzeyinde bir yönde hareket ettirilerek hareket yönüne dik konumda bulunan donatı çubuğunun yeri, çapı ve beton örtü kalınlığı tespit edilir. Özellikle betonarme perde veya geniş kolon yüzeylerine paralel konumdaki donatı hasırlarının tespitinde ‘ferroscan’, veya demir tarama cihazı oldukça güvenilir bilgiler sağlayabilmektedir. Ferroscan cihazı biri tarayıcı ve biri kaydedici olmak üzere iki bileşenden oluşur. Tarayıcı taranan alanın altındaki donatı ızgarasının bilgilerini kaydediciye gönderir. Kaydedici bu bilgileri işleyerek donatı hasırı üzerinde tanımlanan her koordinat noktasında yatay veya düşey donatının yerini, çapını ve pas payını hesaplar. İnceleme amacıyla pas payı sıyrılan bir kiriş ve kolon şekillerde gösterilmektedir. Yapılan incelemede donatıda korozyon tespit edilmesi durumunda donatı çapında korozyon nedeniyle meydana gelen azalma da belirlenmeli ve hesaplarda dikkate alınmalıdır. Korozyonun aşırı olması durumunda donatı ile beton arasındaki aderans tamamen kaybolacaktır. Bu durumdaki donatıların hiç hesaba alınmaması gerekir.

3.4. Malzeme Özellikleri

DBYBHY (2007), “7.2.3. Mevcut Malzeme Dayanımı” maddesinde, “Taşıyıcı elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılacak malzeme dayanımları Yönetmeliğin bu bölümünde *mevcut malzeme dayanımı* olarak tanımlanır.” denmektedir. Betonarme bir binadaki başlıca yapı malzemeleri beton ve donatı çeliğidir. Her iki malzemenin de dayanımlarının ve bu dayanımın bina içerisindeki

dağılımının bilinmesi gereklidir. Bu amaçla kullanılacak tahribatlı ve tahribatsız inceleme yöntemleri vardır.

3.4.1. Mevcut binalarda beton özelliklerinin belirlenmesi

Mevcut bir binada beton dayanımını tespit etmek için kullanılacak tahribatsız test yöntemlerinin başlıcaları Schmidt darbe çekici ve ultrases hızıdır. Schmidt çekici maliyetinin düşüklüğü ve kullanım kolaylığı nedenleri ile çok tercih edilen bir araçtır. Çekiç okumalarının yapıldığı yüzeyin sıva kaldırılarak temizlenmesi gereklidir. Darbe çekici ile yapılan okuma beton yüzeyinin sertliğini gösterir. Bu okuma çekicinin özelliklerine bağlı bir kalibrasyon eğrisi kullanılarak eşdeğer silindir dayanımına dönüştürülür. Tahribatlı yöntemler içerisinde en yaygın kullanılanı karot örneği alma ve karot örneği testinden beton dayanımını elde etmektir. Karot alma cihazının maliyeti yüksek değildir, ancak karotun alınması zahmetli bir işlemdir. Karotun çıkarıldığı boşluğun daha sonra yüksek dayanımlı tamir harcı ile doldurulması gereklidir. DBYBHY (2007), 7.2.4. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi, 7.2.4.3 *Malzeme Özellikleri*: “Her katta kolonlardan veya perdelerden TS-10465’de belirtilen koşullara uygun şekilde en az iki adet beton örneği (karot) alınarak deney yapılacak ve örneklerden elde edilen en düşük basınç dayanımı *mevcut beton dayanımı* olarak alınacaktır. Donatı sınıfı, yukarıdaki paragrafta açıklandığı şekilde sıyrılan yüzeylerde yapılan görsel inceleme ile tespit edilecek, bu sınıftaki çeliğin karakteristik akma dayanımı *mevcut çelik dayanımı* olarak alınacaktır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenecek ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınacaktır.” DBYBHY (2007), 7.2.5. Betonarme Binalarda Orta Bilgi Düzeyi, 7.2.5.3 – *Malzeme Özellikleri*: “Her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam üç adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 400 m²’den bir adet beton örneği (karot) TS-10465’de belirtilen koşullara uygun şekilde alınarak deney yapılacaktır. Elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında örneklerden elde edilen (ortalama-standart sapma) değerleri *mevcut beton dayanımı* olarak alınacaktır. Beton dayanımının binadaki dağılımı, karot deney sonuçları ile uyarlanmış beton çekici okumaları veya benzeri hasarsız inceleme araçları ile kontrol edilebilir. Donatı sınıfı, yukarıdaki paragrafta açıklandığı şekilde sıyrılan yüzeylerde yapılan görsel inceleme ile tespit edilecek, bu sınıftaki çeliğin karakteristik dayanımı eleman kapasite hesaplarında *mevcut çelik dayanımı* olarak

alınacaktır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenecek ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınacaktır.” DBYBHY (2007), 7.2.6. Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi, 7.2.6.3– *Malzeme Özellikleri*: “Her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam üç adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 200 m²’den bir adet beton örneği (karot) TS-10465’de belirtilen koşullara uygun şekilde alınarak deney yapılacaktır. Elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında, örneklerden elde edilen (ortalama-standart sapma) değerleri ‘*mevcut beton dayanımı*’ olarak alınacaktır. Beton dayanımının binadaki dağılımı, karot deney sonuçları ile uyarlanmış beton çekici okumaları veya benzeri hasarsız inceleme araçları ile kontrol edilebilir. Donatı sınıfı, yukarıdaki paragrafta açıklandığı şekilde sıyrılan yüzeylerde yapılan inceleme ile tespit edilecek, her sınıftaki çelik için (S220, S420, vb.) birer adet örnek alınarak deney yapılacak, çeliğin akma ve kopma dayanımları ve şekil değiştirme özellikleri belirlenerek projeye uygunluğu saptanacaktır. Projesine uygun ise, eleman kapasite hesaplarında projede kullanılan çeliğin karakteristik akma dayanımı ‘*mevcut çelik dayanımı*’ olarak alınacaktır. Uygun değil ise, en az üç adet örnek daha alınarak deney yapılacak, elde edilen en elverişsiz değer eleman kapasite hesaplarında ‘*mevcut çelik dayanımı*’ olarak alınacaktır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenecek ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınacaktır.” denilmektedir.

3.4.2. Donatı özelliklerinin belirlenmesi

DBYBHY (2007), 7.2.4. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi, 7.2.4.2– *Eleman Detayları*: “Betonarme projeler veya uygulama çizimleri mevcut değildir. Betonarme elemanlardaki donatı miktarı ve detaylarının binanın yapıldığı tarihteki minimum donatı koşullarını sağladığı varsayılır. Bu varsayımın doğrulanması veya hangi oranda gerçekleştiğinin belirlenmesi için her katta en az birer adet olmak üzere perde ve kolonların %10’unun ve kirişlerin %5’inin pas payları sıyrılarak donatı ve donatı bindirme boyu tespiti yapılacaktır. Sıyırma işlemi kolonların ve kirişlerin uzunluğunun açıklık ortasındaki üçte birlik bölümde yapılmalı, ancak donatı bindirme boyunun tespiti amacıyla en az üç kolonda bindirme bölgelerinde yapılmalıdır. Sıyrılan yüzeyler daha sonra yüksek dayanımlı tamir harcı ile kapatılacaktır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20’sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı

tespit cihazları ile belirlenecektir. Donatı tespiti yapılan betonarme kolon ve kirişlerde bulunan mevcut donatının minimum donatıya oranını ifade eden *donatı gerçekleşme katsayısı* kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.” DBYBHY (2007), 7.2.5. Betonarme Binalarda Orta Bilgi Düzeyi, 7.2.5.2– *Eleman Detayları*: “Betonarme projeler veya imalat çizimleri mevcut değil ise 7.2.4.2’deki koşullar geçerlidir, ancak pas payları sıyrılarak donatı kontrolü yapılacak perde, kolon ve kirişlerin sayısı her katta en az ikişer adet olmak üzere o kattaki toplam kolon sayısının %20’sinden ve kiriş sayısının %10’undan az olmayacaktır. Betonarme projeler veya imalat çizimleri mevcut ise donatı kontrolü için 7.2.4.2’de belirtilen işlemler, aynı miktardaki betonarme elemanda uygulanacaktır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20’sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenecektir. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk bulunması halinde, betonarme elemanlardaki mevcut donatının projede öngörülen donatıya oranını ifade eden *donatı gerçekleşme katsayısı* kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Eleman kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan bu katsayı 1’den büyük olamaz. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.” DBYBHY (2007), 7.2.6. Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi, 7.2.6.2– *Eleman Detayları*: “Binanın betonarme detay projeleri mevcuttur. Donatının projeye uygunluğunun kontrolü için 7.2.5.2’de belirtilen işlemler, aynı miktardaki betonarme elemanda uygulanacaktır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20’sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenecektir. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk bulunması halinde, betonarme elemanlardaki mevcut donatının projede öngörülen donatıya oranını ifade eden *donatı gerçekleşme katsayısı* kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Eleman kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan bu katsayı 1’den büyük olamaz. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.” denilmektedir.

3.4.3. Bina deprem performansının belirlenmesi

Yapı elemanlarının hasar dereceleri belirlendikten sonra binanın her katındaki hasarlı elemanların hasar dereceleri, sayıları ve dağılımları göz önüne alınarak binanın deprem performansı belirlenir. Bina deprem performansının belirlenmesi için dört ayrı

performans düzeyi tanımlanmıştır. *Hemen Kullanım* performans düzeyini sağlayan binaların göz önüne alınan depreme maruz kalması halinde depremden hemen sonra kullanılabilir durumda olduğu kabul edilmektedir. *Can Güvenliği* performans düzeyini sağlayan binalar göz önüne alınan deprem etkisi altında muhtemelen belirgin derecede hasar görecektir. Ancak bu hasarlar deprem sırasında binada bulunanların can güvenliği için tehdit oluşturmayacaktır. Diğer yandan binada oluşması beklenen eleman hasarları ağırlıklı olarak ileri hasar derecesinde ise, ancak binada topyekûn göçme oluşmuyorsa, bina *Göçme Öncesi* performans düzeyinde kabul edilir. Eğer göz önüne alınan deprem etkisi altında bu performans düzeyi de sağlanamıyorsa binanın *Göçme Durum*'unda olduğuna karar verilir. (DBYBHY, 2007)

3.4.4. Binaların güçlendirilmesi

DBYBHY (2007), 7.9 maddesinde, “Binaların güçlendirilmesi, deprem hasarlarına neden olacak kusurlarının giderilmesi, deprem güvenliğini arttırmaya yönelik olarak yeni elemanlar eklenmesi, kütle azaltılması, mevcut elemanlarının deprem davranışlarının geliştirilmesi, kuvvet aktarımında sürekliliğin sağlanması türündeki işlemleri içerir. Güçlendirme Türleri, Binanın kolon, kiriş, perde, birleşim bölgesi gibi deprem yüklerini karşılayan elemanlarında dayanım ve şekil değiştirme kapasitelerinin arttırılmasına yönelik olarak uygulanan işlemler, *eleman güçlendirmesi* olarak tanımlanır. Binanın taşıyıcı sisteminin dayanım ve şekil değiştirme kapasitesinin arttırılması ve iç kuvvetlerin dağılımında sürekliliğin sağlanması, binaya yeni elemanlar eklenmesi, birleşim bölgelerinin güçlendirilmesi, deprem etkilerinin azaltılması amacıyla binanın kütlelerinin azaltılması işlemleri *sistem güçlendirmesi* olarak tanımlanır.” DBYBHY (2007), 7.10 maddesinde, 7.10.1.1 – *Betonarme Sargı*: “Mevcut kolonun pas payı sıyrılarak veya yüzeyleri örselenerek uygulanacaktır. Betonarme sargı gerek yatay, gerekse düşey donatının yerleştirilmesi, beton dökülmesi ve minimum pas payının sağlanması için yeterli kalınlıkta olmalıdır. En az sargı kalınlığı 100 mm'dir. Betonarme sargı alt kat döşemesinin üstünde başlar ve üst kat döşemesinin altında sona erer. Eksenel basınç dayanımının arttırılması amacı ile yapılan sargıda, sargı betonu içindeki enine donatı için kolonun tüm yüksekliği boyunca 3.3.4.2'de verilen kurallar uygulanacaktır. Sarılmış kolonun kesme ve basınç dayanımlarının hesabında, sarılmış brüt kesit boyutları ile manto betonunun tasarım dayanımı kullanılacak, ancak elde edilen dayanımlar 0.9 ile çarpılarak azaltılacaktır.”

DBYBHY (2007),7.10.2. Kolonların Eğilme Kapasitesinin Arttırılması ;“Kolonların eğilme kapasitesini arttırmak için kolon kesitleri büyütülebilir. Bu işlem aynı zamanda kolonun kesme ve basınç kuvveti kapasitelerini de arttırır. Büyütülen kolona eklenen boyuna donatıların katlar arasında sürekliliği sağlanacaktır. Boyuna donatılar kat döşemelerinde açılan deliklerden geçirilecektir. Kolon-kiriş birleşim bölgelerinde kirişler delinerek veya kirişlere ankraj yapılarak gerekli enine donatı konulacaktır. Kolonun büyütülen kesiti 3.3.4'e göre enine donatı ile sarılacaktır. Büyütülen kolon kesitinin pas payı, eklenen düşey ve yatay donatıyı örtmek için yeterli kalınlıkta olacaktır. Yeni ve eski betonun aderansının sağlanması için mevcut kolonun yüzeyindeki sıva tabakası sıyrılacak ve beton yüzeyleri pürüzlendirilecektir. Büyütülmüş kolon kesitinin eğilme, kesme, basınç dayanımının ve eğilme rijitliğinin hesabında brüt kesit boyutları ve eklenen kesit betonunun tasarım özellikleri esas alınacak, ancak elde edilen rijitlik ve dayanımlar 0.9 ile çarpılarak azaltılacaktır.”

DBYBHY (2007), 7.10.5. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Yerinde Dökme Betonarme Perdeler ile Güçlendirilmesi, *Çerçeve Düzlemi İçinde Betonarme Perde Eklenmesi:* “Betonarme sisteme eklenecek perdeler çerçeve aksının içinde düzenlenecek, temelden başlayarak perde üst kotuna kadar sürekli olacaktır. Bu amaçla, perde uç bölgesindeki boyuna donatıların ve gereği durumunda perde gövdesindeki boyuna donatıların perde yüksekliği boyunca sürekliliği sağlanacaktır. Perdeler, içinde buldukları çerçeveye ankraj çubukları ile bağlanarak birlikte çalışmalarını sağlayacaktır. Ankraj çubukları, mevcut çerçeve elemanları ile eklenen betonarme perde elemanı arasındaki ara yüzlerde deprem kuvvetleri altında oluşan kayma gerilmelerini karşılamak için yeterli dayanıma sahip olacaklardır. Ara yüzlerdeki kayma gerilmelerinin çerçeve elemanları boyunca dağılımı bilinen mekanik prensiplerine uygun olarak hesaplanacaktır. Ankraj çubuklarının tasarımında TS-500'deki sürtünme kesmesi esasları kullanılacaktır. En küçük ankraj çubuğu çapı 16 mm, en az ankraj derinliği çubuk çapının on katı ve en geniş çubuk aralığı 40 cm olmalıdır. Perde ucunda mevcut kolon bulunmaması durumunda 3.6.5'egöre perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perde ucunda mevcut kolon bulunması durumunda mevcut kolondan uç bölgesi olarak yararlanılabilir. Gerekli durumlarda mevcut kolon 7.10.2'ye göre büyütülerek veya mevcut kolona bitişik perde içinde gizli kolon düzenlenerek perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Her iki durumda da perde uç bölgesine eklenecek düşey donatıların katlar arasında sürekliliği sağlanacaktır. Perdenin altına 6.3.1'de verilen esaslar uyarınca temel yapılacaktır. Perde temeli, perde tabanında

oluşan iç kuvvetleri temel zeminine güvenle aktaracak şekilde boyutlandırılacaktır. Perde temelinde oluşabilecek dış merkezliği azaltmak amacıyla perde temeli komşu kolonları içerecek şekilde genişletilerek mevcut kolonların aksel basınç kuvvetlerinden yararlanılabilir. Perde temelinin mevcut temel sistemi ile birlikte çalışması için gerekli önlemler alınacaktır. “DBYBHY (2007), 7.10.5.2 –Çerçeve Düzlemine Bitişik Betonarme Perde Eklenmesi: “Betonarme sisteme eklenecek perdeler dış çerçeve aksının dışında, çerçeveye bitişik olarak düzenlenecek, temelden başlayarak perde üst kotuna kadar sürekli olacaktır. Perdeler bitişik oldukları çerçeveye ankraj çubukları ile bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanacaktır. Ankraj çubukları, mevcut çerçeve elemanları ile sisteme eklenen dış merkezli perde elemanı arasındaki ara yüzlerde deprem kuvvetleri altında oluşan kayma gerilmelerini karşılamak için yeterli dayanıma sahip olacaklardır. Ankraj çubuklarının tasarımında 7.10.5.1’de verilen esaslara uyulacaktır. Perde ucunda mevcut kolon bulunmaması durumunda 3.6.5’e göre perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perde ucunda mevcut kolon bulunması durumunda mevcut kolondan uç bölgesi olarak yararlanılabilir. Gerekli durumlarda mevcut kolon 7.10.2’ye göre büyütülerek perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perdenin altına 6.3.1’de verilen esaslar uyarınca temel yapılacaktır. Perde temeli, perde tabanında oluşan iç kuvvetleri temel zeminine güvenle aktaracak şekilde boyutlandırılacaktır. Perde temelinde oluşabilecek dış merkezliği azaltmak amacıyla perde temeli komşu kolonları içerecek şekilde genişletilerek mevcut kolonların aksel basınç kuvvetlerinden yararlanılabilir. Perde temelinin mevcut temel sistemi ile birlikte çalışması için gerekli önlemler alınacaktır.” denilmektedir.

3.4.5. Güçlendirme Çeşitleri

Yapının deprem performansının iyileştirilmesini sağlamak üzere yapı elemanı veya sistemine yapılan müdahalelerdir. Bu müdahale için gerekli finansal güçlendirme maliyeti denebilir.

Kullanımda değişiklik, hasar, yeni kat eklenmesi, mevcut yönetmeliği sağlamaması, ciddi onarım ihtiyacı gibi nedenlerden güçlendirme yapma ihtiyacı meydana gelebilir. Günümüzde güçlendirmenin farklı yöntemleri vardır. Bunlar teknoloji ilerledikçe farklılıklar göstermektedir. Halen uygulanan belli başlı güçlendirmeleri şöyle sıralayabiliriz.

- Betonarme Perde Eklenmesi
- Mantolama (Çelik Veya Betonarme)
- Özel Uygulamalar (Karbon Fiber Kumaş İle Sargılama, Özel Kimyasal Malzemelerin Sürülmesi, Çimento Veya Kimyasal Enjeksiyonu Vb. Yöntemler Az Da Olsa Kullanılan Yöntemler Arasındadır.)
- Kat Eksiltilmesi, Yapı Sismik İzolasyonu, Zemine Kimyasal Enjeksiyonu

Güçlendirme çeşitlerini fotoğraflardan örneklendirdiğimizde,



Şekil 3.1. Perde Eklenmesi



Şekil 3.2. Çelik Mantolama Yöntemi



Şekil 3.3. Karbon Fiber Kumaş İle Sargılama Yöntemi



Şekil 3.4. Kolon Mantolama

Mevcut kamu binaların güçlendirilmesi genelde betonarme kolon mantolama ve perde eklenmesi şeklinde yapılmaktadır. Bu yöntemde uzman sayısı ve kalifiyeli işçi sayısının çok olması, firmaların bu yöntemle güçlendirme projesi yapmaya yöneltmiştir. Bu nedenle çalışmamızda betonarme kolon mantolama ve perde eklenmesi metodu üzerinde çalışılmıştır. Diğer yöntemler farklı bir çalışma gerektirmektedir.

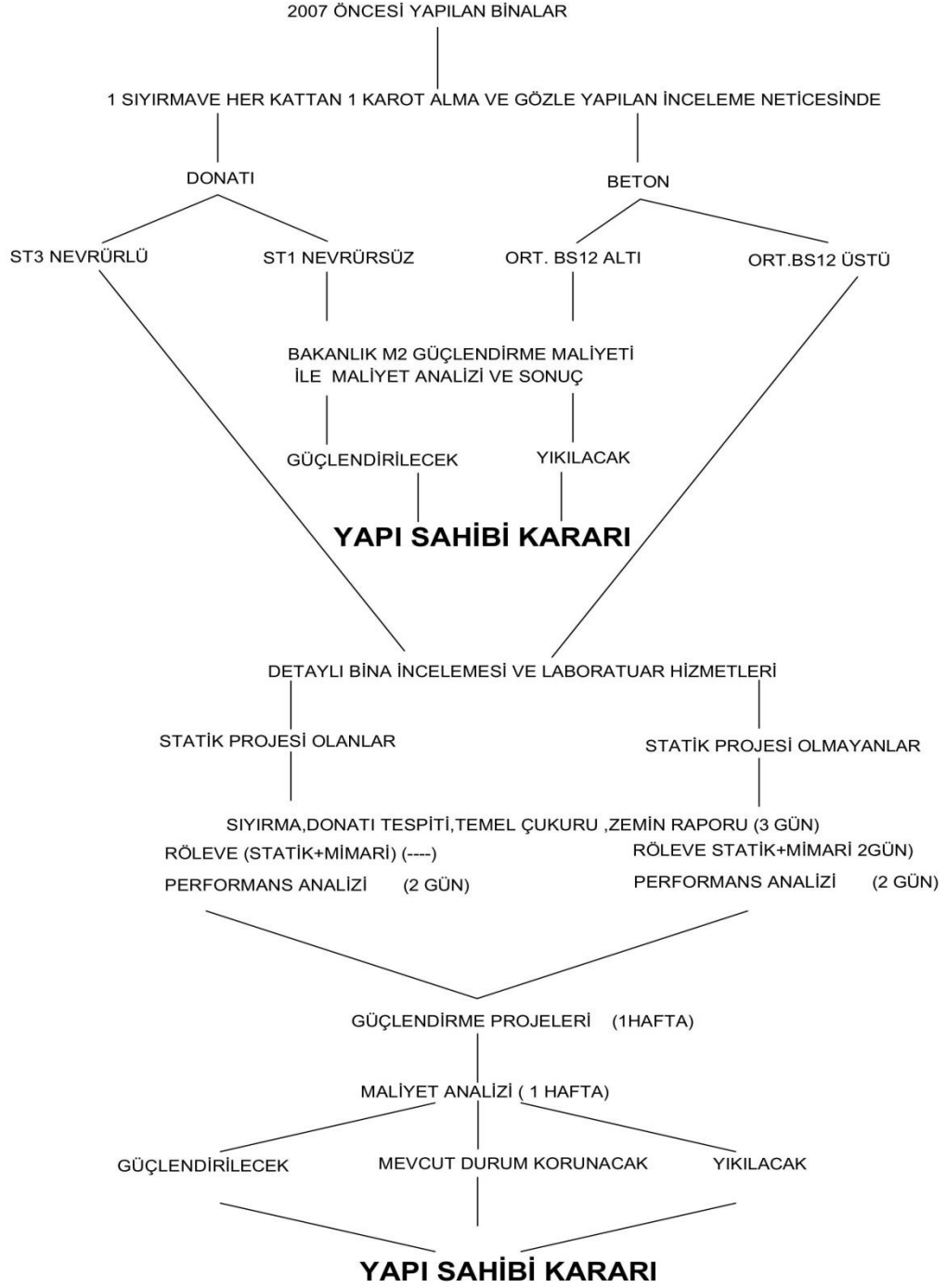
Betonarme kolon mantolama ve perde eklenmesi yönteminde, özellikle uygulama esnasında en önemli hususlardan biri ankraj çekme deneyidir. Uygulamada dikkat edilmesi gerektiği düşünülen deneyle ilgili bilgiler şöyledir.

- 1) Ankraj delik çapı donatı çapından en az 4mm tercihen 5mm fazla olmalı
- 2) Hazırlanacak delikler içine doldurulacak epoksi reçinesinin dışarı akmaması için belirli bir eğimle ve betona zarar verilmeden delinmelidir.
- 3) Epoksi, hazırlanmış delik içine deliğin yarısı dolacak şekilde doldurulur. Sonra da ankraj çubuğu epoksiye bulanarak delik içine tek seferde yerleştirilir. Epoksinin delikten taşıdığı görüldüğünde yeterli epoksi kullanıldığı anlaşılır. Betona ankraj işlemi tamamlanmış olup ankraj gerekli kür işlemlerine tabi tutulur.



3.5. Ankraj Örneği

2010-2011 yıllarında başlayan güçlendirme ve deprem analizi çalışmalarımız sırasında, Genel Müdürümüz, kentsel dönüşüm kanunu ilanı öncesi güçlendirme çalışmalarında edinilen tecrübelerimizden fikirler istedi ve bunun üzerine göndermiş olduğum tek sayfalık taslak fikir aşağıda verilmiştir.



3.6. Deprem Analizi ve Güçlendirme İçin Pratik Yöntem Fikri Taslağı

4.KURAMSAL TEMELLER VE KULLANILAN YÖNTEMLER

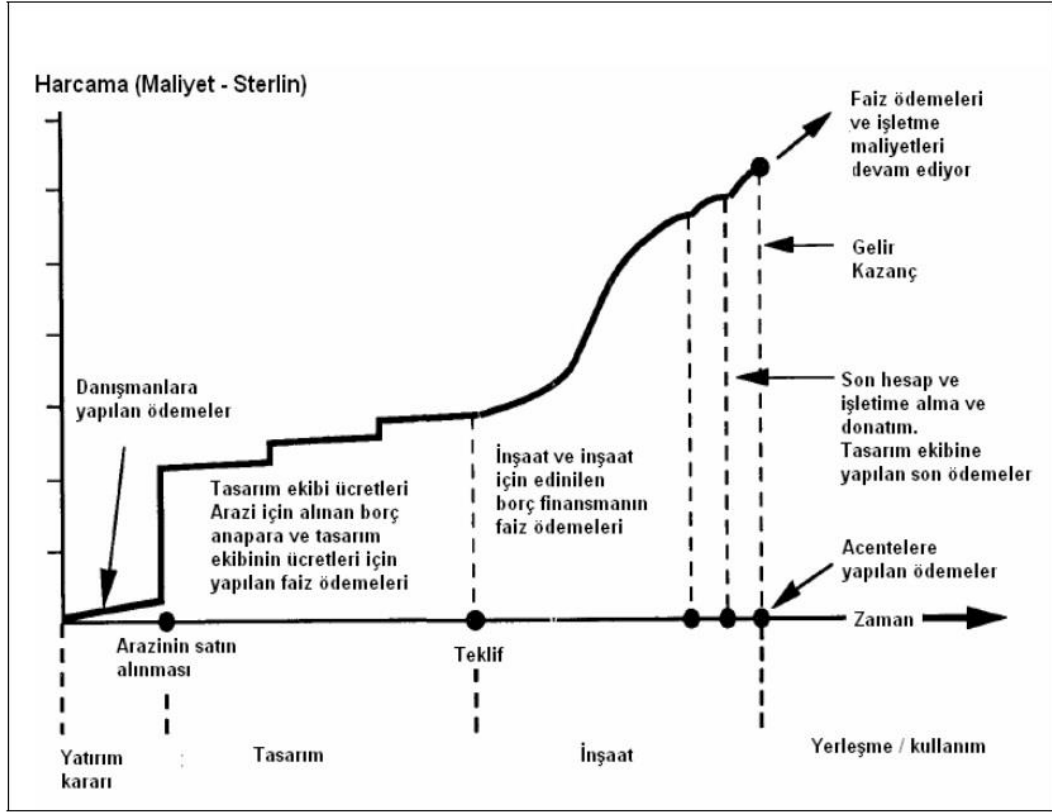
4.1.Yapı Maliyeti

Maliyet; Üretimde bir mal elde edilinceye değin harcanan değerlerin toplamı olarak tanımlanmaktadır. İnşaat maliyetleri, imalat miktarı ile o imalat için belirlenen fiyatın çarpımıyla oluşan kalemlerin toplamıdır. Yapım süresi ne kadar uzun olursa olsun bir inşaatta yapılacak olan imalatların miktarları değışmeyeceğine göre; o imalatların fiyatlarının ileriye dönük olarak hesaplanmasıyla, inşaatın maliyetini ileriye dönük olarak hesaplamak da mümkün olur [Uğur,2007].

Maliyet tahmini; mevcut proje bilgisi ve kaynakları göz önüne alarak, belirlenen süre zarfında tüm iş kalemlerinin toplam maliyetinin tespit edilmesi için gerçekleştirilen teknik süreç veya fonksiyon olarak adlandırılabilir. Bir ürünün elde edilebilmesinin ilk koşulu, üretim için gereken kaynakların temin edilmesidir. Kaynakların sınırsız olduğu bir ortamda maliyet kavramının öneminden bahsedilemez. Ancak kaynakların sınırlı olması, maliyet kavramının dikkatle ele alınmasını ve kontrolünün gerektirmektedir. Kısaca maliyet tahmini, bugüne ve düne bakıp yarın yapılacak işin maliyetlerini belirlemeye çalışmaktır [Kuruoğlu, 2003].

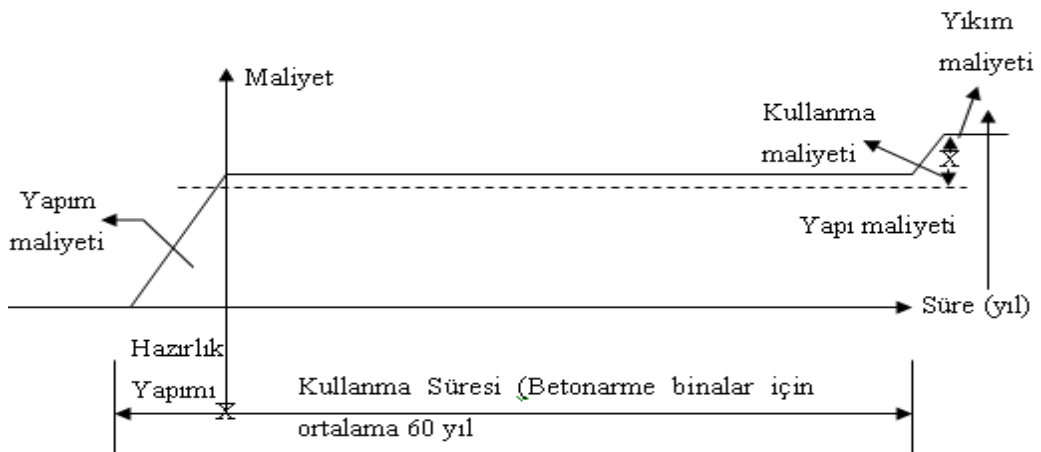
İnşaat sektöründe bir bina yapma işi daha fikir aşamasındayken finansal modelin doğru bir şekilde kurulması, nakit akışından kaynaklanan sorunların giderilmesi ve milli servet kayıplarının önlenmesi açısından büyük önem taşınmaktadır. Bu ise maliyet tahmininin doğru bir şekilde yapılmasıyla mümkün olabilecektir [Polat, 2005].

Şekil 3.1’de bir yatırımcının, giriştiği bir yapım projesindeki harcamalarının proje esnasındaki durumu gösterilmiştir. Buradan da görüleceği üzere projenin yapımı tamamlandıktan sonra bile ödemeler devam etmektedir. Doğal olarak böyle bir yapım projesine girişen yapımcı da zaman, maliyet ve kalite boyutlarındaki öngörü ve planlamaların proje sonunda büyük değışikliklere uğramasını arzulamamaktadır [Flanagan ve Norman, 2002].



Şekil 4.1. Bir yapım projesinin finansmanı

Yapı maliyeti kavramına bir başka yaklaşımda; fikir aşamasından başlayarak projelendirme, yapım, kullanım (işletme, bakım-onarım, yenileme, güçlendirme vb.) ve yıkım maliyetlerinin toplamı şeklindedir [Kanıt, 2005]. Bu yaklaşım Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Yapı maliyeti süreç ilişkisi

4.2. Yapılar ve Yöntemler

4.2.1 Yapılar hakkında genel bilgiler

Bu çalışmada 6 adet kamu binası seçilmiştir. Bu seçimi yaparken binaların betonarme olması, betonarme kolon mantolama ve perde eklenmesi yöntemiyle proje hazırlanması, yapıların bazılarının uygulamasının yapılması, güvenilir laboratuvarlarla çalışılması ve birçok etkenle seçilmiştir. Bu yapılar, bu bölümde genel ve ayrıntıya girmeden, diğer bölümde ise ayrıntılı olarak tanıtılmıştır.

1) Atabey Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi

- Yapı betonarme ve Bodrum + Zemin + 2 Normal kattan oluşur.
- Mevcut beton kalitesi 1500 kg/cm²
- Yapının 30-40 yıl arasında yaşı vardır.
- İnşaat alanı 834 m²
- Zemin emniyet gerilmesi 1.30 kg/cm²

2) Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi

- Yapı betonarme ve Bodrum + Zemin + 2 Normal kattan oluşur.
- Mevcut beton kalitesi 1700 kg/cm²
- Yapının 30-40 yıl arasında yaşı vardır.
- İnşaat alanı 834 m²
- Zemin emniyet gerilmesi 1.30 kg/cm²

3) Uluborlu Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi

- Yapı betonarme ve Bodrum + Zemin + 1 Normal kattan oluşur.
- Mevcut beton kalitesi 1200 kg/cm²
- Yapının 30-40 yıl arasında yaşı vardır.
- İnşaat alanı 1328 m²
- Zemin emniyet gerilmesi 1.30 kg/cm²

4) Gelendost H. Avni Paşa Halk Kütüphanesi

- Yapı betonarme ve Bodrum + Zemin + 1 Normal kattan oluşur.
- Mevcut beton kalitesi 900 kg/cm²

- Yapının 30-40 yıl arasında yaşı vardır.
- İnşaat alanı 568 m²
- Zemin emniyet gerilmesi 1.60 kg/cm²

5) Burdur İli Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Lojmanları

- Yapı betonarme ve Bodrum + Zemin + 4 Normal kattan oluşur.
- Mevcut beton kalitesi 800 kg/cm²
- Yapının 30-40 yıl arasında yaşı vardır.
- İnşaat alanı 1656 m²
- Zemin emniyet gerilmesi 1.50 kg/cm²

6) Burdur Milli Eğitim Hizmet Binası

- Yapı betonarme ve Bodrum + Zemin + 2 Normal kattan oluşur.
- Mevcut beton kalitesi 1200 kg/cm²
- Yapının 30-40 yıl arasında yaşı vardır.
- İnşaat alanı 1488 m²
- Zemin emniyet gerilmesi 2.00 kg/cm²

Çizelge 4.1. Yapılar hakkında bilgiler

İncelenen Yapılar	Mevcut Beton Dayanımı(Mbd)	İnşaat Alanı(İa)	Kat Adedi(Ka)	Zemin Emniyet Gerilmesi(Zeg)
Atabey Mahmut Kıyıcı Kütüphanesi	15,0	834,0	4,0	13,0
Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi	17,0	834,0	4,0	14,0
Uluborlu Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi	12,0	1328,0	3,0	13,0
Gelendost H. Avni Paşa Halk Kütüphanesi	9,0	568,0	3,0	16,0
Burdur İli Gıda Tarım Ve Hayvancılık Müdürlüğü Lojmanları	8,0	1656,0	6,0	15,0
Burdur Milli Eğitim Hizmet Binası	12,0	1488,0	4,0	20,0

4.2.2. Yapılan çalışmalar

- 1) Laboratuvar çalışması yapıldı(karot, zemin etüdü, röleve, sıyırma,.....)
- 2) Bilgisayar ortamında tasarlandı.
- 3) Deprem analizi yapıldı.
- 4) Güçlendirme projesi yapıldı.
- 5) Maliyet hesaplarına geçildi
- 6) Binalar ile ilgili envanterler oluşturuldu.

Bu çalışmalar sonucunda elde ettiğimiz güçlendirme maliyetlerine etki edebileceğini düşündüğümüz envanterler seçildi. Bu seçimde hızlı değerlendirme yönteminde bina ile ilgili bilgilere çabuk ulaşılabileceği düşünülenler seçildi. Bunlar;

- 1) İnşaat alanı,
- 2) Mevcut beton dayanımı,
- 3) Kat adedi,
- 4) Güçlendirme beton dayanımı,
- 5) Zemin özellikleri

Güçlendirme maliyetine hızlı yaklaşım metodu geliştirilmesi için bu bilgilerle maliyet arasında ikili regresyonlar yapıldı. Bu analizlerde maliyetle ilişkisi olduğu anlaşılan bilgiler daha sonra çoklu regresyon analizi yapılarak formüller elde edildi. Bu çoklu regresyon analizi için kullanılan program Weka programıdır.

Weka programı, makine öğrenimi amacıyla Waikato Üniversitesinde geliştirilmiş ve "Waikato Environment for Knowledge Analysis" kelimelerinin baş harflerinden oluşmuş yazılımın ismidir. Weka bir proje olarak başlayıp bugün dünya üzerinde birçok insan tarafından kullanılmaya başlanan bir veri madenciliği uygulaması geliştirme programıdır. Günümüzde yaygın kullanımı olan çoğu makine öğrenimi algoritmalarını ve metotlarını içermektedir. Sınıflandırma, ilişkilendirme, kümeleme, veri ön işleme, görseller yapılabilir. Ayrıca yapay sinir ağıda oluşturulabilmektedir.

5. TASARIM, MODELLEME VE MALİYET

5.1. Atabey Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi

Isparta ili Atabey ilçesinde bulunan Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi binası fotoğrafta da görüldüğü gibi Bodrum + Zemin + 2 Normal kattan oluşan betonarme karkas yapı olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.1. Atabey Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi

5.1.1. Malzeme özellikleri ve yapılan tespitler

Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi binasında mevcut beton dayanımının tespiti için her kattan 3 adet kolondan karot numunesi alınarak toplam 12 adet karot numunesi alınmıştır. Yapıda kullanılan donatının kolonlarda ve kirişlerde St-I düz donatı olduğu görülmüştür. Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi yapısında alınan karotların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi neticesinde yapının mevcut beton kalitesinin 1500 kg/cm² olduğu görülmüştür.

Donatı tespitleri hasarlı ve hasarsız yöntemlerle yapıldığı, 2007 Deprem Yönetmeliğine göre de yapılması gereken etriye sıklaştırmasına rastlanılmamış.

Kolonlarda ve kirişlerde etriye aralıklarının ortalama 25 cm aralıklarla yerleştirildiği ve kolon kiriş birleşim bölgelerinde etriye sıklaştırmalarının yapılmadığı görülmüştür. Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi binası kolonlarında ağırlıklı 14 mm nervürlü boyuna donatının kullanıldığı, etriyelerin ise 8mm nervürlü donatıdan kullanıldığı tespit edildiği ve kirişlerde ise 14 mm taşıyıcı donatı, etriyelerinin ise 8mm nervürlü donatıdan tespit edildiği görülmüştür. Yapılan tespitlere ilişkin donatı tespit tutanaklarının tutulduğu görülmüştür. Analiz hesaplarında donatı oranının %0,8 ve %0,7 aralığı mertebesinde dikkate alınarak, yapıya ait analizlerde donatı çeliği St-I ($f_y = 2200 \text{ kg/cm}^2$), etriyeler için de St-I ($f_y = 2200 \text{ kg/cm}^2$) olarak alındığı görülmüştür. Yapının temel sistemi açılan temel çukurları ile kontrol edilmiş, açılan temel çukurlarında yapının 50 cm derinliğinde tekil temelden teşkil edildiği tespit edilmiştir.



Şekil 5.2. Bina kiriş sıyırma ve çukur gözlemi

Yapının zemin araştırmaları ve temel durumu incelemesinin yapıldığı, yapının oturduğu zemin yapısının tespiti amacıyla sondajlı jeolojik zemin etüt çalışması yapıldığı, detaylı zemin etüt raporunun ekte sunulduğu görülmüştür.

Zemin Grubu: C

Yerel Zemin Sınıfı: Z3

Spektrum Karakteristik Periyodu: $T_a = 0.15 - T_b = 0.60$

Etkin Yer İvme Katsayısı: $A_0 = 0.40$

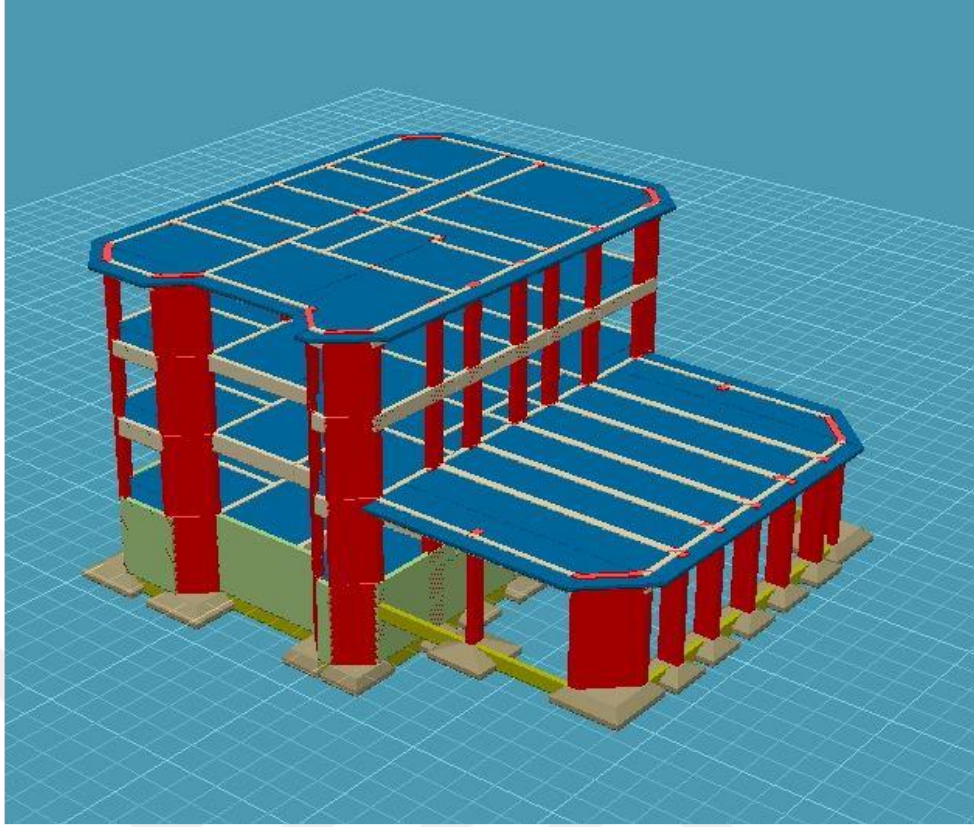
Zemin Yatak Katsayısı: 1560 t/m^3

Zemin Emniyet Gerilmesi: 1.30 kg/cm^2 olduğu görülmüştür.

Yapıların 3 boyutlu modellenmesi ve analizi yapılarak, yapının üç boyutlu yapı modelleri, genel amaçlı sonlu elemanlar yapı analiz programlarında hazırlanmış ve bu amaçla betonarme binalar için STA4-CAD yapı analiz programı kullanılmış. Yapılan üç boyutlu yapı modellemeleriyle yapı davranışları daha sağlıklı elde edilmiş. Programlarda yapılan varsayımlar hesap raporunda verilmediği, yapılan analizlerde, yapıların düşey yükler (zati yükler ve hareketli yükler) altında analizleri ve depremin x ve y doğrultusundan gelmesi hali ile tüm kombinasyonlar için analizleri yapıldığı, tahkik hesaplarında kritik kuvvetler dikkate alınarak tüm yük kombinasyonları ve analiz neticeleri ekte hesap raporları sunularak detaylı olarak verildiği görülmüştür. Mevcut yapının hesabı yapılırken taşıyıcı yapı, mevcut yapı özellikleri ile modellenmiş ve 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre deprem yükleri hesaplanmış. Isparta ili Atabey ilçesi deprem haritasında da 1. derecede deprem bölgesine giren inşaat alanında yapı Tipi Sineklik Düzeyi Normal için $R=1,0$ (Mevcut eleman hesaplarında) $R=4.0$ (Güç. Yapı hesaplarında) , Bilgi düzeyi katsayısı ise orta bilgi düzeyi için $0,90$ olarak alındığı görülmüştür.

5.1.2. Mevcut yapının tahkiki ve sonuç

Isparta ili, Atabey ilçesinde bulunan Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi binasının 2007 Deprem Yönetmeliğinde istenen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremde 'eğitim' binalarında aranan performans seviyesi olan "Hemen kullanım" performansını, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremde 'eğitim' binalarında aranan performans seviyesi olan "Can güvenliği" performansını sağlamadığı tespit edilmiştir. Yapının muhtemel deprem durumunda geçme durumu performans seviyesinde olduğu tespit edildiği görülmüştür.

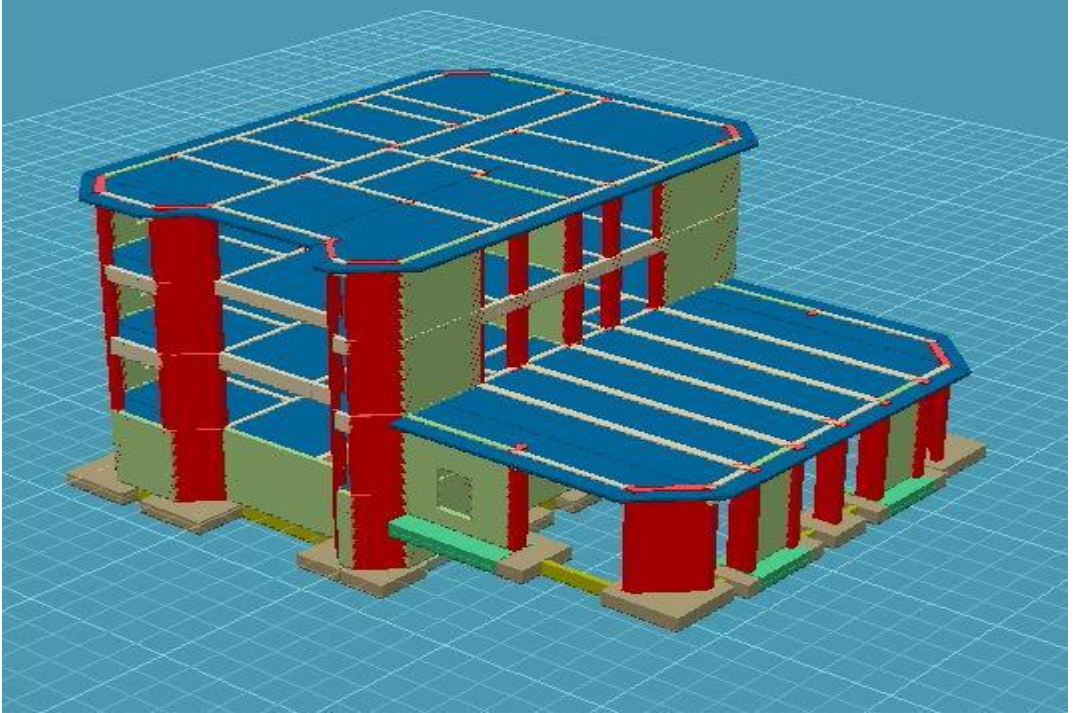


Şekil 5.3. Atabey Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi 3 boyutlu görünüşü

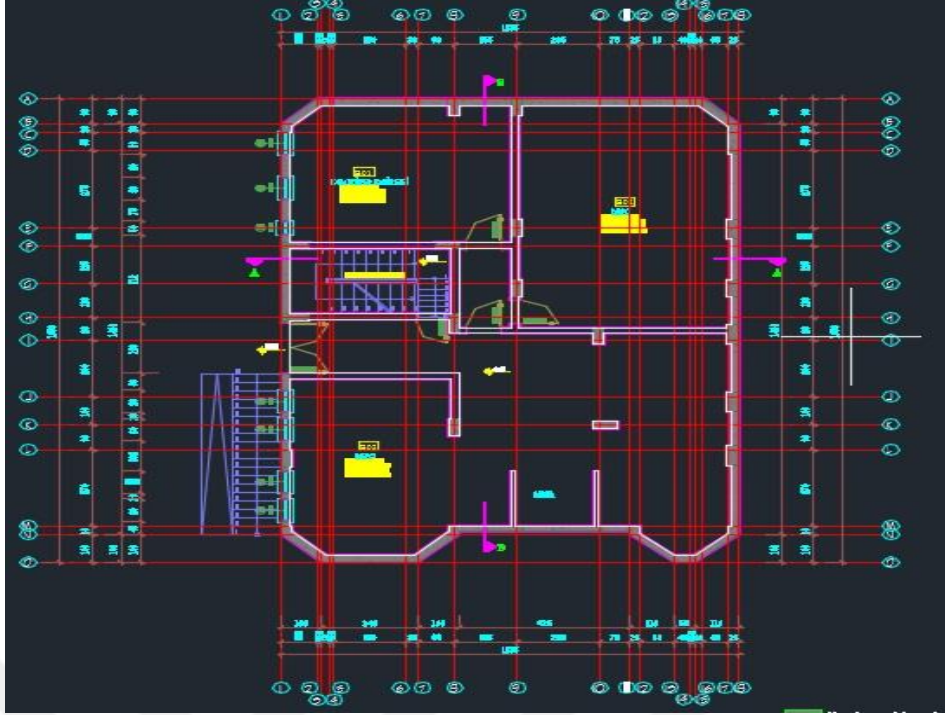
Yapının beton dayanımlarının yetersiz olması, etriye sıklaştırmalarının yapılmamış olması, ST-I düz donatının taşıyıcı elemanlarda kullanılmış olması, betonarme kesitteki donatı oranının yetersiz olması, yapıda deprem perdelerinin yetersiz oluşu, yapının 2007 Türk deprem yönetmeliği öncesi yönetmeliklere göre dizayn edilmiş olması ve 2007 Türk Deprem Yönetmeliğinde ön görülen yük ve kapasite artımları yapıların yönetmelik uyarınca istenen performans gerekliliklerini sağlamamasının sebeplerinden olup yapının güçlendirilmesi gerektiği kararı alınmış ve Olası deprem durumunda yapının göçme durumu performans seviyesinde olduğu, güvenli yapı kapasitesine sahip olmadığı (Can güvenliği) tespit edilmiş olup, yapının güçlendirme projelerinin hazırlanması, 2007 Türk deprem yönetmeliği uyarınca maliyet faktörleri dikkate alınarak güçlendirilmesi ya da idare inisiyatifinde çıkacak güçlendirme maliyetleri de göz önünde bulundurularak yıkılarak 2007 Türk deprem yönetmeliği uyarınca yeniden yapılması gerektiği kararı alındığı görülmüştür.

5.1.3. Güçlendirme

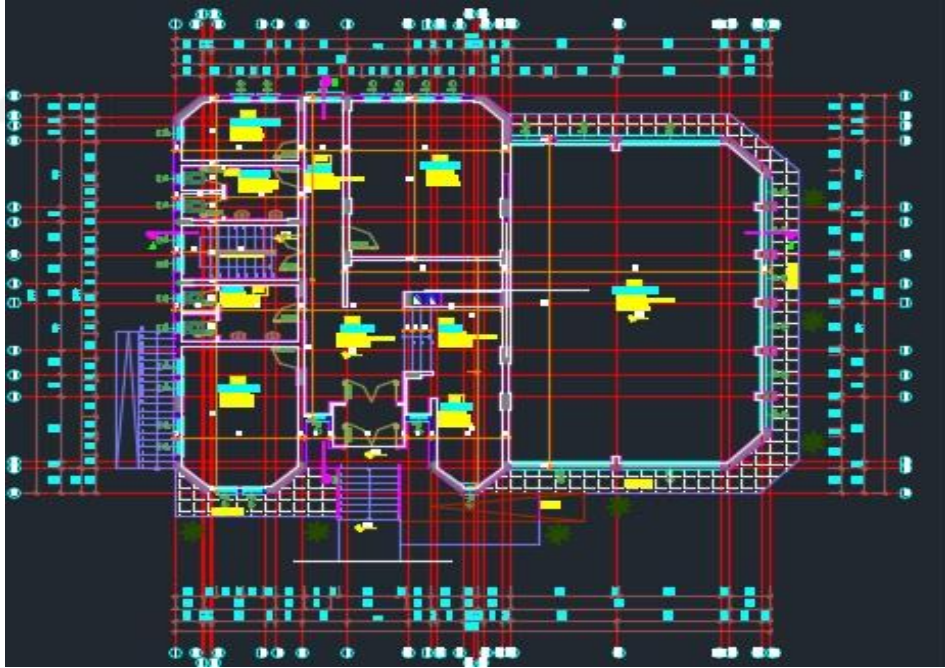
Yapılan güçlendirme projesi kapsamında yapıya deprem esnasında mümkün olduğunca burulma almasına imkan vermeyecek yerleşimde deprem perdeleri ilave edilerek, binanın temel sistemi ilave edilen perdelerden gelen yüklerin karşılanması amacıyla kısmi radye temele çevrilmiş. Yapının performans seviyesi 2007 Türk deprem yönetmeliğinde ön görülen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremde ‘eğitim’ yapılarında aranan performans seviyesi olan “Hemen kullanım” performans seviyesine, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremde ‘eğitim’ yapılarında aranan performans seviyesi olan “Can güvenliği” performans seviyesine çıkartıldığı görülmüştür.



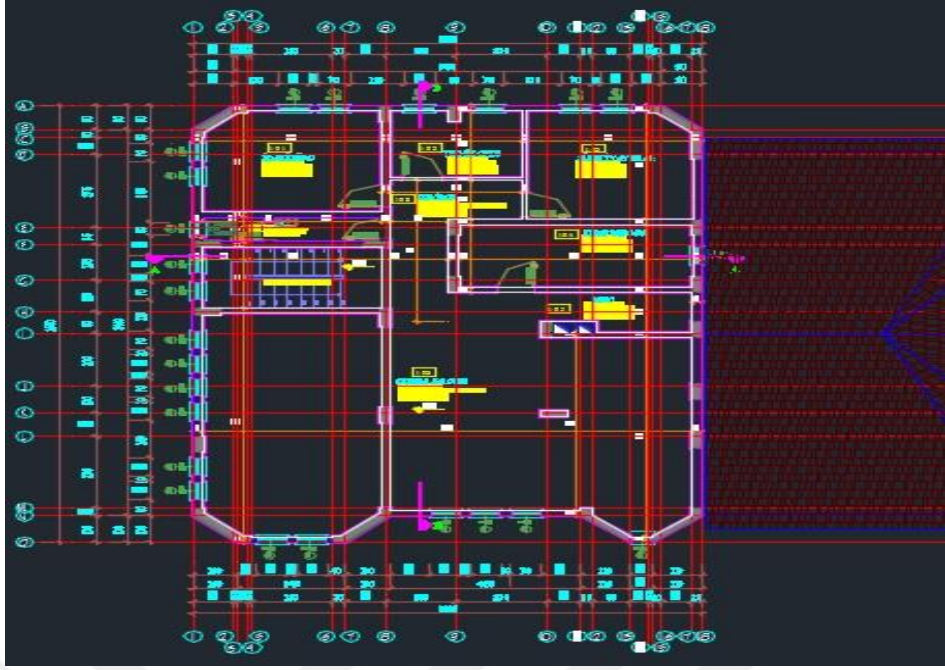
Şekil 5.4. Güçlendirme projesi 3 boyutlu görünüş



Şekil 5.5. Bodrum kat planı



Şekil 5.6. Zemin kat planı



Şekil 5.7. 1 ve 2. Kat planı

5.1.4. Yapı güçlendirme maliyet hesabı

Çizelge 5.1. Isparta Atabey Mahmut Kıyıcı İlçe Halk Kütüphanesi güçlendirme maliyeti

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (2016)	Tutarı
1	14.012/2	El ile her derinlikte yumuşak ve sert toprakta dar derin kazı yapılması	M ³	34,0	38,16	1.297,44
2	18.183	Patlayıcısız çimento harçlı kargir,horasan inşaat yıkımı	M ³	21,0	69,38	1.456,98
3	18.185	Patlayıcısız demirli demirsiz beton inşaat yıkımı	M ³	10,0	143,38	1.433,80
4	18.198/12	Seramik, fayans vb. kaplama sökülmesi	M ²	80,0	10,33	826,40
5	18.198/28	Alüminyum ve pvc den yapılan her türlü kapı ve pencere doğramasının sökülmesi	M ²	38,0	7,61	289,18
6	26.041/MK	Beyaz çimentolu, düz veya desenli, her renkte, her ebat ve kalınlıkta, çift tabakalı terrazo karo plak (karo mozayik - sınıf 2) ile iç mekanlarda döşeme kaplaması yapılması (250x250mm/300x300mm/330x330mm vb. ebatlarda)	M ²	78,5	25,08	1.968,78
7	27.581	200 dz çimento harcıyla tesviye tabakası yapımı	M ²	80,1	10,11	809,81
8	B.16	Menteşenin yerine takılması	AD	33,0	2,25	74,25
9	C.01	İspanyolet takımının yerine takılması (kol dahil) 100 cm'e kadar, 2 kavramalı	AD	11	31,25	343,75
10	MSB.158	Pas payının kırılarak Donatının Açığa Çıkarılması	M ²	35,0	55,50	1.942,50
11	MSB.324	Kendiliğinden Yerleşen Beton	M ³	30,0	277,59	8.327,70

12	Y.16.050/06	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, c 30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (beton nakli dahil)	M ³	27,0	178,78	4.827,06
13	Y.19.055/053	5 cm kalınlıkta taşıyıcı levhalar (min. 120 kg/m ³ yoğunlukta) ile dış duvarlarda dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması (mantolama)	M ²	446,0	54,09	24.124,14
14	Y.21.001/02	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	M ²	303,0	36,24	10.980,72
15	Y.21.050/C11	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası)	M ³	381,2	4,78	1.822,14
16	Y.21.051/C11	Ön yapımlı bileşenlerden oluşan tam güvenli, dış cephe iş iskelesi yapılması. (0,00-51,50 m arası)	M ²	550,6	7,95	4.377,27
17	Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	2,9	1.807,64	5.269,27
18	Y.23.015	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	TON	8,813	1.751,08	15.432,27
19	Y.23.152	Kare ve dikdörtgen profillerle pencere ve kapı yapılması ve yerine konulması	KG	104,0	7,23	751,92
20	Y.23.241	Plastik doğrama imalatı yapılması ve yerine konulması (sert pvc doğrama profillerinden her çeşit kapı, pencere, kaplama ve benzeri imalat)	KG	11,0	10,14	111,54
21	Y.25.003/05	Eski boyalı yüzeylere astar uygulanarak iki kat su bazlı mat boya yapılması (iç cephe)	M ²	1555,0	16,34	25.408,70
22	Y.25.003/15	Yeni sıva yüzeylere astar uygulanarak iki kat su bazlı mat boya yapılması (iç cephe)	M ²	147,0	15,61	2.294,67
23	Y.25.004/05	Brüt beton, sıvalı veya eski boyalı yüzeylere, astar uygulanarak silikon esaslı grenli/tekstürlü kaplama yapılması (dış cephe)	M ²	445,0	22,31	9.927,95
24	Y.27.501/01	250/350 kg çimento dozlu kaba ve ince harçla sıva yapılması (dış cephe sıvası)	M ²	87,0	26,19	2.278,53
25	Y.27.501/02	200/250 kg kireç/çimento karışımı kaba ve ince harçla sıva yapılması (iç cephe sıvası)	M ²	148,0	23,28	3.445,44
26	Y.28.645/C02	Pvc ve alüminyum doğramaya profil ile 4+4 mm kalınlıkta 12 mm ara boşluklu çift camlı pencere ünitesi takılması	M ²	6,9	59,78	412,48
27	YFZ-1	Q20-Q24 Düz veya Nervürlü Demirle Epoksi ile Filiz Ekimi (30 cm Derinlikte)	ADET	699,0	25,28	17.670,72
28	YFZ-2	Q20-Q24 Düz veya Nervürlü Demirle Epoksi ile Filiz Ekimi (40 cm Derinlikte)	ADET	545,0	29,09	15.854,05
29	YFZ-3	Q20-Q24 Düz veya Nervürlü Demirle Epoksi ile Filiz Ekimi (50 cm Derinlikte)	ADET	203,0	32,90	6.678,70
Toplam						170.438,16

2017 Birim Fiyatlarına Göre Artış = 1,12 (Yİ-ÜFE Genel endeksine göre hesaplanır.)

Yapı İnşaat Güçlendirme Maliyeti = 170.438,16 TL * 1,12 = 190.890,74 TL

5.2. Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi

Isparta ili merkez ilçesinde Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi binası bodrum + zemin + 2 normal kattan oluşan betonarme karkas yapı olduğu tespit edilmiştir.



şekil 5.8. Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi



şekil 5.9. Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi

5.2.1. Malzeme özellikleri ve yapılan tespitler

İncelenen Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi binası oturma alanı 229,14 m², inşaat alanı ise 799,60 m² dir. Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi binası Bodrum + Zemin + 2 normal kattan oluşan betonarme karkas yapıda yapısal sistemde bina dış köşelerinde diagonal olarak teşkil edilmiş 6 adet deprem perdesinin mevcut olduğu, yapının bodrum katının 3 cephesinin 20 cm kalınlığında betonarme perdeden, diğer cephesinin ise 50 cm kalınlığında taş duvardan teşkil edildiği ve yapının faal olarak kullanıldığı tespit edilmiş. Yapının taşıyıcı sisteminin kolon-kirişten teşkil, betonarme kirişli döşemeli çerçeveli yapı olarak teşkil edildiği tespit edilmiş. Yapıda kullanılan donatının ana taşıyıcı elemanlarda St-I düz donatı olduğu görülmüş. Yapılan incelemelerde kolon ve kirişlerde etriye sıklaştırmasının yapılmadığı, etriye aralıklarının kolonlarda ve kirişlerde ortalama 25 cm ara ile teşkil edildiği tespit edilmiş. Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi binasında taşıyıcı elemanlarda mevcut beton kalitesinin yapılan testler ve değerlendirmeler neticesinde 1700 kg/cm² olduğu tespit edildiği görülmüştür. Donatı tespitleri hasarlı ve hasarsız yöntemlerle yapıldığı, 2007 Deprem Yönetmeliğine göre de yapılması gereken etriye sıklaştırmasına rastlanılmamış. Kolonlarda ve kirişlerde etriye aralıklarının ortalama 25 cm aralıklarla yerleştirildiği ve kolon kiriş birleşim bölgelerinde etriye sıklaştırmalarının yapılmadığı görülmüştür. Mahmut Kıyıcı Halk Kütüphanesi binası kolonlarında ağırlıklı 14 mm nervürlü boyuna donatının kullanıldığı, etriyelerin ise 8mm nervürlü donatıdan kullanıldığı tespit edildiği ve kirişlerde ise 14 mm taşıyıcı donatı, etriyelerinin ise 8mm nervürlü donatıdan tespit edildiği görülmüştür. Yapılan tespitlere ilişkin donatı tespit tutanaklarının tutulduğu görülmüştür. Analiz hesaplarında donatı oranının %0,8 ve %0,7 aralığı mertebesinde dikkate alınarak, yapıya ait analizlerde donatı çeliği St-I ($f_y = 2200 \text{ kg/cm}^2$), etriyeler için de St-I ($f_y = 2200 \text{ kg/cm}^2$) olarak alındığı görülmüştür.



Şekil 5.10. Bina giriş sıyırma ve çukur gözlemi

Yapının oturduğu zemin yapısının tespiti amacıyla sondajlı jeolojik zemin etüt çalışması yapılmış ve detaylı zemin etüt raporu görülmüştür. Yapının temel sistemi açılan temel çukurları ile kontrol edilmiş olup açılan temel çukurlarında yapının 50 cm derinliğinde tekil temelden teşkil edildiği tespit edilmiş.

Zemin Grubu	: C
Yerel Zemin Sınıfı	: Z3
Sektrum Karakteristik Periyodu	: $T_a= 0.15 - T_b:0.60$
Etkin Yer İvme Katsayısı	: $A_0= 0.40$
Zemin Yatak Katsayısı	: 1680 t/m^3
Zemin Emniyet Gerilmesi	: 1.40 kg/cm^2 olduğu görülmüştür.

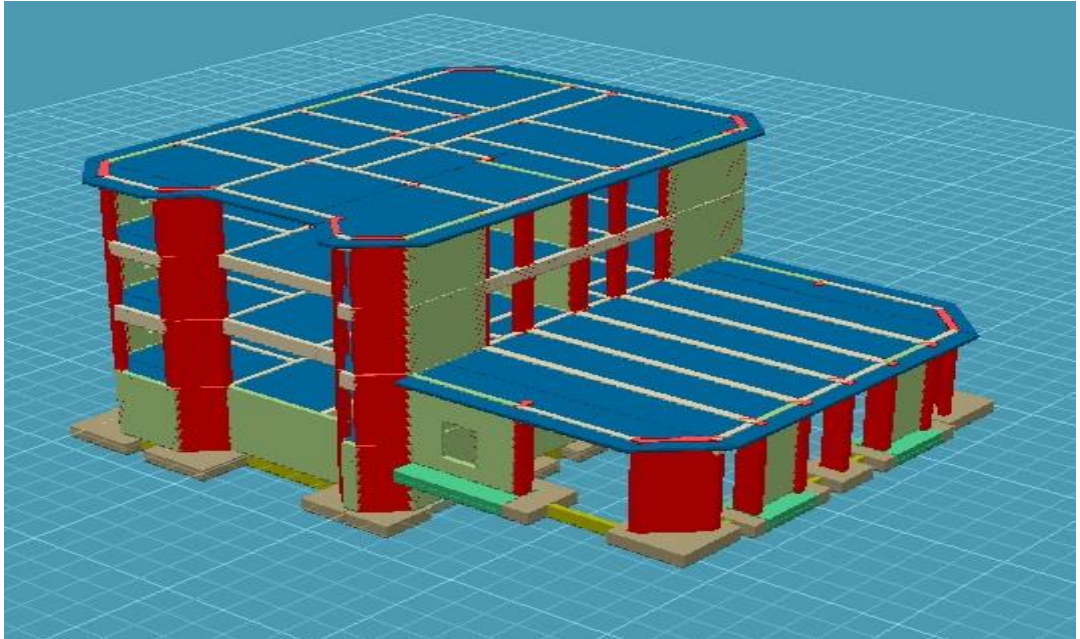
5.2.2. Mevcut yapının tahkiki ve sonuç

Taşıyıcı yapılar, mevcut yapı özellikleri ile modellenmiş ve 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre deprem yükleri hesaplanmıştır. Isparta ili Merkez deprem haritası, 1. derecede deprem bölgesine giren inşaat alanında yapı Tipi Süneklik Düzeyi Normal için $R=1,0$ (Mevcut eleman hesaplarında) $R=4.0$ (Güç. Yapı hesaplarında), bilgi düzeyi katsayısı ise orta bilgi düzeyi için 0,90 olarak alınmış. Yapı deprem yükleri ve yük kombinasyonları ek hesap raporlarında detaylı verilmiş. Isparta ili

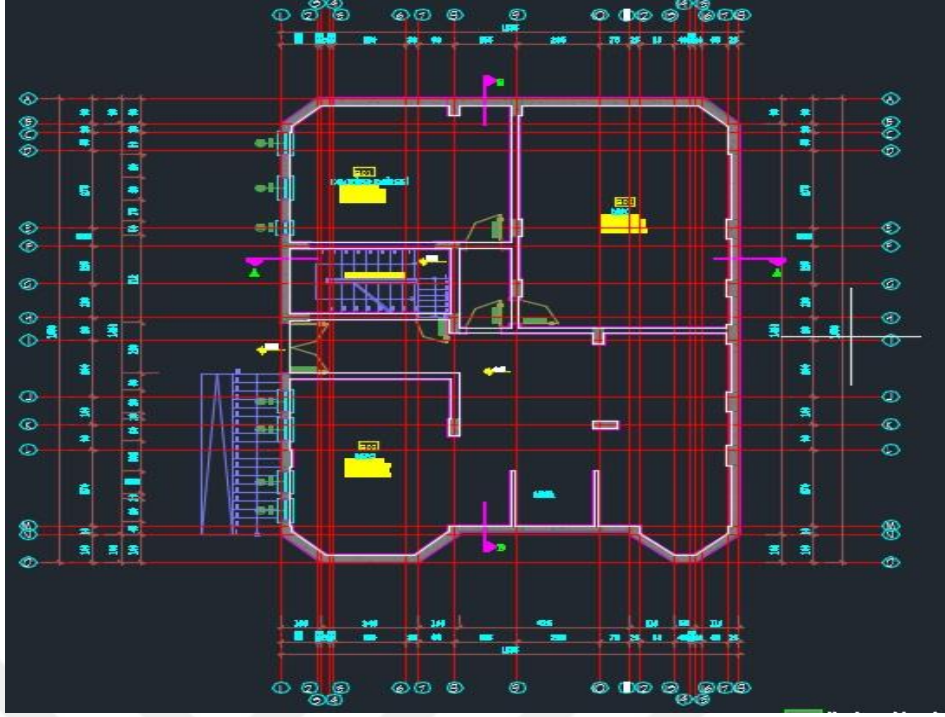
Merkez de bulunan Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi binasının2007 Türk deprem Yönetmeliğinde istenen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremde ‘eğitim’ binalarında aranan performans seviyesi olan “Hemen kullanım” performansını, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremde ‘eğitim’ binalarında aranan performans seviyesi olan “Can güvenliği” performansını sağlamadığı tespit edilmiş olup yapının muhtemel deprem durumunda göçme durumu performans seviyesinde olduğu tespit edilmiş.

5.2.3. Güçlendirme

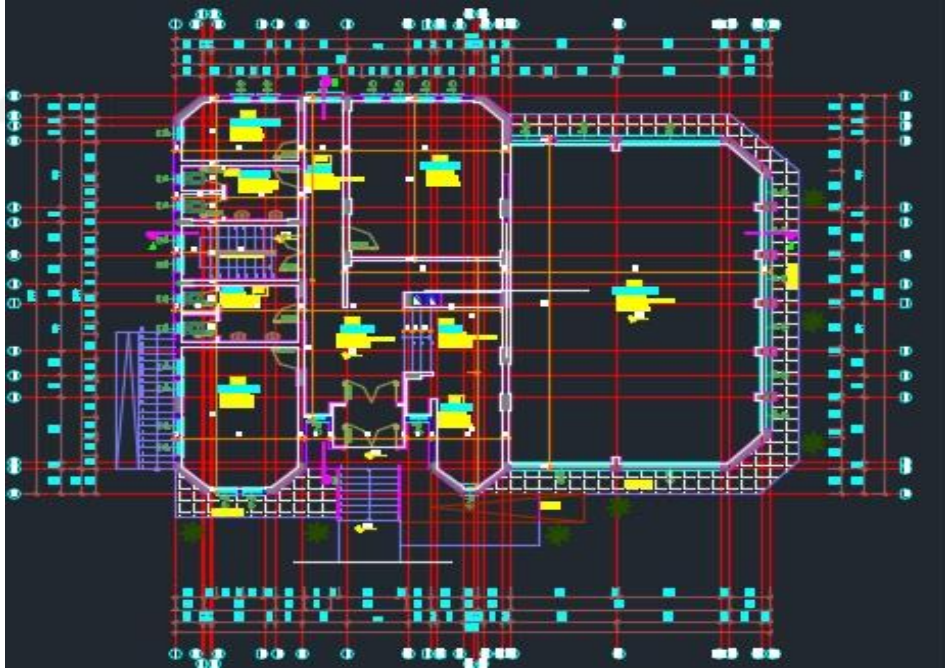
Yapılan güçlendirme projesi kapsamında yapıya deprem esnasında mümkün olduğunca burulma almasına imkan vermeyecek yerleşimde deprem perdeleri ilave edilmiş.Binanın temel sistemi ilave edilen perdelerden gelen yüklerin karşılanması amacıyla kısmi radye temele çevirilmiş. Yapının performans seviyesi 2007 Türk deprem yönetmeliğinde ön görülen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremde ‘eğitim’ yapılarında aranan performans seviyesi olan “Hemen kullanım” performans seviyesine, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremde ‘eğitim’ yapılarında aranan performans seviyesi olan “Can güvenliği” performans seviyesine çıkartılmış.



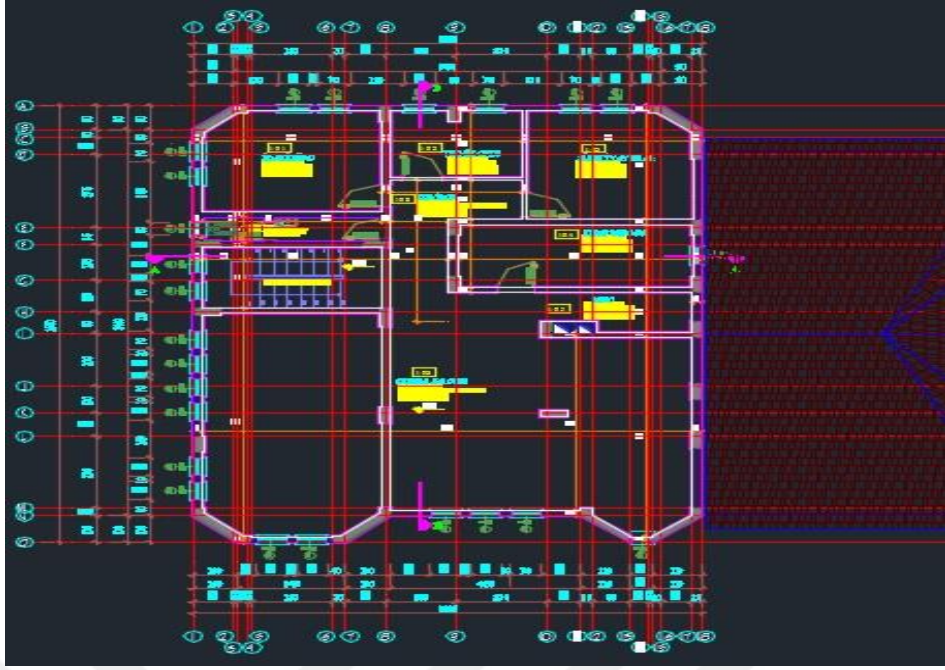
Şekil 5.11. Güçlendirme projesi 3 boyutlu görünüş



Şekil 5.12. Bodrum kat planı



Şekil 5.13. Zemin kat planı



Şekil 5.14. 1 ve 2. Kat planı

5.2.4. Yapı güçlendirme maliyet hesabı

Çizelge 5.2. Isparta Merkez 75.Yıl Gülistan Halk Kütüphanesi güçlendirme maliyeti

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (2016)	Tutarı
1	14.012/2	El ile her derinlikte yumuşak ve sert toprakta dar derin kazı yapılması	M ³	34,000	38,16	1.297,44
2	18.183	Patlayıcısız çimento harçlı kargir,horasan inşaat yıkımı	M ³	27,000	69,38	1.873,26
3	18.185	Patlayıcısız demirli demersiz beton inşaat yıkımı	M ³	15,000	143,38	2.150,70
4	18.198/12	Seramik, fayans vb. kaplama sökülmesi	M ²	150,000	10,33	1.549,50
5	18.198/17	Ahşap parke ve ahşap döşeme kaplaması sökülmesi	M ²	14,000	11,18	156,52
6	18.198/28	Alüminyum ve pvc den yapılan her türlü kapı ve pencere doğramasının sökülmesi	M ²	39,000	7,61	296,79
7	27.581	200 dz çimento harcıyla tesviye tabakası yapımı	M ²	162,000	10,11	1.637,82
8	B.16	Menteşenin yerine takılması	AD	33,000	2,25	74,25
9	C.01	İspanyolet takımının yerine takılması (kol dahil) 100 cm'e kadar, 2 kavramalı	AD	11	31,25	343,75
10	MSB.158	Pas payının kırılarak Donatının Açığa Çıkarılması	M ²	38,000	55,50	2.109,00
11	MSB.324	Kendiliğinden Yerleşen Beton	M ³	33,000	277,59	9.160,47
12	Y.15.001/2B	Makine ile her derinlik ve her genişlikte yumuşak ve sert toprak kazılması (derin kazı)	M ³	11,000	3,34	36,74
13	Y.15.140/04	Çakıl temin edilerek, makine ile serme, sulama ve sıkıştırma yapılması	M ³	12,000	13,03	156,36
14	Y.16.050/06	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, c 30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (beton nakli dahil)	M ³	28,000	178,78	5.005,84
15	Y.19.055/053	5 cm kalınlıkta taşıyıcı levhalar (min. 120 kg/m ³ yoğunlukta) ile dış duvarlarda dıştan ısı	M ²	128,000	54,09	6.923,52

		yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması (mantolama)				
16	Y.21.001/02	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	M ²	299,000	36,24	10.835,76
17	Y.21.050/C11	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası)	M ³	385,000	4,78	1.840,30
18	Y.21.051/C11	Ön yapımlı bileşenlerden oluşan tam güvenli, dış cephe iş iskelesi yapılması. (0,00-51,50 m arası)	M ²	545,000	7,95	4.332,75
19	Y.21.280/01	Ac1 sınıf 21 laminat yer kaplaması ile döşeme kaplaması yapılması (süpürgelik dahil)	M ²	14,000	25,84	361,76
20	Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	3,000	1.807,64	5.422,92
21	Y.23.015	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	TON	9,000	1.751,08	15.759,72
22	Y.23.152	Kare ve dikdörtgen profillerle pencere ve kapı yapılması ve yerine konulması	KG	105,000	7,23	759,15
23	Y.23.241	Plastik doğrama imalatı yapılması ve yerine konulması (sert pvc doğrama profillerinden her çeşit kapı, pencere, kaplama ve benzeri imalat)	KG	11,000	10,14	111,54
24	Y.25.003/05	Eski boyalı yüzeylere astar uygulanarak iki kat su bazlı mat boya yapılması (iç cephe)	M ²	1380,000	16,34	22.549,20
25	Y.25.003/15	Yeni siva yüzeylere astar uygulanarak iki kat su bazlı mat boya yapılması (iç cephe)	M ²	148,000	15,61	2.310,28
26	Y.25.004/05	Brüt beton, sıvalı veya eski boyalı yüzeylere, astar uygulanarak silikon esaslı grenli/tekstürlü kaplama yapılması (dış cephe)	M ²	128,000	22,31	2.855,68
27	Y.26.005/403	40 x 40 cm anma ebatlarında, her türlü desen ve yüzey özelliğinde, 1.kalite, renkli seramik yer karoları ile 3 mm derz aralıklı döşeme kaplaması yapılması (karo yapıstırıcısı ile)	M ²	147,000	37,03	5.443,41
28	Y.26.015/051	Karosimanterrazo karo ile dış mekan döşeme kaplaması yapılması (kırılma dayanımı şartları (sınıf 1) eğilme dayanımı minimum 2,8 mpa, aşınma direnç sınıfı (2-g), yüzey alanı <= 1600 cm ² , yivli-yivsiz, her renkte)	M ²	6,000	61,80	370,80
29	Y.26.017/101	10x15x50 cm boyutlarında andezit bordür temini ve yerine döşenmesi	MT	4,900	33,96	166,40
30	Y.26.020/012A	3 cm kalınlığında renkli mermer levha ile döşeme kaplaması yapılması (3cmx30-40-50cmxserbest boy) (honlu veya cilalı)	M ²	2,100	118,13	248,07
31	Y.27.501/01	250/350 kg çimento dozlu kaba ve ince harçla siva yapılması (dış cephe sıvası)	M ²	87,500	26,19	2.291,63
32	Y.27.501/02	200/250 kg kireç/çimento karışımı kaba ve ince harçla siva yapılması (iç cephe sıvası)	M ²	147,300	23,28	3.429,14
33	Y.28.645/C02	Pvc ve alüminyum doğramaya profil ile 4+4 mm kalınlıkta 12 mm ara boşluklu çift camlı pencere ünitesi takılması	M ²	6,550	59,78	391,56
34	YFZ-1	Q20-Q24 Düz veya Nervürlü Demirle Epoksi ile Filiz Ekimi (30 cm Derinlikte)	ADET	720,000	25,28	18.201,60
35	YFZ-2	Q20-Q24 Düz veya Nervürlü Demirle Epoksi ile Filiz Ekimi (40 cm Derinlikte)	ADET	552,000	29,09	16.057,68
36	YFZ-3	Q20-Q24 Düz veya Nervürlü Demirle Epoksi ile Filiz Ekimi (50 cm Derinlikte)	ADET	205,000	32,90	6.744,50
Toplam						153.255,82

2017 Birim Fiyatlarına Göre artış = 1,12 (Yİ-ÜFE Genel endeksine göre hesaplanır.)
Yapı İnşaat Güçlendirme Maliyeti = 153.255,82 TL * 1,12 = 171.646,52 TL

5.3. Uluborlu Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi

Isparta ili Uluborlu ilçesin de bulunan Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi binası dilatasyonsuz Bodrum + Zemin + 1 Normal kattan oluşan betonarme karkas yapı olduğu tespit edilmiş.



Şekil 5.15. Uluborlu Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi

5.3.1. Malzeme özellikleri ve yapılan tespitler

İncelenen Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi binası oturum alanı $593,75 \text{ m}^2$, inşaat alanı ise $1328,00 \text{ m}^2$ 'dir. Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi binası Bodrum + Zemin + 1 Normal kattan oluşan betonarme karkas yapıda yapısal sistemde merdiven kovası kenarlarında 2 adet deprem perdesinin mevcut olduğu, yapının bodrum katının toprağa gömülü olmadığı ve yapının faal olarak kullanıldığı tespit edilmiş. Yapının taşıyıcı sisteminin kolon-kirişten teşkil, betonarme kirişli döşemeli çerçevesi yapı olarak teşkil edildiği tespit edilmiş. Temel sistemi açılan temel çukurları ile kontrol edilmiş olup açılan temel çukurlarında yapının 60 cm derinliğinde sürekli temelden teşkil edildiği tespit edilmiş. Yapıda kullanılan donatının ana taşıyıcı elemanlarda St-III nervürlü donatı olduğu görülmüştür. Yapılan incelemelerde kolon ve kirişlerde etriye sıklaştırmasının yapıldığı, etriye aralıklarının kolonlarda ve kirişlerde ortalama

açıklık bölgesinde 20 cm ara ile, sıklaştırma bölgesinde ise 10 cm ara ile teşkil edildiği tespit edilmiş.

Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi binası kolonlarında ağırlıklı 14-16 mm nervürlü boyuna donatının kullanıldığı, etriyelerin ise 8mm nervürlü donatıdan kullanıldığı tespit edilmiş. Kirişlerde ise ağırlıklı 14 mm taşıyıcı donatı, etriyelerinin ise 8mm nervürlü donatıdan teşkil edildiği tespit edilmiş. Yapılan tespitlere ilişkin donatı tespit tutanakları ekte bulunmaktadır. Taşıyıcı elemanlar donatı oranının %1 mertebesinde olduğu tespit edilmiş olup hesaplar bu donatı oranı dikkate alınarak, yerindeki donatı miktarları esas alınarak yapılmış. Binanın Türk Standartlarının öngördüğü şekilde mimari projelerdeki kullanım alanları dikkate alınarak ölü yük, hareketli yük ve deprem yükleri altında, taşıyıcı sistemlerinin mevcut durumu göz önüne alınarak 3 boyutlu bilgisayar modelleri hazırlanmış. Mevcut yapıların taşıyıcı sistemleri, elde edilen analiz sonuçları ve mevcut eleman donatıları ve dayanımları ve mevcut zemin etüt parametreleri dikkate alınarak tahkik edilmiş. Yapıya ait analizlerde donatı çeliği St-III ($f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$), etriyeler için de St-III ($f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$) olarak alınmış.

Zemin Grubu	: C
Yerel Zemin Sınıfı	: Z3
Sektrum Karakteristik Periyodu	: $T_a = 0.15 - T_b: 0.60$
Etkin Yer İvme Katsayısı	: $A_0 = 0.40$
Zemin Yatak Katsayısı	: 1560 t/m^3
Zemin Emniyet Gerilmesi	: 1.30 kg/cm^2 olduğu tespit edilmiştir.

Yapının temel sistemi açılan temel çukurları ile kontrol edilmiş olup açılan temel çukurlarında yapının 60 cm derinliğinde sürekli temelden teşkil edildiği tespit edilmiş.



Şekil 5.16. Bina giriş sıyırma ve çukur gözlemi

5.3.2. Mevcut yapının hesabı

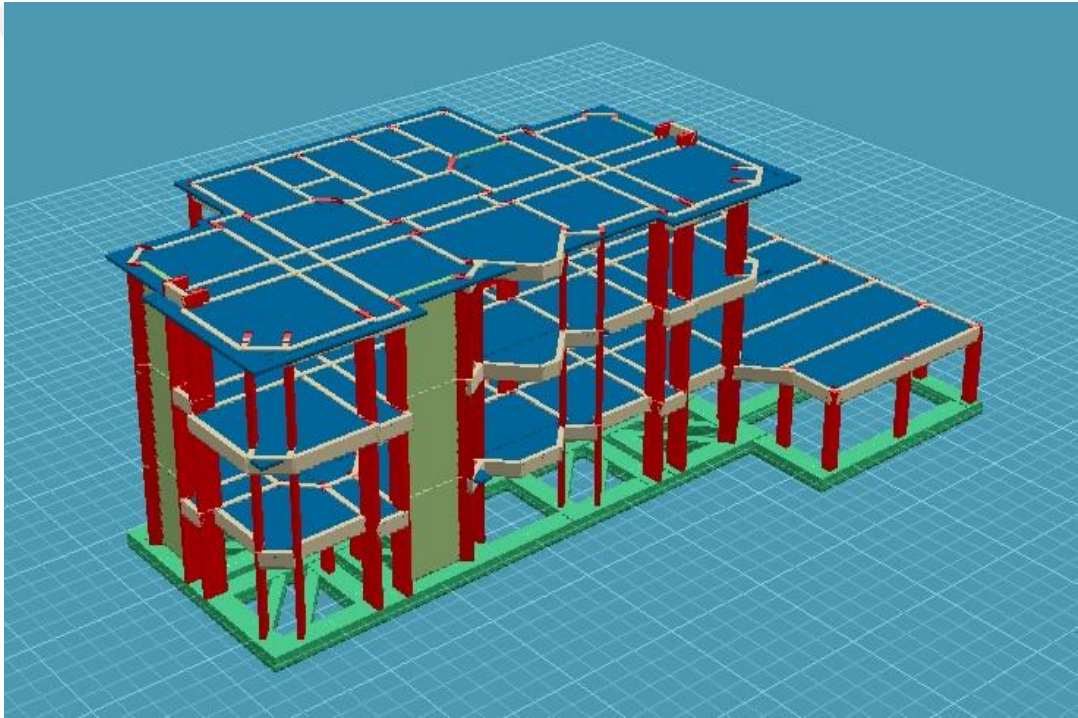
Taşıyıcı yapılar, mevcut yapı özellikleri ile modellenmiş ve 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre deprem yükleri hesaplanmıştır. Isparta İli Uluborlu ilçesi deprem haritasında 1. derecede deprem bölgesine giren inşaat alanında yapı Tipi Süneklik Düzeyi Normal için $R=1,0$ (Mevcut eleman hesaplarında) $R=4,0$ (Güç. Yapı hesaplarında) , bilgi düzeyi katsayısı ise orta bilgi düzeyi için 0,90 olarak alınmıştır. Yapı deprem yükleri ve yük kombinasyonları ek hesap raporlarında detaylı verilmiştir.

5.3.3. Mevcut yapının tahkiki ve sonuç

Mevcut binanın statik hesap raporları incelenmiştir. Isparta ili Uluborlu ilçesinde bulunan Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi binasının 2007 Türk deprem Yönetmeliğinde istenen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremde 'eğitim' binalarında aranan performans seviyesi olan "Hemen kullanım" performansını, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremde 'eğitim' binalarında aranan performans seviyesi olan "Can güvenliği" performansını sağlamadığı tespit edilmiş olup yapının muhtemel deprem durumunda can güvenliği ve göçme öncesi performans seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.

5.4.4. Güçlendirme

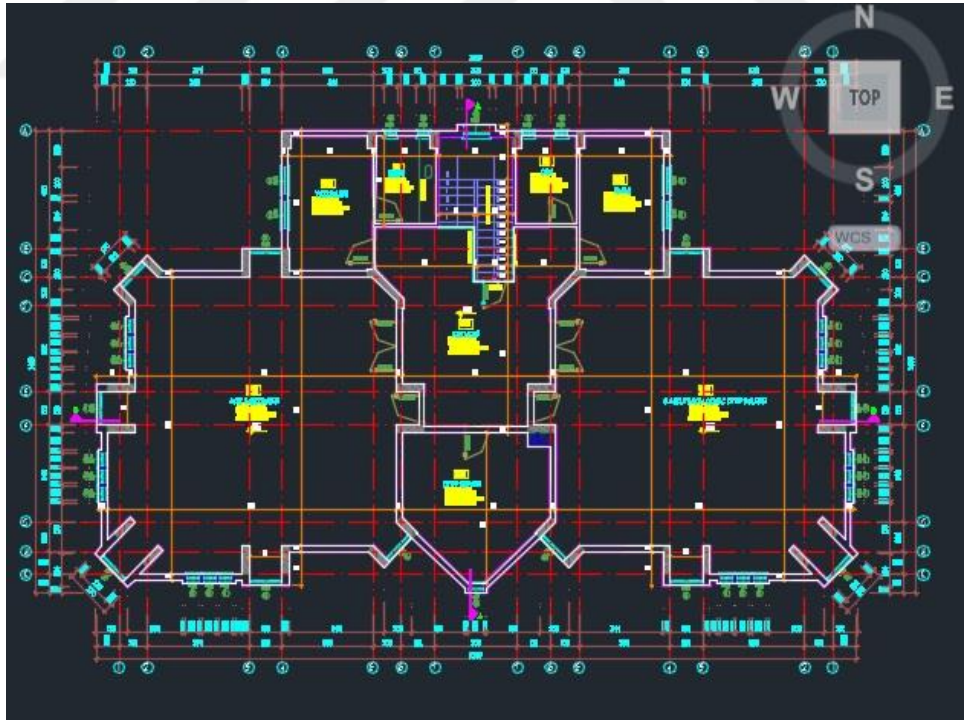
Yapılan güçlendirme projesi kapsamında yapıya deprem esnasında mümkün olduğunca burulma almasına imkan vermeyecek yerleşimde deprem perdeleri ilave edilmiş. Binanın temel sisteminin yeterli gelmesi sebebi ile takviye edilmesine ihtiyaç duyulmamış. Yapının performans seviyesi 2007 Türk deprem yönetmeliğinde ön görülen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremde ‘eğitim’ yapılarında aranan performans seviyesi olan “Hemen kullanım” performans seviyesine, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremde ‘eğitim’ yapılarında aranan performans seviyesi olan “Can güvenliği” performans seviyesine çıkartılmış.



Şekil 5.17. Güçlendirme projesi 3 boyutlu görünüş



Şekil 5.18. Bodrum kat planı



Şekil 5.19. Zemin ve 1. kat planı

5.3.4. Yapı güçlendirme maliyet hesabı

Çizelge 5.3. Uluborlu Alaaddin Keykubad İlçe Halk Kütüphanesi güçlendirme maliyeti

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (2016)	Tutarı
1	18.183	Patlayıcısız çimento harçlı kargir, horasan inşaat yıkımı	M ³	22,60	69,38	1.567,99
2	18.185	Patlayıcısız demirli demirsiz beton inşaat yıkımı	M ³	2,15	143,38	308,55
3	18.195	Her türlü ahşap kapı,pencere,camekan sökülmesi	M ²	1,95	8,63	16,83
4	18.198/11	Her kalınlıkta mermer, traverten, terrazo karo ve andezit kaplama sökülmesi	M ²	8,50	9,14	77,69
5	18.198/12	Seramik, fayans vb. kaplama sökülmesi	M ²	2,75	10,33	28,41
6	18.198/17	Ahşap parke ve ahşap döşeme kaplaması sökülmesi	M ²	1,59	11,18	17,78
7	18.198/28	Alüminyum ve pvc den yapılan her türlü kapı ve pencere doğramasının sökülmesi	M ²	26,52	7,61	201,82
8	26.041/MK	Beyaz çimentolu, düz veya desenli, her renkte, her ebat ve kalınlıkta, çift tabakalı terrazo karo plak (karo mozayik - sınıf 2) ile iç mekanlarda döşeme kaplaması yapılması (250x250mm/300x300mm/330x330mm vb. ebatlarda)	M ²	0,89	25,08	22,32
9	26.302	3 cm traverten plakla döşeme kaplaması yapımı	M ²	8,60	49,63	426,82
10	27.581	200 dz çimento harcıyla tesviye tabakası yapımı	M ²	16,90	10,11	170,86
11	MSB.158	Paspayının Kırılarak Donatının Açığa Çıkarılması	M ²	27,90	55,50	1.548,45
12	MSB.324	Kendiliğinden Yerleşen Beton	M ³	28,50	277,59	7.911,32
13	Y.19.055/053	5 cm kalınlıkta taşıyıcı levhalar (min. 120 kg/m ³ yoğunlukta) ile dış duvarlarda dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması (mantolama)	M ²	1148,00	54,09	62.095,32
14	Y.21.001/02	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	M ²	218,60	36,24	7.922,06
15	Y.21.050/C11	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası)	M ³	176,96	4,78	845,87
16	Y.21.051/C11	Ön yapımlı bileşenlerden oluşan tam güvenli, dış cephe iş iskelesi yapılması. (0,00-51,50 m arası)	M ²	1318,52	7,95	10.482,23
17	Y.21.280/01	Ac1 sınıf 21 laminat yer kaplaması ile döşeme kaplaması yapılması (süpürgelik dahil)	M ²	1,76	25,84	45,48
18	Y.22.001/01	Ahşaptan masif tablalı iç kapı kasa ve pervazı yapılması yerine konulması	M ²	1,65	111,76	184,40
19	Y.22.009/03	Laminat kaplamalı, iki yüzü odun lifinden yapılmış levhalarla (mdf) presli, kraft dolgulu iç kapı kanadı yapılması, yerine takılması	M ²	4,10	143,68	589,38
20	Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	1,95	1.807,64	3.524,90
21	Y.23.015	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	TON	3,86	1.751,08	6.759,17
22	Y.23.152	Kare ve dikdörtgen profillerle pencere ve kapı yapılması ve yerine konulması	KG	11,45	7,23	82,78

23	Y.23.241	Plastik doğrama imalatı yapılması ve yerine konulması (sert pvc doğrama profillerinden her çeşit kapı, pencere, kaplama ve benzeri imalat)	KG	44,20	10,14	448,19
24	Y.25.003/05	Eski boyalı yüzeylere astar uygulanarak iki kat su bazlı mat boya yapılması (iç cephe)	M ²	1926,32	16,34	31.476,07
25	Y.25.003/15	Yeni sıva yüzeylere astar uygulanarak iki kat su bazlı mat boya yapılması (iç cephe)	M ²	136,20	15,61	2.126,08
26	Y.25.004/05	Brüt beton, sıvalı veya eski boyalı yüzeylere, astar uygulanarak silikon esaslı grenli/tekstürlü kaplama yapılması (dış cephe)	M ²	1148,50	22,31	25.623,04
27	Y.27.501/01	250/350 kg çimento dozlu kaba ve ince harçla sıva yapılması (dış cephe sıvası)	M ²	21,20	26,19	555,23
28	Y.27.501/02	200/250 kg kireç/çimento karışımı kaba ve ince harçla sıva yapılması (iç cephe sıvası)	M ²	136,50	23,28	3.177,72
29	YFZ-1	Q20-Q24 Düz veya Nervürlü Demirle Epoksi ile Filiz Ekimi (30 cm Derinlikte)	ADET	452,00	25,28	11.426,56
30	YFZ-2	Q20-Q24 Düz veya Nervürlü Demirle Epoksi ile Filiz Ekimi (40 cm Derinlikte)	ADET	61,00	29,09	1.774,49
31	YFZ-3	Q20-Q24 Düz veya Nervürlü Demirle Epoksi ile Filiz Ekimi (50 cm Derinlikte)	ADET	122,00	32,90	4.013,80
Toplam						185.451,59

2017 birim fiyatlarına göre artış = 1,12 (Yİ-ÜFE Genel endeksine göre hesaplanır.)

Yapı inşaat güçlendirme maliyeti = 185.451,59 TL * 1,12 = 207.705,78 TL

5.4. Gelendost H. Avni Paşa Halk Kütüphanesi Binası

Isparta ili Gelendost ilçesin de bulunan H. Avni Paşa Halk Kütüphanesi Binası Kısmi Bodrum + Zemin + 1 normal kattan oluşan betonarme yapı olarak inşa edilmiş.



Şekil 5.20. Gelendost H. Avni Paşa Halk Kütüphanesi

5.4.1. Malzeme özellikleri ve yapılan tespitler

Yapıda Kasım 2016 da röleve, hasar tespit çalışmaları, hasarlı ve hasarsız donatı tespitleri, sondajlı jeolojik zemin etüt çalışması, beton basınç dayanımının tespiti için karot numuneleri alımı yapılarak laboratuvar ortamında kırılmış ve beton basınç dayanımları tespit edilmiştir. Malzeme incelemeleri ve tespitler dikkate alınarak 2007 Deprem Yönetmeliğine göre yapılan analiz ve tahkikler neticesinde, mevcut yapının deprem güvenliği tespiti yapılmış. Mevcut yapının statik kalıp planları ve mimari röleve planları çıkartılmış. İncelenen yapı inşaat alanı 568 m² olduğu tespit edilmiştir. Binanın Türk Standartlarının öngördüğü şekilde mimari projelerdeki kullanım alanları dikkate alınarak ölü yük, hareketli yük ve deprem yükleri altında, taşıyıcı sistemlerinin mevcut durumu göz önüne alınarak 3 boyutlu bilgisayar modelleri hazırlanmış. Mevcut yapıların taşıyıcı sistemleri, elde edilen analiz sonuçları ve mevcut eleman donatıları ve dayanımları ve mevcut zemin etüt parametreleri dikkate alınarak tahkik edilmiş. H. Avni Paşa Halk Kütüphanesi binası Bodrum + Zemin + 1 Normal kattan oluşan betonarme karkas yapıda yapısal sistemde deprem perdelerinin bulunmadığı, yapının kısmi bodrum katınının 50 cm kalınlığında taş duvardan teşkil edildiği ve yapının faal olarak kullanıldığı tespit edilmiş. Yapının taşıyıcı sisteminin kolon-kirişten teşkil, betonarme kirişli döşemeli çerçeveli yapı olarak teşkil edildiği tespit edilmiştir.

DBYBHY (2007), yönetmeliğe göre de yapılması gereken etriye sıklaştırmasına rastlanılmış. Genelde etriye aralıklarının kolonlarda 20 cm ara ile teşkil edildiği, kirişlerde ise etriye sıklaştırmasının yapıldığı ve açıklık bölgesinde 20 cm ara ile sıklaştırma bölgesinde ise 10 cm ara ile teşkil edildiği tespit edilmiş.

H. Avni Paşa Halk Kütüphanesi binası kolonlarında ağırlıklı 14 mm nervürsüz boyuna donatının kullanıldığı, etriyelerin ise 8mm nervürsüz donatıdan kullanıldığı tespit edilmiş. Kirişlerde ise 12-14 mm taşıyıcı donatı, etriyelerinin ise 8mm nervürsüz donatıdan teşkil edildiği tespit edilmiş. Yapılan tespitlere ilişkin donatı tespit tutanakları ekte bulunmaktadır. Taşıyıcı elemanlar donatı oranının %1 mertebesinde olduğu tespit edilmiş olup hesaplar bu donatı oranı dikkate alınarak, yerindeki donatı miktarları esas alınarak yapılmıştır.

Yapıya ait analizlerde donatı çeliği St-I ($f_y = 2200 \text{ kg/cm}^2$), etriyeler için de St-I ($f_y = 2200 \text{ kg/cm}^2$) olarak alınmış.

Yapının oturduğu zemin yapısının tespiti amacıyla sondajlı jeolojik zemin etüt çalışması yapılmış olup detaylı zemin etüt raporu bulunmaktadır.

Yerel Zemin Sınıfı	: Z3
Spektrum Karakteristik Periyodu	: $T_a = 0.15 - T_b: 0.60$
Etkin Yer İvme Katsayısı	: $A_0 = 0.40$
Zemin Yatak Katsayısı	: 1920 t/m^3
Zemin Emniyet Gerilmesi	: $1,60 \text{ kg/cm}^2$ olduğu tespit edilmiştir.

Yapının temel sistemi açılan temel çukurları ile kontrol edilmiş olup açılan temel çukurlarında yapının 30 cm derinliğinde sürekli temelden teşkil edildiği tespit edilmiş.



Şekil 5.21. Bina giriş sıyırma ve çukur gözlemi

5.4.2. Mevcut yapının hesabı

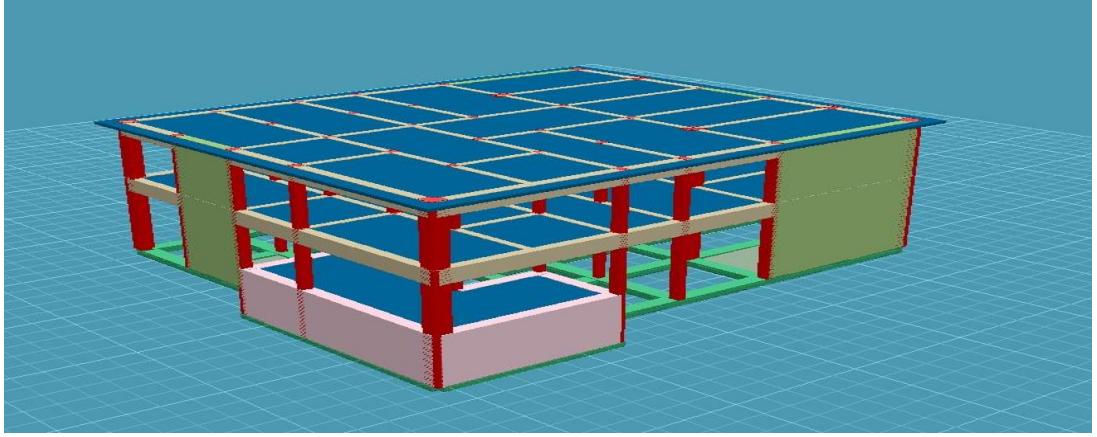
Isparta ili Gelendost ilçesin de bulunan H. Avni Paşa Halk Kütüphanesi binasının 2007 Türk deprem Yönetmeliğinde istenen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremde

‘eğitim’ binalarında aranan performans seviyesi olan “Hemen kullanım” performansını, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremde ‘eğitim’ binalarında aranan performans seviyesi olan “Can güvenliği” performansını sağlamadığı tespit edilmiş olup yapının muhtemel deprem durumunda göçme durumu performans seviyesinde olduğu tespit edilmiş.

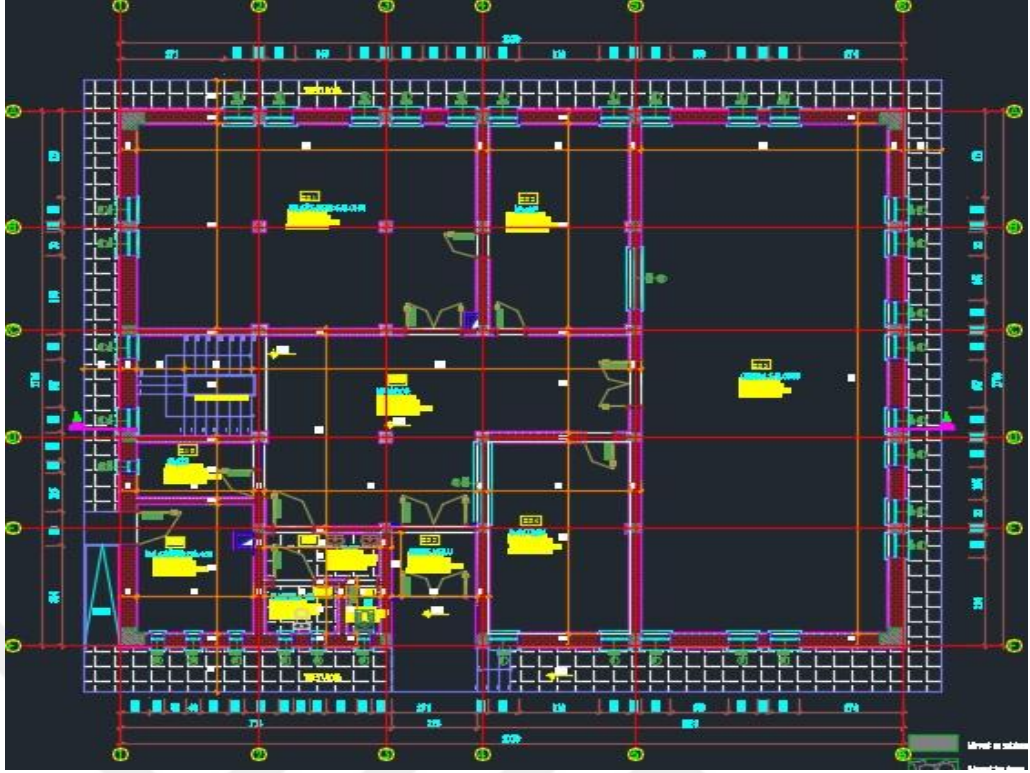
5.4.3.Güçlendirme

Yapılan güçlendirme projesi kapsamında yapıya deprem esnasında mümkün olduğunca burulma almasına imkan vermeyecek yerleşimde deprem perdeleri ilave edilmiş. Binanın temel sistemi ilave edilen perdelerden gelen yüklerin karşılanması amacıyla kısmi radye temele çevrilmiş.

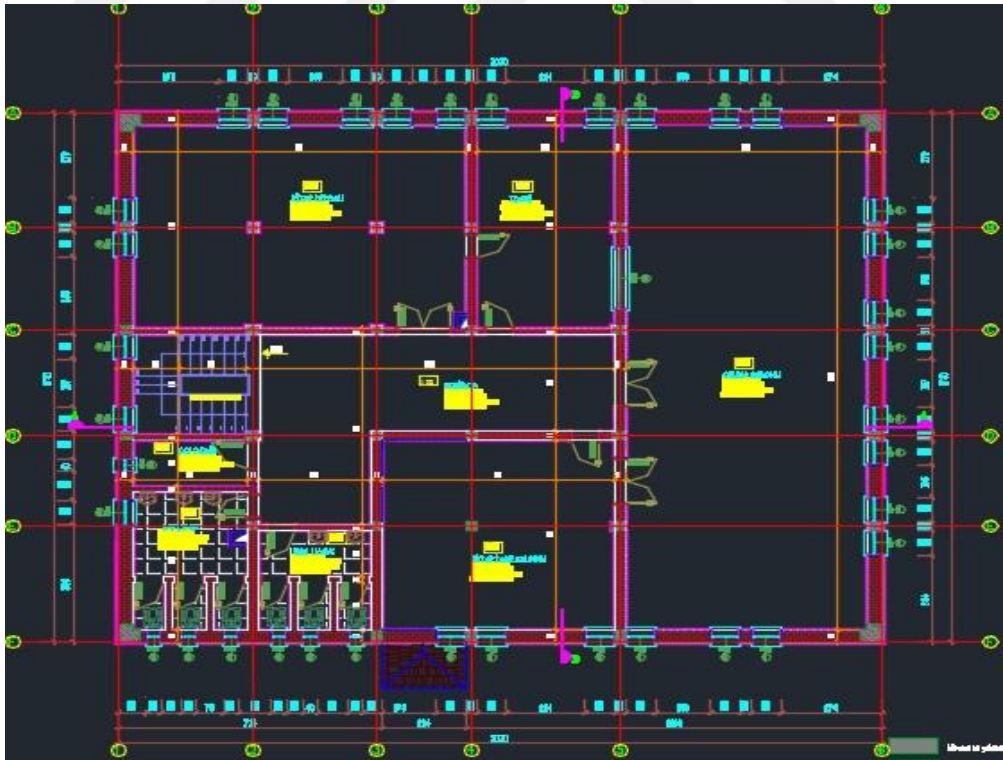
Yapının performans seviyesi 2007 Türk deprem yönetmeliğinde ön görülen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremde ‘eğitim’ yapılarında aranan performans seviyesi olan “Hemen kullanım” performans seviyesine, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremde ‘eğitim’ yapılarında aranan performans seviyesi olan “Can güvenliği” performans seviyesine çıkartılmış.



Şekil 5.22. Güçlendirme projesi 3 boyutlu görünüş



Şekil 5.23. Bodrum kat planı



Şekil 5.24. Zeminkat planı

5.4.4. Yapı güçlendirme maliyet hesabı

Çizelge 5.4. Gelendost H. Avni Paşa İlçe Halk Kütüphanesi güçlendirme maliyeti

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (2016)	Tutarı
1	14.012/2	El ile her derinlikte yumuşak ve sert toprakta dar derin kazı yapılması	M ³	63,540	38,16	2.424,69
2	18.183	Patlayıcısız çimento harçlı kargir, horasan inşaat yıkımı	M ³	42,650	69,38	2.959,06
3	18.185	Patlayıcısız demirli demirsiz beton inşaat yıkımı	M ³	10,420	143,38	1.494,02
4	18.198/17	Ahşap parke ve ahşap döşeme kaplaması sökülmesi	M ²	223,500	11,18	2.498,73
5	18.198/28	Alüminyum ve pvc den yapılan her türlü kapı ve pencere doğramasının sökülmesi	M ²	21,800	7,61	165,90
6	27.581	200 dz çimento harcıyla tesviye tabakası yapımı	M ²	10,540	10,11	106,56
7	MSB.158	Paspayının Kırılarak Donatının Açığa Çıkarılması	M ²	83,500	55,50	4.634,25
8	MSB.324	Kendiliğinden Yerleşen Beton	M ³	47,230	277,59	13.110,58
9	Y.16.050/06	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, c 30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (beton nakli dahil)	M ³	25,500	178,78	4.558,89
10	Y.19.055/053	5 cm kalınlıkta taşıyıcı levhalar (min. 120 kg/m ³ yoğunlukta) ile dış duvarlarda dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması (mantolama)	M ²	125,400	54,09	6.782,89
11	Y.21.001/02	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	M ²	261,200	36,24	9.465,89
12	Y.21.050/C11	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası)	M ³	381,200	4,78	1.822,14
13	Y.21.051/C11	Ön yapımlı bileşenlerden oluşan tam güvenli, dış cephe iş iskelesi yapılması. (0,00-51,50 m arası)	M ²	510,100	7,95	4.055,30
14	Y.21.280/01	Ac1 sınıf 21 laminat yer kaplaması ile döşeme kaplaması yapılması (süpürgelik dahil)	M ²	223,500	25,84	5.775,24
15	Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	1,852	1.807,64	3.347,75
16	Y.23.015	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	TON	9,600	1.751,08	16.810,37
17	Y.23.152	Kare ve dikdörtgen profillerle pencere ve kapı yapılması ve yerine konulması	KG	112,200	7,23	811,21
18	Y.23.241	Plastik doğrama imalatı yapılması ve yerine konulması (sert pvc doğrama profillerinden her çeşit kapı, pencere, kaplama ve benzeri imalat)	KG	273,540	10,14	2.773,70
19	Y.25.003/05	Eski boyalı yüzeylere astar uygulanarak iki kat su bazlı mat boya yapılması (iç cephe)	M ²	1072,320	16,34	17.521,71
20	Y.25.003/15	Yeni sıva yüzeylere astar uygulanarak iki kat su bazlı mat boya yapılması (iç cephe)	M ²	132,150	15,61	2.062,86
21	Y.25.004/05	Brüt beton, sıvalı veya eski boyalı yüzeylere, astar uygulanarak silikon esaslı grenli/tekstürlü kaplama yapılması (dış cephe)	M ²	447,960	22,31	9.993,99
22	Y.26.020/042A	3 cm kalınlığında renkli mermer levha ile dış denizlik yapılması (3cmx30-40-50cmxserbest boy) (honlu veya cilalı)	M ²	3,960	164,49	651,38

23	Y.26.020/052A	3 cm kalınlığında renkli mermer levha ile parapet yapılması (3cmx30-40-50cmxserbest boy) (honlu veya cilalı)	M ²	2,610	170,80	445,79
24	Y.27.501/01	250/350 kg çimento dozlu kaba ve ince harçla sıva yapılması (dış cephe sıvası)	M ²	111,850	26,19	2.929,35
25	Y.27.501/02	200/250 kg kireç/çimento karışımı kaba ve ince harçla sıva yapılması (iç cephe sıvası)	M ²	134,070	23,28	3.121,15
26	Y.28.645/C02	Pvc ve alüminyum doğramaya profil ile 4+4 mm kalınlıkta 12 mm ara boşluklu çift camlı pencere ünitesi takılması	M ²	10,223	59,78	611,13
27	YFZ-1	Q20-Q24 Düz veya Nervürlü Demirle Epoksi ile Filiz Ekimi (30 cm Derinlikte)	ADET	645,000	25,28	16.305,60
28	YFZ-2	Q20-Q24 Düz veya Nervürlü Demirle Epoksi ile Filiz Ekimi (40 cm Derinlikte)	ADET	792,000	29,09	23.039,28
Toplam						160.279,37

2017 Birim Fiyatlarına Göre artış = 1,12 (Yİ-ÜFE Genel endeksine göre hesaplanır.)

Yapı İnşaat Güçlendirme Maliyeti = 160.279,37 TL * 1,12 = 179.512,89 TL

5.5. Burdur İli Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Lojmanları

Bu çalışma Burdur İli Bahçelievler Mahallesi Hare Sok. Tarım Lojmanı adresinde yer alan Gıda ve Tarım Hayvancılık İl Müdürlüğü Lojman binası için 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (D.B.Y.Y.H.Y.) esaslarına dayandırılarak deprem performansını(Hemen Kullanım ve Can Güvenliği) sağlayıp sağlamadığının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.



Şekil 5.25. Burdur İli Gıda Tarım Ve Hayvancılık Müdürlüğü Lojmanları

5.5.1. Malzeme özellikleri ve yapılan tespitler

Lojman binası bodrum kat, zemin kat, 1., 2., 3., 4. normal katlardan oluşmuştur. Bodrum kat 2.6 m civarında altta kalmış. Bodrum katta donatılı perdeye rastlanılmamıştır. Binanın yapım yılı 1987-90 yılları arasındadır. Bina ile ilgili olarak 3 yatak odalı kaloriferli tip sosyal konut betonarme tatbikat projesine ulaşılmıştır. Fakat mevcut statik tip projeler içerisinde yeterli bilgi yer almamaktadır. Kat yüksekliklerinde farklılıklar tespit edilmiş, bodrum katta 3,74 m diğer katlarda döşeme üstü 2,72 metredir. Yaptırılan laboratuvar hizmetinde yeterli miktarda çukur açtırılmış ve temel sisteminin projeye uygun olduğu saptanmıştır. Yapı bu haliyle çözülmüştür. Bina projesi tip proje fakat eksik olarak mevcuttur. Bina geometrisi hakkında bilgi toplanmış ve belirtilmiştir. Binadan yeterli sayıda karot alınmış. Binadaki kolonlarda ve kirişlerde donatı tespiti yaptırılmıştır. Kullanılan Demir STI olup demirlerde etriye sıklaştırması gözlenmiş ve çoğunluğunda korozyona rastlanmıştır.

5.5.2. Mevcut yapının hesabı

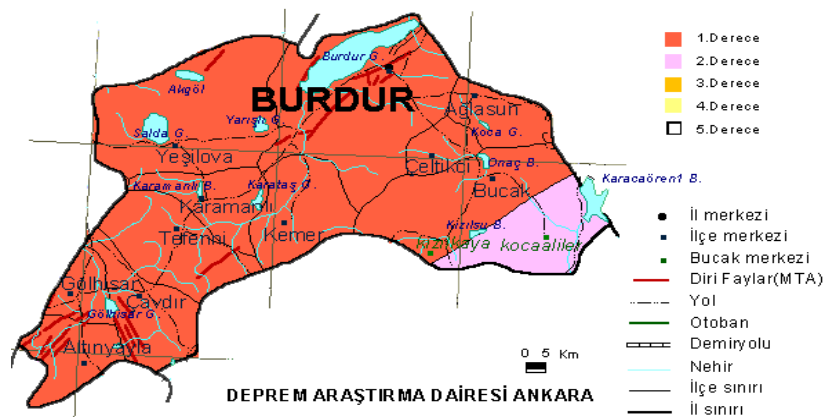
R:1 spektrum 1 (olma olasılığı 50 yılda %10 olan depreme karşı) e göre Bina Hemen Kullanım vermesi gerekirken Göçme Durumu vermiştir. Aşağıda görüldüğü gibi X yönünde ve Y yönünde Hemen Kullanım vermemektedir. R:1 spektrum 1.5 (olma olasılığı 50 yılda %2 olan depreme karşı) 'e göre Bina Can Güvenliği vermesi gerekirken Göçme Durumu vermiştir. Kolonlar ve kirişlerde bu madde de belirtilen sınır değerler aşılmıştır. İlimiz merkezde yer alan Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Lojmanları, Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre deprem performansı sonucu, binanın mevcut durumu "Göçme Durumu" dur.

Tüm bunlara istinaden beton değerlerinin çok düşük seviyelerde bulunması, rijit bodrum katın bulunmaması vb. gibi faktörlere göre binanın dinamik durumu (depremlili) incelenmesine gerek bile duyulmadan statik duruma göre bile 2007 A.B.Y.Y.H.Y. esaslarına uymamaktadır. Beton değerinin hayli düşük çıkması binayı olabildiğince zayıf duruma getirmiştir. Bu durum, donatı ankraj boylarını kısaltmakta, aderansı çok az olmaktadır ki donatının betona yapışmaması veya sonradan epoksi ile eklenen donatının da tam olarak görevini yapamaması anlamına

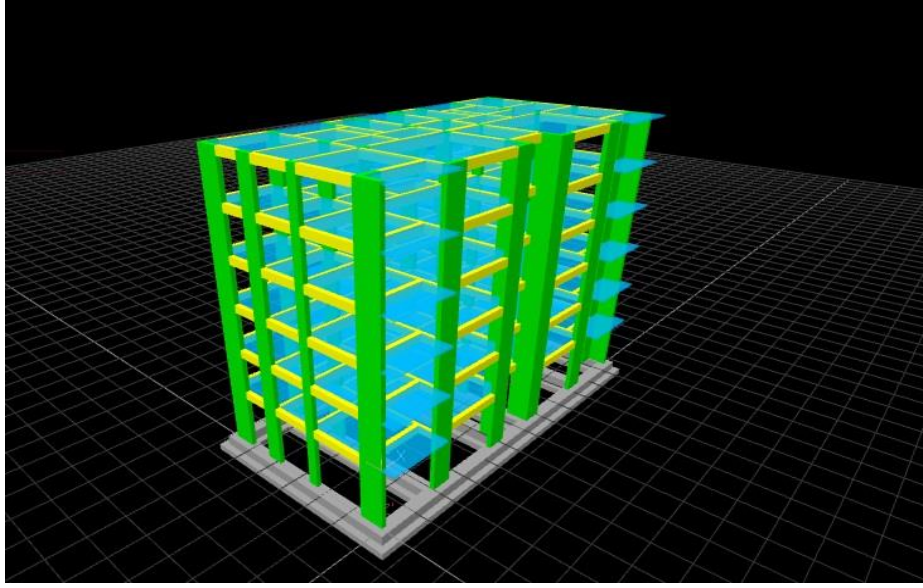
gelmektedir(rot çekme deneylerinde çoğu kez aderans sağlanmadığından donatının betonu da alarak kopardığı daha önceki tecrübelerden görülmektedir).

5.5.3. Güçlendirme

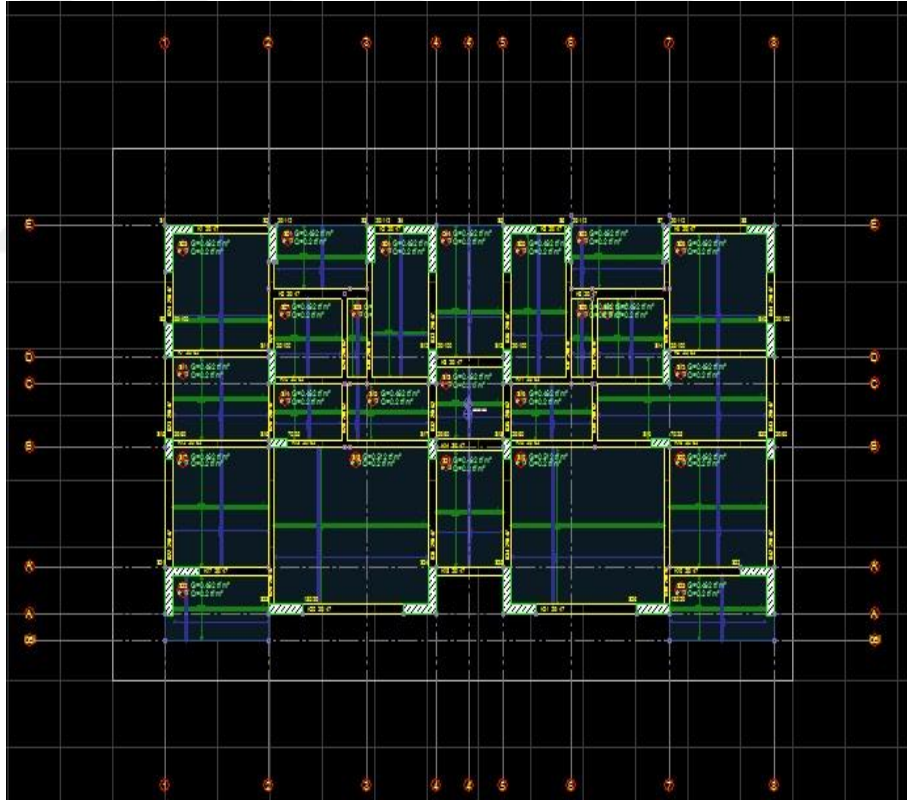
Deprem esnasında kolonlarda burulmalar meydana gelebileceğinden 2. mertebe moment etkilerine maruz kalan yapı kolon - kiriş birleşim bölgelerinden kırılacak ve statik sonuçlara göre göçme meydana getirebilecektir. Kirişlerin özellikle mafsal bölgelerinde moment taşıma kapasiteleri oldukça düşüktür. Kısacası yapı bu haliyle tüm yükleme durumlarına göre göçme bölgesindedir ve yönetmeliğin “Can Güvenliği” ve “Hemen Kullanım” kısmının her ikisini de sağlamamaktadır. Bina 2007 A.B.Y.Y.H.Y. esaslarına göre depremde büyük olasılıkla ya ağır hasar alacak ya da göçecektir. Buna bağlı olarak bina ivedilikle boşaltılmalı ve ivedilikle güçlendirme yapıp yapılmayacağı kararı verilmelidir. Yapının bu haliyle güçlendirilmesi; yapıya ait hazırlanılmış olan bu teknik raporun, yapı sahibi olan kurum idari yetkililerince ve mühendislerce kurulacak komisyonca tekrar değerlendirmesi, sonuçların irdelenmesi, beton değerinin ankrajını tutup tutmayacağı denendikten sonra karar verilmelidir. Binanın güçlendirme projelerin yapılarak güçlendirme yaklaşık maliyetin hesaplanması ve yeni bina yapılması halindeki yapı yaklaşık maliyetle oranın belirlenmesi için ivedilikle güçlendirme projelerinin yapılarak değerlendirilmesi gerekmektedir.



Şekil 5.26. Burdur İli deprem haritası



Şekil 5.27. Güçlendirme projesi 3 boyutlu görünüş



Şekil 5.28. Zemin-1-2-3-4.kat

5.5.4.Yapı güçlendirme maliyet hesabı

Çizelge 5.5. Tarım İl Müdürlüğü Lojmanları güçlendirme maliyeti

Sıra No	Poz No	Tanımı	Brm	Miktarı	Birim Fiyatı (2013)	Tutar	Pursantaj	Nakiye Dahil Pursantaj
1	14.013/2	El İle Her Derinlikte Yumuşak Ve Sert Küskülük Zeminde Dar Derin Kazı Yapılması	M ³	120	34,51	4.141,20	1,511	1,511
2	16.002/MK	200 Dozlu Demirsiz Beton	M ³	3,2	102,00	326,40	0,119	0,119
3	18.183	Patlayıcısız Çimento Harçlı Kargir, Horasan İnşaat Yıkımı	M ³	141	40,60	5.724,60	2,088	2,088
4	18.185	Patlayıcısız Demirli Demirsiz Beton İnşaat Yıkımı	M ³	10	83,90	839,00	0,306	0,306
5	18.192	Her Türlü İç Sıva Sökülmesi	M ²	238	3,26	775,88	0,283	0,283
6	18.195	Her Türlü Ahşap Kapı, Pencere, Camekan Sökülmesi	M ²	225	5,08	1.143,00	0,417	0,417
7	19.055/C2	5 cm. Kal. Yüzeyi Pür. Veya Pür. Ve Kanallı Ekstr. Pol. Xps Köpük Isı Yal. Levh. Dış Duvarl. Dıştan Isı Yal. Isı Yalıtım Sıvası (200 Kpa)	M ²	693,594	41,90	29.061,59	10,602	10,602
8	21.011	Düz Yüzeyle Beton Ve Betonarme Kalıbı	M ²	1724	19,59	33.773,16	12,321	12,321
9	21.065	İş İskelesi 0-12.50 M Yükseklikte (Duvar İçin)	M ²	154	4,34	668,36	0,244	0,244
10	25.036/1	Çıplak Bet.- İnce Sıva Üz. Astar Çekil. Akrilik Esaslı İnce Malzemeye Boyanması	M ²	583	11,68	6.809,44	2,484	2,484
11	25.048/1A	Yeni Sıva Yüzeylerine 0,350 Kg Macun Çekilerek İki Kat Su Bazlı Mat Plastik Boya Yapılması	M ²	3050	9,91	30.225,50	11,026	11,026
12	27.531/1	Kireç-Çimento Karışımı Harçla Düz Sıva Yapılması	M ²	1320	11,98	15.813,60	5,769	5,769
13	GUC.BETON	Çimento Esaslı Kendiliğinden Yerleşen Rötresiz Harç Yapılması	M ³	8,042	3.035,59	24.412,21	8,906	8,906
14	MSB.153	Bozuk Betonarme Yüzeylerin Temizlenmesi	M ²	224	14,35	3.214,40	1,173	1,173
15	MSB.158	Pas payının Kırılarak Donatının Açığa Çıkartılması	M ²	224	34,88	7.813,12	2,850	2,850
16	MSB.678/F	Q22 Düz Veya Nervür. Demirle Epoksi İle Filiz Ekimi	AD	2344	16,86	39.519,84	14,417	14,417
17	Y.16.050/06	Beton Santralinde Üretilen Veya Satın Alınan Ve Beton Pompasıyla Basılan, C 30/37 Basınç Dayanım Sınıfında Beton Dökülmesi (Beton Nakli Dahil)	M ³	226	124,98	28.245,48	10,304	10,304
18	Y.23.014	Ø 8- Ø 12 Mm Nervürlü Beton Çelik Çubuğu, Çubukların Kesilmesi, Bükülmesi Ve Yerine Konulması	TON	16,522	1.727,34	28.539,11	10,411	10,411
19	Y.23.015	Ø 14- Ø 28 Mm Nervürlü Beton Çelik Çubuğu, Çubukların Kesilmesi, Bükülmesi Ve Yerine Konulması.	TON	7,679	1.702,65	13.074,65	4,770	4,770
TOPLAM						274.120,54		100,000

2017 Birim Fiyatlarına Göre Artış =1,43 (Yİ-ÜFE Genel endeksi)

Yapı İnşaat Güçlendirme Maliyeti = 274.120,54 TL * 1,43 = 391.992,37 TL

5.6. Burdur Milli Eğitim Hizmet Binası

Burdur ili Merkez ilçesinde bulunan Burdur Milli Eğitim Hizmet binası Bodrum +Zemin+2 Normal kattan teşkil betonarme karkas yapı olduğu tespit edilmiş.



Şekil 5.29. Burdur Milli Eğitim Hizmet Binası

5.6.1. Malzeme özellikleri ve yapılan tespitler

Milli Eğitim Hizmet binasında mevcut beton dayanımının tespiti için her kattan 3 adet kolondan karot numunesi alınarak toplam 12 adet karot numunesi alınmış. Yapıda kullanılan donatının kolonlarda ve kirişlerde St-I düz donatı olduğu görülmüştür. Milli Eğitim Hizmet Binası yapısında alınan karotların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi neticesinde yapının mevcut beton kalitesinin 1200 kg/cm^2 olduğu görülmüştür. Donatı tespitleri hasarlı ve hasarsız yöntemlerle yapıldığı, 2007 Deprem Yönetmeliğine göre de yapılması gereken etriye sıklaştırmasına rastlanılmamış. Kolonlarda ve kirişlerde etriye aralıklarının ortalama 23 cm aralıklarla yerleştirildiği ve kolon kiriş birleşim bölgelerinde etriye sıklaştırmalarının yapılmadığı görülmüştür.

Milli Eğitim Hizmet Binası kolonlarında ağırlıklı 14 mm nervüzsüz boyuna donatının kullanıldığı, etriyelerin ise 8 mm nervüzsüz donatıdan kullanıldığı tespit edildiği ve kirişlerde ise 14 mm taşıyıcı donatı, etriyelerinin ise 8mm nervüzsüz donatıdan tespit edildiği görülmüştür. Yapılan tespitlere ilişkin donatı tespit tutanaklarının tutulduğu görülmüştür. Analiz hesaplarında donatı oranının %0,6 ve %0,7 aralığı mertebesinde dikkate alınarak, yapıya ait analizlerde donatı çeliği St-I ($f_y = 2200 \text{ kg/cm}^2$), etriyeler için de St-I ($f_y = 2200 \text{ kg/cm}^2$) olarak alındığı görülmüştür.

Yapının zemin araştırmaları ve temel durumu incelemesinin yapıldığı, yapının oturduğu zemin yapısının tespiti amacıyla sondajlı jeolojik zemin etüt çalışması yapıldığı, detaylı zemin etüt raporu ekte sunulduğu görülmüştür.

Zemin Grubu : C

Yerel Zemin Sınıfı : Z4

Spektrum Karakteristik Periyodu : $T_a = 0.20 - T_b:0.90$

Etkin Yer İvme Katsayısı : $A_0 = 0.40$

Zemin Yatak Katsayısı : 2000 t/m^3

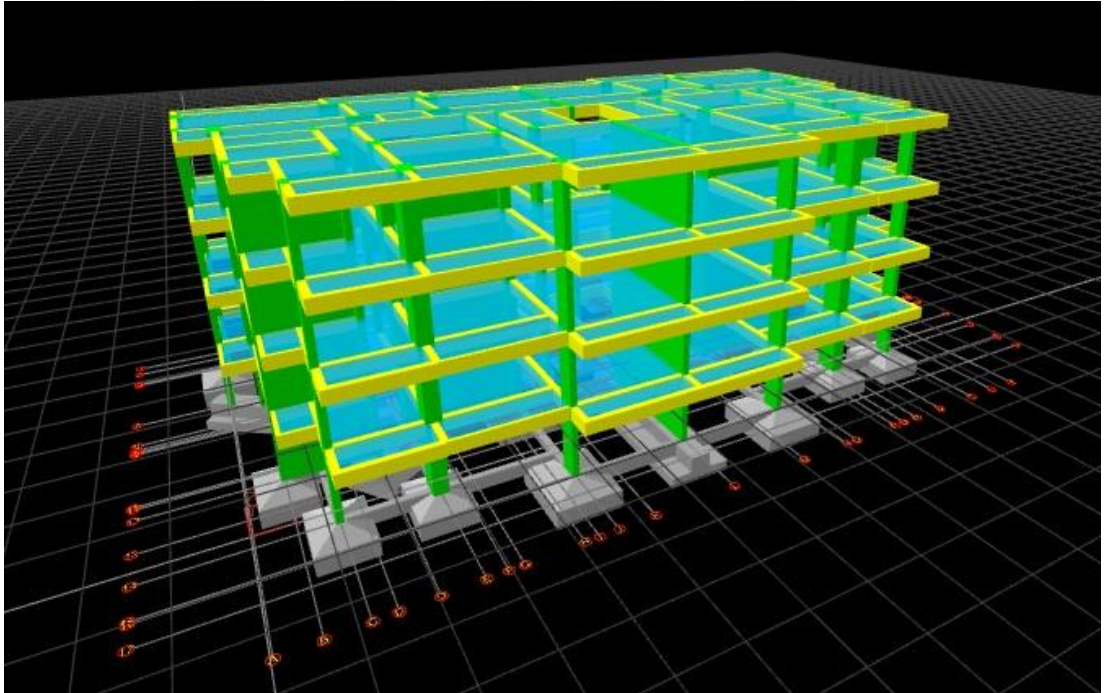
Zemin Emniyet Gerilmesi : 2.00 kg/cm^2 olduğu görülmüştür.

Yapının temel sistemi açılan temel çukurları ile kontrol edilmiş, açılan temel çukurlarında yapının 100 cm derinliğinde tekil temelden teşkil edildiği tespit edilmiş.

5.6.2. Mevcut yapının hesabı

Yapıların 3 boyutlu modellenmesi ve analizi yapılarak, yapının üç boyutlu yapı modelleri, genel amaçlı sonlu elemanlar yapı analiz programlarında hazırlanmış ve bu amaçla betonarme binalar için İdecad yapı analiz programı kullanılmış. Yapılan üç boyutlu yapı modellemeleriyle yapı davranışları daha sağlıklı elde edilmiş. Programlarda yapılan varsayımlar hesap raporunda verilmediği, yapılan analizlerde, yapıların düşey yükler (zati yükler ve hareketli yükler) altında analizleri ve depremin x ve y doğrultusundan gelmesi hali ile tüm kombinasyonlar için analizleri yapıldığı, tahkik hesaplarında kritik kuvvetler dikkate alınarak tüm yük

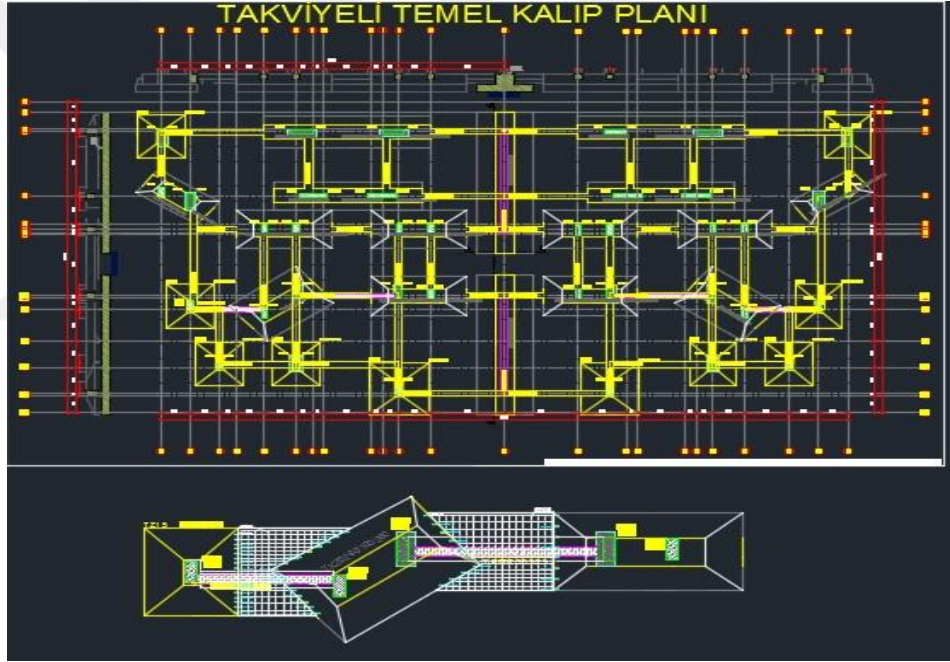
kombinasyonları ve analiz neticeleri ekte hesap raporları sunulularak detaylı olarak verildiği görülmüştür. Mevcut yapının hesabı yapılırken taşıyıcı yapı, mevcut yapı özellikleri ile modellenmiş ve 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre deprem yükleri hesaplanmış. Burdur ili Merkez ilçesi deprem haritasında 1. derecede deprem bölgesine giren inşaat alanında yapı Tipi Sineklik Düzeyi Normal için $R=1,0$ (Mevcut eleman hesaplarında) $R=6.0$ (Güç. Yapı hesaplarında), bilgi düzeyi katsayısı ise orta bilgi düzeyi için 0,90 olarak alındığı görülmüştür. Burdur ili Merkez ilçesinde bulunan Milli Eğitim Hizmet binasının 2007 Deprem Yönetmeliğinde istenen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremde 'eğitim' binalarında aranan performans seviyesi olan "Hemen kullanım" performansını, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremde 'eğitim' binalarında aranan performans seviyesi olan "Can güvenliği" performansını sağlamadığı tespit edilmiştir. Yapının muhtemel deprem durumunda göçme durumu performans seviyesinde olduğu tespit edildiği görülmüştür.



Şekil 5.30. 3 Boyutlu görünüş

5.6.3. Güçlendirme

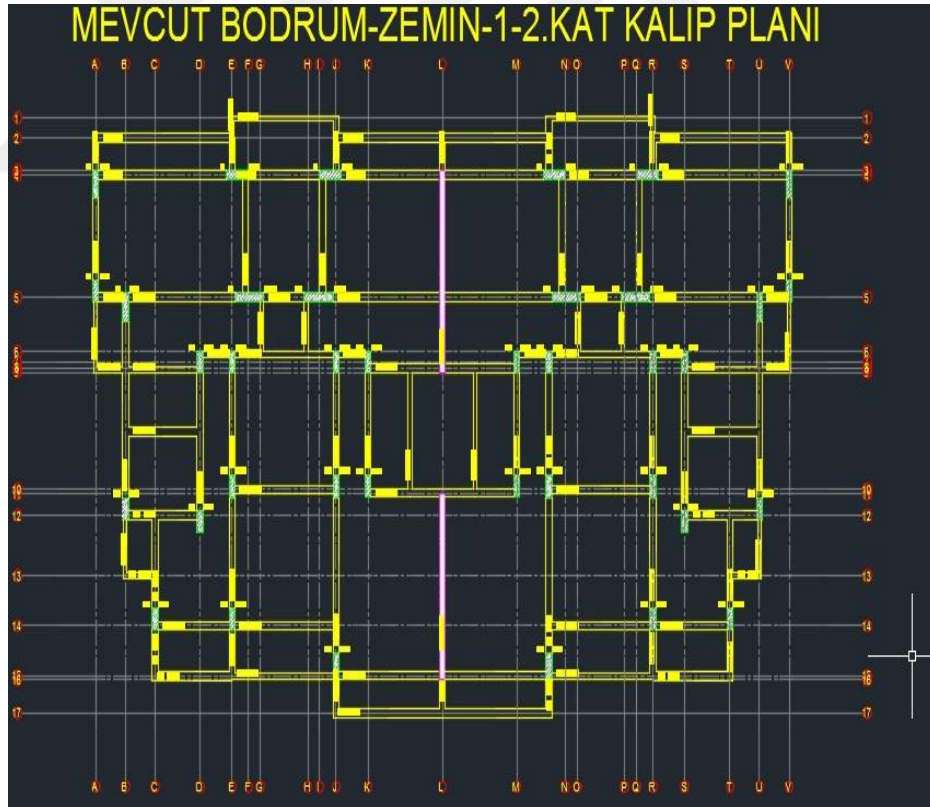
Yapılan güçlendirme projesi kapsamında yapıya deprem esnasında mümkün olduğunca burulma almasına imkan vermeyecek yerleşimde deprem perdeleri ilave edilerek, binanın temel sistemi ilave edilen perdelerden gelen yüklerin karşılanması amacıyla kısmi radye temele çevrilmiş. Yapının performans seviyesi 2007 Türk deprem yönetmeliğinde ön görülen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremde ‘eğitim’ yapılarında aranan performans seviyesi olan “Hemen kullanım” performans seviyesine, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremde” eğitim” yapılarında aranan performans seviyesi olan “Can güvenliği” performans seviyesine çıkartıldığı görülmüştür.



Şekil 5.31. Takviyeli temel kalıp planı



Şekil 5.32. Takviyeli bodrum, zemin, 1. 2.kat kalıp planı



Şekil 5.33. Bodrum, zemin, 1.2.kat kalıp planı

Çizelge 5.6. Burdur Milli Eğitim Hizmet Binası güçlendirme maliyeti

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (2011)	Tutarı	Pursantaj	Nakliye DahilPursantaj
1	14.013/2	el ile her derinlikte yumuşak ve sert küskülük zeminde dar derin kazı yapılması	M ³	9,540	28,21	269,12	0,115646	0,115646
2	16.002/MK	200 dozlu demirsiz beton	M ³	11,130	90,99	1.012,72	0,435184	0,435184
3	17.136	ocak taşı ile blokaj	M ³	4,770	53,28	254,15	0,109213	0,109213
4	18.071/2/MK	yatay delikli 19x19x13,5 cm fabrika tuğlası ile duvar yapılması (ts 4563	M ³	35,392	84,05	2.974,70	1,278282	1,278282
5	18.183	patlayıcısız çimento harçlı kargir,horasan inşaat yıkımı	M ³	35,227	35,63	1.255,14	0,539356	0,539356
6	18.185	patlayıcısız demirli demirsiz beton inşaat yıkımı	M ³	6,984	73,63	514,23	0,220974	0,220974
7	18.192	her türlü iç sıva sökülmesi	M ²	793,520	2,85	2.261,53	0,971820	0,971820
8	18.195	her türlü ahşap kapı,pencere,camekan sökülmesi	M ²	42,120	4,50	189,54	0,081449	0,081449
9	18.196/01	her türlü kiremit örtülü çatılarda kiremit aktarılması	M ²	200,000	3,76	752,00	0,323148	0,323148
10	18.198/14	çatı örtüsü altındaki ahşap kaplama tahtası sökülmesi	M ²	100,000	3,63	363,00	0,155988	0,155988
11	18.198/17	ahşap parke ve ahşap döşeme kaplaması sökülmesi	M ²	203,300	5,80	1.179,14	0,506698	0,506698
12	18.246	ahşap çatıda kiremit altına bitümlü karton sermek	M ²	10,000	2,13	21,30	0,009153	0,009153
13	21.0054/TAK	ahşap kalıp iskelesi takviye projeleri için	M ²	310,296	4,34	1.346,68	0,578693	0,578693
14	21.011/TAK	düz yüzeyli takviye kalıbı takviye projeleri için	M ²	667,270	25,51	17.022,06	7,314684	7,314684
15	21.065	iş iskelesi 0-12.50 m yükseklikte (duvar için)	M ²	252,000	3,88	977,76	0,420161	0,420161
16	21.220	çatı örtüsü altına rendesiz çam ile kaplama yapma	M ²	100,000	22,69	2.269,00	0,975030	0,975030
17	23.014/TAK	q8-q12 mm nervürlü demir imalatı(takviye prj.için)	ton	6,097	2.685,00	16.370,45	7,034676	7,034676
18	23.015/TAK	q14-q26 mm nervürlü demir imalatı(takviye prj.için)	ton	13,765	2.471,25	34.016,76	14,617612	14,617612
19	25.036/1	çıplak bet.- ince sıva üz.astar çekil.akrilik esaslı ince malzemeyle boyanması	M ²	411,136	10,19	4.189,48	1,800295	1,800295
20	25.048/1A	yeni sıva yüzeylerine macun çekilerek 2 kat plastik boya yapılması	M ²	828,446	8,81	7.298,61	3,136344	3,136344

21	27.531/1	kireç-çimento karışımı harçla düz sıva yapılması	M ²	1063,088	10,14	10.779,71	4,632235	4,632235
22	27.535/1	alt 350dz çim.üst 0.1m ³ \250kg.krç-çim.tavan sıvası	M ²	34,926	9,80	342,27	0,147080	0,147080
23	3104	her renk lamine levha ile kaplama yapılması	M ²	187,320	41,29	7.734,44	3,323628	3,323628
24	MSB.153	bozuk betonarme yüzeylerin temizlenmesi	M ²	651,952	11,88	7.745,19	3,328247	3,328247
25	MSB.324	kendiliğinden yerleşen beton	M ³	85,240	241,55	20.589,72	8,847772	8,847772
26	MSB.678/E	q20 düz veya nervür.demirle epoksi ile filiz ekimi	AD	82,000	14,02	1.149,64	0,494021	0,494021
27	MSB.678/F	q22 düz veya nervür.demirle epoksi ile filiz ekimi	AD	3624,000	14,89	53.961,36	23,188164	23,188164
28	ÖZF.01.TAK	Pas payının kırılarak donatının açığa çıkarılması(takviye prj.için)	M ²	651,952	28,50	18.580,63	7,984430	7,984430
29	ÖZF.03.TAK	rötresiz genleşme betonu(takviye prj.için)	M ³	2,758	4.275,81	11.792,68	5,067526	5,067526
Toplam						227.213,01		97,637505

2017 Birim Fiyatlarına Göre Artış = 1,43

Yapı İnşaat Güçlendirme Maliyeti = 227.213,01 TL * 1,43 = 324.914,60 TL

6. ÖRNEKLEMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

6.1. İncelenen Yapıların Bilgileri

Yapılan araştırmalar ve hesaplar neticesinde yapılar hakkında bilgiler toplandı.

Çizelge 6.1. Güçlendirme maliyeti ve yapılar hakkında bilgiler

İncelenen Yapılar	Mevcut Beton Dayanımı(Mbd)	İnşaat Alanı(la)	Kat Adedi(Ka)	Zemin Emniyet Gerilmesi(Zeg)	Güçlendirme Betonu Dayanımı(Gbd)	İnşaat Güçlendirme Maliyeti(Gm)
Atabey Mahmut Kıyıcı Kütüphanesi	15,0	834,0	4,0	13,0	30,0	190.890,74 TL
Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi	17,0	834,0	4,0	14,0	30,0	171.646,52 TL
Uluborlu Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi	12,0	1328,0	3,0	13,0	30,0	207.705,78 TL
Gelendost H. Avni Paşa Halk Kütüphanesi	9,0	568,0	3,0	16,0	30,0	179.512,89 TL
Burdur İli Gıda Tarım Ve Hayvancılık Müdürlüğü Lojmanları	8,0	1656,0	6,0	15,0	30,0	391.992,37 TL
Burdur Milli Eğitim Hizmet Binası	12,0	1488,0	4,0	20,0	30,0	324.914,60 TL

Oluşturulan tablodan görüldüğü gibi güçlendirme maliyetine etki edeceği ve hızlı yaklaşım metodunun geliştirilmesinde kullanılacak parametreler verildi. Tüm bu bilgiler Lineer Regresyon Analizi ile hesaplanarak, güçlendirme maliyet hesabına formül oluşturuldu.

6.2. Bilgilerin Linear Regresyon Analizi İle Değerlendirilmesi

Çizelge 6.2. Yapı güçlendirme maliyeti Linear Regresyon Analizi formülleri

Girdiler	Mevcut Basınç Değeri(MBD),Güçlendirme Beton Dayanımı(GBD),Zemin Emniyet Gerilmesi(ZEG),ALAN(A),Kat Adedi(KA),	
Çıktı	Güçlendirme Maliyeti(GM)	
Kural	Korelasyon	Formül
functions. Isotonic Regression		
functions. Gaussian Processes		
functions. Least Med Sq		
functions. Linear Regression	0	$GM = -5874,9211 * MBD + 94,8104 * \dot{A} + 37392,8297 * KA + 8783,8357 * ZEG + -72869,5229$ (1.formül)
functions. Multilayer Perceptron		
functions. Pace Regression		
functions. RBF Network		
Linear Regression Model		
functions. Simple Linear Regression	0	$GM = 185,21 * \dot{A} + 37375,34$ (2.formül)
functions. SM Oreg		
lazy. IBk		
lazy. Kstar		
lazy. LWL		
meta. Additive Regression		
meta. Bagging		
rules. Decision Table		
rules. M5 Rules	0	$GM = 146,2206 * \dot{A} + 68967,5297$ (3.formül)
trees. M5P	0	$GM = 146,2206 * \dot{A} + 68967,5297$
trees. REP Tree		

6.3. Formüller Üzerinden Hesaplanan Maliyetler ile Yaklaşık Maliyetlerin Karşılaştırılması ve Regresyon Analizleri

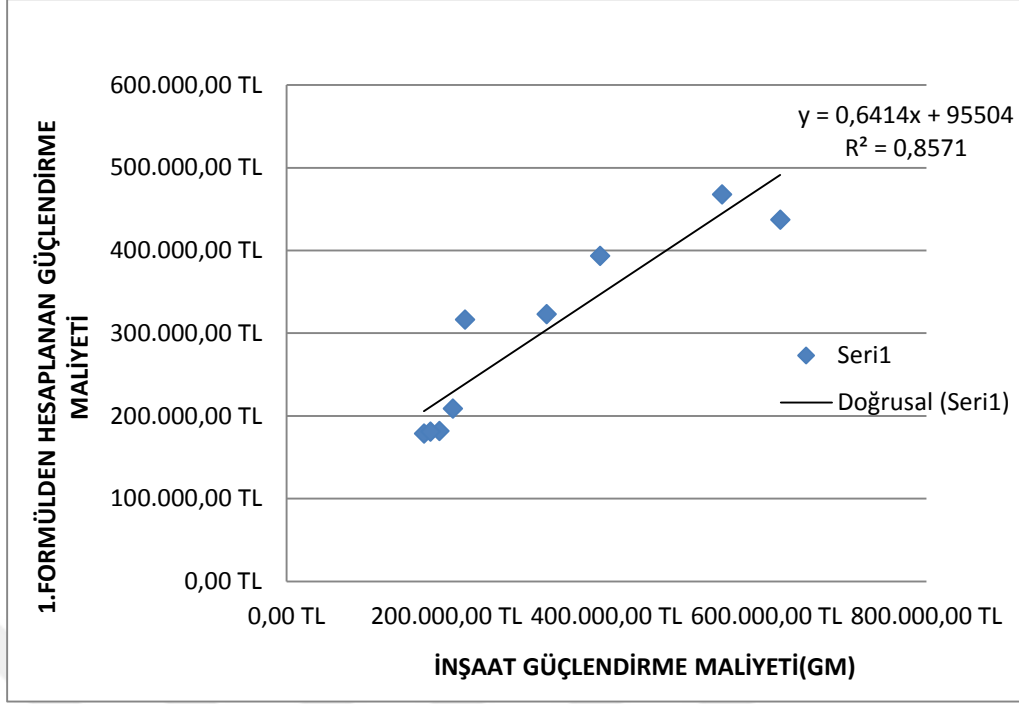
Yapı güçlendirme maliyeti Linear Regresyon Analizi formülleri 1. Formül, 2.formül ve 3. Formül olarak hesaplandı. Bu formüller üzerinden hesaplanan maliyetler daha sonra güçlendirme yaklaşık maliyetler ile karşılaştırıldığında en yakın sonucu veren

1.formülümüz olmuştur. Aşağıda tüm formüllerin yaklaşık maliyetlerle regresyon analizleri verilmiştir.

Çizelge 6.3 Formülden Elde Edilen Maliyet ile Yaklaşık Maliyet Hata Yüzdesi

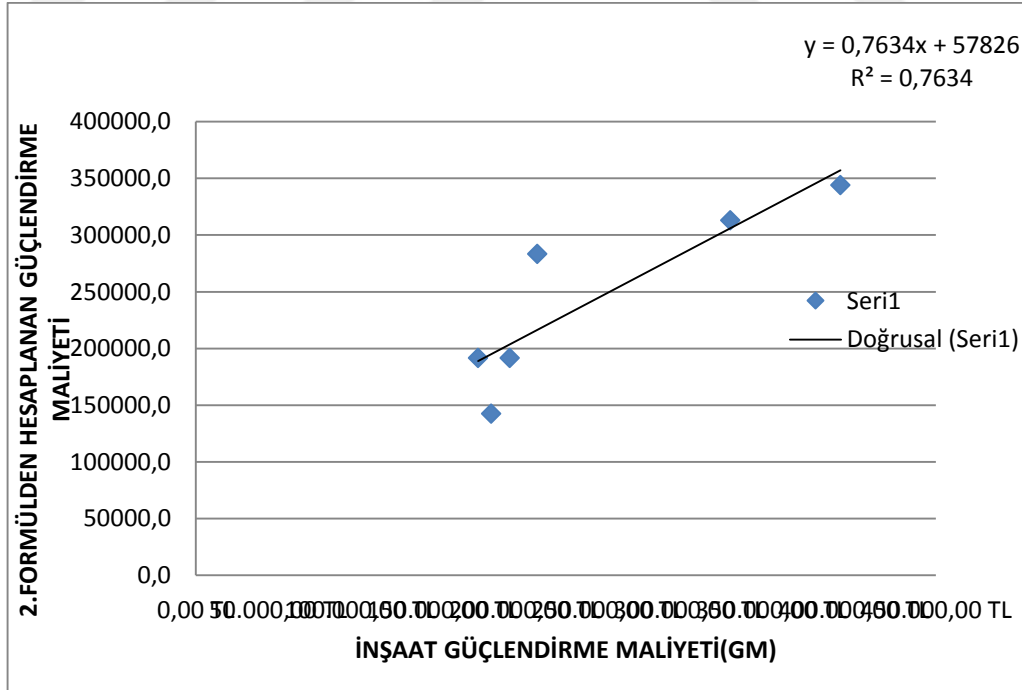
	İNŞAAT GÜÇLENDİRME MALİYETİ(GM)	FORMÜLDEN HESAPLANAN	FARK	YÜZDE (%)	MUTLAK YÜZDE
Atabey Mahmut Kıyıcı Kütüphanesi	190.890,74 TL	181.839,72 TL	9.051,02 TL	4,98	4,98
Gülistan 75.Yıl Halk Kütüphanesi	171.646,52 TL	178.873,71 TL	-7.227,19 TL	-4,04	4,04
Uluborlu Alaaddin Keykubat Halk Kütüphanesi	207.705,78 TL	208.907,99 TL	-1.202,21 TL	-0,58	0,58
Gelendost H. Avni Paşa Halk Kütüphanesi	179.512,89 TL	180.828,35 TL	-1.315,46 TL	-0,73	0,73
Burdur İli Gıda Tarım Ve Hayvancılık Müdürlüğü Lojmanları	391.992,37 TL	393.251,64 TL	-1.259,27 TL	-0,32	0,32
Burdur Millî Eğitim Hizmet Binası	324.914,60 TL	322.957,33 TL	1.957,27 TL	0,61	0,61

Elde edilen formül ile daha sonra, üzerinde çalışılan söz konusu binaların parametreleri yerine koyularak, hazırlanan yaklaşık maliyetlerle karşılaştırıldı. Sonuçlara bakıldığında hata oranının ortalama %1,88 olduğu görülmüştür.



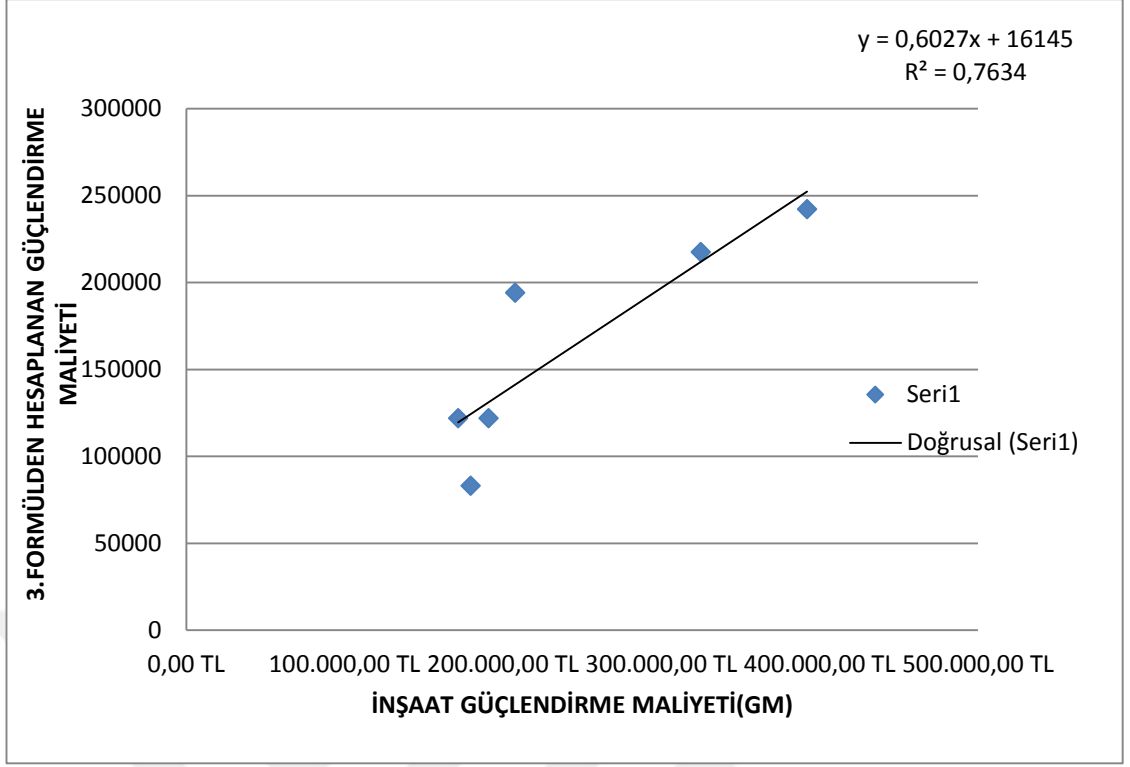
Şekil 6.1. Güçlendirme maliyeti ile 1. formülden hesaplanan maliyet

1.formülümüzden hesaplanan maliyetler $R^2 = 0,8571$ ile en yakın sonuçları vermiştir.



Şekil 6.2. Güçlendirme maliyeti ile 2.formülden hesaplanan maliyet

2.formülümüzden hesaplanan maliyetler $R^2 = 0,7634$ ile yakın sonuçlar vermiştir.



Şekil 6.3. Güçlendirme maliyeti ile 3.formülden hesaplanan maliyet

3.formülümüzden hesaplanan maliyetler $R^2 = 0,7634$ ile yakın sonuçlar vermiştir.

7. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Elde edilen sonuçlar aşağıda şu şekilde sıralanmıştır.

1. Weka programı yardımı ile yapılan Functions Linear Regression analizinden elde edilen $GM = -5874,9211 * MBD + 94,8104 * İA + 37392,8297 * KA + 8783,8357 * ZEG + -72869,5229$ fonksiyonu; güçlendirme maliyetleri için yapılacak karar destek mekanizmasını hızlandıracaktır. Bu fonksiyon, güçlendirme projesi hazırlanması prosedüründen önce maliyet analizine hızlı yaklaşık değer sunarak, proje yapılmasına ihtiyaç olup olmadığı kararının verilmesine destek sağlayabileceği sonucuna varılmıştır. Bu fonksiyon yardımı ile güçlendirme yapılmaması kararı çıkması durumunda; gereksiz güçlendirme projesi yapmak için harcanacak zaman ve maliyetten tasarruf sağlanarak kaynak israfı önlenecektir. Olası deprem öncesinde binaların güçlendirme veya yıkım kararlarının hızlı bir şekilde alınması, hem can kaybını azaltılacak, hem de Türkiye ekonomisinin lokomotifi olan inşaat sektörüne (Oxford Business Group, 2017) katkı sağlayacaktır.
2. Örneklem için seçilen 6 adet mevcut yapı bilgileri analiz edildiğinde, güçlendirme maliyetine etki eden parametrelerin inşaat alanı, mevcut beton dayanımı, kat adedi, güçlendirme beton dayanımı, zemin özellikleri olduğu tespit edildi. Güçlendirme maliyetine katkısı, diğer parametrelere göre oldukça azdır. Bu nedenle güçlendirme yapılıp yapılmaması kararı verilmesinden önce, mevcutta ZEG değeri yoksa bu değer göz ardı edilebilir
3. Bulunan parametreler, lineer regresyon analizi yöntemi ile değerlendirildiğinde, fonksiyona etki eden en ağırlıklı değer 0,7634 ile inşaat alanının olduğu tespit edilmiştir.
4. ZEG azaldıkça güçlendirme maliyeti artması beklenmektedir. Fakat örneklemelerden elde ettiğimiz Lineer Regresyon formülü değerlendirildiğinde, ZEG'nin diğer parametrelerin etkisinin yanında küçük kalmasından dolayı, ZEG'nin güçlendirme toplam maliyeti ile pozitif korelasyonda olduğu tespit edilmiştir.

Öneri olarak sunabileceğimiz fikirler arasında, örneğin bu formül geliştirilerek yönetmelikte yer alabilir. Nasıl hızlı yaklaşık maliyet için kullandığımız m² maliyetlerimiz varsa güçlendirme içinde formül kullanılabilir (resmi gazetede yayınlanması şartı ile). Güçlendirme projesi ve maliyeti ile ilgili havuz oluşturulabilir ve bu havuza sadece güçlendirme ve elzem imalatların olduğu maliyet koyulabilir. Böylece maliyet ve proje üzerinden formül oluşturalım. Hata paylarını ölçelim. Her 5 sene bir formülü güncelleyelim. Güçlendirme proje ihalelerine çıkmadan önce bu formül ile tespitler yapalım, eğer bina maliyeti ile kıyas düşük çıkarsa ihaleye çıkalım. Kamu binalarının güçlendirme projesini alan firmalara iki farklı maliyet hazırlatalım. Birincisi elzem maliyet, ikincisi onarım da dahil olan maliyet, gibi öneriler getirilebilir.



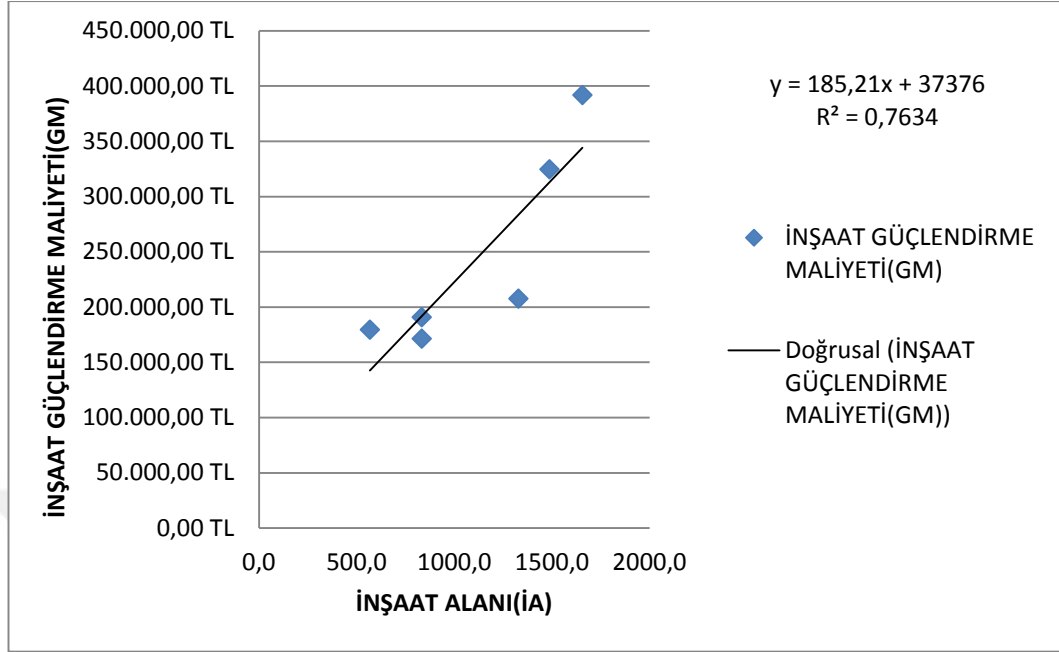
KAYNAKLAR

- Akınbingöl, M., Gültekin, A. T., 2005. *Bina Üretimi Yapım Evresinde Maliyet Planlama ve Denetimine Yönelik Bir Maliyet Yönetim Modeli Önerisi*, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 20, No 4, s.499-505.
- Altın, S., Anıl, Ö., Kara, M.E.,2007. *Strengthening of RC nonductile frames with RC infills: An experimental study*. Cement & Concrete Composites, vol. 30,iss. 7, 612-621.
- Atabay,Ş.,Gülay,F.G.,2004.*Genetik Algoritmalar İle Perdeli Yapı Sisteminin Maliyet Optimizasyonu*. İtü Dergisi, 3(6),71-81.
- DBYBHY , 2007.*Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik*
- Baykan, U. N., 2007.*Yapay Sinir Ağları Yaklaşımıyla İnşaat Projelerinde Kaynak Gereksiniminin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,s.3-4.
- Çağatay, İ. H. , 2007.*Binalarda Kısa Kolona Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi*,
- Dedeoğlu,N.,2015.*Türkiye 'de Depremlere Niçin Hep Hazırlıksız Yakalanıyoruz?*. Erişim Tarihi:17.07.2017
http://www.halksagligi.hacettepe.edu.tr/sunumlar_ve_seminerler/halksagligi_konferanslari/Depremlere_hazirliksiz_yakalanma.pdf
- Değertekin, S., Şik, H ., 2015. *Deprem güvenliği yetersiz betonarme bir bina için farklı güçlendirme önerilerinin karşılaştırılması*. DÜMF Mühendislik Dergisi
- Demirel, Yusuf, And Makalenin Geliş Tarihi. *Toplu Konut İnşaat Maliyetlerinin Yapay Sinir Ağları İle Tahmini*. J. Fac. Eng. Arch. SelcukUniv 22.4 (2007).
- Ekiz, İ. , Koçak, A., ve Doğramacı, N., 2003. *Depremde hasar gören yapıların onarım ve/veya güçlendirme maliyetlerinin toplam bina maliyetleri ile karşılaştırılması*. Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
- Elibol, O.,2001. *17 Ağustos Depreminin Ekonomik Boyutları İle Orta Hasarlı Binaların Onarım-güçlendirme Maliyet Analizleri Ve Uygulamaları*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,205s,İstanbul.
- Elmas,M.,Çalışkan,H.,2003. *Betonarme yapıların güçlendirme teknikleri*. SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7 Cilt,2 Sayı,1-30
- Engin,Y.,2017. *Beton ve çimento Tarihi*. Erişim Tarihi : 17.07.2017
<http://www.betonvecimento.com/wp-content/uploads/2015/02/Beton-ve-%C3%87imento-Tarihi.pdf>
- Ercan,A.,2017.*Türkiye 'de Depremler*.Erişim Tarihi: 17.07.2017
http://itubirlik.org.tr/wp-content/uploads/ali_ercan_makale.pdf

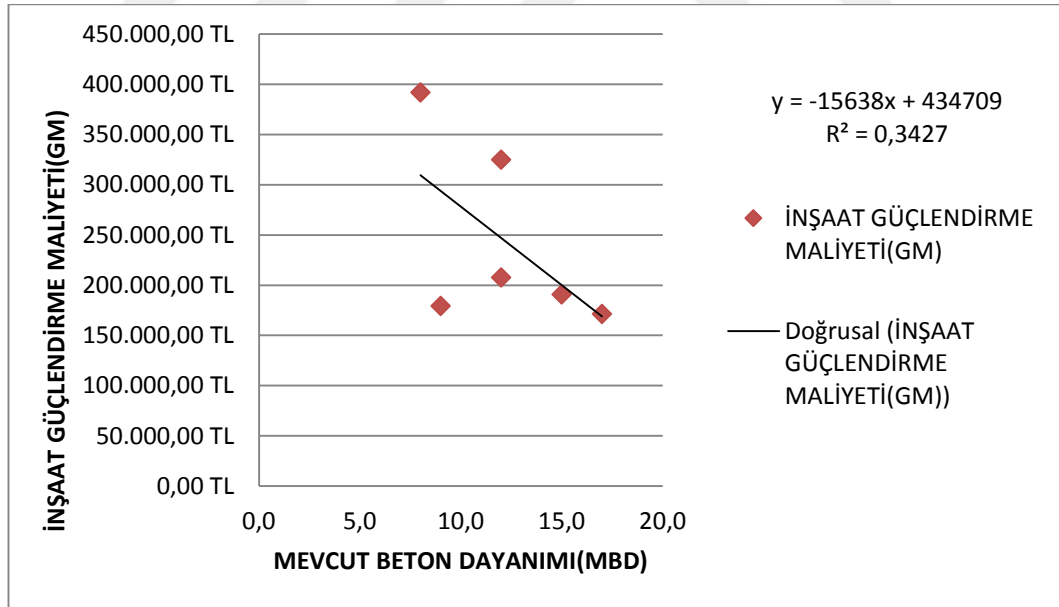
- Erdem, M. F., 2008. *Perde Duvar Ve Betonarme Mantolama Yöntemleriyle Güçlendirilen Binalarda Güçlendirme Maliyetinin İncelenmesi*, Akşehir İl Örneği. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,115s,Ankara
- Ergün, M. 1995. *Bilimsel araştırmalarda bilgisayarla istatistik uygulamaları: SPSS for Windows*. Ankara: Ocak yayınları (eğitim dizisi: 2).
- Gülerce, M, İlğün, A.,2007.*Eğitim Yapılarında Beton, Kalıp ve Demir Maliyetleriyle Yapı Toplam Maliyeti İlişkisi*. SÜ Mimarlık Fakóltesi Dergisi, 22,4
- Gülkan, P. , Koçyiğit, A.,Yücemen, M.S., Doyuran, V. ve Başöz V., 1993. *En son verilere göre hazırlanan Türkiye deprem bölgeleri haritası*. Rapor no: METU/EERC 93-01, Ankara: Ortadoğu Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi, 156 s.
- Kafalı,M.A.,2004. *Hazır Beton Sektör Araştırması*. Rapor No: SA/04-4-8,23
- Kanıt, R., 2005.*İnşaat Sektöründe İş Almanın Yönetimi*, Gazi Kitabevi, Ankara.s.15-27.
- Karaduman M., Kaltakçı Y.,Umucalılar A., Çınar B.,2017.*Betonarme yapıların onarım ve güçlendirilmesinde karşılaşılan sorunlar ve bir uygulama örneği*. Erişim Tarihi : 17.07.2017
<http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/12913.pdf>
- Oxford Business Group. (2017). *Oxford Business Group*. Erişim Tarihi : 05 05, 2017
<https://www.oxfordbusinessgroup.com/overview/turkeys-construction-sector-maintain-its-significant-role-economy-several-large-projects-under-way>
- Özmen, H. B.,2005. *Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinde Kullanılan Parametrelerin Yapı Performansı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi*. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,106s, Denizli.
- Polat, D. A.,2005. *Türkiye 'de tasarım öncesi evrede inşaat maliyeti tahmini için bir yöntem önerisi*. Kadir Has Üniversitesi.
- Topçu, A., 2017. *Betonarme 1756-2014*. Erişim Tarihi: 17.07.2017
http://mmf2.ogu.edu.tr/atopcu/index_dosyalar/Tarih/BeTarihi.pdf.
- Uğur, L. O.,2006. *İnşaat Sektöründe Riskler ve Risk Yönetimi*. Türkiye Mütcaahhitler Birliği Yayını, Ankara.
- Uğur, L. O. , 2007. *Yapı maliyetinin yapay sinir ağı ile analizi*. Doktora tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yakar, T.,2001. *Betonarme ve çelik yapı elemanlarıyla güçlendirilen çok katlı bir betonarme yapının güçlendirme maliyetlerinin kıyaslanması*. İstanbul Teknik Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,123s,İstanbul.

- Yanmaz, Ö., Luş, H., 2005. *Yapı Güçlendirme Yöntemlerinin Fayda- Maliyet Analizi*. TMMOB Teknik Dergi, 233,3497-3522.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü, Merkez Yapı Denetim Komisyonu Başkanlığı, Erişim tarihi: 20 Kasım 2017.
<http://www.yds.gov.tr>.
- Uyanık, O. 2015. *Deprem ağır hasar alanlarının önceden belirlenmesi ve şehir planlaması için makro ve mikro belgelendirmelerin önemi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(2), 24-38.
- Uğur, L. O., Aliefendioğlu, Y., Saka. 2016. *Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun'a Göre Riskli Yapı Tespitinde Karşılaşılan Uygulama Problemlerinin Vaka Tabanlı İncelenmesi: Tekirdağ İli Örneği*. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(1).
- Karluk, R. S., 2015. *Türkiye'de Hizmetler Sektörü İçinde İnşaat Sektörü*. Sancak, E. ve Karaman, c. S. (Ed.). İnşaat Ekonomisi, 1. Baskı içinde. Yayın No: 021, (ss.21-30), Ankara: Turgut Özal Üniversitesi Yayınları.
- Uzunkaya, M., 2013. *Uluslararası Rekabet Edebilirlik Çerçevesinde Türk İnşaat Sektörünün Yapısal Analizi*. Ankara: T.C. Kalkınma Bakanlığı, İktisadi ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü.
- Yılmaz, Z., Çankaya, F., & Karakaya, A., 2017. *Yıkım ve Yeniden Yapım Maliyetlerini Etkileyen Faktörlerin Bina Maliyet Oranı Açısından Önemi*. Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 7(2).

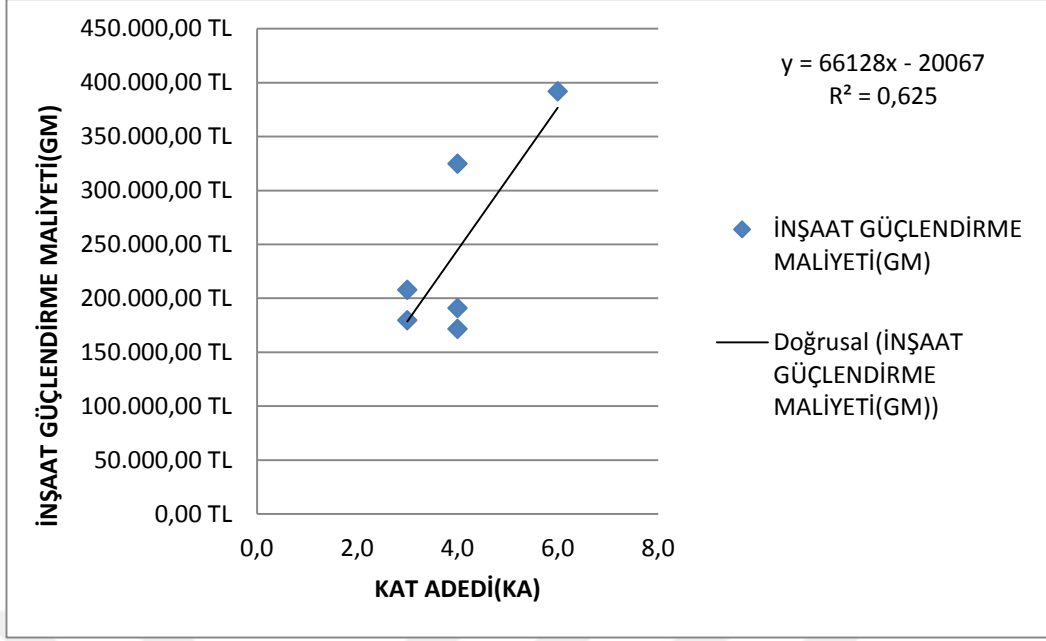
EKLER



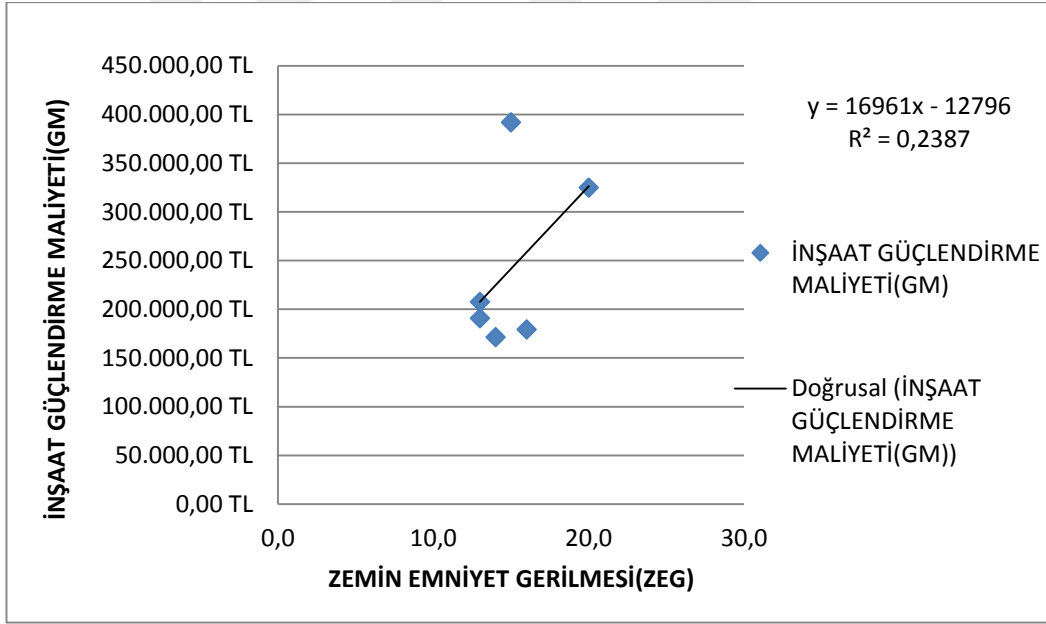
Şekil A.1. Güçlendirme maliyeti ile inşaat alanı regresyon analizi



Şekil A.2. Güçlendirme maliyeti ile mevcut beton dayanımı regresyon analizi



Şekil A.3. Güçlendirme maliyeti ile kat adedi regresyon analizi



Şekil A.4. Güçlendirme maliyeti ile zemin emniyet gerilmesi regresyon analizi

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gökhan ÇİMEN
Doğum tarihi : 03.05.1979
Doğum yeri: : Isparta
Medeni Hali : Evli
E-posta : cimengokhan@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise : 1993-1996 Isparta Fen Lisesi
Lisans : 1996-2002 İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi
İnşaatMühendisliği
Yabancı Dil : İngilizce (İTÜ Hazırlık)

Mesleki Deneyim

Topçu İnşaat A.Ş. 2003-2006
Gençlik ve Spor Yatırım Daire Başkanlığı 2006-2010
Burdur Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü 2010-2016
Isparta Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü 2016-..... (halen)