

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÖŞEMELERİ ÖNGERİLMELİ BETON VE BETONARME OLARAK
TASARLANAN ÇOK KATLI BETONARME YAPILARIN EKONOMİK YÖNDEN
KARŞILAŞTIRILMASI

HİKMET SÜLEYMANOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YAPI PROGRAMI

DANIŞMAN
PROF. DR. GÜRAY ARSLAN

EŞ DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ ALMILA UZEL

İSTANBUL, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÖŞEMELERİ ÖNGERİLMELİ BETON VE BETONARME OLARAK
TASARLANAN ÇOK KATLI BETONARME YAPILARIN EKONOMİK YÖNDEN
KARŞILAŞTIRILMASI

Hikmet SÜLEYMANOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması 11.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Güray ARSLAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Eş Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Almıla UZEL
Yeditepe Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. GÜRAY ARSLAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Cem AYDEMİR
İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr.Öğr. Üyesi Muzaffer BÖREKÇİ
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Çalışmada önerilmeli betonarme teknolojisinin sağladığı kazanımları belirlemek, ekonomik ve çevre etkileri açısından doğacak sonuçları ortaya koymak, daha geniş kullanım alanlarına yayılmasının mümkün olduğunu göstermek, gelecekte önerilmeli betonarmeyi tasarımlarında kullanacak mühendisler için ışık tutmak amaçlanmıştır. Önerilmeli betonarme teknolojisini köprülere ve bazı özel projelere hapseden kurtulup ekonomik ve sürdürülebilir yapılar üretmek için sıradan projelerde de tercih edilmeye başlanacağını düşünüyorum. Bu çalışma ile sürece katkı sağlamayı ve çalışmamın tasarımlarında önerilmeli betonarmeyi kullanmayı düşünecek meslektaşlarım için faydalanabilecekleri bir kaynak olmasını temenni ediyorum. Çalışmamda bana yol gösteren Prof. Dr. Güray Arslan ve Dr. Öğr. Üyesi Almila UZEL'e, çalışmam boyunca destek olan arkadaşım Enes TARUZ'a teşekkür ederim.

Temmuz, 2019

Hikmet SÜLEYMANOĞLU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	2
BÖLÜM 2	
YAPININ TANITIMI VE TASARIMI.....	3
2.1 Malzemeler	4
2.1.1 Beton	4
2.1.2 Çelik	4
2.1.3 Ardgerme Halatı	4
2.2 Tasarım.....	5
2.2.1 Yapının Düşey ve Yatay Yükler Altında Tasarımında Kullanılan Yönetmelikler	5
2.2.2 Döşeme Tasarımı	5
2.2.2.1 Kirişsiz Döşeme Tasarım Kriterleri.....	5
2.2.2.2 Beton Gerilme Kontrolleri	5
2.2.2.3 Sehim Hesabı.....	8
2.2.3 Kolon Tasarımı	15
2.2.3.1 Kolonlara Etki Eden Eksenel Yüklerin Hesabı.....	16

2.2.3.2	Kolonların Boyutlandırılması	17
2.2.4	Yatay Yük Taşıyıcı Sistemin Tasarlanması	20

BÖLÜM 3

METRAJ VE MALİYET ANALİZİ	23	
3.1	Metraj	23
3.2	Maliyet Analizi.....	25

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER	28
KAYNAKLAR	29
ÖZGEÇMİŞ	30



SİMGE LİSTESİ

A_{ch}	Perdenin enkesit alanı
β_v	Perdede kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı
E_c	Betonun elastise modülü
E_s	Çeliğin elastise modülü
f_c	Beton basınç dayanımı
f_{cd}	Betonun tasarım basınç dayanımı
f_{ci}	i günlük betonun karakteristik silindir basınç dayanımı
f_{pu}	Ardgerme halatı kopma dayanımı
f_y	Çelik akma dayanımı
f_{ywd}	Enine donatının tasarım akma dayanımı
h_d	Döşeme kalınlığı
H_w	Yapı boyunca toplam perde yüksekliği
K_{cons}	Yapım aşamasındaki rijitlik katsayısı
K_{serv}	Servis yükleri altındaki rijitlik katsayısı
K_h	Kolon yüksekliği
K_x	Kolonun x doğrultusundaki boyutu
K_y	Kolonun y doğrultusundaki boyutu
l_w	Perdenin plandaki uzunluğu
M_{DL}	Ölü yüklerden oluşan eğilme momenti
M_{LL}	Canlı yüklerden oluşan eğilme momenti
$(M_d)_t$	Perdenin taban kesitinde yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan moment
$(M_p)_t$	Perdenin taban kesitinde hesaplanan moment kapasitesi
M_{SW}	Betonun özağırlığından oluşan eğilme momenti
P_{eff}	Etkin öngerilme kuvveti
ρ_{sh}	Perdede yatay gövde donatılarının hacimsel oranı
V_e	Enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti
V_r	Kesme dayanımı
γ_c	Beton özağırlığı
$\sigma_{üst}$	Üst yüzey gerilmesi
σ_{alt}	Alt yüzey gerilmesi
Δ_{LL}	Canlı yüklerden oluşan sehim

Δ_{SDL}	Ölü yüklerden oluşan sehim
Δ_{SW}	Betonun özağırlığından oluşan sehim
Δ_{t1}	Yapım aşamasında oluşan sehim
Δ_{t3}	Servis yükleri altında oluşan sehim



KISALTMA LİSTESİ

CLL	Cephe Yüğü(Cladding Live Load)
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
FF	Kalıp Yüğü
PT	Ardgerme(Post Tension)
RC	Geleneksel Betonarme(Reinforced Concrete)
SDL	İlave Ölü Yüğü(Superimposed Dead Load)
SW	Öz Ağırılık(Self Weight)

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1	Plan görünümü : (a) 10 ve 20 katlı, (b) 40 katlı..... 3
Şekil 2. 2	Öngerilmeli betonarme kirişsiz döşemenin gerilme kontrolü ekran görüntüsü 7
Şekil 2. 3	Kullanılan ardgerme halatı profil görünümü 11
Şekil 2. 4	Zımbalama çevresi 12
Şekil 2. 5	Geleneksel betonarme kirişsiz döşeme için zımbalama hesap tablosu..... 14
Şekil 2. 6	Örnek kolon tasarımı..... 15
Şekil 2. 7	Örnek M-N etkileşim Diagramı 15
Şekil 2. 8	40 katlı yapıya ait katlarda oluşan maksimum ötelemelere ait grafik..... 15
Şekil 2. 9	40 katlı yapıya ait Etabs perde görüntüsü 16
Şekil 3. 1	Yapı elemanlarında malzeme miktarları değişimleri (döşemeler hariç)..... 25

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2. 1	Beton gerilmesi kontrol kriterleri..... 6
Çizelge 2. 2	Sehim hesabında kullanılan kriterler..... 8
Çizelge 2. 3	Tasarlanan kolonlar 17
Çizelge 2. 4	Köşe kolonlara ait tablo..... 18
Çizelge 2. 5	Kenar kolonlara ait tablo 18
Çizelge 2. 6	Orta kolonlara ait tablo 19
Çizelge 3. 1	Yapıların malzeme miktarları 24
Çizelge 3. 2	İşçilik maliyet farkları..... 26
Çizelge 3. 3	Malzeme maliyet farkları 26

**DÖŞEMELERİ ÖNGERİLMELİ BETON VE BETONARME OLARAK
TASARLANAN ÇOK KATLI BETONARME YAPILARIN EKONOMİK YÖNDEN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Hikmet SÜLEYMANOĞLU

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Güray ARSLAN

Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Almila UZEL

Öngerilmeli betonarme tasarım, geleneksel betonarme tasarıma kıyasla malzeme tasarrufu, zamandan tasarruf ve daha düşük maliyet avantajı sağlar. Aynı yükler altında kesitleri daha ince yapılar tasarlama imkanı sunar. Döşeme kalınlığı azaltılarak sağlanan malzeme tasarrufu, yapı için harcanan enerjinin de azaltılması demektir ve bu sayede daha sürdürülebilir bir çözüm üretilmiş olur. Bu çalışmada öngerilmeli betonarme ve geleneksel betonarme kirişsiz döşeme sistemine sahip yapılar karşılaştırılmıştır. Aynı kat planlarına sahip yapılar hem öngerilmeli betonarme ile hem de geleneksel betonarme ile tasarlanmıştır. Kolonlar arası açıklık olarak geleneksel betonarme için pratikte ekonomik olduğu bilinen bir değer olarak 6.5 metre kullanılmıştır. Yapının yüksekliğine bağlı değişimi gözlemleyebilmek için 10, 20 ve 40 katlı yapılar tasarlanmıştır. Öngerilmeli betonarme teknolojisi ile daha ince kirişsiz döşemeler ile aynı açıklıklar geçilebileceğinden, yapının ağırlığı azalacak ve buna bağlı olarak deprem etkisi azalacak ve yapı elemanları küçülecektir. Çalışmanın sonucuna göre öngerilmeli betonarme tasarım ile geleneksel betonarme tasarım arasındaki malzeme tüketim farkları yapı yüksekliği arttıkça artmaktadır. Buna göre öngerilmeli betonarme tasarım maliyeti azaltmanın yanında yapı için tüketilen enerjiyi de azaltarak daha sürdürülebilir tasarımlar yapmaya olanak sağlayabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ardgermeli kirişsiz döşemeler, sürdürülebilir tasarım, yüksek yapılar



**ECONOMIC COMPARISON BETWEEN USE OF PRESTRESSED AND
REINFORCED CONCRETE SLABS IN MULTI STORY BUILDINGS**

Hikmet SÜLEYMANOĞLU

Department of Civil Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Güray ARSLAN

Co-Advisor: Asst. Prof. Dr. Almıla UZEL

Post-tensioned concrete design can lead to considerable savings in materials, construction time and future maintenance costs, compared to the conventional reinforced concrete design. Pre-stressing improves the behaviour of concrete in tension. Thus, for the same imposed load, a more slender structure can be designed. Reduced slab depth results in reduced building height and savings in related building components. These savings translate into less material usage which means reduced embodied energy for a structure thus, creating a sustainable solution. In this study, buildings with post-tensioned and conventional reinforced concrete slab systems are compared. Two buildings with the same floor plans are designed using reinforced concrete and post-tensioned slab systems. The span length is chosen as 6.5 m, which is a practical limit for a relatively economical reinforced concrete solution. The buildings are designed as 10, 20 and 40 stories to demonstrate the change in material savings as the number of floors increases. Since post-tensioned slabs can be designed thinner for the same loads and spans, total weight of the structure reduces and this results in smaller columns, lower seismic loads and foundation loads. The results showed that the difference in steel material savings between conventional and post-tensioned solutions increases as the number of floors increases. It is concluded that incorporating post-tensioning into common design practice not only reduces construction costs but

also reduces embodied energy by using less material and produces a sustainable structural design.

Keywords: Post-tensioned floors, sustainable design, tall buildings



1.1 Literatür Özeti

Bu tez çalışmasında yapı mühendislerinin sürdürülebilir yapı konusuna seçilen taşıyıcı sistemde yenilikçi tasarımları kullanmak suretiyle nasıl bir katkıda bulunabileceği incelenmiştir. 2013 yılında Canadian Journal of Civil Engineering dergisinde yayınlanan “Effective Contribution of Structural Engineers to Green Buildings and Sustainability.”[1] isimli çalışmada benzer bir kıyaslama yapılmıştır. Kolon açıklıkları 9.72 metredir. Yapılan çalışmada önerilmeli betonarme teknolojisinin daha ekonomik ve sürdürülebilir tasarımlar sağladığı ortaya konmuştur. “Considering Sustainability In The Selection Of Structural Systems”[2] adlı bildiri yapıların taşıyıcı sistem seçimlerinin çevre etkileri araştırılmıştır. Betonarme ve Çelik taşıyıcı sistemlerin çevre etkileri açısından karşılaştırması yapılmıştır. Betonarme yapıların çelik yapılara kıyasla çevreye daha az zarar verdiği fakat daha fazla kaynak kullanılmasına yol açtığı sonucuna ulaşılmıştır. “Sustainable Structural Design Methodologies”[3] isimli çalışmada Sürdürülebilir yapılar tasarlamak için kullanılan tasarım metodolojileri incelenmiş ve sonuç olarak her bir sürdürülebilir tasarım metodunun aynı hedefe ulaşmaya çalıştığını ve bu hedefin “en sürdürülebilir yapı tasarımı” olduğu belirtilmiş, metodlar arasından bir tanesini doğru metod olarak seçmek yerine metodlar arası geçişler ile çok yönlü bir tasarımın sürdürülebilir bir tasarım ortaya koymak için daha doğru bir yol olacağı sonucuna varılmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Öngerilmeli betonarme tasarım yaygın olarak büyük kolon açıklığına ihtiyaç duyulan binalarda ve köprülerde, normal betonarme tasarımın kolaylıkla uygulanamayacağı açıklıklarda kullanılmaktadır. Öngerilmeli betonarme tasarımın normal kolon açıklığına sahip yüksek katlı yapıların döşemelerinde kullanılması durumunda yapı yüksekliği arttıkça normal betonarme tasarıma göre daha çevre dostu ve ekonomik yapılar tasarlanabileceğini ortaya koymak amaçlanmıştır.

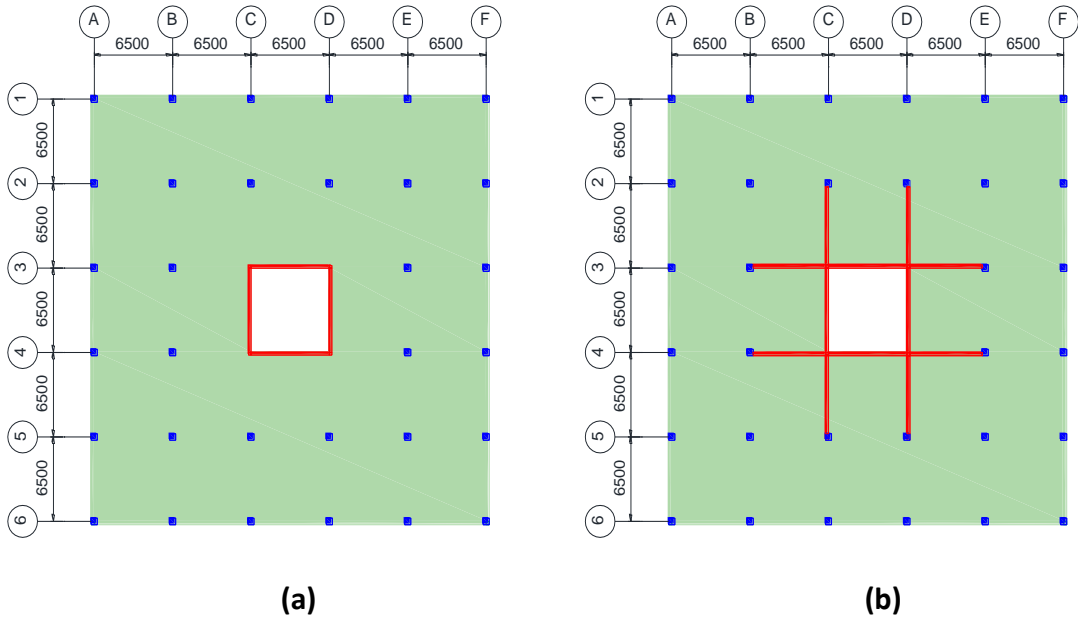
1.3 Hipotez

Öngerilmeli Betonarme teknolojisinin yaygın olarak kullanılmadığı küçük açıklıklı yapılarda, kirişsiz döşemeler geleneksel betonarme yerine öngerilmeli betonarme ile tasarlanarak daha ince kirişsiz döşemeler elde edileceği ve bu sayede yüksek katlı yapılarda hem ekonomik açıdan hem malzeme tüketimi açısından tasarruf sağlanacağı ve daha sürdürülebilir yapılar tasarlanabileceği düşünülmektedir. Öngerilmeli betonarme tasarım ile kullanılan malzeme miktarı azalacağından işçilik de azalacak, böylece hem inşaat maliyeti hem de işçilik maliyeti azalacaktır.

BÖLÜM 2

YAPININ TANITIMI VE TASARIMI

10 katlı, 20 katlı ve 40 katlı 3 adet yapının döşemeleri hem öngerilmeli betonarme hem de geleneksel betonarme kirişsiz döşeme olarak tasarlanmıştır. Kat yükseklikleri 3 metre, kolon açıklıkları 6.5 metre olarak belirlenmiştir. 6.5 metre açıklık mesafesi geleneksel betonarme için ideal bir mesafedir ve küçük açıklıklı yapılarda öngerilmeli betonarmenin geleneksel betonarmeye alternatif olup olamayacağını ortaya koymak için tercih edilmiştir. Safe RC[4], Safe PT[4], Etabs[5] ve Response[6] yazılımları kullanılmıştır. Plan görünümü Şekil 2.1 de gösterilmiştir.



Şekil 2. 1 Plan görünümü : (a) 10 ve 20 katlı, (b) 40 katlı

2.1 Malzemeler

2.1.1 Beton

C30 sınıfı beton kullanılmıştır.

$$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$$

28 günlük beton basınç dayanımı, $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Beton elastisite modülü, $E_c = 29000 \text{ MPa}$

2.1.2 Çelik

S420 çelik donatı kullanılmıştır. Donatının akma dayanımı;

$$f_y = 420 \text{ MPa}$$

2.1.3 Ardgerme Halatı

Ardgerme halatı olarak gevşemesi düşük çapı 13mm olan halat kullanılmıştır.

Ardgerme halatının hesap kopma dayanımı;

$$f_{pu} = 1860 \text{ MPa}$$

Ardgerme halatının hesap akma dayanımı;

$$f_{py} = 1650 \text{ MPa}$$

2.2 Tasarım

2.2.1 Yapının Düşey ve Yatay Yükler Altında Tasarımında Kullanılan Yönetmelikler

Yapının betonarme tasarımı TSE-TS500 (2000) Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları[7] yönetmeliğine, öngerilmeli betonarme kirişsiz döşeme tasarımı TSE-TS3233 (1979) Öngerilmeli Beton Yapıların Hesap ve Tasarım Kuralları[8] yönetmeliğine göre yapılmıştır. Yapı yükleri TSE-TS498 (1987) Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri[9] yönetmeliğine uygun olarak seçilmiştir. Yapının yatay yükler altında hesabında deprem yükleri DBYBHY (2007) Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğe[10] göre hesaplanmıştır.

2.2.2 Döşeme Tasarımı

Yapı ağırlığının %80'i döşemelere aittir. Bu sebeple kirişsiz döşeme tasarlanırken elde edilecek tasarruf bu çalışmanın en kritik noktasını oluşturmaktadır. Döşemeler üzerlerine gelen yükleri güvenli bir şekilde taşıyıp kolonlara aktarmak üzere Safe[4] yazılımı kullanılarak aşağıda belirtilen kriterlere göre tasarlanmıştır.

2.2.2.1 Kirişsiz Döşeme Tasarım Kriterleri

Döşeme tasarımı yapılırken dikkate alınan kriterler sırasıyla;

Beton gerilme kontrolleri, sehim kontrolleri ve zımbalama kontrolleri olmak üzere üç ana grupta incelenmiştir.

2.2.2.2 Beton gerilme kontrolleri

Beton gerilme kontrolleri yapılırken yapım aşaması, biri ardgerme kuvvetinin aktarma anında yapılan diğeri ise servis yükleri altında yapılan kontrol olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır.

Ardgerme kuvveti aktarma anında betonun basınç dayanımı aşağıdaki gibi kabul edilir:

$$f'_{ci} \geq 0,85f'_c = 25,5 \text{ MPa} \quad (2.1)$$

Çizelge 2.1 Beton gerilmesi kontrol kriterleri

	Çekme gerilmesi	Basınç dayanımı
Aktarma anında	$\leq 0,25\sqrt{f'_{ci}}$	$\leq 0,6f'_{ci}$
Servis yükleri altında	$\leq 0,5\sqrt{f'_{ci}}$	$\leq 0,6f'_c$

Aktarma anında, ardgermeden doğan eksenel kuvvet ile betonun kendi öz ağırlığından oluşan eğilme momenti değerlerinin meydana getirdiği gerilmeler bulunur. Açıklığın ortasında ve mesnet bölgelerinde bu kontroller yapılır.

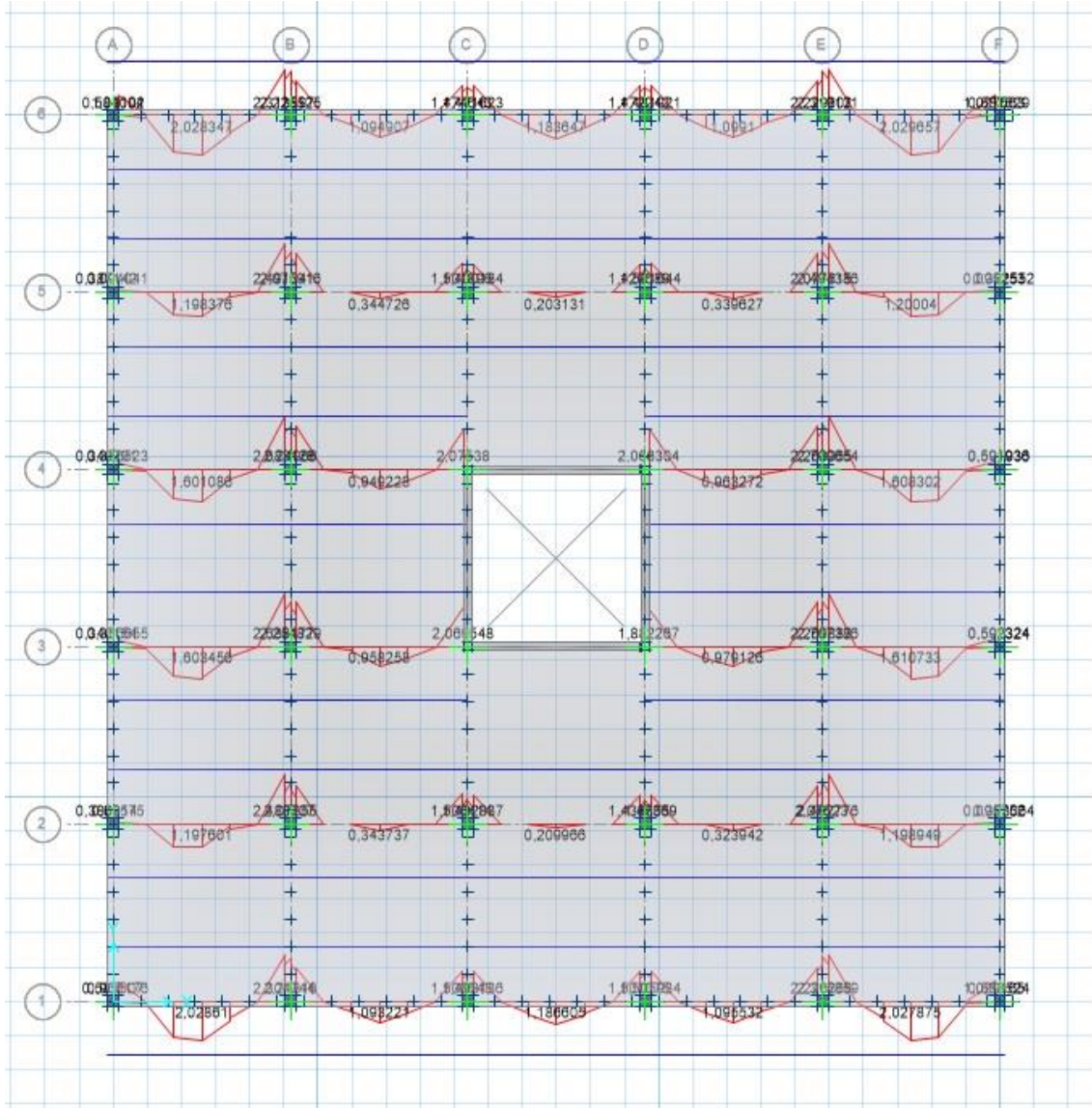
- Ardgerme kuvvetinin ilk uygulandığı anda gerilmeler:

$$\sigma_{üst/alt} = -\frac{P_{eff}}{A} \pm \frac{P_{eff}}{I} \cdot e \cdot y \pm \frac{M_{sw}}{I} \cdot y \quad (2.2)$$

- Servis yükleri altında gerilmeler:

$$\sigma_{üst/alt} = -\frac{P_{eff}}{A} \pm \frac{P_{eff}}{I} \cdot e \cdot y \pm \frac{M_{DL}}{I} \cdot y \pm \frac{M_{LL}}{I} \cdot y \quad (2.3)$$

Bu gerilmeler Şekil 2.2 den anlaşılacağı üzere Çizelge 2.1 de verilen değerlerin altındadır.



Şekil 2.2 Öngerilmeli betonarme kirişsiz döşemenin gerilme kontrolü ekran görüntüsü[4]

2.2.2.3 Sehım Hesabı

Hareketli yüklerden oluşan ani sehım kontrolü aşağıdaki kriteri baz alınarak yapılmıştır:

$$\Delta_{LL} = \text{açıklık}/360 \quad (2.4)$$

Zamana bağlı olarak değişen sehım kontrolü ise yapım aşamasında ve servis yükleri altındaki olmak üzere iki grupta incelenmiştir:

Çizelge 2.2 Sehım Hesabında kullanılan kriterler

	Yapım aşamasında	Servis yükleri altında
Basınç dayanımı, f_c	$0,75f_c$	f_c
Çatlama dayanımı, f_r	$\frac{1}{2} \cdot 0,6\sqrt{f'_c}$	$\frac{1}{2} \cdot 0,6\sqrt{f_c}$
Elastisite modülü, E_c	$4500\sqrt{f'_c}$	$4500\sqrt{f'_c}$
Yük kombinasyonu	$(1+1/4) SW + CLL + FF$	$SW + SDL + LL$

Sehım hesabı, gerilme hesabında olduğu gibi yapım aşaması ve servis yükleri altındaki zaman olarak iki faza ayrılır. Öncelikle SAFE PT[4] bilgisayar programında ardgermeli kirişsiz döşeme çatlama kesit olarak kabul edilip lineer elastik analiz yaptırılır. Aynı şekilde döşeme bu sefer çatlama kesit olarak kabul edilerek analiz yapılır. Bu analizler sonucunda oluşan sehım değerleri not edilir.

$$\text{Yapım aşamasında: } \Delta t_{1-\text{elastik}} = 2,7\text{mm}, \Delta t_{1-\text{çatlamış}} = 4,4\text{mm}$$

$$\text{Servis yükleri altında: } \Delta t_{3-\text{elastik}} = 4,7\text{mm}, \Delta t_{3-\text{çatlamış}} = 7,8\text{mm}$$

Elastik analiz ile çatlamış kesit analizinden elde edilen deplasman değerlerinin oranlanmasıyla yapım aşamasında ve servis yükleri altında ayrı ayrı rijitlik katsayıları çıkarılmaktadır.

Yapım aşamasında:

$$\frac{\Delta_{t1-elastic}}{\Delta_{t1-çatlamış}} = I_e , \quad 1/I_e = K_{cons} \quad (2.5)$$

Servis yükleri altında:

$$\frac{\Delta_{t3-elastic}}{\Delta_{t3-çatlamış}} = I_e , \quad 1/I_e = K_{servis} \quad (2.6)$$

“SAFE PT” bilgisayar programı kullanılarak yapılan elastik analiz sonucunda her bir yükten oluşan deplasman değerleri ayrı ayrı not edilir.

Döşemenin özağırlığının oluşturduğu sehim : $\Delta SW_{-el} = 1,7mm$

Ölü yüklerin oluşturduğu sehim: $\Delta SDL_{-el} = 0,9mm$

Canlı yüklerin oluşturduğu sehim: $\Delta LL_{-el} = 0,7mm$

Kalıbın oluşturduğu sehim: $\Delta Shore_{-el} = 0,3mm$

Yapım aşamasını ve servis yüklerinin etkidiği zamanın ayırımı yapmamızı sağlayacak olan ve sehim hesabında kullanacağımız zamana bağlı değişen katsayılar şu şekildedir:

0 – 1. ay , $S_{t1} = 0,5$

1. ay – 3. Ay , $S_{t3} = 0,75$

3. ay – 6.ay , $S_{t6} = 1,40$

6. ay - ∞ , $S_{\infty} = 2,0$

Kalıcı hareketli yükler için kullanılacak olan oran %25 olarak kabul edilmiştir:

$$\alpha = 0,25$$

Tüm bu veriler doğrultunda hangi yükün yapımıza ne zaman etkiyeceğini göz önüne alarak her bir yük için ayrı ayrı elde edilen deplasman katsayısı ile "SAFE PT" programından lineer elastik analiz sonucu elde ettiğimiz deplasman değerlerini çarparak uzun dönem toplam sehım değeri hesaplanmaktadır.

➤ Uzun dönem sehım:

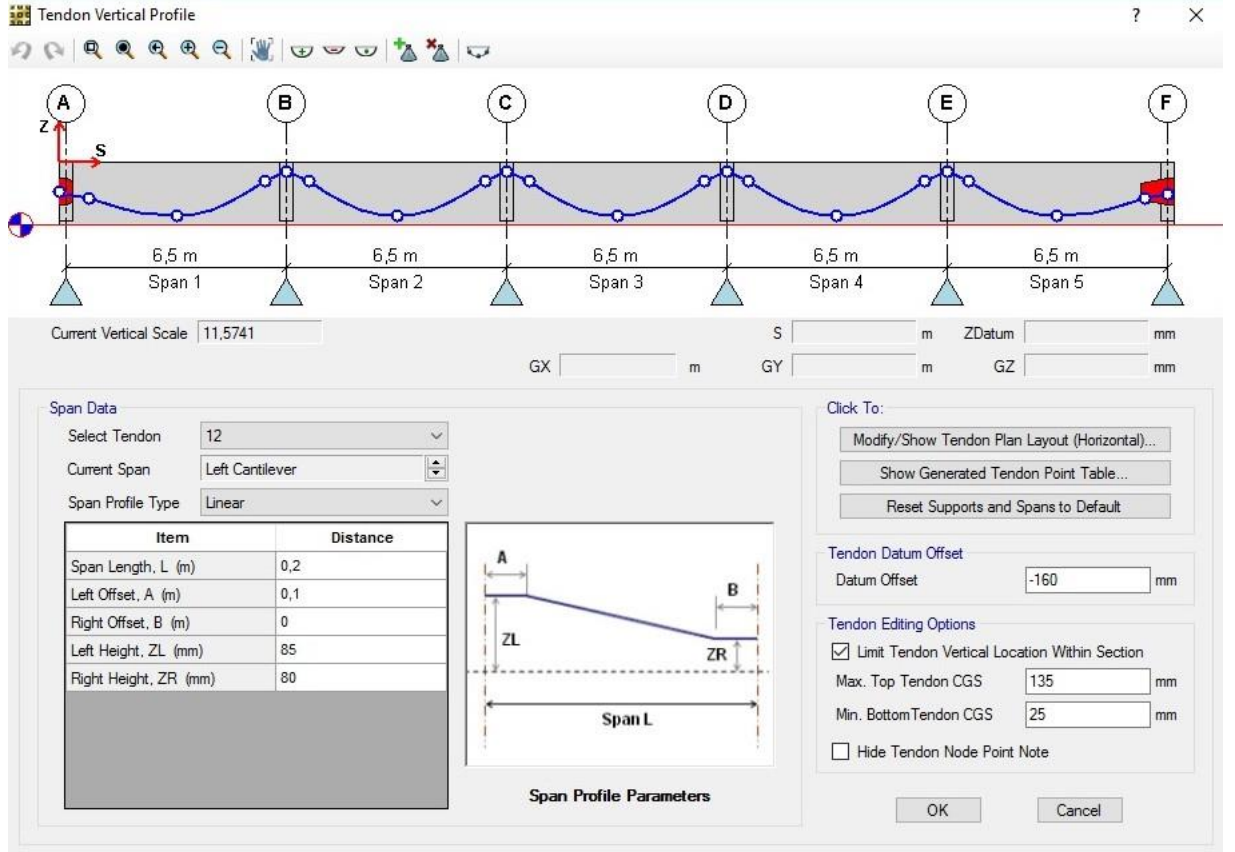
$$\begin{aligned}\Delta SW_{-el} &= S_{t1} \cdot K_{cons} + (S_{t6} - S_{t1}) \cdot K_{cons} \cdot 0,866 + (S_{\infty} - S_{t6}) \cdot K_{servis} + K_{servis} \\ &= 5,9. \Delta SW_{-el} = 10,1mm\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta SDL_{-el} &= S_{t6} \cdot K_{cons} \cdot 0,866 + (S_{\infty} - S_{t6}) \cdot K_{servis} + K_{servis} \\ &= 4,3. \Delta SDL_{-el} = 7,1mm\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta LL_{-el} &= 0,25 \cdot S_{\infty} \cdot K_{servis} + K_{servis} \\ &= 5,1. \Delta LL_{-el} = 6,8mm\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta Shore_{-el} &= S_{t1} \cdot K_{cons} \\ &= 0,68. \Delta Shore_{-el} = 2,2mm\end{aligned}$$

Hesaplanan sehımler $L/360$ değeriinden küçüktür.



Şekil 2.3 Kullanılan ardgerme halatı profil görünümü[4]

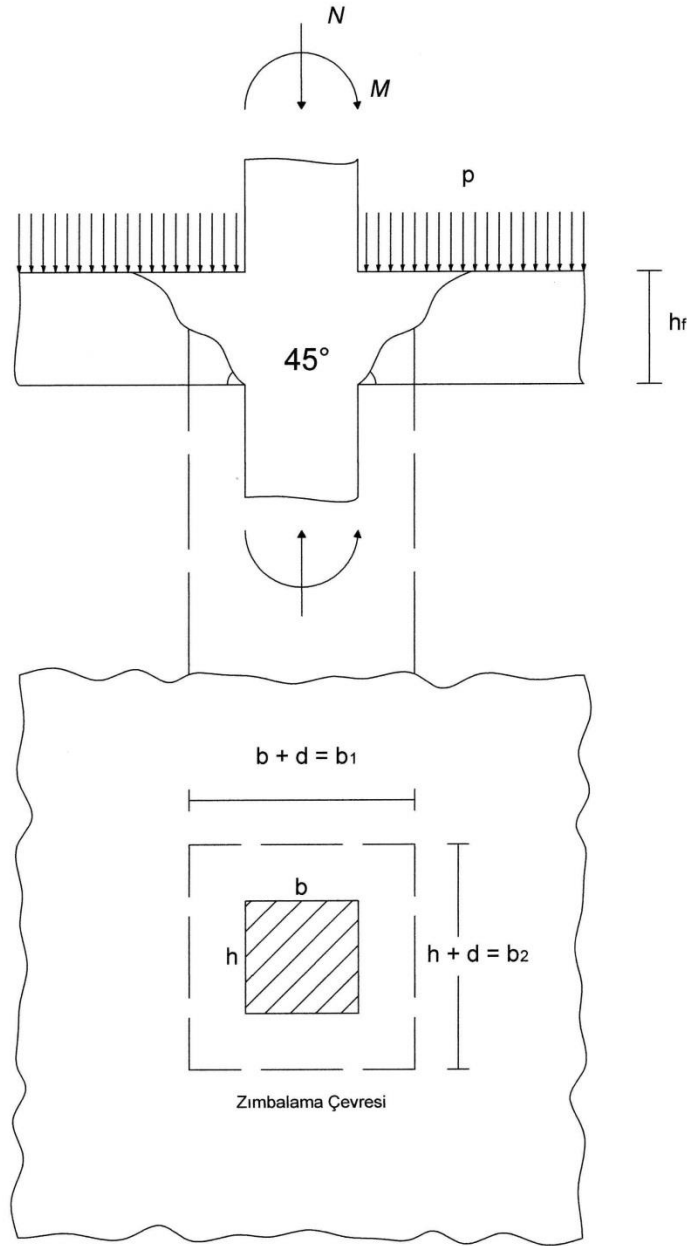
Öngerilmeli kirişsiz döşemede kullanılan ardgerme halatı profili Şekil 2.3 te görüldüğü gibidir.

2.2.2.4 Zımbalama Kriterleri

Zımbalama çevresinde zımbalama dayanımının kolonu zımbalamaya zorlayan kuvvetten büyük olması gerekir:

$$V_{pr} \geq V_{pd}$$

(2.7)



Şekil 2.4 Zımbalama çevresi[11]

Zımbalama yüzeyi, Şekil 2.4 te verildiği gibi, başlıksız durumda kolon yüzünden $d/2$ mesafede döşeme kesit alanıdır. Bu alanın plandaki görüntüsü de, zımbalama çevresini oluşturur. Zımbalama hesap yükü dikdörtgen orta kolon için:

$$u_p = 2(b_1 + b_2) = 2(b + h + 2d) \quad (2.8)$$

Olarak ortaya çıkan zımbalama çevresindeki kesme kuvvetidir:

$$V_{pd} = F_d - F_a = F_d - p(b+d)(h+d) \quad (2.9)$$

Burada, $F_d = F_{d2} - F_{d1}$ söz konusu kattan, zımbalama alanı yoluyla, kesme kuvveti olarak kolana geçen yükün değeri olup, alt ve üst kolon normal kuvvetlerinin farkına yakın değerdedir. Kolon başında oluşan zımbalama yüzeyinin iletebileceği kesme kuvveti ise,

$$V_{pr} = \gamma fctdupd \quad (2.10)$$

Olarak verilir burada γ katsayısı moment etkisinden oluşan ilave zorlanmayı göz önüne almakta olup, b_1 ve b_2 zımbalama çevresinin plandaki boyutları olmak üzere,

$$-\frac{1}{\gamma} = 1 + 1.5 \frac{e_x + e_y}{\sqrt{b_1 b_2}} \quad (2.11)$$

Olarak hesaplanır iletilen momentlerin e_x ve e_y dışmerkezlilikleri hesaplanırken dengelenmiş eğilme momentin % 40 ının bu yolla iletildiği kabul edilir[11]:

$$e = 0.40 \frac{M_{d2} + M_{d1}}{F_{d2} - F_{d1}} \quad (2.13)$$

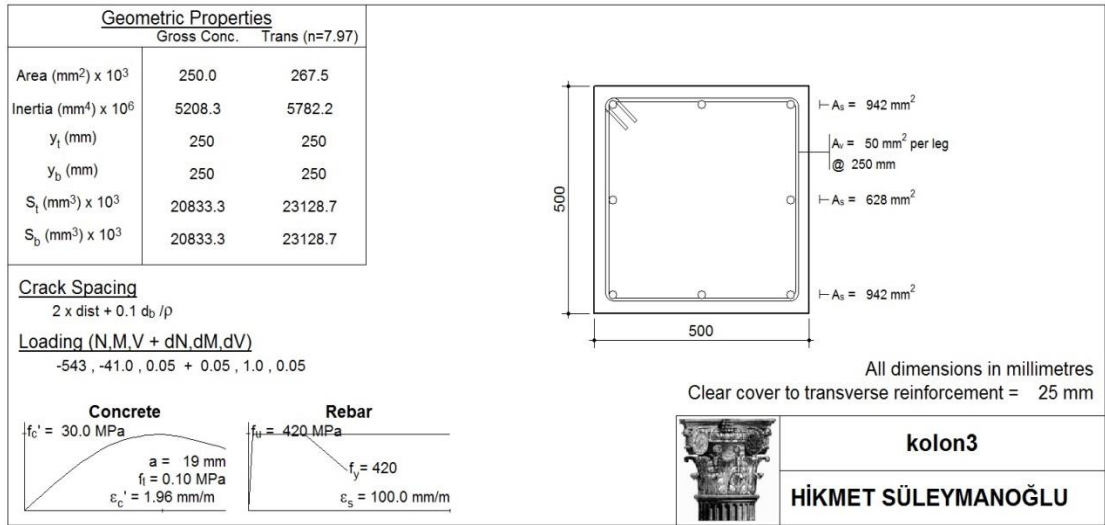
Şekil 2.5 te TSE-TS500(2000) yönetmeliğine uygun olarak yapılan zımbalama kontrolü görülmektedir. Bu tez çalışmasında zımbalama donatısı gerektirmeyecek kirişsiz döşeme kalınlıkları seçilmiştir. Yapılan sehim, zımbalama ve gerilme tahkikleri sinucunda önerilmeli betonarme kirişsiz döşemeler için döşeme kalınlığı 160mm, geleneksel betonarme kirişsiz döşemeler için 200mm olarak bulunmuştur.

span(m)	a(m)	h(m)	d (m)	Y (KN/m3)	Fc (Mpa)	SDL (KN/m2)	LL (KN/m2)	SW (KN/m2)	DL (KN/m2)
6,5	0,6	0,2	0,17	25	30	1,5	2	5	6,5
					Fctd (MPa)				
					1,278019301				
					Fy (MPa)				
					420				
					Fyd (MPa)				
					365,2173913				
KÖŞE KOLON Md (KN.m)									
34									
Pd (KN/m2)	e	Y	Up (m)	Vpr (KN)	Vpd (KN)	Vs (KN)	As		
12,3	0,157021215	0,7181055	1,37	213,7446022	43,47312	-170,2714822	-466,219535		
KENAR KOLON Md (KN.m)									
61									
Pd (KN/m2)	e	Y	Up (m)	Vpr (KN)	Vpd (KN)	Vs (KN)	As		
12,3	0,140857267	0,73956666	2,14	343,8566516	180,778635	-163,0780166	-446,523141		
İÇ KOLON Md (KN.m)									
50									
Pd (KN/m2)	e	Y	Up (m)	Vpr (KN)	Vpd (KN)	Vs (KN)	As		
12,3	0,057728388	0,87388069	3,08	584,7755338	403,84467	-180,9308638	-495,405936		

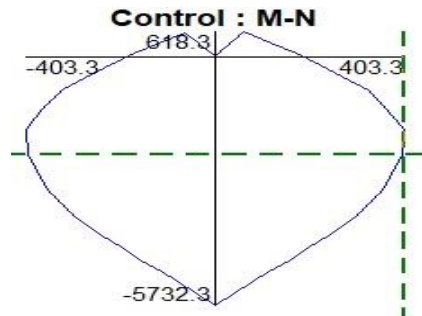
Şekil 2.5 Geleneksel betonarme kirişsiz döşeme için zımbalama hesap tablosu

2.2.3 Kolon Tasarımı

Yapıların planları gereği köşe kolon, kenar kolon ve orta kolon olarak adlandırdığımız üç çeşit kolon vardır. Tüm kolonlar karşıladıkları düşey yükler bakımından bu üç kolon sınıfından birine dahildir. Bu sebeple bu üç sınıf kolona gelen aksel kuvvetler 10, 20 ve 40 katlı yapılarda geleneksel betonarme ve öngerilmeli betonarme tasarımlar için hesaplanmıştır. Kolonların sadece düşey yük taşıdığı düşünülmüştür. Etabs[5] programında kolonların kesme rijitliği azaltılmak suretiyle tüm kat kesme kuvvetleri perdelerle taşınmıştır. TSE-TS500(2000)[7] ve DBYBHY(2007) verilen minimum kolon boyutu koşullarına uygun olarak 400mm x 400mm ile 1000mm x 1000mm aralığında boyutlara sahip 13 adet kolon tasarlanmıştır. Bu kolonlar küçük kesitten büyük kesite doğru 1 den 13 e kadar numaralandırılmıştır. Karşılanması gereken yüklere göre uygun boyutlu kolonlar atanmıştır. Kolon boyutları pratikte yapılacak uygulamayı düşünerek her beş katta bir gerekli ise değiştirilmiştir.



Şekil 2.6 Örnek kolon tasarımı[6]



Şekil 2.7 Örnek M-N etkileşim diagramı[6]

2.2.3.1 Kolonlara Etki Eden Eksenel Yüklerin Hesabı

Her kolona etki eden eksenel kuvvet kolonun özağırlığı ve üzerindeki kirişsiz döşemeden kendisine aktarılan kuvvetlerin toplanması ile elde edilir. Ölü yükler 1.4 ve hareketli yükler 1.6 katsayıları ile çarpılarak hesaplanmıştır.

Kolonlara yük aktaran kirişsiz döşeme alanları en yakın kolon arasında bulunan mesafenin ortasından geçen sınırlar ile belirlenmiştir. Bir başka deyişle döşemelerde bulunan her nokta yükünü en yakın kolona aktaracak şekilde eksenel yükler hesaplanmıştır.

Döşemenin özağırlığı bu yüklerden biridir;

$$h_d * \gamma_c \quad (2.14)$$

Döşemenin özağırlığı dışındaki ilave yükler 1.5 KN/m^2 olarak kabul edilip hesap yapılmıştır.

Kolonun özağırlığı ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$K_x * K_y * K_h * \gamma_c \quad (2.15)$$

Döşemeye etki eden canlı yükler yapı ofis olarak tasarlandığı için "TSE-TS498 (1987) Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri" yönetmeliğine uygun olarak 2 KN/m^2 olarak kabul edilip hesap yapılmıştır.

2.2.3.2 Kolonların Boyutlandırılması

Kolonların karşılaması gereken aksenal kuvvetler bulunduktan sonra bu kuvvet kapasitesine sahip minimum donatılı kare kesitli kolonlar tasarlanmıştır. Kesitler her katta değil, beş katta bir değiştirilerek pratik ve ekonomik bir yaklaşım izlenmiştir. Kesit tasarımı Response programı ile yapılmıştır. Döşemesi önerilmeli betonarme yapıların en az yük taşıyan kolonları için 400mm x 400mm kesit yeterli iken, döşemesi geleneksel betonarme olan yapıların en çok yük taşıyan kolonu için 1000mm x 1000mm kesit gerekli olmuştur. Kolonlara ait aksenal yük kapasitesini hesaplariken response programında betona ait malzeme dayanım katsayısı 1.5 ve çeliğe ait malzeme dayanım katsayısı 1.15 olarak seçilmiştir. Çeliğin kopma dayanımının akma dayanımı olan 420 MPa olduğu varsayılmış ve malzeme özellikleri bu şekilde düzenlenmiştir.

Çizelge 2.3 Tasarlanan kolonlar

KOLON NUMARASI	BOYUT(mm)	EKSENEL YÜK DAYANIMI (kN)
C1	400X400	3760
C2	450X450	4800
C3	500X500	5732
C4	550X550	6973
C5	600X600	8308
C6	650X650	9742
C7	700X700	11274
C8	750X750	12905
C9	800X800	14838
C10	850X850	16665
C11	900X900	18591
C12	950X950	20819
C13	1000X1000	22942

Çizelge 2.4 Köşe kolonlara ait tablo

	KÖŞE KOLONLAR					
KATLAR	10RC	10PT	20RC	20PT	40RC	40PT
1-5	C3	C1	C3	C1	C4	C3
6-10	C3	C1	C3	C1	C3	C2
11-15			C3	C1	C3	C2
16-20			C3	C1	C3	C1
21-25					C3	C1
26-30					C3	C1
31-35					C3	C1
36-40					C3	C1

Çizelge 2.5 Kenar kolonlara ait tablo

	KENAR KOLONLAR					
KATLAR	10RC	10PT	20RC	20PT	40RC	40PT
1-5	C3	C1	C3	C3	C7	C7
6-10	C3	C1	C3	C1	C7	C6
11-15			C3	C1	C6	C5
16-20			C3	C1	C4	C4
21-25					C3	C3
26-30					C3	C1
31-35					C3	C1
36-40					C3	C1

Çizelge 2.6 Orta kolonlara ait tablo

KATLAR	ORTA KOLONLAR					
	10RC	10PT	20RC	20PT	40RC	40PT
1-5	C3	C2	C7	C6	C13	C12
6-10	C3	C1	C5	C5	C12	C11
11-15			C3	C2	C10	C9
16-20			C3	C1	C9	C8
21-25					C7	C6
26-30					C5	C5
31-35					C3	C2
36-40					C3	C1

2.2.4 Yatay Yük Taşıyıcı Sistemin Tasarlanması

Yatay yük taşıyıcı sistem, bağ kirişsiz perde duvar sistemidir. Bu sebeple, kolonlara ait parametreler sismik kuvvetleri karşılamayacak şekilde düşürülmüş, tüm sismik kuvvetlerin perdeler tarafından karşılandığı, kolonların sadece düşey yükleri taşıdığı bir sistem tasarlanmıştır. Kirişsiz döşemeler, yatay kuvvetleri perde duvarlara dağıtmak için rijit diyaframlar olarak modellenmiştir. Yatay yük taşıyıcı sistem, 10 ve 20 katlı yapılar için Şekil 2.1 de görüleceği gibi kapalı merkezi tüp şeklinde tasarlanmıştır. Perdelerin analiz ve tasarımında Etabs[5] programı kullanılmıştır. 40 katlı yapılar için merkezi tüp şeklindeki perde duvarlar yeterli gelmemiş, 250mm olarak tasarlanan perde kalınlıklarını artırmanın etkisinin de çok düşük olduğu görülmüştür. Bunun üzerine perde duvarların uzunlukları Şekil 2.1 de görüleceği gibi kanat şeklinde uzatılarak kat ötelemeleri kontrol altına alınmıştır.

Tüm kat ötelemeleri Şekil 2.7 den anlaşılacağı üzere yönetmeliğe uygun olarak kat yüksekliğinin 1/20 sini aşmayacak şekilde tasarım yapılmıştır.

Kesitlerin kesme dayanımı V_r ;

$$V_r = A_{ch}(0,65f_{ctd} + \rho_{sh}f_{ywd}) \quad (2.16)$$

Denklemler ile elde edilir.

Kullanılan Perdeler;

$$\frac{H_w}{\ell_w} > 2 \quad (2.17)$$

Denklemini sağlamaktadır. Bu durumda esas alınacak tasarım kesme kuvveti;

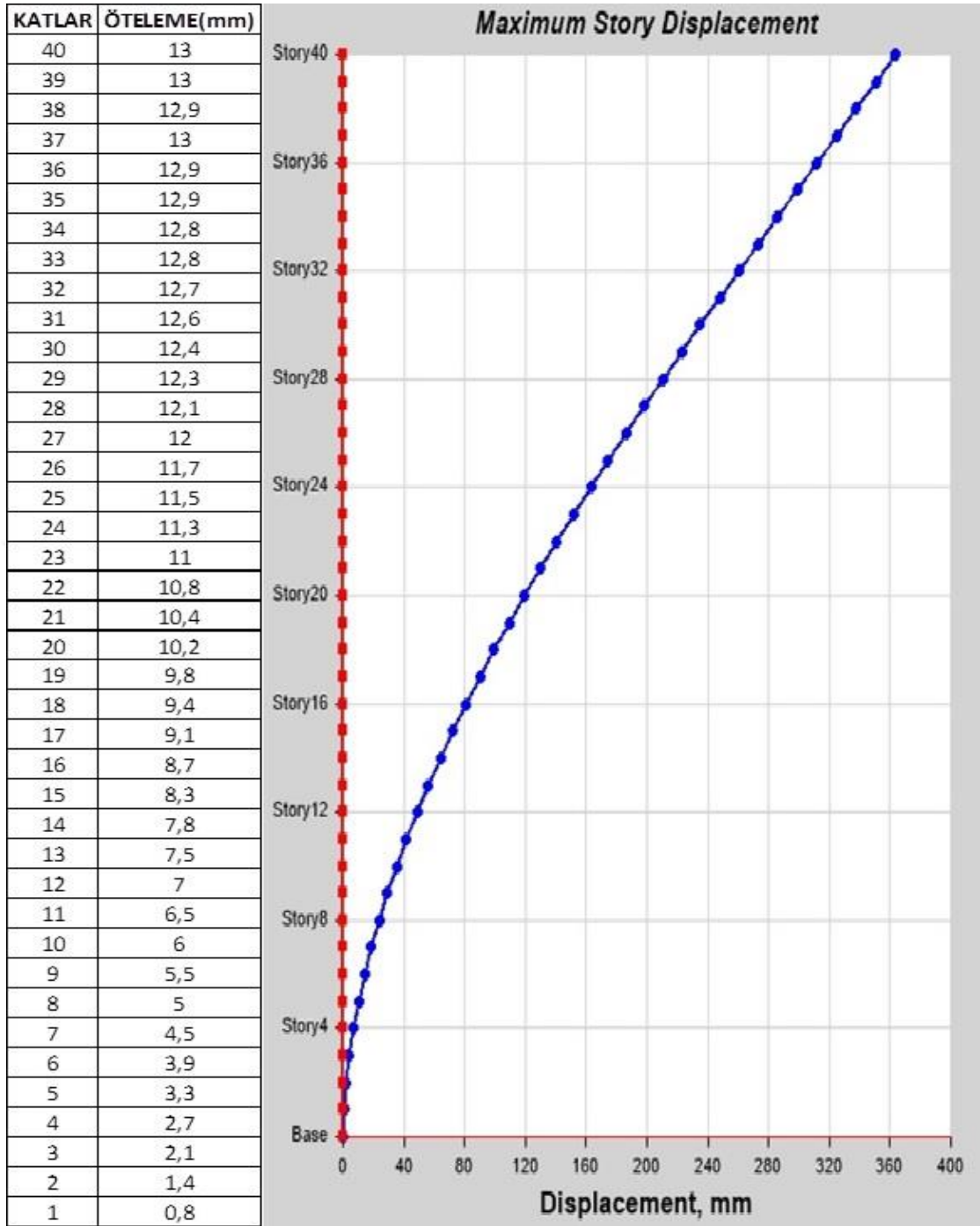
$$V_e = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d \quad (2.18)$$

Denklemler ile hesaplanır. V_e tasarım kesme kuvveti;

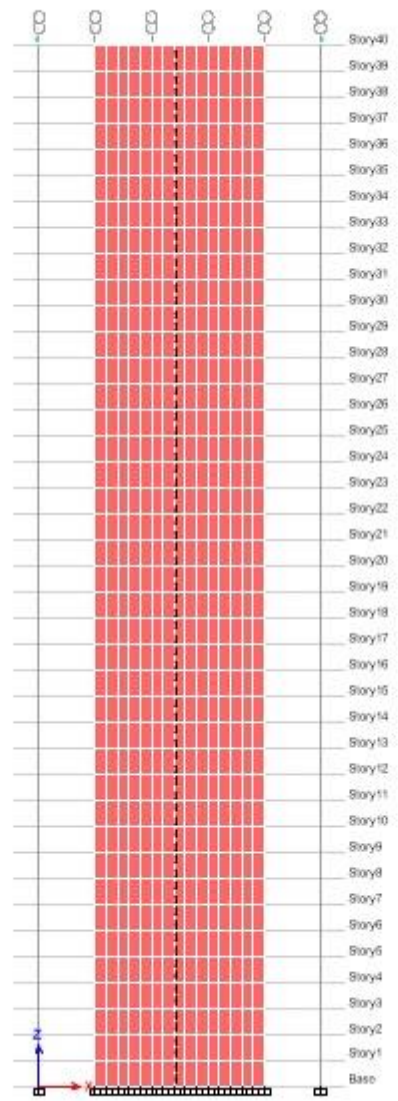
$$V_e \leq V_r \quad (2.19)$$

$$V_e \leq 0.22 A_{ch} f_{cd} \quad (2.20)$$

Denklemlerine ait koşulları sağlamış, aksi halde perde kesit boyutu artırılmıştır.



Şekil 2.8 40 katlı yapıya ait katlarda oluşan maksimum ötelemelere ait grafik[5]



Şekil 2.9 40 katlı yapıya ait Etabs perde görüntüsü[5]

METRAJ VE MALİYET ANALİZİ

3.1 Metraj

Safe[4] programı ile yapılan analizler sonucunda geleneksel betonarme ile tasarlanan kirişsiz döşemenin kalınlığı 200mm iken önerilmeli betonarme teknolojisi ile bu kalınlık 160mm olmaktadır.

Bu tasarım farkı ile kirişsiz döşemede kullanılan beton miktarında %20, çelik miktarında %35 oranında tasarruf sağlandığı Çizelge 3.1 de görülmektedir. Bu hesaplamalarda ana donatı baz alınmış, donatı bağlama ve dataylarından kaynaklanan farklar göz ardı edilmiştir.

Çizelge 3.1 de aynı zamanda kolon ve perdelerdeki malzeme miktarları da gösterilmiştir.10 ve 20 katlı yapılarda geleneksel betorme ile önerilmeli betonarme döşemeleri arasındaki %20 ağırlık farkı önerilmeli betonarme tasarımlı yapılarda ihtiyaç duyulan kolon boyutlarını %30 oranında azaltmıştır. 10 ve 20 katlı yapılar için çelik miktarındaki azalma ise %45 civarındadır.40 katlı yapılar arasında ise betondaki fark %18 iken çelikte azalma oranı %49 olmuştur.

Yeni deprem yönetmeliğinin (TBDY-2018)[12] 4.5.6.5 maddesi uyarınca deprem hesabından elde edilen düzlemiçi kuvvetlerin döşemelerden düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarıldığı hesapla ispatlanmalıdır. Döşeme ile düşey taşıyıcı sistemin birleştiği yüzeyin kayma dayanımı, betonun ve yüzeye dik doğrultuda düzenlenmiş ek donatının sağladığı kayma dayanımının toplamıdır. Bu noktada ardgerme döşemelerin uygulanan ön basınç ile düşey taşıyıcı elemanlara kenetlenmiş

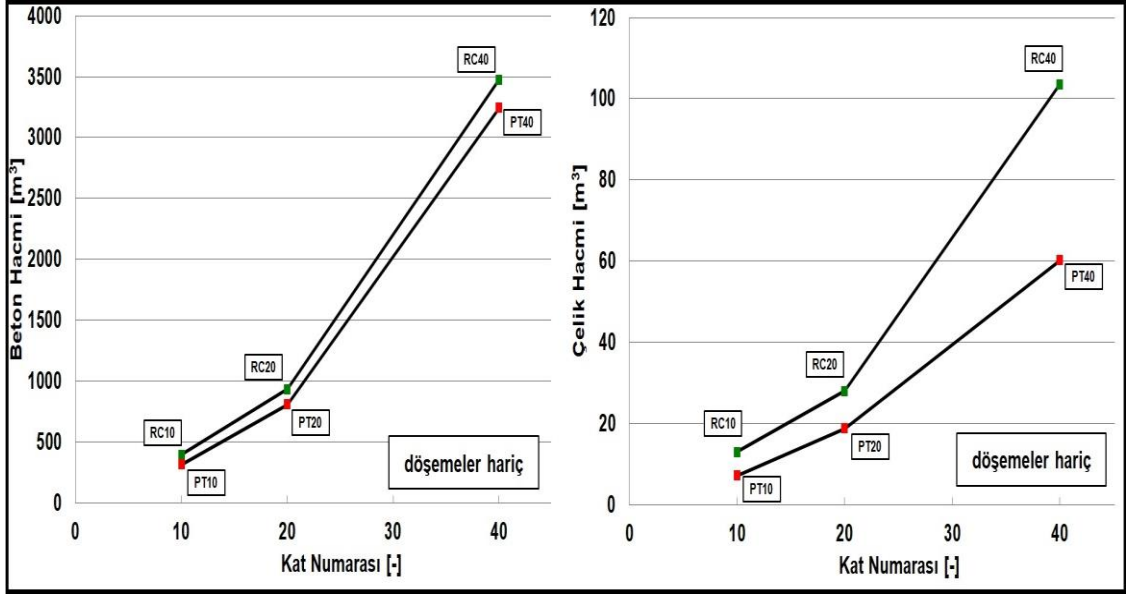
olması sebebiyle geleneksel betonarme kirişsiz döşemelerden daha üstün bir kapasite sağlayacağı düşünülebilir. Böylelikle ardgerme kirişsiz döşemeler için düzlemiçi kuvvetleri düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılması için düzenlenmesi gereken ek donatı miktarı önemli ölçüde azalacaktır.

Öngörülmesi betonarme ile tasarlanan yapıların aynı kat yüksekliğine sahip geleneksel betonarme yapılara oranla tüm yapı elemanlarında daha az malzeme kullanımı sağladığı görülmektedir.

Çizelge 3.1 Yapıların Malzeme Miktarları

Yapılar	Kirişsiz Döşeme			Kolon		Perde	
	Beton (m ³)	Çelik (m ³)	Tendon (m ³)	Beton (m ³)	Çelik (m ³)	Beton. (m ³)	Çelik (m ³)
RC10	2028	34.3	-	240	9.2	156	3.78
RC20	4056	68.6	-	543	19.4	390	8.60
RC40	8112	137.2	-	1604	55.6	1872	48
PT10	1622	19.4	3.1	161	4.1	156	3.08
PT20	3245	38.8	6.2	420	10.6	390	8.20
PT40	6490	77.6	12.4	1372	28.2	1872	32

1m³ çelik=7850 kg



Şekil 3.1 Yapı elemanlarında malzeme miktarları değişimleri (döşemeler hariç)

Şekil 3.1 de yapılarda kullanılan çelik miktarları incelendiğinde geleneksel betonarme tasarımlı yapılara göre öngerilmeli betonarme tasarımlı yapılarda kat sayısı arttıkça daha lineer bir grafik elde edilmektedir. Buna göre öngerilmeli betonarme tasarımların yapıların yüksekliği arttıkça ekonomik hale geleceği öngörülebilir.

3.2 Maliyet Analizi

Döşemeleri öngerilmeli betonarme ve geleneksel betonarme ile tasarlanmış 10, 20 ve 40 katlı yapıların malzeme ve işçiliklerine ait maliyet farkları hesaplanmıştır. Bu hesaplarda İstanbul için geçerli 2019 yılı piyasa değerleri kullanılmıştır. Çizelge 3.2 de görülebileceği gibi hem işçilik maliyetlerinde, Çizelge 3.3 te görülebileceği gibi hem de malzeme maliyetlerinde bu çalışmada tasarlanan tüm kat yükseklikleri için öngerilmeli betonarme teknolojisi kullanılarak tasarruf edilebileceği hesaplanmıştır.

Çizelge 3.2 İşçilik maliyet farkları

Farklar (m3)							
	Beton(Döşeme)	Çelik(Döşeme)	Tendon(döşeme)	Beton(Kolon)	Çelik(Kolon)	Beton(Perde)	Çelik(Perde)
10 kat	406	14,9	-3,1	79	5,1	0	0,7
20 kat	811	29,8	-6,2	123	8,8	0	0,4
40 kat	1622	59,6	-12,4	232	27,4	0	16
İşçilik Maaliyetleri							
	Beton(Döşeme)	Çelik(Döşeme)	Tendon(döşeme)	Beton(Kolon)	Çelik(Kolon)	Beton(Perde)	Çelik(Perde)
(Adamxsaat)/m3	0,1875	800,7	274,75	0,1875	800,7	0,1875	800,7
1 adam saat = 30 TL							
Toplam adamxsaat Tasarrufu							
	Beton(Döşeme)	Çelik(Döşeme)	Tendon(döşeme)	Beton(Kolon)	Çelik(Kolon)	Beton(Perde)	Çelik(Perde)
10 kat	76,125	11930,43	-851,725	14,8125	4083,57	0	560,49
20 kat	152,0625	23860,86	-1703,45	23,0625	7046,16	0	320,28
40 kat	304,125	47721,72	-3406,9	43,5	21939,18	0	12811,2
Tasarruf (TL)							
	Beton(Döşeme)	Çelik(Döşeme)	Tendon(döşeme)	Beton(Kolon)	Çelik(Kolon)	Beton(Perde)	Çelik(Perde)
10 kat	2284	357913	-25552	444	122507	0	16815
20 kat	4562	715826	-51104	692	211385	0	9608
40 kat	9124	1431652	-102207	1305	658175	0	384336
Toplam İşçilik Tasarrufu							
10 kat	474411	TL					
20 kat	890969	TL					
40 kat	2382385	TL					

Çizelge 3.3 Malzeme maliyet farkları

Farklar (m3)							
	Beton(Döşeme)	Çelik(Döşeme)	Tendon(döşeme)	Beton(Kolon)	Çelik(Kolon)	Beton(Perde)	Çelik(Perde)
10 kat	406	14,9	-3,1	79	5,1	0	0,7
20 kat	811	29,8	-6,2	123	8,8	0	0,4
40 kat	1622	59,6	-12,4	232	27,4	0	16
Fiyatlar (TL/m3)							
Beton	200						
Çelik	27500						
Tendon	40000						
Tasarruf (TL)							
	Beton(Döşeme)	Çelik(Döşeme)	Tendon(döşeme)	Beton(Kolon)	Çelik(Kolon)	Beton(Perde)	Çelik(Perde)
10 kat	81200	409750	-124000	15800	140250	0	19250
20 kat	162200	819500	-248000	24600	242000	0	11000
40 kat	324400	1639000	-496000	46400	753500	0	440000
Toplam Tasarruf							
10 kat	542250	TL					
20 kat	1011300	TL					
40 kat	2707300	TL					

Çizelge 3.2 ve 3.3 te gösterilen hesapların neticesi olarak;

İşçilik ve malzemedan elde edilen tasarrufları topladığımızda, 10 katlı yapıda 1016661 TL, 20 katlı yapıda 1902269 TL, 40 katlı yapıda 5089685 TL tasarruf edilebileceği hesaplanmıştır.



SONUÇ VE ÖNERİLER

10 katlı, 20 katlı ve 40 katlı üç adet yapı önerilmeli betonarme ve geleneksel betonarme kirişsiz döşeme kullanılarak tasarlanmış ve karşılaştırılmıştır. Benzer karşılaştırmaların farklı kat adetleri ve beton basınç dayanımları için de yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Tüm yükseklikler için önerilmeli betonarme teknolojisinin kullanıldığı döşemeye sahip yapıların geleneksel betonarme ile yapılmış döşemelere sahip yapılara kıyasla daha az maliyetle inşa edilebileceği hesaplanmıştır. Bu sonuç önerilmeli betonarmenin geleneksel betonarme ile tasarlanamayan büyük açıklıklı yapılarda kullanılmasının yanında geleneksel betonarmenin yaygın olarak kullanıldığı küçük açıklıklı yapılarda da geleneksel betonarmeye alternatif bir tasarım olarak düşünülebileceğini göstermiştir. Tüm yükseklikler için önerilmeli betonarme teknolojisinin daha az malzeme tüketimi sağladığı görülmüştür. Önerilmeli betonarme ile çevre etkileri açısından daha olumlu sonuçlar alınmıştır. Dünyanın ve medeniyetin gelişimi, bu gelişimlerin olumsuz etkilerini en aza indirmek ihtiyacını da doğurmaktadır. Bu teknoloji kullanılarak daha sürdürülebilir yapılar üretilbileceği ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Chaudhary, T., ve Piracha, A. (2013). "Effective contribution of structural engineers to green buildings and sustainability.", Canadian Journal of Civil Eng., 40, 97-100.
- [2] Buckley, M., Halsall, R., Vollering, B., ve Webber, D., (2002). "Considering Sustainability In The Selection of Structural Systems", Towards a Better Built Environment-Innovation, Sustainability, Information Technology: IABSE Symposium, 11–13 September 2002, Melbourne.
- [3] Danatzko, J.M. ve Sezen, H. (2011). "Sustainable Structural Design Methodologies.", Practice Periodical On Structural Design And Construction., ASCE, 16(4):186-190.
- [4] CSI (Computers and Structures Inc.) (2016). "SAFE 2016: Integrated design of slabs, mats and footings.", Walnut Creek, CA, USA.
- [5] CSI (Computers and Structures Inc.) (2016). "ETABS 2016: Integrated analysis, design and drafting of building systems." Walnut Creek, CA, USA.
- [6] Bentz, E. C., (2000), "Sectional Analysis of Reinforced Concrete Members", Doktora Tezi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Toronto Üniversitesi, Toronto.
- [7] TSE-TS500, (2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, TSE, Ankara.
- [8] TSE-TS3233, (1979). Öngerilmeli Beton Yapıların Hesap ve Tasarım Kuralları, TSE, Ankara.
- [9] TSE-TS498, (1987). Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, TSE, Ankara
- [10] T.C. Resmi Gazete, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik.(26454),6.5.2007.
- [11] Celep, Z., (2013). Betonarme Yapılar, Yedinci Baskı, İhlas Matbaacılık Gazetecilik Yayıncılık ve Ticaret A.Ş., İstanbul.
- [12] T.C. Resmi Gazete, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği.(30364),18.3.2018.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Hikmet SÜLEYMANOĞLU
Doğum Tarihi ve Yeri :12.06.1991, Giresun
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :suleymanogluhikmet@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Yeditepe Üniversitesi	2014
Lise	Fen Bilimleri	Alparslan Lisesi	2009

YAYINLARI

Bildiri

1. Süleymanoğlu, H., Uzel, A. ve Arslan, G., (2017). "Use of Post-tensioned Concrete Slabs for Sustainable Design of Buildings", High Tech Concrete:Where Technology and Engineering Meet, 12-14 June 2017, Maastricht

