



**ÖN YAPIMLI DIŞ CEPHE İSKELELERİNİN MODELLENMESİ VE
TASARIMI**

Salih Özkan İLGÜN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2019

Salih Özkan İLGÜN tarafından hazırlanan “ÖN YAPIMLI DIŞ CEPHE İSKELELERİNİN MODELLENMESİ VE TASARIMI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Bengi AYKAÇ

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Prof. Dr. Ali İhsan ÜNAY

Mimarlık Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mahmut Cem YILMAZ

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 07/11/2019

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

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- 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.

Salih Özkan İLGÜN

07/11/2019

ÖN YAPIMLI DIŞ CEPHE İSKELELERİNİN MODELLENMESİ VE TASARIMI
(Yüksek Lisans Tezi)

Salih Özkan İLGÜN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 2019

ÖZET

Günümüzde hızla gelişen teknoloji inşaat sektöründe de etkisini hissettirmektedir. Özellikle ülkemizde son yıllarda günlerde çok sayıda ve çok hızlı bir biçimde yapılar inşaa edilmektedir. Gerekli önlemler alınmadan yapılan inşaatlarda da iş kazaları vazgeçilmez olmaktadır. Yapılan istatistiklerde, ölümcül iş kazalarının oranının en yoğun inşaat sektöründe görüldüğünü ve inşaat sektöründeki iş kazası oranının da büyük payını yüksekte düşmenin oluşturduğu görülmektedir. Bu çalışmada; ön yapımlı dış cephe iskelelerinin modellenerek, iskelenin yapı ile bağlantı noktaları (ankrajlar) üzerinde yoğunlaşmaktadır. Tasarım anlamında iskeleler genellikle düşey yükler ve rüzgâr yükleri altında tasarlanmakta olup, iskeleye gelebilecek deprem anındaki yatay yükler dikkate alınmadığı bu nedenle de yasal mevzuatın yetersiz olabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle, sisteme gelecek yüklerin ne alınacağı, iskelenin nasıl modellenmesi gerektiğinin ortaya konulacağı bazı hesap ve analizlerden bahsedilmektedir. İskelenin montaj esnasında yapılan hatalara ve karşılaşılan sorunlara dikkat çekilerek hem bu durum tasarıma yansıtılmış hem de iskelede gerekli asgari koşulların neler olması gerektiği açıklanmıştır. İskelenin montaj sonrası kullanımında yapılan hatalar ve bu hatalar için gerekli önlemler üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Bilindiği üzere piyasada yapılan iskelelerin tasarımında ve uygulamasında pek çok sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda sektörde dış cephe iskelesi tasarımı yapan projecilere birtakım öneriler verilmesi hedeflenmektedir.

Bilim Kodu : 91103

Anahtar Kelimeler : Dış Cephe İskelesi, Tasarım, Modelleme

Sayfa Adedi : 82

Danışman : Doç. Dr. Bengi AYKAÇ

MODELING AND DESIGN OF PREFABRICATED EXTERNAL SCAFFOLDINGS

(M. Sc. Thesis)

Salih Özkan İLGÜN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

November 2019

ABSTRACT

Nowadays, rapidly developed technologies influence on the construction sector. Lots of different building structures were rapidly built during last years in our country. Work accidents often happen in construction activities without taking the measures recommended for safety. Statistics demonstrates that the rate of fatal occupational accidents is high in a construction sector and this high level of the work-related injuries is caused by decreased security measures. This research is focused on the connection points (anchors) of the scaffoldings with the modeling of the pre-constructed exterior scaffoldings. In terms of design, scaffoldings are generally designed under vertical loads and wind loads, and it is considered that the horizontal loads at the moment of earthquake are not taken into account, therefore the legislation can be inadequate. For this reason special calculations and analyses were done in order to determine loads, which can be included into the modeling system and how the scaffoldings should be modeled. Attention was paid to mistakes and problems, which were made during the installation of the scaffoldings and this situation was presented in the design, also were explained the minimum requirement conditions for the construction of scaffoldings. The Author considered mistakes, made in the post-installation period of usage of the scaffoldings and he specified necessary measures to eliminate mistakes and problems. As it is known there are many problems in the designing and installation of the scaffoldings in the construction sector. As a consequence, this research has an aim to give some recommendations to the project developers, who design exterior scaffoldings in construction sector.

Science Code : 91103
Key Words : External Scaffolding, Design, Modeling
Page Number : 82
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Bengi AYKAÇ

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda emeği geçen ve her zaman yardımını esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Bengi AYKAÇ ve hocam Prof. Dr. Sabahattin AYKAÇ başta olmak üzere tüm Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca manevi desteğini esirgemeyen aileme, çalıştığım kurum Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı Ankara Rehberlik ve Teftiş Grup Başkanlığı yöneticilerinden Ankara Grup Başkan Yardımcıları; İş Başmüfettişi Ergün GÖKTAŞ ve İş Başmüfettişi Erdem TOSUN ile İş Müfettişi Fırat UÇAR'a çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. AMAÇ VE KAPSAM	3
2.1. Amaç	3
2.2. Kapsam.....	4
3. GEÇMİŞTE YAPILAN ÇALIŞMALAR	7
3.1. Ülkemizde Yapılan Çalışmalar	7
3.1.1. Yasal düzenlemelerle ilgili çalışmalar	7
3.1.2. İş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili çalışmalar.....	7
3.1.3. Maliyet analizleriyle ilgili çalışmalar.....	8
3.2. Ülkemiz Dışında Yapılan Çalışmalar.....	9
3.2.1. Kullanılan iskele malzemeleriyle ilgili çalışmalar	9
3.2.2. İskele üzerindeki güvenlik koşullarıyla ilgili çalışmalar.....	9
3.2.3. İskelelerle ilgili deneysel çalışmalar	10
4. İSKELE KAVRAMI VE DIŞ CEPHE İSKELESİ.....	13
4.1. Fincanlı (Cup-Lock) İskele	15

	Sayfa
4.2. Flanşlı-Kamalı İskele	16
4.3. H Tipi İskele	17
5. GENEL OLARAK İSKELELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	19
5.1. İskele Tasarım Aşaması	19
5.1.1. Sağlık ve güvenlik planı ile iskele tasarımı.....	19
5.1.2. İskele tasarım mevzuatında uyulması gerekenler	20
5.2. İskele Montaj Aşaması	26
5.2.1. İskelenin Türk standardına uygunluğu.....	26
5.2.2. İskelede kullanılan malzemelerin özellikleri	26
5.2.3. Kuracak kişilerin deneyimli olması	27
5.2.4. İskele kurulurken etrafının kapatılması.....	27
5.2.5. İskelenin kurulacağı zeminin özellikleri	28
5.2.6. İskelenin bağlandığı yapıya yaklaşma mesafesi	28
5.2.7. İskelede kullanılan çapraz takviye elemanları	29
5.2.8. İskelede sağlamlılık ve dayanıklılık hesapları	30
5.2.9. İskelenin ankraj uygulamaları	31
5.2.10. İskele kullanılan elemanların aynı türden olması	32
5.2.11. Yerleşim yeri içinde kurulan iskelelerin dışarıya tecriti	32
5.3. İskelenin Kullanım Aşaması.....	33
5.3.1. Kontrol formu ve kontrol raporu.....	33
5.3.2. Taşınabilecek maksimum ağırlıkları gösterir lehvalar	34
5.3.3. Kurulum, kullanım ve söküm planı.....	35
5.3.4. İskeledeki çalışanlarda olması gereken özellikler.....	36
5.3.5. İskele üzerinde çalışırken uyulması gerekenler	36

	Sayfa
5.3.6. Yapı alanında iskeleye yakın bulunan diğer hareketli ekipmanlar	38
5.3.7. İskelenin sökümü sırasında uyulması gerekenler.....	38
6. İSKELE MODEL ANALİZİ.....	41
6.1. İskele Model Analizinin Amacı.....	41
6.2. İskelelerin Kurulduğu Yapıların ve İskelelerin Özellikleri	41
6.2.1. Yapı özellikleri	41
6.2.2. İskele özellikleri	45
6.3. İskele Model Analizi.....	51
6.3.1. Mevzuat gereği iskele ankrajlarına etkiyen yükler	51
6.3.2. İskelenin model kombinasyonları.....	52
6.4. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	60
6.4.1. 2KY-İ iskelesi için değerlendirme.....	61
6.4.2. 5KY-İ iskelesi için değerlendirme.....	64
6.4.3. 7KY-İ iskelesi için değerlendirme.....	67
6.4.4. 10KY-İ iskelesi için değerlendirme.....	70
6.4.5. 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ ve 10KY-İ iskelelerinin ortak bir ankraj noktasına göre değerlendirilmesi.....	73
6.4.6. 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ ve 10KY-İ iskelelerinin ortak bir mesnet noktasına göre değerlendirilmesi.....	74
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	75
7.1. Sonuçlar	75
7.2. Öneriler	76
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	81
DİZİN	82

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Yapılara ait isimlendirmeler.....	4
Çizelge 2.2. İskelelere ait isimlendirmeler	5
Çizelge 4.1. Şekil 4.1.'de verilen cephe iskelesi sisteminin bileşenlerinin açıklanması	15
Çizelge 5.1. Sağlık ve güvenlik planı konusunda mevzuattaki zorunluluklar ile yapılan uygulamalar	19
Çizelge 5.2. İskele tasarımında mevzuatlarda uyulması gerekli kurallar ile sahadaki gözlemler	20
Çizelge 5.3. İskeledeki yan koruma bileşenleri hakkında mevzuatta yer alan kurallarla sahada yapılan gözlemler	21
Çizelge 5.4. İskeledeki taban plakaları hakkında mevzuattaki bilgiler ile sahadaki gözlemler	22
Çizelge 5.5. İskelede platformlar arası ulaşım konusunda mevzuattaki bilgiler ile sahada yapılan gözlemler.....	23
Çizelge 5.6. Platform üzerindeki servis yükü	23
Çizelge 5.7. İskelede ankraj uygulamaları hakkında yönetmelikteki bilgiler ile sahadaki gözlemler	25
Çizelge 5.8. İskele uygunluk belgesi ile ilgili mevzuattaki belirtilenler ile sahadaki gözlemler	26
Çizelge 5.9. İskele elemanlarının özellikleri hakkında mevzuatta yazılanlar ve sahadaki gözlemler	26
Çizelge 5.10. İskele kurulumunu yapan personelin deneyim konusunda mevzuattaki kurallar ile sahadaki gözlemler.....	27
Çizelge 5.11. İskele kurulurken etrafının kapatılması hakkında mevzuattaki kurallar ile sahadaki gözlemler	27
Çizelge 5.12. İskele zemininin özellikleri hakkında mevzuattaki bilgiler ile bu konuda sahada yapılan gözlemler	28
Çizelge 5.13. İskelenin bağlı olduğu yapıya yakınlığı konusunda mevzuattaki kurallar ile sahadaki gözlemler	28

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.14. İskelenin (çapraz, düşey ve yatay) elemanları hakkında mevzuattaki bilgiler ile sahadaki uygulamalar.....	29
Çizelge 5.15. İskelenin statik hesapları konusunda mevzuatta yazılanlar ile sahada yapılan uygulamalar	30
Çizelge 5.16. Ankraj uygulamaları konusunda mevzuatta yazılanlar ile sahadaki uygulamalar	31
Çizelge 5.17. İskele elemanlarının ayrı türden olması (mevzuatta belirtilenler ile sahadaki uygulamalar)	32
Çizelge 5.18. İskelenin yerleşim yeri içinde kullanılırken kaplanmasına ilişkin mevzuattaki kurallar ve sahada yapılan gözlemler	32
Çizelge 5.19. Dış cephe iskelesi kontrol formları ve kontrol raporlarına ait mevzuattaki kurallar ve sahada yapılan gözlemler	33
Çizelge 5.20. Taşınabilecek maksimum ağırlıkları gösterir levhalar hakkında (mevzuattaki bilgiler ile sahadaki gözlemler)	34
Çizelge 5.21. Kurulum, kullanım ve söküm planı hakkında mevzuattaki kurallar ve sahadaki gözlemler	35
Çizelge 5.22. İskele çalışanlarının mevzuata göre sahip olması gereken özellikleri ve sahada gözlenenler.....	36
Çizelge 5.23. Mevzuata göre iskele üzerinde çalışırken uyulması gerekli kurallar ve sahadaki gözlemler	37
Çizelge 5.24. Yapı sahasındaki diğer hareketli ekipmanların iskele ile teması konusunda uyulması gereken kurallar ve bu konuda sahada yapılan gözlemler	38
Çizelge 5.25. İskelenin sökümü aşamasında dikkat edilmesi gereken kurallar ve sahadaki gözlemler	38
Çizelge 6.1. Yapılara ait deprem parametreleri	43
Çizelge 6.2. Tasarlanan yapıların teknik özellikleri	44
Çizelge 6.3. İskelelerdeki düğüm noktaları için yapılan genel kabul	46
Çizelge 6.4. İskelelerin zeminle temas ettiği noktalardaki düğümler için yapılan kabul	46
Çizelge 6.5. İskelelerin bağlı olduğu yapıyla temas ettiği noktalardaki düğümler için yapılan kabul	47

Çizelge	Sayfa
Çizelge 6.6. Tasarlanan iskelelerin teknik özellikleri	47
Çizelge 6.7. İskelede hizmette bulunma halinde dikkate alınacak yükler	52
Çizelge 6.8. 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskeleleri için eksiltilecek ankraj sayılarının tablosu.....	59
Çizelge 6.9. Betonarme yapıların maksimum kat deplasmanları	60
Çizelge 6.10. 2KY, 5KY, 7KY, 10KY yapılar için kurulan 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskelelerde, iskele ankraj nokta hizalarına etkiyen kat deplasmanları	61
Çizelge 6.11. 2KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki A-4, A-6 ve A-13 ankraj noktalarının değerleri.....	62
Çizelge 6.12. 2KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki M-4, M-7 ve M-12 mesnet noktalarının değerleri.....	63
Çizelge 6.13. 5KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki A-2, A-39 ve A-47 ankraj noktalarının değerleri	65
Çizelge 6.14. 5KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki M-4, M-8 ve M-12 mesnet noktalarının değerleri.....	66
Çizelge 6.15. 7KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki A-53 ve A-64 ankraj noktalarının değerleri	68
Çizelge 6.16. 7KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki M-4, M-8 ve M-12 mesnet noktalarının değerleri.....	69
Çizelge 6.17. 10KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki A-2 ve A-104 ankraj noktalarının değerleri	71
Çizelge 6.18. 10KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki M-4, M-8 ve M-12 mesnet noktalarının değerleri.....	72
Çizelge 6.19. 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskelelerindeki aynı ankraj noktası A-2'nin yedi kombinasyon altındaki değişimi	73
Çizelge 6.20. 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskelelerindeki aynı mesnet noktası M-12'nin yedi kombinasyon altındaki değişimi	74

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Bir cephe iskele sisteminin tipik bileşenleri	14
Şekil 5.1. Tasarım rüzgâr basıncı.....	24
Şekil 5.2. Ankraj patterni örnekleri.....	25
Şekil 6.1. Yapıların periyod ve yerçekimi ivme değerlerini gösterir grafik	43

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Çeşitli kat adetlerine sahip yapı modelleri	4
Resim 2.2. Çeşitli yüksekliklere sahip dış cephe iskele modelleri	5
Resim 4.1. İskele çeşitleri	13
Resim 4.2. Fincanlı (Cup-Lock) iskele.....	16
Resim 4.3. Flanşlı-Kamalı iskele	17
Resim 4.4. H tipi iskele.....	18
Resim 5.1. Yan koruma bileşenleri	21
Resim 5.2. Taban plakası	22
Resim 5.3. İskele platformu üzerinde örnek yükler.....	24
Resim 5.4. Uyarıcı levha.....	27
Resim 5.5. Taban plakasını bastığı zeminin düz olmadığını gösteren yanlış uygulama örnekleri.....	28
Resim 5.6. Mimari açıdan alüminyum konstriksüyon nedeniyle yapı ile iskele arası boşluk	29
Resim 5.7. Düşey düzlemde boyuna ve enine çapraz takviyeleri.....	30
Resim 5.8. Yatay düzlemde takviyeler	30
Resim 5.9. Ankraj	31
Resim 5.10. Kaplanmış dış cephe iskelesi.....	32
Resim 5.11. Kontrol formu	34
Resim 5.12. İskele üzerinde kullanılması gerekli kişisel koruyucu donanım (paraşüt tipi emniyet kemeri).....	37
Resim 5.13. İskele üzerinde katlar arası geçişte merdiven kullanılması.....	37
Resim 5.14. İskele platform üzerinde malzeme istif	38
Resim 6.1. Tasarlanan yapılardan ‘5KY’ isimli yapı görünümü	42
Resim 6.2. Tasarlanan iskelelerden ‘5KY-İ’ isimli iskele görünümü.....	45

Resim	Sayfa
Resim 6.3. 2KY'nin cephesine bağlanan 2KY-İ'nin ankraj noktalarının numaralandırma sırası.....	48
Resim 6.4. 5KY'nin cephesine bağlanan 5KY-İ'nin ankraj noktalarının numaralandırma sırası.....	49
Resim 6.5. 7KY'nin cephesine bağlanan 7KY-İ'nin ankraj noktalarının numaralandırma sırası.....	49
Resim 6.6. 10KY'nin cephesine bağlanan 10KY-İ'nin ankraj noktalarının numaralandırma sırası.....	50
Resim 6.7. 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ ve 10KY-İ'nin mesnet noktalarının numaralandırma sırası	51
Resim 6.8. 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ ve 10KY-İ iskelelerinin mesnet noktalarının eksiltilmiş olduğu gösterim.....	55
Resim 6.9. 2KY-İ iskelesinin ankraj noktalarının eksiltilmiş olduğu gösterim	56
Resim 6.10. 5KY-İ iskelesinin ankraj noktalarının eksiltilmiş olduğu gösterim.....	56
Resim 6.11. 7KY-İ iskelesinin ankraj noktalarının eksiltilmiş olduğu gösterim.....	57
Resim 6.12. 10KY-İ iskelesinin ankraj noktalarının eksiltilmiş olduğu gösterim	58
Resim 6.13. 2KY-İ'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan ankraj noktası (A-13) ve değer artışları kritik olan (A-4, A-6) ankraj noktaları gösterimi ..	61
Resim 6.14. 2KY-İ'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan mesnet noktası (M-12) ve değer artışları kritik olan (M-4, M-7) mesnet noktaları gösterimi.....	63
Resim 6.15. 5KY-İ'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan ankraj noktası (A-39) ve değer artışları kritik olan (A-2, A-47) ankraj noktaları gösterimi	64
Resim 6.16. 5KY-İ'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan mesnet noktası (M-12) ve değer artışları kritik olan (M-4, M-8) mesnet noktaları gösterimi.....	66
Resim 6.17. 7KY-İ'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan ankraj noktası (A-53) ve değer artışları kritik olan (A-64) ankraj noktası gösterimi	67
Resim 6.18. 7KY-İ'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan mesnet noktası (M-12) ve değer artışları kritik olan (M-4, M-8) mesnet noktaları gösterimi.....	69

Resim	Sayfa
Resim 6.19. 10KY-I'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan ankraj noktası (A-104) ve değer artışları kritik olan (A-2) ankraj noktası gösterimi.....	70
Resim 6.20. 10KY-I'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan mesnet noktası (M-12) ve değer artışları kritik olan (M-4, M-8) mesnet noktası gösterimi.....	72

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklamalar

cm	Santimetre
E	Deprem kuvveti
G	Kendi ölü yükü
kg	Kilogram
kN	Kilonewton
m	Metre
m²	Metrekare
W	Rüzgâr yükü

Kısaltmalar

Açıklamalar

AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
ETAPS	Statik-Dinamik Analiz Programı
SAP 2000	Statik-Dinamik Analiz Programı
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TS	Türk Standardı

1. GİRİŞ

Dünyada ve özellikle ülkemizde son yıllarda inşaat sektörü hızla gelişme göstermektedir. Her geçen gün yeni inşaat malzemeleri kullanılarak, daha büyük ve dayanıklı yapılar yapılmaktadır. Gerek özel sektör gerekse devlet tarafından yaptırılan projelere yenileri eklenmektedir. Bu durum inşaat sektöründeki istihdamı artırarak sektörün ihtiyaç duyduğu çalışan gereksinimini artırmaktadır.

Müstakil bir kanun olarak “6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu” sonrasında ülkemizde iş sağlığı ve güvenliğine olan önem eskiye göre daha da artmıştır. Ülkemiz geliştirmekte olan bir ülke olduğu için hemen her alanda olduğu gibi inşaat sektöründe de yoğun bir iş hacmi söz konusudur.

Eğitimsiz ve yeterli iş tecrübesi olmadan çalışan işçiler, iş güvenliği önlemlerine duysız işverenlerinin olmasıyla da haklarını yeteri kadar arayamayarak güvenli iş ortamında çalışma şartlarına sahip olamamaktadırlar. Böylece iş kazaları kaçınılmaz olmaktadır.

Son yıllarda ulusal mevzuat anlamında yapılan iş kazalarını önlemeye yönelik çalışmalar neticesinde eskiden 10.06.2003 tarih ve 4857 sayılı İş Kanunu içerisinde yer alan iş sağlığı ve güvenli ile ilgili kısım 30.06.2012 tarih ve 6331 sayı ile T. C. Resmî Gazetede yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’na dönüştürmüştür. İş sağlığı ve güvenliği açısından müstakil bir kanunun çıkarılması önem arz etmektedir. Kanunun hükümleri ülkemizde tüm çalışan ve işverenleri bağlayıcı niteliktedir. Çalışanlara ile işverenlere çeşitli görev, yetki ve yükümlülükler vermektedir. Birinci önceliği de, güvenli ortamda çalışarak, iş kazalarının önlenilmesini amaçlamaktadır (İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 2012).

Ülkemizde yaşanan inşaat sektöründeki iş kazalarının büyük oranını yüksekten düşme oluşturmaktadır. Yüksekten düşme nedenli iş kazalarının büyük bölümü ise iş iskelelerinin üzerinden düşülmesi neticesinde gerçekleşmektedir (Bostancı, 2016).

İş iskelelerinin yeterli güvenlikte olmaması, çalışanların kullanım amacına uygun hareket etmemesi ve kullanmaması, tasarımında yapılabilecek hatalar, montajının konunun uzmanı

olmayan kişiler tarafından yapılması sonuçları iş kazalarını doğurmaktadır. Çoğunlukla olmasa da zaman zaman kurulan iskelelerin çökmesi neticesinde de iş kazaları yaşanmaktadır.

Bu çalışmamızda iş iskelelerinin çeşidi olan dış cephe iskelesinin üzerinde yoğunlaşmıştır. İskelenin iş güvenliği açısından tasarımından kullanılmasına kadarki her evresinde asgari gereksinimler gözetilerek sektördeki paydaşlara (işçi ve işveren) kılavuzluk etmesi amaçlanmaktadır. Konu ile ilgili ulusal düzeydeki mevzuat (kanun, yönetmelik, standartlar vb.) çerçevesinde, uygulamada yapılan hatalar, yaşanan sıkıntılar değerlendirilmiştir.

2. AMAÇ VE KAPSAM

2.1. Amaç

Günümüzde kullanılan teknolojiler sürekli yenilenmekte ve değişmektedir. Bu değişim neticesinde ilgili yasal mevzuatların hazırlanması bazen zaman kısıtlılığı ya da buna benzer sebepler ile yeteri kadar yapılamamaktadır. Bazen de yasal mevzuat genel ifadelerle yer vererek o konuda tasarımcı ya da uygulayıcılara inisiyatif vermektedir.

Mevcut iskelelere ait yasal mevzuatta kendi ağırlığı, seçilen yük sınıfına göre üzerindeki hareketli yük ve iskeleye yatay ve dikey etki edebilecek rüzgâr yükleri ile tasarımının yapılabileceği ifade edilmektedir.

Dış cephe iskelelerinde kritik olan ve yeteri kadar önem verilemeyen noktalar, iskelenin uygulanacağı yapıya bağlandığı ankaj noktalarıdır. Bu tez çalışmasında; yapılacak yapıya uygulanacak dış cephe iskelesi tasarımında mevcut mevzuatta yer alan düzenlemelere ilaveten;

- yapıya gelebilecek bir deprem kuvvetinden dolayı, deprem anında iskelenin bağlı olduğu ankraj noktalarına gelebilecek ilave kuvvetler,
- iskelenin uygulaması sırasında, iskeleyi yere bastığı zemine bağlayan mesnetlerin bazılarının zeminin yeteri kadar sağlam olmaması, unutulması vb. nedenlerle yapılmaması
- iskelenin uygulaması sırasında iskelenin yapıya birleştiği ankraj noktalarından bazılarının yapımının unutulması vb. nedenlerle yapılmaması ya da keyfi bir şekilde azaltılması
- deprem etkisi, ankraj eksiltme ve mesnet eksiltme varsayımlarının hepsinin bir arada ele alınması

durumlarında, ankraj noktalarına gelen kuvvetlerdeki değişikliğin incelenmesi hedeflenmiştir.

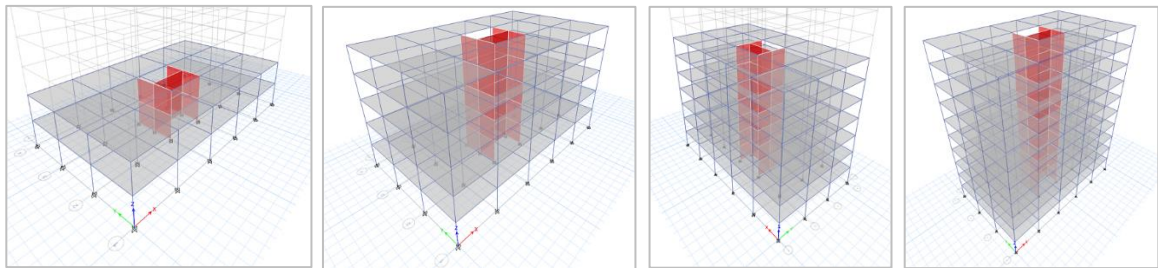
2.2. Kapsam

Bu teorik çalışmada, dört adet farklı katlara sahip yapılar tasarlanmıştır. Tasarlanan yapı tipleri farklı katlara sahip normal konut yapılarıdır. Uygulamada farklı amaçlar yüzünden yapıların tek bir cephesine iskele kurulurken, dört cephesine de iskele kurulabilmektedir. Bu çalışmada ele alınan yapıların tek bir cephesine iskele kurulduğu varsayılmıştır. Bu çalışmayı yaparken çeşitli statik hesap programlarından yararlanılmıştır. Yapıların tasarımı için ETAPS ile iskelelerin tasarımı için SAP 2000 statik – dinamik analiz programları kullanılmıştır.

Bu çalışmada söz konusu yapılar, ileride bahsedilirken kolaylık olması amacıyla isimlendirilmişlerdir. Bu isimlendirmeler Çizelge 2.1.’de gösterilmektedir. Çizelge 2.1.’de “K” kat adedini, “Y” yapıyı ifade etmektedir.

Çizelge 2.1. Yapılara ait isimlendirmeler

Kat adedi	Yapılara Verilen İsimleri
2	2KY
5	5KY
7	7KY
10	10KY



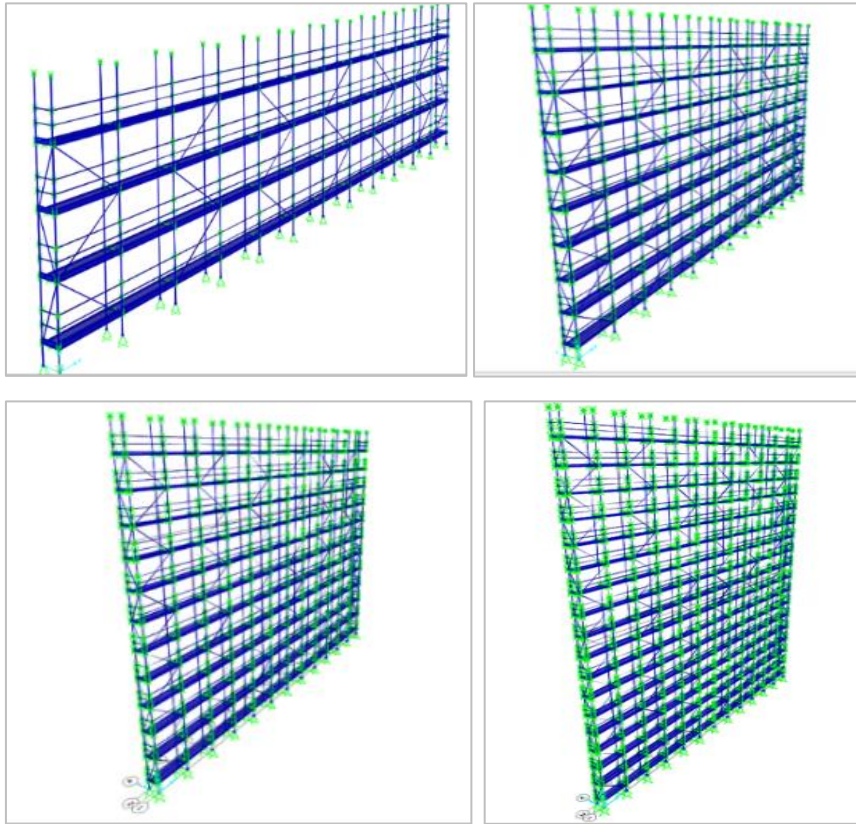
Resim 2.1. Çeşitli kat adetlerine sahip yapı modelleri

Resim 2.1.'de ETAPS ile tasarlanan iki, beş, yedi, on katlı yapı modelleri yer almaktadır. Bunların isimleri sırasıyla; 2KY, 5KY, 7KY, 10KY olarak ifade edilmektedir.

Yapıların dış cephelerinin bir tarafına tasarlanan iskeleler, ileride bahsedilirken kolaylık olması nedeniyle yapı isimlerinin sonuna “İ” harfi konularak isimlendirilmişlerdir. Bu isimlendirmeler Çizelge 2.2.'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.2. İskelelere ait isimlendirmeler

İskele Adı	Bağlı Olduğu Yapı Adı
2KY-İ	2KY
5KY-İ	5KY
7KY-İ	7KY
10KY-İ	10KY



Resim 2.2. Çeşitli yüksekliklere sahip dış cephe iskele modelleri

Resim 2.2.'de SAP 2000 ile tasarlanan iki, beş, yedi, on katlı yapıların cephesine gelecek yüksekliklerde dış cephe iskele modelleri yer almaktadır. Perdeli ve perdesiz toplam sekiz yapı için sekiz iskele tasarlanmıştır. Bunların isimleri sırasıyla; 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, ve 10KY-İ olarak ifade edilmektedir.

İskeleler tasarlandıktan sonra yedi farklı kombinasyon altında çözümlenmişlerdir. Kombinasyonlarda; “G” ölü yükü, “Q” hareketli yükü, “W_x, W_y” rüzgâr yüklerini ve “E” deprem kuvvetini göstermektedir. Bunlar aşağıda ifade edilmiştir:

- Kendi ağırlığı, üzerindeki hareketli yük, dikey ve yatay yönde etki eden rüzgâr yükü etkisinde ($G + Q \pm W_x \pm W_y$) kombinasyonu
- Kendi ağırlığı, üzerindeki hareketli yük ve bağlı olduğu yapıdan ankraj noktalarına deprem etkisinde ($G + Q \pm E$) yatay yöndeki deplasman kombinasyonu
- Kendi ağırlığı, üzerindeki hareketli yük, dikey ve yatay yönde etki eden rüzgâr yükü etkisinde ($G + Q + W_x + W_y$) iskelenin zeminle temas ettiği mesnet noktalarından birkaçının eksitilmesi kombinasyonu
- Kendi ağırlığı, üzerindeki hareketli yük, dikey ve yatay yönde etki eden rüzgâr yükü etkisinde ($G + Q + W_x + W_y$) iskelenin bağlı olduğu yapıyla temas ettiği ankraj noktalarından birkaçının eksitilmesi kombinasyonu
- Kendi ağırlığı, üzerindeki hareketli yük, dikey ve yatay yönde etki eden rüzgâr yükü etkisinde ($G + Q + W_x + W_y$) mesnet noktalarından birkaçının eksitilmesi ile beraber deprem etkisi kombinasyonu
- Kendi ağırlığı, üzerindeki hareketli yük, dikey ve yatay yönde etki eden rüzgâr yükü etkisinde ($G + Q + W_x + W_y$) ankraj noktalarından birkaçının eksitilmesi ile beraber deprem etkisi kombinasyonu
- Kendi ağırlığı, üzerindeki hareketli yük, dikey ve yatay yönde etki eden rüzgâr yükü etkisinde ($G + Q + W_x + W_y$); mesnet noktalarından birkaçının eksitilmesi, ankraj noktalarından birkaçının eksitilmesi ile beraber deprem etkisi kombinasyonu

İskelelerdeki yapılan kombinasyonlar sonucunda ankraj noktalarına etki eden maksimum kuvvetlere ve kritik yerlerdeki ankraj kuvvetlerine ulaşılarak karşılaştırma yapılmıştır.

3. GEÇMİŞTE YAPILAN ÇALIŞMALAR

İskele konusunu içeren başlıca çalışmalar ülkemizde yapılan ve dünyada yapılan yabancı kaynaklı çalışmaları olarak iki grupta incelenmiştir.

3.1. Ülkemizde Yapılan Çalışmalar

İskeleler ile ilgili geçmişte yapılan çalışmalardan ülkemizde yapılanların çoğunluğu; iskelede olması gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemleri olarak ya da yapı işlerinde yapılan veya yüksekte yapılan çalışmalar konu başlıkları altında yer verilerek değinilmiştir. Daha çok iskele üzerinden düşmelerin önlenmesine yönelik iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini içermektedirler. Diğer çalışmalarda ise iş iskelelerine yönelik maliyet analizleri ile yasal düzenlemeler içermektedir. Ülkemizde iskeleler ile ilgili başlıca araştırmalar aşağıda sıralanmıştır.

3.1.1. Yasal düzenlemelerle ilgili çalışmalar

Yapım işlerinde dış cephe iş iskelelerine yönelik yasal düzenlemeler ve uygulama örnekleri

Bu çalışmada, istatistik veriler doğrultusunda inşaat sektöründe yaşanan yüksekte düşme nedenli iş kazalarının gelişmiş ülkelere kıyasla çok yüksek olduğu belirtilerek iş iskelelerinin ilgili yasal mevzuata uygun olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Antalya ilindeki özel konut inşaat şantiyelerinde yer alan iş iskeleleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda uygun olmayan iş iskelelerinin önlenmesine dair uygulama ve denetim önerileri belirtilmiştir (E.Bayraktar ve D. Bayraktar, 2017).

3.1.2. İş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili çalışmalar

İnşaat sektöründe yüksekte çalışmalarda iş sağlığı ve güvenliği ve yüksekte düşme iş kazalarının incelenmesi

Bu çalışmada; inşaat sektöründe yaşanan ölümlü ve yaralanmalı iş kazalarının nedeni olan yüksekte düşme ile ilgili geniş bir araştırma yapılarak bu konuda yaşanmış bazı iş kazaları incelenmiştir. Bu incelemelerin yüksekte düşme hakkında iş sağlığı ve güvenliği

önlemlerine katkı yapması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda gerekli güvenlik önlemlerinin alınmasıyla yüksekte düşme kaynaklı iş kazalarının önlenerek en aza indirilebileceği belirtilmiştir (Taşdöken, 2015).

İnşaat işçilerinin yüksekte çalışmaları ve kullanılan iskelelerin iş sağlığı ve güvenliği risklerine etkisi

Bu çalışmada; ülkemizde inşaat sektöründe çalışan işçilerin yüksekte çalışması ve iskele kullanımı sırasında karşılaşılabileceği risklerin incelenmesi amaçlanmaktadır. İş sağlığı ve güvenliğine yönelik mevzuat araştırması, risk kavramının irdelenmesi, inşaat sektöründeki tehlikeler ve risklerin araştırılması ve inşaatlarda çalışan işçilerin iskele kullanımına ilişkin görüşlerini içeren anket çalışması yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen veriler üzerinden yaşanan sorunların çözümüne yönelik öneriler verilmiştir (Kızgın, 2017).

Yapı işlerinde iskele kurulumunda ve çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliği kurallarının uygulanması ve iş kazalarının önlenmesi

Bu çalışmada; yapı sektöründeki iş iskelelerinin kurulum ve kullanımında gerekli iş sağlığı ve güvenliği kuralları gözetilerek yaşanan iş kazalarının önlenmesi amaçlanmaktadır. Yurt içinde ve yurt dışındaki konut ve endüstriyel tesis inşaatlarında kullanılan iş iskeleleri detaylıca incelenerek karşılaştırılmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre güvenli iskelenin nasıl kurulacağı, nasıl kullanılacağı ve nasıl söküleceği ile ilgili alınması gerekli önlemler hakkında öneriler verilmiştir (Yılmaz, 2017).

3.1.3. Maliyet analizleriyle ilgili çalışmalar

İnşaat sektöründe iş iskelelerinin iş sağlığı ve güvenliği kapsamında incelenmesi ve optimum çözümü

Bu çalışmada; cephe iskelelerinin maliyet araştırması ile ilgili yatay ve düşey uzunluk değişkenlerine göre farklı cephe varsayımlarında kurulacak cephe iskele modellerinden optimum maliyetli olanı bulmakla ilgili çözüm önerileri amaçlanmıştır. Yatay ve düşey uzunlukları değişken olan altı farklı cephe varsayımına yönelik cephe iskeleleri İskeleCAD ve Sta4CAD analiz programları ile oluşturularak analizleri yapılmıştır. Analizler sonucu uygulanabilir olanlar karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda hedeflenen cephe iskelelerinde

optimum maliyeti elde etmek için gerekli olan kriterler hakkında bilgi vermektir (Takva, 2018).

3.2. Ülkemiz Dışında Yapılan Çalışmalar

İskeleler ile ilgili geçmişte yapılan çalışmalardan yabancı kaynaklı olanlar; yükler altındaki iskelelerdeki deneysel çalışmalar, iskele üzerinden düşme riski esaslı çalışmalar, iskele üzerindeki güvenlik koşulları, iş güvenliği ile ilgili çalışmalar, kullanılan iskele malzemelerine yer vermiştir. Daha çok Avrupa ülkeleri olmakla birlikte İran, Çin, Hong Kong vb. ülkelerde de iskeleler ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Dünyada yapılan yabancı kaynaklı iskeleler ile ilgili başlıca araştırmalar aşağıda sıralanmıştır.

3.2.1. Kullanılan iskele malzemeleriyle ilgili çalışmalar

Recent developments on bamboo scaffolding in bulding construction

Bu çalışmada; bamboo malzemesinin iskele olarak Çin’de birkaç bin yıldır kullanıldığı ayrıca yapı sektöründe de pratikte yaklaşık iki bin yıldır kullanıldığı ifade edilmektedir. Bamboo iskelelerinin bina yapımında etkin kullanımının teşvik edilmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma ile bamboo malzemesinin ekonomik, hafif ve güçlü iskeleler kurulmasında avantaj sağladığı ev daha çok kullanılması gerekliliği belirtilmektedir (Chung, Chan ve Yu, 2002).

3.2.2. İskele üzerindeki güvenlik koşullarıyla ilgili çalışmalar

A neuro-fuzzy risk prediction methodolgy for falling from scaffold

Bu çalışmada; inşaatlarda yüksekten düşmenin en önemli güvenlik sorunu olduğu ve iş iskelelerinde de yüksekten düşmenin en önde gelen riske sahip olduğu ifade edilmektedir. Bu risk faktörlerini tanımlamak için bir güvenlik denetim kontrol listesi şeklinde şantiyelerde iskele düşme riskini tahmin etmek için *Yapay Sinir Ağı Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS)* oluşturulmuştur. Söz konusu sistemle iskeledeki platform, birleşim yerleri, korkuluklar, merdivenler, korkuluklar gibi kısımlarında düşme riski en

yüksek etkiye sahip olan kilit koşullar ve durumlar değerlendirilebilir (Jahangiri, Solukloei ve Kamalinia, 2019).

Analysis of the safety conditions of scaffolding on construction sites

Bu çalışmada; İspanya’da 2007 yılında 105 inşaat sahasında kurulu bulunan cephe iskelelerinin incelenmesi sonucu ülkede desteklenen güvenlik koşullarını analiz edilerek güvenlik koşullarının nitel bir değerlendirmesi yapılmaktadır. Çalışmada iskelenin güvenlik koşullarının ankraj, taban plakaları, merdivenler, uzun kirişler, çapraz kirişler, platformlar vb. destekler söz konusudur. Sonuç olarak iskele üreticileri için bir yasal gereklilik yok ancak şantiyedeki iskelelerin kullanımına ilişkin bazı düzenlemeler yer almaktadır. Özellikle iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili 2001/45/EC Direktifi ve Avrupa Normları’ndan olan EN 12180 ve EN 12811 mevzuatlar iskele üreticileri için bazı zorunlu olmayan rehberlik hizmeti sunmaktadır (Rubio-Romero, Rubio Gamez ve Carrillo-Castrillo, 2013).

3.2.3. İskelelerle ilgili deneysel çalışmalar

Experimental and analytical studies on steel scaffolds under eccentric loads

Bu çalışmada; eksantrik yüklerin inşaat alanında kullanılan çelik iskelet sistemlerinin etkileri incelenmiştir. Çeşitli eksantrik yüklere sahip olan tek taraflı çapraz bağlantı iskele sistemleri, temel olarak sınırlandırılmamış sınır ve erişim konumundaki çapraz desteklerin çıkarılması olmak üzere iki konu üzerine odaklanmıştır. Bu çalışma, bir iskele içindeki enlemesine çapraz bağlama tabakasının ne kadar kaldırıldığına veya çıkarılmamasına bakılmaksızın, eksantrik bir yük altında bir iskele sisteminin kritik yükünün en düşük olduğunu, eşmerkezli bir yük altında iskele sisteminin en yüksek olduğunu göstermektedir (Peng, Chen, Chan ve Chen, 2009).

Exterior scaffolds of prefabricated components, loads affecting scaffolds and scaffold experiments

Bu çalışmada; cephe iskelerinde kullanılan ön yapımlı bileşenlerin sahip olması gereken asgari özelliklerin neler olması gerektiği ve bu asgari özelliklerin ilgili standartlara uygun

olmasının iş sağlığı ve güvenliği hususundaki öneminden bahsedilmektedir (Yaşar ve Yazıcıoğlu, 2018).

An investigation into structural behaviour of modular steel scaffolds

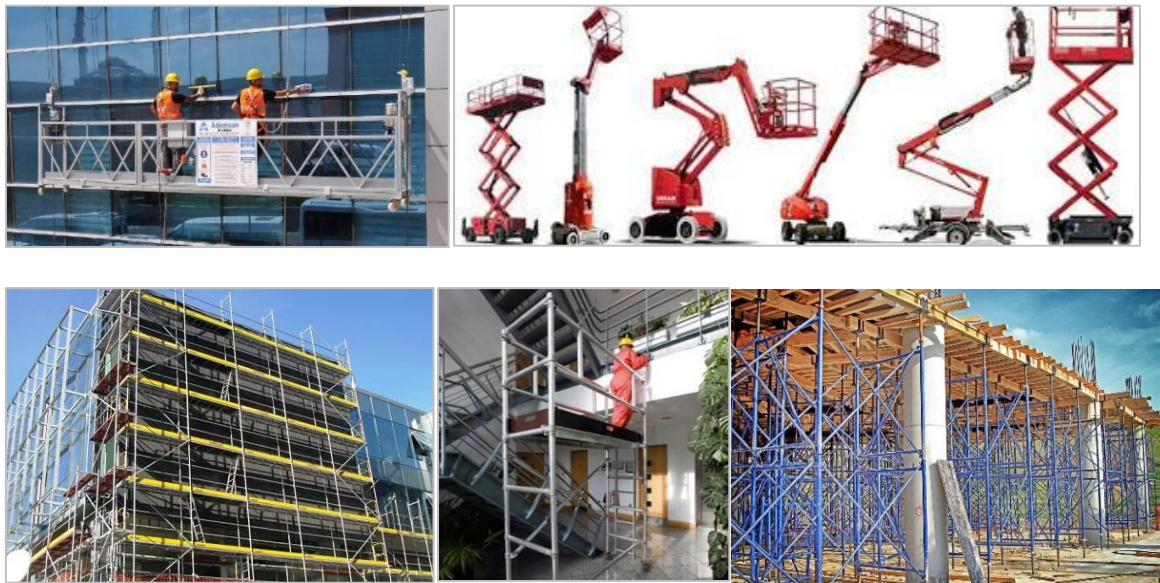
Bu çalışmada; hem deneysel hem de sayısal araştırmalarla modüler çelik yapı iskelelerinin yapısal davranışları hakkındadır.. Tipik modüler çelik yapı iskelelerinin yapısal davranışlarını incelemek için üç adet tek katlı ve üç adet iki katlı modüler çelik yapı iskelesi inşa edilip ve test edilmiştir. Testlerin sonuçları değerlendirilerek, farklı iskele koşullarında yapılan iskelelerin yük taşıma kapasitelerini değerlendirmek için doğrusal olmayan bir analiz yöntemi kullanılmıştır (Yu, 2004).

4. İSKELE KAVRAMI VE DIŞ CEPHE İSKELESİ

Türk Standardı TS EN 12811-1’de iş iskelesi kavramı “Binaların ve diğer yapıların inşaa, bakım, onarım ve yıkım işlerinin gerçekleştirilmesinde güvenli bir çalışma ortamının ve bu ortama güvenli erişim sağlanması için gerekli olan geçici inşaat yapısı” (TS EN 12811-1, 2005) şeklinde ifade edilmektedir.

05.10.2013 tarihinde T.C. Resmî Gazetede yayımlanan Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği’nde ise yüksekteki çalışmayı “Seviye farkı bulunan ve düşme sonucu yaralanma ihtimalinin oluşabileceği her türlü alanda yapılan çalışma; yüksekte çalışma olarak kabul edilir.” (Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, 2013) olarak tarif edilmektedir. Buradan anlaşılabileceği üzere, herhangi bir büyük ya da küçük ölçekli yapı inşaa işlerinde iskelenin kullanılması kaçınılmaz olmaktadır.

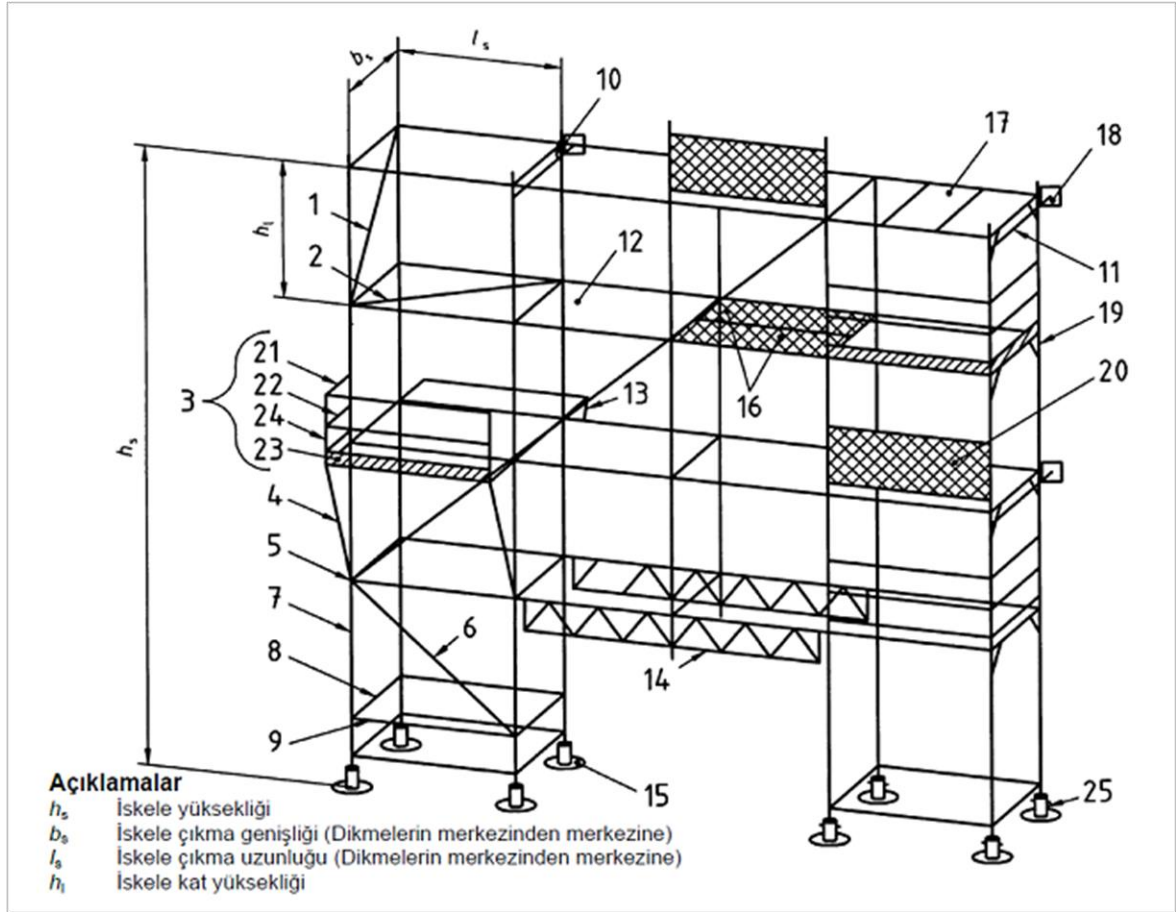
İskelelerin, kullanıldıkları inşaat işleri ve başka birçok iş kollarına göre, çeşitleri bulunmaktadır. Yapıların kaba ve ince inşaat aşamasındaki imalatlarında (boya, duvar, dış cephe) iskeleler kullanılmaktadır. İskeleler üretildiği malzeme cinsine göre; ahşap, çelik ve alüminyum alaşımlı olarak sınıflandırılabilirler. Ayrıca kullanım amaçları ve sistem özelliklerine göre de; cephe iskeleler, asma iskeleler, hareketli iskeleler, konsol iskeleler, yükseltici platformlar ve kalıp altı iskeleler şeklinde ele alınabilirler.



Resim 4.1. İskele çeşitleri

Cephe iskeleleri en çok görülen ve yaygın olan iş iskelesi türleridir. Bu iskele türleri, cephesine kurulmuş olduğu yapıya ankrajlanarak, desteklenen ekipmanlardır. Uzun süreli, yüksekte yapılan, malzeme ile iş ekipmanının kullanımının yoğun olduğu işlerde, genelde bu tür dış cephe iskeleleri kullanılır (Ertekin, 2014).

Dış cephe iskelesi sabit bir iskeledir. Üretici firma tarafından tasarlanmış, belli bir konfigürasyona göre yer alan bileşenlerin birleştirilmesi ve sökülmesi neticesinde kullanılmaktadır. Bu nedenle dış cephe iskeleleri, ön yapımlı bileşenlerden oluşan cephe iskeleleri olarak da ifade edilmektedir (Ertekin, 2014).



Şekil 4.1. Bir cephe iskele sisteminin tipik bileşenleri

Çizelge 4.1. Şekil 4.1.'de verilen cephe iskelesi sisteminin bileşenlerinin açıklanması

1	Düşey düzlemdeki takviye (enine çapraz)	14	Kafes giriş
2	Yatay düzlemde takviye	15	Taban plakası
3	Yan koruma	16	Platform birimi
4	Konsol payandası	17	Yatay çerçeve
5	Düğüm noktası	18	Ankraj
6	Düşey düzlemde takviye	19	Düşey çerçeve
7	Dikme	20	Izgara korkuluk
8	Enine ara bağlantı	21	Ana korkuluk
9	Boyuna ara bağlantı	22	Ara korkuluk
10	Birleştirme elemanı	23	Topuk levhası
11	Bağ elemanı	24	Düşey korkuluk
12	Platform	25	Düşeyliği ayarlanabilen taban plakası
13	Payanda		

Dış cephe iskelesi oluşturulurken öncelikle üretici firmanın tasarım değerlerine göre; dikey, yatay ve çapraz elemanların, birleşim elemanları ile bir araya getirilmesiyle taşıyıcı sistem oluşturulur. Ardından bu sistem; taban plakası, duvar bağlantı ankrajları ve yardımcı ekipmanlar ile desteklenerek tamamlanmış olunur (Ertekin, 2014).

4.1. Fincanlı (Cup-Lock) İskele

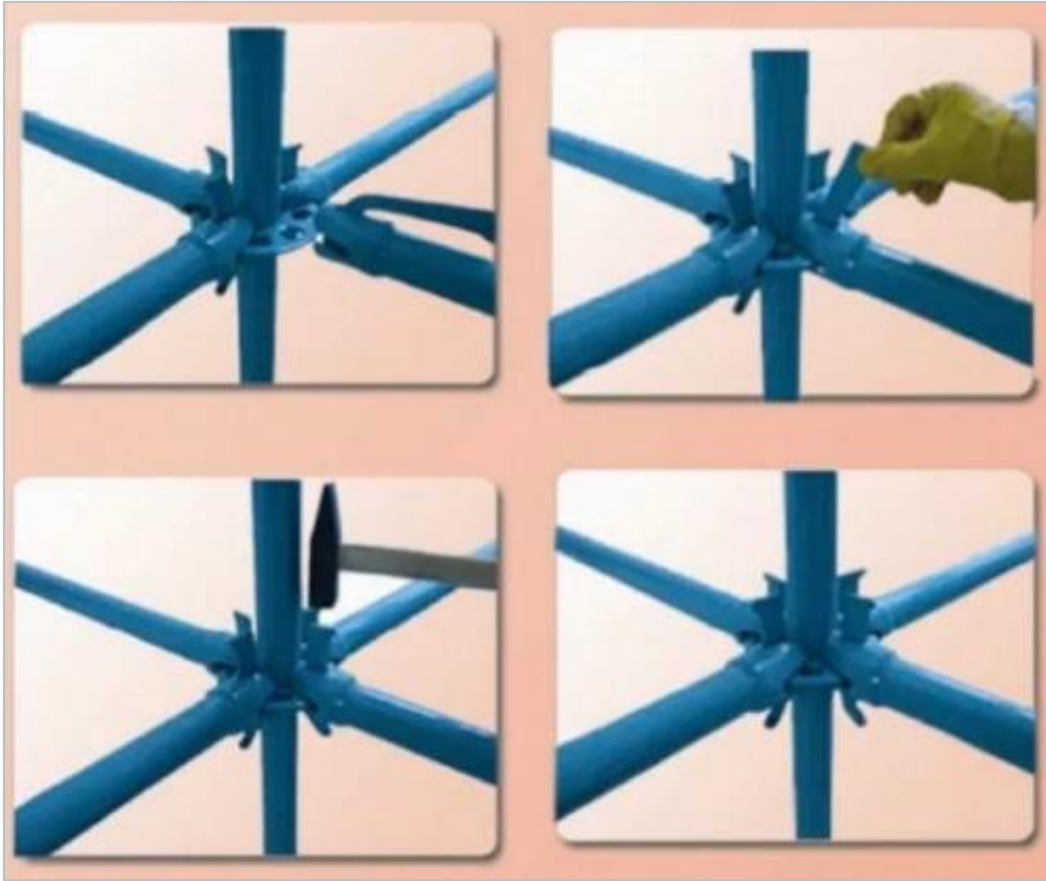
Fincanlı (cup-lock) dış cephe iskele sistemi, yük taşıma kapasitesi açısından, kalıp altı iskelesi olarak da kullanılmaktadır. İskelenin kurulumu kolaydır. Sadece çekiç yardımı ile montaj ve demontajı yapılabilir. İskele sisteminde kullanılan parçalar, kolay kırılabilir ya da kayıp olabilecek nitelikte olmadığı için, diğer çeşit dış cephe iskelelerine göre daha avantajlıdır. Resim 4.2.'de tipik bir fincanlı iskele çeşiti görülmektedir (İnternet).



Resim 4.2. Fincanlı (Cup-Lock) iskele

4.2. Flanşlı-Kamalı İskele

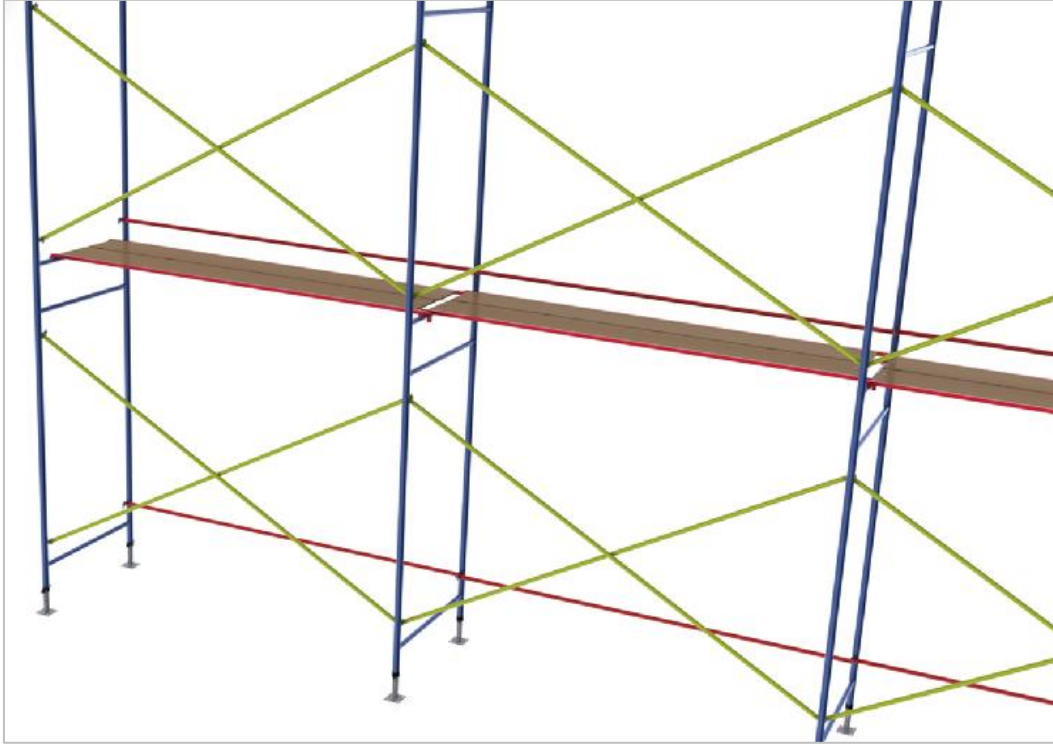
Flanşlı-kamalı dış cephe iskelesi ülkemizde en yaygın kullanıma sahip olan dış cephe iskelesi çeşididir. Aynı zamanda kalıp altı iskelesi olarak da kullanılmakla birlikte, çok amaçlı ve geniş bir kullanım alanına sahiptir. Başlıca; duvar imalatında, dış cephede imalatlarında (sıva-boya, montolama, giydirme cephe, kaplama vb.), baraj ve tünel gibi içerisinde yüksek perde yapıları bulunan imalatlarda bu türden dış cephe iskelelerine rastlanılmaktadır (İnternet). Resim 4.3.'te tipik bir flanşlı-kamalı iskele çeşidi görülmektedir.



Resim 4.3. Flanşlı-Kamalı iskele

4.3. H Tipi İskele

Bu tip iskeleler ülkemizde sık kullanılırlar ve modüllerden oluşur. “Her bir modülde; bir adet H çerçeve, iki adet çapraz ve bir adet yatay bağlantı elemanı taşıyıcı kafes sistemini oluşturur.” (İnternet). Resim 4.4.’te tipik bir H tipi iskele çeşidi görülmektedir.



Resim 4.4. H tipi iskele

5. GENEL OLARAK İSKELELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dış cephe iskeleleri, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yasa, yönetmelik, standartlar vb. yasal mevzuat çerçevesinde üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar öncelikle tasarım aşaması, montaj aşaması ve kullanım aşamasıdır.

5.1. İskele Tasarım Aşaması

İskele tasarım aşaması, iskelenin amacı, hangi işte kullanılacağı, hangi iklim şartlarında çalışma yapılacağı, hangi zemin şartları üzerine kurulacağı vb. gerekçelere göre ilgili parametreler çerçevesinde yapılmaktadır. Bunlar kısaca aşağıdaki alt konu başlıklarında açıklanmaktadır. İlaveten bu bölümde saha bazında sıklıkla gözlemlenen hatalarla birlikte karşılaştırma da mevzuat açıklamalarıyla birlikte verilmiştir.

5.1.1. Sağlık ve güvenlik planı ile iskele tasarımı

Çizelge 5.1. Sağlık ve güvenlik planı konusunda mevzuattaki zorunluluklar ile yapılan uygulamalar

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Sağlık ve güvenlik planı gereği projenin tasarım ve hazırlık aşamasında işveren ya da proje sorumlusu sağlık ve güvenlik planını hazırlamak veya hazırlatmak zorundadır. Projeler tasarım aşamasında iken kurulması muhtemel dış cephe iskeleleri öngörülerek projenin mimarisi oluşturulurken dikkat edilmelidir. Mimari açıdan dış cephe iskelesi kurulması zor olan tasarımlardan kaçınılmalı ya da o mimariye uygun dış cephe iskelesi tasarımı uygulayıcılara bildirilmelidir.	Çoğu yapı işlerinde inşaat başlamadan önce ve proje aşamasında sağlık ve güvenlik planı hazırlanmamaktadır. Sağlık ve güvenlik planı hazırlanmadığından yapı proje tasarımı yapılırken mimari açıdan kurulabilecek dış cephe iskeleleri projeciler tarafından düşünülmemektedir.

5.1.2. İskele tasarım mevzuatında uyulması gerekenler

Çizelge 5.2. İskele tasarımında mevzuatlarda uyulması gerekli kurallar ile sahadaki gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
İskelelerinin asgari koşullarının kanun, yönetmelikler ve standartlardaki belirtilen kriterleri sağlaması önceliklidir. Ahşap ve Ön Yapımlı Çelik ile Alüminyum Alaşımlı Bileşenlerden Oluşan Dış Cephe İş İskelelerine Dair Tebliğ’de ruhsat almadan önce yapılacak yapıda kullanılacak dış cephe iskelesinin hesapları, detay çizimleri ve modellemesini ilgili proje firması tarafından yapının statik projesine eklenerek yükleniciye verilmektedir. Yükleniciye de yapı ruhsatı dilekçesinde ilgili idareye sunması gerekliliği getirilmiştir. Cephe iskelesinin 13,50 m’yi geçtiği durumlarda iskele malzemesi çelik ya da alüminyum esaslı olmalıdır. Cephe iskelesinin 24,00 m’yi aştığında standart sistem konfigürasyon hesapları haricinde tekrar mimarideki açıklıklarına uygun hesap yapılmalıdır.	İskele kurulumları genellikle tecrübe sahibi ustaların kontrolünde güvenli iskele malzemeleri ya da eski tip iskele malzemeleri ile kullanılarak yapılmaktadır. Projeciler yükleniciye ilgili idareden yapı ruhsatı almadan önce statik projenin yanında her yapıya uyarlanabilir bir dış cephe iskelesi hesabı vermektedirler. Fakat bu hesap genel bir hesap olup yapıya özgü nitelikte değildir. Şehir merkezlerinden uzak işlek olmayan yerlerde yapılan yapılarda yüksekliği 13,50 m’yi aşan iskelelerin ahşaptan yapıldığı gözlemlenmektedir. 24,00 m’yi aşan cephe iskelelerinin hesapları çoğunlukla yapılmamakta ve bazılarında ise de üretici firmadan alınan konfigürasyon hesapları direkt alınarak yapılmaktadır.

Dış cephe iskelesinin elemanların çelik esaslı metalden imal edilecek ise TS EN 12811-2 standardına göre korozyona karşı sıcak daldırma galvaniz ile kaplanmış olmalıdır (TS EN 12811-2, 2005).

İster ahşap ister çelik ya da ister alüminyum alaşımlı dış cepheleri olsun, hepsinin tasarımında genel gerekler bulunmaktadır.

Ana ve ara yan korkuluklar ile topuk levhası

Yan koruma dış cephe iskelesi platformunun yanında düşmeye karşı emniyet sağlayarak; platform çalışma yüzeyine dik en az 1 m yüksekliğinde ana korkuluk (950 mm’den az olamaz), ara korkuluk ve 15 cm yüksekliğinde topuk levhası bileşenlerinden oluşmaktadır. Resim 5.1.’de yan koruma bileşenleri gösterilmektedir.

Çizelge 5.3. İskeledeki yan koruma bileşenleri hakkında mevzuatta yer alan kurallarla sahada yapılan gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Ana korkuluk ve topuk levhası arasındaki ara korkuluk aşağıdaki elemanlardan oluşmalıdır (TS EN 12811-1, 2005): – Bir veya daha fazla ara korkuluk, veya – Bir çerçeve, veya – Ana korkuluğun üst kenarının oluşturduğu çerçeve, veya – Bir ızgara korkuluk. Yan koruma elemanları arasındaki mesafe kırkyedi santimetrelük küreyi aşmayacak şekilde olmalıdır.	Kurulu bulunan cephe iskelelerde çoğunlukla ara korkuluk ve topukluk levhaları bulunmamaktadır. Zaman zamanda iskelenin bazı kısımlarında ana korkulukların eksik olduğu gözlemlenmektedir.



Resim 5.1. Yan koruma bileşenleri

Taban plakaları

Dış cephe iskelesinin dikme elemanları yoluyla aktarılan yükün zemine daha geniş alanda yayılmasını sağlamak için taban plakaları kullanılmaktadır. Türk Standardı TS EN 12811-1’de “Düşeyliği ayarlanabilir taban plâkası ile taban plâkasının dayanım ve rijitliği, iş iskelesinden zemine aktarılan en büyük tasarım yükünü iletebilecek yeterlilikte olmalıdır. Taban plâkasının alanı en az 150 cm², en küçük genişliği ise 120 mm olmalıdır.” (TS EN 12811-1, 2005) genel ifadesine yer verilmiştir.

Taban plakası ile düşeyliği ayarlanabilen taban plakasının dayanım ve rijitliği, iskeleden zemine aktarılan yükü iletebilecek yeterlilikte olmalıdır. “Taban plakasının kalınlığı en az

6 mm olmalıdır. Yumuşak zeminlerde yükü dağıtmak için taban plakaları altlarında uygun malzemeden yapılmış altlıklar (taban kalası) kullanılmalıdır.” (İnternet).

Çizelge 5.4. İskeledeki taban plakaları hakkında mevzuattaki bilgiler ile sahadaki gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
İskelenin gelen yükünü zemine aktarabilecek yeterlilikte düşeyliği ayarlanabilen taban plakaları olmalıdır. Yeterli sertlikte olmayan zeminlerde taban plakalarının altına yükü dağıtmak için altlıklar konulmalıdır.	Sahada kurulu bulunan iskelelerde çoğunlukla düşeyliği ayarlanabilen taban plakaları olmakla beraber, yumuşak ve düz olmayan zeminlerde taban plakası altlıkları uygun nitelikte olmadıkları gözlemlenmektedir.



Resim 5.2. Taban plakası

İskelede katlar arası ulaşım sistemi

Dış cephe iskelesinde katlar arası ulaşım güvenli ve aynı zamanda ergonomik olmalıdır. Bunu sağlarken “taşınabilir (portatif) veya normal eğimli merdivenler oluşturulmalıdır. Bu merdivenler, plâtfomlar arasında iş iskelesinin çıkıntı yapılarak genişletilmiş kısmında veya iş iskelesine bitişik oluşturulmuş kule içerisinde bulunmalıdır.” (TS EN 12811-1, 2005). Ulaşım açıklığı minimum 45 cm x 60 cm boyutlarında olmalıdır.

Çizelge 5.5. İskelede platformlar arası ulaşım konusunda mevzuattaki bilgiler ile sahada yapılan gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
İskelenin içerisinde platformlar arası ulaşım merdivenler vasıtasıyla sağlanmalıdır.	İskele içerisinde platformlar arası geçişler bazen iskele dışından tırmanarak ve iskelenin bağlı olduğu yapının katlarından atlanılarak geçişler yapılmaktadır.

Sisteme etki eden yükler

Dış cephe iskelesinin kullanım amacına uygun taşıyabileceği muhtemel yükler doğrultusunda yük sınıfı tespit edilmelidir. Türk Standardı TS EN 12811-1’de platform üzerinde servis yükleri Şekil 5.1.’deki gibi belirtilmiştir.

Çizelge 5.6. Platform üzerindeki servis yükleri

Yük Sınıfı	Düzgün Yayılı Yük q_1 kN/m ²	500 mm x 500 mm Alan Üzerindeki Tekil Yük F_1 kN	200 mm x 200 mm Alan Üzerindeki Tekil Yük F_2 kN	Kısmi Alan Yüğü	
				q_2 kN/m ²	Kısmi Alan Katsayısı a_p
1	0,75	1,50	1,00	-	-
2	1,50	1,50	1,00	-	-
3	2,00	1,50	1,00	-	-
4	3,00	3,00	1,00	5,00	0,4
5	4,50	3,00	1,00	7,50	0,4
6	6,00	3,00	1,00	10,00	0,5

Örnek olarak Çizelge 5.6.’da gösterilen yüklere göre kısaca yük sınıfı şu şekilde belirlenir. İskele bölmesine gelecek yükler:

$$70 \times 1,2 + 100 + 30 + 10 = 224 \text{ kg},$$

$$224 \text{ kg} = 2,24 \text{ kN'dur.}$$

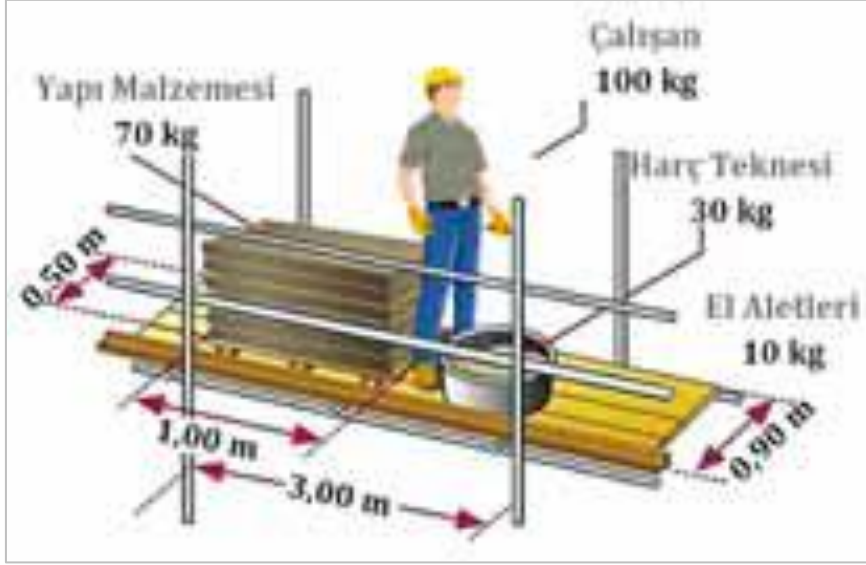
İskele bölmesinin alanı:

$$3,00\text{m} \times 0,90\text{m} = 2,70 \text{ m}^2$$

m^2 ’ye gelecek yayılı yük:

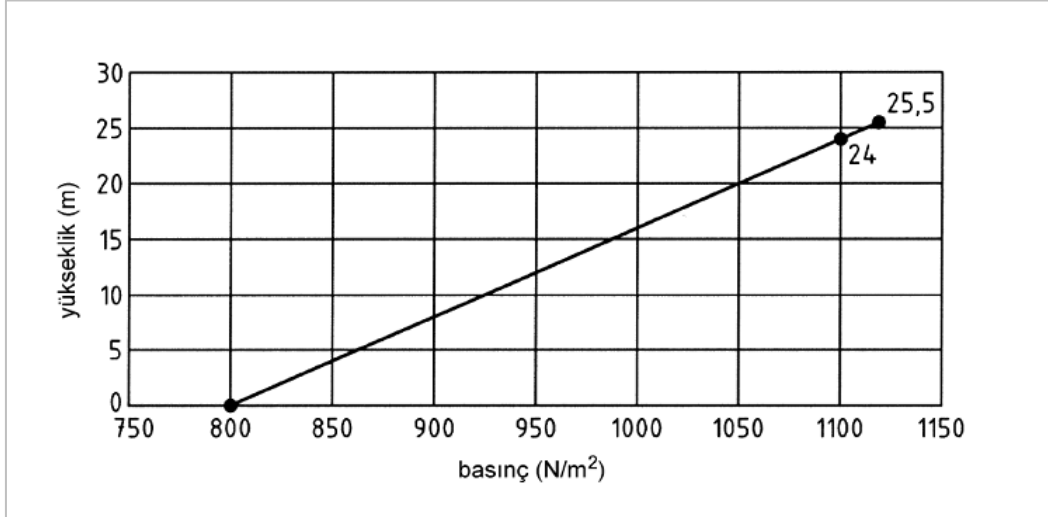
$$(2,24 \text{ kN}) / (2,70 \text{ m}^2) = 0,83 \text{ kN/m}^2$$

0,83 kN / m² > 0,75 kN / m² olduğundan Şekil 3.1.’de belirtilen Yük Sınıfı 1’den büyük olduğu için Yük Sınıfı 2 seçilmelidir.



Resim 5.3. İskele platformu üzerinde örnek yükler

Cephe iskelelerinin tasarımında tasarım rüzgâr basınç değerleri TS EN 12810-1’de verildiği üzere Şekil 5.1.’deki çizelgede gösterilmektedir. “Çoğu Avrupa ülkesinde bu basınç değerleri normal şartlarda aşılmaz. Buna rağmen bölgedeki mevcut rüzgâr şartları kontrol edilmelidir.” (TS EN 12811-1, 2005, s. 21) şeklinde de mevcut rüzgâr şartlarının kontrol edilmesi gerekliliği vurgulanmaktadır.

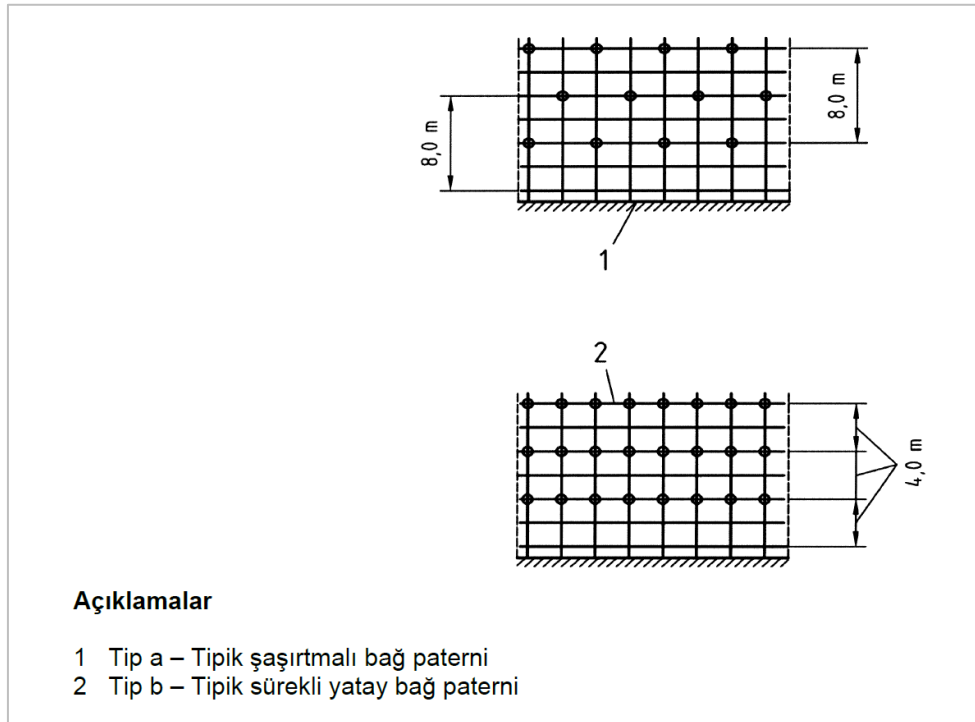


Şekil 5.1. Tasarım rüzgâr basıncı

Yapıya (bağ paterni) ankraj

Dış cephe iskelesinin yapıya bağlandığı ankraj noktaları iskeledeki katlar arası normal mesafenin en az iki katı olacak şekilde ya sürekli ya da şaşırtmalı olarak belirlenmelidir (TS EN 12810-1, 2005). Türk Standardı TS EN 12810-1’de belirtildiği üzere ankraj paterni örnekleri şaşırtmalı ve sürekli olarak iki tipte Şekil 5.2’de gösterilmektedir.

Dış cephe iskelesi branda, levha vb. iskele örtüsü ile kaplanması söz konusu olduğunda rüzgâr yükü yönünden üretici firma talimatlarına uyarak ankraj sayısının artırılması sağlanır.



Şekil 5.2. Ankraj paterni örnekleri

Çizelge 5.7. İskelede ankraj uygulamaları hakkında yönetmelikteki bilgiler ile sahadaki gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Cephe iskelesinin yapıya bağlandığı ankraj noktaları iskeledeki katlar arası normal mesafenin en az iki katı olacak şekilde ya sürekli ya da şaşırtmalı olarak belirlenmelidir.	Cephe iskelelerinin yapıya bağlandığı ankraj noktaları herhangi bir hesaba uymadan, iskeleyi kuran tecrübeli ustaların inisiyatifıyla, binanın duvar olmayan betonarme kısımlarına denk gelecek şekilde oluşturulmaktadır.

İskelenin yapıya ankrajı (bağ) ile dış cephe iskelesinin stabil kalması sağlanır. İskele üzerindeki yükün artacağı öngörülüyorsa ankraj sayısının da üretici firmanın talimatları doğrultusunda artırılması gerekmektedir.

5.2. İskele Montaj Aşaması

İskele montaj aşaması, iskelenin tasarımı yapıldıktan sonraki aşamada; yapılan tasarım doğrultusunda daha önce iskele kurulumu yapmış tecrübeli işlerle birlikte konusunda uzman bir kişinin gözetiminde yapılmasını içermektedir. İlaveten bu bölümde saha bazında sıklıkla gözlemlenen hatalarla birlikte karşılaştırma da mezuat açıklamalarıyla birlikte verilmiştir.

5.2.1. İskelenin Türk standardına uygunluğu

Çizelge 5.8. İskele uygunluk belgesi ile ilgili mevzuattaki belirtilenler ile sahadaki gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde dış cephe iskelesinin yapı alanı içinde kurulması için seçilen iskelenin TS EN 12810-1 standardına uygunluk belgesinin olduğunu gösterir, iskele üretici firmasından alınmış onaylı uygunluk belgesi suretinin olması gereklidir. Ayrıca üretici tarafından tedarik edilen kullanıcı el kitabının da bulunması gereklidir (Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, 2013).	Çoğunlukla kurulan iskelelerde, iskelenin TS EN 12810-1 standardına uygunluk belgesi veren üretici firmalardan alınmadığı gözlemlenmektedir.

5.2.2. İskelede kullanılan malzemelerin özelliği

Çizelge 5.9. İskele elemanlarının özellikleri hakkında mevzuatta yazılanlar ve sahadaki gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
İskelede kullanılacak malzemeler tam ve eksiksiz olmalıdır. Kurulumda kullanılacak her malzemenin hasara ve korozyona uğramamış olması, kaynak, perçin civata bağlantılarının kontrol edilmiş olması gereklidir. Kullanılacak malzemeler kontrol edildikten sonra yapı alanı içerisine götürülmelidir.	Sahada kullanılan iskelelerin içlerinde başka çeşit iskele elemanları görülmektedir. İskelelerde korozyona uğramış dayanımı net olmayan ekipmanlar sıklıkla gözlemlenmektedir.

5.2.3. Kuracak kişilerin deneyimli olması

İskele kurulacağı zaman, kurulumunu gerçekleştirecek kişilerin yetkin ve deneyimli kişiler olması gerekmektedir. Ayrıca kurulumun konu ile ilgili bir teknik personelin gözetiminde gerçekleşmesi sağlanmalıdır.

Çizelge 5.10. İskele kurulumunu yapan personelin deneyimi konusunda mevzuattaki kurallar ile sahadaki gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Ahşap ve Ön Yapımlı Çelik ile Alüminyum Alaşımli Bileşenlerden Oluşan Dış Cephe İş İskelelerine Dair Tebliğ’de “Dış cephe iş iskeleleri İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, İmar Kanunu ve Yapı Denetimi Hakkında Kanun uyarınca sorumlu teknik elemanların yönetim, gözetim ve denetimi altında, projesine ve malzeme gereklerine uygun olarak kurdurulur ve söktürülür.” (Ahşap ve Ön Yapımlı Çelik İle Alüminyum Alaşımli Bileşenlerden Oluşan Dış Cephe İş İskelelerine Dair Tebliğ, 2014) ifadesiyle dış cephe iskelelerinin konusunda uzman kişiler tarafından kurulumu ve sökümünün gerçekleşmesinden söz etmektedir.	İskele kurulumunu gerçekleştiren kişiler genellikle tecrübeli bir usta ve tecrübesiz çalışanlardan oluşmaktadır. İskele kurulumu usta ve çalışanların inisiyatifinde yapılarak, konusunda uzman teknik personelin gözetiminde yapılmamaktadır.

5.2.4. İskele kurulurken etrafının kapatılması

Çizelge 5.11. İskele kurulurken etrafının kapatılması hakkında mevzuattaki kurallar ile sahadaki gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
İskele kurulum alanına yetkisiz kişilerin girmesini önleyecek uyarıcı ve önleyici bariyer hattı çekilmelidir. Kurulum tamamlanıncaya kadar kullanılmaması gerektiği gösteren uyarıcı işaret ve levhalar konulmalıdır (Resim 5.4.).	İskele kurulumu yapılan alanın etrafı çoğunlukla yaya trafiğine kapatılmamaktadır. Hatta meskûn mahallin içindeki yapıların cephesinde kurulan iskelelerin etrafı girmeyi önleyecek şekilde kapatılmayarak, uyarıcı levha da konulmamaktadır.



Resim 5.4. Uyarıcı levha

5.2.5. İskelenin kurulacağı zeminin özellikleri

Çizelge 5.12. İskele zemininin özellikleri hakkında mevzuattaki bilgiler ile bu konuda sahada yapılan gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
İskele kurulum alanı temizlenip, iskele kurulumunu engelleyecek her türlü şantiye atıkları, taş ve hafriyatlar temizlenmelidir. İskelenin dikmelerinin taban plakaları aracılığıyla basacağı zemin çok önemlidir. Zeminin düz ve sert olması gerekmektedir. Çamur, mıcır gibi gevşek ve kaygan zeminlerde iskele kurulmamalıdır. Eğer uygun olmayan zemine dış cephe iskelesinin kurulması kaçınılmaz ise öncelikle zemin tesviye edilmelidir. Dış cephe iskelesinin altına gelecek olan taban plakalarının yükü üniform bir şekilde dağıtabilecek ahşap veya sac levha parçaları konulmalıdır. Kazı alanına yakın iskele kurulması gerekli ise iskelenin kurulacağı kazı kenarı çökmeye karşı desteklenmelidir. (Resim 5.5.)	İskele kurulumunun yapılacağı zemin yeterli sertlikte ve düz olmaması durumunda herhangi bir iyileştirme genellikle yapılmamaktadır. İskele zemini düz değilse iskelenin yere bastığı taban plakalarının altına uygun olmayan biçimde malzemeler koyarak dengelemeye çalışılmaktadır. Fakat bu durum iskele yükünün üniform biçimde tabana dağıtılmasını engellemektedir. (Resim 5.5.)



Resim 5.5. Taban plakasının bastığı zeminin düz olmadığını gösteren yanlış uygulama örnekleri

5.2.6. İskelenin bağlandığı yapıya yaklaşma mesafesi

Çizelge 5.13. İskelenin bağlı olduğu yapıya yakınlığı konusunda mevzuattaki kurallar ile sahadaki gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Dış cephe iskeleleri ankraj noktaları ile bağlı olduğu binaya mümkün olduğunca yakın kurulur. Bu mimari açıdan mümkün olamıyorsa yapı iskele ile yapı arasında düşmelerin önlenmesini sağlayacak tedbirler alınmalıdır.	Kurulan iskelelerde zaman zaman bağlı oldukları yapıya mimari açıdan yakın mesafede olmadığı ve iskele ile yapı arasındaki bu boşlukların uygun bir şekilde kapatılmadığı gözlemlenmektedir (Resim 5.6.).

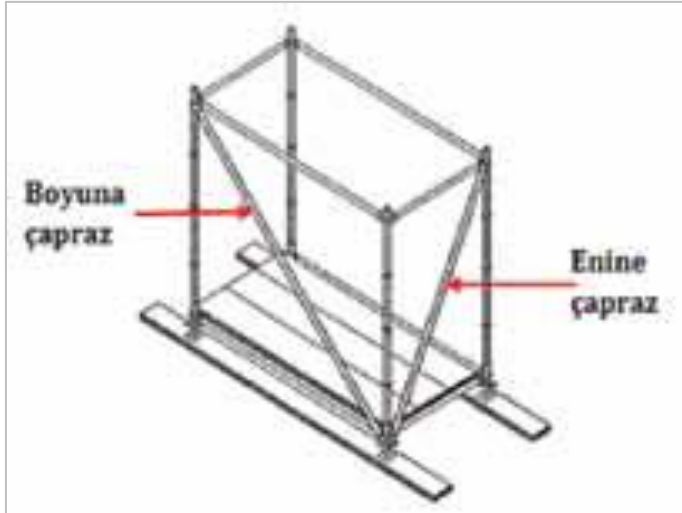


Resim 5.6. Mimari açıdan alüminyum konstrüksiyon nedeniyle yapı ile iskele arası boşluk

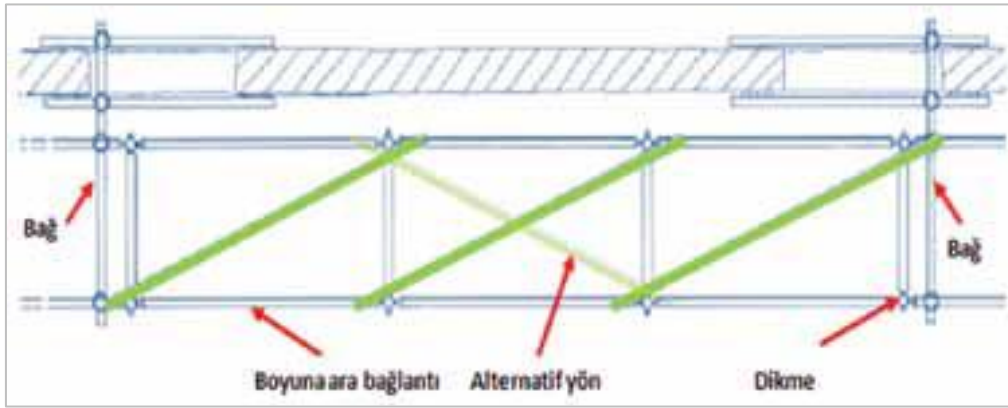
5.2.7. İskelede kullanılan çapraz takviye elemanları

Çizelge 5.14. İskelenin (çapraz, düşey ve yatay) elemanları hakkında mevzuattaki bilgiler ile sahadaki uygulamalar

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Dış cephe iskelelerin kurulumu sırasında, taşıyıcı sistemi oluşturan düşey ve yatay elemanlar tam olmalıdır. Ayrıca sistem yeteri kadar çapraz elemanlar ile takviye edilmelidir. İskelenin bir tarafa eğilmesi neticesinde dengesizlik, bağlantı noktasındaki kaynak dikişlerinde bozulmalar ve dikmelerde aşırı gerilme, devrilme ve çökme gibi riskleri önlemek için iskeleye yatay ve düşey yönde takviyeler eklenmelidir. Düşey düzlemdeki takviye edici çaprazlar enine ve boyuna çapraz olarak ikiye ayrılır. Boyuna çaprazlar düşey düşey düzlemde yapı yüzeyine paralel çaprazlama söz konusu iken enine çaprazlarda ise düşey düzlemde yapı yüzeyine dik olacak şekilde çaprazlama yapılmaktadır. Çaprazlar boyuna ara bağlantı ve dikme birleşim noktalarına mümkün olduğunca en yakın noktadan bağlanmalıdır. (Resim 5.7.) Yanal yönde iskelenin dengelenemediği durumlarda yatay düzlemde takviye kullanılmalıdır (Resim 5.8.).	Genellikle güvenli olmayan ve eski iskelelerde çapraz elemanlar ya hiç bulunmamakta ya da yeteri kadar kullanılmamaktadır.



Resim 5.7. Düşey düzlemde boyuna ve enine çapraz takviyeleri



Resim 5.8. Yatay düzlemde takviyeler

5.2.8. İskelede sağlamlık ve dayanıklılık hesapları

Çizelge 5.15. İskelenin statik hesapları konusunda mevzuatta yazılanlar ile sahada yapılan uygulamalar

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Dış cephe iskelesinin kurulum ve kullanım biçimine göre sağlamlık ve dayanıklılık hesapları üretici firmadan temin edilir. Temin edilemiyorsa yapılır veya yaptırılır. Bu hesaplar olmadan ya da yapılan hesaplar sonucu iskelenin güvenli olmadığı anlaşılan iskeleler kullanılmamalıdır (İnternet).	Genellikle iskelelerin statik hesap raporları düzenlenmemektedir. Güvenlikli iskele ile çalışan firmalar ise üretici firmanın verdiği modüler konfigürasyon statik hesabı kullanmaktadırlar. Kendi yapılarına uygun açıklıkta ve yükseklikte kurdukları iskelelere göre üretici firma hesaplarını uyarlamamaktadırlar.

5.2.9. İskelenin ankraj uygulamaları

Çizelge 5.16. Ankraj uygulamaları konusunda mevzuatta yazılanlar ile sahadaki uygulamalar

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Dış cephe iskelesi, üretici firmanın kullanım kılavuzunda açıkladığı şekilde, yapının sağlam yüzeyine ve yeteri kadar da ankraj noktaları ile yapıya sabitlenmelidir. İskele branda, ağ gibi iskele örtüsü ile kaplanacaksa ankraj sayısı üreticinin talimatları doğrultusunda sayısı artırılmalıdır. Cephe iskeleleri yapıya sabitlemek için kullanılan farklı ankraj türleri vardır. Bunların en yaygın olanı, iskelenin açılan delikler vasıtasıyla duvar dayama tijleri, bağ elemanları vb. vasıtasıyla yapıya tutturulmasıdır. Bu bağlamalarda dikkat edilmesi gereken yapının iskeleye bakan yüzeyinin ankraj için yeterli dayanıklılıkta olması ve ankrajların uygun bağlanarak yapılmasıdır. Eğer yapı yüzeyi zayıfsa ya da yapı yekpare olarak yetersizse diğer bağlama yöntemlerinin uygulanmalıdır. Ülkemizde ankrajlarda tel kullanımı oldukça yaygın bir uygulamadır. Fakat telde defalarca kullanım sonucu yorulma olabileceği ve dayanımının yüksek olmamasından dolayı tercih edilmemelidir. Onun yerine farklı uzunluk ölçülerine sahip tij vb. uzun süre kullanıma uygun rijit ankraj elemanları tercih edilmelidir (Resim 5.9.).	İskeleler kurulurken iskele ekibini daha önce de iskele kurmuş ustasının önceki tecrübelerine dayanarak belirlediği noktalardan ankraj bağlantıları yapılmaktadır. Son yıllarda yapıya bağlantı ankrajları genel olarak tijlerle yapılmaktadır. Fakat küçük işler için kurulan cephe iskelelerinde ya da çok eski malzemelere sahip cephe iskelelerinin ankraj bağlantılarında tel kullanımına rastlanılmaktadır.



Resim 5.9. Ankraj

5.2.10. İskelede kullanılan elemanların aynı türden olması

Çizelge 5.17. İskele elemanlarının aynı türden olması (mevzuatta belirtilenler ile sahadaki uygulamalar)

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Dış cephe iskelesi montaj aşamasında farklı üretici firmaların, farklı tolerans ve ölçülerde benzer elemanların karıştırılarak ya da bilinçli olarak kullanılması uygun değildir. Bu durum elemanların montajında ve demontajında da zorluklara yol açarak, iskele yükleme kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır. Çelikten ve alüminyumdan yapılmış malzemelerin karıştırılması ciddi şekilde iskelenin dayanımını etkileyerek iş kazalarına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle ayrı cins malzemeler ayrı ayrı depolanmalıdır.	Genellikle iskelelerin üzerinde kullanılan elemanlar aynı cinstendir. Fakat iskele kurulum alanından kaynaklanabilecek malzeme yetersizliği, işin çabuk bitmesi gerekliliği gibi nedenlerle şantiye alanındaki benzer malzeme ikamesi yapılarak iskelenin eksik elemanları tamamlanmaya çalışıldığı da zaman zaman gözlemlenmektedir.

5.2.11. Yerleşim yeri içinde kurulan iskelelerin dışarıya tecriti

Çizelge 5.18. İskelenin yerleşim yeri içinde kullanılırken kaplanmasına ilişkin mevzuattaki kurallar ve sahada yapılan gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Yerleşim yeri içinde ve yaya trafiğine yakın çekme mesafesi az olan inşaatlardaki dış cephe iskeleleri platformlarından yere malzeme düşmesini önlemek amacıyla dış yüzeyinin tamamen kaplanması gerekmektedir (Resim 5.10.).	Yerleşim yeri içinde, yaya trafiğinin yoğun olduğu bölgelerde çoğunlukla yapılan küçük çaplı yap-sat inşaatlarının cephelerinde kurulan iskelelerin dışarıya karşı kaplanmamış olduğu gözlemlenmektedir.



Resim 5.10. Kaplanmış dış cephe iskelesi

5.3. İskelenin Kullanım Aşaması

İskele kullanım aşaması, kurulumu yapıldıktan sonraki aşamada; kurulan iskelenin üzerindeki çalışanların çalışırken uyması gereken kurallar, iskelenin üzerine konulabilecek yüklerin durumu, üzerinde çalışanların çalışırken kullanması gerekli ekipmanlar, iskelenin yapı sahası içindeki durumu ve iskele ilgili periyodik kontroller vb. kısımları içermektedir. İlaveten bu bölümde saha bazında sıklıkla gözlemlenen hatalarla birlikte karşılaştırma da mezuat açıklamalarıyla birlikte verilmiştir.

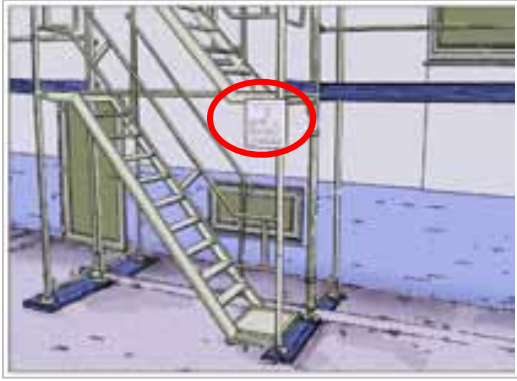
5.3.1. Kontrol formu ve kontrol raporu

Dış cephe iskelesi montajı yapıldıktan sonra; iskelenin üretici firmanın belirttiği talimatlar doğrultusunda eksiksiz bir şekilde kurulumunun gerçekleşip gerçekleşmediğinin kontrolü, işveren tarafından görevlendirilmiş konusunun uzmanı ehil bir kişi tarafından yapılmalıdır.

İskelenin kontrolünün yapıldıktan sonra yetkili ve konusunda uzman kişi tarafından kontrol formu düzenlenmelidir. Ayrıca bazı durumlarda iskele kontrol edilerek kontrol raporu düzenlenmelidir.

Çizelge 5.19. Dış cephe iskelesi kontrol formları ve kontrol raporlarına ait mevzuattaki kurallar ve sahada yapılan gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Kontrol sonrasında yetkili kişi kontrol formu düzenleyerek bunu iskelenin uygun bir yerine asmalıdır (Resim 5.11.). Ayrıca iskeleler ehil kişi tarafından; • Haftada asgari bir kez, • İskelede bir değişiklik yapıldığında, • Belirli bir müddet kullanılmadığında, • Deprem, şiddetli rüzgâr gibi olumsuz hava koşullarında, • İskelenin stabilitesini ve dayanıklılığını etkileyebilecek koşullara maruz kaldığında, yukarda belirtilen durumlarda kontrol edilerek kontrol raporu düzenlenir. Rapor sonucu sadece güvenli olduğuna kanaat getirilen iskelelerde çalışılmasına izin verilir.	Düzenlenmesi gereken kontrol formları ve raporları düzenlenmemiş olmakta ve görülmesi istenildiği zaman geriye dönük eski tarihli form ve raporlar düzenlenmektedir. Sahada kurulu bulunan iskelelerde çoğunlukla kontrol formu iskele üzerinde görünür şekilde asılı olduğu gözlemlenmemektedir.



Resim 5.11. Kontrol formu

5.3.2. Taşınabilecek maksimum ağırlıkları gösterir levhalar

İskele üzerine yapılan statik hesaplar sonucu taşıyabileceği maksimum ağırlıkları ve yükleri gösterecek bilgiler yer almalıdır.

Çizelge 5.20. Taşınabilecek maksimum ağırlıkları gösterir levhalar hakkında (mevzuattaki bilgiler ile sahadaki gözlemler)

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
İskelelerin üzerinde kolay görülebilen uygun yerlerine, taşıyabilecekleri maksimum ağırlıkları gösterir levhalar asılmalıdır.	Sahada kurulu bulunan iskelelerde çoğunlukla taşıyabilecekleri yükleri gösterir levhaların görünür şekilde asılı olduğu gözlemlenmemektedir.

5.3.3. Kurulum, kullanım ve söküm planı

İskelenin kurulum, kullanım ve sökümünü çalışanların inisiyatifine bırakmadan kurma, kullanma ve sökme planına göre düzenlenmesi gerekmektedir.

Çizelge 5.21. Kurulum, kullanım ve söküm planı hakkında mevzuattaki kurallar ve sahadaki gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Bu planın içeriğinde yer alması gerekli asgari özellikler <i>Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği</i>'nde şu şekilde açıklanmaktadır (Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, 2013): “Kurma, kullanma ve sökme planının asgari olarak aşağıda belirtilen hususları içerecek şekilde hazırlanması sağlanır: a) İskele sistemi ile ilgili yük sınıfı, yükseklik ve genişlik sınıflarının yer aldığı detay bilgileri. b) İskele ankraj düzeni, ankraj elemanları ve bu elemanların yapıya uygun şekilde yerleştirilmesine dair bilgiler. c) İskelenin kurulacağı zemin koşulları, yaya ve araç trafiği, kazılar ile mevcut enerji hatlarına mesafesi gibi çalışma alanına dair bilgiler. ç) Talimat el kitabı ile risk değerlendirmesi dikkate alınarak belirlenen, iskelenin kurulum ve söküm işlemlerinin sırasına dair bilgiler. d) Kurulum ve söküm sırasında oluşabilecek tehlike ve riskler ile kontrol tedbirlerine dair bilgiler. e) İskelede yürütülen çalışmalar sırasında oluşabilecek tehlike ve riskler ile kontrol tedbirlerine dair bilgiler. f) Çalışma boyunca ilgili yapı malzemeleri ve iş ekipmanlarının güvenli bir şekilde taşınmasına dair bilgiler. g) İskelede kullanılacak sağlık ve güvenlik işaretlerinin yerlerine dair bilgiler. ğ) Acil durum kurtarma prosedürleri ile müdahale ekiplerine ve ekipmanlarına dair bilgiler.”	Sahada kurulu bulunan iskelelerde kurulum, kullanım ve söküm planları çoğunlukla düzenlenmemektedir. İskele kurulumunu ve sökümünü daha önceden tecrübe sahibi olan ustalar ve yanlarındaki çalışanlar vasıtası ile yapılmaktadır. İskele kurulumu, eldeki malzemeler ve iskelenin kurulacağı alana bakılarak herhangi bir projeye bağlı kalmadan, tahmini olarak yapılmaya çalışılmaktadır. Malzeme yetmediği yerlerde dayanımı belli olmayan, farklı türde halihazırdaki elemanlar kullanılmaktadır.

5.3.4. İskeledeki çalışanlarda olması gereken özellikler

Çizelge 5.22. İskele çalışanlarının mevzuata göre sahip olması gereken özellikleri ve sahada gözlenenler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
İskelede çalışacak kişiler deneyimli ve bilgili çalışanlardan oluşmalıdır. Çalışanlar, iskeleye çıkmadan önce iş planı gereği, yapacağı işi kafasında planladıktan sonra iskele kullanımına başlanılmalıdır. İskelede çalışacak kişinin, iskeleyi kullanmadan önce beden ve ruhen herhangi bir sağlık probleminin olmaması gerekmektedir. Aksi takdirde tedavisi tamamlanana kadar iskelede çalışılmamalıdır.	İskelede çalışanlar ekip olarak çalışmaktadırlar. İçlerinde bu işte tecrübeli ustalar olmakla birlikte zaman zaman basit getir götür ya da taşıma işlerinde yardımcı olunması amaçlı tecrübesiz çalışanlar da ekip içinde bulunmaktadır. İskelede çalışanların iskeleyi kullanmadan önce beden ve ruhen bir probleminin olmasından ötürü çalışmaması gerekliliği, genellikle taşeron ekibin başındaki kişinin ya da ilgili ustanın insiyatifinde karar verilmektedir.

5.3.5. İskele üzerinde çalışırken uyulması gerekenler

Çizelge 5.23. Mevzuata göre iskele üzerinde çalışırken uyulması gerekli kurallar ve sahadaki gözlemler

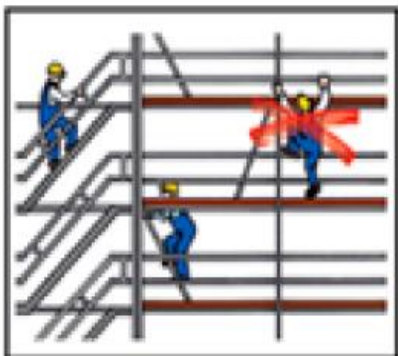
Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Yağışlı, karlı ve şiddetli rüzgârlı havalarda çalışılmamalı ya da gerekli önlemler alındıktan sonra çalışılmalıdır. İskeleyi kullanan çalışan yapacağı işle ilgili kullanması gerekli kişisel koruyucu donanım ile iskelede çalışırken kullanması gerekli kişisel koruyucu donanımları da kullanmalıdır (Resim 5.12.). İskeleyi kullanırken katlar arasındaki geçişi merdiven hattı hariç tırmanarak vs. yapılmamalıdır (Resim 5.13.). İskelede platform üzerinde koşmak, iskeleyi sallamak, zıplamak, iskelenin üzerinde iken malzeme almak ya da taşımak için korkuluklarından sarkmak tehlikeli ve yasaktır. İskele platformu üzerinde çalışırken kullanılan malzemeleri platforma atmak ya da aşağıya atmak çok tehlikeli ve yanlış bir davranıştır. İş aralarında ya da iş bitiminde platform üzerinde malzeme bırakmak tehlikelidir. İskele üzerindeki taşıyıcı platformun kapasitesinde fazla malzeme yüklemesi yapmak ve malzemelerin geçiş yollarını kapatacak şekilde istiflenmesinden kaçınılmalıdır (Resim 5.14.).	İskele üzerinde hava koşullarının kötü olması durumunda genellikle çalışma yapılmamaktadır. İskeleyi kullanan çalışanlar genellikle iş yaparken manevra alanlarını kısıtladıklarını ve rahat olamadıklarını belirterek kullanmaları gerekli hayati derecede önemli paraşüt tipi emniyet kemerlerini takmamaktadırlar. İskeleyi kullanan çalışanlar iskelede merdiven olmaması veya merdivenin biraz uzakta kalmasından, bir kattan diğerine iskele üzerinde tırmanarak ya da iskelenin katlar ile bittiği yerlerden iskele üzerine çıkarak katlar arası geçişi sağlamaktadır. Bazen iskeledeki çalışanlar malzeme almak ya da iletişim kurmak amaçlı korkuluklardan sarmaktadırlar. İskelede çalışanlar gereksiz ya da atık malzemeleri bilinçsizce aşağıya atmaktadırlar. İskele üzerinde çalışanlar tekrar tekrar malzeme taşımak istemediklerinden iskele kapasitesinden fazla istifleme yapmaktadırlar.

Çizelge 5.23. (devam) Mevzuata göre iskele üzerinde çalışırken uyulması gerekli kurallar ve sahadaki gözlemler

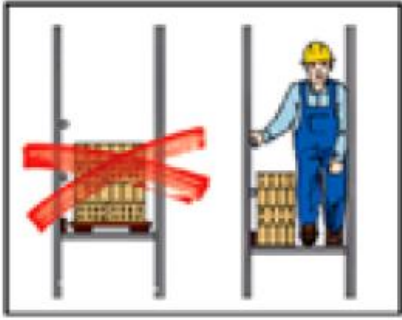
Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
İskelelerin üzerinde elektrikli aletler ile çalışılırken ya da iskelenin elektrik kaynağının temasına karşı topraklanması gerekmektedir. Dış cephe iskelesinin cephesinde kurulu bulunduğu yapının duvardaki elektrik hatlarına ve gizli elektrik kablolarına dikkat edilmesi gerekmektedir. İskele üzerinde çalışacak kişilerin öncelikle, iskeleden sorumlu kişinin iş sağlığı ve güvenliği talimatlarına ve ilgili işverenin talimatlarına uymalıdır.	Madeni iskeleler sahada genellikle statik elektriğe karşı topraklanmamaktadır. İskelenin üzerinde sıklıkla iş sağlığı ve güvenliği talimatları çalışanların görebileceği şekilde yer almamaktadır.



Resim 5.12. İskele üzerinde kullanılması gerekli kişisel koruyucu donanım (paraşüt tipi emniyet kemeri)



Resim 5.13. İskele üzerinde katlar arası geçişte merdiven kullanılması



Resim 5.14. İskele platform üzerinde malzeme istif

5.3.6. Yapı alanında iskeleye yakın bulunan diğer hareketli ekipmanlar

Çizelge 5.24. Yapı sahasındaki diğer hareketli ekipmanların iskele ile teması konusunda uyulması gereken kurallar ve bu konuda sahada yapılan gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Yapı sahası içerisinde vinç, motorlu araç ve diğer hareketli ekipmanların iskele üzerine düşmesi, teması ya da üzerlerindeki taşıdıkları malzemelerin iskele üzerine düşmesi ihtimaline karşı iskeleden mümkün olduğunca uzakta çalışmaları sağlanmalıdır. İskele ile teması engellemek için barikat, bordür, işaret vb. gerekli önlemler alınmalıdır.	Zaman zaman iskelenin çevresinde gerekli uyarıcı önlemler alınmadığından, yapı sahası içinde özellikle kule vinçlerin taşıdığı malzemeler iskelenin üzerine düşebilmekte ya da iskeleye çarpabilmektedir. Eğer iskelenin üzerinde veya çevresinde çalışanlar varsa ölümcül risk taşımaktadır.

5.3.7. İskelenin sökümü sırasında uyulması gerekenler

Çizelge 5.25. İskelenin sökümü aşamasında dikkat edilmesi gereken kurallar ve sahadaki gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Sökümü yapılacak iskelenin elemanlarının istifleneceği uygun bir yer belirlenmelidir. İskele sökümüne başlamadan önce herhangi bir çapraz veya takviye elemanı alınmamalıdır. İskele sökümü montajının aksine yukarıdan aşağıya doğru yapılmalıdır. İskelenin yapı ile olan ankraj bağlantıları platformların alınmasından sonra, sırasıyla yukarıdan aşağıya sökülmelidir. İskele sökümü yapılırken söküm işinde yer alan çalışanların güvenliği açısından, montaj için güvenlik korkulukları gibi toplu koruma önlemleri ya da çalışanların kişisel koruyucu donanımlar kullanılması sağlanmalıdır.	Sahada genellikle karşılaşılan iskele sökümüne yukarıdan başlanılmaktadır. Sökülen elemanlar iskelenin hemen aşağısına atılarak sökümüne devam edildiği ve aşağıya atılan parçaların olduğu alanın etrafı çoğu zaman çevrilmeyerek başında da o güzargahtan geçenleri uyaran bir gözlemci bulunmadığı gözlemlenmektedir. Sökümü yapan çalışanlar çoğunlukla paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmayarak düşmeye karşı kendilerini sabitlememektedirler.

Çizelge 5.25. (devam) İskelenin sökümü aşamasında dikkat edilmesi gereken kurallar ve sahadaki gözlemler

Mevzuatta Açıklanan	Sahada Sıklıkla Gözlemlenen
Söküm esnasında çıkarılan parçalar aşağıya atılmadan uygun bir biçimde (en az iki tarafından halatla bağlama, asansör, makara sistemi vb.) güvenli şekilde indirilmelidir.	

6. İSKELE MODEL ANALİZİ

İskele model analizi bölümünde, iskele model analizinin amacı, iskelenin kurulduğu yapıların ve iskelelerin genel özellikleri, iskelelerin ilgili kombinasyonlar doğrultusundaki analizleri ve değerlendirmeler kısımlarını içermektedir.

6.1. İskele Model Analizinin Amacı

Ülkemizde iskele tasarımının baz alındığı ilgili mevzuat (yönetmelik, standartlar vb.) incelendiğinde iskelenin kendi ağırlığı, üzerindeki hareketli yükler ve rüzgâr yüklerinin etkisinde değerlendirmeler yapıldığı gözlemlenmiştir. Fakat ülkemiz bir deprem ülkesi olmakla beraber, binalara etki edebilecek deprem yüklerinin, binaların yapım aşamasında kurulan iskelelere etki edebileceği gerçeği unutulmamalıdır.

Yapılan iskele model tasarımında, daha çok, iskelenin kurulduğu bina ile bağlantısı olan ankraj noktalarına gelen kuvvetler üzerinde durulmuştur.

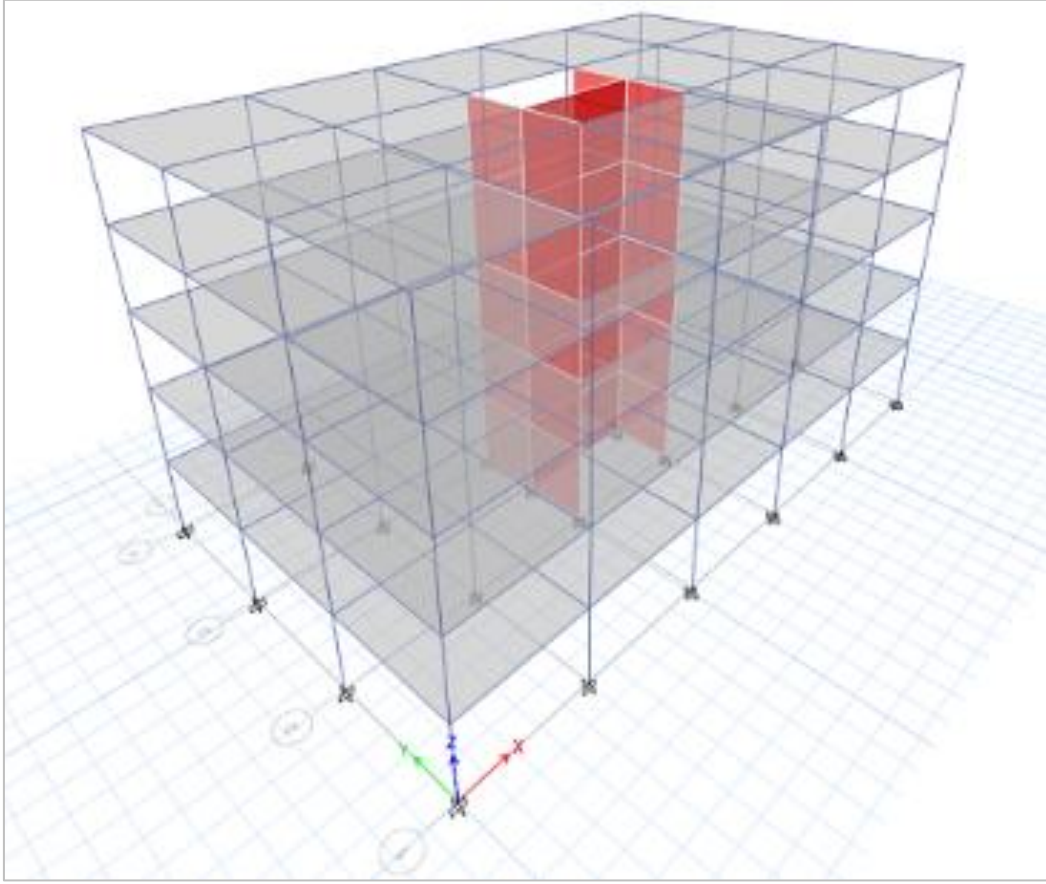
Yasal mevzuatta yer alan ölü yük, hareketli yük ve rüzgâr yükünün yeterli olmadığı düşünülerek, deprem etkisi altında, iskelenin kurulu bulunduğu binadan gelecek deprem kuvveti de ayrı bir kombinasyon olarak alınmıştır.

6.2. İskelelerin Kurulduğu Yapıların ve İskelelerin Özellikleri

İskelelerin cephesine kurulduğu yapılar ile modeli yapılan iskelelerin özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

6.2.1. Yapı özellikleri

ETAPS programı ile dört betonarme yapı tasarlanmıştır. Bunlar 2.2. *Kapsam* bölümünde belirtildiği gibi 2KY, 5KY, 7KY ve 10KY isimlendirilmişlerdir. Resim 6.1.'de tasarlanan yapılardan 5KY isimli yapının örnek olarak görünümü yer almaktadır.



Resim 6.1. Tasarlanan yapılardan ‘5KY’ isimli yapı görünümü

Yapıların tasarımı 18.03.2018 tarihinde T.C. Resmî Gazetede yayımlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’ne göre yapılmıştır. Yapıların tasarımları ile deprem etkisi altında yapıların kat seviyelerindeki deplasmanlarına ulaşılmıştır. Elde edilen deplasmanlar iskeleye etki ettirilmiştir.

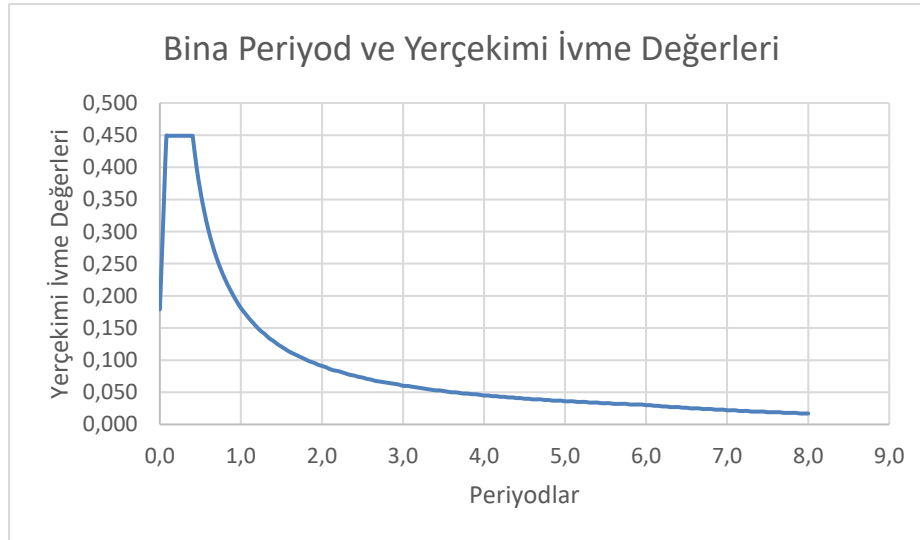
Yapıların tasarımı yapılırken; tüm yapılar aynı koordinatlar üzerine kurulduğu varsayılmıştır. Bu koordinatlar Ankara’daki Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakülte binasının koordinatları (enlem: 39.931061° ile boylam: 32.847656°) olarak alınmıştır.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması üzerinden varsayılan koordinatlar girilerek yapılar ile ilgili Çizelge 6.1.’de gösterilen deprem parametrelerine ve Şekil 6.1.’de gösterilen yapıların periyod ve yerçekimi ivme değerlerine ulaşılmıştır.

Yapıların; deprem yer hareketi düzeyi DD-2 (50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi) ve yerel zemin sınıfı ZC (çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar) olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 6.1. Yapılara ait deprem parametreleri

Parametreler	Parametre Açıklaması	Değerler
S_s	Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı	0,345
S_1	1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı	0,121
PGA	En büyük yer ivmesi	0,150
PGV	En büyük yer hızı	10,234
F_s	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı	1,300
F_1	1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı	1,500
$S_{DS} = S_s \times F_s$	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı	0,448
$S_{D1} = S_1 \times F_1$	1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı	0,182



Şekil 6.1. Yapıların periyod ve yerçekimi ivme değerlerini gösterir grafik

Yapıların tasarımında G (ölü yük), Q (hareketli yük), E_x (x yönündeki deprem yükü) ve E_y (y yönündeki deprem yükü) yük çeşitleri kullanılarak dokuz çeşit yük kombinasyonu tanımlanmıştır;

- $1.4G + 1.6Q$
- $G + Q + E_x \pm 0.3E_y$ ($\pm$ %5 Dış Merkezlik)
- $G + Q + E_y \pm 0.3E_x$ ($\pm$ %5 Dış Merkezlik)

Yapılan yük kombinasyonlarında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde "kat kütle merkezine (ana düğüm noktası) etkiyen yatay deprem yükleri, gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun $+\%$ 'i ve $-\%5$ 'i kadar kaydırılacak ve bu durumlar için de ayrıca deprem hesabı yapılacaktır." (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018) belirtildiği üzere $\pm$ %5'lik dış merkezlikle olan hesaplarda yapılmıştır.

Yapılar deprem anında betonarme özellikte oldukları için deprem etkisinin bir kısmını sönmüleyebilmektedir. Fakat binaya ankraj noktaları ile bağlı olan iskele deprem etkisini sönmüleyemeyecektir. Bu nedenden ötürü, yapıların tasarımında iskelelere gelecek gerçek deprem yükünü alınmıştır.

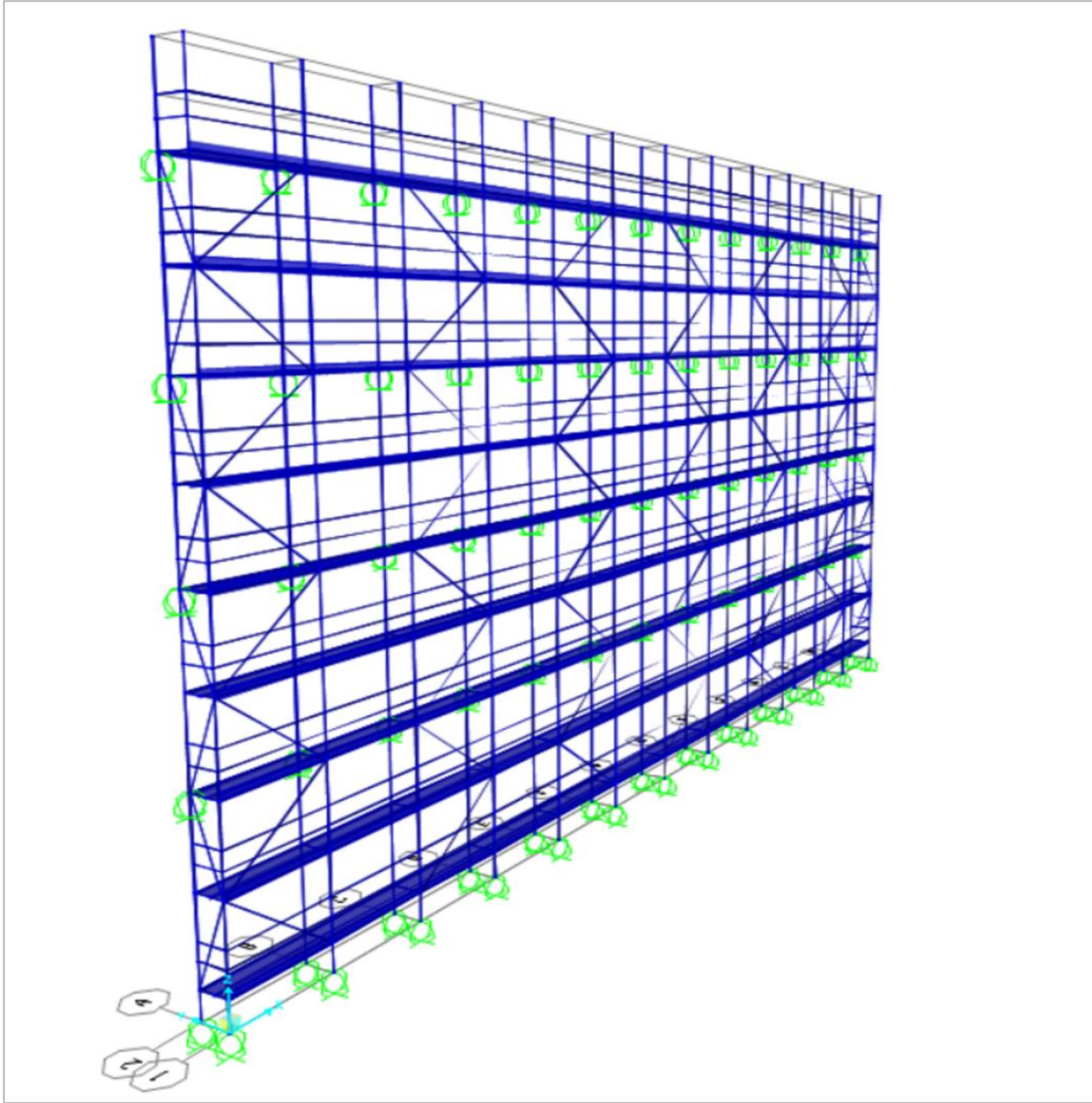
Çizelge 6.2.'de tasarlanan yapılar hakkında genel teknik özelliklere yer verilmiştir.

Çizelge 6.2. Tasarlanan yapıların teknik özellikleri

Yapıda Kullanılan Malzemeler, Elemanlar	Malzemelerin, Elemanların Nicelikleri
Kat yüksekliği	3,50 m
Yapıların toplam yüksekliği	2KY yapısı için: 7,50 m 5KY yapısı için: 17,50 m 7KY yapısı için: 24,50 m 10KY yapısı için: 35,00 m
Beton sınıfı	C30
Betonarme donatısı	S420
Kolon boyutları	40 cm x 80 cm
Kiriş boyutları	40 cm x 60 cm
Döşeme yüksekliği	20 cm

6.2.2. İskele özellikleri

SAP 2000 programı ile tasarlanan 2KY, 5KY, 7KY ve 10KY isimli yapılar için 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ ve 10KY-İ isimli iskele tasarım modelleri yapılmıştır. İskelenin tasarımında elemanlar için çelik malzeme kullanılmıştır. Resim 6.2.'de tasarlanan iskelelerden 5KY-İ isimli iskelenin örnek olarak görünümü yer almaktadır.



Resim 6.2. Tasarlanan iskelelerden ‘5KY-İ’ isimli iskele görünümü

İlgili yasal mevzuatta iskeledeki düğüm noktaları hareket ve moment yönleri ile ilgili kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Tavsiye niteliğinde iskelenin zemine bastığı mesnetler ve yapı ile bağlandığı ankraj noktaları için hareketli mesnet kullanılabileceği hususunda bir örnek çizim yer almaktadır.

İskeleler kafes sistemi olarak çözülmüş olup, iskelelerin tasarımındaki düğüm noktalarında üç tür kabul yapılmıştır.

- İskelenin tasarımındaki tüm düğüm noktaları için; x, y, z yönlerinde hareket edebildikleri ve z yönü hariç x ile y yönünde dönebildikleri kabul edilmiştir.
- İskelenin yere bastığı mesnetleri için; x, y, z yönlerinde hareket edemedikleri ve z yönü hariç x ile y yönünde dönebildikleri kabul edilmiştir.
- İskelenin yapı ile bağlandığı ankraj noktaları için ise; x ile z yönü hariç sadece y yönünde hareket edemedikleri ve x ile z yönü hariç sadece y yönünde dönemedikleri kabul edilmiştir.

İskelelerdeki düğüm noktaları için yapılan kabuller Çizelge 6.3., Çizelge 6.4., Çizelge 6.5.'te açıklanmaktadır.

Çizelge 6.3. İskelelerin düğüm noktaları için yapılan genel kabul

Genel Düğüm			
Hareket Yönleri	Durumlar	Moment Yönleri	Durumlar
U_1 (x yönü)	Hareket edebilir	R_1 (x yönü)	Dönebilir
U_2 (y yönü)	Hareket edebilir	R_2 (y yönü)	Dönebilir
U_3 (z yönü)	Hareket edebilir	R_3 (z yönü)	Dönemez

Çizelge 6.4. İskelelerin zeminle temas ettiği mesnet noktalarındaki düğümler için yapılan kabul

Zeminle Temas Ettiği Noktalardaki Düğüm			
Hareket Yönleri	Durumlar	Moment Yönleri	Durumlar
U_1 (x yönü)	Hareket edemez	R_1 (x yönü)	Dönebilir
U_2 (y yönü)	Hareket edemez	R_2 (y yönü)	Dönebilir
U_3 (z yönü)	Hareket edemez	R_3 (z yönü)	Dönemez

Çizelge 6.5. İskelelerin bağlı olduğu yapıyla temas ettiği noktalarındaki düğümler için yapılan kabul

Yapıyla Temas Ettiği Noktalardaki Düğüm			
Hareket Yönleri	Durumlar	Moment Yönleri	Durumlar
U_1 (x yönü)	Hareket edebilir	R_1 (x yönü)	Dönebilir
U_2 (y yönü)	Hareket edemez	R_2 (y yönü)	Dönemez
U_3 (z yönü)	Hareket edebilir	R_3 (z yönü)	Dönebilir

Deprem etkisinde iskelelerin ankraj noktalarının bağlı olduğu yapıda yatay yönde oluşan kat deplasmanları değerlerinden iskelenin ankraj noktaları hizalarına düşen deplasman değerleri iterasyonla hesaplanmıştır.

Çizelge 6.6. Tasarılan iskelelerin teknik özellikleri

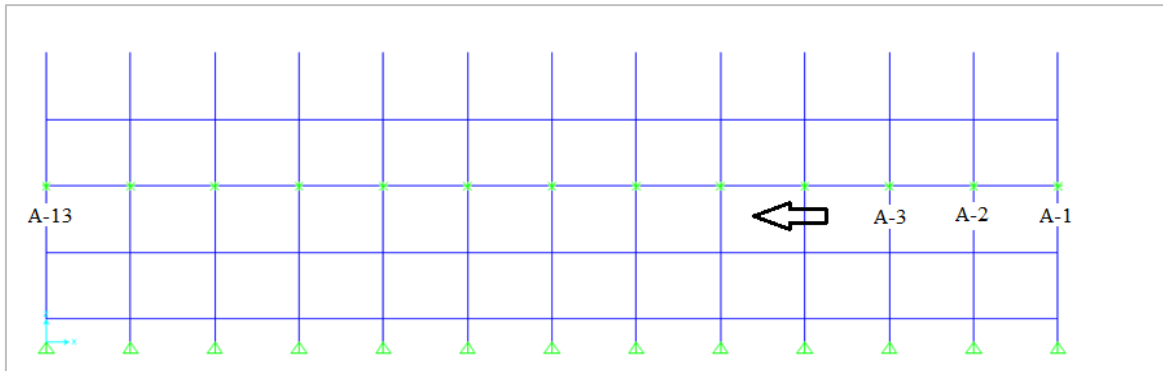
İskelede Kullanılan Malzemeler, Elemanlar	Malzemelerin, Elemanların Nicelikleri
İskelenin kullanıldığı malzeme	S235 sınıfı çelik
İskelenin toplam yüksekliği	2KY-İ için: 8,70 m 5KY-İ için: 18,70 m 7KY-İ için: 24,70 m 10KY-İ için: 36,70 m
İskelenin toplam genişliği	30,00 m
İskelenin kat sayısı	2KY-İ için: 4 kat 5KY-İ için: 9 kat 7KY-İ için: 12 kat 10KY-İ için: 18 kat
İskelenin bir katının ve bir modülünün yüksekliği	2,00 m
İskelenin bir modülünün yatay boyu	2,50 m
İskelenin dikme elemanları	48,3x3 mm içi boş boru profil
İskelenin yatay ve çapraz elemanları	34x2,5 mm içi boş boru profil
Platform ve taban plakaları	Çelik saçtan kıvrırma şeklinde
İskelenin genişlik sınıfı	W06 ($0,60 \leq w \leq 0,90$) genişlik sınıfı aralığından 0,70 m

Çizelge 6.6. (devam) Tasarılan iskelelerin teknik özellikleri

İskelede Kullanılan Malzemeler, Elemanlar	Malzemelerin, Elemanların Nicelikleri
İskelenin kaplama durumu	Kaplanmamış iskele
İskeleeye etki ettirilen yük sınıfı	4. yük sınıfı 3,00 kN/m ² düzgün yayılı yük
İskelenin rüzgâr yükü	TS EN 12811-1 standartındaki tasarım rüzgâr basıncı çizelgesinden iskelenin yüksekliğine bakılarak seçilmiştir.
İskelenin ankraj deseni	4 m’de bir sürekli yatay
İskelede ana korkuluk, ara korkuluk ve taban plakası özellikleri	Ana korkuluk platformdan 1,00 m yükseklikte ara korkuluk ise platformdan 0,47 m yükseklikte. Topuk levhası ise 0,15 m yüksekliğinde ve platforma bitişik şekildedir.

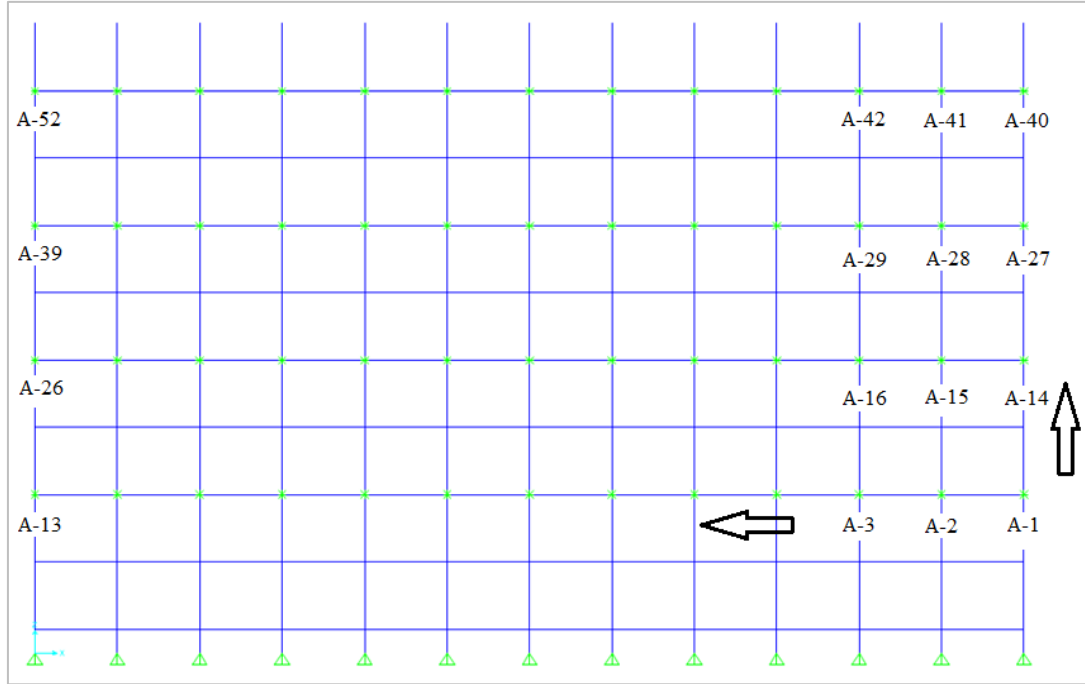
Çizelge 6.6.’da tasarlanan iskeleler hakkında genel teknik özelliklere yer verilmiştir.

İskeleler modellenirken bulunduğu yapıya bağlandığı ankraj noktalarına, ilerde kolaylık olması amacıyla numaralandırma yapılmıştır. Ankraj noktaları numaralandırılırken kısaltılarak “A” şeklinde ifade edilmiştir. Ankraj noktaları numaralandırması; sağdaki ankrajdan soldakilere doğru ve en alttaki ankraj sırası diziliminden yukarı ankraj sıralarına doğru artarak gitmektedir. Numaralandırmalar; 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskeleleri için Resim 6.3., Resim 6.4, Resim 6.5. ve Resim 6.6.’da gösterilmektedir.

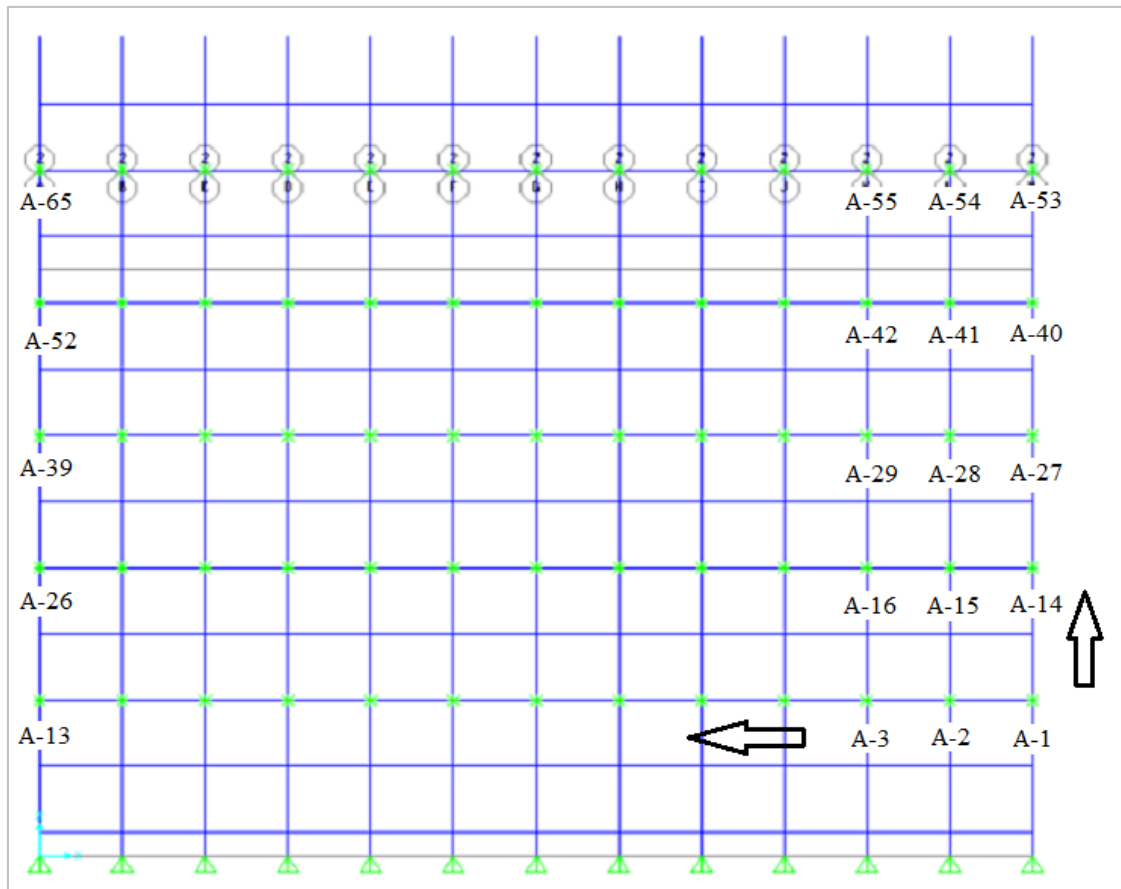


Resim 6.3. 2KY’nin cephesine bağlanan 2KY-İ’nin ankraj noktalarının¹ numaralandırma sırası

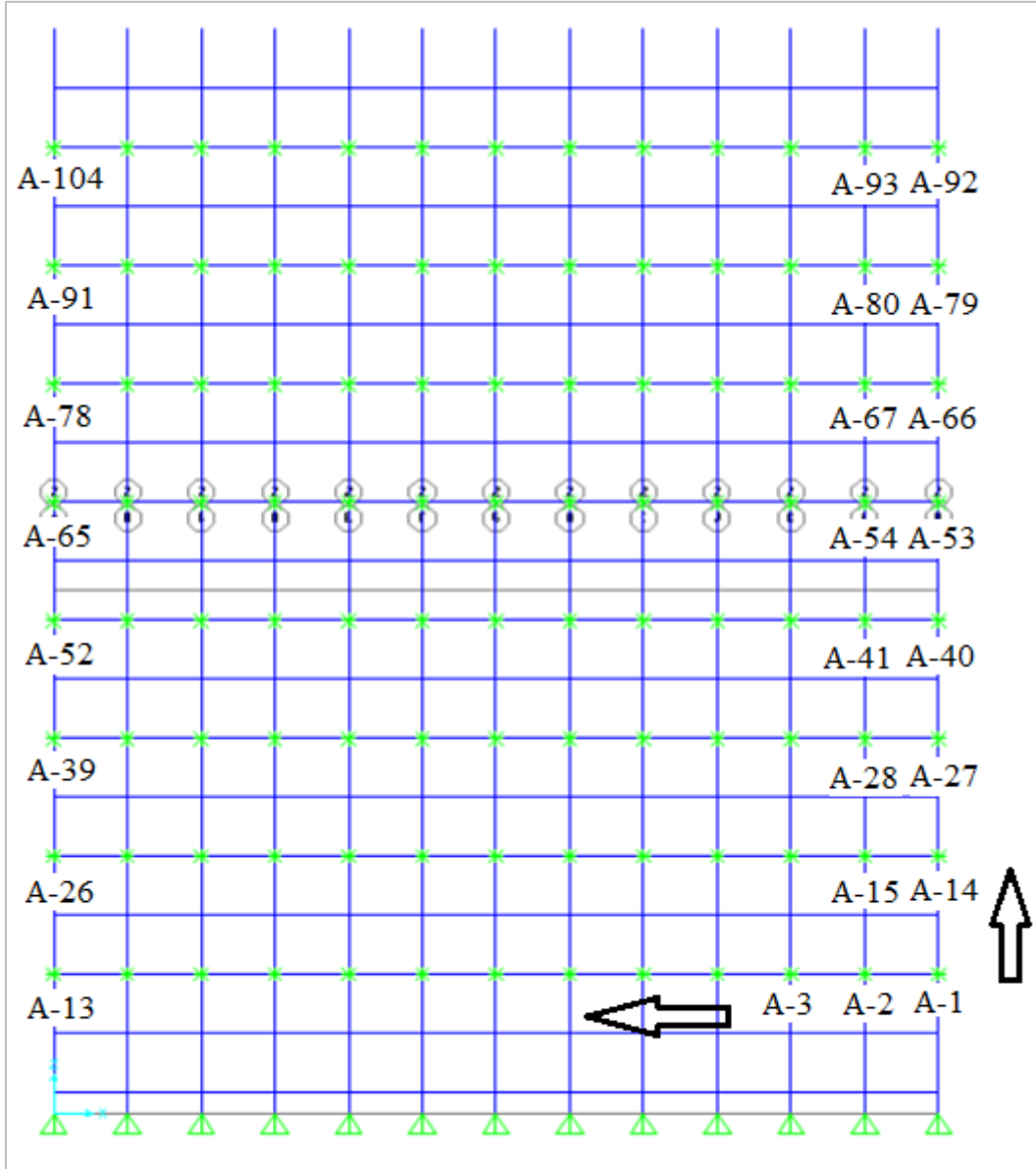
¹  simgesi iskelenin yapıya bağlandığı ankraj noktasıdır.



Resim 6.4. 5KY'nin cephesine bağlanan 5KY-İ'nin ankraj noktalarının numaralandırma sırası

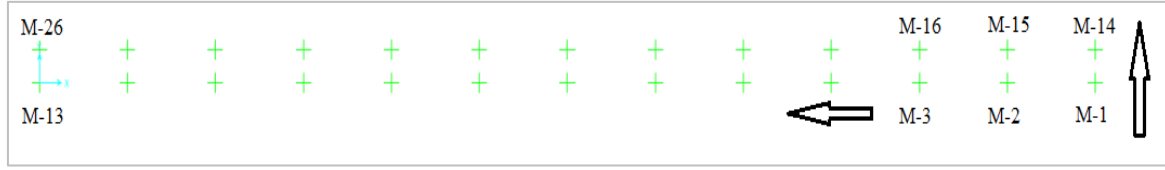


Resim 6.5. 7KY'nin cephesine bağlanan 7KY-İ'nin ankraj noktalarının numaralandırma sırası



Resim 6.6. 10KY'nin cephesine bağlanan 10KY-İ'nin ankraj noktalarının numaralandırma sırası

İskeleler modellenirken zemine bağlandığı mesnet noktalarına, ilerde kolaylık olması amacıyla numaralandırma yapılmıştır. Mesnet noktaları numaralandırılırken kısaltılarak “M” şeklinde ifade edilmiştir. Mesnet noktaları numaralandırması; sağdaki mesnetten soldakilere doğru ve öndeki mesnet sırası diziliminden arkadaki mesnet sırasına doğru artarak gitmektedir. Numaralandırmalar; 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskeleleri için de aynı olup Resim 6.7.’de gösterilmektedir. Mesnetlerin Resim 6.7.’deki görünümü iskelelere plandan bakış şeklindedir.



Resim 6.7. 2KY-I, 5KY-I, 7KY-I ve 10KY-I'nin mesnet noktalarının numaralandırma sırası

6.3. İskele Model Analizi

İskele model analizi alt başlıklar altında anlatılmaktadır.

6.3.1. Mevzuat gereği iskele ankrajlarına etkiyen yükler

Bölüm 5.1.2. İskele tasarım mevzuatında uyulması gerekenler'de yer alan Yapıya (bağ paterni) ankraj kısmında, “iskelenin yapıya, yapının sağlam yüzeylerinden ve yeteri kadar ankraj noktaları ile sabitlenmelidir” diye açıklamalar yer almaktaydı.

İskeleye dolayısıyla ankrajlara etki eden yükler yasal mevzuatta şu başlıklarda toplanabilir:

İskelenin kendi ölü yükü

İskelenin seçilen profil ağırlıklarından kendi ölü yükü hesaplanmaktadır.

İskelenin üzerindeki hareketli yük (servis yükü)

İskelenin üzerindeki hareketli yükler bölüm 5.1.2. İskele tasarım mevzuatında uyulması gerekenler'de yer alan Sisteme etki eden yükler kısmında gerekli açıklamalar yer almaktadır. Yapılan tasarımda iskelenin üzerindeki hareketli servis yükü için; yük sınıfı 4 seçilmiş olup, iskele üzerindeki düzgün yayılı yük $3,00 \text{ kN/m}^2$ değeri kabul edilmiştir.

İskelenin birden fazla katı bulunması halinde iskelenin ele alınan katına gelen hareketli yük, Resim 6.5'teki seçilen yük sınıfına denk gelen düzgün yayılı yük olacak biçimde etki ettirilir. Ele alınan kata etkiyen yükün %50'si bir alt katına ve bir üst katına gelecek şekilde etki ettirilir. Böylece iskelenin tüm katlarına değil sadece üç katına hareketli yük etki ettirilmiş olmaktadır (TS EN 12811-1, 2005).

İskelenin hizmette bulunmama halinde ise iskele yük sınıflarına uygun düzgün yayılı yüklerin belirli yüzdelerine göre Çizelge 6.7.'de verilen durum dikkate alınacaktır (TS EN 12811-1, 2005).

Çizelge 6.7. İskelede hizmette bulunma halinde dikkate alınacak yükler

Yük sınıfları	Durum	Etkiyen Servis Yüklerinin Yüzdeleri
1	İskelede servis yükü olmaması	% 0
2 ve 3	İskele üzerine konulmuş bazı malzemelerin olması	% 25
4, 5, 6	İskele üzerine konulmuş bazı malzemelerin olması	% 50

İskelenin üzerine etkiyen rüzgâr yükü

Daha önce bölüm bölüm 5.1.2. İskele tasarım mevzuatında uyulması gerekenler'de yer alan Sisteme etki eden yükler kısmında rüzgâr yükü ile ilgili açıklamalar yer almıştır.

6.3.2. İskelenin model kombinasyonları

Tasarımda kullanılan iskele kabulleri doğrultusunda bu çalışmada en önemli olduğu düşünülen yedi kombinasyon dikkate alınmıştır. “G” ölü yükü, “Q” hareketli yükü, “W_x, W_y” rüzgâr yüklerini ve “E” deprem kuvvetini sembolize etmektedir.

- 1) İskelenin kendi ağırlığı, hareketli yük ve rüzgâr yükleri (x ile y yönlerindeki) altında ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q \pm W_x \pm W_y$)
- 2) İskelenin bağlı olduğu yapıdan gelen kat deplasmanlarının iskeleye etki etmesi durumunda ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q \pm E$)
- 3) İskelelerin bulunduğu zemine bağlandığı noktalardaki mesnetlerden birkaçının eksilmesi durumunda iskelelerin ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q + W_x + W_y$)
- 4) İskelelerin kurulu bulunduğu yapılara bağlandığı bazı ankraj noktalarının eksilmesi durumunda iskelelerin ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q + W_x + W_y$)

- 5) İskelelerin bulunduğu zemine bağlandığı noktalardaki mesnetlerden birkaçının eksilmesi ve aynı anda deprem etkisi ile kat deplasmanlarının iskeleye etki etmesi durumlarında iskelelerin ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q + W_x + W_y$)
- 6) İskelelerin kurulu bulunduğu yapılara bağlandığı bazı ankraj noktalarının eksilmesi ve aynı anda deprem etkisi sonucunda oluşan kat deplasmanlarının iskeleye etki etmesi durumlarında iskelelerin ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q + W_x + W_y$)
- 7) İskelelerin bulunduğu zemine bağlandığı noktalardaki mesnetlerden birkaçının eksilmesi, kurulu bulunduğu yapılara bağlandığı bazı ankraj noktalarının eksilmesi ve aynı anda deprem etkisi sonucunda oluşan kat deplasmanlarının iskeleye etki etmesi durumlarında iskelelerin ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q + W_x + W_y$)

Çalışmada yer alan yedi kombinasyona ait açıklamalar aşağıda belirtilmektedir.

İskelenin kendi ağırlığı, hareketli yük ve rüzgâr yükleri (x ile y yönlerindeki) altında ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q \pm W_x \pm W_y$)

Bu kombinasyonda ölü yük (G), hareketli yük (Q) ve rüzgâr yükü ($\pm W_x, \pm W_y$) olarak alınmıştır. İskelenin kendi ağırlığından kaynaklı ölü yükü, iskele üzerinde olması muhtemel hareketli yük ve rüzgâr yükü etkisi altında, yük kombinasyonu $G + Q \pm W_x \pm W_y$ olacak şekilde Sap 2000 programında analizi yapılmıştır.

Bu kombinasyonda iskelenin kendi ağırlığı, hareketli yük ve rüzgâr yükü ile ankrajlara gelebilecek yüklerin tayininin yapılması amaçlanmıştır.

İskelenin bağlı olduğu yapıdan gelen kat deplasmanlarının iskeleye etki etmesi durumunda ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q \pm E$)

Ülkemizde iskele ile ilgili yasal mevzuatta, iskelenin yapılara bağlandığı ankraj noktaları ile ilgili birtakım eksiklikler gözlemlenmiştir. İskelenin ankrajları modellenirken yönetmeliklere göre; kendi ağırlığı, üzerindeki hareketli yük ve rüzgâr yükünün dikkate

alındığı, fakat bunun yeterli olmadığı düşünülmektedir. Ülkemizin bir deprem ülkesi olması gerçeği dikkate alındığı zaman, bir yapının inşaatı sırasında, iskele kurulu iken, yapının ve ona ankrajlarla bağlanmış iskelenin büyük kuvvetlere maruz kalabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle iskelenin ankrajlarının tasarımında, sadece mevzuatın ön gördüğü yüklerin alınmasının yeterli olmayacağı düşünülmüş ve bu etkiler (deprem kuvveti) de dikkate alınarak bu noktalara gelen yükler hesaplanmıştır.

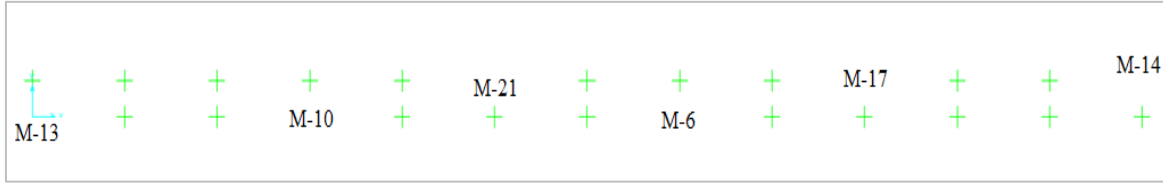
İskele üzerindeki ankrajlara mevzuatın öngördüğüne yük kombinasyonlarına ilaveten inşaat aşamasındaki bir yapıya deprem yükü gelmesi halindeki durum da dikkate alınarak ($G + Q \pm E$) analiz yapılmıştır. Yapılar betonarme özelliklerinden deprem etkisinde gelen yatay kuvvet enerjilerini tüketebilmektedir. Fakat yapıların yanında kurulu bulunan iskelelerin betonarme bir yapı olmaması ve deprem etkisinde gelen yatay yöndeki kuvvet enerjilerini betonarme yapı kadar tüketemeyeceği durumu gözeticiler yapıların tasarımında iskelelere gelecek gerçek deprem yükü alınmıştır.

Bu kombinasyonda rüzgâr yükü alınmadan ölü yük (G), hareketli yük (Q) ile iskeleye dik doğrultudaki binadan gelen deprem yükü (E) alınmıştır.

ETAPS programı ile tasarlanan 2KY, 5KY, 7KY ve 10KY yapıların modellemesinden elde edilen kat deplasmanları iterasyon ile yapılara bağlı olan sırasıyla 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskelelerin ankraj yüksekliklerine etki eden deplasmanlar bulunmuştur.

İskelelerin bulunduğu zemine bağlandığı noktalardaki mesnetlerden birkaçının eksiltmesi durumunda iskelelerin ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q + W_x + W_y$)

Bu kombinasyon iskelelerin kurulum aşamasında bulunduğu zemine bağlandığı noktaları olan mesnetlerden bazılarının; oturduğu zeminin sağlam olmaması ve iyileştirilmemiş olması, oturduğu zeminin eğiminin fazla olması sonucu iyileştirme yapılmaması, unutulması vb. nedenlerle oluşturulmaması varsayımı üzerine oluşturulmuştur.



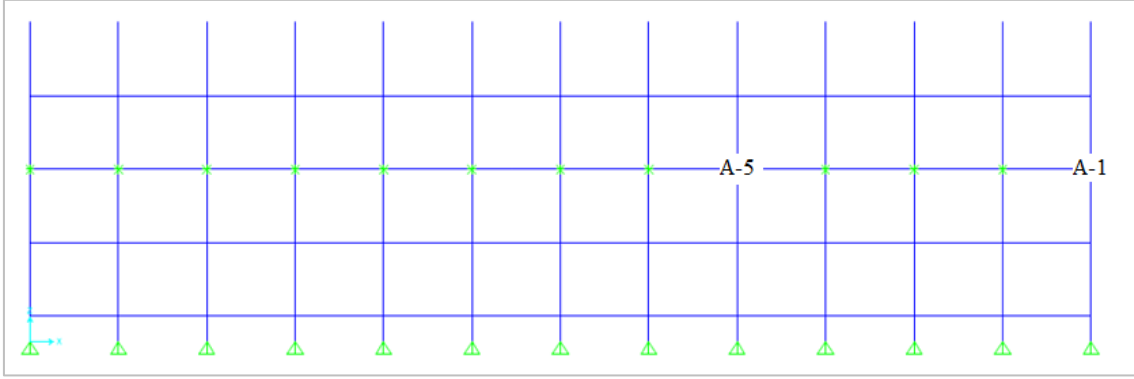
Resim 6.8. 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ ve 10KY-İ iskelelerinin mesnet noktalarının eksiltilmiş olduğu gösterim

Resim 6.8.'de iskelelerin bağlı olduğu mesnet noktalarının altı tanesinin (M-6, M-10, M-13, M-14, M-17, M-21) rastgele azaltıldığı görülmektedir. Bu durum tasarlanan dört farklı yükseklikteki iskeleler 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ için aynıdır.

Rüzgâr yükleri (W_x , W_y), ölü yük (G) ile hareketli yük (Q) olacak şekilde $G + Q + W_x + W_y$ kombinasyonu alınarak yapılmıştır.

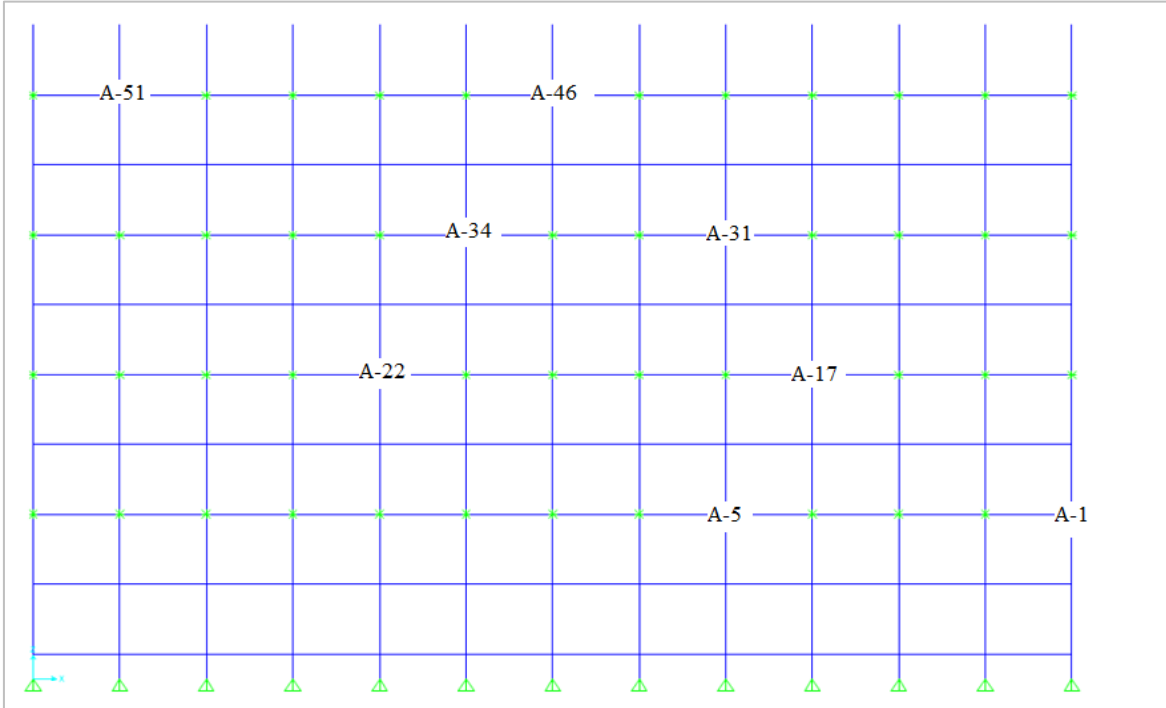
İskelelerin kurulu bulunduğu yapılara bağlandığı bazı ankraj noktalarının eksiltilmesi durumunda iskelelerin ankraj noktalarına etkileyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q + W_x + W_y$)

Bu kombinasyon iskelelerin kurulum aşamasında kurulu bulunduğu yapılara bağlandığı ankraj noktalarının bazılarının; yapıların betonarme olan döşeme, kolon kiriş vb. bağlanmayarak, yapıların zayıf tuğla ya da betopan ile alçıpan kısımlarına ankre edilmesi, olması gerekenden az ankraj noktası bağlanması, unutulması vb. nedenlerle oluşturulmaması varsayımı üzerine oluşturulmuştur.



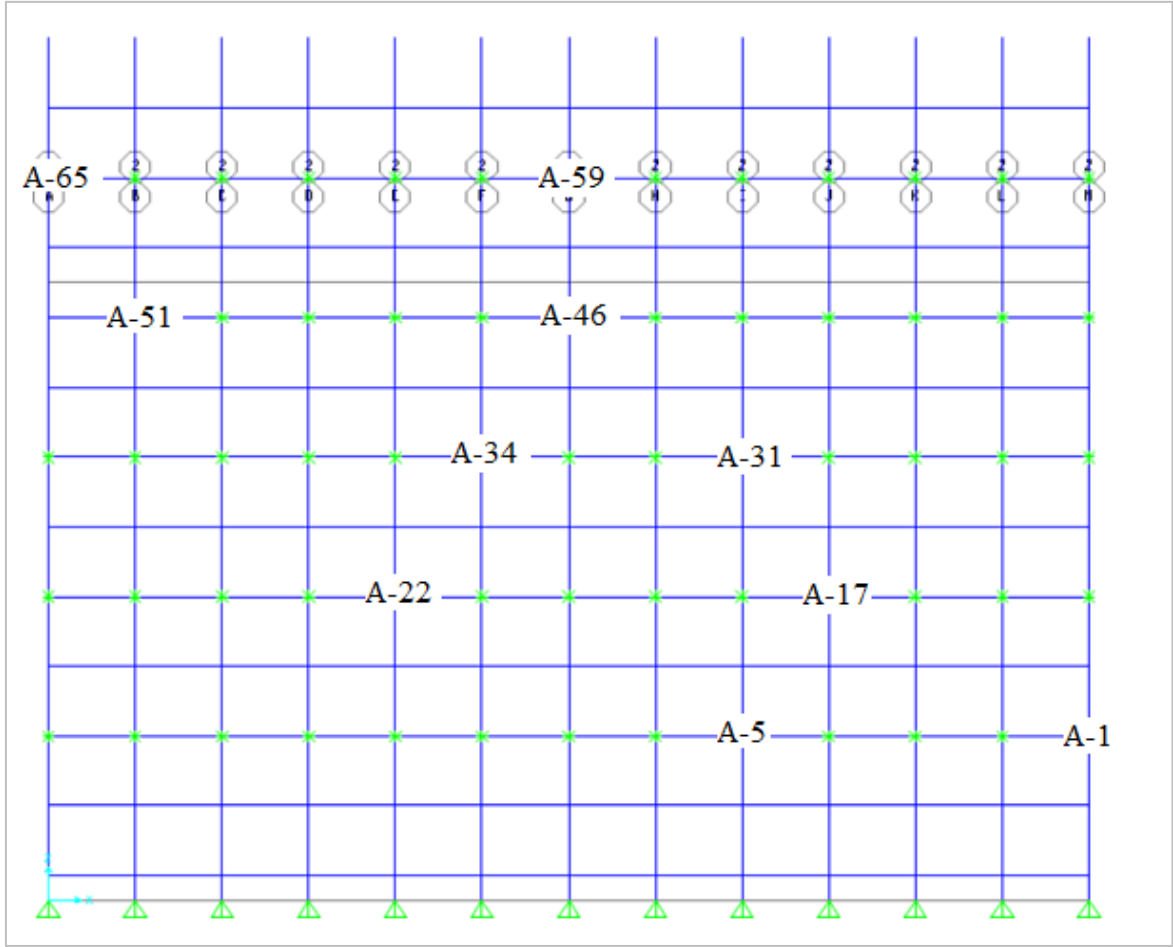
Resim 6.9. 2KY-İ iskelesinin ankraj noktalarının eksitilmiş olduğu gösterim

Resim 6.9.'da 2KY-İ iskelenin ankrajlar noktalarının iki tanesinin (A-1, A-5) rastgele eksitilmiş olduğu görünüş yer almaktadır.



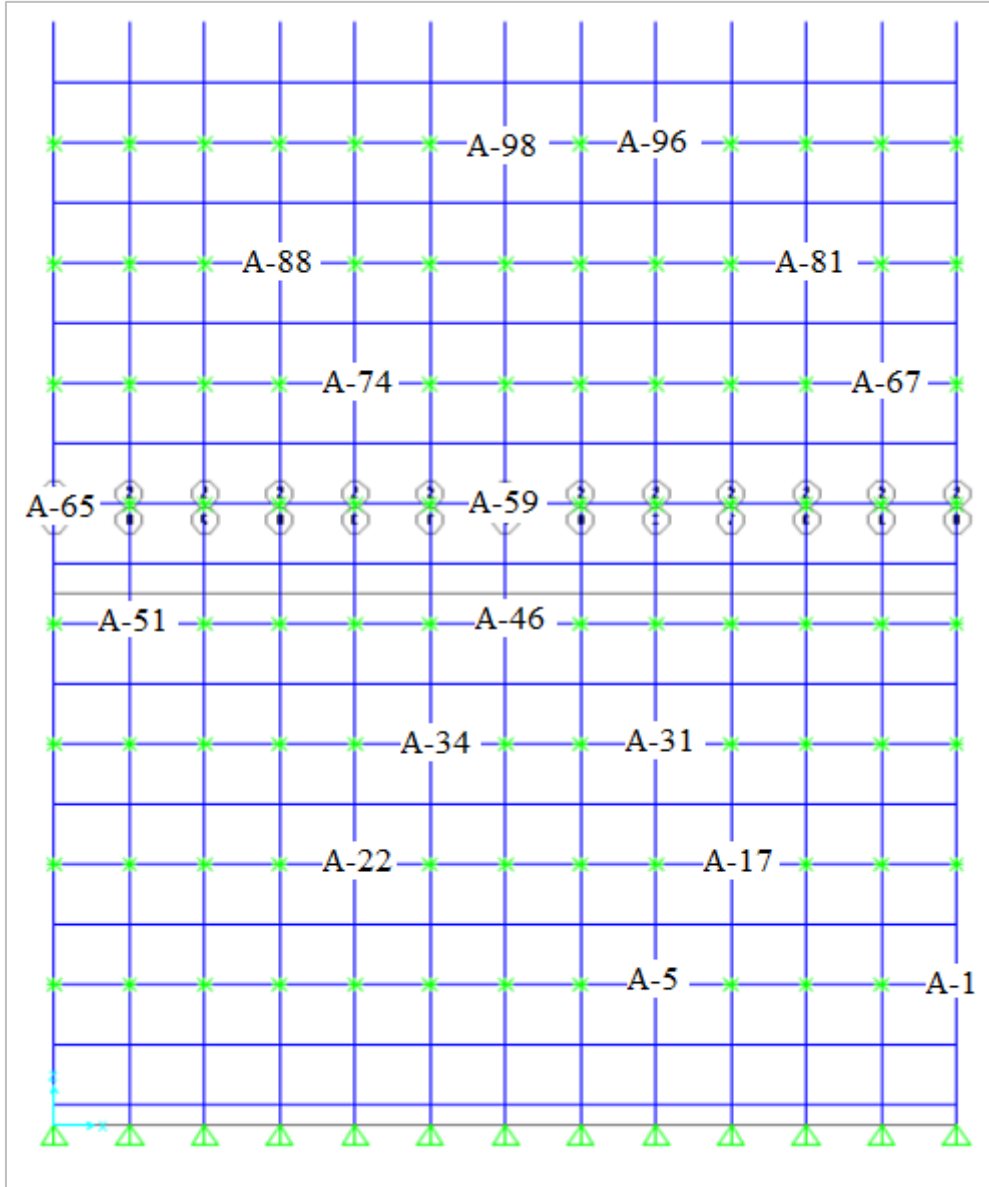
Resim 6.10. 5KY-İ iskelesinin ankraj noktalarının eksitilmiş olduğu gösterim

Resim 6.10.'da 5KY-İ iskelesinin ankrajları noktalarının sekiz tanesinin (A-1, A-5, A-17, A-22, A-31, A-34, A-46, A-51) eksitilmiş olduğu görünüş yer almaktadır.



Resim 6.11. 7KY-İ iskelesinin ankraj noktalarının eksitilmiş olduğu gösterim

Resim 6.11.'de 7KY-İ iskelesinin ankrajları noktalarının on tanesinin (A-1, A-5, A-17, A-22, A-31, A-34, A-46, A-51, A-59, A-65) eksitilmiş olduğu görünüş yer almaktadır.



Resim 6.12. 10KY-İ iskelesinin ankraj noktalarının eksiltilmiş olduğu gösterim

Resim 6.12.'de 10KY-İ iskelesinin ankrajları noktalarının on altı tanesinin (A-1, A-5, A-17, A-22, A-31, A-34, A-46, A-51, A-59, A-65, A-67, A-74, A-81, A-88, A-96, A-98) eksiltilmiş olduğu görünüş yer almaktadır.

Çizelge 6.8. 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskeleleri için eksiltilecek ankraj sayılarının tablosu

İskeleler	Eksiltilecek Ankraj Sayıları
2KY-İ	2
5KY-İ	8
7KY-İ	10
10KY-İ	16

Çizelge 6.8’de toplu halde dört iskelenin azaltılmış ankraj sayıları belirtilmiştir. Rüzgâr yükleri (W_x , W_y), ölü yük (G) ile hareketli yük (Q) olacak şekilde $G + Q + W_x + W_y$ kombinasyonu alınarak yapılmıştır.

İskelelerin bulunduğu zemine bağlandığı noktalardaki mesnetlerden birkaçının eksilmesi ve aynı anda deprem etkisi ile kat deplasmanlarının iskelelere etki etmesi durumlarında iskelelerin ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q + W_x + W_y$)

Bu kombinasyonda iskelenin zemine bağlı olduğu mesnetlerden bazılarının eksik olması durumuna ilaveten deprem etkisi de kabul edilmiştir. Rüzgâr yükleri (W_x , W_y), ölü yük (G) ile hareketli yük (Q) olacak şekilde $G + Q + W_x + W_y$ kombinasyonu alınarak yapılmıştır.

İskelelerin kurulu bulunduğu yapılara bağlandığı bazı ankraj noktalarının eksilmesi ve aynı anda deprem etkisi sonucunda oluşan kat deplasmanlarının iskelelere etki etmesi durumlarında iskelelerin ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q + W_x + W_y$)

Bu kombinasyonda iskelenin kurulu bulunduğu yapılara bağlandığı ankraj noktalarından bazılarının eksik olması durumuna ilaveten deprem etkisi de kabul edilmiştir. Rüzgâr yükleri (W_x , W_y), ölü yük (G) ile hareketli yük (Q) olacak şekilde $G + Q + W_x + W_y$ kombinasyonu alınarak yapılmıştır.

İskelelerin bulunduğu zemine bağlandığı noktalardaki mesnetlerden birkaçının eksilmesi, kurulu bulunduğu yapılara bağlandığı bazı ankraj noktalarının eksilmesi ve aynı anda deprem etkisi sonucunda oluşan kat deplasmanlarının iskeleye etki etmesi durumlarında iskelelerin ankraj noktalarına etkiyen kuvvetleri hesaplama ($G + Q + W_x + W_y$)

Bu kombinasyonda iskelenin zemine bağlı olduğu mesnetlerden bazıları eksik olması, kurulu bulunduğu yapılara bağlandığı ankraj noktalarından bazılarının eksik olması ve deprem etkisi durumları kabul edilmiştir. Rüzgâr yükleri (W_x , W_y), ölü yük (G) ile hareketli yük (Q) olacak şekilde $G + Q + W_x + W_y$ kombinasyonu alınarak yapılmıştır.

6.4. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

ETAPS program ile yapılan analiz sonuçlarından yapıların kat deplasmanlarına ulaşılmıştır. 2KY, 5KY, 7KY ve 10KY isimlendirilmiş yapıların modellenmesinden elde edilen maksimum kat deplasmanları değerleri Çizelge 6.9.'da belirtilmiştir.

Çizelge 6.9. Betonarme yapıların maksimum kat deplasmanları

Kat Numarası	Kat Deplasmanı (mm)			
	2KY	5KY	7KY	10KY
1	4,00	9,00	11,00	11,00
2	10,00	25,00	27,00	28,00
3		44,00	46,00	49,00
4		63,00	67,00	71,00
5		80,00	87,00	94,00
6			106,00	116,00
7			123,00	137,00
8				157,00
9				176,00
10				192,00

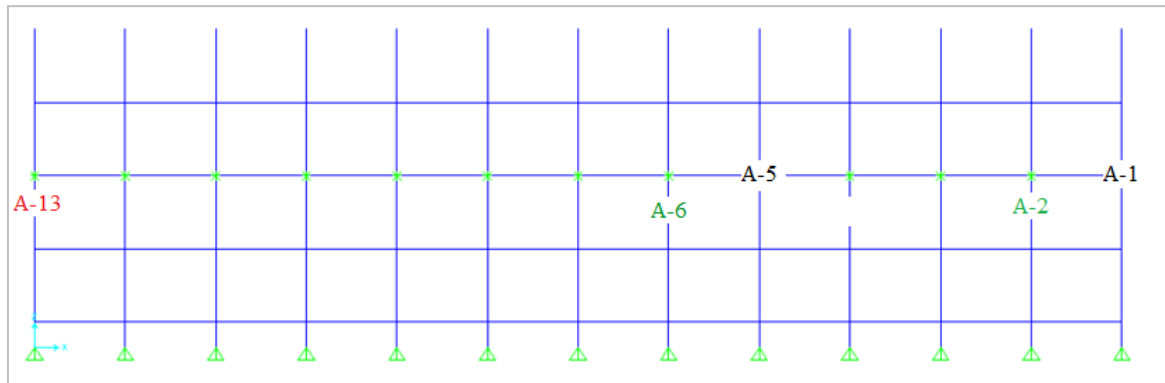
Yapıların kat deplasmanı değerlerinden iterasyonla bağlı oldukları iskelelerin ankraj nokta hizalarına etkiyen deplasmanlarına ulaşılmıştır. Çizelge 6.10.'da iskele ankraj nokta hizalarına etkiyen kat deplasmanları yer almaktadır.

Çizelge 6.10. 2KY, 5KY, 7KY, 10KY yapılar için kurulan 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskelelerde, iskele ankraj nokta hizalarına etkiyen kat deplasmanları

Akrajların Konumu (m)	Yapıdan İskele Ankrajlarına Etki Eden Deplasmanlar (mm)			
	2KY-İ	5KY-İ	7KY-İ	10KY-İ
4,70	6,06	14,50	16,49	16,83
8,70		34,20	36,23	38,20
12,70		55,90	59,20	62,83
16,70		76,10	81,66	88,74
20,70			104,37	114,11
24,70				138,14
28,70				160,80
32,70				181,49

1. kombinasyon olan rüzgâr yükü kombinasyonu mevzuattaki yer alan kriterlere uygun olarak yapıldığı için, referans kombinasyon olarak dikkate anılacaktır.

6.4.1. 2KY-İ iskelesi için değerlendirme



Resim 6.13. 2KY-İ'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan ankraj noktası (A-13) ve değer artışları kritik olan (A-2, A-6) ankraj noktaları gösterimi

Resim 6.13.'te renk kodlamasında siyah renk eksiltilem ankrajları, kırmızı renk maksimum değeri alan ankrajı ve yeşil renk değeri artışı kritik olan ankrajları ifade etmektedir. İlerde yer alan resimlerdeki ve çizelgelerdeki renk kodları da aynı anlamları ifade edecektir.

Çizelge 6.11. 2KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki A-2, A-6 ve A-13 ankraj noktalarının değeri

		Kombinasyonlar (kN)						
Ankrajın İskeledeki Dizilim Yüksekliği (m)	Ankraj Adı	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
		Rüzgar Yüğü	Deprem Etkisi	Mesnet Eksiltme	Ankraj Eksiltme	Mesnet Eksiltme + Deprem	Ankraj Eksiltme + Deprem	Mesnet Eksiltme + Ankraj Eksiltme + Deprem
4,70 m	A-2	0,60	0,20	0,30	5,50	0,30	7,10	7,00
4,70 m	A-6	0,50	0,00	0,50	0,70	0,50	0,70	0,80
4,70 m	A-13	6,60	2,10	7,30	6,90	8,20	9,00	8,60

İki katlı yapı için oluşturulan 2KY-İ iskelesi, yedi farklı yük kombinasyonu altında analiz edilmiştir. Bütün analizlerde en büyük kuvvet Resim 6.13.'te verilmiş olan A-13 ankraj noktasında oluşmuştur. Bunların değeri de Çizelge 6.11.'de verilmiştir.

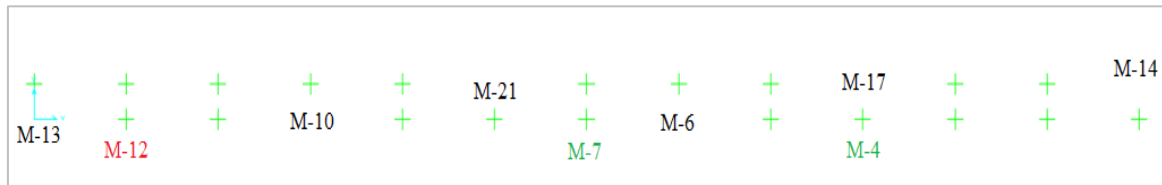
Maksimum kuvvetlerin oluştuğu 13 numaralı ankraj noktasına (A-13) baktığımızda; referans kabul edilen 1. kombinasyonda 6,60 kN'luk kuvvet oluştuğu, diğer kombinasyonlara bakıldığında en büyük 9,00 kN'luk kuvvet ile 6. kombinasyondaki artış görülmektedir. Artış miktarı 2,40 kN'dur. Yani %36'lık bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu miktarın da ihmal edilemeyecek düzeyde olduğu düşünülmektedir.

A-1 ve A-5 ankrajlarında eksiltilem yapıldığında, en çok zorlanan ankrajların kendilerine yakın noktalarda olan A-2 ve A-6 ankraj noktaları olduğu görülmüştür. A-2 ve A-6 ankraj noktalarının kuvvet değeri Çizelge 6.11.'de verilmiştir.

A-2 ankraj noktasında; referans kabul edilen 1. kombinasyonda 0,60 kN'luk kuvvet oluştuğu, diğer kombinasyonlara bakıldığında en büyük 7,10 kN'luk kuvvet ile 6.

kombinasyondaki artış görülmektedir. Artış miktarı 6,5 kN'dur. Yani %1083'lük bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Referans kombinasyona göre aşırı bir artış gerçekleşmiştir.

A-6 ankraj noktasında; referans kabul edilen 1. kombinasyonda 0,50 kN'luk kuvvet olduğu, diğer kombinasyonlara bakıldığında en büyük 0,80 kN'luk kuvvet ile 7. kombinasyondaki artış görülmektedir. Artış miktarı 0,30 kN'dur. Yani %60'lık bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Referans kombinasyona göre artış ihmal edilemeyecek düzeydedir.



Resim 6.14. 2KY-İ'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan mesnet noktası (M-12) ve değer artışları kritik olan (M-4, M-7) mesnet noktaları gösterimi

Resim 6.14.'te renk kodlamasında siyah renk eksiltelen mesnetleri, kırmızı renk maksimum değer alan mesneti ve yeşil renk değer artışı kritik olan mesneti ifade etmektedir. İlerde yer alan resimlerdeki ve çizelgelerdeki renk kodları da aynı anlamları ifade edecektir.

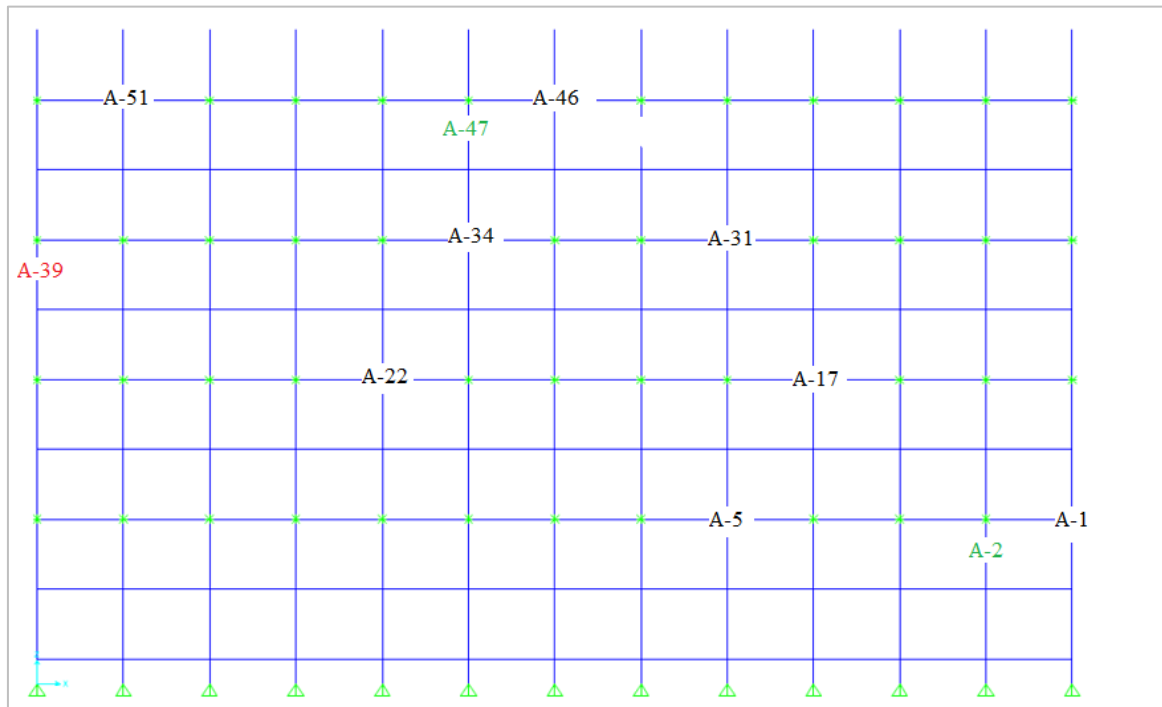
Çizelge 6.12. 2KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki M-4, M-7 ve M-12 mesnet noktalarının değerleri

		Kombinasyonlar (kN)						
Mesnetlerin İskeledeki Dizilim Yerleri	Mesnet Adı	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
		Rüzgar Yüğü	Deprem Etkisi	Mesnet Eksiltme	Ankraj Eksiltme	Mesnet Eksiltme + Deprem	Ankraj Eksiltme + Deprem	Mesnet Eksiltme + Ankraj Eksiltme + Deprem
Ön Sıra	M-4	11,70	9,10	17,00	11,70	16,50	11,90	16,50
Ön Sıra	M-7	12,00	9,30	14,70	4,80	15,70	5,60	15,70
Ön Sıra	M-12	10,40	10,80	12,90	10,30	18,70	13,0	18,60

M-6, M-10, M-13, M-14, M-17 ve M-21 noktalarında mesnet eksitilmesi yapıldığında, en büyük kuvvetin M-12 mesnetinde olduğu gözlemlenmiştir. Referans kombinasyonla diğer kombinasyonlardan gelen sonuçlar Çizelge 6.12.'de verilmiştir. Buna göre 1. kombinasyonda M-12 mesnetine 10,40 kN yük gelirken 5. kombinasyonda 18,70 kN'luk kuvvet geldiği görülmüştür. Buradaki artışın yaklaşık %80 mertebesinde olduğu görülmektedir.

Mesnet eksiltme sonrası değer artışları kritik olan M-4 ile M-7 noktalarına yedi kombinasyon altında etkiyen kuvvetler izelge 6.12.'de incelendiğinde; M-4'de en fazla artış, 1. kombinasyondaki referans değerdeki 11,70 kN'a göre 3. kombinasyondaki değerde oluşan 17,00 kN ile yaklaşık %45'lik artış ile oluşmuştur. M-7'de en fazla artış, 1. kombinasyondaki referans değerdeki 12,00 kN'a göre 5. ve 7. kombinasyonlardaki değerde oluşan 15,70 kN ile yaklaşık %31'lik artış ile oluşmuştur.

6.4.2. 5KY-İ iskelesi için değerlendirme



Resim 6.15. 5KY-I'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan ankraj noktası (A-39) ve değer artışları kritik olan (A-2, A-47) ankraj noktaları gösterimi

Çizelge 6.13. 5KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki A-2, A-39 ve A-47 ankraj noktalarının değerleri

		Kombinasyonlar (kN)						
Ankrajın İskeledeki Dizilim Yüksekliği (m)	Ankraj Adı	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
		Rüzgar Yükü	Deprem Etkisi	Mesnet Eksiltme	Ankraj Eksiltme	Mesnet Eksiltme + Deprem	Ankraj Eksiltme + Deprem	Mesnet Eksiltme + Ankraj Eksiltme + Deprem
4,70 m	A-2	0,50	0,10	0,40	3,70	0,40	3,80	2,20
16,70 m	A-39	2,90	1,70	3,00	2,90	4,40	4,40	4,40
16,70 m	A-47	0,70	0,20	0,90	1,00	1,00	1,30	1,40

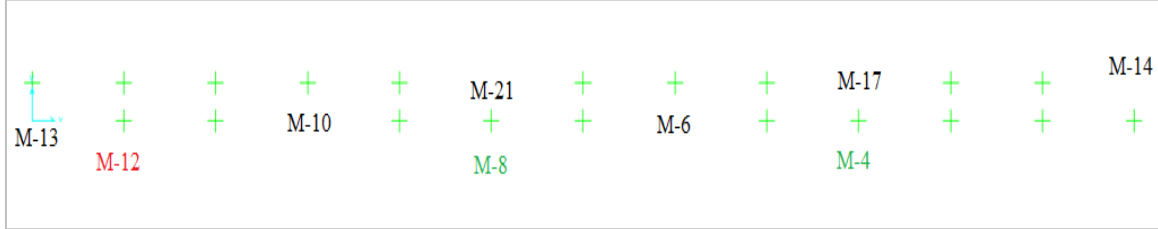
Beş katlı yapı için oluşturulan 5KY-İ iskelesi, yedi farklı yük kombinasyonu altında analiz edilmiştir. Bütün analizlerde en büyük kuvvet Resim 6.15.'te verilmiş olan A-39 ankraj noktasında oluşmuştur. Bunların değerleri de Çizelge 6.13.'te verilmiştir.

Makisimum kuvvetlerin olduğu 39 numaralı ankraj noktasına (A-39) baktığımızda; referans kabul edilen 1. kombinasyonda 2,90 kN'luk kuvvet olduğu, diğer kombinasyonlara bakıldığında en büyük 4,40 kN'luk kuvvet ile 5., 6. ve 7. kombinasyonlardaki artış görülmektedir. Artış miktarı 1,50 kN'dur. Yani %52'lik bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu miktarın da ihmal edilemeyecek düzeyde olduğu düşünülmektedir.

A-1, A-5, A-17, A-22, A-31, A-34, A-46 ve A-51 ankrajlarında eksiltme yapıldığında, en çok zorlanan ankrajların A-2 ve A-47 ankraj noktaları olduğu görülmüştür. A-2 ve A-47 ankraj noktalarının kuvvet değerleri Çizelge 6.13.'te verilmiştir.

A-2 ankraj noktasında; referans kabul edilen 1. kombinasyonda 0,50 kN'luk kuvvet olduğu, diğer kombinasyonlara bakıldığında en büyük 3,80 kN'luk kuvvet ile 6. kombinasyondaki artış görülmektedir. Artış miktarı 3,30 kN'dur. Yani %660'lık bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Referans kombinasyona göre aşırı bir artış gerçekleşmiştir.

A-47 ankraj noktasında; referans kabul edilen 1. kombinasyonda 0,70 kN'luk kuvvet olduğu, diğer kombinasyonlara bakıldığında en büyük 0,80 kN'luk kuvvet ile 7. kombinasyondaki artış görülmektedir. Artış miktarı 0,70 kN'dur. Yani %100'lük bir artış olduğu gözlemlenmiştir.



Resim 6.16. 5KY-I'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan mesnet noktası (M-12) ve değer artışları kritik olan (M-4, M-8) mesnet noktaları gösterimi

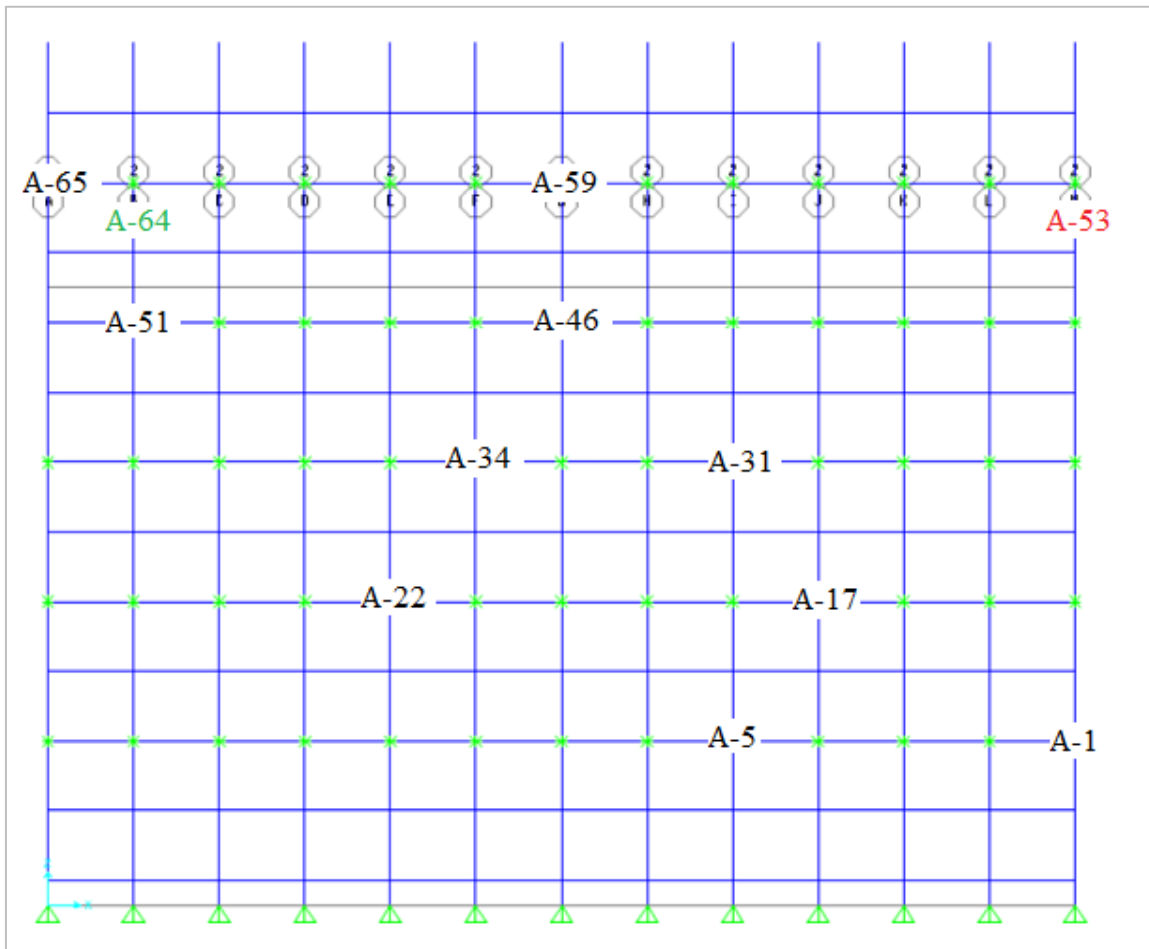
Çizelge 6.14. 5KY-I iskelesinin yedi kombinasyon altındaki M-4, M-8 ve M-12 mesnet noktalarının değerleri

		Kombinasyonlar (kN)						
Mesnetlerin İskeledeki Dizilim Yerleri	Mesnet Adı	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
		Rüzgar Yükü	Deprem Etkisi	Mesnet Eksiltme	Ankraj Eksiltme	Mesnet Eksiltme + Deprem	Ankraj Eksiltme + Deprem	Mesnet Eksiltme + Ankraj Eksiltme + Deprem
Ön Sıra	M-4	25,40	15,80	33,90	25,40	34,60	28,40	34,60
Ön Sıra	M-8	25,00	15,60	34,30	25,00	34,80	27,80	34,90
Ön Sıra	M-12	23,60	24,10	27,50	23,60	50,90	38,10	50,90

M-6, M-10, M-13, M-14, M-17 ve M-21 noktalarında mesnet eksitilmesi yapıldığında, en büyük kuvvetin M-12 mesnetinde olduğu gözlemlenmiştir. Referans kombinasyonla diğer kombinasyonlardan gelen sonuçlar Çizelge 6.14.'de verilmiştir. Buna göre 1. kombinasyonda M-12 mesnetine 23,60 kN yük gelirken 5. ve 7. kombinasyonda 50,90 kN'luk kuvvet geldiği görülmüştür. Buradaki artışın yaklaşık %116 mertebesinde olduğu görülmektedir.

Mesnet eksiltme sonrası değer artışları kritik olan M-4 ile M-8 noktalarına yedi kombinasyon altında etkiyen kuvvetler Çizelge 6.14.'de incelendiğinde; M-4'de en fazla artış, 1. kombinasyondaki referans değerdeki 25,40 kN'a göre 5. ve 7. kombinasyonlardaki değerlerde oluşan 34,60 kN ile yaklaşık %36'lık artış ile oluşmuştur. M-8'de en fazla artış, 1. kombinasyondaki referans değerdeki 25,00 kN'a göre 7. kombinasyondaki değerlerde oluşan 34,90 kN ile yaklaşık %40'lık artış ile oluşmuştur.

6.4.3. 7KY-İ iskelesi için değerlendirme



Resim 6.17. 7KY-İ'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan ankraj noktası (A-53) ve değer artışları kritik olan (A-64) ankraj noktası gösterimi

Çizelge 6.15. 7KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki A-53 ve A-64 ankraj noktalarının değerleri

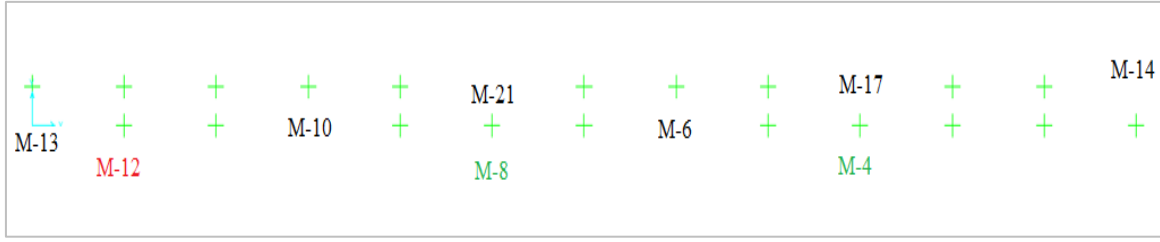
		Kombinasyonlar (kN)						
Ankrajın İskeledeki Dizilim Yüksekliği (m)	Ankraj Adı	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
		Rüzgar Yüğü	Deprem Etkisi	Mesnet Eksiltme	Ankraj Eksiltme	Mesnet Eksiltme + Deprem	Ankraj Eksiltme + Deprem	Mesnet Eksiltme + Ankraj Eksiltme + Deprem
20,70 m	A-53	6,90	1,40	7,00	7,20	8,20	8,70	8,60
20,70 m	A-64	0,70	0,20	0,40	6,10	0,40	7,30	7,20

Yedi katlı yapı için oluşturulan 7KY-İ iskelesi, yedi farklı yük kombinasyonu altında analiz edilmiştir. Bütün analizlerde en büyük kuvvet Resim 6.17.'de verilmiş olan A-53 ankraj noktasında oluşmuştur. Bunların değerleri de Çizelge 6.15.'te verilmiştir.

Makisimum kuvvetlerin oluştuğu 53 numaralı ankraj noktasına (A-53) baktığımızda; referans kabul edilen 1. kombinasyonda 6,90 kN'luk kuvvet oluştuğu, diğer kombinasyonlara bakıldığında en büyük 8,70 kN'luk kuvvet ile 6. kombinasyondaki artış görülmektedir. Artış miktarı 1,80 kN'dur. Yani %26'lık bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

A-1, A-5, A-17, A-22, A-31, A-34, A-46, A-51, A-59 ve A-65 ankrajlarında eksiltme yapıldığında, en çok zorlanan ankrajın A-64 ankraj noktası olduğu görülmüştür. A-64 ankraj noktasının kuvvet değeri Çizelge 6.15.'te verilmiştir.

A-64 ankraj noktasında; referans kabul edilen 1. kombinasyonda 0,70 kN'luk kuvvet oluştuğu, diğer kombinasyonlara bakıldığında en büyük 7,30 kN'luk kuvvet ile 6. kombinasyondaki artış görülmektedir. Artış miktarı 6,60 kN'dur. Yani %943'lük bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Referans kombinasyona göre aşırı bir artış gerçekleşmiştir.



Resim 6.18. 7KY-İ'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan mesnet noktası (M-12) ve değer artışları kritik olan (M-4, M-8) mesnet noktaları gösterimi

Çizelge 6.16. 7KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki M-4, M-8 ve M-12 mesnet noktalarının değerleri

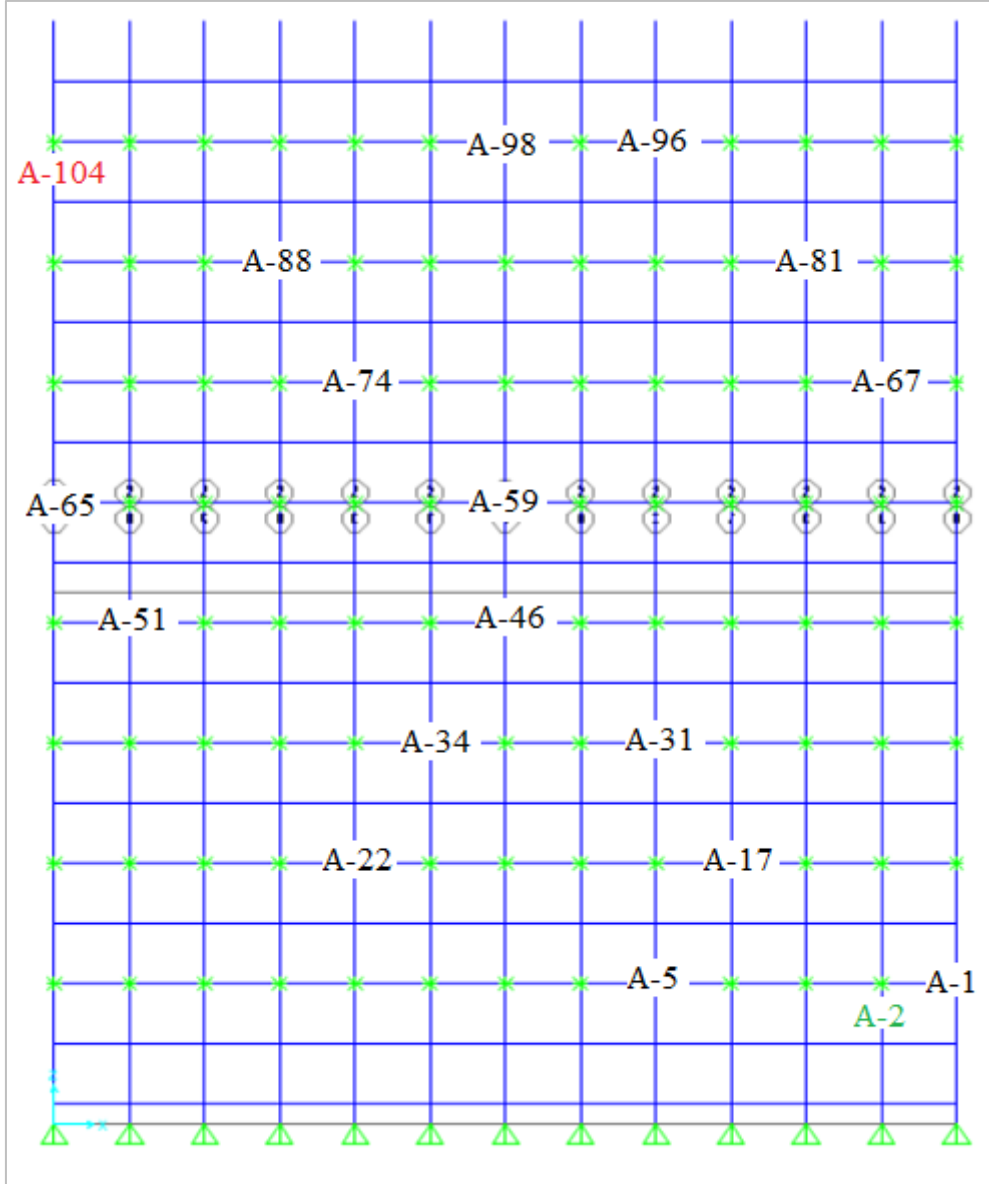
		Kombinasyonlar (kN)						
Mesnetlerin İskeledeki Dizilim Yerleri	Mesnet Adı	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
		Rüzgar Yüğü	Deprem Etkisi	Mesnet Eksiltme	Ankraj Eksiltme	Mesnet Eksiltme + Deprem	Ankraj Eksiltme + Deprem	Mesnet Eksiltme + Ankraj Eksiltme + Deprem
Ön Sıra	M-4	34,60	19,50	45,30	34,60	47,30	39,0	47,30
Ön Sıra	M-8	34,00	19,20	45,90	34,00	47,80	38,20	47,80
Ön Sıra	M-12	32,20	26,80	35,60	32,20	61,00	47,70	61,00

M-6, M-10, M-13, M-14, M-17 ve M-21 noktalarında mesnet eksitilmesi yapıldığında, en büyük kuvvetin M-12 mesnetinde olduğu gözlemlenmiştir. Referans kombinasyonla diğer kombinasyonlardan gelen sonuçlar Çizelge 6.16.'da verilmiştir. Buna göre 1. kombinasyonda M-12 mesnetine 32,20 kN yük gelirken 5. ve 7. kombinasyonda 61,00 kN'luk kuvvet geldiği görülmüştür. Buradaki artışın yaklaşık %89 mertebesinde olduğu görülmektedir.

Mesnet eksiltme sonrası değer artışları kritik olan M-4 ile M-8 noktalarına yedi kombinasyon altında etkiyen kuvvetler Çizelge 6.16.'da incelendiğinde; M-4'de en fazla artış, 1. kombinasyondaki referans değerdeki 34,60 kN'a göre 5. ve 7. kombinasyonlardaki değerlerde oluşan 47,30 kN ile yaklaşık %37'lik artış ile oluşmuştur. M-8'de en fazla artış, 1.

kombinasyondaki referans değerdeki 34,00 kN'a göre 5. ve 7. kombinasyonlardaki değerde oluşan 47,80 kN ile yaklaşık %41'lik artış ile oluşmuştur.

6.4.4. 10KY-İ iskelesi için değerlendirme



Resim 6.19. 10KY-İ'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan ankraj noktası (A-104) ve değer artışları kritik olan (A-2) ankraj noktası gösterimi

Çizelge 6.17. 10KY-İ iskelesinin yedi kombinasyon altındaki A-2 ve A-104 ankraj noktalarının değerleri

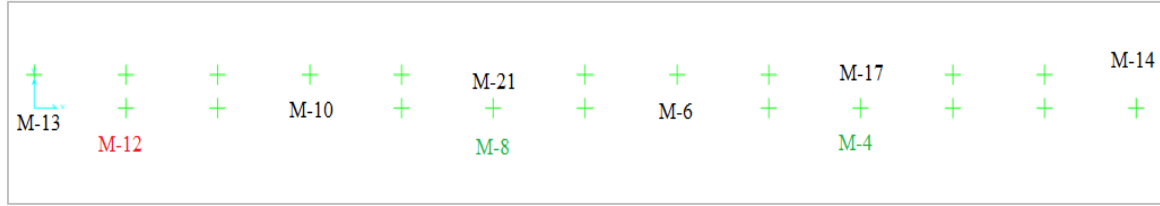
		Kombinasyonlar (kN)						
Ankrajın İskeledeki Dizilim Yüksekliği (m)	Ankraj Adı	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
		Rüzgar Yüğü	Deprem Etkisi	Mesnet Eksiltme	Ankraj Eksiltme	Mesnet Eksiltme + Deprem	Ankraj Eksiltme + Deprem	Mesnet Eksiltme + Ankraj Eksiltme + Deprem
4,70 m	A-2	0,60	0,10	0,40	4,80	0,40	4,80	4,30
32,70 m	A-104	8,00	0,10	7,90	8,00	7,90	8,40	7,90

On katlı yapı için oluşturulan 10KY-İ iskelesi, yedi farklı yük kombinasyonu altında analiz edilmiştir. Bütün analizlerde en büyük kuvvet Resim 6.19.'da verilmiş olan A-104 ankraj noktasında oluşmuştur. Bunların değerleri de Çizelge 6.17.'de verilmiştir.

Makisimum kuvvetlerin oluştuğu 104 numaralı ankraj noktasına (A-104) baktığımızda; referans kabul edilen 1. kombinasyonda 8,00 kN'luk kuvvet oluştuğu, diğer kombinasyonlara bakıldığında en büyük 8,40 kN'luk kuvvet ile 6. kombinasyondaki artış görülmektedir. Artış miktarı 0,40 kN'dur. Yani %5'lik bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

A-1, A-5, A-17, A-22, A-31, A-34, A-46, A-51, A-59, A-65, A-67, A-74, A-81, A-88, A-96 ve A-98 ankrajlarında eksiltme yapıldığında, en çok zorlanan ankrajın A-2 ankraj noktası olduğu görülmüştür. A-2 ankraj noktasının kuvvet değeri Çizelge 6.17.'de verilmiştir.

A-2 ankraj noktasında; referans kabul edilen 1. kombinasyonda 0,60 kN'luk kuvvet oluştuğu, diğer kombinasyonlara bakıldığında en büyük 4,80 kN'luk kuvvet ile 6. kombinasyondaki artış görülmektedir. Artış miktarı 4,20 kN'dur. Yani %700'lük bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Referans kombinasyona göre aşırı bir artış gerçekleşmiştir.



Resim 6.20. 10KY-I'nin tüm kombinasyonlarında maksimum kuvvet alan mesnet noktası (M-12) ve değer artışları kritik olan (M-4, M-8) mesnet noktaları gösterimi

Çizelge 6.18. 10KY-I iskelesinin yedi kombinasyon altındaki M-4, M-8 ve M-12 mesnet noktalarının değerleri

		Kombinasyonlar (kN)						
Mesnetlerin İskeledeki Dizilim Yerleri	Mesnet Adı	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
		Rüzgar Yükü	Deprem Etkisi	Mesnet Eksiltme	Ankraj Eksiltme	Mesnet Eksiltme + Deprem	Ankraj Eksiltme + Deprem	Mesnet Eksiltme + Ankraj Eksiltme + Deprem
Ön Sıra	M-4	56,70	25,40	73,20	56,80	76,70	61,50	76,80
Ön Sıra	M-8	55,10	25,00	73,50	55,20	77,10	59,70	77,10
Ön Sıra	M-12	51,50	31,70	53,60	51,50	81,10	62,30	81,10

M-6, M-10, M-13, M-14, M-17 ve M-21 noktalarında mesnet eksitilmesi yapıldığında, en büyük kuvvetin M-12 mesnetinde olduğu gözlemlenmiştir. Referans kombinasyonla diğer kombinasyonlardan gelen sonuçlar Çizelge 6.18.'de verilmiştir. Buna göre 1. kombinasyonda M-12 mesnetine 51,50 kN yük gelirken 5. ve 7. kombinasyonda 81,10 kN'luk kuvvet geldiği görülmüştür. Buradaki artışın yaklaşık %57 mertebesinde olduğu görülmektedir.

Mesnet eksiltme sonrası değer artışları kritik olan M-4 ile M-8 noktalarına yedi kombinasyon altında etkiyen kuvvetler Çizelge 6.18.'de incelendiğinde; M-4'de en fazla artış, 1. kombinasyondaki referans değerdeki 56,70 kN'a göre 7. kombinasyondaki değerde oluşan 76,80 kN ile yaklaşık %35'lik artış ile oluşmuştur. M-8'de en fazla artış, 1.

kombinasyondaki referans değerdeki 55,10 kN'a göre 5. ve 7. kombinasyonlardaki değerde oluşan 77,10 kN ile yaklaşık %40'lık artış ile oluşmuştur.

6.4.5. 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ ve 10KY-İ iskelelerinin ortak bir ankraj noktasına göre değerlendirilmesi

Tasarlanan dört iskelede de yer alan ve 2KY-İ, 5KY-İ ve 10KY-İ iskelelerinde değer artışı kritik olan A-2 ankraj noktası, iskelelerin karşılaştırılmasında ortak bir ankraj noktası olarak seçilmiştir.

2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ ve 10KY-İ iskelelerindeki ortak A-2 ankrajı değerleri Çizelge 6.19.'da incelendiğinde; genelde en yüksek değerlerin 6. ve 7. kombinasyonlarda çıktığı görülmektedir. İskelelerin yüksekliklerinin artması ile 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskeleleri arasındaki değerlerde artış söz konusudur. Fakat diğer iskelelere nazaran en yüksek değerler 2KY-İ iskelesinde mevcuttur.

Çizelge 6.19. 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskelelerindeki aynı ankraj noktası A-2'nin yedi kombinasyon altındaki değişimi

		Kombinasyonlar (kN)						
Ankrajın Bulunduğu İskele	Ankraj Adı	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
		Rüzgar Yüğü	Deprem Etkisi	Mesnet Eksiltme	Ankraj Eksiltme	Mesnet Eksiltme + Deprem	Ankraj Eksiltme + Deprem	Mesnet Eksiltme + Ankraj Eksiltme + Deprem
2KY-İ	A-2	0,60	0,20	0,30	5,50	0,30	7,10	7,00
5KY-İ	A-2	0,50	0,10	0,40	3,70	0,40	3,80	2,20
7KY-İ	A-2	0,50	0,10	0,40	3,90	0,40	5,00	3,50
10KY-İ	A-2	0,60	0,10	0,40	4,80	0,40	4,80	4,30

6.4.6. 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ ve 10KY-İ iskelelerinin ortak bir mesnet noktasına göre değerlendirilmesi

Tasarlanan dört iskelede de yer alan ve dört iskelede de maksimum kuvvetler alan M-12 mesnet noktası, iskelelerin karşılaştırılmasında ortak bir mesnet noktası olarak seçilmiştir.

2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ ve 10KY-İ iskelelerindeki ortak M-12 mesnet değerleri Çizelge 6.20.'de incelendiğinde; genelde en yüksek değerlerin 5. ve 7. kombinasyonda çıktığı görülmektedir. İskelelerin yüksekliklerinin artması ile 2KY-İ, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskeleleri arasındaki değerlerde de artış söz konusudur.

Çizelge 6.20. 2KY-I, 5KY-İ, 7KY-İ, 10KY-İ iskelelerindeki aynı mesnet noktası M-12'nin yedi kombinasyon altındaki değişimi

		Kombinasyonlar (kN)						
Ankrajın Bulunduğu İskele	Mesnet Adı	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
		Rüzgar Yüğü	Deprem Etkisi	Mesnet Eksiltme	Ankraj Eksiltme	Mesnet Eksiltme + Deprem	Ankraj Eksiltme + Deprem	Mesnet Eksiltme + Ankraj Eksiltme + Deprem
2KY-İ	M-12	10,40	10,80	12,90	10,30	18,70	13,10	18,60
5KY-İ	M-12	23,60	24,10	27,50	23,60	50,90	38,10	50,90
7KY-İ	M-12	32,20	26,80	35,60	32,20	61,00	47,70	61,00
10KY-İ	M-12	51,50	31,70	53,60	51,50	81,10	62,30	81,10

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada mevzuatta dikkate alınmayan deprem yükünün ve uygulamadaki bazı yanlışlıklar ile eksikliklerin iskele tasarımına etkisi incelenmiştir. Ayrıca iskelenin montaj aşaması ile kullanım aşamasındaki, mevzuata uyulmayan durumlarından da bahsedilerek iskele uygulayıcıları ve kullanıcılarına kılavuzluk etmesi amaçlanmıştır.

7.1. Sonuçlar

Çalışmada yapılan yedi kombinasyondan biri mevzuatta belirtilen yükleme ve kombinasyona uygun yapılmıştır. Daha önce de bahsedildiği gibi, bu kombinasyondaki değerler referans değer olarak alınarak, diğer kombinasyonlardan elde edilen değerler ile mukayese edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, en yüksek değerlerin; ankraj eksiltme ve deprem etkisinin birarada olduğu kombinasyon ile tüm varsayımların birlikte olduğu (ankraj eksiltme, mesnet eksiltme, deprem etkisi) kombinasyonda çıktığı gözlenmiştir.

Mesnet eksiltmesinin ve ankraj eksiltmesinin yapıldığı kombinasyonlara bakıldığında, ankrajlarda oluşan kuvvetlerin büyüklüğünün birbirine çok yakın olduğu gözlenmiştir. Deprem yükü etkisinin söz konusu olduğu kombinasyondan elde edilen sonuçların diğerlerine göre daha düşük çıktığı görülmüştür. Çalışmanın başında depremden dolayı ankrajlara gelecek olan kuvvetlerin daha kritik olacağı düşünülmekteyken, elde edilen analiz sonuçlarına bakıldığında, rüzgârın dikkate alındığı kombinasyondan gelen değerlerin daha büyük olduğu gözlenmiştir. Bu sonuca rağmen, deprem yüklerinin olduğu kombinasyonlardan ankrajlara gelen kuvvetlerin azımsanamayacak mertebede olduğu da dikkate alınmalıdır. Bunun sebebinin modelleme yapılırken, dikkate alınan yapının depremden dolayı büyük kat ötelenmelerine maruz kalmamış olması olarak düşünülmektedir. Depremin etkisinden dolayı büyük kat ötelenmelerinin oluşacağı bir yapıya monte edilen iskelenin tasarımına daha fazla dikkat edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Ankraj ve mesnet eksiltmesi yapıldığında; eksiltme yapılan ankraj ya da mesnetin hemen yanlarındaki ankraj ve mesnetlerin kuvvet oranlarındaki artış en az %60 olmakla birlikte %700, %943, %1083 oranlarına kadar ulaşmaktadır. Bu durumun iskele sistemine etkisinin çok tehlikeli sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir.

Çalışmadaki farklı yüksekliklere sahip iskele tasarımları ile; iskele yüksekliği değiştikçe elde edilen kuvvetler arasında karşılaştırma yapılmıştır. Tasarlanan iskelelerin yatay yöndeki boylarının sabit, düşey yöndeki boylarının değişken olmaları sebebiyle, yüksekliklerinin arttıkça, üzerlerindeki iskele yükünün de artması nedeniyle, iskelelerin zemine bağlandığı mesnetlerine gelen kuvvetlerin de arttığı görülmektedir. Ayrıca iskelelerin yüksekliği arttıkça ankrajlar üzerindeki kuvvetlerin de arttığı görülmektedir.

İskelelerin uygulama aşamasında zeminle temas ettiği mesnet ve yapıya bağlandığı ankraj noktalarının tasarımda belirtildiği biçimde ve sayıda yapılması çok önemli olmaktadır. Unutulan ya da olması gerektiğinden daha az dayanımda yapılan ankraj bağlantıları ve zemin mesnetleri iskelede çok ciddi stabilite kayıplarına yol açarak iskelenin çökmesine kadar giden olumsuzluklara yol açabileceği düşünülmektedir.

İskelelerde, mevzuatın öngördüğü düzen ve sayıda ankraj ile mesnetler yapılmazsa ya da uygulaması hatalı olursa; eksik olan ankraj ile mesnetlerin hemen yanlarındaki ankraj ve mesnetlere aşırı kuvvet artışları (%1083 oranlarına kadar ulaşan kuvvet artışı) getirebileceği, çalışmadaki tasarlanan iskele modellerinde görülmüştür. Bu durumun diğer ankraj ve mesnet noktaları üzerinde domino etkisi gösterip, iskelenin yapıyla bağlantı noktalarından sıyrılarak iskeleyi riskli hale getirebileceği düşünülmektedir.

7.2. Öneriler

Sahada mevzuata uymayan pek çok uygulama olduğu görülmektedir. Bu da iş kazalarına direkt sebebiyet vermektedir. Ne kadar mevzuata uygun uygulamalar yapılırsa, iş kazalarının o kadar azalacağı düşünülmektedir. Bu arada insan faktörü ciddi bir etken olarak karşımıza çıkmakla beraber, en azından tasarımsal boyutta gereklilikler yerine getirildiğinde, kazaların belirgin bir şekilde azalacağı, geriye kalan insan faktörlü iş kazalarının da çalışanlara periyodik eğitimler verilerek engellenebilir olacağı düşünülmektedir.

İnşaat sektöründe yer alan gerek çalışanlar, gerek mühendisler ve gerekse iş güvenliği uzmanları açısından; iskelelerin tasarımının ve uygulamasının yeterli olduğuna dikkat etmeleri, bilgi paylaşımı yapmaları ve riskli durumları tespit ederek ileride olabilecek

benzer risklerin önlenmesi için “ramak kala-olay” adı altında ilgili işyerinin risk değerlendirmesine eklemelerinin gerekliliği önerilmektedir.

İskele ankrajlarında ankraj çelik çubuğu yani tij yerine tel kullanılması ülkemizde özellikle küçük ölçekli yapı inşaatlarında yaygın bir uygulamadır. Fakat kullanılan bu tellerde defalarca kullanım sonrası yorulma oluşacağı ve tellerin dayanımı azalacağı için çelik çubuk yerine tel kullanımı tercih edilmemelidir. Farklı uzunluklara ve türlere sahip tij ve benzeri ürünlerin hem daha rijit olması hem de uzun ömürlü olması nedenleriyle bağ elemanı olarak kullanılması önerilmektedir.

İskele üzerindeki yükün artacağı öngörülüyorsa, ankraj sayısının da üretici firmanın talimatları doğrultusunda artırılması gereklidir. Kullanılan ankraj çelik çubuklarının üzerlerine gelecek çekme kuvvetlerine karşı kalınlıklarının artılabileceği ya da ankraj çelik çubuklarının nervürlü seçilerek uygulandığı yapının betonarmesinden sıyrılmaya karşı aderansının artırılması önerilmektedir.

İskeleyi yapıya bağlayan ankraj uygulamasında, ilgili yapının betonarme kısmında ankraj tijleri için açılan deliklerin iyice temizlenmesi ve daha sonra epoksi uygulayarak ankrajların tijleri yapıya monte edilmesi önerilmektedir. Bu uygulama yapılırken ankrajların istenilen dayanımda olması için, çalışanların konu hakkında bilgi ve tecrübeli olanlarından seçilmesi önerilmektedir.

İskelelerin zemine bağlandığı mesnet noktalarına gelen kuvvetler, iskele yükseklikleri ile değiştikleri için, daha yüksek yapılara kurulan iskelelerin tasarımında daha rijit mesnetlerin seçilmesi önerilmektedir.

İskele tasarımcılarının mevzuatta yer alan yüklere ilaveten, deprem yüklerini, iskelenin kurulum aşamasında mevcut iskelenin yapıya bağlandığı ankraj noktaları ile zemine etkidiği mesnet noktalarının birkaçının eksitilebileceği, gibi uygulamada sıklıkla yapılan hataları dikkate almaları önerilmektedir.

İskeleyi kuracak çalışanların bu konuda tecrübeli olmaları ve iskelenin kurulumunun mutlaka konusunda uzman bir kişinin nezaretinde yapılması önerilmektedir. Özellikle

iskelenin ankraj uygulamalarının, bu konuda özel olarak eğitilmiş, kalifiye işçiler tarafından yapılması önerilmektedir.

İskelenin ne amaçla kullanılacağı ve hangi yükler altında hesaplanması gerektiği önem kazanmaktadır. Burada vurgulanması gereken en önemli hususlardan biri de, tasarımın öncelikle yapılacak işe göre değerlendirilmesi gerekliliğidir. İskele kullanılarak ağır malzemelerin montajı yapılacaksa, ekonomik açıdan yüksek yük sınıfı seçilmeli, hafif malzemeler kullanılacaksa da yük sınıfının düşük seçilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahşap ve Ön Yapımlı Çelik İle Alüminyum Alaşımli Bileşenlerden Oluşan Dış Cephe İş İskelelerine Dair Tebliği, (2014), *Resmi Gazete*, 29124.
- Bayraktar, E. A. ve Bayraktar, D. (2017). Yapım işlerinde dış cephe iş iskelelerine yönelik yasal düzenlemeler ve uygulama örnekleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 8-18.
- Bostanlı, S. Y. (2016). *İnşaatlarda Standartlara Uygun Cephe İskelesi Kullanımının İş Güvenliği Açısından İncelenmesi*, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara, 1-5.
- Chung, K. F., Chan, S. L. and Yu, W. K. (2002). Recent Developments on Bamboo Scaffolding in Building Construction. *Advances in Building Technology*, 1, 629-636.
- Ertekin, Y. (2014). *İnşaat İskelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği*, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara, 1-24.
- İnternet: Cephe iskeleleri. (2016, Ağustos). *isgtedbir.com*. Web: <https://isgtedbir.com/yapi-isleri/cephe-iskelesi/> 14 Nisan 2019'da alınmıştır.
- Jahangiri, M., Solukloei, H. R. and Kamalinia, M. (2019). A neuro-fuzzy risk prediction methodology for falling from scaffold. *Safety Science*, 117, 88-99.
- Kızgın, M. A. (2017). *İnşaat İşçilerinin Yüksekte Çalışmaları ve Kullanılan İskelelerin İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-2.
- Peng, J.-L., Chen, K.-H., Chan, S.-L. and Chen, W. T. (2009). Experimental and analytical studies on steel scaffolds under eccentric loads. *Journal of Constructional Steel Research*, 65, 422-435.
- Rubio-Romero, J. C., Rubio Gamez, M. C. and Carrillo-Castrillo, J. A. (2013). Analysis of the safety conditions of scaffolding on construction sites. *Safety Science*, 55, 160-164.
- Takva, Y. (2018). *İnşaat Sektöründe İş İskelelerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında İncelenmesi ve Optimum Çözümü*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-4.
- Taşdöken, Ü. (2015). *İnşaat Sektöründe Yüksekte Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği ve Yüksekten Düşme İş Kazalarının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gediz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2.
- Türk Standardları Enstitüsü (2005). *TS EN 12810-1, Ön yapımlı bileşenlerden oluşan cephe iskeleleri - bölüm 1: mamul özellikleri standardı*. Ankara: TSE, 6-16
- Türk Standardları Enstitüsü (2005). *TS EN 12810-2, Ön yapımlı bileşenlerden oluşan cephe iskeleleri - bölüm 2: özel yapısal tasarım metotları standardı*. Ankara: TSE, 1-20.

- Türk Standardları Enstitüsü (2005). *TS EN 12811-1, Geçici iş donanımları - bölüm 1: iş iskeleleri - performans gerekleri ve genel tasarım standartı*. Ankara: TSE, 4-22.
- Türk Standardları Enstitüsü (2005). *TS EN 12811-2, Geçici iş donanımları - bölüm 2: malzeme bilgileri standartı*. Ankara: TSE, 4-7.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, (2018), *Resmi Gazete*, 30364.
- Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, (2013), *Resmi Gazete*, 28786.
- Yaşar, M. and Yazıcıoğlu, S. (2018). Exterior Scaffolds of Prefabricated Components, Loads Affecting Scaffolds and Scaffold Experiments. *International Scientific and Vocational Journal*, 2(2), 1-11.
- Yılmaz, B. (2017). *Yapı İşlerinde İskele Kurulumunda ve Çalışmalarında İş Sağlığı ve Güvenliği Kurallarının Uygulanması ve İş Kazalarının Önlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-5.
- Yu, W. (2004). An Investigation Into Structural Behaviour of Modular Steel Scaffolds. *Steel and Composite Structures*, 4(3), 211-226.
- 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, (2012), *Resmi Gazete*, 28339

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : İLGÜN, Salih Özkan
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 22.06.1987, Ankara
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (312) 223 09 03
 e-mail : salihozkanilgun@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	Devam ediyor
Yüksek lisans	TODAİE / Kamu Yönetimi	2016
Lisans	Anadolu Üniversitesi / Kamu Yönetimi	2011
Lisans	Akdeniz Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2009
Lise	Pursaklar Anadolu Lisesi	2005

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
-	-	-

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

İlgün, S. Ö. (2019, 2-4 Mayıs). *Ön Yapımlı Dış Cephe İskelelerinin Farklı Durumlar Altında Modellenerek İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi*. Kent, İnşaat ve Ekonomi Kongresinde sunuldu, Gaziantep.

Hobiler

Yüzme, Politika, Dans, Kitap Okuma

DİZİN

A

AFAD · 42
ahşap · 13,20, 27, 28
alüminyum · 13, 20, 27, 29, 32
ana korkuluk · 20, 21, 49
ara korkuluk · 15, 20, 21, 49

B

bağ paterni · 25, 50

C

cup-lock · 15, 16

Ç

çelik · 10, 11, 13, 20, 27, 32, 45,
48, 78, 80

D

demontaj · 15, 32
deplasman · 6, 42, 47, 50, 51, 59,
60, 61

E

ETAPS · 4, 5, 41, 51, 60

F

Flanşlı-Kamalı · 16, 17

G

Giriş · 1

H

H Tipi · 17,1 8

İ

iterasyon · 47, 51, 6
iş kazaları · 1, 2, 7, 8, 32, 77

K

kişisel koruyucu donanım · 37,
38, 39
kontrol formu · 33, 34
korozyon · 20, 26

M

model · 5, 6, 8, 20, 41, 45, 49, 50,
51, 60, 77
modüler · 11, 30

P

paraşüt tipi emniyet kemeri · 37,
38, 39

S

sağlık ve güvenlik planı · 19
SAP 2000 · 4, 6, 46, 51

Ş

şaşırtmalı · 25

T

takviye · 15, 29, 30, 39
taşeron · 36
tesviye · 28
toplu koruma önlemleri · 39
topuk levhası · 20 21, 49

U

uyarıcı levha · 27

Y

yaklaşma mesafesi · 28



GAZİ GELECEKTİR..