



**YAPILARDA KULLANILAN CEPHE İSKELELERİNİN STATİK AÇIDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mustafa YAŞAR

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

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2019

Mustafa YAŞAR tarafından hazırlanan “ YAPILARDA KULLANILAN CEPHE İSKELELERİNİN STATİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ ”adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Salih YAZICIOĞLU

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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

.....

Başkan: Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN

Arazi Geliştirme ve Proje Yönetimi Ana Bilim Dalı, Ankara Üniversitesi

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

.....

Üye: Doç. Dr. Gökhan DURMUŞ

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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

.....

Tez Savunma Tarihi: 02/05/2019

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.

Mustafa YAŞAR
02/05/2019

YAPILARDA KULLANILAN CEPHE İSKELELERİNİN STATİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Mustafa YAŞAR

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2019

ÖZET

Yapılarda, dış cephelerde yalıtım, boyama, sıva işleri, kaplama vb. işlerde dış cephe iskelesi kullanılmaktadır. Dış cephe iskeleleri, yapı işlerinde çalışan işçiler, yapı malzemeleri ve ekipmanlarının ağırlıklarını karşılamak ve dış cephelerde yapılan işlerin daha pratik ve kolay bir şekilde yapılması için kurulan ve geçici elemanlardan oluşan bir sistemdir. Türkiye’de daha çok dış cephe iskelesi için ön yapımli bileşenlerden oluşan sistemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada yapılarda kullanılan cephe iskelelerinin statik açıdan değerlendirilmesi araştırılmıştır. Çalışmada ahşap ve ön yapımli elemanlardan oluşan iskele sistemleri ve bu iskele sistemlerinin hangi amaçla kullanılacağını belirten iskele sınıflandırması anlatılmış, ön yapımli bileşenlerin çevresel faktörlere, hareketli ve sabit tüm yüklemelere karşı dayanıklı olacak şekilde üretilmesi, iskele elemanlarının standartlara uygunluğunun kontrolü için hangi deneylerin yapılması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca ön yapımli bileşenlerin, TS EN 12810-1 standardına göre sağlaması gereken asgari şartların ne olduğu deneysel çalışmalar ile anlatılarak iskele sisteminin şantiyelerde kurulmadan önce statik analizlerinin nasıl yapılması gerektiği örnek bir iskele sistemi üzerinde gösterilmiştir. Çalışmanın sonuç kısmında ise yönetmeliklere, standartlara uygun olmadan üretilen iskelelerin kullanımının iş sağlığı ve güvenliği bakımından önemi ve örnek iskele analizi sonucunda yük tiplerinin iskele sistemine olan etkileri değerlendirilmiştir.

Bilim Kodu : 91127
Anahtar Kelimeler : Dış cephe iskelesi, çelik iskele, ön yapımli bileşenler
Sayfa Adedi : 106
Danışman : Prof. Dr. Salih YAZICIOĞLU

STATIC EVALUATION OF FACADE SCAFFOLDS USED IN BUILDINGS

(M. Sc. Thesis)

Mustafa YAŞAR

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

May 2019

ABSTRACT

In buildings, exterior facades insulation, painting, plaster works, coating and so on. exterior scaffolding is used in works. Facade scaffolding is a system consisting of temporary and temporary personnel to meet the weights of construction workers, construction materials and equipment and to make the works on the facades more practical and easy. In Turkey, systems consisting of pre-made components are used mostly for the external scaffolding. In this study, the static evaluation of the facade scaffolds used in the buildings was investigated. In this study, scaffolding systems consisting of wooden and pre-constructed elements and scaffold classification which are used for the purpose of these scaffolding systems are explained, preformed components are produced to be resistant to all environmental factors, moving and fixed loads, and which tests should be performed to check the conformity of the scaffold elements to the standards. Moreover, the minimum requirements for preformed components according to the TS EN 12810-1 standard are explained with experimental studies, static analysis of the scaffolding system before installation on construction sites is shown on an exemplary scaffolding system. In the conclusion of the study, the importance of the use of scaffolds produced in accordance with the regulations and standards in terms of occupational health and safety and the impact of the load types on the scaffolding system were examined.

Science Code : 91127

Key Words : Exterior scaffolding, steel scaffolding, pre-made components

Page Number : 106

Supervisor : Prof. Dr. Salih YAZICIOĞLU

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenciliğim süresince ve tez çalışmamın tamamlanmasında benden desteğini esirgemeyen çok kıymetli hocam ve danışmanım sayın Prof. Dr. Salih YAZICIOĞLU'na en kalbi teşekkürlerimi sunarım. Yüksek Lisans hayatım boyunca ders aldığım tüm hocalarıma, çalışma arkadaşlarım “TSE çalışanları Erhan TETİK ve Gökhan DURAN’a”, mesai harcadığım kurumum Türk Standartları Enstitüsü çalışanlarına, SWS Meriç Grup İskele firması kalite temsilcilerine ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLER LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. DIŞ CEPHE İSKELE SİSTEMLERİ.....	3
2.1. Cephe İskeleleri.....	3
2.1.1. Malzeme cinsine göre dış cephe iskele çeşitleri	3
2.1.2. Kullanımına göre dış cephe iskele çeşitleri.....	5
2.2. Cephe İskelelerinin Sistemsel Sınıflandırılması	8
2.3. Dış Cephe İskeleleri ile ilgili Yasal Mevzuat ve Standartlar	12
2.4. Dış Cephe İskelelerinin Belgelendirilmesi.....	13
3. ÖN YAPIMLI İSKELE BİLEŞENLERİNİN MALZEME ÖZELLİKLERİ VE İSKELEYİ ETKİLEYEN YÜKLER.....	17
3.1. Malzeme Özellikleri.....	17
3.2. Özel Malzemeler ve Gereksinimleri	17
3.3. Dış Cephe İskelelerini Etkileyen Yükler.....	21
3.3.1. Yük sınıfları	22
3.3.2. Dinamik yükleme	24
3.3.3. Kar ve buz yükleri.....	25
3.3.4. Rüzgâr yükleri.....	26

	Sayfa
3.3.5. Yük kombinasyonları	27
4. ÖN YAPIMLI BİLEŞENLERDEN OLUŞAN DIŞ CEPHE İSKELELERİNDE YAPILAN DENEYLER	29
4.1. Platform Deneyleri	29
4.1.1. Düşme deneyi.....	29
4.1.2. Tekil yük deneyi.....	30
4.1.3. Düzgün yayılı yük deneyi	31
4.1.4. Yük sınıfı 5 ve 6 için kısmi alan yükü deneyi.....	32
4.2. Merdiven Deneyleri	32
4.3. Sehim Deneyleri.....	32
4.3.1. Platformların sehim.....	32
4.3.2. Yan korumaların sehim.....	33
4.3.3. Izgara korkuluklarının sehim	34
4.3.4. Boyut muayenesi.....	34
4.4. Laboratuvar Deneyleri	35
4.4.1. Galvaniz kalınlığının ölçülmesi	35
4.4.2. Birleştirme elemanlarının değerlendirilmesi.....	35
4.4.3. Taban plakalarının değerlendirilmesi.....	36
4.4.4. Ankrajların en az C20 betonu ile aderans kuvvetinin ölçülmesi.....	37
4.4.5. Titreşim deneyi (flanşlı iskeleler için)	38
4.4.6. Ergitme kaynağı	38
5. DIŞ CEPHE İSKELELERİNİN KURULUMU VE DENETİM MEKANİZMALARININ ARAŞTIRILMASI	41
5.1. İskele Kurulumunda Dikkat Edilecek Genel Hususular	41
5.2. İskele Statik Proje Kontrolleri.....	42
5.3. Yapı Denetim Kontrolleri	43

Sayfa

6. ÖN YAPIMLI ÇELİK İSKELE SİSTEMİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ ANALİZ PROGRAMI YARDIMI İLE STATİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	45
6.1. Sistem Genel Bilgileri	45
6.2. İskele Bileşen Detayı.....	46
6.3. Çelik Malzeme Değerleri	50
6.4. Yük Analizi	52
6.5. Sehim Kontrolü	70
6.6. Göreli kat ötelenmesi	73
6.7. Mesnet Reaksiyonları.....	78
6.8. Ankraj ve Taban Plakasına Gelen Kuvvet Hesabı	80
6.9. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	82
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	85
KAYNAKLAR	87
EKLER.....	89
EK-1. Açık durumda 0,2 kN/m ² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 3.....	90
EK-2. Açık durumda 1,1 kN/m ² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 3.....	92
EK-3. Kapalı durumda 0,2 kN/m ² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 3.....	94
EK-4. Kapalı durumda 1,1 kN/m ² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 3.....	96
EK-5. Açık durumda 0,2 kN/m ² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 6.....	98
EK-6. Açık durumda 1,1 kN/m ² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 6.....	100
EK-7. Kapalı durumda 0,2 kN/m ² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 6.....	102
EK-8. Kapalı durumda 1,1 kN/m ² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 6.....	104
ÖZGEÇMİŞ	106

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Cephe iskelelerinin sistemsel sınıflandırması.....	9
Çizelge 2.2. Çalışma alanları için genişlik sınıfları	10
Çizelge 2.3. Platformlar arası çalışma mesafesi	11
Çizelge 2.4. Merdiven boyutları	11
Çizelge 3.1. Çelik için malzeme değerleri	17
Çizelge 3.2. Alüminyum için malzeme değerleri	17
Çizelge 3.3. 48,3 mm dış çapa sahip çelik boruların et kalınlıkları ve akma gerilmeleri	18
Çizelge 3.4. 48,3 mm dış çapa sahip alüminyum boruların et kalınlıkları ve akma gerilmeleri.....	18
Çizelge 3.5. Çalışma alanı üzerindeki servis yükleri.....	23
Çizelge 3.6. Platform üzerindeki hizmet yüklerine karşılık gelen örnek işler.....	25
Çizelge 3.7. Rüzgâr basıncı hesabı için referans alan.....	27
Çizelge 3.8. Aerodinamik kuvvet katsayısı C_f	27
Çizelge 3.9. Yapının bulunduğu yere göre rüzgâr etki katsayısı C_s	27
Çizelge 3.10. Düzgün yayılı servis yükünün yüzdeleri	28
Çizelge 4.1. Gözlemlenen iskele deneylerin değerlendirilmesi.....	39
Çizelge 6.1. Analizi yapılan dış cephe iskele özellikleri	45
Çizelge 6.2. Dış cephe iskele analizinde kullanılan bileşenlerin boyutları.....	46
Çizelge 6.3. Çelik malzeme için değerler	46
Çizelge 6.4. Yük cinslerinin 1,5 kısmi güvenlik katsayısı ile artırılması	57
Çizelge 6.5. Yük cinslerinin 1,0 kısmi güvenlik katsayısı ile artırılması	57
Çizelge 6.6. Yükleme kombinasyonları.....	58
Çizelge 6.7. Yük sınıfı 3 için kuvvet değerleri	81
Çizelge 6.8. Yük sınıfı 6 için kuvvet değerleri	81
Çizelge 6.9. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi.....	84

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Örnek iskele sistemi kodlandırılması.....	10
Şekil 2.2. Merdiven basamak ve rıht detayı.....	12
Şekil 3.1. Tasarım için rüzgâr basıncı.....	26
Şekil 6.1. 48,3*3 mm boru profil detayı	47
Şekil 6.2. 34*2 mm boru profil detayı	47
Şekil 6.3. 42,4*2,5 mm çapraz detayı.....	48
Şekil 6.4. 40*40*2,5 mm kiriş detayı	49
Şekil 6.5. Çalışma platformu detayı.....	49
Şekil 6.6. Çelik malzeme değerleri	50
Şekil 6.7. Analiz programında tanımlanan kesitler.....	51
Şekil 6.8. İskele yüzeyini kaplayan branda yükü.....	53
Şekil 6.9. Düzgün yayılı yük olarak girilen hareketli yükler	55
Şekil 6.10. Hareketli yük değerleri	56
Şekil 6.11. Açık durumda W_x 0,2 kN/m ² rüzgâr yükü.....	62
Şekil 6.12. Açık durumda W_y 0,2 kN/m ² rüzgâr yükü.....	63
Şekil 6.13. Açık durumda W_x 1,1 kN/m ² rüzgâr yükü.....	64
Şekil 6.14. Açık durumda W_y 1,1 kN/m ² rüzgâr yükü.....	65
Şekil 6.15. Kapalı durumda W_x 0,2 kN/m ² rüzgâr yükü.....	66
Şekil 6.16. Kapalı durumda W_y 0,2 kN/m ² rüzgâr yükü	67
Şekil 6.17. Kapalı durumda W_x 1,1 kN/m ² rüzgâr yükü	68
Şekil 6.18. Kapalı durumda W_y 1,1 kN/m ² rüzgâr yükü	69
Şekil 6.19. Yük sınıfı 3 açık durum için kiriş sehim kontrolü.....	70
Şekil 6.20. Yük sınıfı 6 açık durum için kiriş sehim kontrolü	71
Şekil 6.21. Yük sınıfı 3 kapalı durum için kiriş sehim kontrolü.....	72
Şekil 6.22. Yük sınıfı 6 kapalı durum için kiriş sehim kontrolü.....	72

Şekil	Sayfa
Şekil 6.23. Açık durum için X yönü görelî kat ötelenmesi.....	74
Şekil 6.24. Açık durum için Y yönü görelî kat ötelenmesi.....	75
Şekil 6.25. Kapalı durum için X yönü görelî kat ötelenmesi.....	76
Şekil 6.26. Kapalı durum için Y yönü görelî kat ötelenmesi.....	77
Şekil 6.27. Yük sınıfı 3'e göre max. moment.....	79
Şekil 6.28. Yük sınıfı 6'ya göre max. moment.....	80
Şekil 6.29. İskelenin yapıya ankrajlanması.....	82

RESİMLER LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Ön yapımlı dış cephe iskele örneği.....	4
Resim 2.2. Çelik iskele dikmesindeki kurtağzı ve kama	6
Resim 2.3. Flanşlı çelik iskele dikmesi.....	6
Resim 2.4. Cuplock(fincan) tipi iskele	7
Resim 2.5. H tipi iskele sistemi	7
Resim 2.6. Hareketli cephe platformu	8
Resim 4.1. Çelik bilye ile platforma düşme deneyinin uygulanması	30
Resim 4.2. Düşme deneyi sonrası deformasyona uğramış platform.....	30
Resim 4.3. Tekil yük deneyi	31
Resim 4.4. Düzgün yayılı yük deneyi.....	31
Resim 4.5. Merdiven deneyi	32
Resim 4.6. Yan koruma düşey sehim deneyi.....	33
Resim 4.7. Yan koruma yatay sehim deneyi.....	34
Resim 4.8. Galvaniz kalınlığı ölçümü.....	35
Resim 4.9. Birleşim elemanı.....	36
Resim 4.10. Taban plakaları	37
Resim 4.11. Ankraj aderans kuvvetinin ölçülmesi	37
Resim 4.12. Ankraj bağlantısı.....	38
Resim 5.1. Yaya geçişine uygun fileli dış cephe iskele	42
Resim 5.2. Branda ile kaplı dış cephe iskele	42

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklamalar
ap	Kısmi alan yükü
cm²	Santimetrekare
hi	Eleman yüksekliği
kg	Kilogram
kN	Kilo Newton
L	Uzunluk
m	Metre
m²	Metrekare
mm	Milimetre
mm²	Milimetrekare
m³	Metreküp
Mpa	Megapascal
N	Newton
µm	Mikrometre
R	Süneklik katsayısı
t	Et kalınlığı
Δi	İki elaman arasındaki deplasman farkı
δi	Süneklik katsayısı ile deplasman farkı çarpımı
Kısaltmalar	Açıklamalar
EN	European Norm
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
TS	Türk Standardı

1. GİRİŞ

Yapılarda, dış cephelerde yalıtım, boyama, sıva işleri, kaplama vb. işlerde dış cephe iskelesi kullanılmaktadır [1]. Dış cephe iskeleleri, yapı işlerinde çalışan işçiler, yapı malzemeleri ve ekipmanlarının ağırlıklarını karşılamak ve dış cephelerde yapıların işlerin daha pratik ve kolay bir şekilde yapılması için kurulan ve geçici elemanlardan oluşan bir sistemdir [1]. Geçmişte yapıların dış cephelerinde yapılan işler için Türkiye’de ahşap malzemelerden oluşan iskeleler kullanılmışken, dünyada bazı bölgelerde ise bambu malzemeden oluşan iskeleler kullanılmıştır [2]. Türkiye’de ahşap malzemelerin bir araya getirilmesi ile kurulan iskele kullanımı giderek azalmaktadır. Yakın zamanda mukavemeti ve tekrar tekrar kullanılması bakımından ön yapımlı çelik ve alüminyum elemanlardan oluşan iskele kullanımı giderek artmaktadır [3].

Yapıların dış cephelerinde kullanılan iskelelerde kullanılan malzemelerin standarda uygun mukavemette olması, iskelelerin şantiyelerde kullanılmadan önce yapısal olarak analizlerinin yapılması, iskelenin şantiye ortamında kullanımı süresince iş sağlığı ve güvenliği açısından tedbirlerin alınmış olması, iskele bileşenlerinin montajının ve de montajının bu konuda eğitilmiş ve tecrübeli kişilerce yapılmış olması önem arz etmektedir.

Dış cephelerde kurulacak olan iskelelerde kullanılacak ön yapımlı bileşenler statik ve dinamik yüklemelere maruz kaldığında standartlara uygun yeterli dayanımı sağlamalıdır. Dış cephe iskeleleri, rüzgâr yüklerine, iskele üzerinde çalışan işçilerin ağırlıklarına, kullanılan inşaat malzemelerinin ağırlığına, geçici olarak kullanılan yapı ekipmanlarının ağırlıklarına ve çarpma, darbe gibi etkilere maruz kalabileceğinden bu durumlar düşünülerek tasarım ve analizlerinin yapılması gerekmektedir [2].

Dış cephe iskelesinde kurulan her bir çalışma platformunda güvenli bir çalışma alanı oluşturulmalıdır. İskelenin kullanımı sırasında herhangi bir katta yapılan uygulamaların, iskelenin çevresinden bulunan unsurlara zarar vermeyecek şekilde önlemlerin alınması gerekmektedir. İskele bileşenleri, kullanılmadığı durumlarda uygun bir depolama yöntemi ile saklanmalı, dış hava ve çevre şartlarından etkilenmesi minimuma indirilmelidir. İskelenin yapıyla olan bağlantıları kazara yerinden oynamayacak şekilde yapılmalıdır. Bu çalışma kapsamında dış cephelere kurulan bir iskele sisteminde kullanılan bileşenlerin boyutsal, malzeme ve dayanım açısından sağlaması gereken asgari şartlar, iskele sistemini etkileyen

sabit, hareketli ve dinamik yük etkileri, iskele bileşenlerine uygulanan deneyler ve örnek bir iskele sistem konfigürasyonu ile statik analiz yapılarak hesap sonuçları karşılaştırılmıştır.

2. DIŞ CEPHE İSKELE SİSTEMLERİ

İskele, yapıların inşasında yapı çalışanlarının boylarının yetişemeyeceği yerlere ulaşip yapıların bakım, onarım işleri; sıva, boya, dış cephe ısı yalıtımı ve dış cephe kaplamaları vb. işlerin güvenli bir çalışma alanı sağlanarak yapılması amacı ile kurulan geçici inşaat ekipmanlarından oluşan sistemdir [3]. Cephe iskelesi ise, cephesine kurulan yapıya ankrajlama yöntemi ile sabitlenerek oluşturulan, iskele bileşenlerinin üreticiler tarafından tasarlanıp üretildiği ve belirli bir konfigürasyona göre bileşenlerin birleştirilmesi ve sökülmesi ile kullanılan ekipmanlardan oluşan sistemdir [4].

2.1. Cephe İskeleleri

2.1.1. Malzeme cinsine göre dış cephe iskele çeşitleri

Dış cephe iskeleleri malzeme çeşidine göre:

- a. Ahşap iskeleler
- b. Ön yapımlı bileşenlerden oluşan iskeleler
 - Çelik iskele
 - Alüminyum alaşımlı iskelelerdir [4].

Ahşap iskeleler

İskelenin bileşenleri arasında yer alan başlık, çapraz, dikme, payanda, çalışma alanı, ara bağlantı gibi elemanlar için ahşap malzemelerin kullanıldığı iskele türüdür [5]. Yapılarda özellikle de konut inşaatlarında dış cephelerde yapılan birçok iş için ahşap iskeleler kullanılmaktadır. Ancak son zamanlarda yasal düzenlemelerle birlikte iş güvenliği açısından alınan tedbirlerin de artırılması ile ahşap iskeleler yerini ön yapımlı bileşenlerden oluşan çelik ve alüminyum iskelelere bırakmaya başlamıştır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2014) yüksekliği 13,5 m’yi geçen yapılarda ahşap dış cephe iskelesi yerine ön yapımlı bileşenlerden oluşan çelik ve alüminyum iskelelerin kullanılması gerektiğini belirtmiştir [1]. “TS 13662 Ahşap bileşenlerden oluşan dış cephe iskeleleri” standardına göre ahşap dış cephe iş iskelelerinin yapımında kullanılacak kerestenin düzgün, sıkı dokulu, az budaklı ve daha önce başka işlerde kullanılmamış olması istenmektedir.

Ahşap iskelede kullanılan her türlü bileşen, çalışma koşullarına ve dış şartlara dayanabilecek mukavemette olmalıdır. Malzemenin kullanımını etkileyecek kirlenme ve kusurlar bulunmamalıdır [6].

Ön yapımlı bileşenlerden oluşan iskeleler

Çelik ve alüminyum gibi malzemelerden oluşan platform, dikme, çapraz, taban plakası, birleştirme ve sabitleme elamanlarının fabrika ortamında standartlara uygun üretilmesi ve üretilen bu bileşenlerin uygulama alanlarında iskele kurulum kurallarına uygun olarak montajının yapılması ile elde edilen iskele sistemleridir [7]. Resim 2.1’de ön yapımlı dikmeler, yan korumalar, çalışma alanı olan platformlar, çapraz bileşenler, katlar arası ulaşım amaçlı merdivenler, topukluk elemanı ve ankraj elemanı bulunan çelik bir iskele sistemi örneği verilmiştir.



Resim 2.1. Ön yapımlı dış cephe iskele örneği

Çelik iskeleler

Dış cephe iskelesi olarak kullanılan bileşenlerin çelik bir malzemedan üretildiği ve bileşenlerin(dikme, çapraz, platform vb.) kolaylıkla monte ve de monte edilebildiği iskele türüdür [8].

Alüminyum iskeleler

Dış cephe iskelesi olarak kullanılan bileşenlerin alüminyum bir malzemedan üretildiği ve bileşenlerin(dikme, çapraz, platform vb.) kolaylıkla monte ve de monte edilebildiği iskele türüdür. [8].

2.1.2. Kullanımına göre dış cephe iskele çeşitleri

Ahşap dış cephe iskele tipleri

Sehpa iskeleler,

Merdiven iskeleler,

Seren iskeleler,

Takma iskeleler,

Çıkma(Konsol) iskeleler [5].

Ön yapımlı bileşenlerden oluşan iskele tipleri

Flanşlı kamalı iskele sistemi

Duvar örülmesinde, sıva, boya, dış cephe yalıtımında, baraj ve tünel gibi yüksekliği fazla olan işlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dikey elemanlarda bulunan flanşlara, yatay elemanlarda bulunan kurtağzı ve kama sisteminin çekiç vb. araçlarla kilitlenmesi ile oluşturulan sistemlerdir. Dikey elemanlar birbirine geçmelidir.[9]. Resim 2.2’de yan koruma amaçlı da kullanılan yatay elemanların dikmelere sabitlenmesi amacı ile kullanılan kurtağzı görülmektedir. Yatay elemanları dikey elemanlara bağlamak amacı ile dikey elemanlara kaynaklama yöntemi ile tutturulan flanş örneği Resim 2.3’de verilmiştir.



Resim 2.2. Çelik iskele dikmesindeki kurtağzı ve kama



Resim 2.3. Flanşlı çelik iskele dikmesi

Cup-Lock(Fincan) iskele sistemi

Mukavemeti ve yük kapasitesi daha fazla olduğundan döşeme kalıbı altında taşıyıcı iskele olarak kullanımı tercih edilse de dış cephelerde de kullanılmaktadır. Flanşlı iskelelere göre kurulumu daha pratiktir. Kurulumu ve sökümü çekiç kullanılarak yapılabilmektedir. Özellikle dairesel cephelerde yapıya daha yakın kurulum açısından avantajlıdır. Bağlantı elemanı olarak alt taş, fincan ve badem kullanılmaktadır [9]. Resim 2.4’te görüldüğü üzere

cup-lock(ters fincan şeklinde) denilen bağlantı elemanları ile iskelede yer alan dikey ve yatay elemanlar birbirine bağlanmaktadır.



Resim 2.4. Cuplock(fincan) tipi iskele[20]

H tipi iskele sistemleri

H tipi iskele çerçeveleri modüllerden oluşmaktadır. Bir modülde bir adet H şeklinde çerçeve, 2 adet çapraz ve 1 adet yatay bağlantı elemanları vardır. Dış cephelerde, servis iskelesi olarak kullanılabilir. İstenildiğinde tekerlekler ile mobil hale getirilebilir. Duvar örülmesinde, iç ve dış cephelerin boyanması ve yalıtımında, dış cephe kaplamalarında, gemi inşasında ve tamiratında kullanılabilir [9]. Resim 2.5’te H tipi dış cephe iskele sistemi örneği verilmiştir.



Resim 2.5. H tipi iskele sistemi[25]

Hareketli cephe platform sistemleri

Hareketli cephe iskeleleri, sökülüp takılabilen korkuluklardan, üst üste konulan direklerden(mastlardan), platformun aşağı yukarı hareketini sağlayan motor redüktörden, ani frenleme sisteminden, destek ayakları ve tekerlekli bir şaşıdan oluşmaktadır. Kısa süre içinde yapının cephesine kurulabilirler. 200 m yüksekliğe kadar çıkabilmektedir. Gökdelen, kule, konut gibi inşaatların dış cephelerinde hem yük taşıyabilmekte hem de dış cephelerdeki uygulamalarda kolaylık sağlamaktadır. Resim 2.6’da hareketli cephe platformu örneği görülmektedir [10].



Resim 2.6. Hareketli cephe platformu [10]

2.2. Cephe İskelelerinin Sistemsel Sınıflandırılması

“TS EN 12810-1 Ön Yapımlı Bileşenlerden Oluşan Cephe İskeleleri Bölüm 1:Mamul Özellikleri” standardına göre ön yapımlı iskeleler hizmet yükü, platform deneyleri, sistem genişliği, baş mesafesi, kaplama ve düşey ulaşım tipine göre sınıflandırılmaktadır [8]. Çizelge 2.1’de ön yapımlı cephe iskelelerinin belirli yöntemlere göre sınıflandırılması verilmiştir.

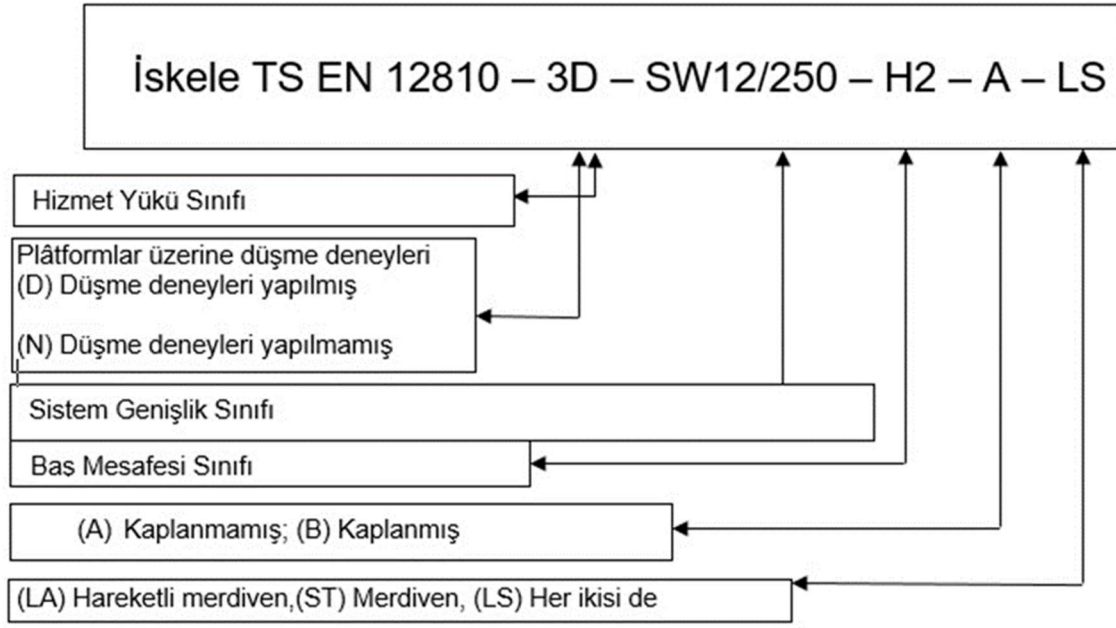
Çizelge 2.1. Cephe iskelelerinin sistemsel sınıflandırması [8]

Servis yükü	Çizelge 3.5'e uygun
Yatay platform ve mesnetlenme	(D) Düşme deneyi yapılarak tasarlanmış (N) Düşme deneyi yapılmadan tasarlanmış
Sistem genişliği	SW06, SW09, SW12, SW15, SW18, SW21, SW24 Çizelge 2.2'ye uygun
Baş mesafesi	Çizelge 2.3'e uygun
File, örtü vb. ile örtülmesi	(B) Örtülmüş (A) Örtülmemiş
Dikey ulaşım yöntemi	(LA) Hareketli merdiven (ST) Sabit Merdiven (LS) Her iki merdiven

Örnek iskele sistemi kısa gösterilişi

İskele TS EN 12810-3D-SW12/250-H2-A-LS

Yukarıda standarda uygun tasarımı, üretimi ve kurulumu yapılan bir dış cephe iskele sisteminin üzerinde etiketleme yöntemi veya bileşenlerin üzerine işlenmesi gereken iskele sisteminin adı ve soyadı niteliğinde olan kısa gösterim verilmiştir. Burada; 3D: Yük sınıfı 3, düşme deneyleri yapılmış, SW12/250: Sistem genişliği en az 1,2 m, en çok 1,5 m ve çıkma uzunluğu 2,5 m, H2:Baş mesafesi 1,9 m, A:Kaplanmamış, LS: İskele sisteminde hem hareketli hem de sabit merdivenin kullanılabileceğini ifade etmektedir [8]. Şekil 2.1'de iskele sistemi kodlandırılması verilmiştir.



Şekil 2.1. Örnek iskele sistemi kodlandırılması[12]

Çalışma alanları için genişlik sınıfları

Çizelge 2.2’de cephe iskelesi için TS EN 12811-1 [11] standardına göre 7 adet genişlik sınıfı verilmiştir. Genişlik topuk tahtası da dâhil çalışma alanını ifade etmektedir. Örneğin dikmeler arasındaki mesafe 0,9 m ile 1,20 m arasında değişen genişlik sınıfı W09’dur.

Çizelge 2.2. Çalışma alanları için genişlik sınıfları[11]

Genişlik sınıfı	W (m)
W06	$0,6 \leq w \leq 0,9$
W09	$0,9 \leq w \leq 1,2$
W12	$1,2 \leq w \leq 1,5$
W15	$1,5 \leq w \leq 1,8$
W18	$1,8 \leq w \leq 2,1$
W21	$2,1 \leq w \leq 2,4$
W24	$2,4 \leq w$

Baş mesafesi

Çalışma alanlarında çalışanın temas ettiği zemin platformu ile bir üst platformun alt yüzeyi arasındaki mesafe en az 1,9 m olmalıdır.

Dış cephe iskelesinin yapıya bağlanması amacı ile kullanılan ankraj bağlantıları ve platformlar arasındaki yükseklik mesafesi, platform ve enine ara bağlantı elemanı arasındaki yükseklik mesafesi Çizelge 2.3’de verilmiştir[11].

Çizelge 2.3. Platformlar arası çalışma mesafesi

Sınıf	Net baş mesafesi		
	Çalışma alanları arasındaki h_3	Bağ elemanları veya enine ara bağlantı ile çalışma alanı arasındaki h_{1a}, h_{1b}	Omuz seviyesindeki en küçük net yükseklik h_2
H_1	$h_3 \geq 1,90 \text{ m}$	$1,75 \text{ m} \leq h_{1a} < 1,90 \text{ m}$ $1,75 \text{ m} \leq h_{1b} < 1,90 \text{ m}$	$h_2 \geq 1,60 \text{ m}$
H_2	$h_3 \geq 1,90 \text{ m}$	$h_{1a} \geq 1,90 \text{ m}$ $h_{1b} \geq 1,90 \text{ m}$	$h_2 \geq 1,75 \text{ m}$

Merdivenler

Dış cephe iskelelerinde katlar arası ulaşımı sağlamak amacı ile kullanılacak olan merdivenler için Çizelge 2.4’de basamak genişliği ölçüsüne göre iki merdiven sınıfı verilmiştir[11].

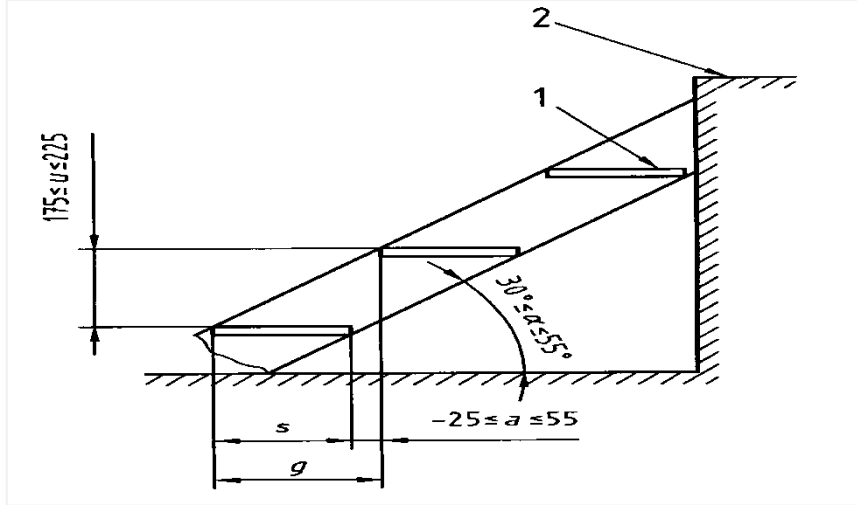
Çizelge 2.4. Merdiven boyutları

Merdiven boyutları		
Boyut	Sınıf	
	A mm	B mm
s	$125 \leq s < 165$	$s \geq 165$
g	$\geq 150 \leq g < 175$	$g \geq 175$
En az net genişlik 500 mm		

Rıht u , ve basamak g ölçüleri aşağıdaki formüle uygun olmalıdır.

$$540 \leq 2u+g \leq 660 \text{ (mm)} \quad 1:\text{Basamak}, 2:\text{Sahanlık}$$

Dış cephe iskelesinde ön yapımlı olarak kullanılan merdivenlerin basamak ve rıht genişlikleri Şekil 2.2’de verilmiştir



Şekil 2.2. Merdiven basamak ve rıht detayı[11].

2.3. Dış Cephe İskeleleri ile ilgili Yasal Mevzuat ve Standartlar

2014 yılı Eylül ayında Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca yayımlanan “Ahşap ve Ön Yapımlı Çelik ile Alüminyum Alaşımlı Bileşenlerden Oluşan Dış Cephe İş İskelelerine Dair Tebliğ” ile ruhsat alması gereken yapı işlerinde kullanılacak olan dış cephe iş iskelelerinde performans ve tasarım gerekleri hesaplarının ilgili proje müellifince yapılmasını ve ruhsat ekinde statik proje olarak ilgili idareye sunulmasını istenmektedir. Ayrıca bu tebliğde yapım işinde TSE ürün belgesine sahip iskelelerin kullanılacağını beyan edilmesi durumunda üretici firma tarafından yapılan statik hesap ve çizimlerin ilgili proje müellifinin de onayı ile ruhsat ekinde sunabileceği belirtilmiştir [1].

2013 yılı Ekim ayında Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığınca yayınlanan “Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği” ile yapılarda çeşitli amaçla kullanılan iskele bileşenlerinin üretiminin hangi standartlara göre yapılması gerektiği, iskele kurulumu ve sökülmesinde alınması gereken tedbirler, iskele bileşenlerinin her türlü dış etkilere karşı korunması, şantiyelerde kurulan iskelelerin güvenlik kontrollerinin yapılması, iskelenin çökme veya devrilmesini engellemek için yüklemelerin dikkatle yapılması gibi hususlar iş sağlığı ve güvenliği açısından ifade edilmiştir.

Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde ön yapımlı bileşenlerden oluşan dış cephe iskelelerinin TS EN 12810-1, TS EN 12810-2, TS EN 12811-1, TS EN 12811-2 ve TS EN 12811-3 standartlarına ve ilgili ulusal standartlara uygun olmasını bu konuda ulusal standart olmaması durumunda uluslararası standartlara uygun olması gerektiği belirtilmektedir. Aynı yönetmelikte iskelenin kurulum ve kullanım amacına göre dayanıklı olması için hesapların iskele üreticileri tarafından yapılması gerektiği belirtilmiştir. İskelelerin hesaplarının üreticiden temin edilmemesi durumunda iskele statik hesaplarının yaptırılması gerektiği ifade edilmiştir[12].

Ön yapımlı bileşenlerden oluşan dış cephe iskeleleri ile ilgili standart bilgileri aşağıda verilmiştir:

TS EN 12810-1 Ön Yapımlı Bileşenlerden Oluşan Cephe İskeleleri- Bölüm 1: Mamul Özellikleri (Aralık 2005)

TS EN 12810-2 Ön Yapımlı Bileşenlerden Oluşan Cephe İskeleleri- Bölüm 2: Özel Yapısal Tasarım Metotları (Aralık 2005)

TS EN 12811-1 Geçici İş Donanımları - Bölüm 1: İş İskeleleri- Performans Gerekleri ve Genel Tasarım (Aralık 2005)

TS EN 12811-2 Geçici İş donanımları - Bölüm 2: Malzeme Bilgileri (Aralık 2005)

TS EN 12811-3 Geçici İş donanımları - Bölüm 3: Yükleme Deneyleri (Aralık 2005)

2.4. Dış Cephe İskelelerinin Belgelendirilmesi

Belgelendirme aşamaları

Üretim yeri incelemesi

Alt belgelendirme süreci

Deneyler

Boyut muayenesi

Statik hesapların incelenmesi ve el kitabı

Üretim yeri incelemesi

“TS EN ISO/IEC 17065 Uygunluk değerlendirme – “Ürün, proses ve hizmet belgelendirmesi yapan kuruluşlar için şartlar” standardına göre belgelendirme kuruluşları

uygunluk değerlendirmesine başvuran firmalarda inceleme gerçekleştirirken ürün güvenliğini etkileyebilecek kalite kontrol sistemlerini incelemektedir. İncelemede ele alınan konular aşağıda verilmiştir [13].

Kalite kontrol prosesinde kullanılan ölçüm ve kontrol aletlerinin kalibrasyonlarının ve doğrulamalarının düzenli olarak yapılıp yapılmadığı,

Üretimde kullanılan araçların, makinaların vb. ekipmanların bakım ve onarımlarının yapılıp yapılmadığı,

Hammadde, ara ürün ve nihai ürünlerin kalite kontrol planları ve deney kayıtları ile deney talimatları,

Personelin yeterliliğe sahip olup olmadığına yönelik eğitim kayıtları,

Uygunsuz hammadde/ürün prosedürleri ve uygunsuzluk ile ilgili düzenlenen kayıtları,

Taşıma/depolama ve ambalajlama/etiketleme prosedürleri ve tutulan kayıtlar.

Muayene ve deneyler

Üretim yerinde yapılan deneyler

Platform üzerinde yapılan deneyler

1. Düşme deneyi
2. Tekil yük deneyi (sehim lm)
3. Düzgün yayılı yük deneyi
4. Çizelge 3.5’de yer alan yk Sınıfı 4-5 ve 6 için kısmi alan yükü deneyi [13].

Merdiven Deneyleri

1. Tekil yük Deneyi
2. Düzgün yayılı yük deneyi
3. Alüminyum merdiven için dayanıklılık deneyi [13].

Sehim Deneyleri

- 1.Yan koruma sehim deneyi
- 2.Topuk tahtası sehim deneyi [13].

3. ÖN YAPIMLI İSKELE BİLEŞENLERİNİN MALZEME ÖZELLİKLERİ VE İSKELEYİ ETKİLEYEN YÜKLER

3.1. Malzeme Özellikleri

Ön yapımlı bileşenlerden oluşan dış cephe iskelelerinde kullanılan çelik malzemelerin özellikleri Çizelge 3.1’de yer almaktadır [14].

Çizelge 3.1. Çelik için malzeme değerleri

Elastisite modülü (Mpa)	Kesme modülü (Mpa)	Doğrusal ısı genleşme katsayısı (1/K)	Yoğunluk (kg/m ³)
210000	81000	$1,2 \times 10^{-5}$	7850

Ön yapımlı bileşenlerden oluşan dış cephe iskelelerinde kullanılan alüminyum malzemelerin özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir [14].

Çizelge 3.2. Alüminyum için malzeme değerleri

Elastisite modülü (MPa)	Kesme modülü (Mpa)	Doğrusal ısı genleşme katsayısı (1/K)	Yoğunluk (kg/m ³)
70000	27000	$2,3 \times 10^{-5}$	2700

3.2. Özel Malzemeler ve Gereksinimleri

Dikmeler

İskele dikmesi olarak çelik ve alüminyum borular, birleştirme elemanı kelepçe ile birbirine geçmeli olarak kullanılacağı gibi aynı zamanda borular üzerinde bağlantıyı sağlayacak flanş, fincan vb. bağlantı elemanlarının bulunduğu dikmeler kullanılmaktadır. İskele dikmesinde bulunan bu bağlantı elemanları boyuna ve enine ara bağlantılar, yan korumalar ve çaprazların dikmeye geçişinde kullanılmaktadır [15].

Ön yapımlı elemanlardan oluşan borular(dikme)

Dış cephe iskelesinde kullanılacak dikme(taşıyıcı) elemanın malzemesi çelik veya alüminyumdan mamul ise bu dikmeleri oluşturan boruların dış çapı 48,3 mm olmalıdır [8].

Çelik boru (dairesel)

48,3 mm dış çapında olan çelik bir boru Çizelge 3.3'te yer alan şartları sağlamalıdır [8].

Çizelge 3.3. 48,3 mm dış çapa sahip çelik boruların et kalınlıkları ve akma gerilmeleri

Anma et kalınlığı (mm)	En küçük akma gerilmesi (Mpa)	Et kalınlığının eksi toleransı (mm)
$2,7 \leq t < 2,9$	315	0,2
$t \geq 2,9$	235	EN 10219-2'ye uygun

Alüminyum boru (dairesel)

48,3 mm dış çapında olan alüminyum bir boru Çizelge 3.4'te yer alan şartları sağlamalıdır[11].

Çizelge 3.4. 48,3 mm dış çapa sahip alüminyum boruların et kalınlıkları ve akma gerilmeleri

Anma et kalınlığı (mm)	En küçük akma gerilmesi (Mpa)	Et kalınlığının eksi toleransı (mm)
$3,2 \leq t \leq 3,6$	250	0,2
$3,6 \leq t < 4,0$	215	0,2
$t \geq 4,0$	195	EN 755-8'e uygun

Anma dış çapı 48,3 mm'den farklı borularda, yan koruma dışında kullanılan borular, aşağıda verilen anma karakteristik değerlerine sahip olmalıdır [11].

- Et kalınlığı $\geq 2 \text{ mm}$
- Akma gerilmesi $ReH \geq 235 \text{ N/mm}^2$
- Uzama, A $\geq \%17$

Çelik malzemeden mamul geçmeli boru

Dış çapı 48,3 mm olan gevşek birbirine geçmeli boruların akma dayanımı min. 250 N/mm², et kalınlığı ise min. 3,2 mm olmalıdır [11].

Alüminyum malzemeden mamul geçmeli boru

Dış çapı 48,3 mm olan gevşek birbirine geçmeli boruların akma dayanımı min. 195 N/mm², et kalınlığı ise min. 4 mm olmalıdır [11].

Gevşek geçmeli borular genellikle boru ve birleştirme elemanlarından oluşan iskelelerde kullanılır. Ancak, bu borular, ön yapımlı bileşenlerden oluşan iş iskelesini bina cephesine bağlamak için cephe iskelesi bağlantı elemanı gibi de kullanılabilir.

Yan koruma olarak kullanılan borular

Dış cephe iskelelerinde yan koruma olarak kullanılan bileşenler, iskele platformunda çalışan işçilerin, platform üzerindeki yapı malzemelerinin ve ekipmanlarının belirli bir yükseklikten düşmesini engellemek için kullanılmaktadır. Yan koruma amacı ile kullanılan bileşenler en az bir adet ana korkuluk ve ara korkuluktan oluşmalıdır. Ayrıca bir adet topukluk bulunmalıdır. Ana ve ara korkuluklar ön yapımlı çelik veya alüminyum malzemeden üretilir. Topukluk için ahşap, çelik veya alüminyum malzeme kullanılabilir [11]. Ara yan koruma kullanılması durumunda ara korkuluğun, topuk tahtası ve ana korkuluk arasındaki mesafesinin 47 cm'den daha fazla olmaması gerektiği belirtilmiştir [15].

Çelik malzemeden mamul yan koruma

Yan koruma olarak kullanılacak olan çelik bileşenin et kalınlığı min. 1,5 mm olmalıdır. Topuk tahtası olarak kullanılacak çelik bileşenlerin min. kalınlığı 1 mm olmalıdır [11].

Alüminyum malzemeden mamul yan koruma

Yan koruma amacı ile kullanılan boru et kalınlığı min. 2 mm olmalıdır [11].

Topuk levhası

İskele üzerinden malzeme düşmesini engellemek amacı ile platforma bitişik olarak en az 15 cm yüksekliğinde ahşap veya ön yapımlı bileşenlerden oluşan topuk levhası kullanılmalıdır [15].

Çalışma platformları

Platform malzemesi seçilmeden önce çalışanların ağırlığı, inşaat malzemesi ve ekipmanların platforma getireceği yükler dikkate alınmalıdır. Çalışma platformu olarak ahşap ve ön yapımlı bileşenlerden oluşan malzemeler kullanılmaktadır [15].

Ön yapımlı bileşenlerden oluşan platformların ve platformlar arasında kullanılacak olan destek bileşenlerinin kalınlıkları min. 2 mm olmalıdır. Platformlar kazara yerinden çıkmayacak şekilde sabitlenmelidir. Platformun yerinden çıkmasını engelleyecek sabitleme elemanları kullanılabilir. Platformların yüzeyleri iskele üzerinde çalışanların kaymasını önlemek amacıyla düz değil pürüzlü bir yüzeye sahip olmalıdır. Platform üzerinde inşaat malzemesi atığı birikmesini ve kaymayı önlemek amacı ile platformalar ters-düz şekilde üretim hattında delinmelidir. Platform bileşenleri bir yerden başka bir yere taşınması sırasında hasar görmüş olmamalıdır [8].

Taban plakası

Dış cephe iskelesinde kullanılacak olan taban plakalarının yüksekliği 200 mm'ye kadar ayarlanabilmelidir [8]. Taban plakası olarak kullanılacak bileşenin herhangi bir kenarının min. genişliği 120 mm olmalıdır. Taban plakasının alanı ise min. 150 cm² olmalıdır. Taban plakası ayarlanırken min. bindirme mesafesi, gövde uzunluğunun %25'i veya 150 mm'den hangisi fazla ise o değer alınmalıdır [8].

Merdivenler(İskeleye erişim)

İskele platformu üzerinde çalışanların katlar arasındaki ulaşımını güvenli bir şekilde sağlamak amacı ile merdiven kullanılmaktadır. Merdiven, çalışma platformuna hareket etmeyecek şekilde sabitlenmelidir. Merdiven kullanımı açısından çalışma platformundaki ulaşım açıklığı; platform genişliği yönünde en az 45 cm, buna dik doğrultuda ise en az 60

cm olmalıdır. Açıklık merdivenin kullanılmadığı durumlarda kapatılmalı veya koruyucu korkuluk kullanılmalıdır [11].

İskelenin ankraj ve çaprazlar ile desteklenmesi

Yapıların cephelerine kurulan iskelelerin dış yükler karşısında yatay olarak kararlılığını sağlamak ve iskeleye gelen yükleri güvenle zemine aktaracak olan dikmelerin burulmalarını önlemek amacı ile iskele dikmeleri arasında çaprazlar kullanılmalıdır. İskelenin dış yükler etkisinde kurulduğu yapıdan uzaklaşmasını veya yapıya doğru hareketini kısıtlamak amacı ile yeterli sayıda ankraj bağlantı elemanı kullanılmalıdır [15].

Bağlantı elemanları

İskele dikmesinin, yan korumalar, çaprazlar ve birbiri ile olan bağlantılarında kelepçe, flanş, kama, fincan vb. bağlantı elemanları kullanılmaktadır.

3.3. Dış Cephe İskelelerini Etkileyen Yükler

Dış cephe iskelesi, güvenli kullanımı sağlayacak, kazayla hareket etmeyecek veya yıkılmayacak şekilde tasarlanmış ve kurulmuş olmalıdır. Dış cephe iskelesinin hangi amaçla kullanılacağı belirlenip iskele üzerinde çalışanlara ve çevresine herhangi bir zarar vermeyecek şekilde tasarımı yapılmalıdır.

Dış cephe iskelesinin kurulacağı zemin yumuşak ise yumuşaklığı giderilip zemin sağlamlaştırılmalıdır. İskelenin çevresinde yapılacak herhangi bir kazı çalışması sonrasında meydana gelebilecek çökmelere karşı tedbirler alınmalıdır [16].

Dış cephe iskelesi, devrilmeye, kaymaya, dönmeye, yukarı doğru hareketlere karşı tahkik edilmelidir. Rüzgâr yüküne karşı iskelenin yatay hareketliliği kısıtlanmalıdır. İskele yatay ve dikey yükleri zemine güvenle aktarabilecek şekilde yatayda ve dikeyde yeteri kadar bileşen kullanılmalıdır. İskele üzerinde en elverişsiz duruma göre yüklemeler tespit edilmelidir. İskele, kullanım amacına göre tasarlanıp farklı bir amaç için kullanılmamalıdır. İskele kurulduğu yapıya yeterli sayıda sabitleme elemanı ile ankrajlanmalıdır. Kullanılacak her bir ankraja gelecek yük hesabı yapılmalı ve uygun boyutlarda sabitleme elemanı kullanılmalıdır [11].

“TS EN 12811-1 Geçici İş Donanımları-Bölüm 1:İş İskeleleri-Performans Gerekleri ve Genel Tasarım” [11] standardına göre iskele üzerinde göz önünde bulundurulması gereken üç ana yükleme tipi vardır.

Kalıcı yükler

Dış cephe iskelesinde kullanılan asansör gibi yardımcı yapılar, çalışma alanları, yan korumalar, topuk tahtası, çaprazlar, dikmeler vb. bütün bileşenlerin dâhil olduğu iskelenin kendi ağırlığı [11].

Değişken yükler

Çalışma alanı(platform) üzerindeki ve yan koruma üzerindeki servis yükleri, rüzgâr yükleri ve dış cephe iskelesinin kullanıldığı bölgenin mevsimsel şartları dikkate alındığında varsa kar ve buz yükleridir. Kar ve buz yükleri için ulusal mevzuatlar var ise bu mevzuatlara uyulmalıdır[11].

Kazara oluşan yükler

İskelede kullanılan ana veya ara korkuluklardan her biri sabitlenme şekline bakılmaksızın 1,25 kN noktasal bir yüke karşı mukavemetli olmalıdır. 50 mm olan ızgara korkuluklarının ana veya ara korkuluk olarak kullanılması durumunda da bu şart geçerlidir. Bu noktasal yük kazara olabilecek bir yükleme olarak düşünülmeli ve düşey doğrultuda düşeyden $\pm 10^\circ$ 'lik sapma sınırları içinde kalacak şekilde uygulanmalıdır [11].

3.3.1. Yük sınıfları

“TS EN 12811-1 Geçici İş Donanımları-Bölüm 1:İş İskeleleri-Performans Gerekleri ve Genel Tasarım” [11] standardında çalışma şartlarına göre altı farklı yük sınıfı tanımlanmıştır. Tanımlanan bu hizmet yükleri Çizelge 3.5’de verilmiştir. Yük sınıfı seçilirken iskele çalışma platformunda yapılacak tüm işler göz önünde bulundurulmalıdır. Her bir çalışma alanı Çizelge 3.5’te verilen yüklerin hepsini bir arada değil ayrı ayrı taşıyabilecek kapasitede olmalıdır.

Çizelge 3.5. Çalışma alanı üzerindeki servis yükleri

Yük sınıfı	Düzgün yayılı yük q_1 (kN/m ²)	500 mm x 500 mm alan üzerindeki tekil yük F1 (kN)	200 mm x 200 mm alan üzerindeki tekil yük F2 (kN)	Kısmî alan yükü	
				q_2 (kN/m ²)	Kısmî alan katsayısı ap
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

Yük sınıfı 1 kapsamında yer alan dış cephe iskeleleri üzerine konulan inşaat malzemeleri ve ekipmanlar Çizelge 3.5'te verilen hizmet yükleri kapsamında değildir[11].

Düzgün yayılı servis yükü

Dış cephe iskelesinde yer alan bir çalışma alanı yük sınıfına göre Çizelge 3.5'te verilen düzgün yayılmış yük olan q_1 'i taşıyabilecek kapasitede olmalıdır[11].

Tekil yük

Dış cephe iskelesi üzerinde yer alan her bir çalışma alanı aynı anda olmamak üzere Çizelge 3.5'te verilen 500 mm x 500 mm'lik alan üzerine düzgün yayılmış F1 yükü ile 200 mm x 200 mm'lik alan üzerine düzgün yayılmış F2 yükünü taşıyabilecek kapasitede olmalıdır. Platform çalışma alanında yükün temas ettiği nokta, yükten dolayı oluşan kuvvetleri taşıyıcı dikmelere aktarabilecek en uygun noktada olmalıdır. Yüklemenin yapılacağı nokta en elverişsiz durum göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Çalışma platform alanının genişliğinin 500 mm'den az olduğu durumda ise Çizelge 3.5'te verilen F1 yükü, 1,5 kN'dan daha az olmamak şartı ile platform genişliği ile orantılı olarak azaltılabilir[11].

Kısmî alan yükü

Çizelge 3.5'te verilen yük sınıfı 4, 5 ve 6 kapsamında yer alan bir çalışma alanı, düzgün yayılı hizmet yükünden daha büyük bir yük olan q_2 düzgün yayılı kısmi alan yükünü taşıyabilecek kapasitede olmalıdır. Kısmi alan, Çizelge 3.5'te verilen kısmi alan faktörü ap

ile çıkma alanı A'nın çarpımı ile elde edilebilir. A alanı, her bir çalışma alanında genişliğin ve uzunluğun çarpımı ile elde edilebilir[11].

Yük sınıfı 1 kapsamında yer alan platformlar aynı zamanda yük sınıfı 2 kapsamında yer alan yükleri de taşıyabilecek kapasitede olmalıdır. Ancak bu husus iskele bileşenlerinin tamamı için geçerli değildir. Bu durum, düzgün yayılı yükleme, tekil yükleme, kısmi alan yükleme, yan koruma elamanları üzerine gelen yükler, bir yükseklikten çalışma alanı veya yan koruma üzerine düşme sonucu oluşan etkileri ve çalışan işçilerin bahsi geçen elemanlar üzerinde zıplama şeklindeki hareketinden kaynaklanan etkileri kapsamaz [11].

Yan koruma üzerine gelen yükler

Aşağı Doğru Düşey Yükleme

İskelede kullanılan her bir ana veya ara korkuluk noktasal olarak 1,25 kN'luk noktasal yüke karşı mukavemetli olmalıdır. Bu noktasal yük kazara olabilecek bir olay sonrasında meydana gelebilecek yük olarak düşünülmelidir. [11].

Yatay Yükleme

Yan korumalar topuk tahtası hariç 0,3 kN'luk noktasal yatay yüke karşı mukavemetli olmalıdır. Topuk tahtası olarak kullanılan eleman ise noktasal 0,15 kN'luk yatay yüke karşı mukavemetli olmalıdır [11].

Yukarı Doğru Düşey Yükleme

Bu tip yüklemede topuk tahtası hariç diğer yan korumalar 0,3 kN'luk yukarı doğru düşey yüklemeye karşı mukavemetli olmalıdır [11].

3.3.2. Dinamik yükleme

İskele tasarımında göz önünde bulundurulması gereken dinamik etkiler; platform üzerinde bulunan inşaat malzemesi ve inşaat ekipman ağırlığı, platform üzerinde güç kaynağı ile çalıştırılan makine ve cihazlardan meydana gelen etkiler, platform üzerinde el ile yatay doğrultuda çalıştırılan araç ve cihazlardan oluşan etkilerdir [11]. Bu dinamik etkiler, tasarım hesabında eş değer bir statik yükleme şeklinde yapılabilir. Bu durum aşağıda verilmiştir.

Dış cephe iskelesi üzerinde çalışan kişilerin dışında, dış bir güç kaynağı ile çalıştırılan cihazlardan kaynaklanan dinamik yükler, güç kaynağı ile çalıştırılan cihazın ağırlığı % 20 kadar artırılarak etkitilebilir.

Dış cephe iskelesi üzerinde çalışan kişilerin dışında, el ile yatay doğrultuda çalıştırılan cihazlardan kaynaklanan dinamik yükleme, el ile çalıştırılan cihazın ağırlığının %10'una karşılık gelen statik bir kuvvet ile karşılanabilir.

Çizelge 3.5'te verilen yük sınıflarına karşılık gelen iskele üzerinde yapılan örnek işler Çizelge 3.6'da verilmiştir [13]. Türkiye'de kullanılan dış cephe iskelelerinde yük sınıfı 3'e karşılık gelen boya, ısı yalıtımı gibi işlerin yapılması amacı ile kurulan dış cephe iskeleleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çizelge 3.6. Platform üzerindeki hizmet yüklerine karşılık gelen örnek işler

Yük sınıfı 1 ve 2	Herhangi bir inşaat malzemesi yüklemesi yok. Hafif iş aletlerinin olduğu durum	Temizlik, bakım vb.
Yük Sınıfı 3	Hafif ağırlıktaki inşaat malzemelerinin geçici bir süre için depolandığı durum	Boya, ısı yalıtımı vb.
Yük Sınıfı 4-5	Ağır inşaat malzemelerinin depolandığı durum	Duvar örülmesi
Yük Sınıfı 6	Daha ağır inşaat malzemelerinin depolandığı durum	Ağır taş işlerinin yapılması

3.3.3. Kar ve buz yükleri

“TS EN 12811-1 Geçici İş Donanımları-Bölüm 1:İş İskeleleri-Performans Gereklere ve Genel Tasarım” standardında, kar ve buz yüklemeleri için milli yönetmeliklere atıf yapılmaktadır [11]. Kar yükleri için “TS 498 Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri” standardındaki kriterler düşünülerek kar yükü hesaplanabilir [17]. Ancak bu tez çalışmasına konu olan analizde dış cephe iskelesinin kar yüküne maruz kalmadığı düşünülerek kar yükleri ihmal edilmiştir.

3.3.4. Rüzgâr yükleri

Rüzgâr yüklemesi dış cephe iskelesine dik ve paralel olacak şekilde ayrı ayrı etkitilmelidir. Herhangi bir örtü ile örtülmemiş(kaplanmamış) dış cephe iskelesinde merdiven ve asansör gibi ulaşım yöntemleri de dâhil tüm dış cephe iskele elemanları dikkate alınmalıdır [8].

Rüzgâr yükü değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmalıdır.

$$F_K = c_s \times \sum_{i=1}^{i=n} (A_i \times c_f \times q_i) \quad (1)$$

Yukarıda yer alan formülde

Burada;

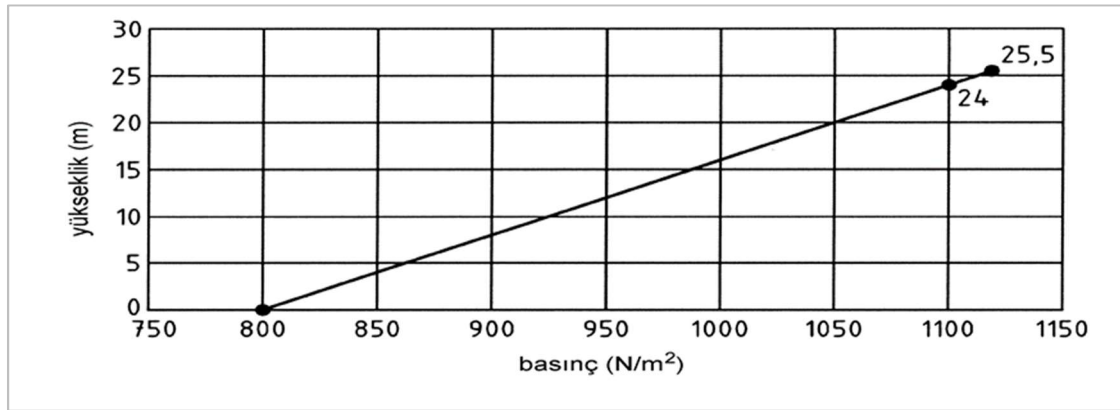
A_i Çizelge 3.7’de verilen rüzgâr basıncı için referans alan

c_f Çizelge 3.8’den alınan aerodinamik kuvvet katsayısı,

c_s Çizelge 3.9’dan alınan yapının bulunduğu yere göre rüzgâr etki katsayısı,

q_i Şekil 3.1’e uygun tasarım için rüzgâr basıncıdır.

Cephe iskelesinin yüksekliğine karşılık gelen rüzgâr basıncı Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Tasarım için rüzgâr basıncı

Dış cephe iskelesinin yüzeyinin bir örtü ile kaplanması veya açık olması durumunda rüzgâr yükü değerinin hesaplanmasında dikkate alınması gereken katsayılar ve rüzgârın etkidiği yüzey alanı detayı aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.7, Çizelge 3.8, Çizelge 3.9).

Çizelge 3.7. Rüzgâr basıncı hesabı için referans alan

Dış cephe iskelesinin file, branda vb. şekilde örtülmesi	Referans alan, A_i
Herhangi bir örtü ile örtülmemiş	Rüzgâr doğrultusunda çıkma alanı olan her bir bileşenin alanı
Herhangi bir örtü ile örtülmüş	Örtülen yüzey alanı

Çizelge 3.8. Aerodinamik kuvvet katsayısı C_f

Dış cephe iskelesinin file, branda vb. şekilde örtülmesi	Kuvvet katsayısı	
	Cepheye dik	Cepheye paralel
Herhangi bir örtü ile örtülmemiş	1,3	1,3
Herhangi bir örtü ile örtülmüş	1,3	0,1

Çizelge 3.9. Yapının bulunduğu yere göre rüzgâr etki katsayısı C_s

Dış cephe iskelesinin file, branda vb. şekilde örtülmesi	Yapının bulunduğu yere göre rüzgâr etki katsayısı	
	Cepheye dik	Cepheye paralel
Herhangi bir örtü ile örtülmemiş	0,75	1,0
Herhangi bir örtü ile örtülmüş	1,0	1,0

3.3.5. Yük kombinasyonları

“TS EN 12811-1 Geçici İş Donanımları-Bölüm 1:İş İskeleleri-Performans Gerekleri ve Genel Tasarım” standardına göre bir dış cephe iskelesi hizmet verirken en elverişsiz yükleme tipine maruz kaldığında yeterli dayanımı sağlamalıdır [11]. Yük kombinasyonları iskelenin kurulduğu bölge ve çalışma şartları dikkate alınarak belirlenmelidir. Eğer bir dış cephe iskelesinin tasarımı yapılırken hangi amaç ile kullanılacağı belirli değilse aşağıdaki durumlar dikkate alınmalıdır [11].

Cephe iskelesinin hizmette bulunması durumunda

Dış cephe iskele sisteminin kendi ağırlığı, düzgün yayılı yükleme, birden fazla çıkma bulunması durumunda çıkmanın bulunduğu katın bir alt ve bir üst katına düzgün yayılı yükün %50 si ve rüzgâr yükü uygulanmalıdır[11].

Cephe iskelesinin hizmette bulunmaması durumunda

Dış cephe iskele sisteminin kendi ağırlığı, en büyük rüzgâr yüklemesi, düzgün yayılı servis yükünün belli bir yüzdesi alınmalıdır [11]. Cephe iskelesinin hizmette bulunmaması durumunda yük sınıflarına göre iskele üzerinde dikkate alınması gereken düzgün yayılı yükün yüzdeleri Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Düzgün yayılı servis yükünün yüzdeleri

Sınıf 1	%0	Çalışma alanı üzerinde düzgün yayılı yük olmaması durumu
Sınıf 2 ve Sınıf 3	%25	Çalışma alanı üzerinde bazı malzemelerin olması durumu
Sınıf 4, Sınıf 5 Sınıf 6	%50	Çalışma alanı üzerinde bazı malzemelerin olması durumu

4. ÖN YAPIMLI BİLEŞENLERDEN OLUŞAN DIŞ CEPHE İSKELELERİNDE YAPILAN DENEYLER

Bu bölümde ön yapımlı çelik ve alüminyum iskele sistemlerinin ve bileşenlerinin TS EN 12810-1 standardının istediği asgari şartları uygun olarak üretilebilmesi amacı ile yapılan deneyler anlatılmıştır. Bu deneysel çalışmalar ön yapımlı bir iskele üreticisi olan firmada belgelendirme incelemesi sırasında gözlemlenmiştir.

4.1. Platform Deneyleri

Ön yapımlı iskelelerde çalışma alanı olarak kullanılan platformların kullanımı süresince maruz kalabileceği yükleri temsilen üretim yerinde platform üzerinde uygulanan düşme, tekil yük, düzgün yayılı yük ve kısmi alan yükü deneyleri aşağıda verilmiştir.

4.1.1. Düşme deneyi

Platforma yapılan düşme deneyinde platformların ve platform bağlantı noktalarında yer alan mesnetlerin yükleme karşısındaki durumu test edilmektedir. Bu deneyde 0,5 m çapında ve 100 kg ağırlığındaki bir çelik bilye 2,5 m yükseklikten çalışma alanı olan platforma bir vinç veya kren yardımı ile bırakılmaktadır. Resim 4.1’de çelik bilyenin çalışma platformuna bırakılması verilmiştir. Resim 4.2’de yükleme sonrası çalışma platformunda meydana gelen deformasyon görülmektedir. Çelik bilye platforma bırakılmadan önce temas edeceği alana 0,5m x 0,5m boyutlarında, kalınlığı ise 0,25 m den daha fazla olmayan bir minder konulmaktadır. Bu deney üç kez tekrarlanmakta ve her bir deney yeni platform üzerinde yapılmaktadır [18]. Düşme deneyi sonucunda ilgili platformların çelik bilye ile uygulanan yüklemeyi taşıyıp taşıyamadığı ve platformda kopma, yırtılma gibi kalıcı hasarlar oluşup oluşmadığı kontrol edilmektedir.



Resim 4.1. Çelik bilye ile platforma düşme deneyinin uygulanması



Resim 4.2. Düşme deneyi sonrası deformasyona uğramış platform

4.1.2. Tekil yük deneyi

İskele sisteminde yer alan her bir platform(çalışma alanı) her biri eş zamanlı olmamak kaydı ile belirlenen yük sınıfına göre 500mm x 500mm bir alan üzerinde Çizelge 3.5'te bulunan F1 yükünü ve 200mm x 200mm alan üzerinde ise F2 yükünü taşıyabilecek dayanımda olmalıdır [18]. Bu deney ile amaç çalışma platformunun kullanımı sırasında üzerine malzeme veya çalışanların düşmesi durumunda dayanımını test etmektir. İlgili firma ön yapımlı iskele sistemini Çizelge 3.5'te yer alan yük sınıfı 4'e göre üretmektedir. İnceleme yapılan firmada yapılan tekil yük deneyinde 2,5 metre uzunluğundaki çelik platformun Çizelge 3.5'te yer alan F1:3 kN ve F2:1 kN yükleri taşıyıp taşımadığı gözlemlenmiştir. Resim 4.3'de tekil yük deneyinin nasıl uygulandığı gösterilmiştir.



Resim 4.3. Tekil yük deneyi[4]

4.1.3. Düzgün yayılı yük deneyi

İskele sisteminde yer alan her platform(çalışma alanı) Çizelge 3.5'te yer alan düzgün yayılı yük olan q_1 'i taşıyabilecek dayanımda olmalıdır. Bu deney ile platform üzerinde aynı anda birkaç çalışan olması veya yan yana malzeme yüklü olması durumunda dayanımı test edilmektedir. İlgili firmada yapılan deneyde kullanılan platformun yük sınıfı 4 kapsamında $3,00 \text{ kN/m}^2$ yükü taşıyıp taşıyamadığı gözlemlenmiştir. Resim 4.4'te düzgün yayılı yük deneyinin nasıl uygulandığı gösterilmiştir.



Resim 4.4. Düzgün yayılı yük deneyi

4.1.4. Yük sınıfı 5 ve 6 için kısmi alan yükü deneyi

Çizelge 3.5 kapsamında yer alan yk sınıfı 4, 5 ve 6 ya göre iskele sistemi üretiliyorsa iskele sisteminde yer alan her bir platform(alışma alanı) aynı zamanda düzgün yayılı yük q_1 den daha fazla olan q_2 düzgün yayılı kısmi alan yükünü taşıyabilecek kapasitede olmalıdır [11]. İlgili firmada yapılan deneyde, platformun izelge 3.5'te yer alan yk sınıfı 4 için 5 kN/m^2 yükü taşıyıp taşıyamadığı gözlemlenmiştir.

4.2. Merdiven Deneyleri

Dış cephe iskelelerinde katlar arasında kullanılan merdiven ve merdiven sahanlıkları aşağıda bulunan yüklemelerden en elverişsiz olanını taşıyabilmelidir. Tekil yük olarak $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ bir alanda $1,5 \text{ kN}$ tekil yükü veya düzgün yayılı yük olarak ise $1,0 \text{ kN/m}^2$ 'lik bir yükü taşıyabilmelidir İlgili firmada yapılan deneyde elik merdivenin yukarıda bahsi geçen yükleri taşıyıp taşıyamadığı gözlemlenmiştir. Resim 4.5'te merdiven basamağına uygulan yk deneyi verilmiştir.



Resim 4.5. Merdiven deneyi[4]

4.3. Sehim Deneyleri

4.3.1. Platformların sehim

Çizelge 3.5'te verilen F_1 ve F_2 tekil yüklemelerin yüklendiği bir platform (alışma alanı) açıklığın $1/100$ 'n geçmeyecek şekilde bir sehim yapmalıdır. Eş zamanlı olarak yükleme

yapıldığında yüklenmiş ve yüklenmemiş birbirine komşu platformlar arasında 25 mm'den fazla bir sehim farkı oluşmamalıdır [11]. İlgili firmada yapılan deneyde 2,5 m uzunluğundaki çelik platformların F1: 3 kN'luk yükleme sonucunda 6 mm, F2:1 kN'luk yükleme sonucunda 4 mm sehim yaptığı gözlemlenmiştir. İki komşu platform arasındaki sehim farkı ise 25 mm'yi geçmemiştir.

4.3.2. Yan korumaların sehim

Aşağı doğru düşey yükleme durumu

İskele sisteminde yer alan her bir ana veya ara korkuluğun sabitlenme yönü dikkate alınmaksızın 1,25 kN'luk tekil bir yüklemede herhangi bir noktasından yapacağı sehim 300 mm'yi geçmemelidir [11]. İlgili firmada yapılan deneyde korkuluklarının 1,25 kN noktasal yük karşısında azami olarak 15 mm sehim yaptığı gözlemlenmiştir. Resim 4.6'da yan korumalara uygulanan düşey sehim deneyi gösterilmiştir.



Resim 4.6. Yan koruma düşey sehim deneyi

Yatay yükleme durumu

Yatay yükleme durumunda yan korumalar(topuk tahtası hariç) 0,3 kN'luk yatay noktasal yüke karşı dayanım sağlamalıdır. Topuk tahtası ise 0,15 kN yüke karşı dayanıklı olmalıdır. Ana korkuluk, ara korkuluk ve topuk tahtası bu yüklemelere karşısında max. 35 mm sehim yapmalıdır [11]. İlgili firmada yapılan deneyde yan korumalar 0,3 kN'luk yatay noktasal yük

karşısında max. 15 mm sehim yaptığı gözlemlenmiştir. Topuk tahtası ise 0,15 kN'luk yükleme karşısında max. 16 mm sehim yapmıştır. Resim 4.7'de yan korumalara uygulanan yatay sehim deneyi gösterilmiştir.



Resim 4.7. Yan koruma yatay sehim deneyi[4]

4.3.3. Izgara korkuluklarının sehim

Izgara korkulukları 0,3 kN'luk yatay bir yükleme sonucunda max. 100 mm sehim yapmalıdır. İlgili firmada ızgara korkuluğu üretilmediğinden bu deney gözlemlenmemiştir.

Sehim deneylerinde yüklemeler yapılırken toplam olarak 750 kg etalon kütle veya kalibrasyonu yapılmış bir hidrolik yükleme aparatı da kullanılabilir [14].

4.3.4. Boyut muayenesi

İskele sisteminde kullanılan ön yapımlı bileşenlerin boyutsal kontrolü üretim yerinde yapılmaktadır. İlgili firmada yapılan incelemede dikme boruları, platform, yan korumalar, çapraz, topuk elemanı, platform yüzeyleri ve taban plakasında yapılan ölçümlerin “TS EN 12810-1 Ön Yapımlı Bileşenlerden Oluşan Cephe İskeleleri Bölüm 1:Mamul Özellikleri” standardında yer alan asgari şartlarda olduğu gözlemlenmiştir [8].

4.4. Laboratuvar Deneyleri

İskele sisteminde kullanılan elemanların üretiminde kullanılan çelik ve alüminyum malzemeden mamul boru, profil, levha ve plakların çekme, akma, kopma ve malzeme doğrulamaları “TS EN 12811-2 Geçici İş Donanımları-Bölüm 2:Malzeme Bilgileri” standardına göre test edilmelidir [14]. İnceleme yapılan firmada dikme, çapraz ve yan koruma gibi elemanların laboratuvarında yaptırılan test sonuçları irdelenmiş ve sonuçların standardın istediği asgari şartları karşıladığı görü. Üretim yeri dışında ve üretim yerinde örnekleme usulü yapılması gereken deneyler aşağıda yer verilmiştir [13].

4.4.1. Galvaniz kalınlığının ölçülmesi

Galvaniz kalınlığı ölçülürken üretim yapılan her bir partiden en az 3 adet seçilerek kalınlık ölçülmelidir [13]. İskelede kullanılan elemanların paslanmasını engellemek amacı ile hareketli elemanların 15 μm 'luk, diğer elemanların ise 50 μm 'luk sıcak daldırma galvanizle korunması gerekmektedir [13]. İnceleme yapılan firmada iskele elemanları üzerinde yapılan ölçümde hareketli elemanların galvaniz kalınlığı 15 μm 'dan, diğer elemanların ise 50 μm değerinden daha fazla olup olmadığı gözlemlenmiştir. Resim 4.8'de iskele bileşenleri üzerinde yapılan galvaniz ölçümü verilmiştir.



Resim 4.8. Galvaniz kalınlığı ölçümü[4]

4.4.2. Birleştirme elemanlarının değerlendirilmesi

Birleştirme elemanı olarak kullanılan bağ kelepçeleri “TS EN 74-1 İskeleler - Boru ve birleştirme elemanlarından oluşan - İş iskelesi ve kalıp iskelelerinde kullanılan birleştirme elemanları, gevşek geçmeli kılavuzlar ve taban plakaları - Bölüm 1: Gerekli şartlar ve deney

işlemleri” standardının şartlarını sağlamalıdır [19]. İnceleme yapılan firmada uygun test raporları incelenmiştir. Resim 4.9’da birleşim elemanı örneği verilmiştir.



Resim 4.9. Birleşim elemanı[4]

4.4.3. Taban plakalarının değerlendirilmesi

İskele sisteminde kullanılan taban plakaları, “TS EN 74-3 İskeleler – Boru ve birleştirme elemanlarından oluşan - İş iskelesi ve kalıp iskelelerinde kullanılan birleştirme elemanları, gevşek geçmeli kılavuzlar ve taban plakaları – Bölüm 3: Düztaban plakaları ve pimli kılavuzlar - Gerekli şartlar ve deney işlemleri” standardının yer alan asgari şartları sağlamalıdır [20]. Taban plakası ile ilgili uygun test raporları görülmüştür. Ayrıca taban plakasının boyut kontrollerinin de uygun olduğu görülmüştür. Resim 4.10’da yüklerin güvenle zemine aktarılabilmesi amacı ile kullanılan en altta yer alan dikmeler ile birleşen taban plakası verilmiştir.



Resim 4.10. Taban plakaları

4.4.4. Ankrajların en az C20 betonu ile aderans kuvvetinin ölçülmesi

Dış cephe iskelesinin yapıya sabitlenmesi amacı ile kullanılan her bir ankraj en az C20 beton sınıfına sahip bir betonarme ile yeteri kadar aderans sağlamalıdır. [13]. İlgili firmanın üniversite laboratuvarına yaptırmış olduğu uygun test raporu görülmüştür. Resim 4.11’de ankrajın aderans kuvvetinin ölçülmesi verilmiştir. Resim 4.12’de ise iskelenin kurulacağı yapıya sabitlenmesi ile ilgili ankraj örneği verilmiştir.



Resim 4.11. Ankraj aderans kuvvetinin ölçülmesi[4]



Resim 4.12. Ankraj bağlantısı

4.4.5. Titreşim deneyi (flanşlı iskeleler için)

Titreşim deneyi flanşlı iskelelerde kullanılan kamaların tersinir yükleme durumunda gevşeyip gevşemediğinin kontrolü yapılmaktadır. İlgili firmada kamalı bağlantı yapılmadığı için bu deney gözlemlenememiştir.

4.4.6. Ergitme kaynağı

Metal malzemelerde ergitme kaynağı, “TS EN ISO 3834-3 “Metalik malzemelerin ergitme kaynağı için kalite şartları- Bölüm 3:Standard kalite şartları” standardının asgari şartlarında olmalıdır [21]. İnceleme yapılan firmada metal malzemeler için ergitme kaynağı kalite şartlarının ilgili standarda göre belgelendirildiği görülmüştür.

Gözlemlenen deneylerin değerlendirilmesi Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Gözlemlenen iskele deneylerin değerlendirilmesi

GÖZLEMLENEN İSKELE DENEYLERİ(ÖZET)				
Deneyler	Asgari şartlar	Açıklama	Sağlıyor	Sağlamıyor
Düşme deneyi	0,5 m çapındaki 100 kg ağırlığı taşınması gereklidir.		x	
Tekil yükleme deneyi	Yük sınıfı 4'e göre 500x500 mm alan üzerinde F1:3 kN yükü taşınması gereklidir.		x	
	Yük sınıfı 4'e göre 200x200 mm alan üzerinde F1:3 kN yükü taşınması gereklidir.		x	
Kısmi alan için yükleme deneyi	Yük sınıfı 4'e göre 5,00 kN/m ² kısmi alan yükünü taşınması gerekmektedir.		x	
Merdiven deneyleri	Her bir merdiven basamağı 200mmx200mmlik bir alanda 1,5 kN tekil yükü ve 1,0 kN/ m ² düzgün yayılı yükü taşınmalıdır.		x	
Platform sehim	Tekil yükleme deneyi sonunda yüklü ve yüklü olmayan iki komşu platformlar arasındaki sehim farkı 25 mm'yi geçmemelidir.		x	
Yan korumaların sehim	Aşağı doğru 1,25 kN düşey yüklemde yan koruma herhangi bir noktasından 300 mm den daha fazla sehim yapmamalıdır.		x	
	Yatay yükleme durumunda topuk tahtası hariç diğer elemanlar 0,3 kN yatay yükleme sonucunda en fazla 35 mm sehim yapmalıdır.	15 mm sehim yapmıştır.	x	
	Yatay yükleme durumunda 0,15 kN yükleme sonucunda topuk tahtası en fazla 35 mm sehim yapmalıdır.	16 mm sehim yaptığı görülmüştür.	x	
	İzgara korkulukları 0,3 kN yatay yükleme durumunda 100 mm'den daha fazla sehim yapmamalıdır.	İnceleme yapılan firmada ızgara korkuluk üretimi yapılmamaktadır.	-	-
Galvaniz kalınlığı ölçümü	İskele elemanlarının paslanmasını önlemek için hareketli parçaların 15 µm'luk, diğer parçaların ise 50 µm'luk sıcak daldırma galvanizle kaplanması gerekmektedir.	Hareketli elemanlara ait galvaniz kalınlığının 15 µm değerinden, diğer elemanlara ait galvaniz kalınlığının 50µm değerinden daha fazla olduğu görülmüştür.	x	
Birleştirme elemanları	“TS EN 74-1 İskeleler - Boru ve birleştirme elemanlarından oluşan - İş iskelesi ve kalıp iskelelerinde kullanılan birleştirme elemanları, gevşek geçmeli kılavuzlar ve taban plakaları - Bölüm 1: Gerekli şartlar ve deney işlemleri” standardına uygun olarak test edilmelidir.		x	

Çizelge 4.1. (devam) Gözlemlenen iskele deneylerin değerlendirilmesi

Taban plakaları	Taban plakaları “TS EN 74-3 İskeleler – Boru ve birleştirme elemanlarından oluşan - İş iskelesi ve kalıp iskelelerinde kullanılan birleştirme elemanları, gevşek geçmeli kılavuzlar ve taban plakaları – Bölüm 3: Düztaban plakaları ve pimli kılavuzlar - Gerekli şartlar ve deney işlemleri” standardına uygun olarak test edilmelidir. Ayrıca boyutsal olarak taban plakası alanı en az 150 cm ² , en küçük genişliği 120 mm olmalıdır. Uç plâkasının kalınlığı en az 6 mm olmalıdır.		x	
Ankraj kuvvetlerinin ölçülmesi	Dış cephe iskelesinde kullanılan her bir ankraj C 20 betonu ile yeterli aderansı sağlamalıdır.		x	
Titreşim deneyi	Flanşlı dış cephe iskelesinde kamalı bağlantı elemanlarının tersinir yükleme durumunda gevşeyip gevşemediğinin kontrolü	İnceleme yapılan firmada kamalı bağlantı olmadığından bu husus test edilmemiştir.	-	-
Ergitme kaynağı	Metal malzemelerin ergitme kaynağı “TS EN ISO 3834-3 Metalik malzemelerin ergitme kaynağı için kalite şartları- bölüm 3: Standard kalite şartları” standardına uygun test edilmiş olmalıdır.		x	

5. DIŞ CEPHE İSKELELERİNİN KURULUMU VE DENETİM MEKANİZMALARININ ARAŞTIRILMASI

5.1. İskele Kurulumunda Dikkat Edilecek Genel Hususular

Ön yapımlı çelik ve alüminyum malzemelerden veya ahşap bileşenlerden oluşan dış cephe iskeleleri yönetmeliklere ve standartlara uygun şekilde tasarlanmalıdır. Kullanılan bileşenler standartlara uygun olmalıdır.

Dış cephe iskelesinin kullanım amacı, üzerinde çalışılabilecek azami ağırlıklar, çalışma mesafeleri vb. durumlar iskelenin görünür yerlerine asılmalıdır. Dış cephe iskelesinde mukavemetini yitirmiş, paslanmış, deforme olmuş bileşenler kullanılmamalıdır. Çalışma platformları düzgün olmalı ve mevsimsel şartlardan(kar, buz vb.) etkilenmeyecek şekilde tedbirler alınmalıdır. Platformlarda inşaat malzemesi atığı birikmesini ve platformun kaygan olmasını önleyecek ve bir ters bir düz olacak şekilde üretim sırasında belirli çapta delikler açılmalıdır. Dış cephe iskelesinin kurulacağı zemin iyi tahkik edilmeli kil vb. yumuşak zeminlere kurulmadan önce gerekli zemin iyileştirmeleri yapılmalıdır. Dış cephe iskelesinin ilk katında yer alan ana taşıyıcı bileşenlerin altına tuğla, bims, mermer parçası vb. malzemeler konulmamalıdır.

Dış cephe iskelesi kurulduğu yapıya hareket etmeyecek şekilde ankrajlanmalıdır. Ankrajlamada çelik ince tel, halat vb. malzemeler kullanılmamalıdır. Kazara ve dış yükler etkisinde hareket etmesini engelleyecek ankraj sistemi kullanılmalıdır. Dış cephe iskelesi kurulurken herhangi bir katın kurulumu tamamlanmadan diğer bir katın kurulumuna başlanamamalıdır. Dış cephe iskelesinin kurulacağı çevre ile ilgili her türlü güvenlik önlemi alınmalıdır. Şehir içi yaya trafiğinin olduğu bölgelerde kurulan iskele, yaya geçişlerini engellememelidir. Resim 5.1 ve 5.2’de yaya geçişine uygun güvenlik tedbirleri alınmış iskele örnekleri verilmiştir. Dış cephe iskele kurulumu bu konuda eğitim almış profesyonel ekiple yapılmalıdır.



Resim 5.1. Yaya geçişine uygun fileli dış cephe iskele



Resim 5.2. Branda ile kaplı dış cephe iskele

5.2. İskele Statik Proje Kontrolleri

evre ve şehircilik Bakanlığının 2014 yılında yayınladığı “Ahşap ve n yapımlı elik ile alüminyum bileşenlerden oluşan dış cephe iskeleleri” tebliğinde ruhsat aşamasında iskele statik projesinin de proje mellefince belediyelere sunulmasını istemektedir. Ayrıca inşaatı yapılacak olan yapıda TSE belgeli iskelenin kullanılacağı belgelenirse TSE belgeli firmanın

statik proje ve raporları kabul edilebilecektir. Ancak uygulamada yeksenaklık sağlanabilmesi için tüm belediyelerin aynı kontrolleri yapması gerekmektedir.

İskele statik proje kontrolü için belediyelerde proje kontrolü yapmakta olan tüm teknik personele eğitim verilmelidir. Aynı anda tüm belediyelerdeki teknik personele belki eğitim verilemeyeceğinden Çevre Bakanlığı-Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerindeki teknik personele, İl Müdürlüklerinde eğitim alan kişi veya kişiler de bağlı bulunduğu illerdeki belediyelerin teknik personeline eğitimler verebilir. İskele projesinde dikkat edilmesi gereken hususları içeren ortak bir check-list oluşturularak kontrollerin bu check-list e göre yapılması sağlanabilir.

Ayrıca sütunlu çalışma platformu ve asma iskele gibi iskele sistemlerinin de ruhsat aşamasında statik ve dinamik yüklere karşı uygulama projelerinin sunulması önem arz etmektedir. Hareketli cephe platformlarında kullanılan motor sisteminin ayrıca kontrolü yapılmalıdır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bu iskele sistemi için de bir tebliğ yayınlayarak ruhsat aşamasında belediyelere proje sunulmasını isteyebilir. Hareketli cephe platformunun amacı dışında kullanımına kesinlikle müsaade edilmemelidir. Ayrıca sütunların binaya ankrajlanması önemlidir.

5.3. Yapı Denetim Kontrolleri

Yapı denetim firmaları inşaatların dış cephelerinde yapılacak işler için öncelikle iskelenin kurulacağı alanı inceleyip zemin yumuşaklığı vb. hususları inceleyip onay verebilir.

İskelenin kurulumunun bu konuda eğitimi ve tecrübesi olan kişi veya kişilerce kurulup kurulmayacağını kontrol etmelidir.

İskele kurulumunda kullanılacak olan iskele bileşenlerinin yönetmelik ve standartlara uygunluğu kontrol etmelidir. İskele bileşenlerinin uygunluğunun kontrolünden sonra yapı denetimin onayı ile iskele kurulmalıdır. İş güvenliği ekipmanlarının şantiye ortamında olup olmadığı kontrol edilmelidir. İskele kurulumundan sonra iskele üzerinde çalışmaya başlanmadan önce iskelenin projesine uygun kurulduğunun ve özellikle de ilgili yapıya ankrajlanmasının kontrolünden sonra iskele üzerinde çalışma izni verilmelidir. Mevcut yapı denetim firmalarında kontrolleri gerçekleştiren teknik personele iş sağlığı ve güvenliği

konusundan eğitimler verilebilir. Zamanla tüm yapı denetim firmalarının bu eğitimleri almaları sağlanabilir. Özellikle yüksekte çalışma gerektiren durumlarda kullanılması gereken iş sağlığı ve güvenliği ekipmanları tanıtılarak kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

6. ÖN YAPIMLI ÇELİK İSKELE SİSTEMİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ ANALİZ PROGRAMI YARDIMI İLE STATİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

6.1. Sistem Genel Bilgileri

Statik analizi yapılan iskele sistemi için yapının tek bir cephesine kurulmuş ön yapımlı bileşenlerden oluşan çelik bir iskele sistemi düşünülmüştür. Statik analiz için bilgisayar destekli SAP 2000 analiz programından yararlanılmıştır. Çelik iskelenin herhangi bir örtü ile kaplanmadığı açık hali ve branda ile kaplanmış kapalı hali düşünülmüştür. İskelenin açık ve kapalı şekilde iki ayrı durum düşünülerek analiz edilmesinin amacı dış yüklere maruz kalan iki ayrı iskele sisteminin bu dış yükler karşısındaki durumunu kıyaslamaktır. Özellikle de rüzgâr yükünün iskelenin yüzeyin açık ve kapalı olması durumundaki etkisi ölçülmeye çalışılmıştır. Ayrıca aynı iskeleye Çizelge 3.5'te yer alan iki farklı yük sınıfına göre yüklemeler yapılarak iki farklı yükleme durumunda iskelenin durumu kıyaslanmıştır. İskeleyi yapıya sabitlemek amacı ile kullanılan ankrajlara gelen kuvvetler tahkik edilmiştir. Ayrıca iskele yüklerini güvenle zemine aktarmak amacı ile zemin katta yer alan iskele taşıyıcı dikmelerine entegre edilen taban plakalarına gelen kuvvetler de tahkik edilmiştir. SAP 2000 programı yardımı ile analizi yapılan iskelenin malzeme, yük sınıfı, açıklık sayısı, kat sayısı, kat yüksekliği, uzunluğu, kısa açıklığı, uzun açıklığı, ankraj ve taban plakası gibi özellikleri Çizelge 6.1'de verilmiştir. Çizelge 6.2'de iskele analizinde kullanılan dikme, yan koruma, çapraz eleman ve platform gibi bileşenlerin boyutları verilmiştir. Çizelge 6.3'te ise çeliğin malzeme değerleri verilmiştir. Aşağıda analiz programına tanımlanan ön yapımlı çelik iskelenin bileşen detaylarının tanımlandığı, hareketli ve rüzgâr yüklerinin yüklendiğini gösterir şekiller 10 açıklığa sahip, 12 katlı ve 24 m yüksekliğindeki iskeleyi temsilen verilmiştir. Tüm yüklemeler uygun doğrultuda ve ilgili bileşenlere etkitilmiştir.

Çizelge 6.1. Analizi yapılan dış cephe iskele özellikleri

Malzeme	Çelik
Yük sınıfı	Yük sınıfı 3 ve 6- Çizelge 3.5'e göre
Açıklık sayısı	10
Kat sayısı	12
Kat yüksekliği	2 m
Uzunluk	25 m
Yükseklik	24 m

Çizelge 6.1.(devam) Analizi yapılan dış cephe iskele özellikleri

Sistem genişliği(kısa açıklık)	0,60 m-Çizelge 2.2'ye göre W06
Uzun açıklık	2,5 m
İskelenin cepheden mesafesi	30 cm
Yapıya sabitleme elemanı	Ankraj(44 adet)
İskelenin zemine bağlantı elemanı	Taban plakası (22 adet)

Çizelge 6.2. Dış cephe iskele analizinde kullanılan bileşenlerin boyutları

Dikey elemanlar-Kolon kesiti	48,3*3 mm boru profil
Yatay elemanlar-Kiriş kesiti	34*2 mm boru profil
Yatay elemanlar-Kiriş kesiti	40*40*2,5 mm kutu profil
Çapraz elemanlar	42,4*2,5 mm boru profil
Platform	2,5*0,60 m(2 mm kalınlığında)

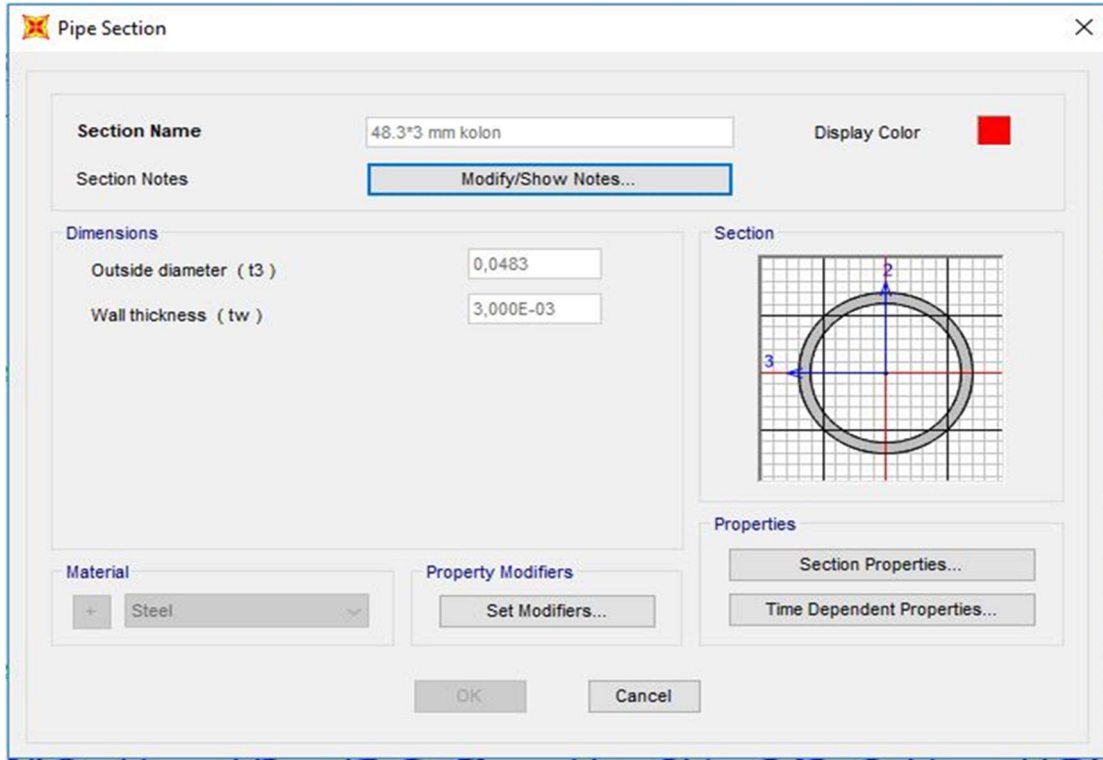
Çizelge 6.3. Çelik malzeme için değerler

Elastisite Modülü	210000 N/mm ²
Poisson oranı	0,3
Kayma Modülü	81000 N/mm ²
Lineer ısı katsayısı	0,000012
Akma gerilmesi	240 N/mm ² (S 235 kalitesinde çelikler için)
Kopma gerilmeleri	360 N/mm ² (S 235 kalitesinde çelikler için)

6.2. İskele Bileşen Detayı

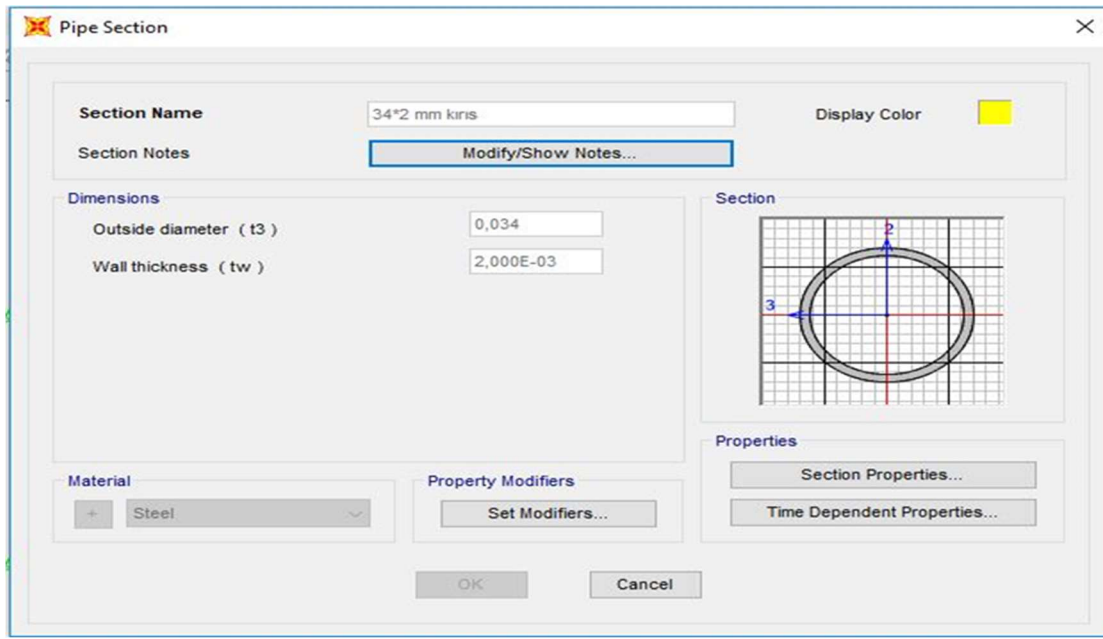
Analizi yapılan ön yapımlı çelik iskele sisteminde yer alan bileşenlerin boyutsal olarak SAP 2000 analiz programına girilmiş kesit detayları aşağıda verilmiştir.

48,3 mm çapında ve 3 mm et kalınlığında olan çelik iskele ana taşıyıcı elemanını oluşturan dikme profilinin kesit detayı analiz programına tanımlanmıştır (Şekil 6.1).



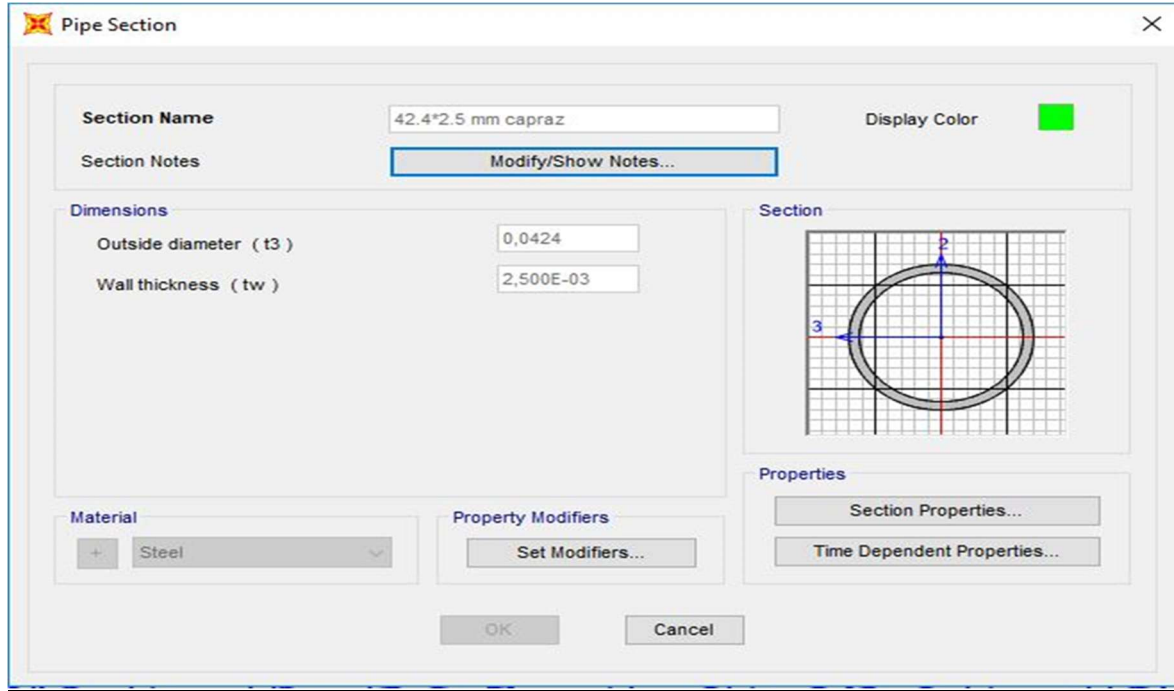
Şekil 6.1. 48,3*3 mm boru profil detayı

Dış cephe iskele sisteminde yan koruma amacı ile kullanılan 34 mm çapında ve 2 mm et kalınlığında olan yatay profilin analiz için tanımlanmış kesit detayı aşağıda yer almaktadır (Şekil 6.2).



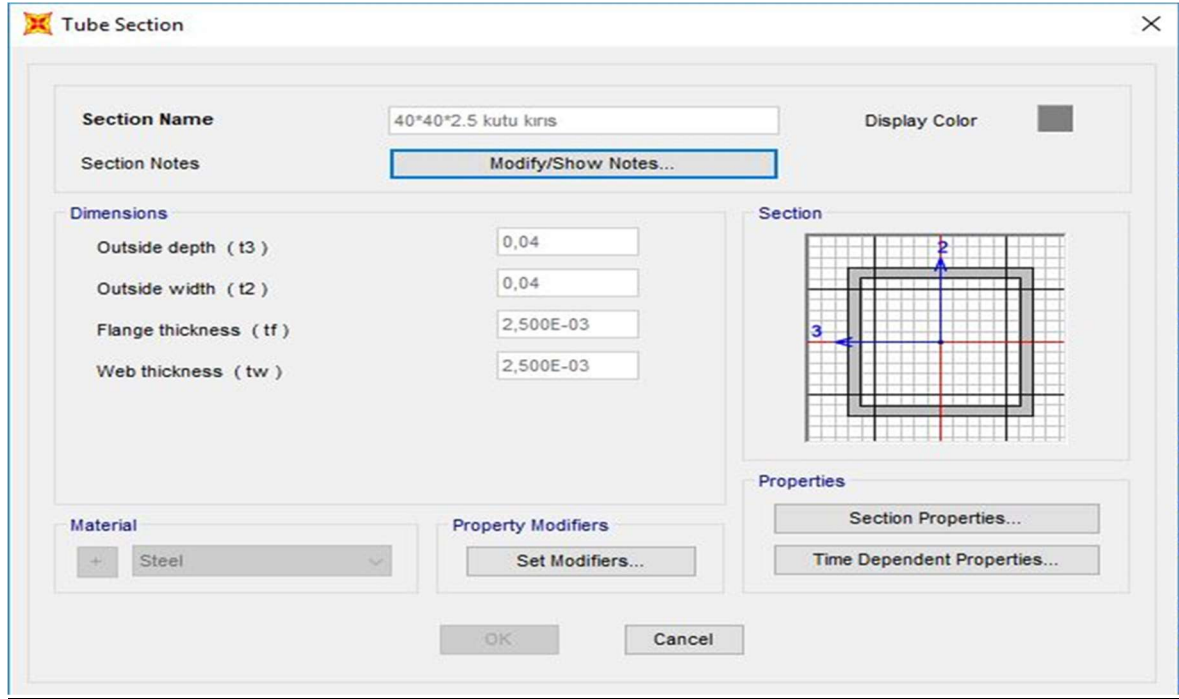
Şekil 6.2. 34*2 mm boru profil detayı

Şekil 6.3’de 42,4 mm çapında ve 2,5 mm et kalınlığında olan çelik iskelede zemin kattan en üst kata kadar yatay kararlılığı sağlamak amacı ile kullanılan çapraz elemanın kesit detayı görülmektedir.



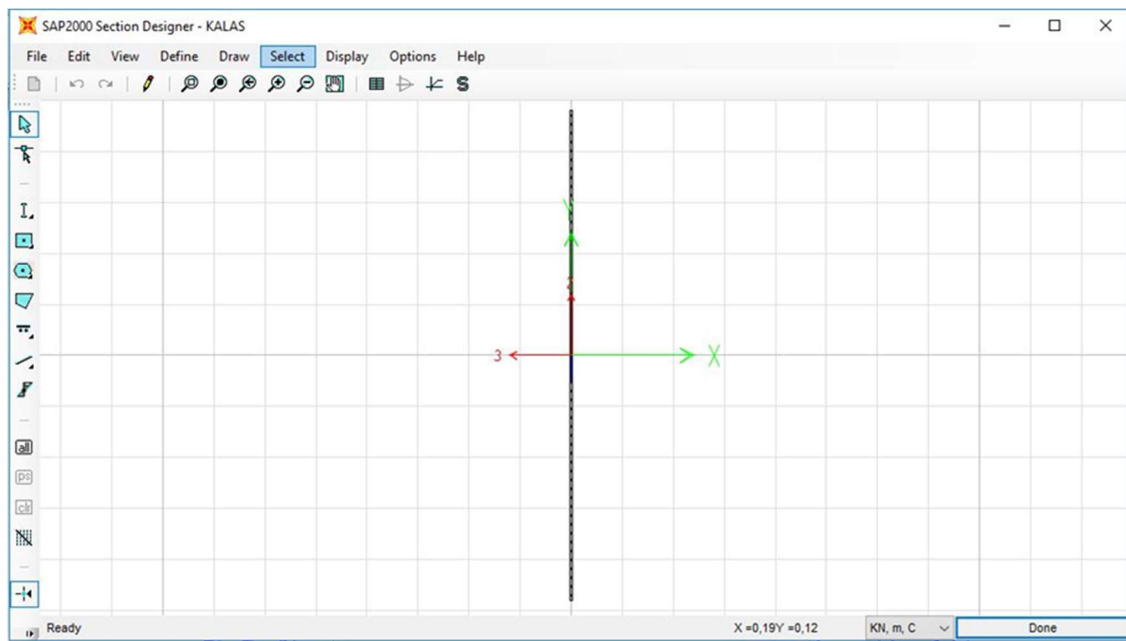
Şekil 6.3. 42,4*2,5 mm çapraz detayı

40 mm x 40 mm kare kesit ve 2,5 mm et kalınlığına sahip olan ve çelik iskelede yük aktarımı da sağlayan yatay profilin analiz programında tanımlanmış kesit detayı aşağıda verilmiştir (Şekil 6.4).



Şekil 6.4. 40*40*2,5 mm kiriş detayı

2,5 m uzunluğunda 0,6 m genişliğinde ön yapımlı iskele çalışma platformunun analiz programına girilmiş kesit detayı Şekil 6.5'te yer almaktadır. Çalışma platformu 2 mm kalınlığında olup platform yüzeyi delikli olarak tanımlanmıştır. Platform yüzeyinin delikli olmasının sebebi çalışma alanının kaymazlığını sağlamak ve çalışma alanı üzerinde malzeme atığı birikmesini engellemektir.



Şekil 6.5. Çalışma platformu detayı

6.3. Çelik Malzeme Değerleri

Analiz programına tanımlanan çeliğin elastisite modülü, akma dayanımı, çekme dayanımı gibi malzeme değerleri Şekil 6.6’da verilmiştir. Çeliğin birim hacim ağırlığı, elastisite modülü, akma dayanımı, çekme dayanımı gibi değerler tanımlanmıştır.

The image shows a 'Material Property Data' dialog box for a material named 'Steel'. The dialog is organized into several sections:

- General Data:**
 - Material Name and Display Color: Steel (with a green color swatch)
 - Material Type: Steel (dropdown menu)
 - Material Grade: (empty text box)
 - Material Notes: (empty text box with a 'Modify/Show Notes...' button)
- Weight and Mass:**
 - Weight per Unit Volume: 76,9729
 - Mass per Unit Volume: 7,849
- Units:**
 - KN, m, C (dropdown menu)
- Isotropic Property Data:**
 - Modulus Of Elasticity, E: 1,999E+08
 - Poisson, U: 0,3
 - Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1,170E-05
 - Shear Modulus, G: 76903069,
- Other Properties For Steel Materials:**
 - Minimum Yield Stress, Fy: 240000,
 - Minimum Tensile Stress, Fu: 360000,
 - Expected Yield Stress, Fye: 240000,
 - Expected Tensile Stress, Fue: 360000,

At the bottom, there is a checkbox labeled 'Switch To Advanced Property Display' which is currently unchecked. Below the checkbox are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Şekil 6.6. Çelik malzeme değerleri

Çelik iskele sisteminde dikey, yatay ve çapraz olarak tanımlanan kesitler Şekil 6.7’de gösterilmiştir.



Şekil 6.7. Analiz programında tanımlanan kesitler

6.4. Yük Analizi

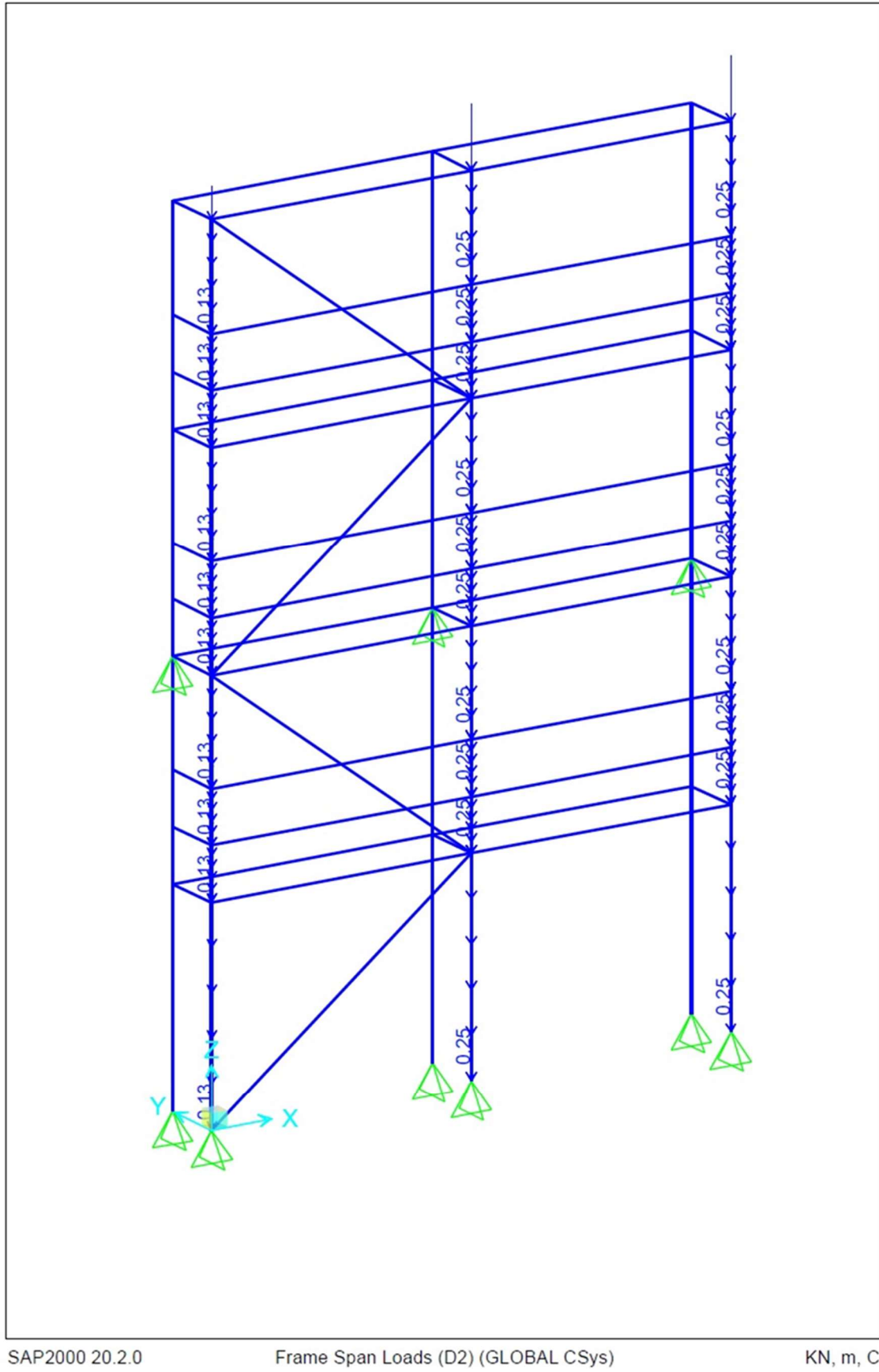
Yük sınıfı olarak, izelge 3.5' den yk sınıfı 3 ve yk sınıfı 6 seçilmiştir. Yük sınıfı 3 ve yk sınıfı 6'ye göre tasarlanmış iskele sisteminin dayanabileceği yükler izelge 3.5 'te verilmiştir. Yük sınıfı 3'e göre dış cephe iskelesine 2 kN/ m^2 lik düzgün yayılı yük ve $50 \times 50 \text{ cm}$ alana max. $1,5 \text{ kN}$, $20 \times 20 \text{ cm}$ alana max. 1 kN tekil yük yüklenebilir. Yük sınıfı 6'ya göre ise 6 kN/ m^2 lik düzgün yayılı yük ve $50 \times 50 \text{ cm}$ alana max. 3 kN , $20 \times 20 \text{ cm}$ alana max. 1 kN tekil yük yüklenebilir. Dış cephelerde yapılan sıva, boya, ısı yalıtımı gibi inşaat işlerinde kullanılan iskeleler yk sınıfı 3 kapsamında değerlendirilmektedir. zerinde daha ağır inşaat malzemelerinin depolandığı, ağır taş işleri gibi uygulamaların yapıldığı iskeleler ise yk sınıfı 6 kapsamında değerlendirilmektedir. Aynı iskele sistemine hem yk sınıfı 3 hem de yk sınıfı 6'ya göre yüklemeler yapıp her iki farklı yükleme durumunda iskelenin ankraj ve taban plakalarına gelen kuvvetler karşılaştırılmıştır. İskele sistemine sabit yükler, hareketli yükler ve rüzgâr yükleri tanımlanmıştır.

İskele yükü

İskele l yükleri SAP 2000 programı tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır. Taşıyıcı sistem profillerinin, yan korumaların, çapraz elemanların zati ağırlıkları program tarafından otomatik olarak hesaba katılmıştır. Geri kalan yükler ise giriş bilgisi olarak ilgili düğüm noktalarına, çubuk ve kabuk elemanlara aktarılmıştır.

Branda yükü

İskeleye branda yükü şekil 6.8'de görüldüğü üzere n taşıyıcı dikmelere yüklenmiştir. Branda yükü iskele elamanlarına düzgün yayılı yük olarak verilmiştir. Branda yükü $q=0,05 \text{ kN/ m}^2$ olarak alınmıştır. $2,5 \text{ m}$ açıklığında ve 2 m yüksekliğinde bir alana etkiyen branda yükü iskele dikmelerine paylaştırılmıştır.

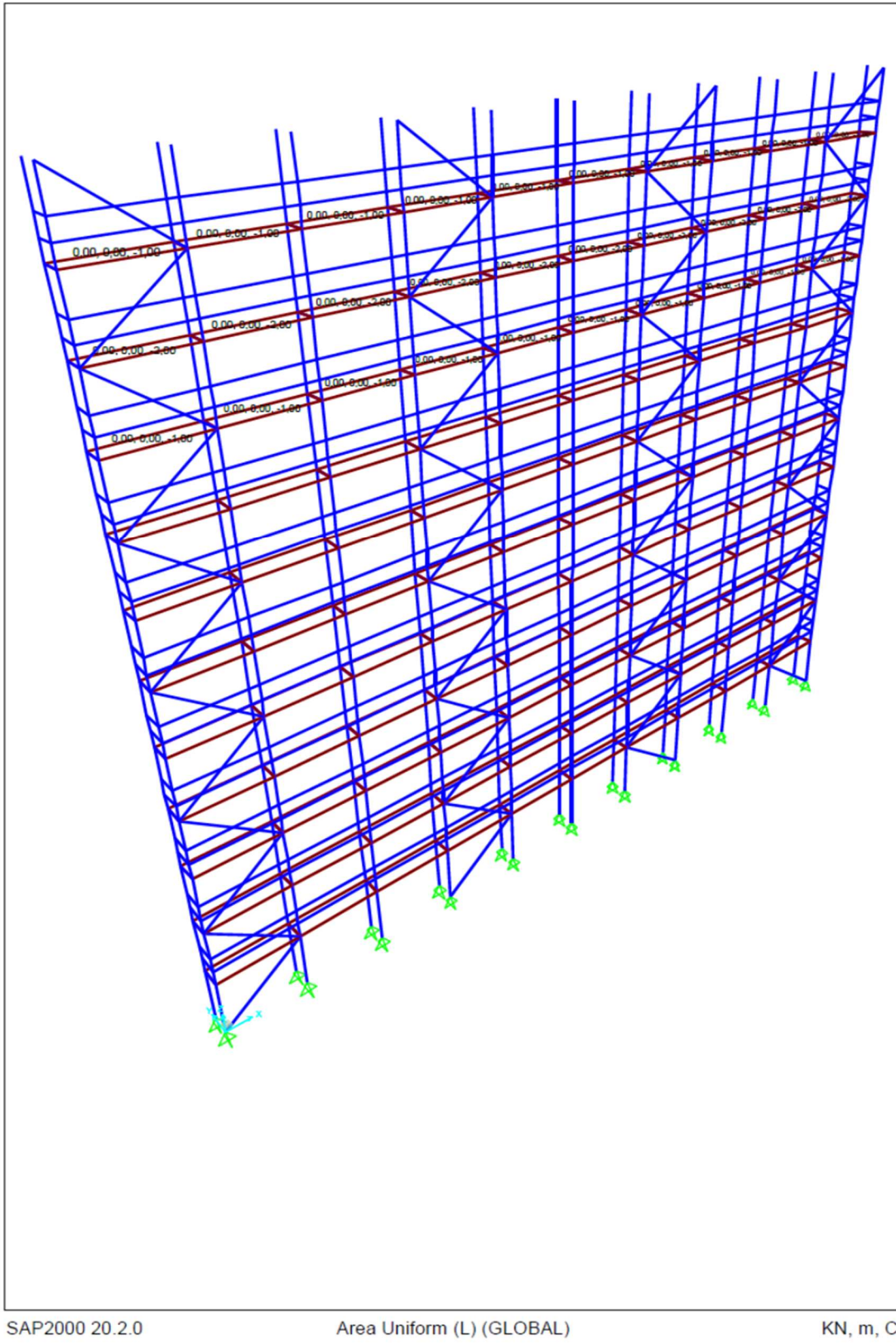


Şekil 6.8. İskele yüzeyini kaplayan branda yükü

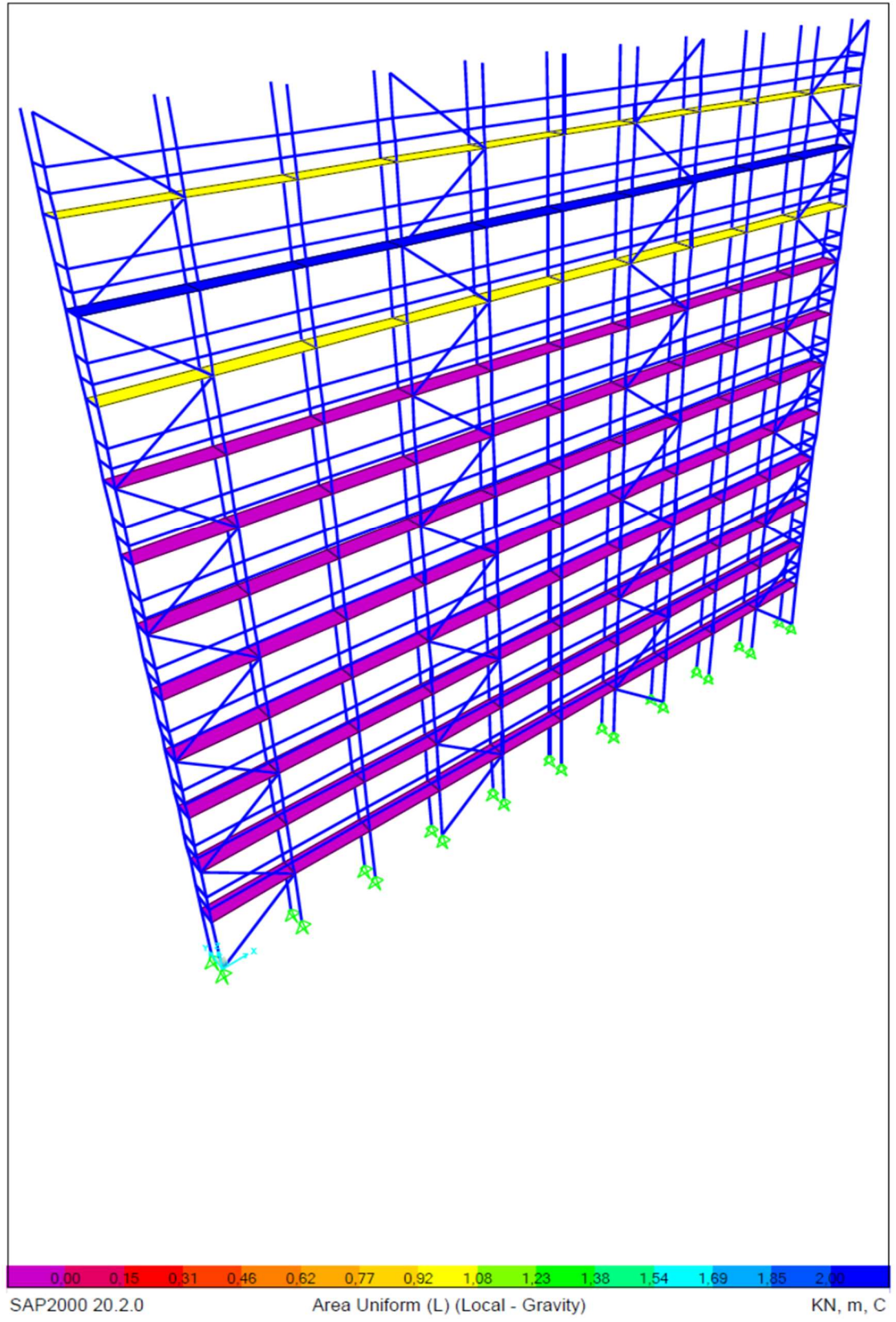
Hareketli yükler

Hareketli yükler için iskele üzerinde çalışan işçileri ağırlığı, inşaat malzemelerinin ağırlığı, inşaat ekipmanlarının ağırlığı gibi yükler öngörülmektedir. İskele çalışma katlarına en elverişsiz duruma göre düzgün yayılı yüklemeler yapılmıştır. İskele tasarımı Çizelge 3.5 'te verilen yük sınıfı 3 ve yük sınıfı 6'ya göre yapıldığından hareketli yük olarak dış cephe iskelesine yük sınıfı 3 için 2 kN/m^2 lik düzgün yayılı yük, yük sınıfı 6 için ise 6 kN/m^2 lik düzgün yayılı yük etkitilmiştir. Ancak bu hareketli yükün bütün katlara aynı zamanda yüklenmeyeceği düşünüldüğünde;

Yükleme 10. ve 12. katlara yarım 11. kata tam olarak uygulanmıştır. Yük sınıfı 3 için birbirini takip eden üç kata 1 kN/m^2 - 2 kN/m^2 - 1 kN/m^2 olacak şekilde yükleme yapılmıştır. Yük sınıfı 6 ise için birbirini takip eden üç kata 3 kN/m^2 - 6 kN/m^2 - 3 kN/m^2 olacak şekilde yükleme yapılmıştır. Bu şekilde yükleme yapmanın amacı herhangi bir katta çalışmanın bitip diğer kata geçilmesi durumunda bir önceki katta son dokunuş, rötuş vb. gibi uygulamaların olabileceğindendir. TS EN 12811-1 standardına göre zati yükler ve hareketli yükleri için taşıma gücü sınır değeri için güvenlik katsayısı 1,5 kaza sonucu oluşabilecek yükler için 1,0 alınmıştır. Güvenlik katsayıları yükleme kombinasyonlarına yük sınıfları ile çarpılarak etkitilmiştir. Hareketli yüklemeler 0,60 m genişliğinde 2,5 m uzunluğundaki platformlara yapılmıştır. SAP 2000 programında yüklemelerin yapıldığı katlar ve yük değerleri Şekil 6.9 ve Şekil 6.10'da verilmiştir.



Şekil 6.9. Düzgün yayılı yük olarak girilen hareketli yükler



Şekil 6.10. Hareketli yük değerleri

Yük kombinasyonlarının belirlenmesi

Çizelge 6.4 ve Çizelge 6.5'te yüklerin 1,5 ve 1,0 güvenlik katsayıları ile çarpımı verilmiştir. Taşıma gücü sınır değeri için güvenlik katsayısı 1,5 iken, hizmet verebilirlik sınır durumu katsayısı ise 1,0'dır [11].

Çizelge 6.4. Yük cinslerinin 1,5 kısmi güvenlik katsayısı ile artırılması

	Zati yük	Branda Yükü	Hareketli Yük	Paralel rüzgâr yükü	Dik rüzgâr yükü
	D	D2	L	W _x	W _y
NO	1	2	3	4	5
1	1,5	0	0	0	0
2	1,5	1,5	0	0	0
3	1,5	1,5	1,5	0	0
4	1,5	1,5	1,5	1,5	0
5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Çizelge 6.5. Yük cinslerinin 1,0 kısmi güvenlik katsayısı ile artırılması

	Zati yük	Branda Yükü	Hareketli Yük	Paralel rüzgâr yükü	Dik rüzgâr yükü
	D	D2	L	W _x	W _y
NO	1	2	3	4	5
1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0
3	1	1	1	0	0
4	1	1	1	1	0
5	1	1	1	1	1

Yükleme kombinasyonları Çizelge 6.6'da verilmiştir. Çizelge 6.6'da D ölü yükleri, D2 branda yükünü, L hareketli yükleri, W_xA02 ve W_yA02 iskelede açık durumda 0,2 kN/m² etkiyen rüzgâr yükünü, W_xA11 ve W_yA11 iskelede açık durumda etkiyen 1,1 kN/m² rüzgâr yükünü, W_xK02 ve W_yK02 iskelede kapalı durumda 0,2 kN/m² etkiyen rüzgâr yükünü, W_xK11 ve W_yK11 iskelede kapalı durumda etkiyen 1,1 kN/ m² rüzgâr yükünü göstermektedir.

Çizelge 6.6'da verilen yüklemelerden G kombinasyonları gerilme tahkikini için tanımlanan 1,5 katsayılı kombinasyonları, D kombinasyonları deplasman tahkiki için tanımlanan 1,0 katsayılı kombinasyonları ifade etmektedir. 3 ve 4 numaralı kombinasyonlar açık durumda iskele üzerinde çalışma varken 0,2 kN/m² rüzgâr yükünü, 5 ve 6 numaralı kombinasyonlar

açık iskelede çalışma yokken $1,1 \text{ kN/m}^2$ rüzgâr yükünü, 7 ve 8 numaralı kombinasyonlar kapalı durumda iskele üzerinde çalışma varken $0,2 \text{ kN/m}^2$ rüzgâr yükünü, 9 ve 10 numaralı kombinasyonlar kapalı durumda iskele üzerinde çalışma yokken $1,1 \text{ kN/m}^2$ rüzgâr yükünü ifade etmektedir.

Çizelge 6.6. Yükleme kombinasyonları

G1	1,5D	DD1	1,0D
G2	1,5D+1,5L	DD2	1,0D+1,0L
G3	1,5D+1,5L+1,5WxA02	DD3	1,0D+1,0L+1,0WxA02
G4	1,5D+1,5L+1,5WyA02	DD4	1,0D+1,0L+1,0WyA02
G5	1,5D+1,5WxA11	DD5	1,0D+1,0WxA11
G6	1,5D+1,5WyA11	DD6	1,0D+1,0WyA11
G7	1,5D+1,5D2+1,5L+1,5WxK02	DD7	1,0D+1,0D2+1,0L+1,0WxK02
G8	1,5D+1,5D2+1,5L+1,5WyK02	DD8	1,0D+1,0D2+1,0L+1,0WyK02
G9	1,5D+1,5D2+1,5WxK11	DD9	1,0D+1,0D2+1,0WxK11
G10	1,5D+1,5D2+1,5WyK11	DD10	1,0D+1,0D2+1,0WyK11

Rüzgâr yükü

İskeleye etkiyen rüzgâr yükü iskele elemanlarına en elverişsiz şekilde etkitilmiştir. Hesaplama TS EN 12811-1 standardına göre çalışma rüzgâr yükü $0,2 \text{ kN/m}^2$ alınmıştır. Ayrıca analizi yapılan iskelenin yüksekliğine karşılık gelen TS EN 12810-1 standardında göre rüzgâr yüklerinin uygulanmasında Şekil 3.1’te yer alan rüzgâr tasarım basıncı grafiğine göre 24 m yükseklikteki iskele için $1,1 \text{ kN/m}^2$ rüzgâr yükü uygulanmıştır.

Sisteme açık durum ve kapalı durum için hem $0,2 \text{ kN/m}^2$ hem de $1,1 \text{ kN/m}^2$ rüzgâr yükü ayrı ayrı uygulanmıştır. İskelenin üzerinde çalışma varken $0,2 \text{ kN/m}^2$ rüzgâr yüküne, çalışma yokken $1,1 \text{ kN/m}^2$ rüzgâr yüküne dayanımı ölçülmüştür.

“TS 498 Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri” standardına göre 8 m’ye kadar düşük rüzgâr öngörülmektedir[17]. Ancak yapıdaki koridor etkisinden dolayı rüzgâr yükü iskele yapısı boyunca sabit olarak uygulanmıştır. Rüzgâr yükü hesabı TS EN 12811-1’e göre yapılmıştır.

Kaplanmamış iskele için(açık durum) “Aerodinamik kuvvet katsayısı” Çizelge 3.8’den cepheye dik ve cepheye paralel için 1,3 olarak alınmıştır. Kaplanmamış iskele için “Yapı

yerine bağılı rüzgâr etki katsayısı” Çizelge 3.9’dan cepheye dik için 0,75 ve cepheye paralel için 1,0 olarak alınmıştır.

Kaplanmış iskele için(kapalı durum) “Aerodinamik kuvvet katsayısı” Çizelge 3.8’den cepheye dik durum için 1,3 ve cepheye paralel için 0,1 olarak alınmıştır. Kaplanmış iskele için “Yapı yerine bağılı rüzgâr etki katsayısı” Çizelge 3. 9’dan cepheye dik ve paralel için 1,0 olarak alınmıştır.

Açık durumda rüzgâr yükünün yüklenmesi

Dış cephe iskelesinin yüzeyinin herhangi bir örtü ile kaplanmadığı açık durumda yüklemeler iskeleye paralel(x yönünde) ve iskeleye dik(y yönünde) olacak şekilde etkitilmiştir. Bu durum için iskelenin taşıyıcı elemanları olan tüm dikme profillere, yatay elemanlara ve çapraz elemanlara rüzgâr yükü uygulanmıştır. Yükler uygulanırken x ve y yönünde (+) veya (-) yönde aynı anda rüzgâr olmadığı varsayılmıştır.

Aşağıda açık durum için hem 0,2 kN/m² rüzgâr yükü hem de 1,1 kN/m² rüzgâr yükünün iskele bileşenlerine olan yük etkisi hesaplanmıştır. Rüzgâr kuvveti hesabı 1 nolu bağıntıya göre yapılmıştır. Rüzgâr kuvveti hesaplanırken rüzgârın etkidiği bileşenlerin alanı, rüzgâr yükü, rüzgârın cepheye dik veya paralel etkidiği durumdaki katsayılar ve iskelenin kurulduğu yapının bulunduğu yere göre belirlenen etki katsayısı dikkate alınmıştır.

Açık durumda 0,2 kN/m² rüzgâr yükü

İskele elemanlarına gelen yükler:

Dikme profilleri (WxA02): $0,0483 \cdot 0,2 \cdot 1,3 \cdot 0,75 = 0,0094$ kN/m

Yatay boru (WyA02): $0,034 \cdot 0,2 \cdot 1,3 \cdot 1 = 0,0088$ kN/m

Çaprazlar (WyA02): $0,042 \cdot 0,2 \cdot 1,3 \cdot 1 = 0,010$ kN/m

Açık durum için x ve y yönünde 0,2 kN/m² rüzgâr yükü dikkate alarak iskele bileşenlerine etkiyen rüzgâr kuvvetlerinin analiz programında tanımlanmış detayları Şekil 6.11 ve 6.12’de verilmiştir

Açık durumda 1,1 kN/m² rüzgâr yükü

İskele elemanlarına gelen yükler:

Dikme profilleri (WxA11): $0,0483 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 0,75 = 0,0518$ kN/m

Yatay boru (WyA11): $0,034 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 0,048$ kN/m

Çaprazlar (WyA11): $0,042 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 0,060$ kN/m

Açık durum için x ve y yönünde 1,1 kN/m² rüzgâr yükü dikkate alarak iskele bileşenlerine etkileyen rüzgâr kuvvetlerinin analiz programında tanımlanmış detayları Şekil 6.13 ve 6.14’de verilmiştir.

Yukarıda; 0,0483 değeri dikme profilinin kesit alanını, 0,034 değeri yatay profil elemanının kesit alanını, 0,042 çapraz profil elemanının kesit alanını, 0,2 kN/m² ve 1,1 kN/m² cinsinden rüzgâr yükünü, 1,3 iskelenin açık hali için Çizelge 3.8’de yer alan rüzgâr yükünün cepheye dik ve paralel olması durumunda alınması gereken kuvvet katsayısını, 0,75 ve 1 değerleri ise Çizelge 3.9’a uygun iskelenin kurulduğu yapının bulunduğu yere göre alınan rüzgâr etki katsayısını ifade etmektedir.

Kapalı durumda rüzgâr yükünün yüklenmesi

Dış cephe iskelesinin yüzeyinin herhangi bir örtü ile kaplandığı kapalı durumda yüklemeler iskeleye paralel(x yönünde) ve iskeleye dik(y yönünde) olacak şekilde etkitilmiştir. Yükler uygulanırken x ve y yönünde (+) veya (–) yönde aynı anda rüzgâr olmadığı varsayılmıştır.

Aşağıda iskelenin ön yüzeyinin branda ile kaplı olduğu kapalı durum için hem 0,2 kN/m² rüzgâr yükü hem de 1,1 kN/m² rüzgâr yükünün iskele bileşenlerine olan yük etkisi hesaplanmıştır. Rüzgâr kuvveti hesabı 1 nolu bağıntıya göre yapılmıştır. Kapalı durum için iskelenin branda ile kaplı olması durumundan dolayı rüzgâr kuvveti hesaplanırken branda yüzey alanı hesaplanarak rüzgâr yükü brandayı taşıyan iskele dikmelerine düzgün yayılı yük olarak verilmiştir. Rüzgâr kuvveti hesaplanırken rüzgârın etkidiği alan, rüzgâr yükü, rüzgârın cepheye dik veya paralel etkidiği durumdaki katsayılar ve iskelenin kurulduğu yapının bulunduğu yere göre belirlenen etki katsayısı dikkate alınmıştır.

Kapalı durumda 0,2 kN/m² rüzgâr yükü

Dikme profillere (WyK02)= $1,3 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 2,5 = 0,65$ kN/m

Dikme profillere (WxK02)= $1,3 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 0,6 = 0,156$ kN/m

Kapalı durum için x ve y yönünde 0,2 kN/m² rüzgâr yükü dikkate alarak iskele bileşenlerine etkileyen rüzgâr kuvvetlerinin analiz programında tanımlanmış detayları Şekil 6.15 ve 6.16'da verilmiştir

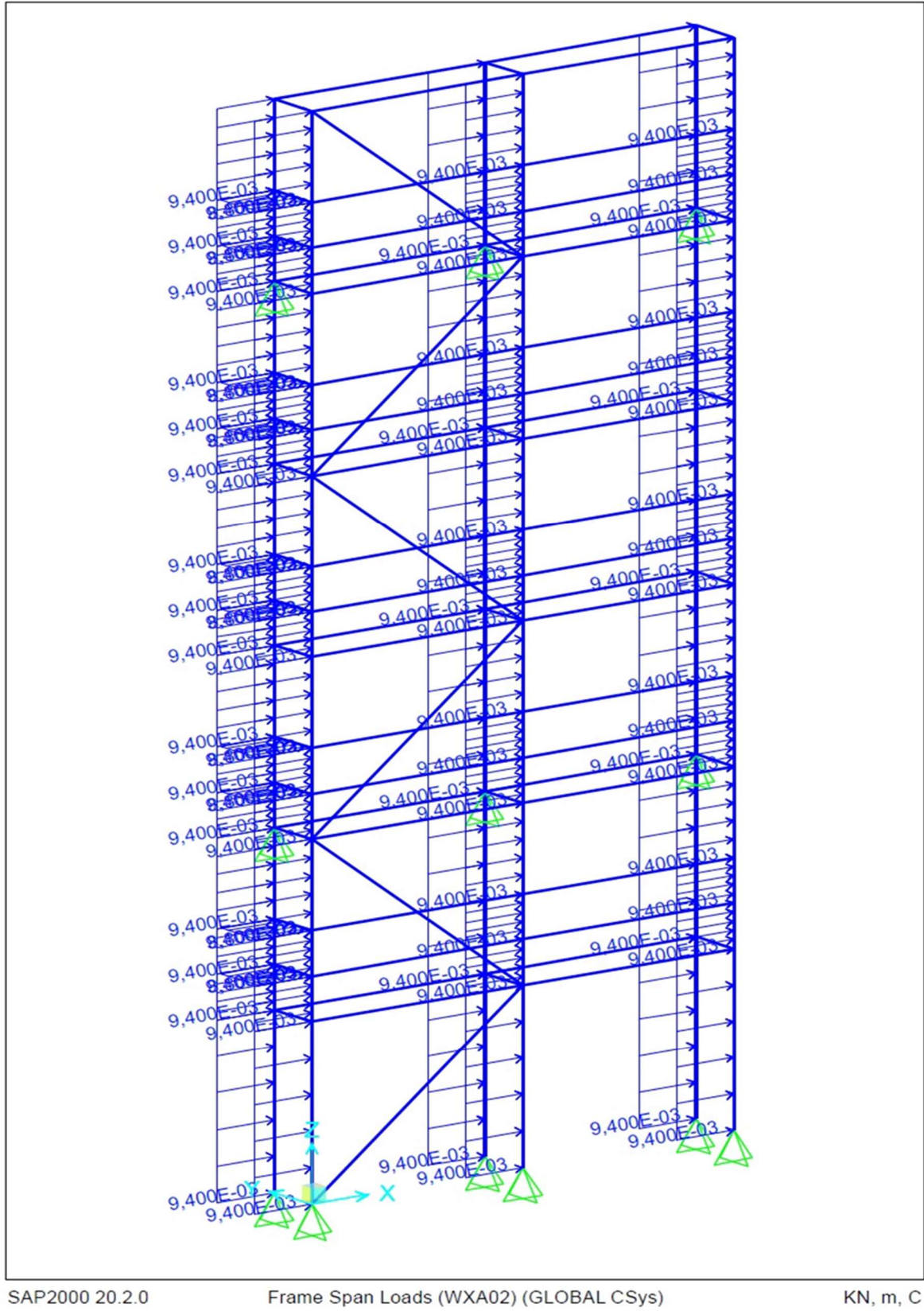
Kapalı durumda 1,1 kN/m² rüzgâr yükü

Dikme profillere (WyK11)= $1,3 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 2,5 = 3,57$ kN/m

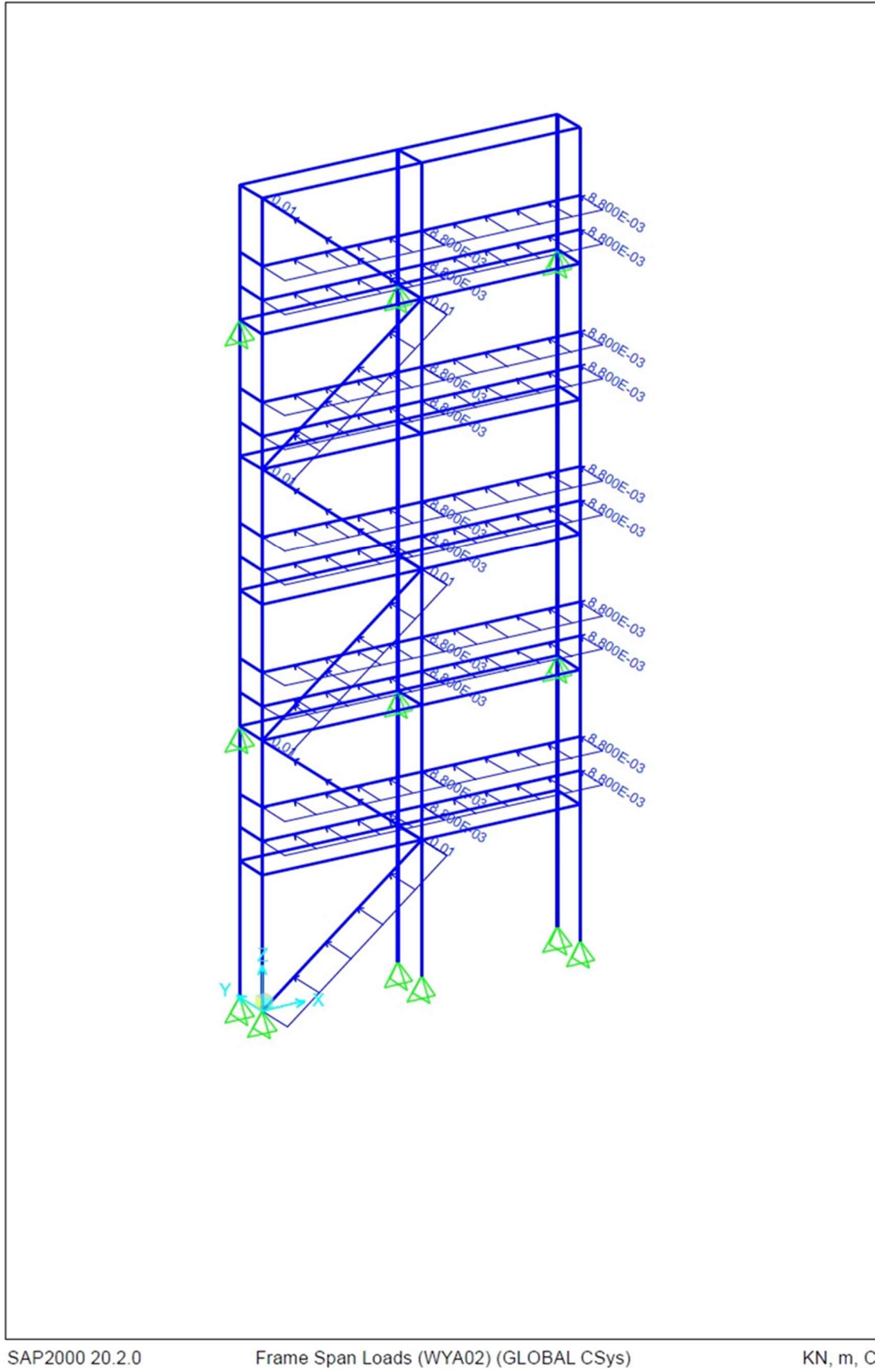
Dikme profillere (WxK11)= $1,3 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,6 = 0,858$ kN/m

Kapalı durum için x ve y yönünde 1,1 kN/m² rüzgâr yükü dikkate alarak iskele bileşenlerine etkileyen rüzgâr kuvvetlerinin analiz programında tanımlanmış detayları Şekil 6.17 ve 6.18'de verilmiştir

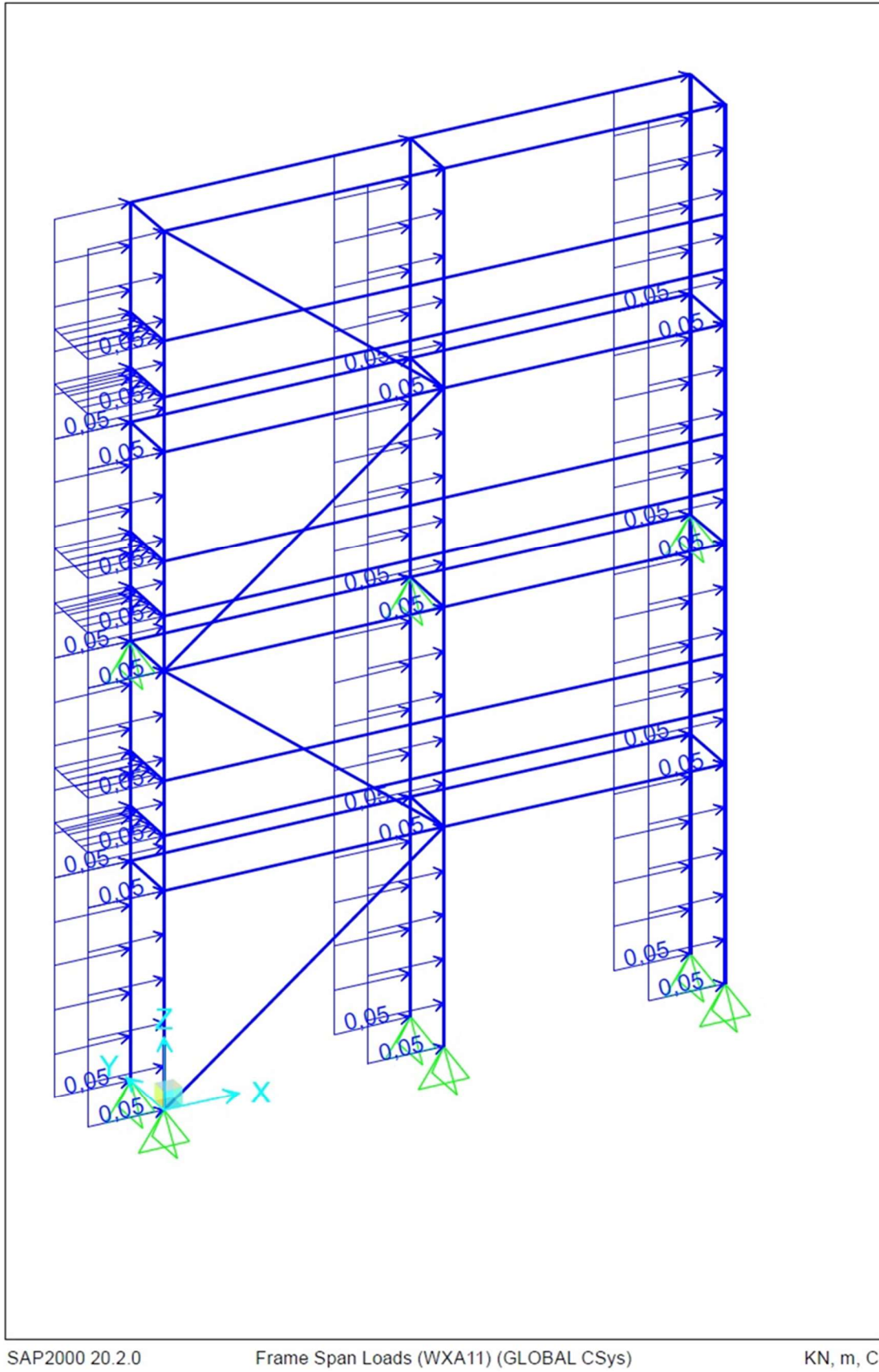
Yukarıda; 2,5 değeri iskelenin branda ile kaplı olmasından dolayı iskele uzun açıklığını, 0,6 değeri kısa açıklığını, 0,2 ve 1,1 kN/m² cinsinden rüzgâr yükünü, 1,3 iskelenin açık hali için Çizelge 3.8'de yer alan rüzgâr yükünün cepheye dik ve paralel olması durumunda alınması gereken kuvvet katsayısını 1 değeri Çizelge 3.9'a uygun iskelenin kurulduğu yapının bulunduğu yere göre alınan rüzgâr etki katsayısını ifade etmektedir.



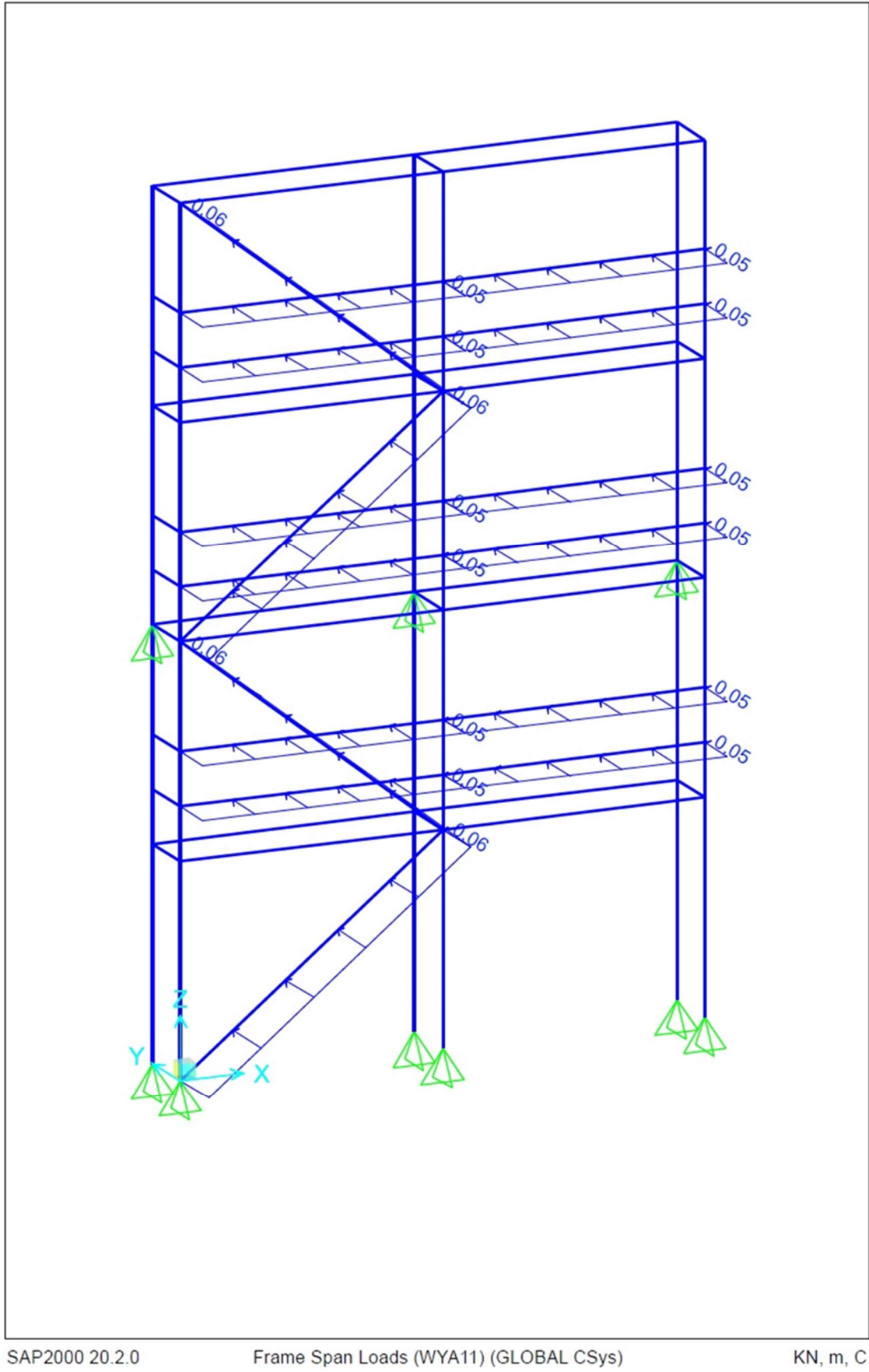
Şekil 6.11. Açık durumda W_x $0,2 \text{ kN/m}^2$ rüzgâr yükü



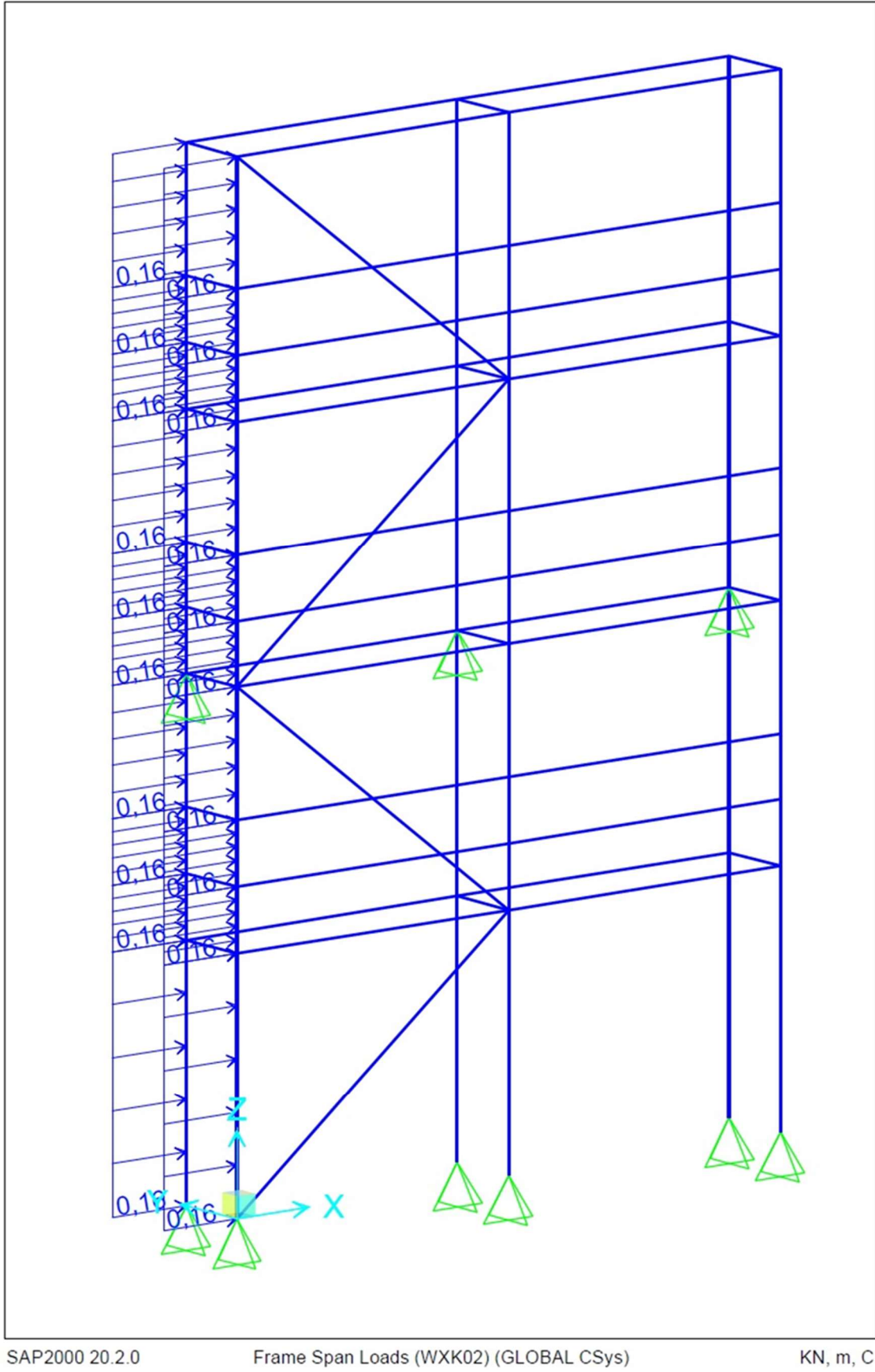
Şekil 6.12. Açık durumda W_y $0,2 \text{ kN/m}^2$ rüzgâr yükü



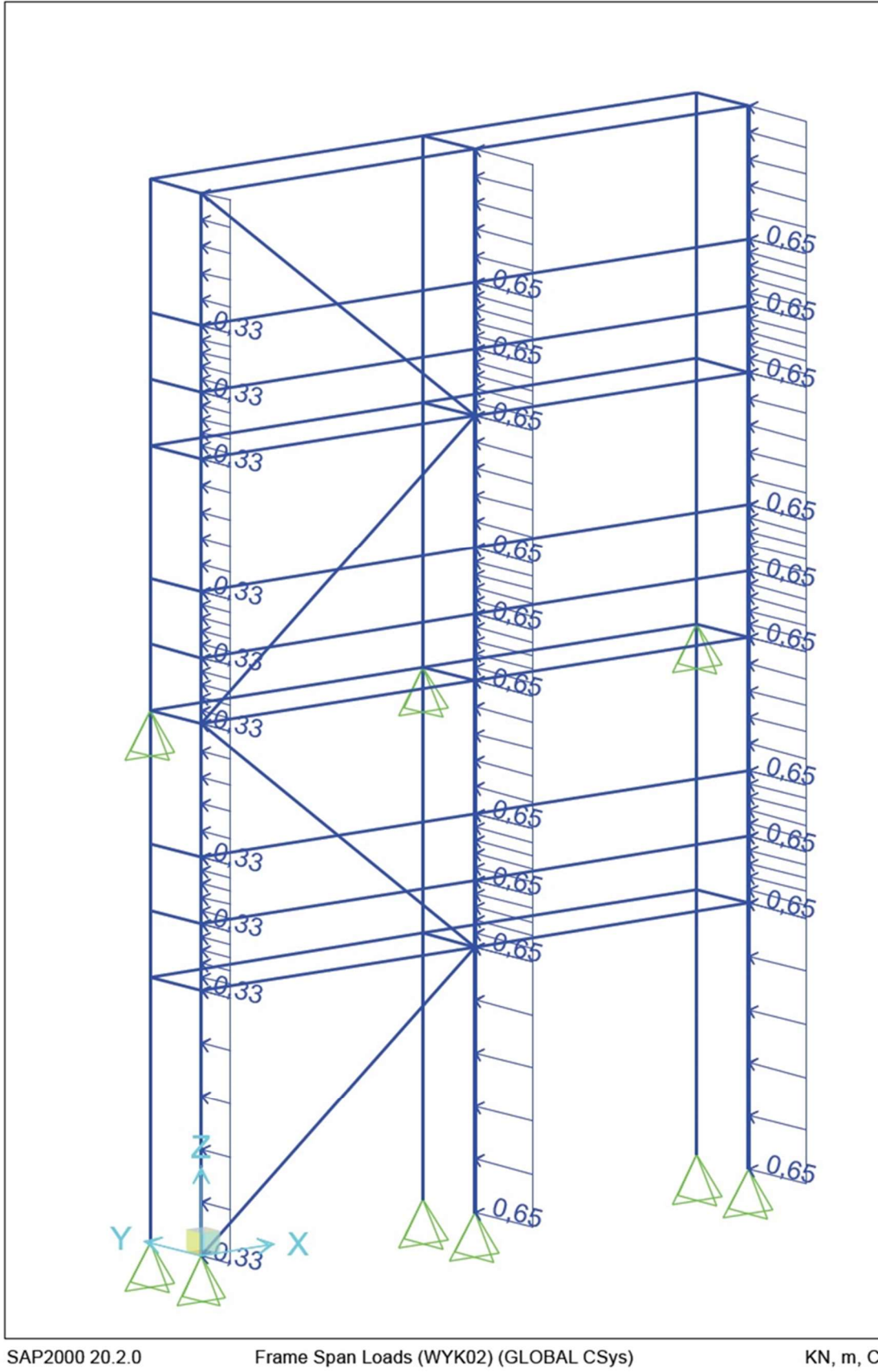
Şekil 6.13. Açık durumda W_x 1,1 kN/m² rüzgâr yükü



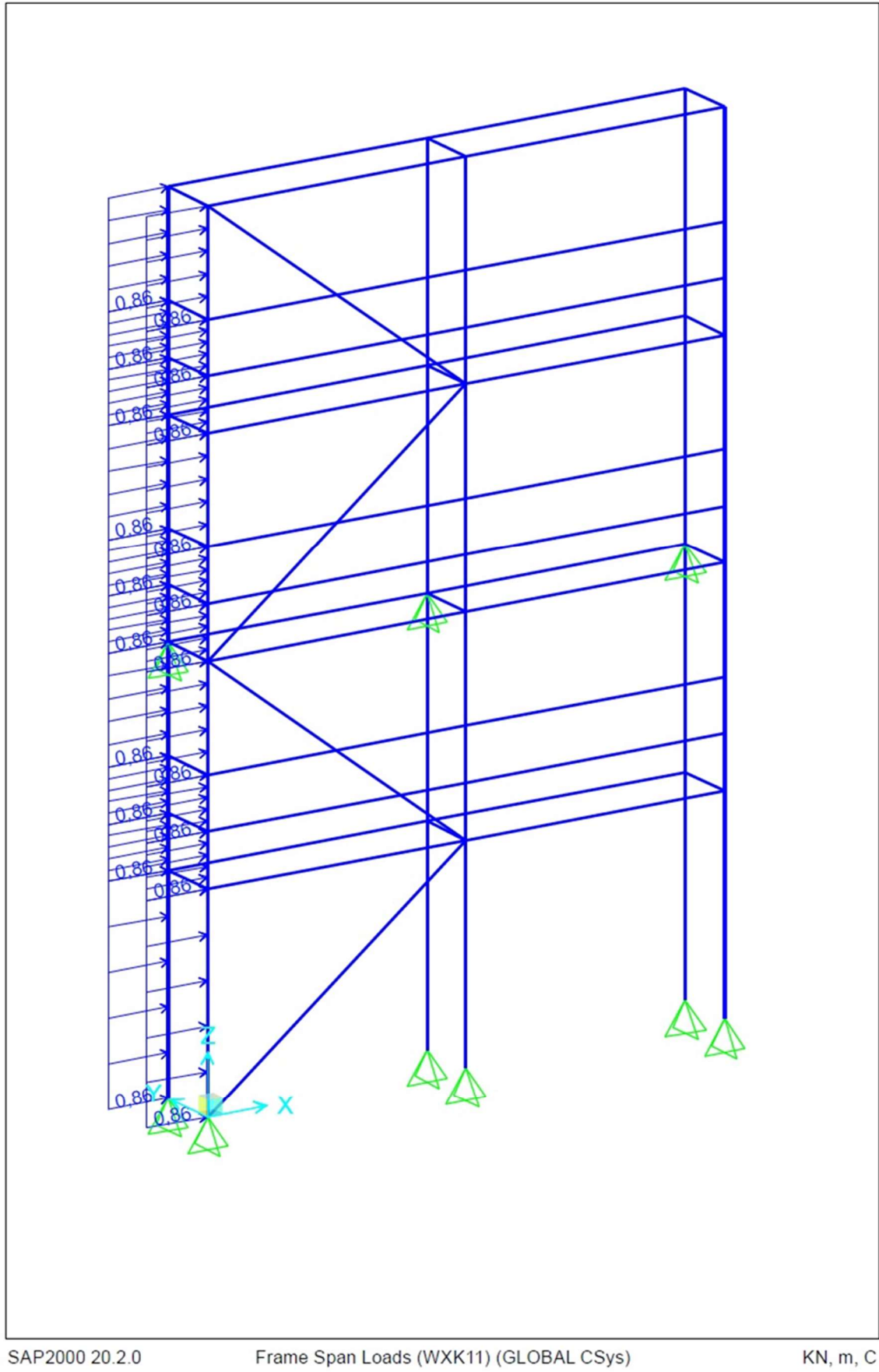
Şekil 6.14. Açık durumda W_y 1,1 kN/m² rüzgâr yükü



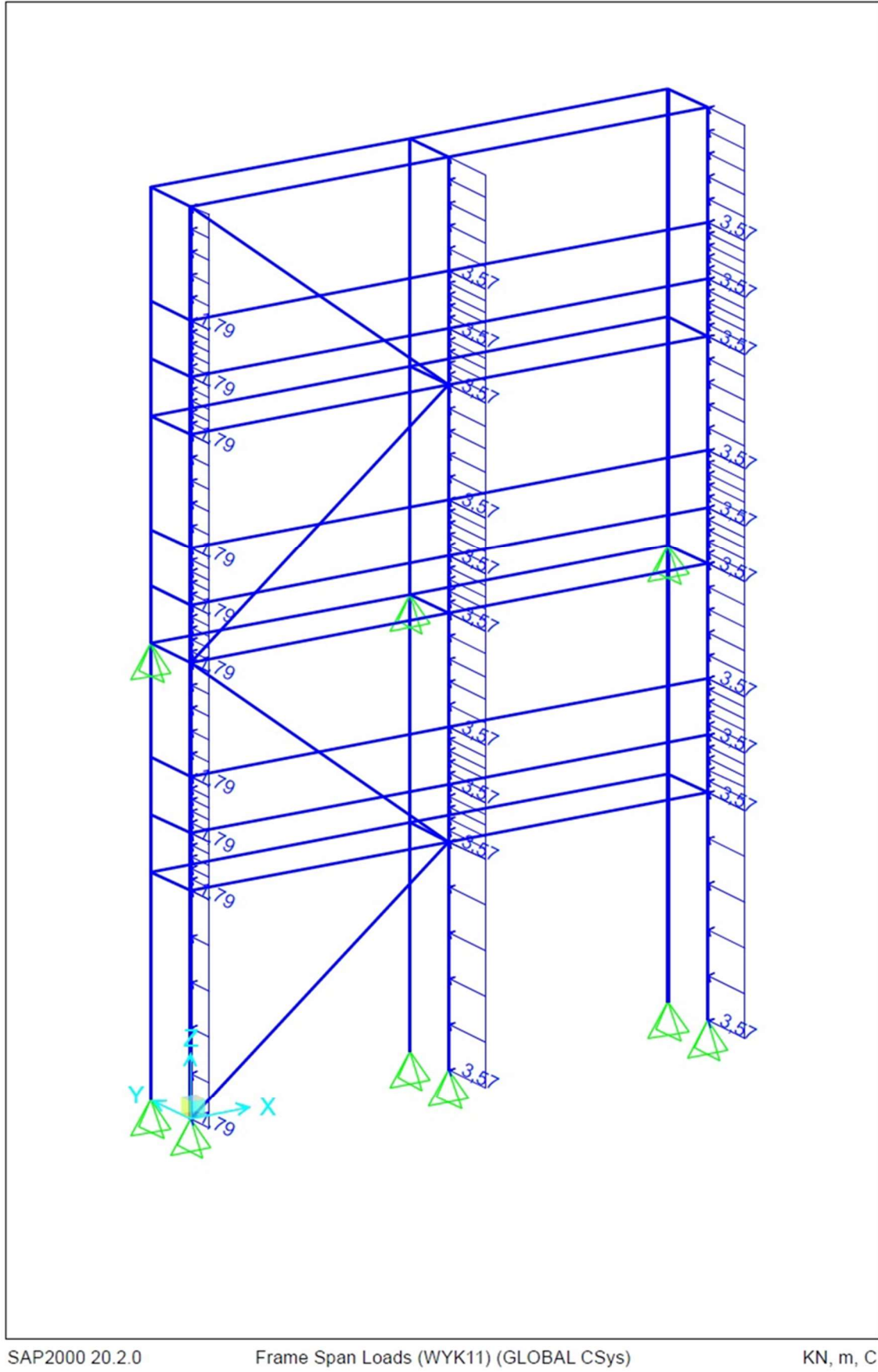
Şekil 6.15. Kapalı durumda $W_x 0,2 \text{ kN/m}^2$ rüzgâr yükü



Şekil 6.16. Kapalı durumda W_y 0,2 kN/m² rüzgâr yükü



Şekil 6.17. Kapalı durumda W_x 1,1 kN/m² rüzgâr yükü



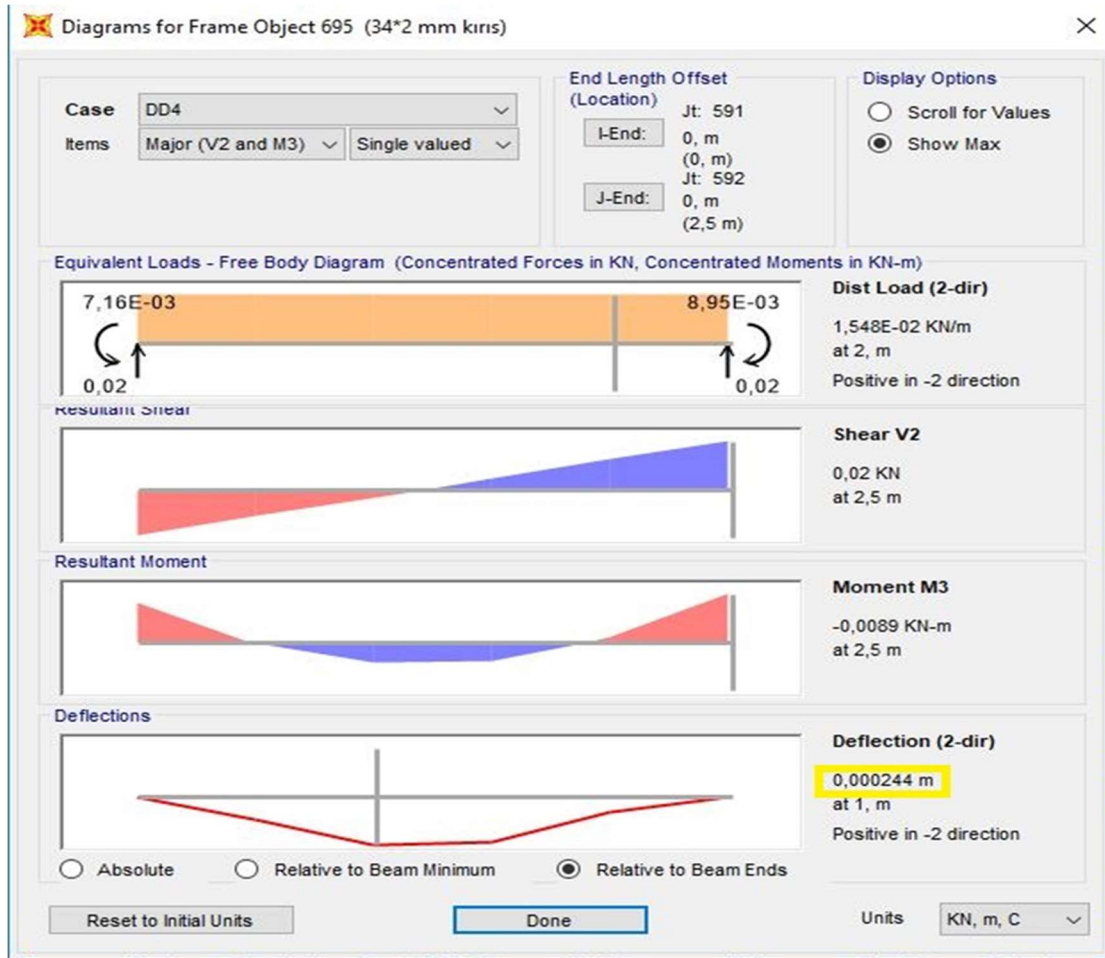
Şekil 6.18. Kapalı durumda W_y 1,1 kN/m² rüzgâr yükü

6.5. Sehim Kontrolü

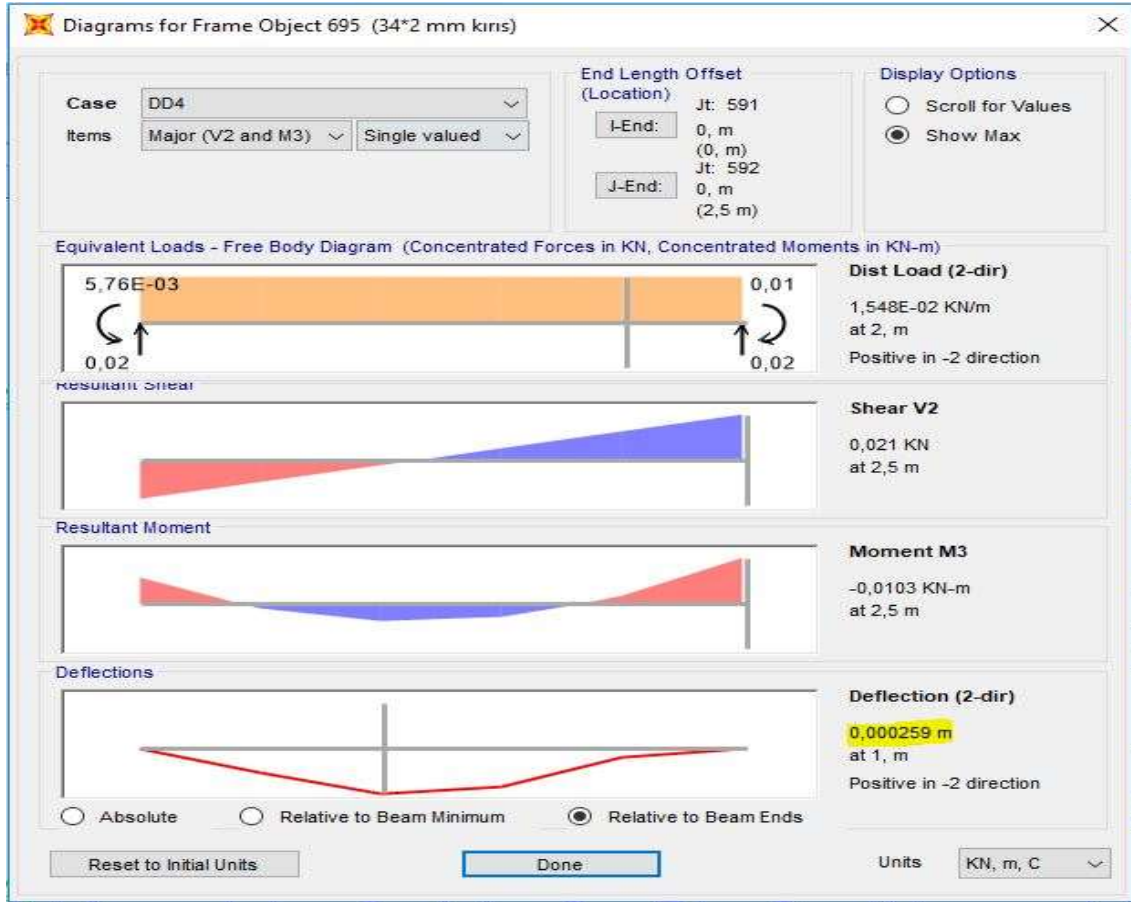
Analizi yapılan ön yapımlı çelik iskele sisteminin açık durumunda yük sınıfı 3 ve yük sınıfı 6 için 34*2 mm boyutlarında tanımlanan yatay elamanlardan örnekleme yöntemi ile seçilen 695 nolu elemanın analiz sonucunda sehim kontrolü ölçülmüştür. Yan koruma amacı ile kullanılan yatay bileşenin analiz sonucunda sehim kontrolü Çizelge 6.6’da verilen yük kombinasyonlarından DD4 yükleme kombinasyonuna göre yapılmıştır. Sehim limiti kontrol edilen elemanlarda $L/300$ olarak alınmıştır [23]. İskelenin açık olduğu durumda yük sınıfı 3 ve yük sınıfı 6 için sehim kontrolünün limitin aşağısında kaldığı durum Şekil 6.19 ve Şekil 6.20 ‘de verilmiştir.

$D_{max}=0,0244 \text{ cm} < L/300=250/300=0,83 \text{ cm}$ açık durumda yük sınıfı 3 için

$D_{max}=0,0259 \text{ cm} < L/300=250/300=0,83 \text{ cm}$ açık durumda yük sınıfı 6 için



Şekil 6.19. Yük sınıfı 3 açık durum için kiriş sehim kontrolü

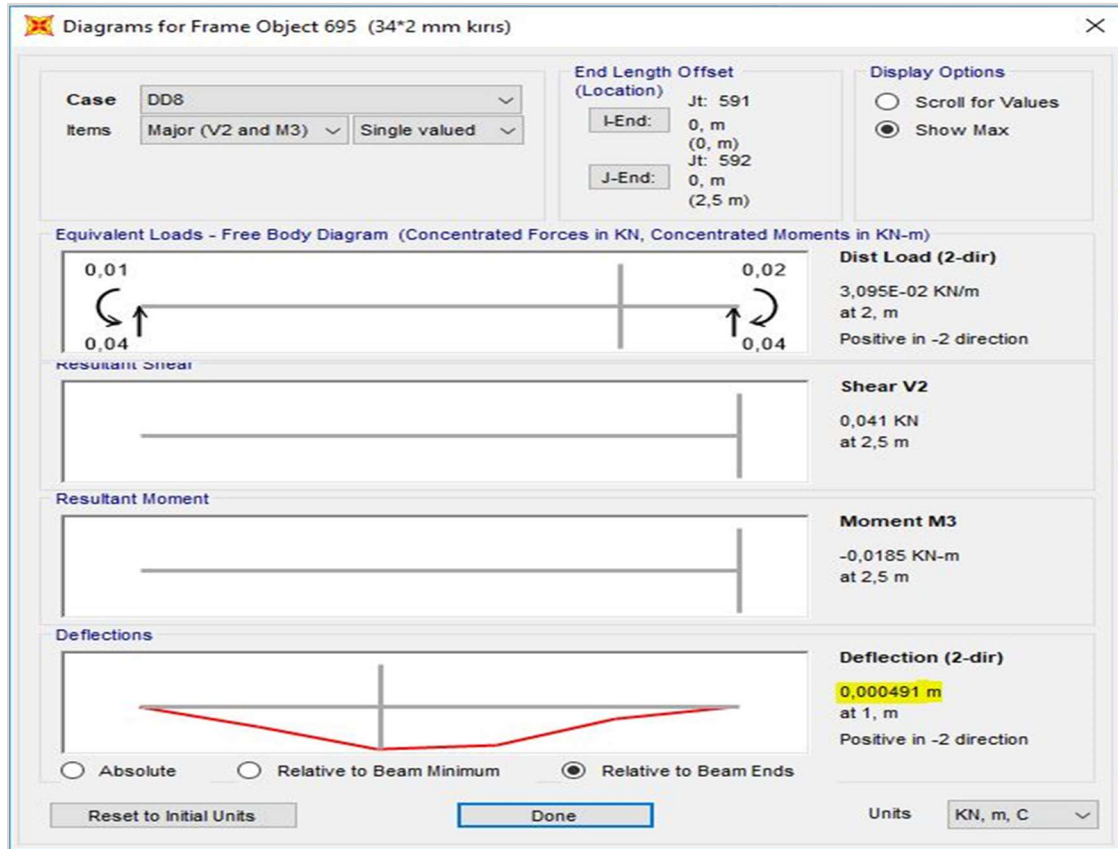


Şekil 6.20. Yük sınıfı 6 açık durum için kiriş sehim kontrolü

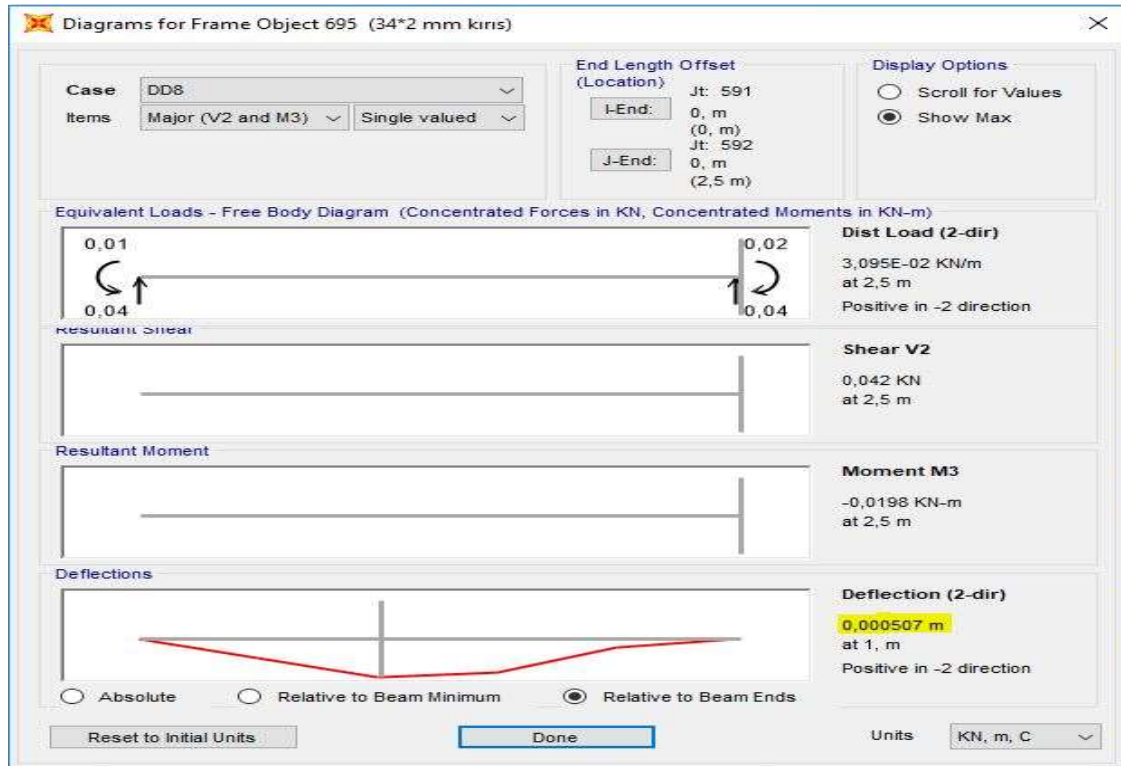
Analizi yapılan ön yapımlı çelik iskele sisteminin kapalı durumu için 34*2 mm boyutlarında tanımlanan yatay elamanlardan örnekleme yöntemi ile seçilen 695 nolu elemanın analiz sonucunda sehim kontrolü ölçülmüştür. Yan koruma amacı ile kullanılan yatay bileşenin analiz sonucunda sehim kontrolü Çizelge 6.6'da verilen yük kombinasyonlarından DD8 yükleme kombinasyonuna göre yapılmıştır. İskelenin kapalı olduğu durumda yük sınıfı 3 ve yük sınıfı 6 için sehim kontrolünün limitin aşağısında kaldığı durum Şekil 6.21 ve Şekil 6.22'de verilmiştir.

$D_{max}=0,0491 \text{ cm} < L/300=250/300=0,83 \text{ cm}$ kapalı durumda yük sınıfı 3 için

$D_{max}=0,0507 \text{ cm} < L/300=250/300=0,83 \text{ cm}$ kapalı durumda yük sınıfı 6 için



Şekil 6.21. Yük sınıfı 3 kapalı durum için kiriş sehim kontrolü



Şekil 6.22. Yük sınıfı 6 kapalı durum için kiriş sehim kontrolü

6.6. Göreli kat ötelenmesi

Görelî kat ötelenmesi hesabı deprem yönetmeliğindeki kat ötelenmesi hesabı baz alınarak hesaplanmıştır. Analizi yapılan ön yapımlı çelik iskele sisteminin açık ve kapalı olması durumunda X ve Y yönünde yaptığı göreli kat ötelenmeleri ve kat ötelenmesi formülü aşağıda verilmiştir [24].

$$\Delta i = d_i - d(i - 1) \quad (2)$$

$$\delta i = R x \Delta i \quad (3)$$

$$\delta i \frac{max}{hi} \leq 0,016 \quad (4)$$

Burada;

Δi İki eleman arasındaki deplasman farkını

R Süneklik katsayısını,

δi Süneklik katsayısı ile deplasman farkı çarpımını,

hi İskele kat yüksekliğini ifade etmektedir.

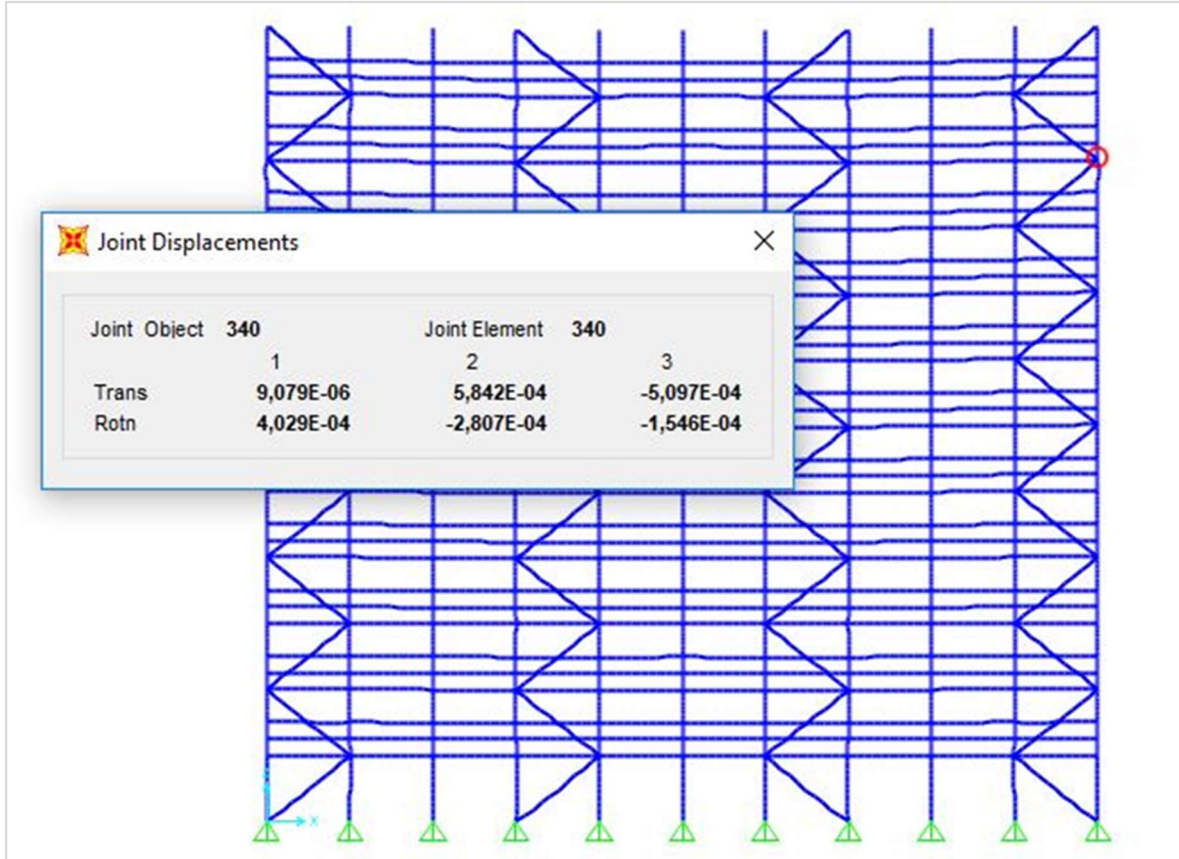
Deprem yönetmeliğine uygun olarak süneklik katsayı 4 seçilmiştir.

Açık durumda X yönündeki göreli kat ötelenmesi değeri Şekil 6.21’de verilmiştir. Analizi yapılan iskele sisteminde 11.kattaki kat ötelenmesi değeri 0,05842 cm iken bir alt katta kat ötelenmesi değeri 0,04 cm bulunmuştur. İki kat arasındaki göreli kat ötelenmesinin sınır değerin altında olduğu görülmüştür.

$$\Delta i = d_i - d(i - 1) \quad \Delta i = 0,05842 - 0,04 = 0,018 \text{ cm}$$

$$\delta i = R x \Delta i \quad \delta i = 4 x 0,018 = 0,072 \text{ cm}$$

$$\delta i \frac{max}{hi} \leq 0,016 \quad 0,072/200=0,00036 \leq 0,016$$



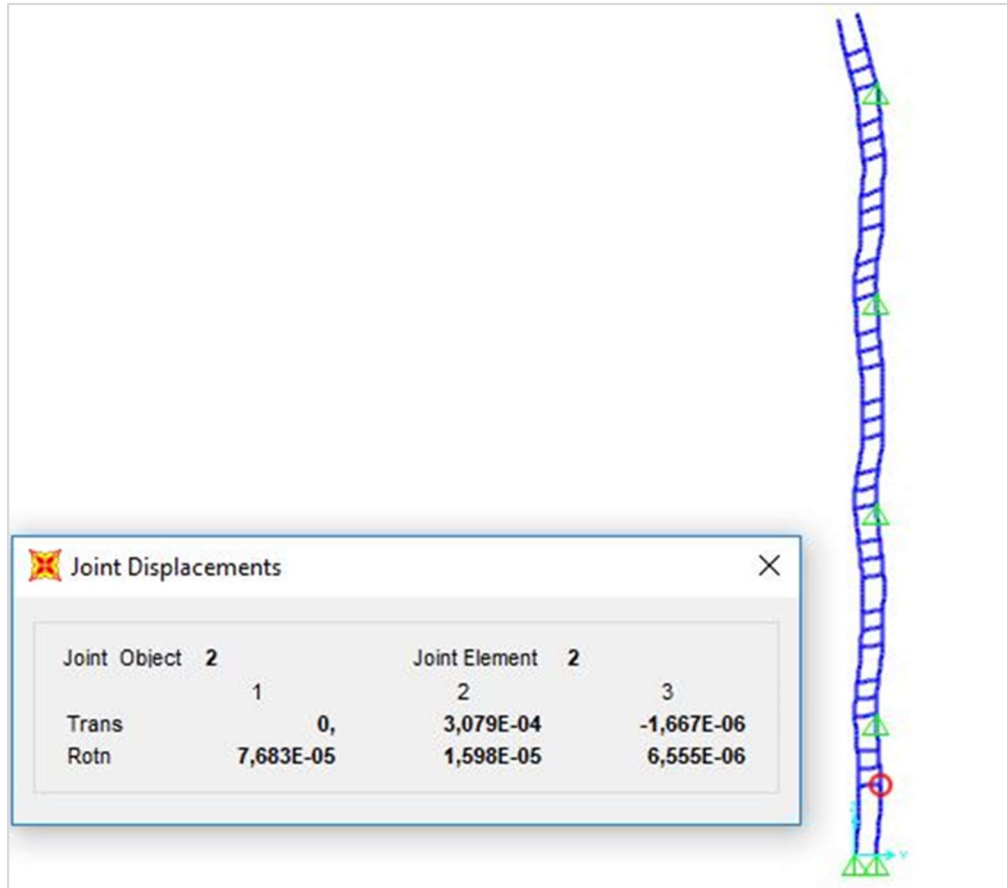
Şekil 6.23. Açık durum için X yönü görelî kat ötelenmesi

Açık durumda Y yönündeki görelî kat ötelenmesi değeri Şekil 6.22’de verilmiştir. Analizi yapılan iskele sisteminde 1.kattaki kat ötelenmesi değeri 0,0379 cm’dir. Zeminde tanımlanan mesnetlerin yer değıştirmesi sıfır kabul edildiğinden yer değıştirme farkı 0,0379 cm’dir. 1. katın zemine göre görelî kat ötelenmesinin sınır değerin altında olduğı görülmüştür.

$$\Delta i = d_i - d(i-1) \quad \Delta i = 0,0379 - 0,00 = 0,0379 \text{ cm}$$

$$\delta i = R_x \Delta i \quad \delta i = 4 \times 0,0379 = 0,15 \text{ cm}$$

$$\delta i \frac{max}{hi} \leq 0,016 \quad 0,15/200 = 0,00075 \leq 0,016$$



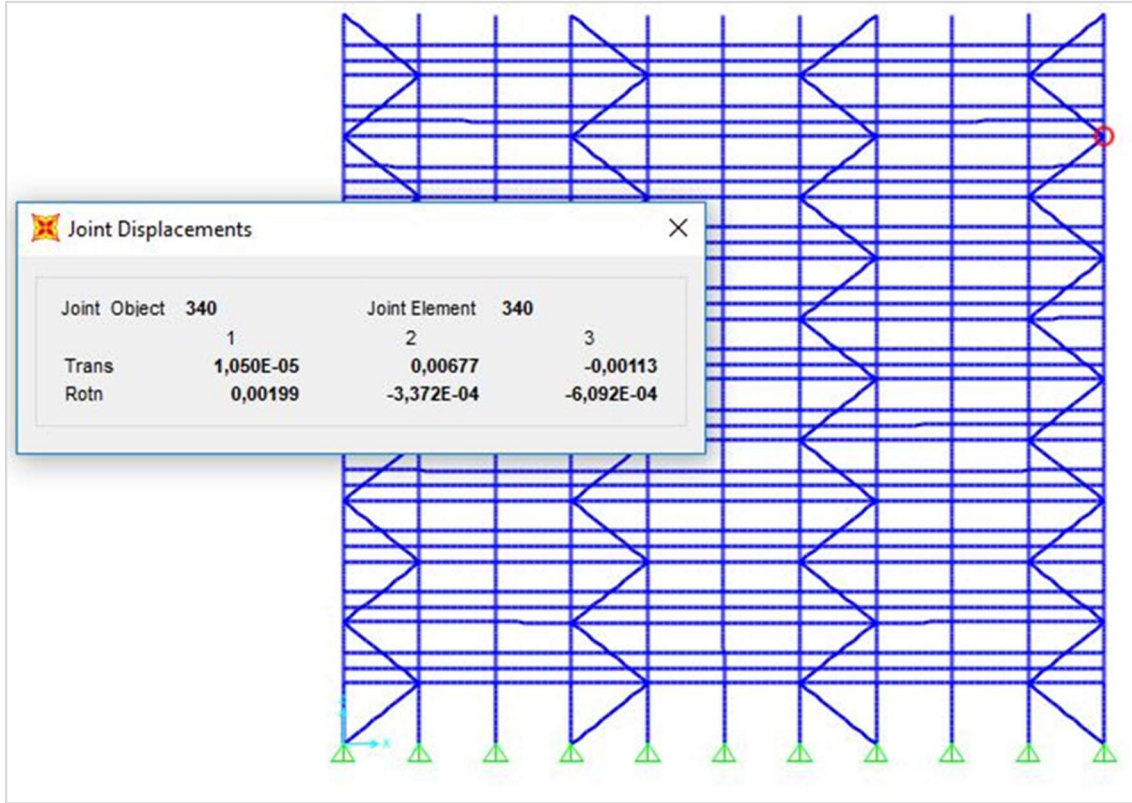
Şekil 6.24. Açık durum için Y yönü görelî kat ötelenmesi

Kapalı durumda X yönündeki görelî kat ötelenmesi değeri Şekil 6.23’de verilmiştir. Analizi yapılan iskele sisteminde 11.kattaki kat ötelenmesi değeri 0,677 cm iken bir alt katta kat ötelenmesi değeri 0,654 cm bulunmuştur İki kat arasındaki görelî kat ötelenmesinin sınır değerin altında olduğu görülmüştür.

$$\Delta i = d_i - d(i-1) \quad \Delta i = 0,677 - 0,654 = 0,023 \text{ cm}$$

$$\delta i = R_x \Delta i \quad \delta i = 4 \times 0,018 = 0,092 \text{ cm}$$

$$\delta i \frac{\max}{hi} \leq 0,016 \quad 0,092/200 = 0,00046 \leq 0,016$$



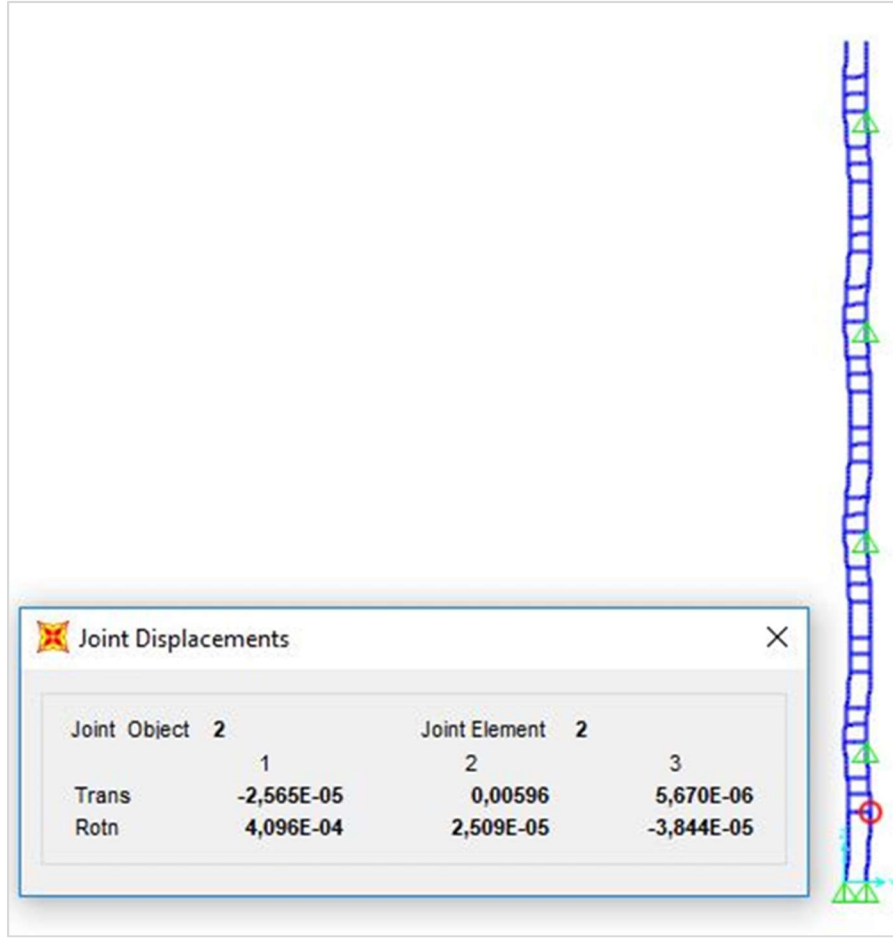
Şekil 6.25. Kapalı durum için X yönü görelî kat ötelenmesi

Kapalı durumda Y yönündeki görelî kat ötelenmesi değeri Şekil 6.24’de verilmiştir. Analizi yapılan iskele sisteminde 1.kattaki kat ötelenmesi değeri 0,596 cm’dir. Zeminde tanımlanan mesnetlerin yer değıştirmesi sıfır kabul edildiğinden yer değıştirme farkı 0,596 cm’dir. 1. katın zemine göre görelî kat ötelenmesinin sınır değerin altında olduğı görölmüştür.

$$\Delta i = d_i - d(i - 1) \quad \Delta i = 0,596 - 0,00 = 0,596 \text{ cm}$$

$$\delta i = R_x \Delta i \quad \delta i = 4 \times 0,0379 = 2,384 \text{ cm}$$

$$\delta i \frac{max}{hi} \leq 0,016 \quad 2,384/200 = 0,011 \leq 0,016$$



Şekil 6.26. Kapalı durum için Y yönü görelî kat ötelenmesi

6.7. Mesnet Reaksiyonları

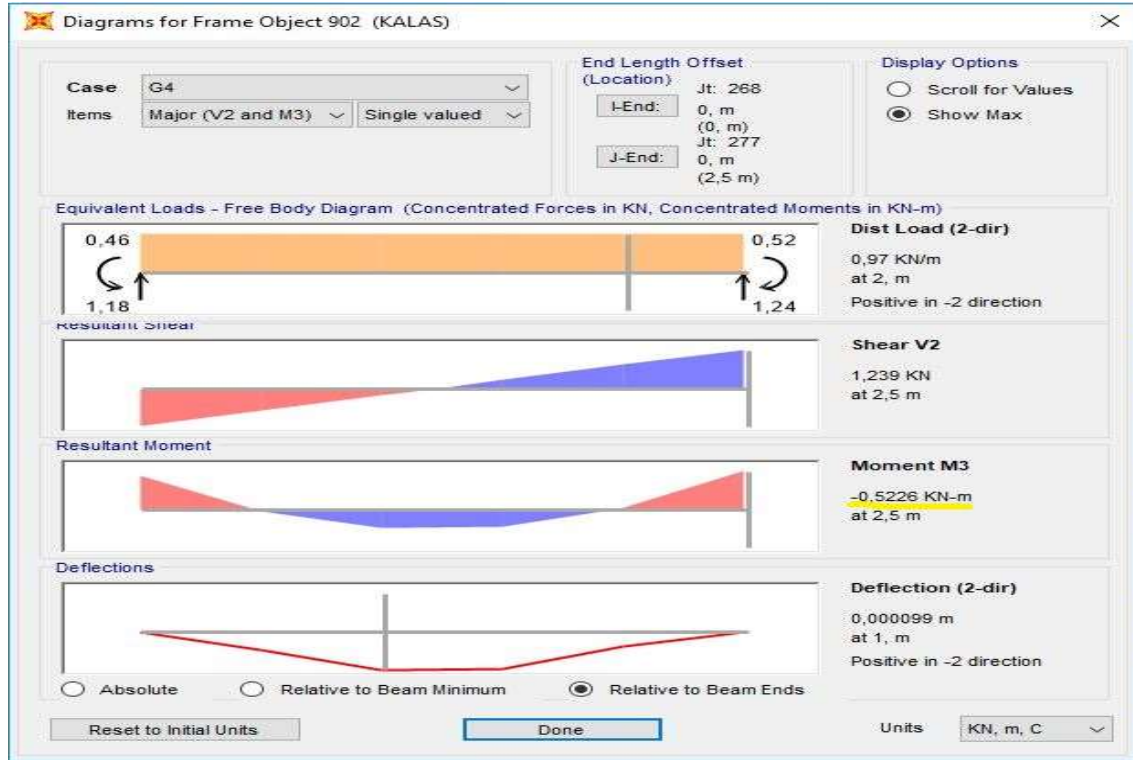
Dış cephe iskele analizinde zemin katta yer alan iskele dikmelerinin taban plakaları ile olan bağlantı noktaları ve iskelenin kurulduğu yapı ile olan sabitleme elamanı olarak kullanılan ankrajlar SAP 2000 analiz programında mesnet olarak tanımlanmıştır. İskelenin açık ve kapalı durumları için iki farklı yük sınıfı analizi sonucunda oluşan mesnet reaksiyonları Ek 1, Ek 2, Ek 3, Ek 4, Ek 5, Ek 6, Ek 7 ve Ek 8,'de verilmiştir. Ayrıca iskelenin analizi için tanımlanan çalışma platformlarına yük sınıfı 3 ve yük sınıfı 6 için yapılan farklı yüklemeler durumunda örnek olarak seçilen çalışma platformunda meydana gelen max. momentler kıyaslanmıştır.

Yük sınıfı 3 için

Analizi yapılan ön yapımlı çelik iskele sisteminin açık ve kapalı olması durumunda yük sınıfı 3 için ankraj ve taban plakası olarak tanımlanan mesnetlere gelen kuvvetlerin toplamı aşağıda verilmiştir. Açık durumda ankrajlara gelen kuvvetleri hesaplamak için mesnet reaksiyonlarının toplamı 9,73 kN bulunmuştur (Ek 1). Kapalı durumda ise ankrajlara gelen kuvveti hesaplamak için mesnet reaksiyonlarının toplamı 234,046 kN bulunmuştur (Ek 3).

Yük sınıfı 3 için açık durumda taban plakalarına gelen kuvvetleri hesaplamak için mesnet reaksiyonlarının toplamı 176,208 kN bulunmuştur (Ek 1). Kapalı durumda ise taban plakalarına gelen mesnet reaksiyonlarının toplamı 352,422 kN bulunmuştur (Ek 3).

Yük sınıfı 3'e göre örnek olarak seçilen 902 nolu çalışma platformunda oluşan max. moment değeri Şekil 6.27'de verilmiştir.



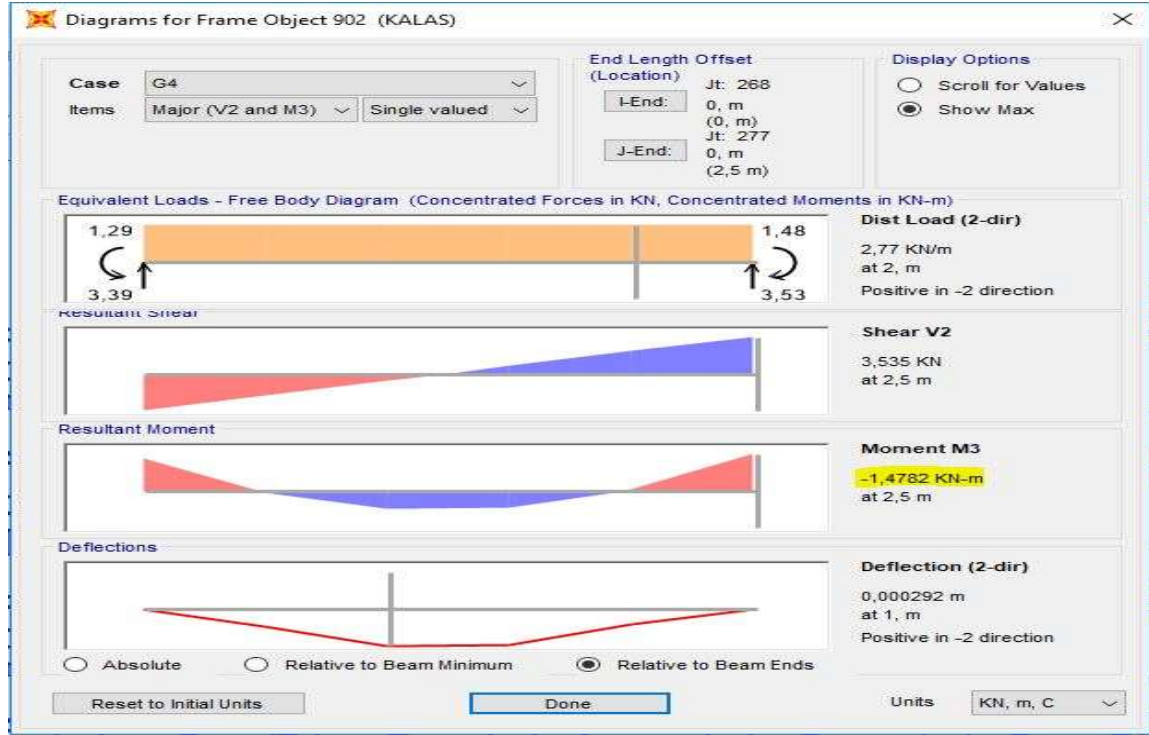
Şekil 6.27. Yük sınıfı 3'e göre max. moment

Yük sınıfı 6 için

Analizi yapılan ön yapımlı çelik iskele sisteminin açık ve kapalı olması durumunda yük sınıfı 6 için ankraj ve taban plakası olarak tanımlanan mesnetlere gelen kuvvetlerin toplamı aşağıda verilmiştir. Açık durumda ankrajlara gelen kuvvetleri hesaplamak için mesnet reaksiyonlarının toplamı 12,67 kN bulunmuştur (Ek 5). Kapalı durumda ise ankrajlara gelen kuvveti hesaplamak için mesnet reaksiyonlarının toplamı 272,71 kN bulunmuştur (Ek 7).

Yük sınıfı 6 için açık durumda taban plakalarına gelen kuvvetleri hesaplamak için mesnet reaksiyonlarının toplamı 355,85 kN bulunmuştur (Ek 5). Kapalı durumda ise taban plakalarına gelen mesnet reaksiyonlarının toplamı 536 kN bulunmuştur (Ek 7).

Yük sınıfı 6'ya göre örnek olarak seçilen 902 nolu çalışma platformunda oluşan max. moment değeri Şekil 6.28'de verilmiştir.



Şekil 6.28. Yük sınıfı 6'ya göre max. moment

6.8. Ankraj ve Taban Plakasına Gelen Kuvvet Hesabı

Ankrajlara ve taban plakalarına gelen kuvvetler iskelenin açık ve kapalı durumu için kıyaslanmıştır. Şekil 6.29'da iskelenin bulunduğu yapıya ankrajlanma şekli verilmiştir.

Yük sınıfı 3 için

Açık durumda ankrajlara gelen kuvvetleri hesaplamak için mesnet reaksiyonlarının toplamı 9,73 kN bulunmuştur (Ek 1). Kapalı durumda ise mesnet reaksiyonlarının toplamı 234,046 kN bulunmuştur (Ek 3). Açık durumda taban plakalarına gelen kuvvetleri hesaplamak için mesnet reaksiyonlarının toplamı 176,208 kN bulunmuştur (Ek 1). Kapalı durumda ise mesnet reaksiyonlarının toplamı 352,422 kN bulunmuştur (Ek 3). Bulunan bu mesnet reaksiyonları iskele sistemine tanımlanmış her bir taban plakasına ve ankraj elemanlarına paylaştırılmıştır. Yük sınıfı 3 için iskelenin branda ile kaplı olması durumunda hem branda ağırlığı hem de rüzgâr etkisinin fazla olması sebebiyle her bir ankraja ve taban plakasına gelen kuvvetin iskelenin herhangi bir örtü ile kaplanmadığı duruma kıyasla daha fazla bulunmuştur. Yük sınıfı 3 için iskelenin açık ve kapalı olması durumunda ankraj ve taban plakalarına gelen kuvvetler Çizelge 6.7'de verilmiştir.

Çizelge 6.7. Yük sınıfı 3 için kuvvet değerleri

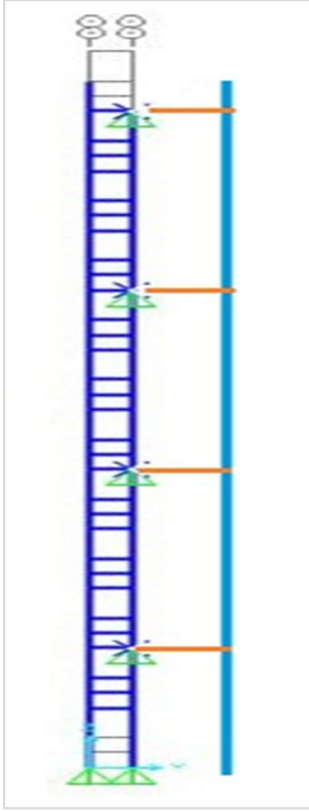
İskelenin açık olması durumu	İskelenin kapalı olması durumu
Her bir ankraja gelen kuvvet	
0,22 kN	5,31 kN
Her bir taban plakasına gelen kuvvet	
8 kN	16 kN

Yük sınıfı 6 için

Açık durumda ankrajlara gelen kuvvetleri hesaplamak için mesnet reaksiyonlarının toplamı 12,67 kN bulunmuştur (Ek 5). Kapalı durumda ise mesnet reaksiyonlarının toplamı 272,71 kN bulunmuştur (Ek 7). Açık durumda taban plakalarına gelen kuvvetleri hesaplamak için mesnet reaksiyonlarının toplamı 355,85 kN bulunmuştur (Ek 5). Kapalı durumda ise mesnet reaksiyonlarının toplamı 536 kN bulunmuştur (Ek 7). Bulunan bu mesnet reaksiyonları iskele sistemine tanımlanmış her bir taban plakasına ve ankraj elemanlarına paylaştırılmıştır. Yük sınıfı 6 için iskelenin branda ile kaplı olması durumunda hem branda ağırlığı hem de rüzgâr etkisinin fazla olması sebebiyle her bir ankraja ve taban plakasına gelen kuvvetin iskelenin herhangi bir örtü ile kaplanmadığı duruma kıyasla daha fazla bulunmuştur. Ayrıca yük sınıfı 6 kapsamında hareketli yüklerin daha fazla olması sebebiyle taban plakalarına gelen kuvvetlerin yük sınıfı 3'e göre daha fazla olduğu görülmüştür. Yük sınıfı 6 için iskelenin açık ve kapalı olması durumunda ankraj ve taban plakalarına gelen kuvvetler Çizelge 6.8'de verilmiştir.

Çizelge 6.8. Yük sınıfı 6 için kuvvet değerleri

İskelenin açık olması durumu	İskelenin kapalı olması durumu
Her bir ankraja gelen kuvvet	
0,28 kN	6,19 kN
Her bir taban plakasına gelen kuvvet	
16,17 kN	24,36 kN



Şekil 6.29. İskelenin yapıya ankrajlanması

6.9. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan analiz sonucunda Çizelge 3.5'e göre yük sınıfı 3 ve yük sınıfı 6 kapsamında yapılan yüklemeler ile ön yapımlı çelik iskele sisteminin dış yüzeyinin herhangi örtü ile kaplanmadığı açık durumu ve branda ile kaplandığı kapalı durum için sonuçlar kıyaslanmıştır. Analiz sonucunda çıkan sonuçlar Çizelge 6.9'da verilmiştir.

İskele sisteminin açık ve kapalı olduğu her iki durumda da sabit yükler aynıdır. Hareketli yükler ise yük sınıfı 3 ve yük sınıfı 6 için farklıdır. İskelenin zeminle ve yapıyla olan bağlantıları da her iki durum için aynıdır. İskelenin açık ve kapalı olması durumunda rüzgârın etkileyeceği yüzey alanının farklı olmasından dolayı rüzgâr yükleri farklıdır. İskelede tanımlanan bu farklı rüzgâr yükleri, yük analizi bölümünde verilmiştir. Hesaplamada TS EN 12811-1 standardına göre çalışma rüzgâr yükü $0,2 \text{ kN/m}^2$ alınmıştır. Ayrıca analizi yapılan iskelenin yüksekliğine karşılık gelen TS EN 12810-1 standardında göre rüzgâr yüklerinin uygulanmasında Şekil 3.1'te yer alan rüzgâr tasarım basıncı grafiğine göre 24 m yükseklikteki iskele için $1,1 \text{ kN/m}^2$ rüzgâr yükü uygulanmıştır.

Bu uygulanan farklı rüzgâr yükleri sonucunda Çizelge 6.9’da da görüleceği üzere;

0,2 kN/m² ve 1,1 kN /m² rüzgâr yüklerine göre iskele dikmelerine gelen kuvvetin iskelenin branda ile kaplı olması durumunda iskelenin açık olması durumuna göre çok daha fazla olduğu görülmüştür. Açık ve kapalı durumda 0,2 kN/m² rüzgâr yüküne göre hesaplanan rüzgâr kuvvetlerinden 1 metrede iskele dikmesine gelen kuvvet, 1,1 kN/m² rüzgâr yüküne hesaplanan rüzgâr kuvvetlerinden 1 metrede iskele dikmesine gelen kuvvetin yaklaşık % 6’sıdır.

Sehim kontrolünün iskelenin kapalı olması durumunda iskelenin açık haline oranla yaklaşık %100 oranında arttığı görülmüştür. Sehim kontrolünün iskelenin kapalı olması durumunda fazla olmasının sebebi iskelenin kaplandığı branda ağırlığının etkisinden dolayıdır.

X yönünde iskelenin görelî kat ötelenmelerinin kapalı olması durumunda iskelenin açık haline oranla yaklaşık %27 oranında arttığı görülmüştür. Y yönünde iskelenin görelî kat ötelenmelerinin kapalı olması durumunda iskelenin açık haline oranla yaklaşık %90 oranında arttığı görülmüştür. X ve Y yönünde kat ötelenme oranının iskelenin kapalı olması durumunda fazla olmasının sebebi iskeleyi etkileyen rüzgâr yüklerinin daha fazla olmasından dolayıdır. İskele yüzeyinde bulunan branda rüzgârın etkideği yüzey alanını artırmıştır.

İskelenin kapalı olması durumunda her bir ankraja ve her bir taban plakasına gelen kuvvetin, iskelenin açık olması durumuna göre çok daha fazla olduğu görülmüştür. İskelenin kapalı olması durumunda her bir ankraj ve her bir taban plakasına gelen kuvvetlerin fazla olmasının sebebi kapalı durumda iskeleyi etkileyen rüzgâr yükleri ve branda ağırlığının etkilemesinden dolayıdır.

Yük sınıfı 3 ve yük sınıfı 6 ya göre iskeleye yapılan yüklemeler sonucunda;

İskelenin açık olması durumunda ankrajlara gelen kuvvet, yük sınıfı 6 için yük sınıfı 3’ten %27 fazla iken, iskelenin kapalı olması durumunda ise yük sınıfı 6 için yük sınıfı 3’ten %16 fazla çıkmıştır.

İskelenin açık olması durumunda taban plakalarına gelen kuvvet, yük sınıfı 6 için yük sınıfı 3'ten %100 fazla iken, iskelenin kapalı olması durumunda ise yük sınıfı 6 için yük sınıfı 3'ten %52 fazla çıkmıştır.

Yük sınıfı 6'ya göre yapılan analiz sonucunda bulunan moment değeri 1,4782 kNm, yük sınıfı 3'e göre bulunan 0,5226 kNm moment değerinden %282 fazla çıkmıştır. Bu durum yük sınıfı 6'ya göre ağır taş işleri gibi uygulamaların yapıldığı iskelelerin taşıdığı yüklerin çok fazla olmasından dolayıdır.

Çizelge 6.9. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

İskelenin açık olması durumu	İskelenin kapalı olması durumu
0,2 kN/m ² rüzgâr yüküne göre iskele dikmelerine gelen kuvvetler	
0,0094 kN/m	0,156 kN/m
1,1 kN /m ² rüzgâr yüküne göre iskele dikmelerine gelen kuvvetler	
0,0518 kN/m	0,858 kN/m
Sehim Kontrolü-Yük sınıfı 3 için	
0,0244 cm	0,0491 cm
Sehim Kontrolü-Yük sınıfı 6 için	
0,0259 cm	0,0507 cm
Görelî kat ötelenmesi	
X yönünde 0,00036 cm	X yönünde 0,00046 cm
Y yönünde 0,00075 cm	Y yönünde 0,011 cm
Her bir ankaraja gelen kuvvet Yük sınıfı 3 için	
0,22 kN	5,31 kN
Her bir ankaraja gelen kuvvet Yük sınıfı 6 için	
0,28 kN	6,19 kN
Her bir taban plakasına gelen kuvvet-Yük sınıfı 3 için	
8 kN	16 kN
Her bir taban plakasına gelen kuvvet-Yük sınıfı 6 için	
16,17 kN	24,36 kN

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ön yapımlı bileşenlerden oluşan dış cephe iskelelerinin ilgili yönetmeliklere ve standartlara uygun olarak üretilmesi önemlidir. Üretilen bileşenler sahada kullanılmadan önce deneysel ve statik açıdan uygun olmalıdır. Statik açıdan değerlendirildiğinde ise; dış cephe iskele sisteminin konfigürasyonu, iskelenin kullanıldığı bölgenin konumu, mevsimsel şartları, iskelenin kullanım amacı gibi hususlar göz önünde bulundurularak oluşturulmalıdır. Statik olarak; çalışanların ve malzemelerin ağırlığı, iskelenin yapıya sabitlenmesi, iskelenin kurulacağı zemin, iskeleye etkileyen dış yükler(rüzgâr gibi) dikkate alınarak tasarım yapılmalıdır.

Analizi yapılan ön yapımlı çelik iskelede aynı iskele konfigürasyonu kullanılarak(iskelede kullanılan bileşenlerinin boyutları, sayıları, bağlantı elemanları aynı) iskelenin yüzeyinin hem açık olması hem de branda malzemesi ile kaplı olması durumları için ve iki farklı yük sınıfı için değerlendirilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre yük sınıfı 6 için çalışma platformlarına gelen yüklerin daha fazla olması sebebiyle çalışma platformlarında moment değerleri ve gerilmeler yük sınıfı 3'e göre çok daha fazla çıkmıştır. İskelenin yüzeyinin açık ve kapalı olduğu her iki durumda bağlantı elemanı olan ankrajlara ve taban plakalarına gelen kuvvetlerin yük sınıfı 6 için yük sınıfı 3'ten daha fazla olduğu görülmüştür. Özellikle de her iki yük sınıfına göre yapılan analizlerde iskelenin kapalı olması durumunda iskeleyi etkileyen rüzgâr yükünün fazla olmasından dolayı iskelenin bağlantı elemanları olan ankrajlara ve taban plakalarına gelen kuvvetler artış göstermiştir. İskelenin kapalı olması durumunda rüzgâr yükünün de etkisi ile kat ötelenmeleri iskelenin açık olması durumuna göre daha fazla çıkmıştır. İskelenin yüzeyinin kapalı olması durumunda rüzgârın iskeleye olan etkisinin artması sebebiyle iskelenin yapı ile olan bağlantıları olan ankrajlara gelen kuvvetlerin de arttığı görülmüştür.

Yapılan bu çalışma sonucunda; iskelenin hangi amaçla kullanılacağı belirlenmeden ön yapımlı bileşenlerin üretilmemesi, statik olarak iskele bileşenleri üretildikten sonra sahalarda uygulama öncesinde hareketli ve sabit yüklemeleri temsilen yapılan deneyler sonucunda malzeme ve dayanım açısından standartların asgari şartlarını sağlaması, kullanım amacına ve iskelenin kurulacağı bölgenin mevsimsel şartları dikkate alınarak statik analiz ve projelendirmenin yapılmasının önemi anlaşılmıştır.

İskelenin kullanım amacına uygun statik olarak tasarlanması tek başına yeterli olmayıp iskele kurulumu ve iskelenin şantiye ortamında denetimlerinin yapılması da önemlidir. Şantiye ortamlarında kullanılan ön yapımlı bileşenlerden oluşan dış cephe iskelelerinin kullanım ömrü belirlenirse paslanmış, taşıyıcı özelliğini yitirmiş, yıpranmış bileşenlerin kullanımı azaltılabilir. İskele bileşenlerinin özellikle de taşıyıcı unsurların üretim sırasında belirli bir kodlama vasıta sayesinde izlenebilirliği sağlanabilir. Sonuç olarak iskelede güvenli bir çalışma ortamı için üretimden son kullanıcıya kadar kontrol ve denetim mekanizması önemlidir. Standartlara uygun bileşenlerin bir araya gelmiş ve uygun statik analizi yapılmış bir iskele eğer şantiye ortamlarında tecrübeli kişilerce gerekli tüm kontroller yapılarak kurulmaz ise iş sağlığı ve güvenliği açısından her zaman risk oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

1. T.C. Resmî Gazete. (2014). *Ahşap ve Ön Yapımlı Çelik ile Alüminyum Alaşımli Bileşenlerden Oluşan Dış Cephe İş İskelelerine Dair Tebliğ*. 29124 sayılı, 1-2.
2. The University of Sydney (2005). Research Report, *Review of Past Research on Scaffolding Systems*. Sydney, Australia, 9-14
3. Yaşakurt, S. (2015). İskele nedir? Nerelerde kullanılır?. *Standard Dergisi*, 1, 24-29.
4. Bostancı, S. Y. (2016). *İnşaatlarda standartlara uygun cephe iskelesi kullanımın iş güvenliği açısından incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara. 28-36.
5. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (2006). *İnşaat Teknolojisi İskele*. Ankara: Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, 3-7.
6. TS 13662. (2015). *Ahşap bileşenlerden oluşan dış cephe iskeleleri*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
7. İnternet: Formark Scaffolding, Types of Scaffolding and Their Uses. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.formarkscaffolding.co.uk%2Ftypes-of-scaffolding-and-their-uses.html+&date=2018-01-02>, Son erişim tarihi= 02.01.2018.
8. TS EN 12810-1.(2005) *Ön Yapımlı Bileşenlerden Oluşan Cephe İskeleleri Bölüm 1:Mamul Özellikleri*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
9. İnternet: Cephe İskele Sitemleri
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.pratikiskele.com%2Fflansli-cephe-iskelesi.html&date=2018-01-02>, Son erişim tarihi: 02.01.2018.
10. Haskioğlu, N., Eldoğan, O., ve Aydın, E., (2014). Hareketli Cephe İskelelerinde Tasarım Parametrelerinin İncelenmesi. *Akademik Platform*, 1643-1650.
11. TS EN 12811-1. (2005) *Geçici iş donanımları - Bölüm 1: İş İskeleleri- Performans Gerekleri ve Genel Tasarım*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
12. T.C. Resmî Gazete.(2013). *Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği*. 28786 sayılı, 7-8., 55-56.
13. Türk Standartları Enstitüsü (2015). *Ön Yapımlı Bileşenlerden Oluşan Cephe İskeleleri Belgelendirme Föyü*, Ankara, 1-10.
14. TS EN 12811-2. (2005) *Geçici iş donanımları-bölüm 2:Malzeme bilgileri*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

15. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. (2014). *İş sağlığı ve güvenliği açısından cephe iskeleleri*. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 22-29.
16. İnternet: Scaffolding code of practice. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2FURL%3Ahttps%3A%2F%2Fwww.worksafe.qld.gov.au%2F__data%2Fassets%2Fpdf_file%2F0010%2F58195%2Fscaffolding-cop-2009.pdf%3D2018-04-24&date=2018-04-24, Son erişim tarihi:24.04.2018.
17. TS 498. (1997) *Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri* Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
18. TS EN 12810-2 (2005) *Ön yapımlı bileşenlerden oluşan cephe iskeleleri - Bölüm 2: Özel yapısal tasarım metotları*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
19. TS EN 74-1.(2006) *İskeleler - Boru ve birleştirme elemanlarından oluşan - İş iskelesi ve kalıp iskelelerinde kullanılan birleştirme elemanları, gevşek geçmeli kılavuzlar ve taban plakaları - Bölüm 1: Gerekli şartlar ve deney işlemleri*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
20. TS EN 74-3.(2008) *İskeleler – Boru ve birleştirme elemanlarından oluşan - İş iskelesi ve kalıp iskelelerinde kullanılan birleştirme elemanları, gevşek geçmeli kılavuzlar ve taban plakaları – Bölüm 3: Düz taban plakaları ve pimli kılavuzlar - Gerekli şartlar ve deney işlemleri*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
21. TS EN ISO 3834-3.(2008) *Metalik malzemelerin ergitme kaynağı için kalite şartları-Bölüm 3:Standard kalite şartları*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
22. İnternet: URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2FURL%3A%28http%3A%2F%2Fwww.oguzhaniskele.com%2Fp%2Fcuplock-fincanli-kalip-iskelesi.html+&date=2018-11-12>, Son erişim tarihi: 12.11.2018.
23. T.C. Resmî Gazete.(2016). *Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik*. 29614 sayılı, 211-212.
24. T.C. Resmî Gazete.(2018). *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*. 30364 sayılı, 55-56
25. İnternet: URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2FURL%3A%28+https%3A%2F%2Fse-ka.com.tr%2F2018%2F06%2F26%2Fh-tipi-iskele%2F&date=2018-11-12>, Son erişim tarihi: 12.11.2018.

EKLER

EK-1. Açık durumda 0,2 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 3

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	G4	Combination	0,0003973	-0,005704	0,156	0	0	0
3	G4	Combination	-0,00009565	-0,013	0,204	0	0	0
5	G4	Combination	0,00002291	-0,009561	0,208	0	0	0
7	G4	Combination	-0,000008716	-0,01	0,211	0	0	0
9	G4	Combination	-0,000003455	-0,015	0,201	0	0	0
11	G4	Combination	2,17E-17	-0,01	0,211	0	0	0
13	G4	Combination	0,000003455	-0,015	0,201	0	0	0
15	G4	Combination	0,000008716	-0,01	0,211	0	0	0
17	G4	Combination	-0,00002291	-0,009561	0,208	0	0	0
19	G4	Combination	0,00009565	-0,013	0,204	0	0	0
21	G4	Combination	-0,0003973	-0,005704	0,156	0	0	0
23	G4	Combination	0,434	-0,025	4,612	0	0	0
25	G4	Combination	-0,0006903	-0,011	4,353	0	0	0
27	G4	Combination	-0,00009504	-0,007161	5,576	0	0	0
29	G4	Combination	0,964	-0,028	7,093	0	0	0
31	G4	Combination	-0,0006378	-0,013	6,073	0	0	0
33	G4	Combination	5,575E-18	-0,007716	5,953	0	0	0
35	G4	Combination	0,0006378	-0,013	6,073	0	0	0
37	G4	Combination	-0,964	-0,028	7,093	0	0	0
39	G4	Combination	0,00009504	-0,007161	5,576	0	0	0
41	G4	Combination	0,0006903	-0,011	4,353	0	0	0
43	G4	Combination	-0,434	-0,025	4,612	0	0	0
56	G4	Combination	0,077	-0,253	1,086	0	0	0
57	G4	Combination	0,006947	-0,254	1,054	0	0	0
58	G4	Combination	0,004371	-0,212	1,084	0	0	0
59	G4	Combination	0,053	-0,29	1,164	0	0	0
60	G4	Combination	0,002365	-0,273	1,117	0	0	0
61	G4	Combination	-9,346E-16	-0,218	1,114	0	0	0
62	G4	Combination	-0,002365	-0,273	1,117	0	0	0
63	G4	Combination	-0,053	-0,29	1,164	0	0	0
64	G4	Combination	-0,004371	-0,212	1,084	0	0	0
65	G4	Combination	-0,006947	-0,254	1,054	0	0	0
66	G4	Combination	-0,077	-0,253	1,086	0	0	0
113	G4	Combination	0,022	-0,243	1,887	0	0	0
116	G4	Combination	0,086	-0,26	3,152	0	0	0
119	G4	Combination	0,015	0,085	2,74	0	0	0
164	G4	Combination	-0,036	-0,299	1,505	0	0	0

EK-1. (devam) Açık durumda 0,2 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 3

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
167	G4	Combination	0,006157	-0,275	3,508	0	0	0
170	G4	Combination	-0,022	-0,101	4,463	0	0	0
173	G4	Combination	-0,002113	-0,244	1,57	0	0	0
176	G4	Combination	0,004305	-0,244	3,437	0	0	0
179	G4	Combination	-0,003923	-0,027	4,118	0	0	0
182	G4	Combination	-0,001947	-0,298	1,679	0	0	0
185	G4	Combination	0,054	-0,328	3,634	0	0	0
188	G4	Combination	-0,0003386	-0,056	4,292	0	0	0
191	G4	Combination	-0,051	-0,33	1,679	0	0	0
194	G4	Combination	0,001444	-0,296	3,618	0	0	0
197	G4	Combination	-0,033	-0,077	4,264	0	0	0
200	G4	Combination	-1,159E-15	-0,244	1,636	0	0	0
203	G4	Combination	-6,037E-16	-0,247	3,567	0	0	0
206	G4	Combination	-2,382E-15	-0,014	4,251	0	0	0
209	G4	Combination	0,051	-0,33	1,679	0	0	0
212	G4	Combination	-0,001444	-0,296	3,618	0	0	0
215	G4	Combination	0,033	-0,077	4,264	0	0	0
218	G4	Combination	0,001947	-0,298	1,679	0	0	0
221	G4	Combination	-0,054	-0,328	3,634	0	0	0
224	G4	Combination	0,0003386	-0,056	4,292	0	0	0
227	G4	Combination	0,002113	-0,244	1,57	0	0	0
230	G4	Combination	-0,004305	-0,244	3,437	0	0	0
233	G4	Combination	0,003923	-0,027	4,118	0	0	0
236	G4	Combination	0,036	-0,299	1,505	0	0	0
239	G4	Combination	-0,006157	-0,275	3,508	0	0	0
242	G4	Combination	0,022	-0,101	4,463	0	0	0
245	G4	Combination	-0,022	-0,243	1,887	0	0	0
248	G4	Combination	-0,086	-0,26	3,152	0	0	0
251	G4	Combination	-0,015	-0,085	2,74	0	0	0

EK-2. Açık durumda 1,1 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 3

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	G6	Combination	0,0003124	-0,008508	0,129	0	0	0
3	G6	Combination	0,00002615	-0,028	0,2	0	0	0
5	G6	Combination	0,00006965	-0,029	0,195	0	0	0
7	G6	Combination	0,0000369	-0,029	0,2	0	0	0
9	G6	Combination	0,00001956	-0,028	0,197	0	0	0
11	G6	Combination	4,23E-17	-0,029	0,196	0	0	0
13	G6	Combination	-0,00001956	-0,028	0,197	0	0	0
15	G6	Combination	-0,0000369	-0,029	0,2	0	0	0
17	G6	Combination	-0,00006965	-0,029	0,195	0	0	0
19	G6	Combination	-0,00002615	-0,028	0,2	0	0	0
21	G6	Combination	-0,0003124	-0,008508	0,129	0	0	0
23	G6	Combination	0,223	-0,01	2,605	0	0	0
25	G6	Combination	-0,0006262	-0,017	2,538	0	0	0
27	G6	Combination	-0,00006268	-0,018	2,82	0	0	0
29	G6	Combination	0,499	-0,021	3,754	0	0	0
31	G6	Combination	-0,0005047	-0,017	3,228	0	0	0
33	G6	Combination	-4,684E-18	-0,018	2,968	0	0	0
35	G6	Combination	0,0005047	-0,017	3,228	0	0	0
37	G6	Combination	-0,499	-0,021	3,754	0	0	0
39	G6	Combination	0,00006268	-0,018	2,82	0	0	0
41	G6	Combination	0,0006262	-0,017	2,538	0	0	0
43	G6	Combination	-0,223	-0,01	2,605	0	0	0
56	G6	Combination	0,172	-0,554	1,066	0	0	0
57	G6	Combination	0,011	-0,879	1,29	0	0	0
58	G6	Combination	0,003057	-0,926	1,319	0	0	0
59	G6	Combination	0,058	-0,953	1,355	0	0	0
60	G6	Combination	0,001642	-0,907	1,353	0	0	0
61	G6	Combination	-3,238E-15	-0,926	1,335	0	0	0
62	G6	Combination	-0,001642	-0,907	1,353	0	0	0
63	G6	Combination	-0,058	-0,953	1,355	0	0	0
64	G6	Combination	-0,003057	-0,926	1,319	0	0	0
65	G6	Combination	-0,011	-0,879	1,29	0	0	0
66	G6	Combination	-0,172	-0,554	1,066	0	0	0
113	G6	Combination	0,128	-0,606	1,341	0	0	0
116	G6	Combination	0,188	-0,63	1,643	0	0	0
119	G6	Combination	0,154	-0,326	0,773	0	0	0
164	G6	Combination	-0,016	-1,067	1,264	0	0	0
167	G6	Combination	0,013	-1,029	1,44	0	0	0
170	G6	Combination	-0,003061	-0,772	0,529	0	0	0
173	G6	Combination	-0,0003937	-1,105	1,239	0	0	0

EK-2. (devam) Açık durumda 1,1 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 3

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
176	G6	Combination	0,001203	-1,103	1,447	0	0	0
179	G6	Combination	-0,002173	-0,785	0,497	0	0	0
182	G6	Combination	-0,0003249	-1,08	1,309	0	0	0
185	G6	Combination	0,072	-1,133	1,539	0	0	0
188	G6	Combination	-0,004657	-0,755	0,545	0	0	0
191	G6	Combination	-0,071	-1,136	1,307	0	0	0
194	G6	Combination	0,0006957	-1,077	1,537	0	0	0
197	G6	Combination	-0,052	-0,796	0,561	0	0	0
200	G6	Combination	-4,977E-15	-1,099	1,269	0	0	0
203	G6	Combination	-1,368E-15	-1,101	1,487	0	0	0
206	G6	Combination	-3,939E-15	-0,776	0,522	0	0	0
209	G6	Combination	0,071	-1,136	1,307	0	0	0
212	G6	Combination	-0,0006957	-1,077	1,537	0	0	0
215	G6	Combination	0,052	-0,796	0,561	0	0	0
218	G6	Combination	0,0003249	-1,08	1,309	0	0	0
221	G6	Combination	-0,072	-1,133	1,539	0	0	0
224	G6	Combination	0,004657	-0,755	0,545	0	0	0
227	G6	Combination	0,0003937	-1,105	1,239	0	0	0
230	G6	Combination	-0,001203	-1,103	1,447	0	0	0
233	G6	Combination	0,002173	-0,785	0,497	0	0	0
236	G6	Combination	0,016	-1,067	1,264	0	0	0
239	G6	Combination	-0,013	-1,029	1,44	0	0	0
242	G6	Combination	0,003061	-0,772	0,529	0	0	0
245	G6	Combination	-0,128	-0,606	1,341	0	0	0
248	G6	Combination	-0,188	-0,63	1,643	0	0	0
251	G6	Combination	-0,154	-0,326	0,773	0	0	0

EK-3. Kapalı durumda 0,2 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 3

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	G8	Combination	0,0009372	-0,084	-0,264	0	0	0
3	G8	Combination	0,0001496	-0,238	-0,133	0	0	0
5	G8	Combination	0,0002592	-0,26	-0,181	0	0	0
7	G8	Combination	0,0001486	-0,253	-0,131	0	0	0
9	G8	Combination	0,00007588	-0,251	-0,139	0	0	0
11	G8	Combination	-0,00001363	-0,261	-0,175	0	0	0
13	G8	Combination	-0,0001032	-0,251	-0,139	0	0	0
15	G8	Combination	-0,000176	-0,253	-0,131	0	0	0
17	G8	Combination	-0,0002868	-0,26	-0,181	0	0	0
19	G8	Combination	-0,0001772	-0,238	-0,133	0	0	0
21	G8	Combination	-0,0009623	-0,083	-0,256	0	0	0
23	G8	Combination	1,018	-0,516	12,252	0	0	0
25	G8	Combination	-0,001651	-0,989	12,233	0	0	0
27	G8	Combination	-0,0004441	-1,011	15,745	0	0	0
29	G8	Combination	2,506	-1,074	19,224	0	0	0
31	G8	Combination	-0,001505	-0,999	16,562	0	0	0
33	G8	Combination	3,157E-07	-1,012	16,626	0	0	0
35	G8	Combination	0,001505	-0,999	16,564	0	0	0
37	G8	Combination	-2,506	-1,074	19,223	0	0	0
39	G8	Combination	0,0004439	-1,011	15,744	0	0	0
41	G8	Combination	0,001649	-0,989	12,228	0	0	0
43	G8	Combination	-1,017	-0,509	12,229	0	0	0
56	G8	Combination	0,448	-3,509	2,607	0	0	0
57	G8	Combination	0,086	-5,272	2,614	0	0	0
58	G8	Combination	0,007965	-5,681	2,894	0	0	0
59	G8	Combination	0,364	-5,807	3,055	0	0	0
60	G8	Combination	0,007228	-5,551	3,059	0	0	0
61	G8	Combination	-0,0001024	-5,679	2,959	0	0	0
62	G8	Combination	-0,007434	-5,552	3,059	0	0	0
63	G8	Combination	-0,364	-5,807	3,055	0	0	0
64	G8	Combination	-0,008153	-5,681	2,894	0	0	0
65	G8	Combination	-0,086	-5,271	2,614	0	0	0
66	G8	Combination	-0,449	-3,474	2,627	0	0	0
113	G8	Combination	0,111	-3,36	4,515	0	0	0
116	G8	Combination	0,477	-3,507	6,556	0	0	0
119	G8	Combination	0,219	-2,117	4,015	0	0	0
164	G8	Combination	-0,057	-5,638	3,164	0	0	0
167	G8	Combination	0,09	-5,452	5,599	0	0	0
170	G8	Combination	0,059	-4,374	4,348	0	0	0
173	G8	Combination	-0,005708	-5,965	3,414	0	0	0

EK-3. (devam) Kapalı durumda 0,2 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 3

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
176	G8	Combination	0,004005	-5,96	5,851	0	0	0
179	G8	Combination	-0,023	-4,572	4,123	0	0	0
182	G8	Combination	-0,003048	-5,821	3,643	0	0	0
185	G8	Combination	0,388	-6,112	6,212	0	0	0
188	G8	Combination	-0,033	-4,397	4,302	0	0	0
191	G8	Combination	-0,382	-6,126	3,646	0	0	0
194	G8	Combination	0,003499	-5,813	6,183	0	0	0
197	G8	Combination	-0,354	-4,666	4,539	0	0	0
200	G8	Combination	0,0000196	-5,93	3,556	0	0	0
203	G8	Combination	0,00003931	-5,947	6,082	0	0	0
206	G8	Combination	0,00002543	-4,512	4,359	0	0	0
209	G8	Combination	0,382	-6,126	3,646	0	0	0
212	G8	Combination	-0,00342	-5,813	6,183	0	0	0
215	G8	Combination	0,354	-4,666	4,539	0	0	0
218	G8	Combination	0,003088	-5,821	3,643	0	0	0
221	G8	Combination	-0,388	-6,112	6,212	0	0	0
224	G8	Combination	0,033	-4,397	4,302	0	0	0
227	G8	Combination	0,005751	-5,965	3,414	0	0	0
230	G8	Combination	-0,003927	-5,96	5,851	0	0	0
233	G8	Combination	0,023	-4,572	4,123	0	0	0
236	G8	Combination	0,057	-5,638	3,164	0	0	0
239	G8	Combination	-0,09	-5,452	5,599	0	0	0
242	G8	Combination	-0,059	-4,374	4,348	0	0	0
245	G8	Combination	-0,111	-3,358	4,518	0	0	0
248	G8	Combination	-0,477	-3,507	6,554	0	0	0
251	G8	Combination	-0,219	-2,117	4,015	0	0	0

EK-4. Kapalı durumda 1,1 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 3

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	G10	Combination	-0,009869	-0,641	-4,744	0	0	0
3	G10	Combination	0,009903	-0,975	-2,087	0	0	0
5	G10	Combination	0,00865	-1,21	-2,592	0	0	0
7	G10	Combination	0,005128	-1,328	-2,697	0	0	0
9	G10	Combination	0,001252	-1,369	-2,888	0	0	0
11	G10	Combination	1,942E-15	-1,382	-2,96	0	0	0
13	G10	Combination	-0,001252	-1,369	-2,888	0	0	0
15	G10	Combination	-0,005128	-1,328	-2,697	0	0	0
17	G10	Combination	-0,00865	-1,21	-2,592	0	0	0
19	G10	Combination	-0,009903	-0,975	-2,087	0	0	0
21	G10	Combination	0,009869	-0,641	-4,744	0	0	0
23	G10	Combination	-3,938	-2,955	10,565	0	0	0
25	G10	Combination	-0,022	-5,099	16,479	0	0	0
27	G10	Combination	-0,014	-5,338	16,865	0	0	0
29	G10	Combination	1,54	-5,845	19,174	0	0	0
31	G10	Combination	-0,013	-5,489	18,956	0	0	0
33	G10	Combination	-3,773E-16	-5,51	17,973	0	0	0
35	G10	Combination	0,013	-5,489	18,956	0	0	0
37	G10	Combination	-1,54	-5,845	19,174	0	0	0
39	G10	Combination	0,014	-5,338	16,865	0	0	0
41	G10	Combination	0,022	-5,099	16,479	0	0	0
43	G10	Combination	3,938	-2,955	10,565	0	0	0
56	G10	Combination	0,5	-24,169	5,659	0	0	0
57	G10	Combination	-0,237	-25,244	4,269	0	0	0
58	G10	Combination	-0,166	-27,47	5,097	0	0	0
59	G10	Combination	0,1	-31,188	5,91	0	0	0
60	G10	Combination	-0,077	-31,043	6,524	0	0	0
61	G10	Combination	1,614E-14	-30,595	6,274	0	0	0
62	G10	Combination	0,077	-31,043	6,524	0	0	0
63	G10	Combination	-0,1	-31,188	5,91	0	0	0
64	G10	Combination	0,166	-27,47	5,097	0	0	0
65	G10	Combination	0,237	-25,244	4,269	0	0	0
66	G10	Combination	-0,5	-24,169	5,659	0	0	0
113	G10	Combination	0,237	-25,264	5,663	0	0	0
116	G10	Combination	0,321	-25,511	8,599	0	0	0
119	G10	Combination	0,731	-17,095	-6,771	0	0	0
164	G10	Combination	-0,482	-26,28	2,981	0	0	0
167	G10	Combination	-0,397	-26,137	3,999	0	0	0
170	G10	Combination	-0,238	-23,305	-1,781	0	0	0
173	G10	Combination	-0,293	-28,837	3,273	0	0	0

EK-4. (devam) Kapalı durumda 1,1 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 3

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
176	G10	Combination	-0,291	-28,577	4,571	0	0	0
179	G10	Combination	-0,18	-24,845	-2,75	0	0	0
182	G10	Combination	-0,197	-31,689	3,471	0	0	0
185	G10	Combination	0,018	-32,729	5,129	0	0	0
188	G10	Combination	-0,104	-25,807	-5,565	0	0	0
191	G10	Combination	-0,349	-33,732	3,475	0	0	0
194	G10	Combination	-0,129	-32,66	5,089	0	0	0
197	G10	Combination	-0,267	-27,465	-4,898	0	0	0
200	G10	Combination	8,707E-15	-31,497	3,397	0	0	0
203	G10	Combination	-2,953E-14	-32,252	5,085	0	0	0
206	G10	Combination	1,876E-14	-25,374	-5,3	0	0	0
209	G10	Combination	0,349	-33,732	3,475	0	0	0
212	G10	Combination	0,129	-32,66	5,089	0	0	0
215	G10	Combination	0,267	-27,465	-4,898	0	0	0
218	G10	Combination	0,197	-31,689	3,471	0	0	0
221	G10	Combination	-0,018	-32,729	5,129	0	0	0
224	G10	Combination	0,104	-25,807	-5,565	0	0	0
227	G10	Combination	0,293	-28,837	3,273	0	0	0
230	G10	Combination	0,291	-28,577	4,571	0	0	0
233	G10	Combination	0,18	-24,845	-2,75	0	0	0
236	G10	Combination	0,482	-26,28	2,981	0	0	0
239	G10	Combination	0,397	-26,137	3,999	0	0	0
242	G10	Combination	0,238	-23,305	-1,781	0	0	0
245	G10	Combination	-0,237	-25,264	5,663	0	0	0
248	G10	Combination	-0,321	-25,511	8,599	0	0	0
251	G10	Combination	-0,731	-17,095	-6,771	0	0	0

EK-5. Açık durumda 0,2 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 6

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	G4	Combination	0,0003848	-0,009039	0,173	0	0	0
3	G4	Combination	-0,0001036	-0,016	0,216	0	0	0
5	G4	Combination	1,719E-05	-0,014	0,226	0	0	0
7	G4	Combination	-1,476E-05	-0,015	0,232	0	0	0
9	G4	Combination	-6,599E-06	-0,019	0,221	0	0	0
11	G4	Combination	2,554E-17	-0,015	0,231	0	0	0
13	G4	Combination	6,599E-06	-0,019	0,221	0	0	0
15	G4	Combination	1,476E-05	-0,015	0,232	0	0	0
17	G4	Combination	-1,719E-05	-0,014	0,226	0	0	0
19	G4	Combination	0,0001036	-0,016	0,216	0	0	0
21	G4	Combination	-0,0003848	-0,009039	0,173	0	0	0
23	G4	Combination	0,724	-0,029	8,168	0	0	0
25	G4	Combination	-0,0008571	-0,014	7,592	0	0	0
27	G4	Combination	-0,0001802	-0,011	10,593	0	0	0
29	G4	Combination	1,791	-0,034	13,227	0	0	0
31	G4	Combination	-0,0009063	-0,017	11,313	0	0	0
33	G4	Combination	1,389E-17	-0,012	11,439	0	0	0
35	G4	Combination	0,0009063	-0,017	11,313	0	0	0
37	G4	Combination	-1,791	-0,034	13,227	0	0	0
39	G4	Combination	0,0001802	-0,011	10,593	0	0	0
41	G4	Combination	0,0008571	-0,014	7,592	0	0	0
43	G4	Combination	-0,724	-0,029	8,168	0	0	0
56	G4	Combination	0,088	-0,33	1,534	0	0	0
57	G4	Combination	0,013	-0,285	1,255	0	0	0
58	G4	Combination	0,01	-0,255	1,372	0	0	0
59	G4	Combination	0,064	-0,339	1,486	0	0	0
60	G4	Combination	0,005797	-0,32	1,43	0	0	0
61	G4	Combination	-1,011E-15	-0,266	1,429	0	0	0
62	G4	Combination	-0,005797	-0,32	1,43	0	0	0
63	G4	Combination	-0,064	-0,339	1,486	0	0	0
64	G4	Combination	-0,01	-0,255	1,372	0	0	0
65	G4	Combination	-0,013	-0,285	1,255	0	0	0
66	G4	Combination	-0,088	-0,33	1,534	0	0	0
113	G4	Combination	0,017	-0,323	3,115	0	0	0
116	G4	Combination	0,115	-0,346	6,405	0	0	0
119	G4	Combination	-0,024	0,325	6,385	0	0	0
164	G4	Combination	-0,044	-0,338	2,06	0	0	0
167	G4	Combination	0,013	-0,319	7,825	0	0	0
170	G4	Combination	-0,014	0,029	11,794	0	0	0
173	G4	Combination	-0,006442	-0,294	2,335	0	0	0
176	G4	Combination	0,013	-0,3	7,657	0	0	0
179	G4	Combination	-0,013	0,13	10,758	0	0	0
182	G4	Combination	-0,006392	-0,351	2,516	0	0	0
185	G4	Combination	0,069	-0,388	8,051	0	0	0
188	G4	Combination	-0,004231	0,109	11,187	0	0	0
191	G4	Combination	-0,06	-0,385	2,517	0	0	0
194	G4	Combination	0,00593	-0,354	8,014	0	0	0
197	G4	Combination	-0,02	0,099	11,125	0	0	0
200	G4	Combination	-1,177E-15	-0,297	2,467	0	0	0
203	G4	Combination	-1,058E-15	-0,307	7,964	0	0	0
206	G4	Combination	-4,307E-15	0,154	11,116	0	0	0
209	G4	Combination	0,06	-0,385	2,517	0	0	0
212	G4	Combination	-0,00593	-0,354	8,014	0	0	0
215	G4	Combination	0,02	0,099	11,125	0	0	0

EK-5. (devam) Açık durumda 0,2 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları Yük sınıfı 6

218	G4	Combination	0,006392	-0,351	2,516	0	0	0
221	G4	Combination	-0,069	-0,388	8,051	0	0	0
224	G4	Combination	0,004231	0,109	11,187	0	0	0
227	G4	Combination	0,006442	-0,294	2,335	0	0	0
230	G4	Combination	-0,013	-0,3	7,657	0	0	0
233	G4	Combination	0,013	0,13	10,758	0	0	0
236	G4	Combination	0,044	-0,338	2,06	0	0	0
239	G4	Combination	-0,013	-0,319	7,825	0	0	0
242	G4	Combination	0,014	0,029	11,794	0	0	0
245	G4	Combination	-0,017	-0,323	3,115	0	0	0
248	G4	Combination	-0,115	-0,346	6,405	0	0	0
251	G4	Combination	0,024	0,325	6,385	0	0	0

EK-6. Açık durumda 1,1 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 6

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	G6	Combination	0,0001755	-0,011	0,102	0	0	0
3	G6	Combination	1,162E-05	-0,058	0,128	0	0	0
5	G6	Combination	3,75E-05	-0,03	0,193	0	0	0
7	G6	Combination	5,442E-06	-0,033	0,181	0	0	0
9	G6	Combination	4,948E-07	-0,058	0,127	0	0	0
11	G6	Combination	9,442E-17	-0,032	0,193	0	0	0
13	G6	Combination	-4,948E-07	-0,058	0,127	0	0	0
15	G6	Combination	-5,442E-06	-0,033	0,181	0	0	0
17	G6	Combination	-3,75E-05	-0,03	0,193	0	0	0
19	G6	Combination	-1,162E-05	-0,058	0,128	0	0	0
21	G6	Combination	-0,0001755	-0,011	0,102	0	0	0
23	G6	Combination	0,251	-0,125	2,591	0	0	0
25	G6	Combination	-0,0006215	-0,049	2,658	0	0	0
27	G6	Combination	-7,843E-05	-0,018	2,821	0	0	0
29	G6	Combination	0,533	-0,138	3,776	0	0	0
31	G6	Combination	-0,000498	-0,05	3,352	0	0	0
33	G6	Combination	-1,205E-17	-0,02	2,998	0	0	0
35	G6	Combination	0,000498	-0,05	3,352	0	0	0
37	G6	Combination	-0,533	-0,138	3,776	0	0	0
39	G6	Combination	7,843E-05	-0,018	2,821	0	0	0
41	G6	Combination	0,0006215	-0,049	2,658	0	0	0
43	G6	Combination	-0,251	-0,125	2,591	0	0	0
56	G6	Combination	0,384	-0,995	1,267	0	0	0
57	G6	Combination	0,006253	-1,25	1,195	0	0	0
58	G6	Combination	-0,007492	-0,943	1,347	0	0	0
59	G6	Combination	0,25	-1,374	1,508	0	0	0
60	G6	Combination	-0,005554	-1,289	1,285	0	0	0
61	G6	Combination	-4,958E-15	-0,961	1,345	0	0	0
62	G6	Combination	0,005554	-1,289	1,285	0	0	0
63	G6	Combination	-0,25	-1,374	1,508	0	0	0
64	G6	Combination	0,007492	-0,943	1,347	0	0	0
65	G6	Combination	-0,006253	-1,25	1,195	0	0	0
66	G6	Combination	-0,384	-0,995	1,267	0	0	0
113	G6	Combination	0,144	-1,014	1,342	0	0	0
116	G6	Combination	0,394	-1,141	1,669	0	0	0
119	G6	Combination	0,203	-0,656	0,789	0	0	0
164	G6	Combination	-0,183	-1,51	1,265	0	0	0
167	G6	Combination	0,007724	-1,372	1,447	0	0	0
170	G6	Combination	-0,172	-1,15	0,346	0	0	0
173	G6	Combination	0,007598	-1,136	1,242	0	0	0
176	G6	Combination	-0,006581	-1,133	1,456	0	0	0
179	G6	Combination	0,014	-0,802	0,487	0	0	0
182	G6	Combination	0,008757	-1,443	1,305	0	0	0
185	G6	Combination	0,261	-1,609	1,554	0	0	0
188	G6	Combination	0,015	-1,04	0,491	0	0	0
191	G6	Combination	-0,26	-1,613	1,313	0	0	0

EK-6. (devam) Açık durumda 1,1 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları Yük sınıfı 6

194	G6	Combination	-0,008045	-1,44	1,552	0	0	0
197	G6	Combination	-0,261	-1,214	0,418	0	0	0
200	G6	Combination	-6,476E-15	-1,117	1,275	0	0	0
203	G6	Combination	-1,525E-15	-1,141	1,501	0	0	0
206	G6	Combination	-5,204E-15	-0,769	0,484	0	0	0
209	G6	Combination	0,26	-1,613	1,313	0	0	0
212	G6	Combination	0,008045	-1,44	1,552	0	0	0
215	G6	Combination	0,261	-1,214	0,418	0	0	0
218	G6	Combination	-0,008757	-1,443	1,305	0	0	0
221	G6	Combination	-0,261	-1,609	1,554	0	0	0
224	G6	Combination	-0,015	-1,04	0,491	0	0	0
227	G6	Combination	-0,007598	-1,136	1,242	0	0	0
230	G6	Combination	0,006581	-1,133	1,456	0	0	0
233	G6	Combination	-0,014	-0,802	0,487	0	0	0
236	G6	Combination	0,183	-1,51	1,265	0	0	0
239	G6	Combination	-0,007724	-1,372	1,447	0	0	0
242	G6	Combination	0,172	-1,15	0,346	0	0	0
245	G6	Combination	-0,144	-1,014	1,342	0	0	0
248	G6	Combination	-0,394	-1,141	1,669	0	0	0
251	G6	Combination	-0,203	-0,656	0,789	0	0	0

EK-7. Kapalı durumda 0,2 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 6

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	G8	Combination	0,0009246	-0,087	-0,247	0	0	0
3	G8	Combination	0,0001417	-0,241	-0,121	0	0	0
5	G8	Combination	0,0002535	-0,264	-0,162	0	0	0
7	G8	Combination	0,0001425	-0,257	-0,11	0	0	0
9	G8	Combination	7,273E-05	-0,256	-0,119	0	0	0
11	G8	Combination	-1,363E-05	-0,265	-0,155	0	0	0
13	G8	Combination	-0,0001	-0,256	-0,119	0	0	0
15	G8	Combination	-0,0001699	-0,257	-0,11	0	0	0
17	G8	Combination	-0,0002811	-0,264	-0,162	0	0	0
19	G8	Combination	-0,0001692	-0,241	-0,121	0	0	0
21	G8	Combination	-0,0009498	-0,086	-0,239	0	0	0
23	G8	Combination	1,308	-0,52	15,808	0	0	0
25	G8	Combination	-0,001818	-0,992	15,473	0	0	0
27	G8	Combination	-0,0005293	-1,015	20,762	0	0	0
29	G8	Combination	3,334	-1,079	25,359	0	0	0
31	G8	Combination	-0,001773	-1,003	21,803	0	0	0
33	G8	Combination	3,157E-07	-1,016	22,112	0	0	0
35	G8	Combination	0,001773	-1,003	21,805	0	0	0
37	G8	Combination	-3,334	-1,079	25,357	0	0	0
39	G8	Combination	0,000529	-1,015	20,762	0	0	0
41	G8	Combination	0,001815	-0,992	15,468	0	0	0
43	G8	Combination	-1,308	-0,513	15,785	0	0	0
56	G8	Combination	0,459	-3,586	3,055	0	0	0
57	G8	Combination	0,092	-5,302	2,814	0	0	0
58	G8	Combination	0,014	-5,724	3,182	0	0	0
59	G8	Combination	0,375	-5,856	3,377	0	0	0
60	G8	Combination	0,011	-5,598	3,373	0	0	0
61	G8	Combination	-0,0001024	-5,727	3,273	0	0	0
62	G8	Combination	-0,011	-5,598	3,373	0	0	0
63	G8	Combination	-0,375	-5,856	3,376	0	0	0
64	G8	Combination	-0,014	-5,724	3,182	0	0	0
65	G8	Combination	-0,092	-5,302	2,815	0	0	0
66	G8	Combination	-0,459	-3,551	3,075	0	0	0
113	G8	Combination	0,106	-3,44	5,743	0	0	0
116	G8	Combination	0,507	-3,593	9,809	0	0	0
119	G8	Combination	0,18	-1,877	7,661	0	0	0
164	G8	Combination	-0,065	-5,677	3,719	0	0	0
167	G8	Combination	0,097	-5,496	9,916	0	0	0
170	G8	Combination	0,068	-4,245	11,679	0	0	0
173	G8	Combination	-0,01	-6,014	4,179	0	0	0
176	G8	Combination	0,013	-6,016	10,071	0	0	0
179	G8	Combination	-0,032	-4,416	10,763	0	0	0
182	G8	Combination	-0,007492	-5,874	4,48	0	0	0
185	G8	Combination	0,403	-6,173	10,628	0	0	0
188	G8	Combination	-0,037	-4,232	11,197	0	0	0
191	G8	Combination	-0,391	-6,181	4,484	0	0	0
194	G8	Combination	0,007985	-5,871	10,579	0	0	0
197	G8	Combination	-0,341	-4,49	11,4	0	0	0
200	G8	Combination	1,96E-05	-5,983	4,388	0	0	0
203	G8	Combination	3,931E-05	-6,006	10,478	0	0	0
206	G8	Combination	2,543E-05	-4,345	11,225	0	0	0
209	G8	Combination	0,391	-6,181	4,484	0	0	0

EK-7. (devam) Kapalı durumda 0,2 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları Yük sınıfı 6

212	G8	Combination	-0,007906	-5,871	10,579	0	0	0
215	G8	Combination	0,341	-4,49	11,4	0	0	0
218	G8	Combination	0,007533	-5,874	4,48	0	0	0
221	G8	Combination	-0,403	-6,173	10,628	0	0	0
224	G8	Combination	0,037	-4,232	11,197	0	0	0
227	G8	Combination	0,01	-6,014	4,179	0	0	0
230	G8	Combination	-0,013	-6,016	10,071	0	0	0
233	G8	Combination	0,032	-4,416	10,763	0	0	0
236	G8	Combination	0,065	-5,676	3,719	0	0	0
239	G8	Combination	-0,097	-5,496	9,915	0	0	0
242	G8	Combination	-0,068	-4,245	11,679	0	0	0
245	G8	Combination	-0,106	-3,439	5,746	0	0	0
248	G8	Combination	-0,507	-3,593	9,808	0	0	0
251	G8	Combination	-0,18	-1,877	7,66	0	0	0

EK-8. Kapalı durumda 1,1 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıfı 6

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	G10	Combination	-0,009869	-0,641	-4,744	0	0	0
3	G10	Combination	0,009903	-0,975	-2,087	0	0	0
5	G10	Combination	0,00865	-1,21	-2,592	0	0	0
7	G10	Combination	0,005128	-1,328	-2,697	0	0	0
9	G10	Combination	0,001252	-1,369	-2,888	0	0	0
11	G10	Combination	1,942E-15	-1,382	-2,96	0	0	0
13	G10	Combination	-0,001252	-1,369	-2,888	0	0	0
15	G10	Combination	-0,005128	-1,328	-2,697	0	0	0
17	G10	Combination	-0,00865	-1,21	-2,592	0	0	0
19	G10	Combination	-0,009903	-0,975	-2,087	0	0	0
21	G10	Combination	0,009869	-0,641	-4,744	0	0	0
23	G10	Combination	-3,938	-2,955	10,565	0	0	0
25	G10	Combination	-0,022	-5,099	16,479	0	0	0
27	G10	Combination	-0,014	-5,338	16,865	0	0	0
29	G10	Combination	1,54	-5,845	19,174	0	0	0
31	G10	Combination	-0,013	-5,489	18,956	0	0	0
33	G10	Combination	-3,773E-16	-5,51	17,973	0	0	0
35	G10	Combination	0,013	-5,489	18,956	0	0	0
37	G10	Combination	-1,54	-5,845	19,174	0	0	0
39	G10	Combination	0,014	-5,338	16,865	0	0	0
41	G10	Combination	0,022	-5,099	16,479	0	0	0
43	G10	Combination	3,938	-2,955	10,565	0	0	0
56	G10	Combination	0,5	-24,169	5,659	0	0	0
57	G10	Combination	-0,237	-25,244	4,269	0	0	0
58	G10	Combination	-0,166	-27,47	5,097	0	0	0
59	G10	Combination	0,1	-31,188	5,91	0	0	0
60	G10	Combination	-0,077	-31,043	6,524	0	0	0
61	G10	Combination	1,614E-14	-30,595	6,274	0	0	0
62	G10	Combination	0,077	-31,043	6,524	0	0	0
63	G10	Combination	-0,1	-31,188	5,91	0	0	0
64	G10	Combination	0,166	-27,47	5,097	0	0	0
65	G10	Combination	0,237	-25,244	4,269	0	0	0
66	G10	Combination	-0,5	-24,169	5,659	0	0	0
113	G10	Combination	0,237	-25,264	5,663	0	0	0
116	G10	Combination	0,321	-25,511	8,599	0	0	0
119	G10	Combination	0,731	-17,095	-6,771	0	0	0
164	G10	Combination	-0,482	-26,28	2,981	0	0	0
167	G10	Combination	-0,397	-26,137	3,999	0	0	0
170	G10	Combination	-0,238	-23,305	-1,781	0	0	0
173	G10	Combination	-0,293	-28,837	3,273	0	0	0
176	G10	Combination	-0,291	-28,577	4,571	0	0	0
179	G10	Combination	-0,18	-24,845	-2,75	0	0	0
182	G10	Combination	-0,197	-31,689	3,471	0	0	0
185	G10	Combination	0,018	-32,729	5,129	0	0	0
188	G10	Combination	-0,104	-25,807	-5,565	0	0	0
191	G10	Combination	-0,349	-33,732	3,475	0	0	0
194	G10	Combination	-0,129	-32,66	5,089	0	0	0
197	G10	Combination	-0,267	-27,465	-4,898	0	0	0
200	G10	Combination	8,707E-15	-31,497	3,397	0	0	0
203	G10	Combination	-2,953E-14	-32,252	5,085	0	0	0
206	G10	Combination	1,876E-14	-25,374	-5,3	0	0	0
209	G10	Combination	0,349	-33,732	3,475	0	0	0
212	G10	Combination	0,129	-32,66	5,089	0	0	0
215	G10	Combination	0,267	-27,465	-4,898	0	0	0
218	G10	Combination	0,197	-31,689	3,471	0	0	0

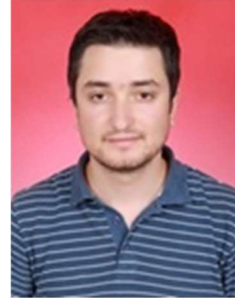
EK-8. (devam) Kapalı durum 1,1 kN/m² rüzgâr yükü mesnet reaksiyonları-Yük sınıf 6

221	G10	Combination	-0,018	-32,729	5,129	0	0	0
224	G10	Combination	0,104	-25,807	-5,565	0	0	0
227	G10	Combination	0,293	-28,837	3,273	0	0	0
230	G10	Combination	0,291	-28,577	4,571	0	0	0
233	G10	Combination	0,18	-24,845	-2,75	0	0	0
236	G10	Combination	0,482	-26,28	2,981	0	0	0
239	G10	Combination	0,397	-26,137	3,999	0	0	0
242	G10	Combination	0,238	-23,305	-1,781	0	0	0
245	G10	Combination	-0,237	-25,264	5,663	0	0	0
248	G10	Combination	-0,321	-25,511	8,599	0	0	0
251	G10	Combination	-0,731	-17,095	-6,771	0	0	0

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YAŞAR, Mustafa
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 07.01.1987, Eskişehir
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (506) 606 53 71
 Faks : 0 (312) 416 66 71
 e-mail : mustafa.yasar1@gazi.edu.tr



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Selçuk Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2011
Lise	Çubuk Yabancı Dil Ağırlıklı Lise	2005

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-Halen	Türk Standartları Enstitüsü	TSE Uzmanı
2011-2012	Küre Mühendislik	Statik Proje Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Yazıcıoğlu, S. ve Yaşar, M.(2018) Exterior Scaffolds of Prefabricated Components, Loads Affecting Scaffolds and Scaffold Experiments. *International Scientific and Vocational Journal (Isvos Journal)*, 2, 1-11.

Hobiler

Yüzme, Gitar, Dans



GAZİ GELECEKTİR..