

## Exterior Scaffolds of Prefabricated Components, Loads Affecting Scaffolds and Scaffold Experiments

Mustafa Yaşar<sup>a,1</sup>, Salih Yazıcıoğlu<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Department of Civil Engineering, Faculty of Technology Gazi University, Ankara 06500, Turkey

### Abstract

In the construction sector, constructions, painting, heat insulation, coating and so on. Outside facade scaffoldings are widely used in outdoor facade applications. The floats consist of temporary elements which are designed to support various loads in the constructions and to provide convenience for the applications made on the exterior sides of the constructions. In this study, exterior scaffold components consisting of prefabricated components and classification of scaffolds according to the purpose of use are included. Furthermore, since pre-fabricated steel and aluminum alloy components used in exterior scaffold installation need to be designed and installed in a capacity that can withstand all kinds of loads statically and dynamically with respect to environmental impacts, what is required of the test works related to testing of the prefabricated components against loads and external influences exposed in the site environment before they are used in the sites. In 2017, a company that manufactures prefabricated steel exterior scaffolding in Elmadağ district of Ankara has examined the tests that should be done at the production site in accordance with the TS EN 12810-1 Scaffolding certification. Experiments that the laboratory has been done in laboratory have also been examined according to the requirements of TS EN 12810-1 standard. In the conclusion part of the work, the importance of external scaffolding in terms of occupational health and safety has been explained instead of the external scaffoldings which are laid out with the inadequate components required by the standards without the engineering

**Keywords:** "Building equipment, temporary work equipment, facade scaffoldings, safe scaffolding system"

### 1. Giriş

Ülkemizde ve dünyada inşaat sektöründe yapıların sıva, boya, ısı yalıtımı, kaplama vb. dış cephelerinde yapılan uygulamalarda dış cephe iskeleleri yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. İskeleler, yapılarda çeşitli yükleri desteklemek ve yapıların dış cephelerinde yapılan uygulamalara kolaylık sağlamak amacı ile kurulan geçici elemanlardan oluşmaktadır [1]. Ahşap, bambu gibi farklı doğal malzemeler geçmişte iskelelerde yapı malzemesi olarak kullanılmıştır [2]. Ahşap bileşenlerden oluşan dış cephe iskelelerinin kullanımı azalarak bazı bölgelerde devam etmektedir. Ancak son zamanlarda diğer malzemelere göre dayanımı ve tekrar kullanılabilirliği açısından çelik ve alüminyum ön yapımlı bileşenlerden oluşan iskeleler tercih edilmektedir [3].

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].

İnşaatlarda kullanılan iskele malzemelerinin standartların istediği yeterli dayanımda olması ve kurulumu yapılacak olan iskelenin statik olarak tasarımının yetkin mühendislerce yapılmış olması, özellikle de iskele üzerinde çalışan işçilerin güvenliği, iskelenin kullanımı süresince çevresinde her türlü güvenlik tedbirinin alınması, iskele kurulumunun ve sökülmesinin bu konuda tecrübeli kişilerce yapılması güvenli bir iskele için önemlidir.

Dış cephe iskele kurulumunda kullanılan ön yapımlı çelik ve alüminyum alaşımlı bileşenlerden oluşan parçaların statik ve dinamik açıdan her türlü yüke dayanabilecek kapasitede tasarlanıp kurulması gereklidir. Genellikle iskelelerin rüzgâr yükünü de içeren yanal yüklere, çalışanların ağırlığına, yapı malzemelerinin ve yapı ekipmanlarının tesir ettiği dikey yüklere, darbe etkilerine göre tasarlanmaları gerekmektedir [2].

Her bir iskele alanında çalışanlar için güvenli ortam oluşturulmalıdır. Kullanılan malzeme ve donanımların güvenli bir şekilde muhafazası sağlanmalıdır. İskelelerin alt katlarında çalışanlar ve iskele çevresinde bulunanları yukarıdan düşebilecek cisim ve malzemelere karşı koruyacak şekilde tedbirler alınmalıdır. İskele bileşenlerinin bağlantıları kazara çıkmayacak şekilde yapılmış olmalıdır.

<sup>1</sup> Corresponding author. Tel.: +90-312-416-65-49  
E-mail address: yasarmustafa06@gmail.com

Bu çalışmada, dış cephe iskelelerinde kullanılan ön yapımlı bileşenlerin standartlara uygun asgari taşıması gereken özelliklerinin neler olması gerektiği, örnek bir iskele üreticisinde üretim yerinde yapılan incelemeler ve deneysel çalışmalar ile iskele bileşenlerinin standartlara uygunluğunda nelere dikkat edilmesi gerektiği ve standartlara uygun iskele bileşenlerinin dış cephe iskele sisteminde kullanımının iş sağlığı ve güvenliği açısından önemi anlatılmıştır.

## 2. Malzeme ve Metot

### 2.1. Malzeme ve Özellikleri

İskele bileşenlerinde kullanılan ön yapımlı çelik ve alüminyum malzemenin taşıması gereken özellikler Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir [4].

**Çizelge 1. Çelik için malzeme değerleri**

Elastisite modülü (MPa)	Kesme modülü (Mpa)	Doğrusal ısı genleşme katsayısı (1/K)	Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )
210000	81000	1.2x10 <sup>-5</sup>	7850

**Çizelge 2. Alüminyum için malzeme değerleri**

Elastisite modülü (MPa)	Kesme modülü (Mpa)	Doğrusal ısı genleşme katsayısı (1/K)	Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )
70000	27000	2.3x10 <sup>-5</sup>	2700

#### 2.1.1. Özel Malzemeler ve Gereksinimleri

Ön yapımlı bileşenlerden oluşan borular(Dikmeler)

İskele dikmesi olarak kullanılacak malzeme çelik veya alüminyum alaşım olmasında boruların anma dış çapı 48,3 mm olmalıdır [5].

Çelik borular (dairese)

Anma dış çapı 48,3 mm dış çapındaki çelik dikme borular çizelge 3’de verilen özelliklere uygun olmalıdır [5].

**Çizelge 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 ≤ t < 2,9	315	0,2
t ≥ 2,9	235	EN 10219-2’ye uygun

Alüminyum borular (dairese)

Anma dış çapı 48,3 mm dış çapındaki alüminyum dikme borular çizelge 4’de verilen özelliklere uygun olmalıdır [5].

**Çizelge 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 ≤ t ≤ 3,6	250	0,2
3,6 ≤ t < 4,0	215	0,2
t ≥ 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 [5].

- Et kalınlığı ≥ 2 mm

- Akma gerilmesi ReH  $\geq 235$  N/mm<sup>2</sup>
- Uzama, A  $\geq \%17$

#### *Çelik Gevşek Geçmeli Borular*

Çelikten mamul anma dış çapı 48,3 mm olan gevşek geçmeli boruların en küçük akma dayanımı 250 N/mm<sup>2</sup> ve en küçük anma et kalınlığı 3,2 mm olmalıdır [5].

#### *Alüminyum Alaşımli Gevşek Geçmeli Borular*

Alüminyum alaşımli anma dış çapı 48,3 mm olan gevşek geçmeli boruların en küçük akma dayanımı 195 N/mm<sup>2</sup> ve en küçük anma et kalınlığı 4 mm olmalıdır [5].

#### *Yan Korumalar*

Yan Korumalar çalışanların güvenliği ve malzemelerin düşmesini engellemek için önem arz etmektedir. En az bir adet ana korkuluk, bir adet ara korkuluk ve topuk tahtasından oluşmalıdır. Çelik ve alüminyum bileşenlerden oluşan iskelelerde yan korumalar da bu malzemelerden üretilmelidir. Ancak topuk tahtası ahşap esaslı malzemeden üretilmektedir [5].

#### *Çelik Yan Korumalar*

Yan Koruma amacı ile kullanılan (Topuk tahtası hariç) çelik elemanların anma et kalınlığı 1,5 mm'den küçük olmamalıdır. Topuk tahtası için kullanılan elemanlarda ise et kalınlığı en az 1 mm olmalıdır [5].

#### *Alüminyum Alaşımli Yan Korumalar*

Yan koruma amacı ile kullanılan bileşenlerin et kalınlığı en az 2 mm olmalıdır [5].

#### *Platformlar*

Çelik ve alüminyum platformlar ve platform ara destek bileşenleri en az 2 mm anma et kalınlığında olmalıdır[6]. Platform bileşenleri kazara yukarı kalkmalara karşı kilitli olmalıdır [6]. Platform bileşenlerinin yüzeyi kaymayı engelleyecek şekilde olmalıdır [5].

#### *Taban Plakası*

Düşeyliği ayarlanabilen taban plâkaları en az 200 mm ayar kapasitesine sahip olmalıdır [6]. Taban plâkasının alanı en az 150 cm<sup>2</sup>, en küçük genişliği 120 mm olmalıdır [5]. Ayar mili boyutları, yüksüz durumda taban plâkasının boru yuvası eksenine dik eksenine arasındaki eğim farkı % 2,5'i aşmayacak ölçülerde olmalıdır. Ayarlamının her safhasında, en küçük bindirme uzunluğu, gövdenin toplam uzunluğunun % 25'i veya 150 mm'den hangisi daha büyükse en az o kadar olmalıdır. Uç plâkasının kalınlığı en az 6 mm olmalıdır. Özel şekil verilmiş uç plâkalarının rijitliği, kalınlığı 6 mm olan bu plâka ile aynı olmalıdır [6].

## **2.2. Metot**

### **2.2.1. Dış Cephe İskelelerine Etkiyen Yükler**

Dış Cephe iş iskelesi, güvenli olarak kullanılabilir biçimde kazara hareket etmeyecek veya göçmeyecek tarzda tasarlanmış, inşa edilmiş, bakımı yapılmış ve korunmuş olmalıdır. İskele, kullanım amacına uygun seçilmeli, iskelede çalışan kişiler ve iskele çevresindekilerin zarar görmesini engelleyecek şekilde tasarlanmalıdır.

İskele kurulmadan önce zeminin stabilitesi sağlanmalıdır. İskele zemininin suyla olan etkisi en aza indirilmelidir. İskele çevresinde yapılacak kazılarda zemin çökmelerine karşı önlemler alınmalıdır [8].

Dış cephe iskelelerinin kayma, devrilme, dönme ve yukarı doğru kalkma tahrikleri yapılmalıdır. İskele rüzgâr yükü etkimesi durumunda yatay kararlılığı tahrik edilmelidir. İskele yatay kuvvetleri güvenli bir şekilde zemine aktarabilecek şekilde enine ve boyuna desteklenmiş olmalıdır. İskelenin taşıyıcı sistemi maruz kalabileceği en elverişsiz yük kombinasyonuna dayanabilmelidir. En elverişsiz yük kombinasyonları çalışma şartlarına göre belirlenmelidir. İskelenin tasarlanan amacı dışında kullanımına müsaade edilmemelidir. İskelenin kurulduğu bina aynı zamanda yatay yüklere karşı mesnet görevi görüyorsa sabitleme ankrajlarının yeterliliği kontrol edilmelidir [5].

TS EN 12811-1 “Geçici İş Donanımları-Bölüm 1:İş İskeleleri-Performans Gereklere ve Genel Tasarım” [5] standardına göre iskele üzerinde dikkate alınması gereken üç ana yükleme tipi mevcuttur.

Üç ana yükleme tipi aşağıda verilmiştir:

- **Kalıcı yükler:** Asansör kuleleri gibi yardımcı yapılar ile plâtıformlar, yan korumalar, topuk tahtası ve diğer koruyucu yapılar gibi bütün bileşenler dâhil iskele yapısının kendi ağırlığı [5].
- **Değişken yükler:** Servis yükleri (çalışma alanı üzerindeki yükler ve yan koruma üzerindeki yükler), rüzgâr yükleri ve varsa kar ve buz yükleri (Millî şartnamelerde kar ve buz yüklerinin dikkate alınması gerekli görülümüşse, bu hükme uyulmalıdır) [5].
- **Kazara oluşan yükler:** Herhangi ana veya ara korkuluklar, mesnetlenmesine bakılmaksızın 1,25 kN noktasal yüke dayanabilmelidir. Bu şart ara açıklıkları 50 mm olan ızgara korkulukları gibi ana ve ara korkuluk yerine kullanılan kenar koruma bileşenleri için de geçerlidir. Bu yük, kaza sonucu ortaya çıkan bir yük olarak kabul edilmeli ve aşağıya doğru en elverişsiz konumda, düşeyden  $\pm 10^\circ$ 'lik sapma sınırları içerisinde kalacak şekilde uygulanmalıdır [5].

### 2.2.2. Yük sınıfları

TS EN 12811-1 “Geçici İş Donanımları-Bölüm 1:İş İskeleleri-Performans Gereklere ve Genel Tasarım” [5] standardına göre farklı çalışma koşullarına göre altı yük sınıfı verilmiştir. Servis yükleri Çizelge 5’de verilmiştir. Yük sınıfı belirlenirken iskele üzerinde yapılacak gerçek çalışmalar dikkate alınmalıdır. Yük sınıfı 1’e dâhil iş iskeleleri üzerine konulan malzemeler, Çizelge 5’de verilen servis yüklerine dâhil değildir.

#### Düzgün yayılı servis yükü

İş iskelesi üzerindeki her bir platform, Çizelge 5’de verilen düzgün yayılı yük  $q_1$ ’i taşımaya yeterli olmalıdır [5].

#### Tekil yük

Her bir plâtfonm, aynı anda olmamak üzere Çizelge 5’de belirtilen 500 mm x 500 mm’lik alan üzerinde düzgün yayılı F1 yükü ile 200 mm x 200 mm’lik alan üzerinde düzgün yayılı F2 yükünü taşıyabilecek yeterlilikte olmalıdır. Yükün uygulandığı kısım, yüklerden kaynaklanan kuvvetleri dikmelere iletebilecek yapıda olmalıdır. Her yükün konumu, en elverişsiz şartları oluşturacak şekilde seçilmiş olmalıdır. Plâtfonm biriminin genişliğinin 500 mm’den küçük olduğu durumlarda, Çizelge 5’de verilen F1 yükü, hiçbir durumda 1,5 kN’dan az olmamak üzere plâtfonm genişliği ile orantılı olarak azaltılabilir [5].

#### Kısmî alan yükü

Yük sınıfı 4, yük sınıfı 5 ve yük sınıfı 6’ya dâhil her bir plâtfonm, düzgün yayılı servis yükünden daha büyük bir yükleme durumu olan  $q_2$  düzgün yayılı kısmî alan yükünü taşımaya yeterli olmalıdır [5].

Çizelge 5. Çalışma alanı üzerindeki servis yükleri [5]

Yük sınıfı	Düzgün yayılı yük $q_1$ (kN/m <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )	Kısmî alan katsayısı $a_p$
1	0,75	1,50	1,00	---	---
2	1,50	1,50	1,00	---	---
3	2,00	1,50	1,00	---	---
4	3,00	3,00	1,00	5,00	0,4
5	4,50	3,00	1,00	7,50	0,4
6	6,00	3,00	1,00	10,00	0,5

Yük 1 sınıfı iskelelerde kullanılan platformlar yük 2 sınıfı düzgün yayılı yüklerini taşımaya yeterli olmalıdır. Ancak bu durum iskele için geçerli değildir. Düzgün yayılı yük, tekil yük, kısmî alan yükü ve yan korumalar üzerine gelen yükler çalışanların belli bir yükseklikten platform ya da yan koruma üzerine düşmesi sonucu oluşan etkileri veya çalışanların bu elemanlar üzerinde zıplamasından kaynaklanan etkileri kapsamaz [5].

#### Yan koruma üzerine gelen yükler

#### Aşağı Doğru Düşey Yükleme

Ana veya ara korkuluklar 1.25 kN'luk noktasal yüke dayanmalıdır. Bu yük kaza ile ortaya çıkabilecek bir yük olarak kabul edilmelidir [5].

#### *Yatay Yükleme*

Topuk tahtası hariç yan korumalar 0,3 kN'luk noktasal yatay yüke dayanmalıdır. Topuk tahtası noktasal olarak 0,15 kN'luk yatay yüke dayanmalıdır [5].

#### *Yukarı Doğru Düşey Yükleme*

Topuk tahtası hariç yan korumalar 0,3 kN'luk yukarı doğru düşey yüklemeye dayanmalıdır [5].

### **2.2.3. Dinamik Yükleme**

Çalışma alanı üzerine konulan malzeme ve donanımın ağırlığı, çalışma alanı üzerinde kullanılan harici güç kaynağıyla çalıştırılan makinalardan kaynaklanan dinamik etkiler, çalışma alanı üzerinde el ile yatay olarak çalıştırılan araçlardan gelen yüklerdir [5].

Dinamik etkilerden kaynaklanan yüklemelere eş değer statik yükler aşağıdaki gibi seçilebilir.

- Çalışanlar hariç, harici güç kaynağıyla çalıştırılan makinalardan kaynaklanan dinamik etkiler, güç kaynağı ile çalıştırılan makina ağırlığının % 20 artırılması ile temsil edilebilir.
- Çalışanlar hariç, el ile yatay olarak çalıştırılan araçlardan gelen dinamik etki, el ile çalıştırılan aracın ağırlığının % 10'una karşılık gelen bir eş değer statik kuvvet ile temsil edilebilir.
- Yük sınıfları iskelelerin kullanım amacına bağlı olup Çizelge 6'da bazı yük sınıfları için kabul edilebilecek yüklemeler verilmiştir [10].

**Çizelge 6. Çalışma alanı üzerindeki servis yükleri için örnek yükleme tipleri**

Yük sınıfı 1 ve 2	Malzeme yüklemesinin olmadığı, hafif iş aletlerinin olabileceği yükleme tipi	Temizlik ve bakım işleri gibi
Yük Sınıfı 3	Hafif ağırlıklı malzemelerin geçici olarak depolandığı yükleme tipi	Boyama ve yalıtım işleri gibi
Yük Sınıfı 4-5	Ağır malzemelerin depolandığı yükleme tipi	Tuğla duvar örülmesi gibi
Yük Sınıfı 6	Daha ağır malzemelerin depolandığı yükleme tipi	Ağır taşlar gibi

### **2.2.4. Kar ve Buz Yükleri**

TS EN 12811-1 "Geçici İş Donanımları-Bölüm 1:İş İskeleleri-Performans Gereklileri ve Genel Tasarım" standardı kar ve buz yükleri için milli şartnamelere atıf yapmaktadır [5]. Kar yükleri için TS 498 "Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri" standardına göre kar yükü hesaplanabilir [11].

### **2.2.5. Rüzgâr Yükleri**

Rüzgâr yükü, iskele cephesine dik ve paralel olarak ayrı ayrı uygulanmalıdır. Kaplanmamış sistem konfigürasyonlarında merdiven, asansör gibi ulaşım bileşenleri de dahil tüm iskele bileşenleri göz önünde bulundurulmalıdır [6].

### **2.2.6. Yük Kombinasyonları**

TS EN 12811-1 "Geçici İş Donanımları-Bölüm 1:İş İskeleleri-Performans Gereklileri ve Genel Tasarım" standardına göre dış cephe iskelesi taşıyıcı sistemi, en elverişsiz yük kombinasyonuna dayanabilecek sağlamlıkta olmalıdır[5]. Yük kombinasyonları çalışma şartlarına göre belirlenmelidir. İskelelerin hangi amaçla kullanılacağı konusunda net bilgiler mevcut değilse cephe iskelesinin yapısal tasarımında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir[5].

#### *Cephe iskelesinin hizmette bulunması halinde*

Cephe iskelesinin kendi ağırlığı, düzgün yayılı servis yükü, birden fazla yükseklikte çıkma bulunması halinde çıkmanın bir sonraki alt veya üst seviyesindeki çalışma alanına etkileyen yük düzgün yayılı yükün %50 si ve çalışma rüzgâr yükü alınmalıdır [5].

### *Cephe iskelesinin hizmette bulunamaması halinde*

Cephe iskelesinin kendi ağırlığı, en büyük rüzgâr yükü, düzgün yayılı servis yükünün belli bir yüzdesi alınmalıdır [5].

Bu yüzde değer aşağıdaki sınıflara göre belirlenebilir.

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

## 3. Deneysel Çalışmalar

### 3.1. Platform Deneyleri

#### 3.1.1. Düşme Deneyi

Düşme deneyi ile amaç platform ve mesnetlerinin düşme etkisi ile oluşacak direncini test etmektir. Bu deney 0,5 m çapa ve 100 kg lık bir ağırlığa sahip çelik bir kürenin 2,5 m yükseklikten platforma bırakılması ile gerçekleşmektedir. Çelik kürenin platformu üzerine düşeceği alana 0,5m x 0,5 m ebatlarında kalınlığı 0,25 m den fazla olmayan bir minder konulur. Deney üç kez tekrarlanabilir ve çarpma noktaları farklı olmalıdır. Her bir deney düzeneği için yeni bir platform kullanılabilir [7]. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada yapılan düşme deneyinde düzeneğin çelik bilye ile uygulanan yükü taşıdığı görülmüştür. Deney sonrası platformda kabul edilebilir kalıcı şekil değiştirme olmuştur. Ancak herhangi bir kopma ve yırtılma olmamıştır.



Şekil 1. Düşme deneyi



Şekil 2. Düşme deneyi

#### 3.1.2. Tekil Yük Deneyi

Her bir platform birimi aynı anda olmamak üzere yük sınıfına göre 500mm X 500mm alan üzerinde Çizelge 5’de yer alan tekil F1 yükünü ve 200mm x 200mm alan üzerinde de F2 yükünü taşıyabilecek kapasitede olmalıdır [7]. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada yapılan tekil yük deneyinde H tipi iskele için 2.5 metrelik çelik platformlar üzerinde yapılan deneylerde

platformların Çizelge 5’te yer alan F1 ve F2 yüklerini taşıdığı görülmüştür. İlgili firma Çizelge 5’te yer alan yük sınıfı 4’e göre başvuru yapmıştır.



Şekil 3. Tekil yük deneyi

### 3.1.3. Düzgün yayılı yük deneyi

Her bir platform birimi Çizelge 5’de yer alan düzgün yayılı yük  $q_1$ ’i taşıyabilecek kapasitede olmalıdır [7]. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada H tipi iskelede kullanılan platformların yapılan deneylerde yük sınıfı 4’e göre çizelge 5’te verilen 3,00 kN/m<sup>2</sup> yükü taşıdığı görülmüştür.



Şekil 4. Düzgün yayılı yük deneyi

### 3.1.4. Yük sınıfı 4-5 ve 6 için kısmi alan yükü deneyi

Yük sınıfı 4-5 ve 6’ya dahil bir platform düzgün yayılı yük  $q_1$  den daha büyük bir yük olan  $q_2$  düzgün yayılı kısmi alan yükünü taşıyabilecek kapasitede olmalıdır. Kısmi alan, çıkma alanı A ile kısmi alan faktörü olan  $ap$  nin çarpımı ile elde edilir.  $ap$  için alınacak değerler Çizelge 5 ’de verilmiştir. A alanı ise, her bir plâtförmün genişliği ve uzunluğunun çarpımı ile hesaplanır [5]. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada H tipi iskelede kullanılan platform Çizelge 5’ e göre yük sınıfı 4 için 5.00 kN/m<sup>2</sup> yüklenmiş ve platformun bu yükü taşıdığı taşıdığı görülmüştür.

## 3.2. Merdiven Deneyleri

İskelelerde katlar arası ulaşım için kullanılan merdivenlerin basamak ve sahanlıkları aşağıda verilen yükleme durumlarından en elverişsiz olanını taşıyabilecek kapasitede olmalıdır. Merdivenler 10 m yükseklikteki bütün basamak ve sahanlıklar üzerine etkileyen;

1,5 kN luk tekil yükün 200mm X 200mm lik bir alana etki ettiği

1,0 kN/m<sup>2</sup> lik düzgün yayılı bir yükün etki ettiği durum [5].



**Şekil 5. Merdiven deneyi**

Belgelendirme incelemesi yapılan firmada merdiven deneyinde çelik merdivenin 1,5 kN'luk tekil yükleme ve 1,0 kN/m<sup>2</sup> lik düzgün yayılı yüklemeye dayanıklı olduğu görülmüştür.

### 3.3. Sehım Deneyleri

#### 3.3.1. Platformların sehimi

Çizelge 5'de yer alan F1 ve F2 tekil yüklere maruz kalan platformun sehimi açıklığın 1/100'ünü aşmamalıdır. Ayrıca tekil yük yüklendiğinde yüklü ve yüklü olmayan birbirine komşu platformların sehım farkı 25 mm'yi geçmemelidir [5]. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada 2,5 metrelik çelik platform F1: 3.00 kN'luk yük altında 6 mm, F2: 1 kN'luk yük altında ise 4 mm sehım yapıldığı tespit edilmiştir. İki komşu platform birimi arasındaki sehım farkı 25 mm' yi aşmamıştır.

#### 3.3.2. Yan Korumaların Sehimi

Aşağı doğru düşey yükleme durumu

Herhangi bir ana veya ara korkuluk mesnetlenme yönü önemli olmaksızın 1,25 kN'luk tekil bir uygulanması durumunda herhangi bir noktadan 300 mm'den fazla bir sehım yapmamalıdır [5]. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada H tipi iskelelerde kullanılan korkulukların 1,25 kN noktasal yüke dayandığı görülmüştür. Meydana gelen azami sehım değeri 15 mm olmuştur.



**Şekil 6. Yan koruma düşey sehım deneyi**

Yatay Yükleme Durumu

Yan korumalarda topuk tahtası hariç diğer tüm bileşenler 0,3 kN'luk yatay noktasal yüke dayanacak biçimde tasarlanmalıdır. Topuk tahtası için bu yük değeri 0,15 kN'dur. Ana korkuluk, ara korkuluk ve topuk tahtası yatay yüklere maruz kaldığında en fazla 35 mm sehım yapmalıdır [5]. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada yan korumaların 0.3 kN'luk yatay nokta yüke dayandığı görülmüştür. Meydana gelen azami sehım değeri 15 mm'dir. Topuk tahtasında ise 16 mm sehım olmuştur.





Şekil 7. Yan koruma yatay sehimi deneyi

### ***Izgara Korkuluklarının Sehimi***

Izgara kısmı 0,3 kN'luk yatay yüklemeye mesnetlerine göre 100 mm'den daha fazla sehimi yapmamalıdır [5]. İlgili firmada ızgara korkuluk üretilmemektedir.

### **3.3.3. Boyut Muayenesi**

İskelede kullanılacak olan bileşenlere ait muayene üretim yerinde kurulacak iskele örneği üzerinde yapılmaktadır. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada, dikmeler, platform, korkuluk, çapraz, topuk tahtası, platform yüzeyleri ve taban plakasında yapılan boyut kontrollerinde ilgili bileşenlerin TS EN 12810-1 standardının şartlarını sağladığı görülmüştür [6].

### **3.4. Laboratuvar Deneyleri**

İskele ve bileşenlerinin imalatından kullanılan çelikten mamul boru ve içi boş kesitler, profiller, levha ve şerit mamuller, alüminyum plâkalar ve levhalar, alüminyum ekstrüde boru ve profiller ve diğer metal malzemeler için "TS EN 12811-2 Geçici İş Donanımları-Bölüm 2:Malzeme Bilgileri" standardına göre çekme deneyi, akma ve kopma deneyleri ile malzeme doğrulamaları yapılmalıdır[4]. Belgelendirme incelemesi yapılan firmanın dikmeler, yan koruma, çapraz bileşenler ile ilgili TSE Makine Laboratuvarına yaptırdığı deney sonuçlarının TS EN 12810-1 standardının şartlarını sağladığı görülmüştür [6]. Üretim yeri dışında bir laboratuvarında veya üretim yerinde örnekleme ile yapılması gereken muayene ve deneyler aşağıda verilmiştir [10].

#### **3.4.1. Galvaniz kalınlığının ölçülmesi**

Galvaniz kaplama kalınlığı ölçümü her parti üründen en az 3 adet üründen bir olmak üzere yapılmalıdır. İskelede malzemenin paslanmasını önlemek amacıyla kullanılan hareketli parçaların 15 µm'luk, diğer parçaların ise 50 µm'luk sıcak daldırma galvanizle kaplanması gereklidir [10]. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada H tipi ve iskele bileşenleri üzerinde yapılan ölçümlerde hareketli parçalara ait galvaniz kalınlığının 15 µm değerinden, diğer parçalara ait galvaniz kalınlığının 50µm değerinden yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 8. Galvaniz kalınlığı ölçümü

#### **3.4.2. Birleştirme elemanlarının değerlendirilmesi**

Bağ kelepçeleri, TS EN 74-1 standardının şartlarını sağlamalıdır [12]. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada birleştirme elemanı ile ilgili TSE Makina Laboratuvarına yaptırılmış uygun test raporu görülmüştür.



Şekil 9. Birleştirme elemanı

### 3.4.3. Taban plakalarının değerlendirilmesi

Taban plakaları, TS EN 74-3 standardının şartlarını sağlamalıdır [13]. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada TSE Makina Laboratuvarına yaptırılmış test raporunda taban plakasının kuvvet yer değiştirme eğrisi TS EN 74-3 standardında belirtilen eğrinin altında olduğu görülmüştür.

### 3.4.4. Ankrajların en az C20 betonu ile aderans kuvvetinin ölçülmesi

İskele sistemini kurulmuş olduğu yapıya sabitlemek amacı ile kullanılan her bir ankraj en az C20 beton sınıfı ile yeterli aderans kuvveti oluşturmalıdır [10]. İlgili firmanın üniversite laboratuvarına yaptırmış olduğu uygun deney raporu görülmüştür.



Şekil 10. Aderans kuvvet ölçümü

### 3.4.5. Titreşim deneyleri (Flanşlı İskeleler için)

Bu deney, flanşlı dış cephe iskelelerinde kullanılan kamalı bağlantı elemanlarının tersinir yük etkisi altında gevşemediğinin kanıtlanması amacıyla yapılması gerekmektedir. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada kamalı bağlantı olmadığı için titreşim deneyi kontrolü yapılmamıştır.

### 3.4.6. Ergitme Kaynağı

Metal malzemelerin ergitme kaynağı TS EN ISO 3834-3 "Metalik malzemelerin ergitme kaynağı için kalite şartları- Bölüm 3:Standard kalite şartları" standardının istediği gereklilikleri sağlamalıdır [14]. Belgelendirme incelemesi yapılan firmada Metalik malzemelerin ergitme kaynağı için kalite şartları asgari TS EN ISO 3834-3 'e uygun olarak belgelendirildiği görülmüştür.

## 4. Sonuçlar

Dış cephe iskelelerinde sistemin korozyona uğramış bileşenlerden oluşması, standartlara uygun ölçü ve teknik özellikte dikmeler, yan korumalar, çaprazlar, platformlar, taban plakası, topuk tahtası ve ankrajların kullanılmaması; dış cephe iskele sisteminin kullanım sırasında etkilenebileceği dış etkilere ve yüklemelere karşı tasarlanmaması, iskele sisteminde kullanılan çelik ve alüminyum gibi malzemelerin standartların istediği yeterli dayanımı sağlamaması güvenli bir iskele kurulumunu önlemektedir. Yeni yapılacak olan inşaatlarda ve mevcut yapıların dış cephelerinde yapılacak işlerde kullanılacak olan iskele bileşenlerinin standartların istediği asgari şartları sağlayan bileşenlerden oluşması önemlidir. Önceden bir çok kez kullanılmış ve mevsimsel şartlar başta olmak üzere depolanmanın uygun yapılmamasından dolayı yıpranmış bileşenler kullanılmamalıdır. Standartlara uygun

olarak üretilen iskele bileşenleri fabrika üretiminin ardından kullanım ömrü belirlenerek yıpranmış bileşenlerin kullanımı engellenebilir. Büyük çaplı inşaat işlerinde standartlara uygun iskele kullanımı yaygındır. Ancak daha küçük inşaat işleri örneğin; mevcut binaların dış cephe yalıtım işlerinde standartlara uygun iskele bileşeni kullanımı azdır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı(2014) tebliğine göre ön yapımlı bileşenlerden oluşan dış cephe iskelelerinin TS EN 12810-1 standardına uygun olması gerektiği ayrıca inşaat yapı ruhsatı almadan önce iskelenin statik projelerinin ilgili belediyelerce kontrol edilmesini istemektedir. Ancak statik projesi her ne kadar belediyelerce kontrol edilse de uygulama da projeye uygun malzeme kullanımını ve kurulumu yeterince denetlenmemektedir. Bu konuda denetimler ne kadar sıkı olursa olsun denetimi gerçekleştiren kişi veya kişilerin iskele kullanımını sürekli izleyemeyeceği için self-checking (kendiliğinden kontrol) yöntemi geliştirilmelidir. İskele bileşenlerinin üretimden sonra izlenebilirliği sağlanabilir.

## Referanslar

[1] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2014). Ahşap ve Ön Yapımlı Çelik ile Alüminyum Alaşımli Bileşenlerden Oluşan Dış Cephe İş İskelelerine Dair Tebliğ. Ankara.

[2] The University of Sydney. (2005). Review of Past Research on Scaffolding Systems. Sydney-Australia.

[3] Yaşakurt, S.(2015). İskele Nedir? Nerelerde Kullanılır? Standard Dergisi, Aralık sayısı, 24.

[4] TS EN 12811-2. Geçici İş Donanımları-Bölüm 2:Malzeme Bilgileri. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

[5] TS EN 12811-1. Geçici iş donanımları - Bölüm 1: İş İskeleleri- Performans Gereklere ve Genel Tasarım. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

[6] TS EN 12810-1. Ön Yapımlı Bileşenlerden Oluşan Cephe İskeleleri Bölüm 1:Mamul Özellikleri. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

[7] TS EN 12810-2. Ön yapımlı bileşenlerden oluşan cephe iskeleleri - Bölüm 2: Özel yapısal tasarım metotları. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

[8] İnternet: Scaffolding code of practice, URL:[https://www.worksafe.qld.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0010/58195/scaffolding-cop-2009.pdf](https://www.worksafe.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0010/58195/scaffolding-cop-2009.pdf)=2018-04-24 Son erişim tarihi: 24.04.2018.

[9] T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.(2014). Cephe İskelelerinde Güvenli Çalışma Rehberi, 6-7.

[10] TS EN 12810.(2015) Belgelendirme Föyü. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

[11] TS 498.(1997) Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

[12] 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.

[13] 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.

[14] TS EN ISO 3834-3.(2008) Metalik malzemelerin ergitme kaynağı için kalite şartları- Bölüm 3:Standard kalite şartları. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.