

Süleyman GÖÇER



**İSKENDERUN TEKNİK**

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YÜKSEK  
LİSANS  
TEZİ**

**BİNA YÜZME RİSKİNİ ÖN TASARIM  
AŞAMASINDA BELİRLEYEN  
PROGRAM TASARIMI**

**Süleyman GÖÇER**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI

OCAK 2019

OCAK 2019



**BİNA YÜZME RİSKİNİ ÖN TASARIM AŞAMASINDA BELİRLEYEN  
PROGRAM TASARIMI**

**Süleyman GÖÇER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2019**

Süleyman GÖÇER tarafından hazırlanan “BİNA YÜZME RİSKİNİ ÖN TASARIM AŞAMASINDA BELİRLEYEN PROGRAM TASARIMI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Murat BİKÇE

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi  
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

**Başkan:** Prof. Dr. Murat BİKÇE

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi  
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

**Üye:** Prof. Dr. İlker Fatih KARA

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin Üniversitesi  
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

**Üye:** Doç. Dr. Murat ÖRNEK

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi  
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 15/01/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Tolga DEPCI  
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Süleyman GÖÇER

15.01.2019

BİNA YÜZME RİSKİNİ ÖN TASARIM AŞAMASINDA BELİRLEYEN  
PROGRAM TASARIMI  
(Yüksek Lisans Tezi)

Süleyman GÖÇER

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2019

ÖZET

Kıymetli arsalarda bina yüksekliğine bağlı olarak bodrum kat sayısı da artmaktadır. Temel ve bodrum katların inşası için hafriyat toprağının kaldırılması gerektiğinden, yaygın bir şekilde tercih edilen güvenli kazı yöntemi iksa kazık sistemidir. Yapı alanı çevresinde iksa kazıklarının tamamlanmasıyla, derin kazı yapılarak temel taban kotundan bina inşaatına başlanmaktadır. Bu aşamada kazı alanının bir havuz ortamı oluşturması nedeniyle, olası bir sel felaketinde penceresiz olarak inşa edilen bodrum katlar yüzme riski ile karşı karşıyadır. Tamamlanmış yapının ağırlığını göz önünde bulunduran tasarımcı, inşa sürecindeki bu riske genellikle dikkat etmemektedir. Penceresiz bodrum katların imalatı sırasında, suyun kaldırma kuvvetinin yapı ağırlığından fazla olması muhtemeldir. Kesin tasarım sonrası yapı elemanlarının boyutları bilindiğinden, çeşitli üretim aşamalarında, binanın yüzüp yüzmeyeceği basit fizik kuralları çerçevesinde rahatlıkla belirlenerek gerekli tedbirler alınabilir. Oysaki tasarımcı, yapının tamamlanmış ağırlığının suyun kaldırma kuvvetini rahatlıkla geçeceğini düşündüğünden, yapı inşası sırasında suyun yapıyı kaldırabilme ihtimalini gözden kaçırmaktadır. Geçmişte yüzme problemiyle karşılaşmış ve bu nedenle hasar görmüş yapılar bulunmaktadır. Önemli olarak görülen bu durum için, ulusal şartname ve yönetmeliklere göre salt kıyı liman yapılarında hesap öngörülmektedir. Bu çalışmada, ön tasarım aşamasındaki yapının hesaplanan ağırlığı dikkate alınarak inşa sırasında bodrum katlarda yüzme riskinin olup olmadığını yaklaşık olarak belirleyen bir program Excel’de hazırlanmıştır. İncelenen örnekler, programın sağlıklı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Programda kabul edilen yapı ağırlıkları, proje veri sayısı arttıkça daha da iyileştirilebilmektedir. Bu çalışmada, hazırlanan program kullanılarak, ön tasarım aşamasında binanın yüzme riski ile karşılaşma durumunun belirlenmesi ve kesin tasarım sonrasında hesaplamalarla yüzme kontrolünün yapılması esastır.

Anahtar Kelimeler : Suyun kaldırma kuvveti, bina yüzme riski, yüzen beton yapılar, yüzme risk programı

Sayfa Adedi : 66

Danışman : Prof. Dr. Murat BİKÇE

THE COMPUTER PROGRAM FOR THE DETERMINATION OF STRUCTURE  
FLOATING IN THE PRELIMINARY DESIGN  
(M. Sc. Thesis)

Süleyman GÖÇER

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY  
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

January 2019

ABSTRACT

Depending on the height of the building, the number of basement floors increases. As the excavation soil needs to be removed for the construction of basements and basements, the most widely preferred safe excavation method is the pile system. With the completion of the pile piles around the building area, the deep construction of the building starts from the base level. In this stage, due to the fact that the excavation area forms a pool environment, the basement floors, which are built without windows in a possible flood disaster, are at risk of floating. The designer who targets the completed building weight does not usually pay attention to this risk in the construction process. During the construction of windowless basements, the buoyancy of the water is likely to be greater than the building weight. The designer can easily determine the dimensions of certain structural elements in the framework of simple physics rules for the design stage. However, as the designer thinks that the completed weight of the building will easily pass the buoyancy of the water, he overlooks the possibility that water can remove the building during the construction of the building. In the past, there have been swimming problems and therefore damaged buildings. For this situation, which is seen as unimportant, it is foreseen in the coastal port buildings according to the national specifications and regulations. In this study, the risk of floating in basement floors during construction is determined in Excel. The examples examined show that the program gives reasonable results. The accuracy of the building weights adopted in the program is improved as the number of project data increases. By using the program prepared in this study, it is essential to perform floating control with definite design after determining the situation of encounter with swimming risk at the preliminary design stage.

Key Words : The buoyancy of the water, building floating risk, floating concrete structures, floating risk program  
Page Number : 66  
Supervisor : Prof. Dr. Murat BİKÇE

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın gerçekleőtirilmesinde kıymetli bilgilerini benimle paylaőan, değerli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle, bana faydalı olabilmek için elinden gelenin fazlasına sunan, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen saygıdeğer danıőmanım Prof. Dr. Murat BİKÇE'ye teőekkürü bir borç biliyor ve Őükranlarımı sunuyorum. Ayrıca tez çalıőmam süresince ve hayatımın her evresinde bana destek olan meslektaőım, değerli eőim zden GÖÇER'e ve beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiii
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Yüzer Köprüler.....	4
2.2. Betonarme Gemiler .....	5
2.3. İzmit Körfez Geçişi Köprüsü'nün Yapımında Suyun Kaldırma Kuvvetinden Yararlanılması .....	5
2.4. Yüzer Yapılar .....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal .....	11
3.2. Yöntem.....	11
4. KONUYLA İLGİLİ ULUSAL/ULUSLARARASI STANDART VE YÖNETMELİKLER .....	12
5. YAPIYA ETKİ EDEN KUVVETLER VE YÜZME HASARLARI .....	14
5.1. Yapıya Etki Eden Kuvvetler .....	14
5.2. Yüzme Hasarları.....	18



6. ARAŞTIRMA BULGULARI VE DEĞERLENDİRME .....	22
6.1. Yapı Metrajının Yaklaşık Hesaplanması.....	22
6.1.1. Yaklaşık metraj .....	22
6.1.2. Program metraj katsayılarının kalibrasyonu .....	31
6.2. Yapı Maliyetinin Hesaplanması .....	34
6.3. Yapı Ağırlığının Hesaplanması .....	34
6.4. Yapıya Gelebilecek Suyun Kaldırma Kuvveti .....	37
6.4.1. Sıvıların kaldırma kuvveti.....	37
6.4.2. Suyun kaldırma kuvvetinin hesaplanması.....	38
6.5. Yüzme Riski.....	39
6.5.1. Kat alanının yüzme riskine etkisi .....	41
6.5.2. Bodrum kat sayısının yüzme riskine etkisi .....	43
6.6. Örnekler.....	45
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	57
KAYNAKLAR .....	59
EKLER.....	62
EK-1. Program değerlerini kalibre etmede kullanılan 60 adet projenin kat sayıları ve kat alanları.....	63
ÖZGEÇMİŞ .....	65

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Keson yüzme hesabına ait bilgiler .....	6
Çizelge 6.1. Pratik hesaplamaya esas olmak üzere karkas yapılar için yapı birim alanına isabet eden yaklaşık metraj birim ölçüleri.....	23
Çizelge 6.2. 42 no'lu örnek projenin kat sayıları ve kat alanları .....	25
Çizelge 6.3. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revizeden önce).....	25
Çizelge 6.4. Aynı özelliklere sahip 2 adet örnek betonarme yapının kat sayıları ve kat alanları.....	26
Çizelge 6.5. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revize aşamasında).....	26
Çizelge 6.6. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revizeden sonra).....	27
Çizelge 6.7. 18 no'lu örnek projenin kat sayıları ve kat alanları .....	29
Çizelge 6.8. 23 no'lu örnek projenin kat sayıları ve kat alanları .....	29
Çizelge 6.9. 54 no'lu örnek projenin kat sayıları ve kat alanları .....	29
Çizelge 6.10. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revize aşamasında)-Proje No 18.....	30
Çizelge 6.11. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revize aşamasında)-Proje No 23.....	30
Çizelge 6.12. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revize aşamasında)-Proje No 54.....	30
Çizelge 6.13. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revizeden sonra)-Proje No 18 .	30
Çizelge 6.14. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revizeden sonra)-Proje No 23 .	31
Çizelge 6.15. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revizeden sonra)-Proje No 54 .	31

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Suyun kaldırma kuvvetinin ( $F_K$ ), yapı ağırlığını ( $F_G$ ) aşarak yapıyı yüzdürmesi.....	2
Şekil 2.1. Dubalar vasıtasıyla yüzen yapılar.....	3
Şekil 2.2. Taşkın esnasında yüzen ev.....	9
Şekil 2.3. Yüzen yapı (Amphibious).....	10
Şekil 5.1. Yapıya etki eden hidrostatik ve toprak itki kuvvetleri (a) Taşkın suyu altında kalmış yapı, (b) Bodrum duvarları su geçirimsiz, (c) Bodrum duvarları su geçirimli.....	15
Şekil 5.2. (a) Hedeflenen yapı, (b) Bodrum katı tamamlanmış, (c) Hafriyat çukurunun su ile dolması sonucu yapının yüzmesi.....	16
Şekil 5.3. (a) Ağırlık merkezi ile kaldırma kuvvetinin aynı düşey ekseninde olması hali, (b) Ağırlık merkezi ile kaldırma kuvvetinin aynı düşey ekseninde olmaması hali.....	17
Şekil 5.4. (a) Kaldırma kuvveti etki merkezi ile yapı ağırlık merkezi farkına bağlı yapının dönmesi, (b) Suların çekilmesi sonrası yapının ekseninden sapması ve yapıda yüzme hasarlarının oluşması.....	17
Şekil 5.5. Hidrodinamik yükler ve darbe yükleri.....	18
Şekil 5.6. Su erozyonu ile oluşan (a) Üniform olmayan temel altı malzemesinin kaybı nedeniyle yapı hasarı, (b) Toprak kaybı.....	20
Şekil 6.1. Yapı ağırlığını hesaplayabilmek için programa girilmesi gereken veriler ...	24
Şekil 6.2. Metraj hesaplamada kullanılan güncel katsayıların Excel değerleri .....	28
Şekil 6.3. Duvar çeşitleri.....	29
Şekil 6.4. Çatı çeşitleri.....	29
Şekil 6.5. Katsayılar revize aşamasındayken bulunan beton metrajlarının grafiği.....	32
Şekil 6.6. Katsayılar revize edildikten sonra bulunan beton metrajlarının grafiği .....	32
Şekil 6.7. Katsayılar revize aşamasındayken bulunan donatı metrajlarının grafiği.....	33
Şekil 6.8. Katsayılar revize edildikten sonra bulunan donatı metrajlarının grafiği .....	33

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 6.9. Çok katlı bir yapının sembolik görünüşü.....	34
Şekil 6.10. İnşa aşamasındaki bir yapı.....	35
Şekil 6.11. Hesaplanan yapı ağırlıklarını gösteren tablonun Excel görüntüsü .....	35
Şekil 6.12. Betonarme yapılarda kullanılan genel imalat türleri .....	36
Şekil 6.13. İnşaat durumu hali için imalat kalemlerini ekleme seçenekleri.....	37
Şekil 6.14. Suyun kaldırma kuvveti ve cismin ağırlığı .....	37
Şekil 6.15. Yapının üstten görünüşü .....	38
Şekil 6.16. Yapının yandan görünüşü .....	38
Şekil 6.17. Excel'e girilen kat bilgileri.....	39
Şekil 6.18. Yapının inşaat halinde bulunan imalat kalemleri .....	40
Şekil 6.19. Yüzme riski hesabı sonucu .....	40
Şekil 6.20. Kat bilgileri.....	41
Şekil 6.21. İnşaat halinde var olan imalat türleri .....	42
Şekil 6.22. Yüzme riski hesabı sonuçları.....	42
Şekil 6.23. Kat bilgileri.....	43
Şekil 6.24. Yapının inşaat halinde bulunan imalat kalemleri .....	44
Şekil 6.25. Yüzme riski hesabı sonuçları.....	44
Şekil 6.26. Yapının sembolik görünüşü .....	45
Şekil 6.27. Yapının kat bilgileri.....	46
Şekil 6.28. Yapının duvar türü .....	46
Şekil 6.29. Yapının çatı türü .....	46
Şekil 6.30. Yapının inşaat halinde bulunan imalat kalemleri .....	46
Şekil 6.31. Yüzme riski hesabı .....	47
Şekil 6.32. Yapının sembolik görünüşü .....	48

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 6.33. Yapının kat bilgileri.....	48
Şekil 6.34. Yapının duvar türü.....	48
Şekil 6.35. Yapının çatı türü.....	48
Şekil 6.36. Yapının inşaat halinde bulunan imalat kalemleri.....	49
Şekil 6.37. Yüzme riski hesabı.....	50
Şekil 6.38. Yapının sembolik görünüşü.....	51
Şekil 6.39. Yapının kat bilgileri.....	51
Şekil 6.40. Yapının duvar türü.....	51
Şekil 6.41. Yapının çatı türü.....	52
Şekil 6.42. Yapının inşaat halinde bulunan imalat kalemleri.....	52
Şekil 6.43. Yüzme riski hesabı.....	53
Şekil 6.44. Yapının sembolik görünüşü.....	54
Şekil 6.45. Yapının kat bilgileri.....	55
Şekil 6.46. Yapının duvar türü.....	55
Şekil 6.47. Yapının çatı türü.....	55
Şekil 6.48. Yapının inşaat halinde bulunan imalat kalemleri.....	55
Şekil 6.49. Yüzme riski hesabı.....	56
Şekil 7.1. Fore kazıklarla yapı güvenliğinin sağlanması.....	58

## RESİMLERİN LİSTESİ

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 1.1. Sel/su baskını ve taşkına uğramış kent merkezleri (a) Temmuz 2018 Kocaeli, (b) Mayıs 2017 İzmir .....	1
Resim 1.2. İksa kazıkları yerleştirilmiş temel çukuru .....	2
Resim 2.1. Hood Canal Köprüsü .....	4
Resim 2.2. Bergsøysund Köprüsü.....	4
Resim 2.3. “Selma” isimli Birinci Dünya Savaşı’nda Acil Filo projesi ile ABD tarafından üretilen betonarme gemilerden en büyüğü .....	5
Resim 2.4. Keson imalatı öncesinde denizin doldurularak kuru havuz ortamı oluşturulması.....	6
Resim 2.5. Kesonların inşa edilmesi.....	7
Resim 2.6. Kuru havuzun su ile doldurulması.....	7
Resim 2.7. Havuz ağzının açılması.....	8
Resim 2.8. Kesonun yüzdürülmesi .....	8
Resim 2.9. Kesonların deniz üzerinde inşasına devam edilmesi .....	9
Resim 5.1. Yanal yükler nedeniyle yapının devrilmesi .....	18
Resim 5.2. (a) Yapının inşa sırasındaki fotoğrafı, (b) Yapının yüzme sonrası fotoğrafı	19
Resim 5.3. Kapalı hacimli bodrum kata sahip araç otoparkı .....	20
Resim 5.4. (a) Taşkın etkisinde yukarı kalkma potansiyeli bulunan toprak altına yerleştirilmiş depo, (b) Suyun düşey kuvveti nedeniyle yukarı kalkan menhol .....	21

**HARİTALARIN LİSTESİ**

<b>Harita</b>	<b>Sayfa</b>
Harita 5.1. Türkiye yıllık toplam yağış dağılımı grafiği (1970-2017) .....	14



## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklamalar</b>
<b>A</b>	Akış yönündeki yüzey alanı
<b>B</b>	Bodrum kat
<b>C<sub>a</sub></b>	Sürüklenmeye karşı direnç katsayısı
<b>C<sub>G</sub></b>	Ağırlık merkezi
<b>C<sub>K</sub></b>	Kaldırma kuvveti etki merkezi
<b>d</b>	Sıvının özkütlesi
<b>D</b>	Yapı tabanı ile zemin kotu arasındaki düşey mesafe
<b>F<sub>dif</sub></b>	Yanal diferansiyel doymuş toprak basıncı
<b>F<sub>dyn</sub></b>	Yanal sürüklenme kuvveti
<b>F<sub>G</sub></b>	Yapının ağırlığı
<b>F<sub>K</sub></b>	Suyun kaldırma kuvveti
<b>F<sub>stat</sub></b>	Yanal su basıncı
<b>g</b>	Ortamın yerçekimi ivmesi
<b>H</b>	Yapı tabanı ile su yüzey seviyesi arasındaki mesafe
<b>kg</b>	Kilogram
<b>m</b>	Metre
<b>mm</b>	Milimetre
<b>m<sup>2</sup></b>	Metrekare
<b>m<sup>3</sup></b>	Metreküp
<b>N</b>	Normal kat
<b>S</b>	Doymuş zemin ve suyun eşdeğer akışkan ağırlığı
<b>V</b>	Çarpan suyun hızı
<b>V<sub>b</sub></b>	Cismin sıvıya batan hacmi
<b>Vol</b>	Yapının su altında kalan kısmının hacmi
<b>Y</b>	Yapının uzun kenarı
<b>Z</b>	Zemin kat
<b>X</b>	Yapının kısa kenarı



**Simgeler****Açıklamalar****X**

Yapının kısa kenarı

 **$\gamma$** 

Zeminin kuru birim hacim ağırlığı

 **$\gamma_b$** 

Zeminin su altındaki birim hacim ağırlığı

 **$\gamma_s$** 

Zeminin suya doymun birim hacim ağırlığı

 **$\gamma_{su}$** 

Suyun özgül ağırlığı

**Kısaltmalar****Açıklamalar****Eurocode**

Avrupa Topluluğu Standardı

## 1. GİRİŞ

Sel ve/veya su taşkını kaynaklı nedenlerle sadece deniz kıyı şeritleri ve/veya nehir kenarlarındaki yapılar su altında kalmazlar. Baraj/su kemeri taşkınları, aşırı ve hızlı yağışlar, şebeke suyunun patlaması ve heyelan gibi nedenlerle oluşan taşkınlar sonucunda iç kesimlerdeki yapılar da su altında kalabilir. Taşkın veya seller yapıda yıkıcı olabilecek darbe yüklerinin oluşmasına sebep olmaktadır. Su ile doğrudan temasta bulunan açık deniz yapılarının (offshore construction) duraylılığı ve deniz tabanına boru hatlarının döşenmesi gibi alanlarda çalışan araştırmacılar ve mühendisler hesaplarında su etkisine [1-4] büyük önem verirken ana karadaki yapılar için bu etkiler göz ardı edilebilmektedir (Resim 1.1).



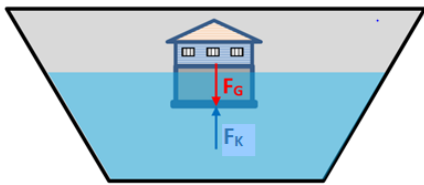
Resim 1.1. Sel/su baskını ve taşkına uğramış kent merkezleri (a) Temmuz 2018 Kocaeli, (b) Mayıs 2017 İzmir [5]

Zemin altında derinliği olan yapıların hafriyat aşamalarında işçi/yapı sağlığı ve güvenliğini sağlayabilmek için genellikle iksa kazıkları kullanılmaktadır. Yapı etrafında inşa edilen iksa kazıklarının içindeki malzemenin boşaltılmasıyla bir havuz ortamı oluşmaktadır (Resim 1.2). Oluşan bu havuz ortamında çeşitli nedenlerle biriken su, kapalı hacim oluşturan bodrum katlarına yukarı yönde kuvvet uygulayarak yapının düşey doğrultuda hareketine yol açabilmektedir. Zemin seviyesinin altında bulunan alt ve yan yüzleri kapalı tüm yapılar için bu durum tehlike arz etmektedir. Tasarımcılar genellikle tamamlanmış yapının ağırlığını göz önünde bulundurduklarından ve yapı ağırlığının suyun olası kaldırma kuvvetinin çok üzerinde olacağını düşündüklerinden dolayı bu duruma yeterli önemi göstermemektedirler. Ancak, bodrum kat aşamasındaki yapının suyun kaldırma kuvvetine yenik düşerek yüzmesi durumunda, istikrarsız hale geçen yapı hasar alabilmektedir. Zeminin taşıma gücünü kaybetmesine neden olan zemin sıvılaşması ile yüzme hasarı birbirinden farklı sorunlardır.



Resim 1.2. İksa kazıkları yerleştirilmiş temel çukuru

Bodrum katların inşa aşamalarında karşılaşılabilecek bu sorunu tasarımcı önceden fark etmesi halinde gereken tedbirleri rahatlıkla alabilir. Zira zemin altındaki yapı elemanlarının boyutları kesin olarak bilindiğinden, basit fizik hesaplarıyla yapısının bu risk ile karşılaşılabileceğini görebilecektir. Tasarımcının, yapı kesin tasarımı öncesinde bu yönde uyarılması da oldukça yararlı olacaktır. Bu tez kapsamında, yapılacak yüzme hesabında kullanılacak suyun kaldırma kuvvetini ( $F_K$ ) ve ön tasarım aşamasındaki yapının ağırlığını ( $F_G$ ) yaklaşık olarak hesaplayan ve bunları birbirleriyle kıyaslayıp yüzme riski hakkında fikir veren bir Excel programı tasarlanmıştır (Şekil 1.1).

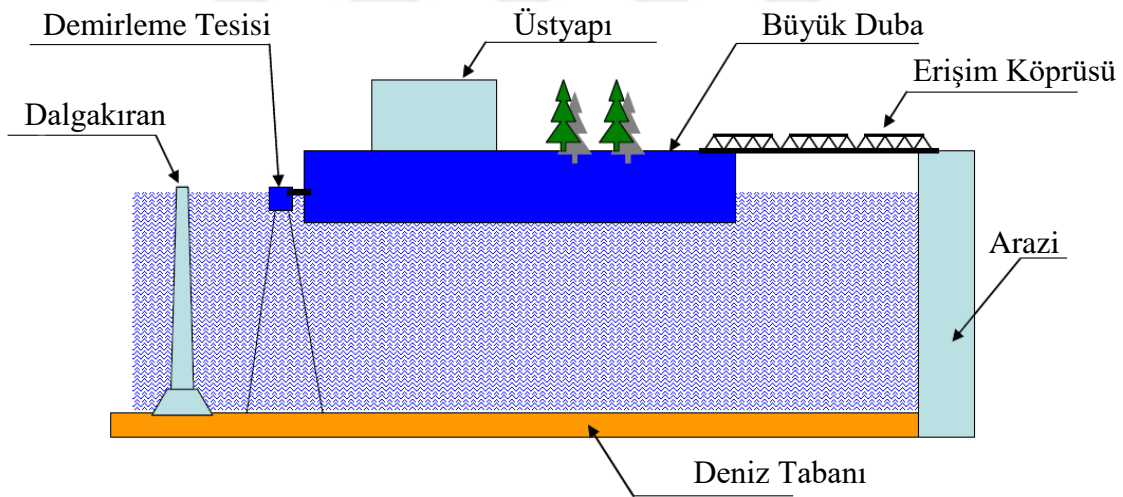


Şekil 1.1. Suyun kaldırma kuvvetinin ( $F_K$ ), yapı ağırlığını ( $F_G$ ) aşarak yapıyı yüzdürmesi  
[6]

Hazırlanan Excel programı, bu değerleri proje aşamasından önce yaklaşık metraj değerlerinden yola çıkarak hesaplayıp tasarımcıyı yüzme riskine karşı uyardığından, kesin tasarım sonrası nihai eleman boyutları hesaplanarak yüzme kontrolünün yapılması esastır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Nüfus ve kentsel gelişimi hızlı artan ada ülkelerindeki veya uzun kıyı şeridinde sahip bazı ülkelerdeki (Japonya, Hollanda, Singapur) şehir planlamacılar ve mühendisler, arazi kullanımında karaya olan baskıyı azaltmak amacıyla, deniz tabanını doldurarak daha geniş ve değerli araziler elde edebilmektedirler. Su derinliğinin 20 m'den daha az olduğu sığ yerlerde genellikle dolgu yapılarak ıslah edilmeye çalışılmaktadır. Ancak bu yöntem, mevcut deniz yaşam formlarının yok olmasına ve tortulların yapısının bozulmasına yol açmaktadır. Bu olumsuzluğu gidermek üzere, mühendisler su ile mücadele etmek yerine suyun kaldırma kuvvetinden yararlanan alternatif yöntemler geliştirmiştir. Bu yöntemlerden biri de yapıların deniz üzerine yerleştirilen dubalara inşa edilmesidir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Dubalar vasıtasıyla yüzen yapılar [7]

Bu yöntemde suyun kaldırma kuvvetinden azami düzeyde yararlanabilmek için dubaların içi hava dolu olarak üretilmektedir. Dubalar, toplam yoğunluğunun düşük olması sayesinde yapı ile beraber su yüzeyinde kalabilmektedir. Ayrıca su üzerinde istenmeyen yatay hareketleri engellemek adına dubalar çapalarla deniz yatağına sabitlenebilmektedir. Bu bölümde suyun kaldırma kuvvetinden yararlanılarak planlanan betonarme yapılarla ilgili mühendislik çalışmalarına dair örnekler sunulmaktadır. Su üzeri yapılarla ilgili ileri teknolojilerin kullanıldığı yapılar üzerine çalışmalar günümüzde artarak devam etmektedir.

## 2.1. Yüzer Köprüler

Deniz derinliğinin fazla olduğu veya deniz tabanının temel için elverişsiz derecede yumuşak olduğu yerlerde yüzer köprüler son derece kullanışlıdır [8]. Modern anlamda ilk yüzer köprü, 1912 yılında İstanbul Haliç'te 50 çelik dubanın 41 metre derinliğe sabitlenmesiyle inşa edilmiştir [9]. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en önemli betonarme yüzer köprüler, Washington eyaletinde bulunur. Bu köprülerden biri olan First Lake Washington Yüzer Köprüsü, 1940 yılında 25 betonarme duba üzerine inşa edilmiştir. Hood Canal Köprüsü ise 23 öngerilmeli betonarme duba üzerine inşa edilmiş olup 1961 yılında trafiğe açılmıştır [10] (Resim 2.1).



Resim 2.1. Hood Canal Köprüsü [10]



Resim 2.2. Bergsøysund Köprüsü [11]

Resim 2.2’de görülen Norveç’teki ilk yüzer köprü, 1992 yılında tamamlanan Bergsøysund Köprüsü olup 7 duba tarafından taşınmaktadır [12].

## 2.2. Betonarme Gemiler

Betonun yüzer yapılarda kullanılması yirminci yüzyılın başlarına dayanmaktadır. İlk betonarme yelkenli gemi olan Namsenfjord, Norveç’te 1917 yılında inşa edilmiştir [13]. Birinci ve İkinci Dünya Savaşları esnasında çelik kıtlığı nedeniyle yüzlerce beton gemi inşa edilmiştir [14]. 1950’lerin sonunda Filipinler’de öngerilmeli betondan okyanusa uygun mavnalar inşa edilmiştir. 1975 yılında dünyanın ilk büyük sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) depolama gemisi öngerilmeli betondan inşa edilmiş ve Java Denizi’ne konuşlandırılmıştır [15].



Resim 2.3. “Selma” isimli Birinci Dünya Savaşı’nda Acil Filo projesi ile ABD tarafından üretilen betonarme gemilerin en büyüğü [16]

## 2.3. İzmit Körfez Geçişi Köprüsü’nün Yapımında Suyun Kaldırma Kuvvetinden Yararlanılması

Suyun kaldırma kuvvetinin inşaat alanında kullanıldığı alanlar da mevcuttur. Deniz ortasında inşa edilmesi güç olan yapıların, karada inşa edilip denize taşınmasında suyun kaldırma kuvvetinden yararlanılabilir.

İzmit Geçişi Körfez Köprüsü’nün keson imalatı (Resim 2.4-2.5) ve kesonların yüzdürülerek yerine taşınması (Resim 2.6-2.9) verilebilecek güncel örneklerdendir.





Resim 2.4. Keson imalatı öncesinde denizin doldurularak kuru havuz ortamı oluşturulması [17]

Kesonların imalatı için, kesonların yerleştirileceği yere yakın kara sınırında bir alan deniz doldurularak kapatılmıştır (Resim 2.4). İmal edilecek kesonu su yüzeyinde tutabilecek suyun kaldırma kuvveti fiziksel problem olarak hesaplanmıştır. Bu kaldırma kuvvetini sağlayacak su yüksekliği göz önünde tutularak kuru havuz ortamı gerekli derinliğe indirilmiştir (Resim 2.4). Tuzlu suyun kaldırma kuvvetinin saf sudan fazla olduğu unutulmamalıdır. Bu yüzme hesabına ait bazı yaklaşık bilgiler Çizelge 2.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1. Keson yüzme hesabına ait bilgiler [17]

Keson boyutları	14,40 m x 54,00 m x 67,00 m
Keson taban alanı	3618 m <sup>2</sup>
Beton miktarı	9000 m <sup>3</sup>
Donatı miktarı	2250 ton
Yüzdürme ağırlığı	25000 ton
Yüzdürme derinliği	6,90 m

Resim 2.5’te görüldüğü gibi kuru havuz ortamında kesonların imalatı tamamlandıktan sonra, kesonların yüzdürülebilmesi için kuru havuz deniz suyu ile doldurulmuştur (Resim 2.6).



Resim 2.5. Kesonların inşa edilmesi [17]



Resim 2.6. Kuru havuzun su ile doldurulması [17]

Kuru havuzdaki su yüksekliği deniz seviyesine ulaştıktan sonra suyun yüzeyinde askıda bulunan kesonları yüzdürebilmek için havuz ağzı yıkılarak açılmıştır (Resim 2.7).





Resim 2.7. Havuz ağızının açılması [17]

Resim 2.8’de görüldüğü gibi yüzdürülerek yerlerine getirilen kesonların imalatlarına, deniz yüzeyinde devam edilmiştir (Resim 2.9). İmalatı tamamlanan kesonlar, içine su doldurularak daha önce hazırlanmış zemin üzerine batırılmıştır.



Resim 2.8. Kesonun yüzdürülmesi [17]



Resim 2.9. Kesonların deniz üzerinde inşasına devam edilmesi [17]

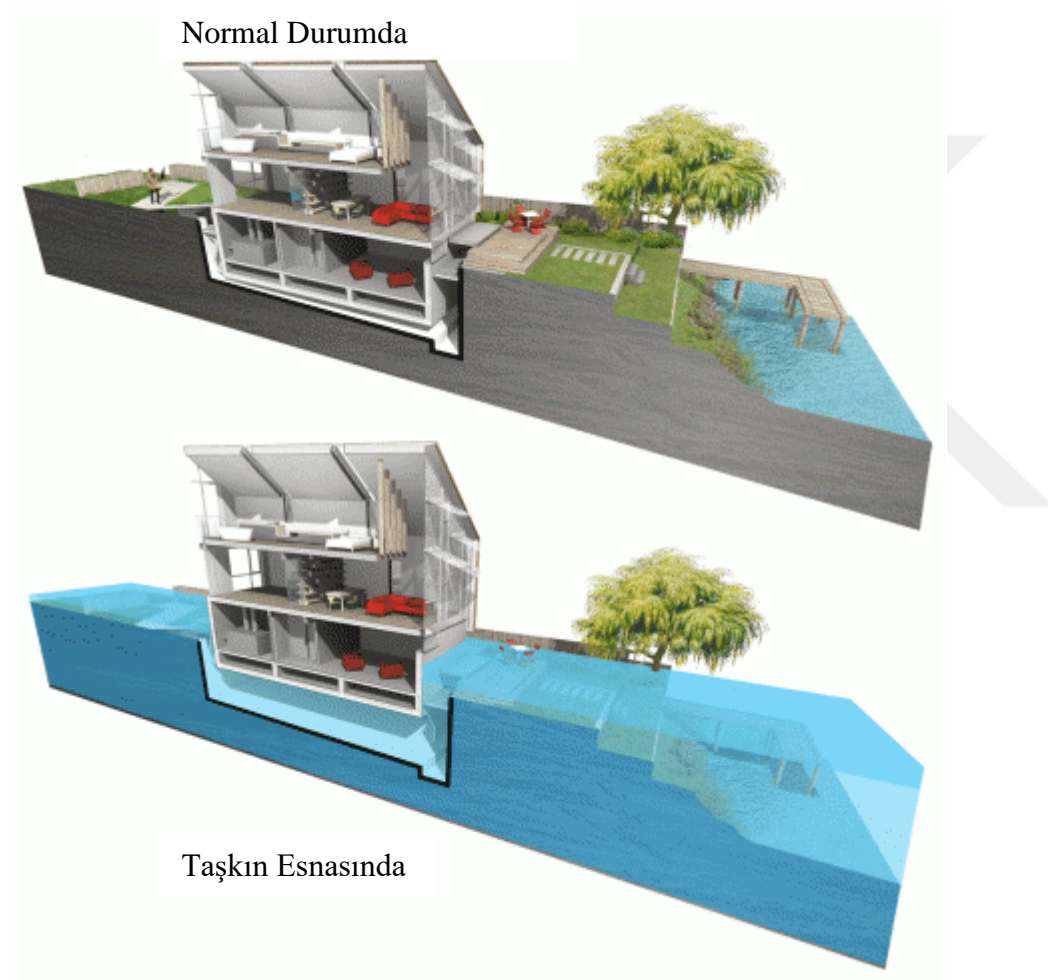
#### 2.4. Yüzer Yapılar

Taşkın olaylarının sıklıkla görüldüğü bölgelerde, sel felaketi alanlarında hidrodinamik ve hidrostatik kuvvetlerle baş etmenin yollarını arayan tasarımcılar, suyun yükselme döngüsüne bağlı olarak yukarı ve aşağı hareket edebilen yapılar üzerinde çalışmaktadırlar (Şekil 2.2) [18].



Şekil 2.2. Taşkın esnasında yüzen ev [19]

Bu mantıkla çalışan “yüzen yapılar (amphibious)” üretimi ve araştırmaları artarak devam etmektedir [2, 18, 19]. Yüzen yapılar suyun kaldırma kuvvetine bağlı olarak yükselip alçalabilmektedirler. Suyun kaldırma kuvveti aracılığı ile yapının yukarı doğru düzgün şekilde hareket edebilmesi sağlanmaktadır. Bunun için yapının düşey yönde hareket edebilecek şekilde zemine ankre edilmiş kazığa bağlanması sağlanmaktadır. Kazık üzerinde kayarak düşey hareket edebilen yapının yatay hareketi engellenmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Yüzen yapı (Amphibious) [19]

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Tez çalışmasında, bu konuda literatürdeki çalışmalar da dikkate alınarak binaların yüzme riskini yapı projesi mevcut değilken yaklaşık değerler ile hesaplayan bir Excel programı tasarlanmıştır.

#### **3.2. Yöntem**

Tasarlanan Excel programı binanın yüzme riskini, yapının ağırlığı ile suyun kaldırma kuvvetini kıyaslayarak hesaplamaktadır. Yapının ağırlığı, yapının malzeme metrajlarının malzeme özkütleleri ile çarpılmasıyla elde edilir. Yapı metrajını düşük hata payıyla hesaplamak yüzme riski hesabının doğruluğunu artırır. Yapı metrajı, proje aşamasından önce, yaklaşık metraj birim ölçülerinden yola çıkılarak geliştirilen katsayılarla hesaplanmaktadır. Bu katsayıların doğruluğunu ispatlamak ve katsayıları iyileştirmek adına farklı şehirlerden toplamda 60 adet betonarme bina projesi toplanmıştır. Yapı isimleri gizli tutularak bu projeler numaralandırılmıştır. 60 adet projenin kat sayı ve alan bilgileri EK-1’de gösterilmiştir.

Binaların en çok inşa esnasında yüzme riski altında bulunduğu bilindiğinden, yapının inşa esnasında farklı kat sayısı ve farklı inşaat malzemeleri ile yüzme riski hesaplanmıştır.



#### 4. KONUyla İLGİLİ ULUSAL/ULUSLARARASI STANDART VE YÖNETMELİKLER

Suyun kaldırma kuvvetine maruz kalabilecek betonarme yapıların ulusal ve uluslararası standart ve yönetmelikleri detaylı olarak incelenmiştir. Ulusal düzeyde yönetmelik ve standartlarda kıyı, liman ve deniz yapıları hariç, yapıların yüzmeye karşı stabilite hesaplarının dikkate alınması gerekliliğine rastlanmamıştır [5]. İncelenen kıyı-liman ve deniz yapıları harici uluslararası yayınlarda, suyun hidrostatik ve hidrodinamik etkilerine maruz kalan yapılar için alınması gereken tedbirler ve tasarım esaslarını barındıran çok sayıda standart bulunduğu belirlenmiştir [20-27]. Örneğin; Eurocode 1, 2.6. Bölüm 4.6.'ya göre; *“Projede dikkate alınan su seviyesinin, inşaat süresince meydana gelebilecek taşkın veya diğer kaza sonucu aşılması durumunda; statik basınçlar, yüzdürme etkileri ve yanal kuvvetler oluşabilir. Bu etkiler tasarımda dikkate alınmalı veya etkilerin önüne geçilmesi için tedbirler planlanmalıdır”* denilmektedir [26]. Eurocode 7, 1. Bölüm 2.4.7.1.'e göre; *“Suyun kaldırma kuvveti nedeniyle yapının dikey yükselme eylemine geçme sınırının aşılmayacağına hesaplarla doğrulanması”* şartı getirilmiştir [27]. Eurocode 7, 1. Bölüm - 10.1.'e göre *“Yüzme kuvvetinin etkisiyle yapının kalkmayacağı belirlenmelidir”* şeklinde koşul öngörülmektedir. Eurocode 7, 1. Bölüm - 12.5.'e göre *“Hafif malzeme kullanıldığında yüzme etkisi olasılığı düşünülmesi”* gerektiği ifade edilmektedir.

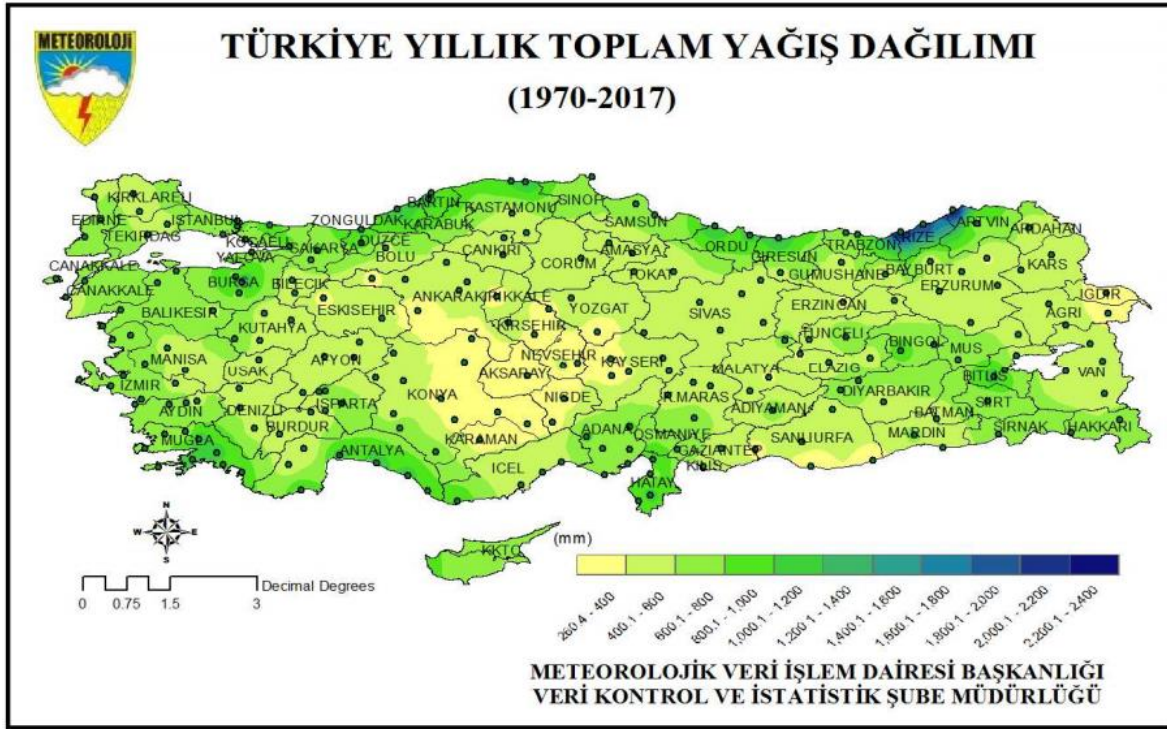
Konuyla ilgili ulusal düzeyde standart/yönetmelik ve şartnameler incelenmiştir. Buna göre; Ulaştırma Bakanlığı köprü tasarım esasları hakkındaki yayınında, *“su seviyesinin altında kalan her türlü elemanın, statik basınçlardan oluşan bir kaldırma (yüzdürme) kuvveti olarak dikkate alınacağı”* belirtilmektedir [28]. Yine kıyı yapıları ile ilgili bir çalışmada, deniz suyu sebebiyle düşey ve atalet kuvvetleri tanımları yapılmıştır [29]. 2007 Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (ABYBHY)-6.4.2.'de Dinamik Aktif ve Pasif Toprak Basınçları başlığında *“Statik toprak basıncına ek olarak deprem durumunda zemin kütlelerinden ötürü oluşan ek dinamik aktif ve pasif toprak basıncının zemin yüksekliği boyunca değişimi”* 2007 ABYBHY-6.6. denklemi ile tanımlanmıştır [30]. Söz konusu aktif ve pasif toprak basıncı veren denklemde, *“zeminin su altında olması durumunda  $\gamma$  (Zeminin kuru birim hacim ağırlığı) yerine  $\gamma_b$  (Zeminin su altındaki birim hacim ağırlığı), zeminin suya doymuş olması durumunda ise  $\gamma$  yerine  $\gamma_s$  göz önüne alınacağı ve suyun hidrodinamik basıncı ayrıca hesaplanmayacağı”* belirtilmektedir. Bu

şartların da incelediğimiz yapılarda tedbire yönelik hesaplar içermediği anlaşılmaktadır. 1 Ocak 2019 tarihi itibarıyla yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (TBDY) konuyla ilgili ilave bir şarta rastlanmamaktadır [31]. Ülkemizde yeni yapılacak, büyütülecek, revize edilecek kıyı ve liman, demiryolu ve hava meydanı yapılarının depreme dayanıklı tasarımı ve bu tür mevcut yapıların deprem dayanımlarının değerlendirilmesi için gerekli kuralları ve minimum şartları düzenlemek için 18.08.2007 tarih ve 26617 sayılı yönetmelik yayımlanmıştır [32]. Yönetmeliğin 2.2.2.2.7 maddesinde kıyı liman yapılarında “*Suyun kaldırma kuvveti sadece düşey yük kombinasyonunda dikkate alınacağı*” ifade edilmektedir. Ayrıca, ulaştırma ve altyapı bakanlığı, kıyı yapıları için planlama ve tasarım teknik esaslarının ifade edildiği diğer bir çalışma yine, kıyı, liman ve denizde yapılacak yapıları içermektedir [33]. Görüldüğü gibi ulusal düzeyde yönetmelik ve standartlarda yüzmeye karşı stabilite hesapları sadece kıyı, liman ve deniz yapılarında dikkate alınmıştır [5]. Söz konusu etkinin dikkate alınmasına, analiz ve kontrol mecburiyetine İller Bankası'na ait teknik şartnamede rastlanmaktadır [34]. İller Bankası'na ait yayında, madde 2.6.2.'de “yer altı suyunun durumuna göre yapıların yüzme kontrollerinin yapılacağı”, 2.8.4.4.'de “devrilme ve yüzme güvenlik faktörlerinin güvenliği için yapı inşaat ve kullanım aşamalarında en olumsuz su seviyesinin ve sismik yüklerin dikkate alınmasını öngören stabilite analizleri” ifadesi yer almaktadır. Aynı yayın madde 2.8.4.4.2. ve 2.8.4.2.3.'de “Yüzey sularının veya yeraltı suyu seviyesinin yükselmesi, ya da her ikisinin birlikte görüldüğü durumlarda, yapının yüzmesine karşı stabilite hesaplarının dikkate alınması” şartı bulunmaktadır.

## 5. YAPIYA ETKİ EDEN KUVVETLER VE YÜZME HASARLARI

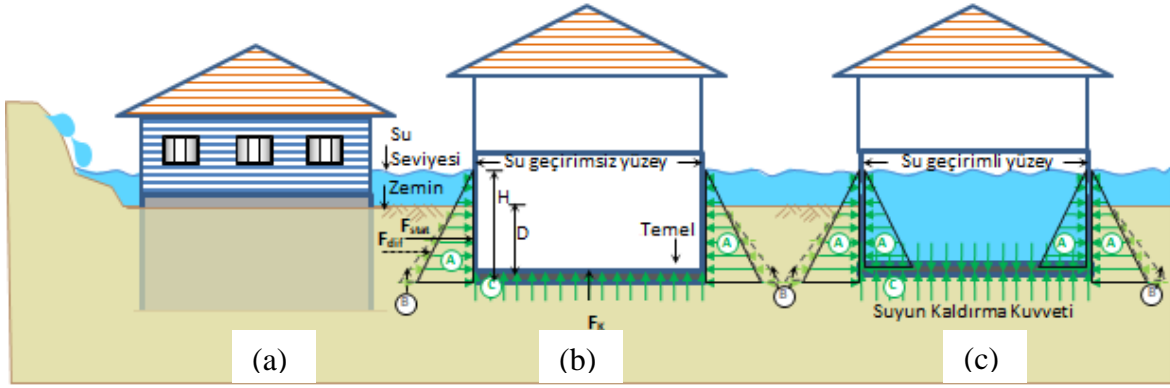
### 5.1. Yapıya Etki Eden Kuvvetler

Kıyı şeridinde tasarım ve inşaa aşamalarında yüzme hasarı riski göz önünde bulundurulurken iç kesimlerde sel veya su baskını tehlikesi beklenmediğinden bu risk çoğu zaman dikkate alınmamaktadır. Yapılar, baraj veya su kemeri taşkınları, aşırı ve hızlı yağışlar, şebeke suyunun patlaması gibi nedenlerle de su altında kalabilmektedirler. Ülkemiz, önemli ölçüde yıllık toplam yağış almaktadır (Harita 5.1).



Harita 5.1. Türkiye yıllık toplam yağış dağılımı grafiği (1970-2017) [35]

Yağışlar uzun vadeye yayıldığında toprak suyu içine alabilmektedir. Aksi halde; yüzey kaplamaları ve/veya ani yoğun yağışlar sel/su baskını ve taşkınlarla yol açarak çukurları doldurmakta ve yüzey suları şeklinde hareket etmektedir. Temel çukurunun su ile dolması sonucu su altında kalan yapılara hidrostatik yükler, hidrodinamik yükler ve darbe yükleri olmak üzere 3 fiziki kuvvet etki etmektedir. Çukur içerisindeki yapıyı etkileyen hidrostatik yükler; hem yanal (basınç) hem de dikey (yüzdürme) etkileri oluşturmaktadır (Şekil 5.1). Bu kuvvetlerle beraber yapıya gelecek zemin etkileri de daha tehlikeli bir durum ortaya çıkarabilmektedir.



Şekil 5.1. Yapıya etki eden hidrostatik ve toprak itki kuvvetleri (a) Taşkın suyu altında kalmış yapı, (b) Bodrum duvarları su geçirimsiz, (c) Bodrum duvarları su geçirimli [36]

Şekil 5.1’de görülen hidrostatik kuvvetler;  $F_{stat}$ , yanal su basıncını,  $F_{dif}$ , yanal diferansiyel doymuş toprak basıncını ve  $F_K$ , dikey (yüzdürme) su basıncını tanımlamak üzere hesaplanması aşağıda gösterilmektedir.

$$\text{Yanal Su Basıncı} \quad : F_{stat} = \frac{1}{2} \gamma_{su} H^2 \quad (4.1)$$

$$\text{Yanal Diferansiyel Su ve Toprak Basıncı} \quad : F_{dif} = \frac{1}{2} (S - \gamma_{su}) D^2 \quad (4.2)$$

$$\text{Dikey Su Basıncı} \quad : F_K = \gamma_{su} Vol \quad (4.3)$$

Formüllerde yer alan;  $\gamma_{su}$ , suyun özgül ağırlığını (tatlı su; 1 t/m<sup>3</sup> ve tuzlu su; 1.025 t/m<sup>3</sup>); H, yapı tabanı ile su yüzey seviyesi arasındaki mesafeyi (m); D, yapı tabanı ile zemin kotu arasındaki düşey mesafeyi (m); S, doymuş zemin ve suyun eşdeğer akışkan ağırlığını (t/m<sup>3</sup>); Vol, yapının su altında kalan kısmının hacmini (m<sup>3</sup>) tanımlamaktadır.

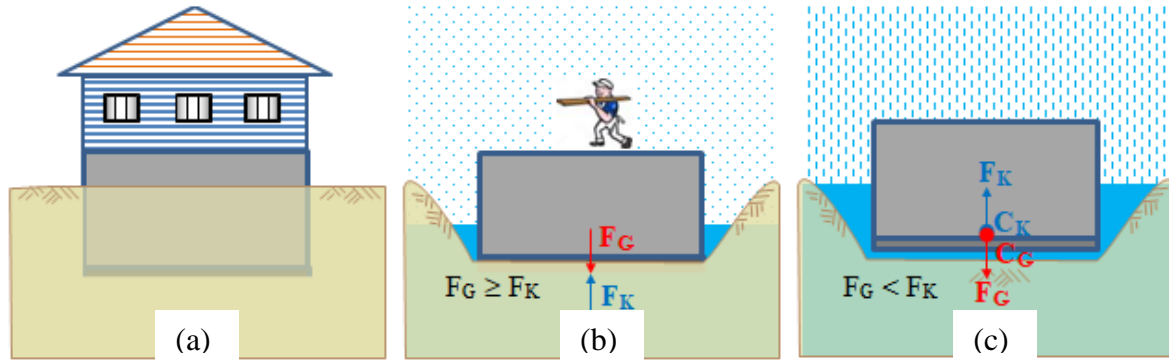
Yapının iç ve dış yüzeylerindeki su yükseklik farkı yanal kuvvetleri oluşturur. Sel sularının sadece bina dışında yükselmesiyle duvarlara içe doğru bir basınç etki etmektedir (Şekil 5.1 b). Sel sularının bina içerisine dolmasıyla bina dışındaki ve içindeki kuvvetler eşitlenmektedir (Şekil 5.1 c). Bina dışındaki sel suları çekildiğinde ise binanın duvarlarında dışa doğru basınç uygulanacaktır.

Binanın iç ve dış yüzeylerinde büyük bir su yükseklik farkı olmadıkça oluşan yanal hidrostatik kuvvetler, binanın deformasyonuna veya yer değiştirmesine genellikle sebep olmazlar. Taşkın esnasında bodrum katlarında, taşkın sularının yapının diğer tarafına



geçişini sağlamak hidrostatik dengeyi sağlayacaktır. Yanal hidrostatik basınçlar yapının taşıyıcı elemanlarının yeterli dayanımda olmadığı durumlarda yapısal elemanlara zarar verebilmektedirler. Yapının duvarları yeterli dayanıma sahip değilse taşkın anında binanın iç ve dış yüzeylerindeki su yükseklik farkının hızlı yükselişi temele veya duvarlara zarar verebilecek yanıl kuvvetlere neden olabilmektedir. İç ve dış su seviyelerinin eşitlenmesi bu kuvveti ortadan kaldıracaktır (Şekil 5.1 c). Bu nedenle su geçirimli bir binada yanıl basınç kuvvetinden dolayı oluşabilecek hasar potansiyeli düşüktür. Taşkın sonrasında yapı içindeki sel sularının pompalarla bodrum duvarlarında tekrar yanıl basınç oluşturarak yapının içe doğru çökmesinden kaynaklı hasarlar oluşturabileceği göz önünde bulundurulmalıdır [5].

Dikey hidrostatik kuvvetler yapıyı tamamlanmış yapılar için çok ciddi bir tehlike arz etmemektedir. Yapı inşa sırasında kapalı hacim oluşturan bodrum katlarının su içinde kalmasıyla yapıya gelecek dikey hidrostatik kuvvetin, yapı ağırlığını aşması durumunda yapı yüzme tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır (Şekil 5.1 b-c) [5]. İnşa sırasında temel çukurunun çeşitli nedenlerle su ile dolması, yapı ağırlığının yetersiz kaldığı durumlardan yapının yukarı doğru hareket etmesine neden olabilir (Şekil 5.2).

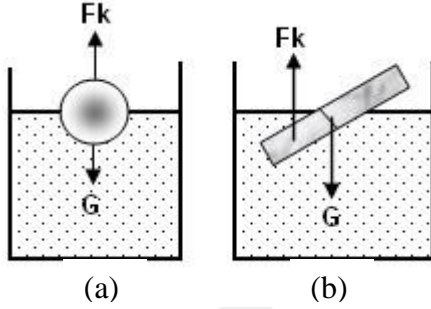


Şekil 5.2. (a) Hedeflenen yapı, (b) Bodrum katı tamamlanmış, (c) Hafriyat çukurunun su ile dolması sonucu yapının yüzmesi

Burada;  $C_G$ , yapının ağırlık merkezini;  $C_K$ , kaldırma kuvvetinin etki merkezini tanımlamaktadır.

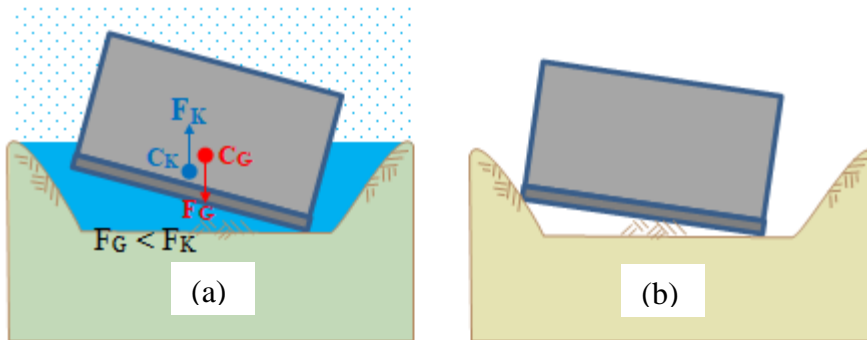
Suyun kaldırma kuvvetinin yapı ağırlığından daha fazla olması halinde iki durumla karşılaşılabilir (Şekil 5.3 a, b). Bunlardan ilki; yapı ağırlık merkezi ile kaldırma kuvvetinin aynı düşey ekseninde olması halidir ki; cisim suyun içinde yatay ekseninde sapma

olmadan sadece düşey yönde hareket edecektir (Şekil 5.3 a). İkinci durumda ise; ağırlık merkezi ile kaldırma kuvvetinin aynı düşey ekseninde olmaması halidir. Bu durumda yukarı yönde kaldırma kuvveti ile aşağı yönde ağırlık kuvveti aynı ekseninde olmayacağından cisim düşey hareketin yanı sıra dönme eğiliminde olacaktır (Şekil 5.3 b).



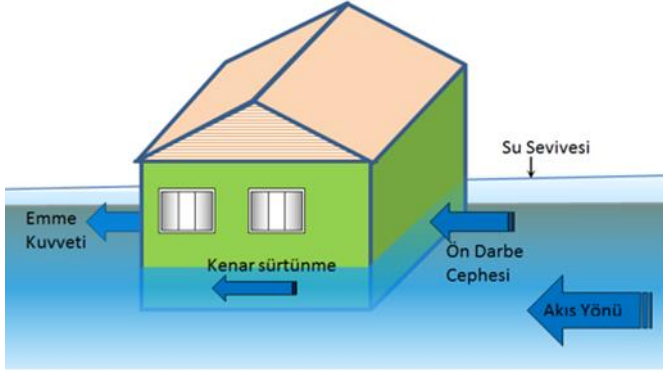
Şekil 5.3. (a) Ağırlık merkezi ile kaldırma kuvvetinin aynı düşey ekseninde olması hali, (b) Ağırlık merkezi ile kaldırma kuvvetinin aynı düşey ekseninde olmaması hali

Sonuçları bakımından, ikinci durum ilk duruma göre daha fazla hasar verici olabilir. Zemin altındaki betonarme yapı elemanlarının ağırlık merkezi ile kaldırma kuvveti etki merkezi farklı olduğu durumlarda yapı asimetrik olarak yükselbilir (Şekil 5.4 a). Suda yüzer halde bulunan yapı, suların çekilmesiyle tekrar zemine oturacaktır. Ancak temel çukuruna taşkın ile birlikte suyun yanında, yabancı maddelerin de girmesi muhtemeldir. Temel tabanına biriken bu yabancı maddeler yapının dengesiz oturmasına yol açabileceklerdir (Şekil 5.4 b).



Şekil 5.4. (a) Kaldırma kuvveti etki merkezi ile yapı ağırlık merkezi farkına bağlı yapının dönmesi, (b) Suların çekilmesi sonrası yapının ekseninden sapması ve yapıda yüzme hasarlarının oluşması

Sel esnasında yapıyı etkileyen ve devirmeye çalışan diğer yükler de; hidrodinamik yükler ve darbe yükleridir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Hidrodinamik yükler ve darbe yükleri [36]

Aşağıda yanal hidrodinamik kuvvet formülü gösterilmektedir [37];

$$\text{Yanal Sürüklenme Kuvveti: } F_{\text{dyn}} = C_d \gamma_{\text{su}} V^2 A \quad (4.4)$$

Burada;  $\gamma_{\text{su}}$ , suyun özgül ağırlığını;  $A$ , akış yönündeki yüzey alanını;  $V$  çarpan suyun hızını;  $C_d$ , sürüklenmeye karşı direnç katsayısını (bu sabit, yapının genişliği ile yapının su önündeki derinliğine bağlıdır) ifade eder.

Sel sırasında yapıyı devirebilecek kadar kuvvetli etkiler oluşabilmektedir (Resim 4.1).



Resim 5.1. Yanal yükler nedeniyle yapının devrilmesi [37]

## 5.2. Yüzme Hasarları

Yapılar, yukarıda ifade edilen hidrostatik etkiler altında yüzebilmekte ve hasar görebilmektedir. Yüzme hasarlarına, 2016 yılında Hatay'da yaşanan bir durum örnek olarak verilebilir. Yapı inşası sırasında oluşan su taşkını, yapının 3 m yukarı hareket

etmesine neden olmuştur. Taşkın suyu ile beraber temel altına biriken yabancı maddeler, sular çekildikten sonra yapının asimetrik oturmasına neden olmuştur (Resim 4.2) [6].



Resim 5.2. (a) Yapının inşa sırasındaki fotoğrafı, (b) Yapının yüzme sonrası fotoğrafı [6]

Olay günü gerçekleşen yağış miktarı 57.6 mm olarak ölçülmüştür. Bölgenin yağış grafiği incelendiğinde bu değer 20 yıllık ortalama yağış değerinden büyük olduğu anlaşılmaktadır ( $57.6 \text{ mm} > 49.1 \text{ mm}$ ) [6].

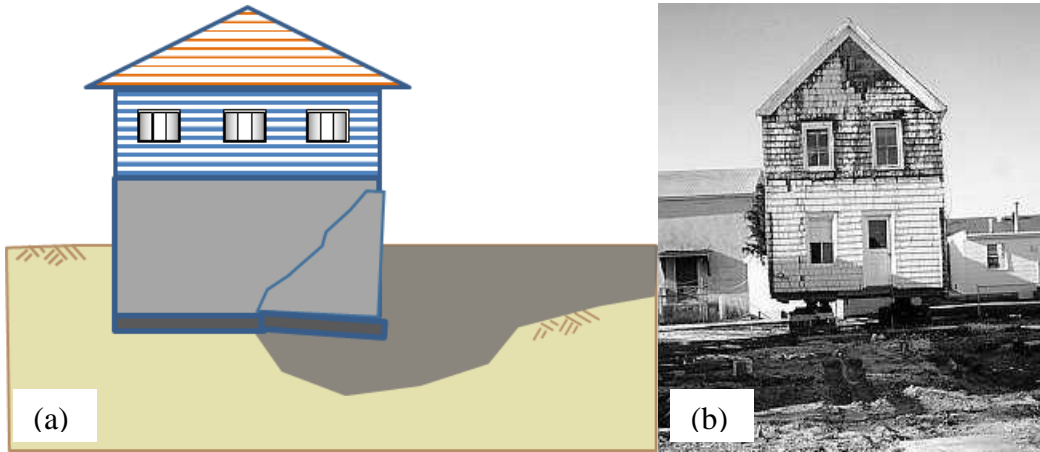
Taşkın esnasında suyun maksimum yüksekliği 7.75 m olarak ölçülmüştür. Yapının içine biriken su yüksekliği 2.75 m'dir. Yapılan hesaplamalar sonucu yapıya etki eden  $F_K$  2813.95 ton bulunmuştur. Yapının ağırlığı ( $F_G$ ), içine biriken su dahil 2324.75 ton olarak hesaplanmıştır.  $F_K > F_G$  olması nedeniyle yapının yukarı yönde hareket ettiği anlaşılmaktadır [6].

Zemin altında kapalı hacim oluşturan benzer yapılar aynı risk ile karşı karşıyadır. Ağırlıklarının suyun kaldırma kuvveti altında yetersiz kalması nedeniyle de hareket etmek eğilimindedir (Resim 4.3).



Resim 5.3. Kapalı hacimli bodrum kata sahip araç otoparkı [37]

Yapının zemininde ve çevresinde temas ettiği dolgu toprak, sıkıştırılarak yapıya gelebilecek düşey ve yatay yüklerin azaltılması hedeflenir. Taşkın sularının, bu toprak tabakasını aşındırması kötü sonuçlar doğurabilir. Toprağın yapısı ve eğimi gibi faktörler toprağın su erozyonuna uğrama ihtimalini ve erozyon hızını etkiler. Erozyon durumunda yapının yer değiştirmesi, temelin taşıma kapasitesinin azalmasıyla yapının kısmen veya tamamen çökmesi durumları gerçekleşebilir (Şekil 5.6).

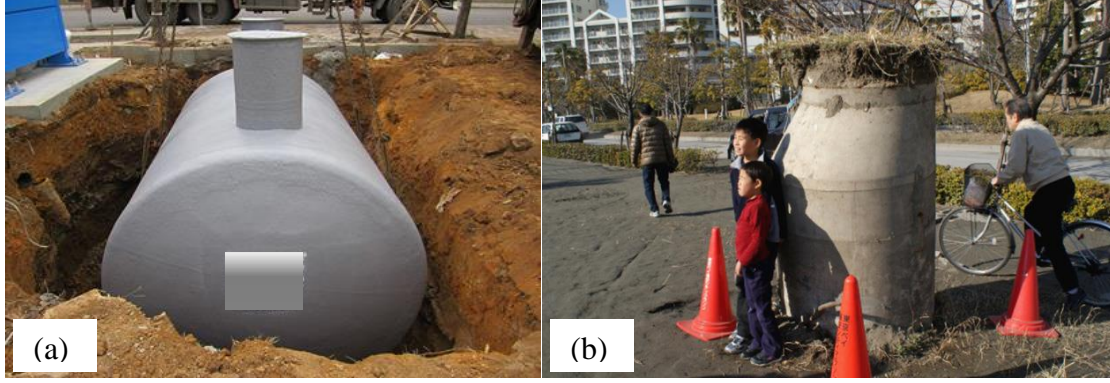


Şekil 5.6. Su erozyonu ile oluşan (a) Üniform olmayan temel altı malzemesinin kaybı nedeniyle yapı hasarı, (b) Toprak kaybı [5]

Yeraltına yerleştirilmiş yapılar da sel/taşkın/su baskınlarından etkilenebilmektedir. Tasarımında sadece iç basınçların dikkate alındığı yapılar, dış basınçların artmasıyla zarar görebilir. Zira bu yapılarda oluşan hidrostatik ve hidrodinamik etkilerin ağırlığa baskın



çıkarak kolaylıkla hareket etmesine neden olabilmektedir. Bağlantılarla sabitlenmeyen yeraltındaki depo, menhol gibi yapılarda yüzme hasarı oluşabilmektedir (Resim 4.4.).



Resim 5.4. (a) Taşkın etkisinde yukarı kalkma potansiyeli bulunan toprak altına yerleştirilmiş depo, (b) Suyun düşey kuvveti nedeniyle yukarı kalkan menhol [37]

## 6. ARAŞTIRMA BULGULARI VE DEĞERLENDİRME

Tasarımcılar, inşaatlarında yüzme riskinin olup/olmadığını, yapı projesi hazırlanmadan sadece kat sayıları ve kat alanları gibi bilgiler ile tahmin etmekte zorlanabilecektir. Yapının inşa edileceği bölge, kullanılacak malzeme türleri ve kat bilgileri gibi veriler yapı metrajını dolayısıyla yapı ağırlığını doğrudan etkilemektedir. Yapı ağırlığının doğru hesaplanması, yapının yüzme riski hesabını güvenilir kılmaktadır. Proje öncesi evrede basit verilerle yapının yaklaşık metrajına ve ağırlığına ulaşmak hesap için önem arz etmektedir. Bu tezde, yapının ön tasarım aşamasında betonarme yapı elemanlarının kabul edilen ağırlıkları göz önünde bulundurularak, yapı yüzme riskinin yaklaşık olarak hesaplayarak tasarımcıların uyarılması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik Excel'de bir program oluşturulmuştur [36]. Hazırlanan program ile proje öncesi yapıyla ilgili basit veriler girilerek olası yüzme riskine karşı tasarımcı uyarılmaktadır. Bu çalışmada, salt konut türü yapılar ele alınmıştır. Kesin proje neticesinde boyutları bilinen yapı elemanlarının oluşturacağı yapı ağırlığı ve suyun kaldırma kuvvetinin karşılaştırılması ve ihtiyaç halinde gereken tedbirlerin alınması esastır.

### 6.1. Yapı Metrajının Yaklaşık Hesaplanması

Yapı ağırlığını hesaplayabilmek için öncelikle yapı metrajı hesaplanmalıdır. Yapı metrajını düşük hata payıyla hesaplayabilmek yapı ağırlığını tahmin etmedeki başarıyı artıracığından daha sağlıklı bir yüzme riski hesabı yapılabilecektir.

#### 6.1.1. Yaklaşık metraj

Metraj, bir yapıyı oluşturmak için kullanılacak malzemelerin ve yapılacak işlerin miktarlarının tespit edilmesi amacıyla; her bir yapı elemanının uzunluklarının m, alanlarının  $m^2$ , hacimlerin  $m^3$ , demir işlerinin kg olarak belirlenip bu ölçümlerin bir cetvele aktarılarak tüm yapıdaki iş kalemleri miktarlarının detaylı olarak hesaplanması işlemidir. Metraj; proje üzerinden de yapılabilir, mevcut bir yapıda yerinde ölçüm yapılarak da hesaplanabilir. Bu çalışmada yaklaşık metrajın bulunması için, yapı elemanlarının ağırlıkları  $m^2$ 'lere bağlı yaklaşık olarak hesaplanması esas alınmıştır. Birçok kaynak, pratik hesaplamaya esas olmak üzere yığma ve karkas yapılar için yapı birim alanına karşılık gelen yaklaşık metraj birim ölçülerini değiştirmeden aynen kullanmaktadır. Bu listede

toplam inşaat alanı belirlenmiş karkas bir yapı için sabit değerler sunulmaktadır (Çizelge 6.1).

Çizelge 6.1. Pratik hesaplamaya esas olmak üzere karkas yapılar için yapı birim alanına isabet eden yaklaşık metraj birim ölçüleri [38]

<b>İmalat Cinsi</b>	<b>Betonarme Yapı</b>
Betonarme betonu	0,38 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Betonarme demiri	34,00 kg/m <sup>2</sup>
Kalıp	2,80 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Kalıp iskelesi	2,60 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
İş iskelesi	1,43 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Tuğla duvar	0,15 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
İç sıva	2,40 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Dış sıva	1,30 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Tavan sıvası	0,90 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Badana	3,00 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Fayans-seramik	0,30 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Ahşap	0,15 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Ahşap pencere	0,12 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Yağlı boya	0,42 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Ahşap çatı (Toplam İnşaat Alanı Üzerinden)	
Tek kat	1,25 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
İki kat	0,63 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Üç kat	0,42 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Dört kat	0,33 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Beş kat	0,25 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Metal örtü (Toplam İnşaat Alanı Üzerinden)	
Tek kat	1,33 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
İki kat	0,67 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Üç kat	0,44 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Dört kat	0,34 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Beş kat	0,27 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Mozaik döşeme kaplaması	0,90 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Cam	0,10 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>

Ayrıca kaynaklarda olduğu gibi bu çalışmada da, kolaylıkla metrajların elde edilmesi amacıyla, malzemelerin büyüklükleri için aşağıda sıralandığı gibi yaklaşık pratik kabuller yapılmıştır;



Tesviye Alanı = Mozaik Döşeme. Kaplaması Alanı  
 Blokaj Alanı = Grobeton Alanı = Mozaik Alanı  
 Kiremit Alanı = Çatı Yalıtım Alanı = Ahşap Çatı Alanı  
 Tavan Sıvası = Tavan Kireç Badana  
 Badana Alanı = İç Sıva Alanı  
 Pencere Yağlı Boya Alanı = Pencere Doğrama Alanı  
 1 m<sup>3</sup> Beton = 7-8 m<sup>2</sup> Kalıp  
 Demirli Beton Hacmine = 70 - 90 kg Demir  
 Pencere Doğrama Alanı = %75 - 80 Normal Düz Cam  
 Kapı Kanat Alanı = %25'i Buzlu Cam  
 Tüm Demirin = %40 - 45 İnce, %55 - 60 Kalın

Programlama çalışmaları kolay veri girişinin olabilmesi için Excel'de hazırlanmıştır. Yaklaşık ağırlık hesabında öncelikle yapı ile ilgili basit bilgiler girilmektedir (Şekil 6.1).

GİRİLECEK VERİLER		
		X.Y (Alan)
Bodrum Kat	- Kat	- m <sup>2</sup>
Zemin Kat	- Kat	- m <sup>2</sup>
Normal Kat	- Kat	- m <sup>2</sup>

Şekil 6.1. Yapı ağırlığını hesaplayabilmek için programa girilmesi gereken veriler

Şekil 6.1'deki veriler girildikten sonra hazırlanmış olduğumuz program, yapının olası ağırlığını ( $F_G$ ) alt ve üst limitlerden metrajlar yardımıyla hesaplamaktadır. Bu yapıya gelebilecek farklı değerlerdeki suyun kaldırma kuvvetlerini de ( $F_K$ ) bularak bunları kıyaslayacak ve hangi şartlar altında yapının hasar görebileceğini saptayabilmektedir.

Toplam inşaat alanına bağlı sabit değerlerin yaklaşık hesap olarak sunulduğu Çizelge 6.1 listesinin gerçek değerlerle örtüşüp örtüşmediği kontrol edilerek, sonuçlarla uyumluluğunun tespit edilmesi öncelikle uygulanmıştır. Betonarme yapı ağırlığının yarısından fazlasını tek başına beton ve donatının oluşturduğu göz önünde tutulduğunda öncelikle bu malzemelerin metraj kalibrasyonu için çalışmanın yürütülmesi önemlidir. Kesin projeleri temin edilen 60 adet proje üzerinden beton ve donatı metrajları elde edilmiştir. Çizelge 6.2'de örnek bir projenin dikkate alınan verileri görülmektedir.

Çizelge 6.2. 42 no'lu örnek projenin kat sayıları ve kat alanları

<b>Kat Sayıları</b>	<b>Kat Alanları</b>
1 Adet Bodrum Kat	347,56 m <sup>2</sup>
1 Adet Zemin Kat	347,56 m <sup>2</sup>
10 Adet Normal Kat	338,94 m <sup>2</sup>

Bu çalışmada hazırlanan ilk programda Çizelge 6.1'deki metraj katsayıları kullanılmıştır. Çizelge 6.1'deki metraj katsayıları kullanıldığında programdan elde edilen metraj değerleri ve kesin metraj değerlerine göre hata oranları Çizelge 6.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.3. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revizeden önce)

<b>PROJE 42 (Revizeden Önce)</b>				
		A	B	$\frac{B - A}{B}$
<b>İmalat Cinsi (Yapının Tamamı İçin)</b>	<b>Birimi</b>	<b>Proje Değeri</b>	<b>Programın Bulduğu Değer</b>	<b>Hata Payı</b>
<i>Beton</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	1406,13	1552,12	9,41%
<i>Donatı</i>	<i>t</i>	127,40	138,87	8,26%

Çizelge 6.1'deki katsayılar ile hesaplanan metraj değerleri, revizeden önce; proje değerleri ile Çizelge 6.1'deki değerleri kalibre ederken yapılan hesaplamalar sonucunda bulunan metrajlar, revize aşaması; bu katsayıların son değerleri ile hesaplanan metraj sonuçları ise revizeden sonra olarak nitelendirilmektedir (Şekil 6.2).

Çizelge 6.3'te görüldüğü üzere öncelikle beton ve donatı için tek değer hesaplanmıştır. Bu çalışmada, salt konut türü yapılar ele alındığından diğer bina önem katsayılarına sahip yapılar kapsam dışıdır. Ancak, aynı kat adedi ve alana sahip yapılar, tasarımcı, zemin özellikleri, deprem bölgesi vb. değişimlere bağlı olarak farklı kesit alanlarına, dolayısıyla farklı beton ve donatı alanına sahip olabilmektedir. Bu nedenle Çizelge 6.3'teki gibi sabit bir malzeme metraj katsayı değerinin alınması yanıltıcı olabilecektir. Ayrıca, tüm katlar için aynı metraj katsayı değerleri kullanılmaktadır ki bu da önemli bir sorundur. Örneğin, Çizelge 6.4'te örnek olarak gösterilen yapıların toplam yapı alanları eşittir.

Çizelge 6.4. Aynı özelliklere sahip 2 adet örnek betonarme yapının kat sayıları ve kat alanları

Yapı 1		Yapı 2	
Kat Sayıları	Kat Alanları	Kat Sayıları	Kat Alanları
1 Adet Bodrum Kat	250 m <sup>2</sup>	2 Adet Bodrum Kat	250 m <sup>2</sup>
1 Adet Zemin Kat	250 m <sup>2</sup>	1 Adet Zemin Kat	250 m <sup>2</sup>
8 Adet Normal Kat	250 m <sup>2</sup>	7 Adet Normal Kat	250 m <sup>2</sup>

Çizelge 6.1'deki katsayılara göre Çizelge 6.4'deki veriler için hesaplama yapıldığı takdirde iki yapı içinde aynı metrajlar çıkacaktır. Ancak bilindiği üzere bodrum kat ile normal katlar tasarım açısından farklı olduğundan aynı metrajların çıkması mümkün değildir. Sadece bodrum kattaki perde duvarlardan kaynaklanan fark bile hesaplanan metrajlarda ihmal edilemeyecek oranda hata payına neden olacaktır.

Bu tarz hataları gidermek üzere; her malzeme için alt ve üst metraj katsayı değerlerinin belirlenmesi ve yapı ağırlığının bu limitler içerisinde hesaplanması bu çalışmada tercih edilmiştir. Bu çalışmada hazırlanan program modifiye edilerek metraj katsayılarının alt/üst limitleri belirlenmiştir. Alt/üst metraj katsayıları kullanılarak Çizelge 6.2'de sunulan verilere göre yapı metrajı analiz edildiğinde alt ve üst metraj değerleri elde edilmiştir (Çizelge 6.5).

Çizelge 6.5. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revize aşamasında)

PROJE 42 (Revize Aşamasında)						
		A	B <sub>1</sub>	$\frac{B_1 - A}{B_1}$	B <sub>2</sub>	$\frac{B_2 - A}{B_2}$
İmalat Cinsi (Yapının Tamamı İçin)	Birimi	Proje Değeri	Programın Bulduğu Alt Değer	Hata Payı	Programın Bulduğu Üst Değer	Hata Payı
<i>Beton</i>	m <sup>3</sup>	1406,13	1320,18	-6,51%	1537,69	8,56%
<i>Donatı</i>	t	127,40	134,27	5,12%	148,54	14,24%

Çizelge 6.5'te görüldüğü gibi; projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması neticesinde hata oranlarının büyüdüğü görülmüştür.

Hata oranlarını küçültmek amacıyla öncelikle, her bir proje için bodrum, zemin ve normal katların alanlarına bağlı olarak beton ve donatı büyüklükleri kesin olarak elde edilmiştir. Daha sonra, programda dikkate alınan alt ve üst metraj katsayılarında, gerçek proje

metrajlarına göre daha az hata verecek şekilde iyileştirmeler yapılmıştır. Bu amaçla kullanılan yöntemin detayları, ileride “Program metraj katsayılarının kalibrasyonu” kısmında sunulmuştur. Böylece, aynı proje alanına ( $m^2$  cinsinden) sadık kalınarak alt ve üst sınırları içinde yaklaşık yapı metrajları program ile hesaplanmış ve kesin metrajlarla karşılaştırılmıştır (Çizelge 6.6).

Çizelge 6.6. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revizeden sonra)

PROJE 42 (Revizeden Sonra)						
		A	$B_1$	$\frac{B_1 - A}{B_1}$	$B_2$	$\frac{B_2 - A}{B_2}$
İmalat Cinsi (Yapının Tamamı İçin)	Birimi	Proje Değeri	Programın Bulduğu Alt Değer	Hata Payı	Programın Bulduğu Üst Değer	Hata Payı
<i>Beton</i>	$m^3$	1406,13	1361,30	-3,29%	1471,55	4,45%
<i>Donatı</i>	$t$	127,40	127,64	0,19%	144,64	11,92%

Çizelge 6.6’de görüleceği üzere; metraj katsayıları revize edilince hata oranlarında iyileşme olmuştur. Çizelge 6.6’te hesaplanan alt ve üst değerlerin hata paylarının düşük olması ve ortalama değerlerinin proje değerine çok yakın olması programın bulduğu yaklaşık metraj değerinin gerçek metraj değerine yaklaşabildiğini göstermektedir.

Revize aşamasında parametreler de çeşitlendirilmiştir. Malzeme metraj katsayıları, temel, bodrum, zemin ve normal katlar için farklı katsayılara ayrılmıştır. Böylelikle farklı yapı tipleri için gerçeğe daha yakın değerler elde edilmiştir. Çizelge 6.1’deki değerlerden yola çıkılarak hazırlanan yeni katsayılar Şekil 6.2’te ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

	İmalatın Cinsi		Betonarme Yapılarda Yapının 1 Birimine Denk Gelen Malzeme Miktarı		
	Yeri	Malzeme	Alt Değer	Üst Değer	Birimi
1	Normal Kat ve Zemin Kat	Beton	0.25	0.27	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
2		Donatı	24.00	27.00	kg/m <sup>2</sup>
3	Temel	Beton	0.95	1.00	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
4		Donatı	75.00	80.00	kg/m <sup>3</sup>
5	Bodrum Kat	Beton	0.36	0.41	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
6		Donatı	120.00	125.00	kg/m <sup>3</sup>
7	Taşıyıcı Sistem	Düz Kalıp	2.80	3.00	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
8	Döşeme	Kalıp İskelesi	2.80	2.80	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
9	Yapı	Tuğla Duvar	0.14	0.15	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
10	Sıva	İç Sıva	2.40	2.40	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
11		Dış Sıva	1.30	1.30	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
12		Tavan Sıvası	0.90	0.90	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
13	Badana İç		3.00	3.00	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
14	Fayans-Seramik		0.30	0.30	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
15	Ahşap	Yapı-Karkas	0.15	0.15	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
16		Pencere	0.12	0.12	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
17	Yağlı Boya		0.42	0.42	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
18	Çatı	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü	1.25	1.25	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
19	Mozaik Döşeme Kaplaması		0.90	0.90	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
20	Cam		0.10	0.10	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>

Şekil 6.2. Metraj hesaplamada kullanılan güncel katsayıların Excel değerleri

Tasarlanan Excel programının kullanımını basitleştirmek için renklendirme yöntemine başvurulmuştur. Kullanılan renklerin anlamı şu şekildedir;

     = Kırmızı dolgulu hücreler program tarafından hesaplanan hücrelerdir. Değer girilmemesi gerekir (Değer girilmemesi adına bu hücreler şifrelenerek kilitlenmiştir).

     = Turuncu dolgulu hücreler istenirse değer girilebilecek hücrelerdir. Değer girilmediği takdirde sistemdeki değerler kullanılacaktır.

     = Yeşil dolgulu hücreler değer girilmesi gereken hücrelerdir.

Şekil 6.2’de malzeme türlerinden sadece duvar ve çatı çeşitlerinin turuncu dolgu ile işaretlendiği görülmektedir. Bunun nedeni buralarda kullanılacak birden fazla malzeme türünün programa tanımlı olmasıdır. Programda bu malzeme türleri tıklanarak açıldığında Şekil 6.3 ve Şekil 6.4’teki gibi programa tanımlı malzeme seçenekleri çıkmaktadır. Buradan istenilen malzeme türü seçildiğinde katsayılar, otomatik olarak güncellenecektir.

9	Yapı	Tuğla Duvar
10		Tuğla Duvar
11	Sıva	Bims Duvar
		Gazbeton Duvar

Şekil 6.3. Duvar çeşitleri

18	Çatı	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü
		Metal Örtü Çatı

Şekil 6.4. Çatı çeşitleri

Programda kullanılan malzeme katsayılarının iyileştirilmesi için, benzer şekilde 60 adet klasik bina inşaat projesi ile çok sayıda karşılaştırmalar yapılmıştır. Burada Çizelge 6.7-5.9'da veri örnekleri sunulan projelerin, kesin metraj değerleri ile bu çalışmada hazırlanan programla revizeden önce elde edilen alt/üst metraj değerleri Çizelge 6.10-5.12'de ve revizeden sonra elde edilen alt/üst metraj değerleri Çizelge 6.13-5.15'te sunulmuştur.

Çizelge 6.7. 18 no'lu örnek projenin kat sayıları ve kat alanları

Kat Sayıları	Kat Alanları
1 Adet Bodrum Kat	532,13 m <sup>2</sup>
1 Adet Zemin Kat	571,81 m <sup>2</sup>
7 Adet Normal Kat	639,33 m <sup>2</sup>

Çizelge 6.8. 23 no'lu örnek projenin kat sayıları ve kat alanları

Kat Sayıları	Kat Alanları
1 Adet Bodrum Kat	662,61 m <sup>2</sup>
1 Adet Zemin Kat	667,73 m <sup>2</sup>
11 Adet Normal Kat	667,73 m <sup>2</sup>

Çizelge 6.9. 54 no'lu örnek projenin kat sayıları ve kat alanları

Kat Sayıları	Kat Alanları
2 Adet Bodrum Kat	386,03 m <sup>2</sup>
1 Adet Zemin Kat	395,89 m <sup>2</sup>
7 Adet Normal Kat	377,17 m <sup>2</sup>

Çizelge 6.10. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revize aşamasında)-Proje No 18

PROJE 18 (Revize Aşamasında)						
		A	B <sub>1</sub>	$\frac{B_1 - A}{B_1}$	B <sub>2</sub>	$\frac{B_2 - A}{B_2}$
İmalat Cinsi (Yapının Tamamı İçin)	Birimi	Proje Değeri	Programın Bulduğu Alt Değer	Hata Payı	Programın Bulduğu Üst Değer	Hata Payı
<i>Beton</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	1804,11	1948,84	7,43%	3074,90	41,33%
<i>Donatı</i>	<i>t</i>	182,73	157,82	-15,79%	269,94	32,30%

Çizelge 6.11. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revize aşamasında)-Proje No 23

PROJE 23 (Revize Aşamasında)						
		A	B <sub>1</sub>	$\frac{B_1 - A}{B_1}$	B <sub>2</sub>	$\frac{B_2 - A}{B_2}$
İmalat Cinsi (Yapının Tamamı İçin)	Birimi	Proje Değeri	Programın Bulduğu Alt Değer	Hata Payı	Programın Bulduğu Üst Değer	Hata Payı
<i>Beton</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	2889,19	2917,20	0,96%	4593,63	37,10%
<i>Donatı</i>	<i>t</i>	284,46	236,99	-20,03%	402,36	29,30%

Çizelge 6.12. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revize aşamasında)-Proje No 54

PROJE 54 (Revize Aşamasında)						
		A	B <sub>1</sub>	$\frac{B_1 - A}{B_1}$	B <sub>2</sub>	$\frac{B_2 - A}{B_2}$
İmalat Cinsi (Yapının Tamamı İçin)	Birimi	Proje Değeri	Programın Bulduğu Alt Değer	Hata Payı	Programın Bulduğu Üst Değer	Hata Payı
<i>Beton</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	1307,44	1559,64	16,17%	2550,09	48,73%
<i>Donatı</i>	<i>t</i>	126,74	123,45	-2,66%	247,97	48,89%

Çizelge 6.13. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revizeden sonra)-Proje No 18

PROJE 18 (Revizeden Sonra)						
		A	B <sub>1</sub>	$\frac{B_1 - A}{B_1}$	B <sub>2</sub>	$\frac{B_2 - A}{B_2}$
İmalat Cinsi (Yapının Tamamı İçin)	Birimi	Proje Değeri	Programın Bulduğu Alt Değer	Hata Payı	Programın Bulduğu Üst Değer	Hata Payı
<i>Beton</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	1804,11	1742,85	-3,51%	1894,88	4,79%
<i>Donatı</i>	<i>t</i>	182,73	165,69	-10,29%	188,42	3,02%

Çizelge 6.14. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revizeden sonra)-Proje No 23

PROJE 23 (Revizeden Sonra)						
		A	B <sub>1</sub>	$\frac{B_1 - A}{B_1}$	B <sub>2</sub>	$\frac{B_2 - A}{B_2}$
İmalat Cinsi (Yapının Tamamı İçin)	Birimi	Proje Değeri	Programın Bulduğu Alt Değer	Hata Payı	Programın Bulduğu Üst Değer	Hata Payı
<i>Beton</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	2889,19	2860,10	-1,02%	3082,18	6,26%
<i>Donatı</i>	<i>t</i>	284,46	266,81	-6,61%	301,37	5,61%

Çizelge 6.15. Projeden elde edilen beton ve donatı metraj değerlerinin program alt ve üst metraj değerleriyle karşılaştırılması (Revizeden sonra)-Proje No 54

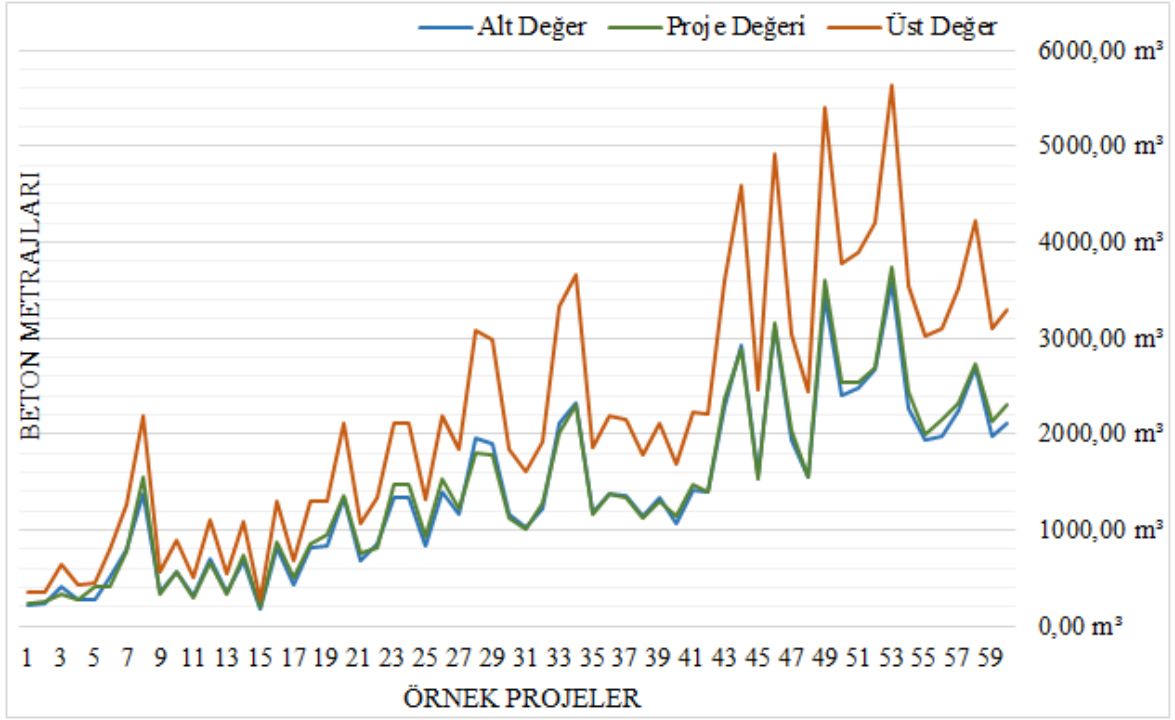
PROJE 54 (Revizeden Sonra)						
		A	B <sub>1</sub>	$\frac{B_1 - A}{B_1}$	B <sub>2</sub>	$\frac{B_2 - A}{B_2}$
İmalat Cinsi (Yapının Tamamı İçin)	Birimi	Proje Değeri	Programın Bulduğu Alt Değer	Hata Payı	Programın Bulduğu Üst Değer	Hata Payı
<i>Beton</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	1307,44	1297,26	-0,78%	1416,30	7,69%
<i>Donatı</i>	<i>t</i>	126,74	126,16	-0,45%	144,38	12,22%

### 6.1.2. Program metraj katsayılarının kalibrasyonu

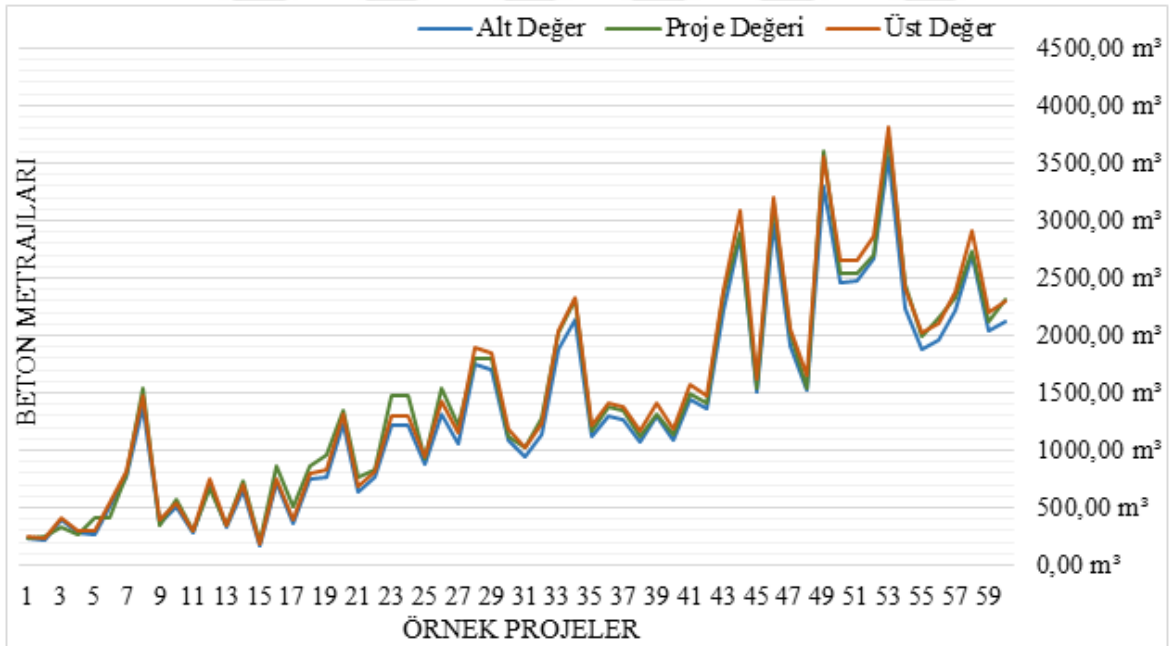
Excel programında kullanılan katsayıları revize etmek için çok sayıda projeden yararlanılmıştır. Programın gelişim aşamalarını görebilmek adına önce pratik hesaplama esas olmak üzere karkas yapılar için yapı birim alanına isabet eden yaklaşık metraj birim ölçüleri revize aşamasındayken bulunan sonuçlar ile proje metraj değerleri karşılaştırılmıştır. Daha sonra bu yaklaşık metraj birim ölçüleri revize edildikten sonra yapılan hesap sonuçları proje değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma kapsamında incelenen 60 örnek projeye göre metraj katsayılarında görünür düzeyde iyileşmeler kaydedilmiştir. Bu doğrudan programın iyileşmesinin lehine bir adımdır. Aynı katsayılar, ileride proje sayısı artırılarak daha da iyileştirilebilecektir. Aşağıda yatay eksen proje numarasını ve dikey eksen metraj değerini göstermek üzere, beton ve donatı için hem bu çalışmada hazırlanan programdan elde edilen alt/üst metrajlarını hem de gerçek projeden elde edilen metrajların kıyasını içeren grafikler yer almaktadır (Şekil 6.5-6.8).

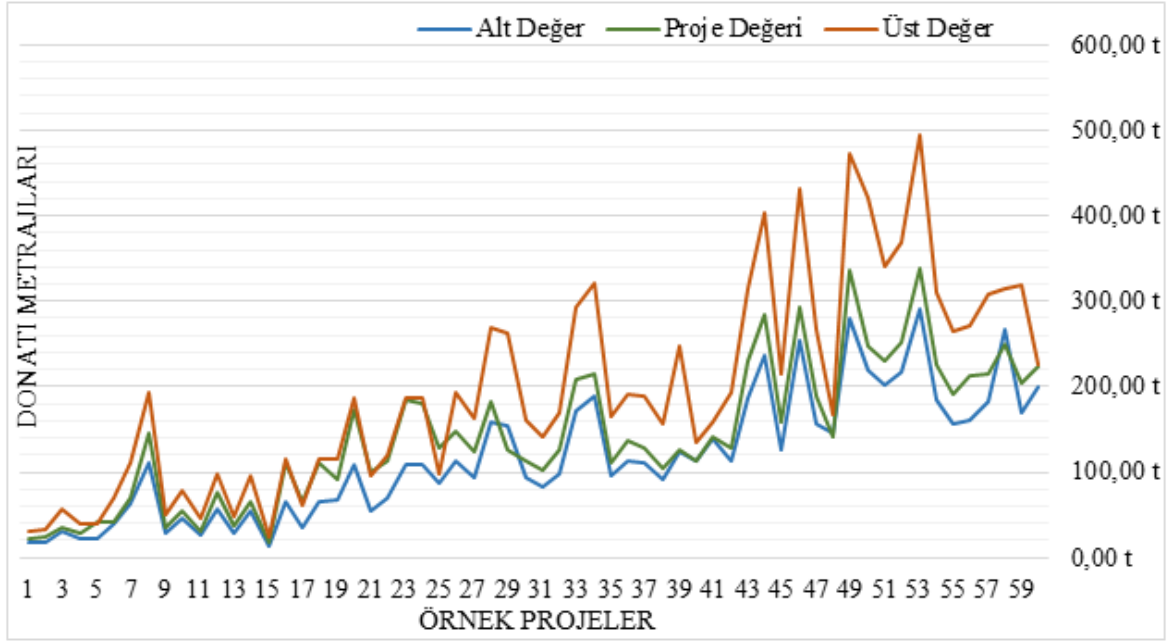




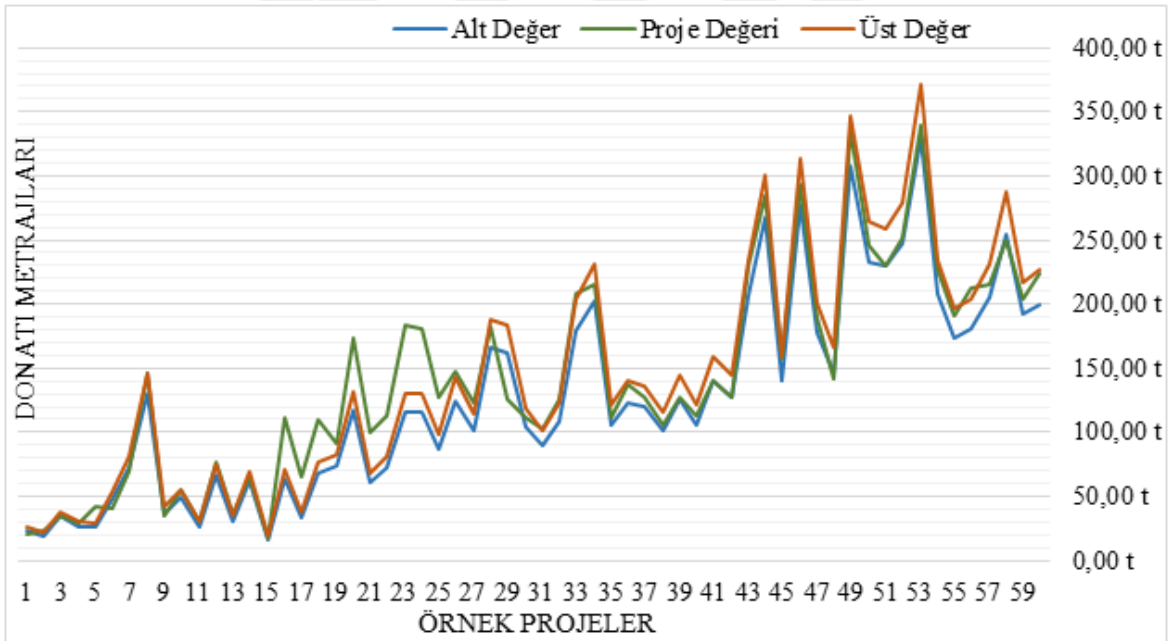
Şekil 6.5. Katsayılar revize aşamasındayken bulunan beton metrajlarının grafiği



Şekil 6.6. Katsayılar revize edildikten sonra bulunan beton metrajlarının grafiği



Şekil 6.7. Katsayılar revize aşamasındayken bulunan donatı metrajlarının grafiği



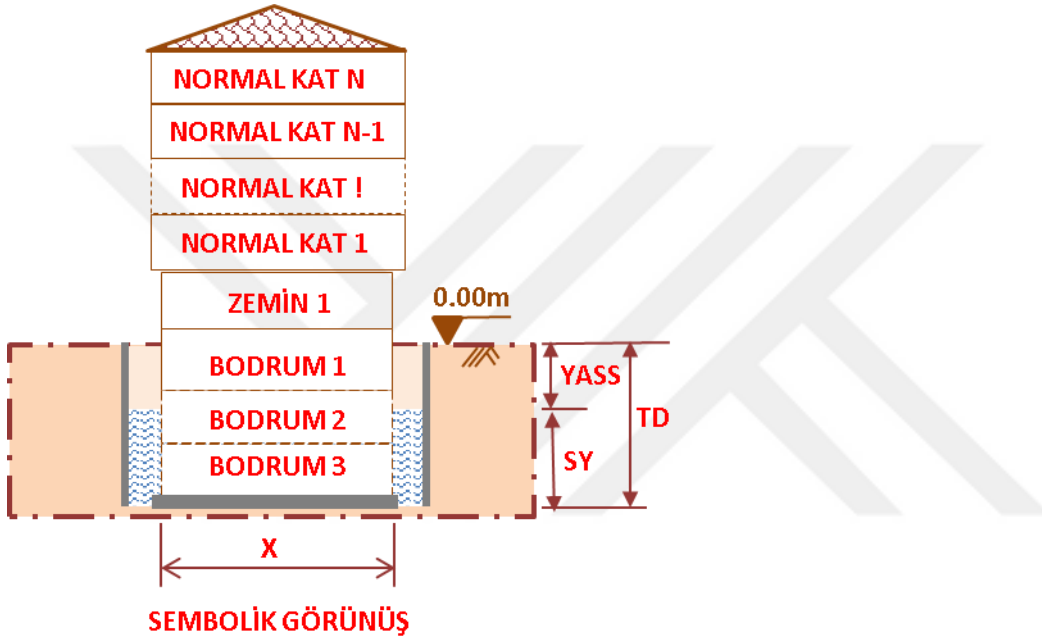
Şekil 6.8. Katsayılar revize edildikten sonra bulunan donatı metrajlarının grafiği

Şekil 6.5-6.8'deki beton ve donatı grafikleri kendi aralarında kıyaslandığında kaydedilen ilerleme görülmektedir. Yapının metrajı düşük hata payıyla bulunduktan sonra yüzme hesabının güvenilirliği artmaktadır.

## 6.2. Yapı Maliyetinin Hesaplanması

Bulunan metrajlardan sonra yapı imalat kalemlerinin maliyet hesabı da kolaylıkla yapılabilir. Tasarımcı program tarafından hesaplanan metraj değerlerini birim fiyatlarıyla çarparak yapının tasarım öncesinden maliyeti ile ilgili yaklaşık değerlere sahip olabilir.

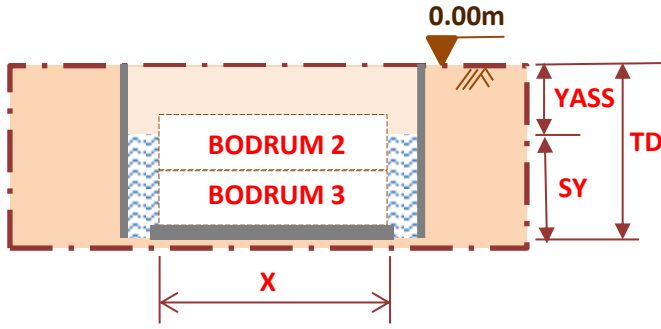
## 6.3. Yapı Ağırlığının Hesaplanması



Şekil 6.9. Çok katlı bir yapının sembolik görünüşü

Burada; SY, su yüksekliğini; TD, temel derinliğini; YASS, yer altı su seviyesini tanımlamaktadır.

Hazırlanan Excel programı, yapının ağırlığını, bulduğu metraj değerlerini malzeme yoğunlukları ile çarparak hesaplamaktadır. Yapı ağırlığı hesaplanırken yapının sadece tamamlanmış hali düşünülmemelidir (Şekil 6.9). Yapıların risk altında bulunduğu durumların, inşa aşaması (Şekil 6.10) olduğu düşünülerek yapı ağırlığı, çeşitli inşa aşamalarında hesaplanmıştır. Hazırlanan Excel her ne kadar henüz projesi çizilmemiş yapıların ağırlığını sadece kat alanı ve kat sayısı gibi 2 basit veriyle hesaplasa da düşük hata payı göz önüne alındığında inşa aşamasında olan yapıların mevcut durumdaki ağırlığını hesaplamak için de kullanılabilir.



Şekil 6.10. İnşa aşamasındaki bir yapı

Yapı, temel inşasından itibaren suyun kaldırma kuvvetine maruz kalabilir. Bu yüzden yapı ağırlığı hesaplanırken yapının ilk bölümünü oluşturan temelin inşa edildiği aşamadan, yapı bitene kadar olan bütün aşamaları ayrı ayrı hesaplanarak risk analizi yapılmalıdır (Şekil 6.11).

		Yapının Ağırlığı-G- (t)	
Temel Ağırlığı		En az	-
		En Fazla	-
B 3	İnşaat Hali	En az	-
		En Fazla	-
	Tamamlanmış Hali	En az	-
		En Fazla	-
B 2	İnşaat Hali	En az	-
		En Fazla	-
	Tamamlanmış Hali	En az	-
		En Fazla	-
B 1	İnşaat Hali	En az	-
		En Fazla	-
	Tamamlanmış Hali	En az	-
		En Fazla	-
Z	İnşaat Hali	En az	-
		En Fazla	-
	Tamamlanmış Hali	En az	-
		En Fazla	-
N 1	İnşaat Hali	En az	-
		En Fazla	-
	Tamamlanmış Hali	En az	-
		En Fazla	-

Şekil 6.11. Hesaplanan yapı ağırlıklarını gösteren tablonun Excel görüntüsü

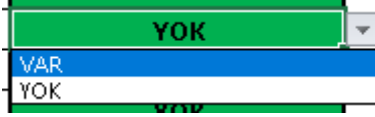
Şekil 6.11’de görülen yapının ağırlığı sütunu, o ana kadar inşa edilmiş yapının ağırlığını temsil eder. Yapının her aşamasında alt ve üst değer olmak üzere 2 farklı ağırlık değerleri hesaplanmaktadır.

Ağırlık hesabını yaparken dikkat edilmesi gereken diğer bir husus da yapı katının imalat kalemlerinin inşa durumudur. Belirli bir aşamaya kadar inşa edilmiş olan yapının var olan malzemelerini (Tuğla duvar, iş iskelesi, fayans döşeme vb.) seçerek yapıya dahil etmek gerekmektedir. Bu ihtiyaçtan dolayı yapı ağırlığı “tamamlanmış hali” ve “inşaat hali” olmak üzere 2 farklı yan başlık altında hesaplanmaktadır (Şekil 6.11). Yapı inşaat halini çeşitlendirmek ve var olan malzemeleri yapının inşaat haline dahil edebilmek adına Şekil 6.12’deki gibi seçenekler oluşturulmuştur.

	İmalatın Cinsi	İnşaat Halindeki Durumu
1	Betonarme Beton Donatısız	-
2	Betonarme Demiri	-
3	Temel Beton Donatısız	-
4	Temel Demiri	-
5	Bodrum Kat Beton Donatısız	-
6	Bodrum Kat Demiri	-
7	Düz Kalıp	VAR
8	Kalıp İskelesi	YOK
9	Tuğla Duvar	VAR
10	İç Sıva	YOK
11	Dış Sıva	YOK
12	Tavan Sıvası	YOK
13	Badana İç	YOK
14	Fayans-Seramik	YOK
15	Ahşap Yapı-Karkas	VAR
16	Ahşap Pencere	VAR
17	Yağlı Boya	YOK
18	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü	-
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	YOK
20	Cam	YOK

Şekil 6.12. Betonarme yapılarda kullanılan genel imalat türleri

Bu imalat cinslerinden yapıda mevcut olanlar için “VAR”, olmayanlar için de “YOK” seçeneği seçilmelidir. Kırmızı dolgulu hücrelerde bu seçenekler mevcut değildir (Şekil 6.12).



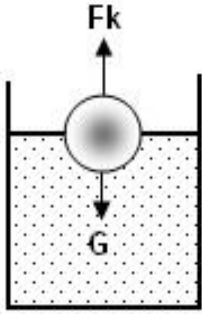
Şekil 6.13. İnşaat durumu hali için imalat kalemlerini ekleme seçenekleri

“VAR” veya “YOK” durumları bütün katlar için program tarafından ortak kabul edilmektedir. Yani, var olarak seçilen bir imalat cinsi bütün katlarda inşa edilmiş olarak kabul edilir ve yapının ağırlığı bu kabul ile hesaplanır.

#### 6.4. Yapıya Gelebilecek Suyun Kaldırma Kuvveti

##### 6.4.1. Sıvıların kaldırma kuvveti

Sıvı içerisinde bulunan tüm cisimler sıvı tarafından yukarı doğru itilir. Bu itme kuvvetine kaldırma kuvveti denir. Kaldırma kuvveti  $F_k$  ile gösterilir. Kaldırma kuvveti cismin ağırlığının ters yönünde olduğundan; cismin ağırlığının azalmasına ve cismin yüzmesine neden olabilir. Tamamı ya da bir kısmı bir akışkana batan cisme akışkan tarafından uygulanan kaldırma kuvveti, cisim tarafından yeri değiştirilen akışkanın ağırlığına eşittir.



Şekil 6.14. Suyun kaldırma kuvveti ve cismin ağırlığı

$$F_k = V_b \cdot d \cdot g \quad (5.1)$$

Suyun kaldırma kuvveti Eş. 5.1 ile hesaplanır. Burada;  $V_b$ , cismin sıvıya batan hacmini;  $d$ , sıvının özkütlesini;  $g$ , ortamın yer çekimi ivmesini tanımlamaktadır.

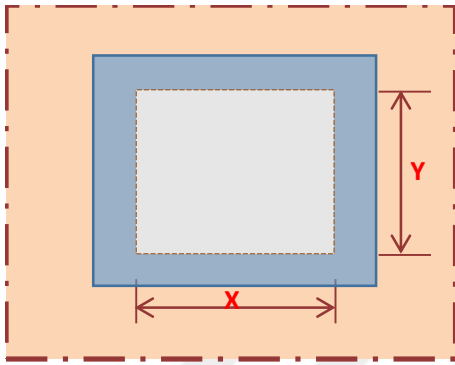
$F_k$ 'nın tatlı sulardan kaynaklanacağı düşünüldüğünden hesaplamalarda suyun özkütlesi  $1 \text{ t/m}^3$  olarak alınmıştır. Deniz suyu ortamındaki benzer durumlar için suyun kaldırma kuvvetine neden olacak sıvı, tuzlu su olduğundan, suyun özkütlesi  $1,025 \text{ t/m}^3$  olacaktır. Bu

fark hesaplamalarda ihmal edilmiştir.

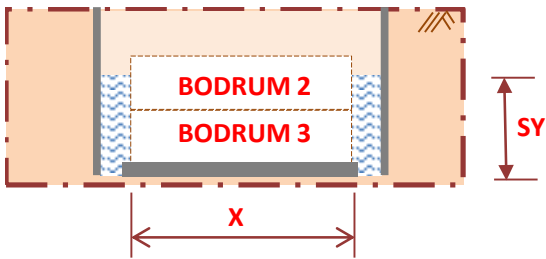
#### 6.4.2. Suyun kaldırma kuvvetinin hesaplanması

İlk olarak yapının su altındaki hacmi hesaplanmalıdır. Bunun için yapı alanını, su yüksekliği (SY) ile çarpmak gerekir. Yapının boyutlarını gösteren sembolik şekiller aşağıdadır (Şekil 6.15-6.16).

$$\text{Yapı alanı} = X.Y \quad (5.2)$$



Şekil 6.15. Yapının üstten görünüşü



Şekil 6.16. Yapının yandan görünüşü

Suyun kaldırma kuvveti zemin tabii kotuna kadar su yüksekliği ile paralel olarak artar. Tabii zemin kotunun altındaki seviyelerde su seviyesi, yapı yüksekliğini aşmış kapalı yapı içine veya üstüne birikirse suyun kaldırma kuvvetiyle beraber yapı ağırlığı da artacak ve suyun kaldırma riskine karşı avantaj sağlayacaktır. Zemin seviyesinden itibaren kat sayısı artsa da yapı çevresinde genel olarak suyun birikebileceği bir alan olmayacağı için  $F_K$ 'ya etki edecek su yüksekliği zemin seviyesiyle sınırlıdır.



Hesaplanan bütün değerler gibi suyun kaldırma kuvveti de en az ve en fazla olmak üzere iki farklı olasılık değeriyle hesaplanacaktır. En az değer, suyun olmadığı durum düşünülerek 0 (sıfır) kabul edilmiştir. O yüzden hesaplar en fazla değer dikkate alınarak yapılmıştır.

### 6.5. Yüzme Riski

Yapının ağırlığı ( $F_G$ ) ve suyun kaldırma kuvveti ( $F_K$ ) hesaplandıktan sonra bu kuvvetleri birbirleri ile kıyaslamak gerekmektedir.

$F_K > F_G$  ise yapı yüzer

$F_K \leq F_G$  ise yapı güvendedir.

Yüzme hesabı yapılan yapının kat bilgileri Şekil 6.17’de, inşaat durum bilgileri Şekil 6.18’de gösterilmektedir. Bu bilgilerden yola çıkarak yapılan hesaplama sonucu Şekil 6.19’daki gibidir.

GİRİLECEK VERİLER		
		X.Y (Alan)
Bodrum Kat	1 Kat	377,00 m <sup>2</sup>
Zemin Kat	1 Kat	377,00 m <sup>2</sup>
Normal Kat	5 Kat	377,00 m <sup>2</sup>

Şekil 6.17. Excel'e girilen kat bilgileri

	İmalatın Cinsi	İnşaat Halindeki Durumu
1	Betonarme Beton Donatısız	-
2	Betonarme Demiri	-
3	Temel Beton Donatısız	-
4	Temel Demiri	-
5	Bodrum Kat Beton Donatısız	-
6	Bodrum Kat Demiri	-
7	Düz Kalıp	VAR
8	Kalıp İskelesi	YOK
9	Tuğla Duvar	VAR
10	İç Sıva	YOK
11	Dış Sıva	YOK
12	Tavan Sıvası	YOK
13	Badana İç	YOK
14	Fayans-Seramik	YOK
15	Ahşap Yapı-Karkas	VAR
16	Ahşap Pencere	VAR
17	Yağlı Boya	YOK
18	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü	-
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	YOK
20	Cam	YOK

Şekil 6.18. Yapının inşaat halinde bulunan imalat kalemleri

		Yapı Ağırlığı	Fk	Yapının Durumu	Yapının Güvende Kalacağı Maksimum Su Yüksekliği	
Temel Ağırlığı	En az	428,84 t	188,50 t	YAPI GÜVENLİ	1,14 m	
	En Fazla	467,48 t				
B 1	İnşaat Hali	En az	1.131,00 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	2,10 m	
		En Fazla				918,63 t
	Tamamlanmış Hali	En az		907,54 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR
		En Fazla		1.033,31 t		
Z 1	İnşaat Hali	En az	1.131,00 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	2,83 m	
		En Fazla				1.252,05 t
	Tamamlanmış Hali	En az		1.321,52 t		YAPI GÜVENLİ
		En Fazla		1.504,98 t		
N 1	İnşaat Hali	En az	1.131,00 t	YAPI GÜVENLİ	3,56 m	
		En Fazla				1.585,47 t
	Tamamlanmış Hali	En az		1.735,51 t		YAPI GÜVENLİ
		En Fazla		1.976,64 t		
N 2	İnşaat Hali	En az	1.131,00 t	YAPI GÜVENLİ	4,29 m	
		En Fazla				1.918,89 t
	Tamamlanmış Hali	En az		2.149,49 t		YAPI GÜVENLİ
		En Fazla		2.448,31 t		
N 3	İnşaat Hali	En az	1.131,00 t	YAPI GÜVENLİ	5,02 m	
		En Fazla				2.252,30 t
	Tamamlanmış Hali	En az		2.563,47 t		YAPI GÜVENLİ
		En Fazla		2.919,97 t		
N 4	İnşaat Hali	En az	1.131,00 t	YAPI GÜVENLİ	5,74 m	
		En Fazla				2.585,72 t
	Tamamlanmış Hali	En az		2.977,46 t		YAPI GÜVENLİ
		En Fazla		3.391,64 t		
N 5	İnşaat Hali	En az	1.131,00 t	YAPI GÜVENLİ	6,66 m	
		En Fazla				3.002,50 t
	Tamamlanmış Hali	En az		3.518,50 t		YAPI GÜVENLİ
		En Fazla		4.004,78 t		

Şekil 6.19. Yüzme riski hesabı sonucu

Yüzme riski hesabı yapılırken güvenli tarafta kalmak adına suyun kaldırma kuvveti

maksimum değerde hesaplanır. Yapının inşaat hali ve tamamlanmış hali esas olmak üzere alt ve üst limitlerden hesaplanan toplam 4 adet yapı ağırlık değeri görülmektedir. Kıyaslamayı yaparken yapıyı karkas halde düşünüp kıyaslamada yapının inşaat ağırlığını dikkate almak daha mantıklıdır. Yapının risk durumunu gösteren ‘‘yapının durumu’’ sütunundaki hesaplamalar yapı inşaat ağırlığının en az değeri ile suyun kaldırma kuvvetinin en fazla değeri gözetilerek yapılmıştır. Buna göre yapı ağırlığının suyun kaldırma kuvvetinden fazla olduğu durumda yapı güvenli olarak kabul edilmiştir. Yapı ağırlığının, suyun kaldırma kuvvetinden az olması durumunda yapının hasar görebileceği öngörülmektedir (şekil 6.19).

şekil 6.19’da bodrum ve zemin kat dışında risk bulunmadığı öngörülmektedir. Bunun nedeni zemin kattan sonra yapının, zemin seviyesinin üstünde yükselmesidir. Yapı ağırlığının artmasına karşın suyun kaldırma kuvveti artmayacağından bu örnek için 1. kattan sonra yüzme riski bulunmamaktadır. Temelde ise hesaplanan suyun kaldırma kuvvetinin bodrumda hesaplanan kaldırma kuvvetinden küçük olması, bu kuvvetin temel ykseklığiyle sınırlı olmasından kaynaklanmaktadır. Yapının güvende kalacağı maksimum su ykseklığini gösteren sütün, yapının bulunduğu kat ağırlığının mevcut kat alanına bölünmesiyle hesaplanmıştır (Bkz. şekil 6.19).

### 6.5.1. Kat alanının yüzme riskine etkisi

Kat alanı ve yüzme riski arasındaki ilişkiyi irdeleyebilmek için şekil 6.17’deki yapının kat alanı artırarak tekrar yüzme riski hesabı yapılmıştır. Elde edilen yüzme riski tablosu aşağıdadır (şekil 6.20-6.22).

GİRİLECEK VERİLER		
		X.Y (Alan)
Bodrum Kat	1 Kat	754.00 m <sup>2</sup>
Zemin Kat	1 Kat	754.00 m <sup>2</sup>
Normal Kat	5 Kat	754.00 m <sup>2</sup>

şekil 6.20. Kat bilgileri

	İmalatın Cinsi	İnşaat Halindeki Durumu
1	Betonarme Beton Donatısız	-
2	Betonarme Demiri	-
3	Temel Beton Donatısız	-
4	Temel Demiri	-
5	Bodrum Kat Beton Donatısız	-
6	Bodrum Kat Demiri	-
7	Düz Kalıp	VAR
8	Kalıp İskelesi	YOK
9	Tuğla Duvar	VAR
10	İç Sıva	YOK
11	Dış Sıva	YOK
12	Tavan Sıvası	YOK
13	Badana İç	YOK
14	Fayans-Seramik	YOK
15	Ahşap Yapı-Karkas	VAR
16	Ahşap Pencere	VAR
17	Yağlı Boya	YOK
18	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü	-
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	YOK
20	Cam	YOK

Şekil 6.21. İnşaat halinde var olan imalat türleri

			Yapı Ağırlığı	Fk	Yapının Durumu	Yapının Güvende Kalacağı Maksimum Su Yüksekliği
Temel Ağırlığı		En az	857,68 t	377,00 t	YAPI GÜVENLİ	1,14 m
		En Fazla	934,96 t			
B 1	İnşaat Hali	En az	1.520,48 t	2.262,00 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	2,02 m
		En Fazla	1.751,10 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	1.751,75 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
		En Fazla	1.980,47 t			
Z 1	İnşaat Hali	En az	2.070,06 t	2.262,00 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	2,75 m
		En Fazla	2.417,94 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	2.579,72 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	2.923,80 t			
N 1	İnşaat Hali	En az	2.619,63 t	2.262,00 t	YAPI GÜVENLİ	3,47 m
		En Fazla	3.084,78 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	3.407,68 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	3.867,13 t			
N 2	İnşaat Hali	En az	3.169,21 t	2.262,00 t	YAPI GÜVENLİ	4,20 m
		En Fazla	3.751,61 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	4.235,65 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	4.810,46 t			
N 3	İnşaat Hali	En az	3.718,78 t	2.262,00 t	YAPI GÜVENLİ	4,93 m
		En Fazla	4.418,45 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	5.063,62 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	5.753,79 t			
N 4	İnşaat Hali	En az	4.268,36 t	2.262,00 t	YAPI GÜVENLİ	5,66 m
		En Fazla	5.085,29 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	5.891,59 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	6.697,11 t			
N 5	İnşaat Hali	En az	4.955,33 t	2.262,00 t	YAPI GÜVENLİ	6,57 m
		En Fazla	5.918,84 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	6.973,67 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	7.923,40 t			

Şekil 6.22. Yüzme riski hesabı sonuçları

Kat alanı artırılarak yapılan hesaplamalarda yine yapının zemin kata kadar risk altında olduğu görülmektedir (Şekil 6.22). Her ne kadar yapının güvende kalacağı maksimum su yüksekliği azalsa da bu azalma gözardı edilebilecek orandadır. Buradan kat alanının artmasına bağlı olarak yapının ağırlığının ve suyun kaldırma kuvvetinin benzer oranlarda arttığı sonucu çıkmaktadır.

### 6.5.2. Bodrum kat sayısının yüzme riskine etkisi

Yüzme riski ve bodrum kat sayısı arasındaki ilişkiyi incelerken suyun kaldırma kuvvetinin, temel derinliğiyle değişebileceği unutulmamalıdır. Bodrum kat sayısının, yapının yüzme riskine etkisini görebilmek için Şekil 6.17'deki yapının, bodrum kat sayısını artırarak tekrar yüzme riski hesabı yapılmıştır.

Yüzme hesabı yapılan yapının kat bilgileri Şekil 6.23'te, inşaat durum bilgileri Şekil 6.24'te gösterilmektedir. Bu bilgilerden yola çıkarak yapılan hesaplama sonucu Şekil 6.25'teki gibidir.

GİRİLECEK VERİLER		
		X.Y (Alan)
Bodrum Kat	2 Kat	377.00 m <sup>2</sup>
Zemin Kat	1 Kat	377.00 m <sup>2</sup>
Normal Kat	4 Kat	377.00 m <sup>2</sup>

Şekil 6.23. Kat bilgileri

	İmalatın Cinsi	İnşaat Halindeki Durumu
1	Betonarme Beton Donatısız	-
2	Betonarme Demiri	-
3	Temel Beton Donatısız	-
4	Temel Demiri	-
5	Bodrum Kat Beton Donatısız	-
6	Bodrum Kat Demiri	-
7	Düz Kalıp	VAR
8	Kalıp İskelesi	YOK
9	Tuğla Duvar	VAR
10	İç Sıva	YOK
11	Dış Sıva	YOK
12	Tavan Sıvası	YOK
13	Badana İç	YOK
14	Fayans-Seramik	YOK
15	Ahşap Yapı-Karkas	VAR
16	Ahşap Pencere	VAR
17	Yağlı Boya	YOK
18	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü	-
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	YOK
20	Cam	YOK

Şekil 6.24. Yapının inşaat halinde bulunan imalat kalemleri

		Yapı Ağırlığı	Fk	Yapının Durumu	Yapının Güvende Kalacağı Maksimum Su Yüksekliği	
Temel Ağırlığı	En az	428,84 t	188,50 t	YAPI GÜVENLİ	1,14 m	
	En Fazla	467,48 t				
B 2	İnşaat Hali	En az	1.319,50 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	2,10 m	
		En Fazla				918,63 t
	Tamamlanmış Hali	En az		907,54 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR
		En Fazla		1.033,31 t		
B 1	İnşaat Hali	En az	2.262,00 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	3,06 m	
		En Fazla				1.369,78 t
	Tamamlanmış Hali	En az		1.386,24 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR
		En Fazla		1.599,15 t		
Z 1	İnşaat Hali	En az	2.262,00 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	3,79 m	
		En Fazla				1.703,20 t
	Tamamlanmış Hali	En az		1.800,23 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR
		En Fazla		2.070,81 t		
N 1	İnşaat Hali	En az	2.262,00 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	4,52 m	
		En Fazla				2.036,62 t
	Tamamlanmış Hali	En az		2.214,21 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR
		En Fazla		2.542,47 t		
N 2	İnşaat Hali	En az	2.262,00 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	5,25 m	
		En Fazla				2.370,03 t
	Tamamlanmış Hali	En az		2.628,19 t		YAPI GÜVENLİ
		En Fazla		3.014,14 t		
N 3	İnşaat Hali	En az	2.262,00 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	5,98 m	
		En Fazla				2.703,45 t
	Tamamlanmış Hali	En az		3.042,18 t		YAPI GÜVENLİ
		En Fazla		3.485,80 t		
N 4	İnşaat Hali	En az	2.262,00 t	YAPI GÜVENLİ	6,89 m	
		En Fazla				3.120,23 t
	Tamamlanmış Hali	En az		3.583,22 t		YAPI GÜVENLİ
		En Fazla		4.098,95 t		

Şekil 6.25. Yüzme riski hesabı sonuçları

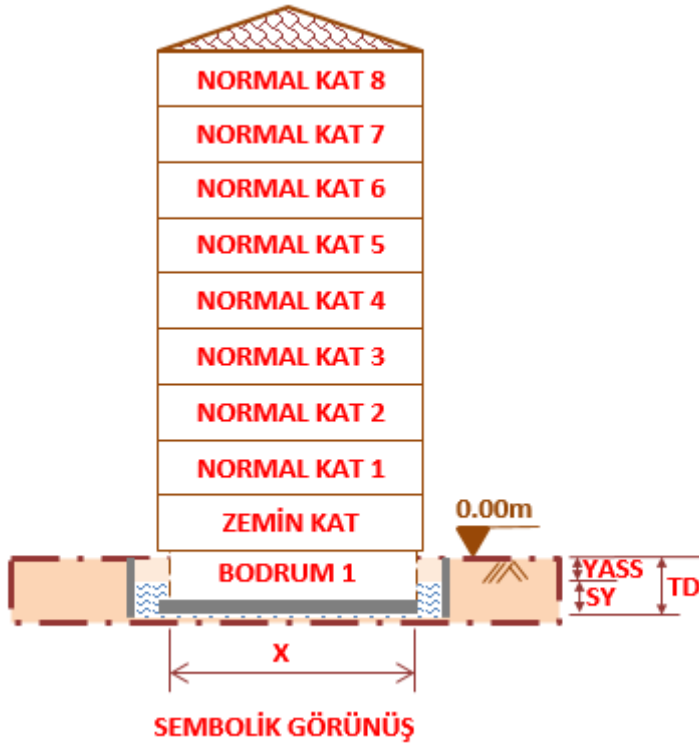
Bodrum kat sayısının artmasıyla temel derinliği artacağından suyun kaldırma kuvveti de artacaktır. Suyun kaldırma kuvvetindeki bu artış yapıyı yüksek katlara kadar kaldıracak seviyededir. Şekil 6.25'teki sonuçlarda, yapının 3. normal kata kadar risk altında olduğu görülmektedir. Yapının inşa aşamasında, sel/su baskını gibi durumların meydana gelmesi sonucunda oluşacak suyun kaldırma kuvvetine, yapı kendi ağırlığı ile direnç gösteremeyip hasar görecektir.

## 6.6. Örnekler

Hazırlanan programda, farklı kat bilgileriyle yapılan yüzme riski hesapları bu bölümde gösterilmiştir.

Örnek 1:

Şekil 6.26'daki yapının, kat bilgileri Şekil 6.27'de, duvar türü Şekil 6.28'de, çatı türü Şekil 6.29'da gösterilmektedir. Yapının inşaat halinde bulunan malzemeler Şekil 6.30'daki gibidir.



Şekil 6.26. Yapının sembolik görünüşü



GİRİLECEK VERİLER		
		X.Y (Alan)
Bodrum Kat	1 Kat	375.70 m <sup>2</sup>
Zemin Kat	1 Kat	393.46 m <sup>2</sup>
Normal Kat	8 Kat	393.46 m <sup>2</sup>

Şekil 6.27. Yapının kat bilgileri

9	Yapı	Tuğla Duvar
10		Tuğla Duvar
11	Sıva	Bims Duvar
		Gazbeton Duvar

Şekil 6.28. Yapının duvar türü

18	Çatı	Metal Örtü Çatı
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü
20	Cam	Metal Örtü Çatı

Şekil 6.29. Yapının çatı türü

	İmalatın Cinsi	İnşaat Halindeki Durumu
1	Betonarme Betonlu Donatısız	-
2	Betonarme Demiri	-
3	Temel Betonlu Donatısız	-
4	Temel Demiri	-
5	Bodrum Kat Betonlu Donatısız	-
6	Bodrum Kat Demiri	-
7	Düz Kalıp	YOK
8	Kalıp İskelesi	YOK
9	Tuğla Duvar	VAR
10	İç Sıva	YOK
11	Dış Sıva	YOK
12	Tavan Sıvası	YOK
13	Badana İç	VAR
14	Fayans-Seramik	YOK
15	Ahşap Yapı-Karkas	VAR
16	Ahşap Pencere	VAR
17	Yağlı Boya	YOK
18	Metal Örtü Çatı	-
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	YOK
20	Cam	YOK

Şekil 6.30. Yapının inşaat halinde bulunan imalat kalemleri

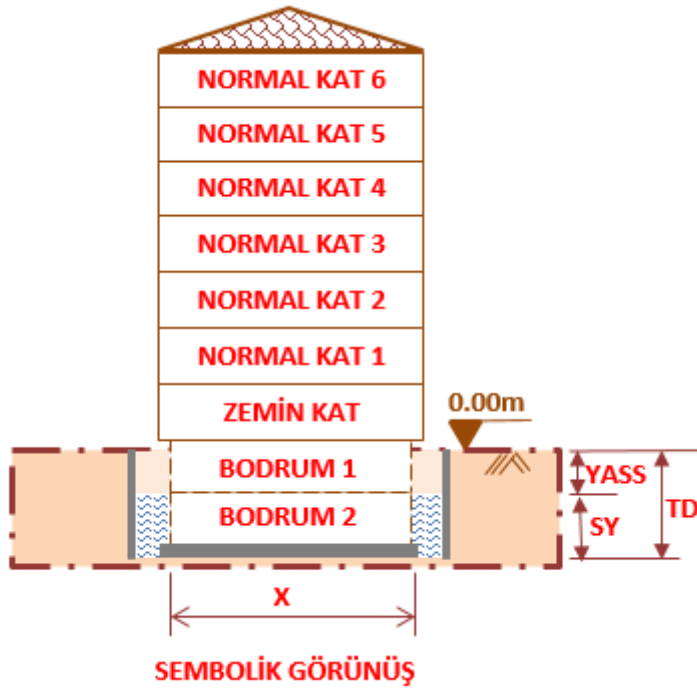
Şekil 6.31’de yapının yüzme riski hesabı gösterilmektedir. Bilindiği üzere kat sayısı arttıkça temel kalınlığı artmaktadır. Bu durum yapının daha ağır olmasını sağlamaktadır. Yapı ağırlığının, suyun kaldırma kuvvetini bodrum kattan sonra aşacağı görülmektedir. Bu yapı için yüzme riski, sadece bodrum katta mevcuttur. Zemin kat ve üstü katlarda yüzme riski bulunmadığından yüzme riski hesabı normal kat 3’e kadar gösterilmiştir. Bundan sonraki örneklerde de yüzme riskinin bulunmadığı üst katlar hesapta gösterilmeyecektir.

		Yapı Ağırlığı	Fk	Yapının Durumu	Yapının Güvende Kalacağı Maksimum Su Yüksekliği	
Temel Ağırlığı		En az	555,57 t	262,99 t	YAPI GÜVENLİ	1,48 m
		En Fazla	652,22 t			
B 1	İnşaat Hali	En az	938,13 t	1.202,24 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	2,50 m
		En Fazla	1.121,67 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	1.032,80 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
		En Fazla	1.220,12 t			
Z 1	İnşaat Hali	En az	1.246,44 t	1.202,24 t	YAPI GÜVENLİ	3,32 m
		En Fazla	1.490,19 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	1.453,35 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	1.700,86 t			
N 1	İnşaat Hali	En az	1.554,76 t	1.202,24 t	YAPI GÜVENLİ	4,14 m
		En Fazla	1.858,70 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	1.873,90 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	2.181,61 t			
N 2	İnşaat Hali	En az	1.863,07 t	1.202,24 t	YAPI GÜVENLİ	4,96 m
		En Fazla	2.227,22 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	2.294,45 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	2.662,36 t			
N 3	İnşaat Hali	En az	2.171,39 t	1.202,24 t	YAPI GÜVENLİ	5,78 m
		En Fazla	2.595,73 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	2.715,00 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	3.143,11 t			

Şekil 6.31. Yüzme riski hesabı

Örnek 2:

Şekil 6.32’de sembolik görünüşü olan yapının, kat bilgileri Şekil 6.33’te, duvar türü Şekil 6.34’te, çatı türü Şekil 6.35’te gösterilmektedir. Yapının inşaat halinde bulunan malzemeler Şekil 6.36’daki gibidir.



Şekil 6.32. Yapının sembolik görünüşü

GİRİLECEK VERİLER		
		X.Y (Alan)
Bodrum Kat	2 Kat	662.61 m <sup>2</sup>
Zemin Kat	1 Kat	667.73 m <sup>2</sup>
Normal Kat	6 Kat	667.73 m <sup>2</sup>

Şekil 6.33. Yapının kat bilgileri

9	Yapı	Bims Duvar
10		Tuğla Duvar
11	Sıva	Bims Duvar
		Gazbeton Duvar

Şekil 6.34. Yapının duvar türü

18	Çatı	Metal Örtü Çatı
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü
20		Metal Örtü Çatı

Şekil 6.35. Yapının çatı türü

	İmalatın Cinsi	İnşaat Halindeki Durumu
1	Betonarme Beton Donatısız	-
2	Betonarme Demiri	-
3	Temel Beton Donatısız	-
4	Temel Demiri	-
5	Bodrum Kat Beton Donatısız	-
6	Bodrum Kat Demiri	-
7	Düz Kalıp	YOK
8	Kalıp İskelesi	YOK
9	Bims Duvar	VAR
10	İç Sıva	YOK
11	Dış Sıva	YOK
12	Tavan Sıvası	YOK
13	Badana İç	YOK
14	Fayans-Seramik	YOK
15	Ahşap Yapı-Karkas	YOK
16	Ahşap Pencere	YOK
17	Yağlı Boya	YOK
18	Metal Örtü Çatı	-
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	YOK
20	Cam	YOK

Şekil 6.36. Yapının inşaat halinde bulunan imalat kalemleri

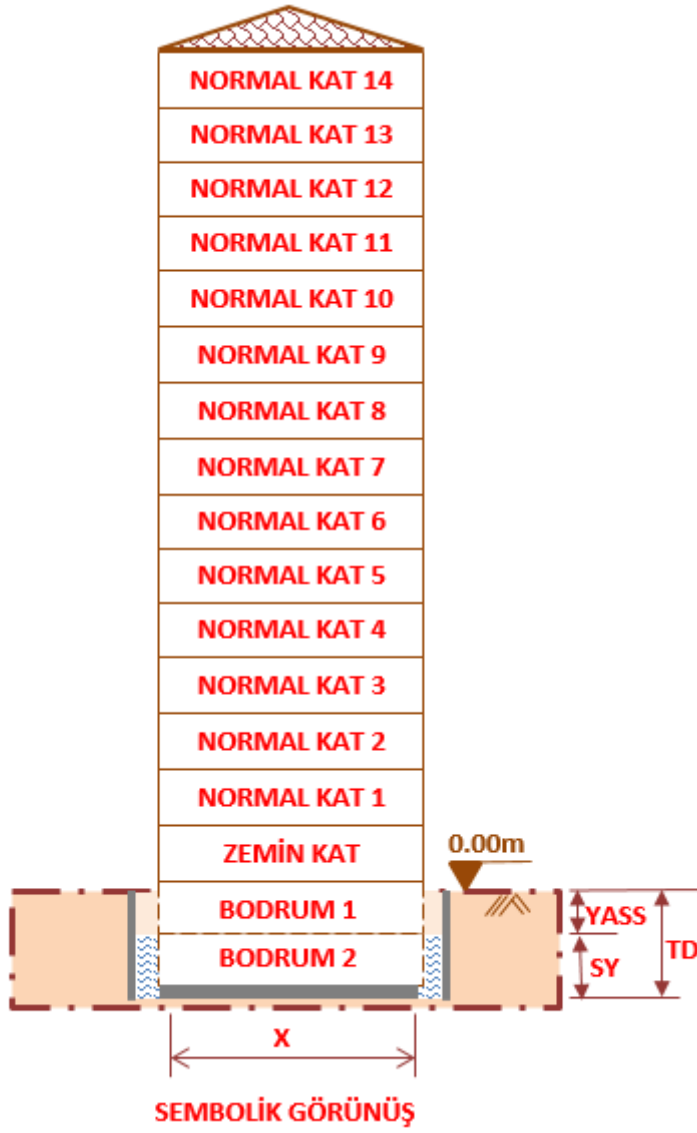
Şekil 6.37'de görüldüğü üzere yapı normal kat 3'e kadar yüzme riski altındadır. Buna neden olarak yapının 2 bodrum katlı olması ve kat sayısının nispeten az olması gösterilebilir.

			Yapı Ağırlığı	Fk	Yapının Durumu	Yapının Güvende Kalacağı Maksimum Su Yüksekliği
Temel Ağırlığı		En az	829,09 t	397,57 t	YAPI GÜVENLİ	1,25 m
		En Fazla	985,96 t			
B 2	İnşaat Hali	En az	1.385,03 t	2.385,40 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	2,09 m
		En Fazla	1.675,43 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
	Tamamlanmış Hali	En az	1.619,59 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
		En Fazla	1.911,06 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
B 1	İnşaat Hali	En az	1.940,96 t	4.041,92 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	2,93 m
		En Fazla	2.364,89 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
	Tamamlanmış Hali	En az	2.410,09 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
		En Fazla	2.836,15 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
Z 1	İnşaat Hali	En az	2.381,26 t	4.041,92 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	3,59 m
		En Fazla	2.901,74 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
	Tamamlanmış Hali	En az	3.115,38 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
		En Fazla	3.638,00 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
N 1	İnşaat Hali	En az	2.821,56 t	4.041,92 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	4,26 m
		En Fazla	3.438,60 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
	Tamamlanmış Hali	En az	3.820,67 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
		En Fazla	4.439,84 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
N 2	İnşaat Hali	En az	3.261,86 t	4.041,92 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	4,92 m
		En Fazla	3.975,45 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
	Tamamlanmış Hali	En az	4.525,96 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	5.241,69 t		YAPI GÜVENLİ	
N 3	İnşaat Hali	En az	3.702,16 t	4.041,92 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	5,59 m
		En Fazla	4.512,31 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
	Tamamlanmış Hali	En az	5.231,25 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	6.043,53 t		YAPI GÜVENLİ	
N 4	İnşaat Hali	En az	4.142,47 t	4.041,92 t	YAPI GÜVENLİ	6,25 m
		En Fazla	5.049,16 t		YAPI GÜVENLİ	
	Tamamlanmış Hali	En az	5.936,54 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	6.845,37 t		YAPI GÜVENLİ	
N 5	İnşaat Hali	En az	4.582,77 t	4.041,92 t	YAPI GÜVENLİ	6,92 m
		En Fazla	5.586,02 t		YAPI GÜVENLİ	
	Tamamlanmış Hali	En az	6.641,83 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	7.647,22 t		YAPI GÜVENLİ	

Şekil 6.37. Yüzme riski hesabı

Örnek 3:

Şekil 6.38'deki yapının, kat bilgileri Şekil 6.39'da, duvar türü Şekil 6.40'ta, çatı türü Şekil 6.41'de gösterilmektedir. Yapının inşaat halinde bulunan malzemeler Şekil 6.42'deki gibidir.



Şekil 6.38. Yapının sembolik görünüşü

GİRİLECEK VERİLER		
		X.Y (Alan)
Bodrum Kat	2 Kat	388.87 m <sup>2</sup>
Zemin Kat	1 Kat	388.87 m <sup>2</sup>
Normal Kat	14 Kat	388.87 m <sup>2</sup>

Şekil 6.392. Yapının kat bilgileri

9	Yapı	Gazbeton Duvar
10		Tuğla Duvar
11	Sıva	Bims Duvar
		Gazbeton Duvar

Şekil 6.40. Yapının duvar türü

18	Çatı	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü Metal Örtü Çatı

Şekil 6.41. Yapının çatı türü

	İmalatın Cinsi	İnşaat Halindeki Durumu
1	Betonarme Betonu Donatısız	-
2	Betonarme Demiri	-
3	Temel Betonu Donatısız	-
4	Temel Demiri	-
5	Bodrum Kat Betonu Donatısız	-
6	Bodrum Kat Demiri	-
7	Düz Kalp	YOK
8	Kalp İskelesi	YOK
9	Gazbeton Duvar	VAR
10	İç Sıva	YOK
11	Dış Sıva	YOK
12	Tavan Sıvası	YOK
13	Badana İç	VAR
14	Fayans-Seramik	YOK
15	Ahşap Yapı-Karkas	YOK
16	Ahşap Pencere	YOK
17	Yağlı Boya	YOK
18	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü	-
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	YOK
20	Cam	YOK

Şekil 6.42. Yapının inşaat halinde bulunan imalat kalemleri

Şekil 6.43'te yine 2 bodrum katlı bir yapı örneğinin yüzme hesabı gösterilmektedir. Yapı, Örnek 2'deki gibi 2 bodrum katlı olsa da yüzme riski bu yapıda normal kat 1'e kadar devam etmektedir. Yüzme riskinin Örnek 2'deki yapıdan daha düşük olmasının temel nedeni toplam kat sayısıdır. Toplamda 17 katlı olan bu yapının temel ağırlığı Örnek 2'deki yapının temel ağırlığından fazladır. Bu ağırlık farkı yapıyı, suyun kaldırma kuvvetine karşı avantajlı hale getirmektedir.

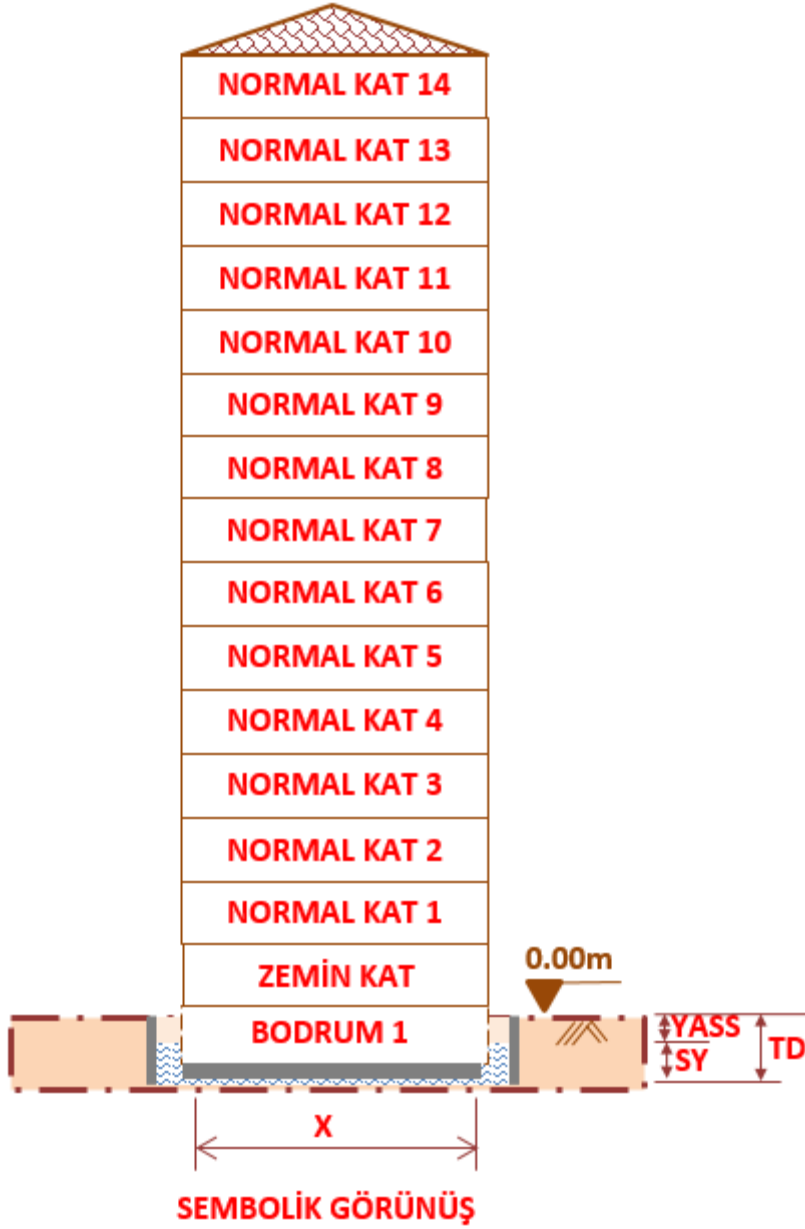


		Yapı Ağırlığı	Fk	Yapım Durumu	Yapım Güvende Kalacağı Maksimum Su Yüksekliği	
Temel Ağırlığı		En az	1.194,32 t	544,42 t	YAPI GÜVENLİ	3,07 m
		En Fazla	1.350,16 t			
B 2	İnşaat Hali	En az	1.575,55 t	1.711,03 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	4,05 m
		En Fazla	1.822,98 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
	Tamamlanmış Hali	En az	1.678,21 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
		En Fazla	1.925,64 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
B 1	İnşaat Hali	En az	1.956,78 t	2.683,20 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	5,03 m
		En Fazla	2.295,80 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
	Tamamlanmış Hali	En az	2.162,10 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
		En Fazla	2.501,12 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
Z 1	İnşaat Hali	En az	2.236,77 t	2.683,20 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	5,75 m
		En Fazla	2.639,95 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
	Tamamlanmış Hali	En az	2.572,79 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
		En Fazla	2.975,97 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
N 1	İnşaat Hali	En az	2.516,75 t	2.683,20 t	YAPI HASAR GÖREBİLİR	6,47 m
		En Fazla	2.984,10 t		YAPI HASAR GÖREBİLİR	
	Tamamlanmış Hali	En az	2.983,47 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	3.450,82 t		YAPI GÜVENLİ	
N 2	İnşaat Hali	En az	2.796,74 t	2.683,20 t	YAPI GÜVENLİ	7,19 m
		En Fazla	3.328,25 t		YAPI GÜVENLİ	
	Tamamlanmış Hali	En az	3.394,16 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	3.925,67 t		YAPI GÜVENLİ	
N 3	İnşaat Hali	En az	3.076,72 t	2.683,20 t	YAPI GÜVENLİ	7,91 m
		En Fazla	3.672,40 t		YAPI GÜVENLİ	
	Tamamlanmış Hali	En az	3.804,84 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	4.400,52 t		YAPI GÜVENLİ	
N 4	İnşaat Hali	En az	3.356,71 t	2.683,20 t	YAPI GÜVENLİ	8,63 m
		En Fazla	4.016,55 t		YAPI GÜVENLİ	
	Tamamlanmış Hali	En az	4.215,53 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	4.875,37 t		YAPI GÜVENLİ	

Şekil 6.43. Yüzme riski hesabı

Örnek 4:

Şekil 6.44'teki yapının, kat bilgileri Şekil 6.45'te, duvar türü Şekil 6.46'da, çatı türü Şekil 6.47'de gösterilmektedir. Yapının inşaat halinde bulunan malzemeler Şekil 6.48'deki gibidir.



Şekil 6.44. Yapının sembolik görünüşü

GİRİLECEK VERİLER		
		X.Y (Alan)
Bodrum Kat	1 Kat	425.54 m <sup>2</sup>
Zemin Kat	1 Kat	425.54 m <sup>2</sup>
Normal Kat	14 Kat	425.54 m <sup>2</sup>

Şekil 6.45. Yapının kat bilgileri

9	Yapı	Gazbeton Duvar
10		Tuğla Duvar
11	Sıva	Bims Duvar
		Gazbeton Duvar

Şekil 6.46. Yapının duvar türü

18	Çatı	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü
		Metal Örtü Çatı

Şekil 6.47. Yapının çatı türü

	İmalatın Cinsi	İnşaat Halindeki Durumu
1	Betonarme Beton Donatısız	-
2	Betonarme Demiri	-
3	Temel Beton Donatısız	-
4	Temel Demiri	-
5	Bodrum Kat Beton Donatısız	-
6	Bodrum Kat Demiri	-
7	Düz Kalıp	YOK
8	Kalıp İskelesi	YOK
9	Gazbeton Duvar	VAR
10	İç Sıva	YOK
11	Dış Sıva	YOK
12	Tavan Sıvası	YOK
13	Badana İç	VAR
14	Fayans-Seramik	YOK
15	Ahşap Yapı-Karkas	YOK
16	Ahşap Pencere	YOK
17	Yağlı Boya	YOK
18	Ahşap Çatı, Kiremit Örtü	-
19	Mozaik Döşeme Kaplaması	YOK
20	Cam	YOK

Şekil 6.48. Yapının inşaat halinde bulunan imalat kalemleri

Şekil 6.49'daki tablo incelendiğinde yapının bütün aşamalarında yüzme riskine karşı güvenli olduğu görülmektedir. Tek bodrum katlı ve toplamda 16 kattan oluşan bu yapı, kat sayısı ile orantılı artan temel ağırlığı ile yüzme riskine karşı avantajlı durumdadır.

		Yapı Ağırlığı	Fk	Yapının Durumu	Yapının Güvende Kalacağı Maksimum Su Yüksekliği	
Temel Ağırlığı		En az	1.210,13 t	553,20 t	YAPI GÜVENLİ	2,84 m
		En Fazla	1.371,94 t			
B 1	İnşaat Hali	En az	1.622,02 t	1.617,05 t	YAPI GÜVENLİ	3,81 m
		En Fazla	1.882,15 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	1.734,36 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	1.994,49 t			
Z 1	İnşaat Hali	En az	1.928,41 t	1.617,05 t	YAPI GÜVENLİ	4,53 m
		En Fazla	2.258,75 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	2.183,77 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	2.514,12 t			
N 1	İnşaat Hali	En az	2.234,79 t	1.617,05 t	YAPI GÜVENLİ	5,25 m
		En Fazla	2.635,35 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	2.633,18 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	3.033,74 t			
N 2	İnşaat Hali	En az	2.541,18 t	1.617,05 t	YAPI GÜVENLİ	5,97 m
		En Fazla	3.011,95 t			
	Tamamlanmış Hali	En az	3.082,60 t		YAPI GÜVENLİ	
		En Fazla	3.553,37 t			

Şekil 6.49. Yüzme riski hesabı

## 7. SONUÇ ve ÖNERİLER

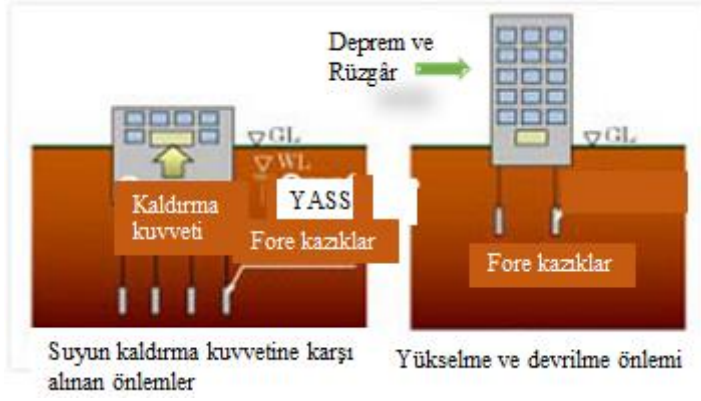
Bu tez betonarme yapılarda proje öncesinde yüzme riski hesaplarının yapılmasına dönük çalışmanın sonuçlarını içermektedir. Tasarımcılar için ihtiyaç duyulan ve ülke genelinde pratik hesaplamalarda kullanılabilecek bu programa, betonarme yapıya ait kat adedi ve alanları girilerek elde edilen malzeme metrajları ile bölgeye dair işçilik ve malzeme birim fiyatlar üzerinden kolaylıkla yapı maliyetleri yaklaşık olarak hesaplanmaktadır. Yine bu metrajlardan yapı ağırlığı da hesaplanmaktadır. Çalışmada dikkate alınan katsayı değerleri, kullanıcının isteğine bağlı olarak da değiştirilebilmektedir. Yapılan ilk analizler neticesinde programın gerçek yapı analiz metrajlarından elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu gözlenmektedir.

Bodrum kat sayısının fazla olması, inşa sırasında sel, taşkın, aşırı yağış, yer altı su seviyesindeki yükselme gibi nedenlerle biriken suyun tahliye edilmemesi, yapının yüzme riskiyle karşı karşıya kalmasına neden olacaktır. Zemin seviyesi altındaki yapı derinliği aynı olan binalarda kat sayısı ile orantılı artacak olan temel ağırlığı yüzme riskine karşı, yapıya avantaj sağlayacaktır. Yapılan yüzme riski hesabı, tasarımcının olası senaryolar karşısında hazırlıklı olmasını sağlayacaktır.

Alınabilecek tedbirler;

Liman, kıyı ve deniz yapıları haricinde tasarlanan yapılar için, ulusal düzeydeki yönetmelik ve standartlarda aşağıda belirtilen maddelerin yer alması yararlı olacaktır.

- Yapıların, hidrodinamik ve hidrostatik yüklerden kaynaklanan yüzme, çökme veya yatay hareketini engelleyecek şekilde duraylılığı sağlanmalıdır.
- Tasarımcıların, muhtemel taşkınlarda, tüm yapısal bileşenlerin, hidrostatik ve hidrodinamik kuvvetlere ve yüzdürme kuvvetine karşı dayanabildiğini, hareketli yükleri yapı ağırlığına eklemeyen hesaplamalıdır. Taşkınların da dikkate alındığı tasarım yük kombinasyonları hesaplanmalıdır.
- Suyun düşey ve yatay etkilerine karşı yapının, ağırlığı ile direnç gösteremediği durumlarda, yapının duraylılığını artırmaya yönelik fore kazık, yanal bağlantı sistemleri ve temel ile zemin arasında mekanik bağlantılar gibi önlemler alınmalıdır (Şekil 7.1).



Şekil 7.1. Fore kazıklarla yapı güvenliğinin sağlanması

- Yeraltına inşa edilen tanklar, menholler ve depolar gibi elemanların yapımında da yapılar gibi bu söz konusu etkiler dikkate alınmalı ve malzeme seçimi bu yönde yapılmalıdır.
- Yapı zemininde ve çevresinde bulunan dolgu toprak, erozyon dayanımını artırmak amacıyla sıkıştırılmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. FEMA. (1986). Design manual for retrofitting flood-prone residential structures. Federal Emergency Management Agency, No. 114.
2. Ünsan, Y. (2006). Marmara denizi kıyılarında çalışacak depremde etkilenmeyecek yüklemeye boşaltma sistemlerinin dizaynı. *TİMAK-Tasarım İmalat Analiz Kongresi*, 413-423.
3. Yüksel, Y. ve Çevik, E. Ö. (2009). *Kıyı mühendisliği*. İstanbul: BETA Yayınevi.
4. Berg, H., Ebeltoft, M., and Nielsen, J. (2014). Flood Damage Survey After A Major Flood In Norway 2013: Cooperation Between The Insurance Business And A Government Agency. *Flood Recovery, Innovation and Reponse IV*, 227-235.
5. Bikçe, M. (2017). Investigating the Hazard of Floating in Structures. *International Advanced Researches & Engineering Congress*, 1875-1881.
6. Bikçe, M., Örnek, M., and Cansız, Ö.F. (2018). The effect of buoyancy force on structural damage: A case study. *Engineering Failure Analysis*, vol.92, 553-565.
7. Watanabe, E., Wang, C.M., Utsunomiya, T., and Moan, T. (2004). Very large floating structures: applications, analysis and design. *Centre for offshore research and engineering national university of Singapore*.
8. Lwin, M. M. (2000). Floating Bridges. *Bridge Engineering Handbook* (Edited by: Chen, W., and Duan, L.), CRC Press, chapter 22.
9. Saul, R. (1996). The new Galata Bridge at İstanbul. *Composite Construction III. Engineering Foundation Conference*, Ivsee, Germany. 216–227.
10. Lwin, M. M., and Kulicki, J. M. (2013). Floating bridges. *Handbook of international bridge engineering* (Edited by: Chen, W., and Duan, L.), 106-111.
11. Villoria, B. (2015, September 22). Floating bridge-when is the technology ready?. Statens Vegvesen Norwegian Public Roads Administration. Powerpoint presentation.
12. Solland, G., Landet, E., and Tronskar, J. P. (1994). Use of high strength steel in norwegian floating bridges. *Strait Crossings 94*, 735-742.
13. Burnside, O. H., and Pomerene D. J. (1983). Survey of experience using reinforced concrete in floating marine structures. Ships Structures Committee. Report SSC-321 Washington DC: US Coast Guard Headquarters.
14. American Concrete Institute. (2010) 357. ACI 357.2R-10: report on floating and float-in concrete structures. Farmington Hills, Michigan: American Concrete Institute.
15. Anderson, A. R. (1977). World's largest prestressed LPG vessel. *Prestressed Concrete Institute journal* (22), 12–31.

16. İnternet: Concreteship. URL: <http://www.concreteships.org/ships/ww1/selma/>, Son Erişim Tarihi: 26.12.2018.
17. İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü URL: [http://www.valor.com.tr/kuk2014/sunumlar/02\\_OTURUM\\_1/02\\_Ismail\\_KARTAL.pdf](http://www.valor.com.tr/kuk2014/sunumlar/02_OTURUM_1/02_Ismail_KARTAL.pdf), Son Erişim Tarihi: 24.12.2018.
18. İnternet: Buoyantfoundation. URL: [http://www.buoyantfoundation.org/images/Solution\\_Search\\_Competition\\_2015.pdf](http://www.buoyantfoundation.org/images/Solution_Search_Competition_2015.pdf), Son Erişim Tarihi: 13.03.2017.
19. İnternet: Architecturee. URL: <http://architecturee.blogspot.com.tr/2013/06/yuzen-evler.html>, Son Erişim Tarihi: 06.01.2019.
20. İnternet: Scribd. URL: <https://www.scribd.com/doc/188526836/BS-6349-1>, Son Erişim Tarihi: 13.05.2017.
21. Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan. (2002). The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan.
22. Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan. (2009). The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan.
23. Approach channels, a guide for design. (1997). *Supplement to Bulletin. 95, General Secretariat of the Permanent International Association of Navigation Congresses, PIANC, Brussels.*
24. İnternet: Asce. URL: <http://www.asce.org/templates/publications-book-detail.aspx?id=6963>, Son Erişim Tarihi: 13.05.2017.
25. İnternet: Asce. URL: [www.asce.org/sei\\_asce-7/](http://www.asce.org/sei_asce-7/), Son Erişim Tarihi: 13.05.2017.
26. İnternet: Eurocode 1. URL: [www.eurocodes.fi/1991/paasivu1991/sahkoinen1991/EN%201991.pdf](http://www.eurocodes.fi/1991/paasivu1991/sahkoinen1991/EN%201991.pdf), Son Erişim Tarihi: 13.05.2017.
27. İnternet: Eurocode 7. URL: [eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/2013\\_06\\_WS\\_GEO/report/2013\\_06\\_WS\\_GEO.pdf](http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/2013_06_WS_GEO/report/2013_06_WS_GEO.pdf), Son Erişim Tarihi: 13.05.2017.
28. İnternet: Ubak. URL: [www.ubak.gov.tr/BLSM\\_WIYS/DLH/tr/DOKUMANLAR/20101101\\_103133\\_10288\\_1\\_10315.pdf](http://www.ubak.gov.tr/BLSM_WIYS/DLH/tr/DOKUMANLAR/20101101_103133_10288_1_10315.pdf), Son Erişim Tarihi: 13.05.2017.
29. Karakuş, H., Birinci, Ç. ve Güler, I. (2011). Blok tipi kıyı yapılarının sismik tasarımı. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, ODTÜ, Ankara.
30. İnternet: Resmi Gazete. URL: [www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/03/20070306-3.htm](http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/03/20070306-3.htm), Son Erişim Tarihi: 13.05.2017.
31. İnternet: Resmi Gazete. URL: [www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm](http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm), Son Erişim Tarihi: 09.01.2019.



32. İnternet: Udhb. URL: [www.udhb.gov.tr/images/hizlierisim/376e9ab1ea18327.pdf](http://www.udhb.gov.tr/images/hizlierisim/376e9ab1ea18327.pdf), Son Erişim Tarihi: 13.05.2017.
33. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı. (2015). Kıyı yapıları planlama ve tasarım teknik esasları (Taslak). Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, Ulaştırma, Denizcilik Ve Haberleşme Bakanlığı.
34. İnternet: İlbank. URL: [https://www.ilbank.gov.tr/dosyalar/.../STATIK\\_BETONARME\\_TEKN\\_SART.pdf](https://www.ilbank.gov.tr/dosyalar/.../STATIK_BETONARME_TEKN_SART.pdf), Son Erişim Tarihi: 13.05.2017.
35. İnternet: Meteoroloji. URL: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/Turkiye-Yagis.pdf>, Son Erişim Tarihi: 07.01.2019.
36. Bikçe, M. and Göçer, S. (2018). Yapılarda yüzme riski kontrolünü yapan program tasarımı. *International mediterranean science and engineering congress*, 3, 730-734, Adana, Türkiye.
37. Tokimatsuan, K., Tamurab, S., Suzukia, H., and Katsumataa, K. (2012). Building damage associated with geotechnical problems in the 2011 Tohoku Pacific Earthquake. *Soils & Found vol.52(5)*, 956–974.
38. İnternet: İnşaat Mühendisleri Odası. URL: [http://www.imo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=3357&tipi=83&sube=0](http://www.imo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=3357&tipi=83&sube=0), Son Erişim Tarihi: 23.07.2017.



EK-1. Program değerlerini kalibre etmede kullanılan 60 adet projenin kat sayıları ve kat alanları

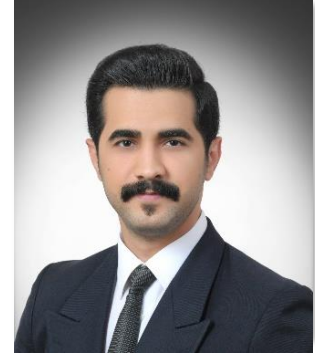
Yapı No	Bodrum		Zemin		Normal	
	Kat Sayısı	Kat Alanı	Kat Sayısı	Kat Alanı	Kat Sayısı	Kat Alanı
1	1	375,00 m <sup>2</sup>	1	430,00 m <sup>2</sup>	3	430,00 m <sup>2</sup>
2	1	739,00 m <sup>2</sup>	1	760,00 m <sup>2</sup>	3	760,00 m <sup>2</sup>
3	1	164,00 m <sup>2</sup>	1	167,00 m <sup>2</sup>	1	167,00 m <sup>2</sup>
4	2	161,00 m <sup>2</sup>	1	185,00 m <sup>2</sup>	2	185,00 m <sup>2</sup>
5	1	230,00 m <sup>2</sup>	1	299,00 m <sup>2</sup>	3	299,00 m <sup>2</sup>
6	1	117,00 m <sup>2</sup>	1	163,00 m <sup>2</sup>	3	163,00 m <sup>2</sup>
7	1	375,00 m <sup>2</sup>	1	375,00 m <sup>2</sup>	3	375,00 m <sup>2</sup>
8	0	0,00 m <sup>2</sup>	1	175,00 m <sup>2</sup>	2	175,00 m <sup>2</sup>
9	1	141,00 m <sup>2</sup>	1	169,00 m <sup>2</sup>	3	196,00 m <sup>2</sup>
10	1	153,00 m <sup>2</sup>	1	153,00 m <sup>2</sup>	2	187,00 m <sup>2</sup>
11	1	297,00 m <sup>2</sup>	1	325,00 m <sup>2</sup>	3	404,00 m <sup>2</sup>
12	1	77,00 m <sup>2</sup>	1	87,00 m <sup>2</sup>	3	87,00 m <sup>2</sup>
13	1	138,00 m <sup>2</sup>	1	185,00 m <sup>2</sup>	2	185,00 m <sup>2</sup>
14	1	479,00 m <sup>2</sup>	1	479,00 m <sup>2</sup>	7	435,00 m <sup>2</sup>
15	1	325,00 m <sup>2</sup>	1	348,00 m <sup>2</sup>	7	382,00 m <sup>2</sup>
16	1	307,00 m <sup>2</sup>	1	329,00 m <sup>2</sup>	5	334,00 m <sup>2</sup>
17	1	339,33 m <sup>2</sup>	1	352,45 m <sup>2</sup>	14	352,32 m <sup>2</sup>
18	1	532,13 m <sup>2</sup>	1	571,81 m <sup>2</sup>	7	639,33 m <sup>2</sup>
19	1	523,34 m <sup>2</sup>	1	523,34 m <sup>2</sup>	7	624,86 m <sup>2</sup>
20	1	484,80 m <sup>2</sup>	1	484,80 m <sup>2</sup>	5	554,97 m <sup>2</sup>
21	1	249,68 m <sup>2</sup>	1	239,88 m <sup>2</sup>	5	275,40 m <sup>2</sup>
22	1	508,24 m <sup>2</sup>	1	508,24 m <sup>2</sup>	11	520,02 m <sup>2</sup>
23	1	662,61 m <sup>2</sup>	1	667,73 m <sup>2</sup>	11	667,73 m <sup>2</sup>
24	1	342,92 m <sup>2</sup>	1	352,34 m <sup>2</sup>	11	349,40 m <sup>2</sup>
25	1	376,84 m <sup>2</sup>	1	376,84 m <sup>2</sup>	7	369,52 m <sup>2</sup>
26	1	307,92 m <sup>2</sup>	1	326,26 m <sup>2</sup>	7	324,14 m <sup>2</sup>
27	1	375,70 m <sup>2</sup>	1	393,46 m <sup>2</sup>	8	393,46 m <sup>2</sup>
28	1	327,34 m <sup>2</sup>	1	335,27 m <sup>2</sup>	8	325,96 m <sup>2</sup>
29	1	388,87 m <sup>2</sup>	1	388,87 m <sup>2</sup>	7	388,87 m <sup>2</sup>
30	1	362,92 m <sup>2</sup>	1	369,55 m <sup>2</sup>	14	362,75 m <sup>2</sup>
31	1	292,50 m <sup>2</sup>	1	292,50 m <sup>2</sup>	5	339,89 m <sup>2</sup>
32	1	598,57 m <sup>2</sup>	1	574,74 m <sup>2</sup>	7	686,08 m <sup>2</sup>
33	1	478,81 m <sup>2</sup>	1	478,81 m <sup>2</sup>	5	543,17 m <sup>2</sup>
34	0	0,00 m <sup>2</sup>	1	350,61 m <sup>2</sup>	4	445,62 m <sup>2</sup>
35	0	0,00 m <sup>2</sup>	1	164,32 m <sup>2</sup>	5	193,71 m <sup>2</sup>
36	1	478,81 m <sup>2</sup>	1	478,81 m <sup>2</sup>	5	543,17 m <sup>2</sup>
37	0	0,00 m <sup>2</sup>	1	350,61 m <sup>2</sup>	5	393,36 m <sup>2</sup>
38	1	298,15 m <sup>2</sup>	1	311,99 m <sup>2</sup>	2	320,55 m <sup>2</sup>

Yapı No	Bodrum		Zemin		Normal	
	Kat Sayısı	Kat Alanı	Kat Sayısı	Kat Alanı	Kat Sayısı	Kat Alanı
39	0	0,00 m <sup>2</sup>	1	311,99 m <sup>2</sup>	2	320,55 m <sup>2</sup>
40	1	705,30 m <sup>2</sup>	1	754,80 m <sup>2</sup>	7	754,80 m <sup>2</sup>
41	1	386,03 m <sup>2</sup>	1	395,89 m <sup>2</sup>	7	377,17 m <sup>2</sup>
42	1	347,56 m <sup>2</sup>	1	347,56 m <sup>2</sup>	10	338,94 m <sup>2</sup>
43	1	498,80 m <sup>2</sup>	1	514,00 m <sup>2</sup>	13	489,62 m <sup>2</sup>
44	1	534,10 m <sup>2</sup>	1	547,28 m <sup>2</sup>	13	529,98 m <sup>2</sup>
45	1	645,16 m <sup>2</sup>	1	645,16 m <sup>2</sup>	11	716,36 m <sup>2</sup>
46	1	406,32 m <sup>2</sup>	1	421,44 m <sup>2</sup>	14	414,01 m <sup>2</sup>
47	1	704,02 m <sup>2</sup>	1	715,24 m <sup>2</sup>	13	715,24 m <sup>2</sup>
48	1	448,23 m <sup>2</sup>	1	434,09 m <sup>2</sup>	7	443,27 m <sup>2</sup>
49	1	672,28 m <sup>2</sup>	1	672,28 m <sup>2</sup>	12	732,78 m <sup>2</sup>
50	1	447,37 m <sup>2</sup>	1	447,37 m <sup>2</sup>	13	444,74 m <sup>2</sup>
51	1	451,20 m <sup>2</sup>	1	451,20 m <sup>2</sup>	11	437,97 m <sup>2</sup>
52	2	508,24 m <sup>2</sup>	1	508,24 m <sup>2</sup>	11	520,02 m <sup>2</sup>
53	2	339,33 m <sup>2</sup>	1	352,45 m <sup>2</sup>	14	352,32 m <sup>2</sup>
54	2	386,03 m <sup>2</sup>	1	395,89 m <sup>2</sup>	7	377,17 m <sup>2</sup>
55	2	498,80 m <sup>2</sup>	1	514,00 m <sup>2</sup>	13	489,62 m <sup>2</sup>
56	2	307,92 m <sup>2</sup>	1	326,26 m <sup>2</sup>	7	324,14 m <sup>2</sup>
57	2	375,70 m <sup>2</sup>	1	393,46 m <sup>2</sup>	8	393,46 m <sup>2</sup>
58	2	362,92 m <sup>2</sup>	1	369,55 m <sup>2</sup>	14	362,75 m <sup>2</sup>
59	2	292,50 m <sup>2</sup>	1	292,50 m <sup>2</sup>	5	339,89 m <sup>2</sup>
60	2	347,56 m <sup>2</sup>	1	347,56 m <sup>2</sup>	10	338,94 m <sup>2</sup>

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÖÇER, Süleyman  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 27.05.1992, Diyarbakır  
 Medeni hali : Evli  
 Telefon :  
 Faks :  
 E-mail : suleyman.gocer.mfbe16@iste.edu.tr



### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2015
Lise	Selahaddini Eyyubi Anadolu Lisesi	2010

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2017-Halen	Karayolları Genel Müdürlüğü	Mühendis
2016-2017	Özel sektör	Mühendis

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

- Bikçe, M., and Göçer, S. (2018). An Approach to Preparing a Bill of Quantities. *International Advanced Researches and Engineering Journal (IAREJ)*, 2(3), 229-233.
- Bikçe, M. ve Göçer, S. (2018). Yapılarda yüzme riski kontrolünü yapan program tasarımı. *International mediterranean science and engineering congress*, 3, 730-734.
- Bikçe, M. ve Göçer, S. (16-18 November 2017). Yapı Proje Hesabı Öncesinde Yaklaşık Metraj Hesabına Dair Program Çalışması. *1. International Advanced*

*Research And Engineering Congress, Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye/Türkiye, 1882-1886, 16-18 Kasım 2017.*

### **Hobiler**

Spor, Satranç, Yüzme, Tenis





**TEKNOVERSITE**



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

**İSTE**

