

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME YAPILARIN İNŞAATINDA KULLANILAN
ENDÜSTRİYEL KALIP VE İSKELE UYGULAMALARINDA
YÜKLENİCİ KAYNAKLI RİSK FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ**

Sercan TIĞLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Programı

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Şenay ATABAY

Temmuz, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BETONARME YAPILARIN İNŞAATINDA KULLANILAN
ENDÜSTRİYEL KALIP VE İSKELE UYGULAMALARINDA
YÜKLENİCİ KAYNAKLI RİSK FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ

Sercan TIĞLI tarafından hazırlanan tez çalışması 17.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Şenay ATABAY

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Şenay ATABAY, Danışman

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Aslı Pelin GÜRGÜN, Üye

Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Nur ATAKUL, Üye

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Şenay ATABAY sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Betonarme Yapıların İnşaatında Kullanılan Endüstriyel Kalıp ve İskele Uygulamalarında Yüklenici Kaynaklı Risk Faktörlerinin Belirlenmesi başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim

Sercan TIĞLI

İmza

Anne, Babam

ve

Kardeşlerime



TEŞEKKÜR

Çalışmanın her aşamasında ve desteğine her ihtiyaç duyduğumda, yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Şenay ATABAY'a; çalışmamda yer alan anketin, çalışmaya konu olmuş olan bulgularını elde etmemi sağlayan değerli katılımcılarına teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, endüstriyel kalıp-iskele sektörüyle tanışmamı sağlayan ve bu alanda kariyerime yön veren Sayın İnşaat Yük. Müh. Can Ali GÜVEN ile, hayatımın büyük bölümünde desteklerini hissettiren ailem ve yakın dostlarıma bu vesileyle bir kez daha teşekkür ederim.

Sercan TIĞLI



ŞEKİL LİSTESİ	viii
TABLO LİSTESİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xii
1 Giriş	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	2
1.4 Problemin tanımlanması	2
2 Endüstriyel Kalıp-İskele Teknolojisi	4
2.1 Genel Bilgiler.	4
2.1.1 Geleneksel Kalıp.	4
2.1.2 Endüstriyel Kalıp-İskele	5
2.2 Endüstriyel Kalıp-İskelenin İşlevsel Özellikleri	9
2.2.1 İş Güvenliği	9
2.2.2 Verimlilik ve Hız.	10
2.2.3 Maliyet Tasarrufu	10
2.3 Endüstriyel Kalıp-İskele Tasarımı.	12
2.3.1 Tasarım Esasları.	12
2.3.2 Standartlar	12
2.3.3 Kalıp-İskele Etkiyen Yükler	13
2.4 Endüstriyel Kalıp-İskele Teknolojisinde Yeni Ufuklar	14
2.4.1 BIM Uygulamaları.	14
2.4.2 Üç Boyutlu Yazıcılar	16
2.4.3 Beton Gözetim Sensörleri	16
3 Endüstriyel Kalıp-İskele Sistemleri	18
3.1 Endüstriyel Kalıp-İskele Sistemlerini Oluşturan Ana Elemanlar	18
3.1.1 Kalıp Yüzeyleri	18
3.1.2 Ahşap Kirişler	19
3.1.3 Çelik Kuşaklar	20
3.1.4 Boru-Kelepçeler	20

3.1.5	Payandalar	21
3.1.6	Ayarlanabilir Teleskopik Dikmeler	21
3.1.7	İskele Çerçeveleri	22
3.1.8	Bağlantı Çubukları	22
3.1.9	Hidrolik Elemanlar	22
3.2	Kullanım Özelliklerine Göre Endüstriyel Kalıp-İskele Sistemleri	23
3.2.1	Kolon-Perde Kalıpları	23
3.2.2	Döşeme Sistemleri	24
3.2.3	Tırmanır Sistemler	25
3.2.4	Tünel Kalıp Sistemi	31
3.2.5	Cephe İskeleleri	31
3.2.6	Güvenlik ve Erişim Sistemleri	32
4	İnşaat Sektöründe İş Güvenliğinin Önemi	37
4.1	Genel Bilgiler ve Tanımlar	37
4.1.1	İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı	37
4.1.2	İş Kazası Kavramı	37
4.2	Yükümlülük ve Sorumluluklar	37
4.2.1	İşverenin Yükümlülük ve Sorumlulukları	38
4.2.2	Çalışanların Yükümlülükleri	39
4.3	Dünya’da İş Sağlığı ve Güvenliği	40
4.4	Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği	40
4.4.1	Kanunlar, Yönetmelikler	40
4.4.2	İstatistikler	40
4.4.2.1	Tüm İş Kollarında İstatistikler	40
4.4.2.2	Yapı İş Kolunda İstatistikler	41
4.5	Yüksekte Çalışma Kavramı	43
5	Uygulama	44
5.1	Oluşum Nedenlerine Göre Endüstriyel Kalıp-İskele Kazaları	44
5.1.1	Malzeme Kusurundan Kaynaklı Kazalar	44
5.1.2	Tasarım Hatasından Kaynaklı Kazalar	44
5.1.3	Uygulama (Yüklenici) Kaynaklı Kazalar	45
5.2	Yüklenici Kaynaklı Risk Faktörlerinin Belirlenmesi	45
5.2.1	Kapsam	45
5.2.2	Yöntem	46

5.2.3 Katılımcıların Belirlenmesi	47
5.2.4 Bulgular	48
5.2.5 Oturum sonuçlarının yorumlanması	58
6 Sonuç ve Öneriler	59
6.1 Kolon – Perde Uygulamalarında Risk Faktörleri	59
6.2 Bina Döşemesi Uygulamalarında Risk Faktörleri	61
6.3 Tırmanır Sistem Uygulamalarında Risk Faktörleri	62
6.4 Köprü Döşemesi Uygulamalarında Risk Faktörleri	64
A Anket	67
Kaynakça	71
Tezden Üretilmiş Yayınlar	73

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Dikmeli döşeme sistemi	6
Şekil 2.2 Masa tipi döşeme sistemi	7
Şekil 2.3 Çerçevesi panel döşeme sistemi	8
Şekil 2.4 BIM Çalışması (Projelendirme Aşaması)	15
Şekil 2.5 BIM Çalışması (Gerçek Durum)	16
Şekil 2.6 Beton gözetim sensörü	17
Şekil 3.1 Ahşap kiriş örneği	20
Şekil 3.2 Payandalar	21
Şekil 3.3 Ahşap kirişli kolon kalıbı	23
Şekil 3.4 Çerçevesi panel kalıp	24
Şekil 3.5 Kalıp destek sistemi	26
Şekil 3.6 Orta ayak ve iç kısmında şaft platformu	27
Şekil 3.7 Baraj kalıbı	28
Şekil 3.8 Otomatik tırmanır sistem	28
Şekil 3.9 Bina çekirdekleri için otomatik tırmanır sistem	30
Şekil 3.10 Farklı tipte geçici korkulukların şematik gösterimi	33
Şekil 3.11 Korkuluk bileşenlerinin yükseklik ve boşluk Ölçüleri	34
Şekil 3.12 Koruma perdesi	35
Şekil 3.13 Merdiven kulesi	36
Şekil 5.1 Kalıp-iskele kazalarının meydana gelme ana sebepleri	47
Şekil 5.2 Delphi yönteminin teknik işleyişi	47
Şekil 5.3 Anketin güvenilirlik analizi sonucu	57
Şekil 6.1 Projelerde beton basıncı uyarısı	60
Şekil 6.2 Projelerde platform üzerinde izin verilen canlı yük değeri gösterimi	62
Şekil 6.3 Yapıya aktarılan yüklerin şematik gösterimi	63
Şekil 6.4 Yapıya aktarılan yüklerin kontrolü için örnek uyarı notu	63
Şekil 6.5 İlk yükleme için uyarı notu	63
Şekil 6.6 Hidrolik üniteyi kullanan personel	64
Şekil 6.7 Hesaplama kriterleri şematik gösterimi	65

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1 2017 yılı iş kazaları sonucu ekonomik faaliyetlere göre ölümler	41
Tablo 4.2 2017 yılı iş kazaları sonucu ekonomik faaliyetlere göre yaralanmalar.....	41
Tablo 4.3 2012-2017 yılları arasında iş kazaları sonucu inşaat ekonomik faaliyetlerinde ölümler	42
Tablo 4.4 2012-2017 yılları arasında iş kazaları sonucu inşaat ekonomik faaliyetlerinde yaralanmalar	42
Tablo 5.1 Katılımcılar	47
Tablo 5.2 2.Oturum sonuçları (Kolon-Perde)	49
Tablo 5.3 2.Oturum sonuçları (Bina Döşemesi).....	50
Tablo 5.4 2.Oturum sonuçları (Tırmanır Sistemler)	51
Tablo 5.5 2.Oturum sonuçları (Köprü Döşemesi)	52
Tablo 5.6 3.Oturum sonuçları (Kolon-Perde)	53
Tablo 5.7 3.Oturum sonuçları (Bina Döşemesi).....	54
Tablo 5.8 3.Oturum sonuçları (Tırmanır Sistemler)	55
Tablo 5.9 3.Oturum sonuçları (Köprü Döşemesi)	56
Tablo 5.10 Cronbach alfa katsayısının yorumlanması.....	57

Betonarme Yapıların İnşaatında Kullanılan Endüstriyel Kalıp ve İskele Uygulamalarında Yüklenici Kaynaklı Risk Faktörlerinin Belirlenmesi

Sercan TIĞLI

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şenay ATABAY

Günümüzde Dünya genelinde her yıl binlerce iş kazası gerçekleşmekte ve bu iş kazaları sonucunda maddi manevi büyük kayıplar yaşanmaktadır. İş kazalarının meydana geldiği işler sektörler bazında gruplandırıldığında, en çok sayıda ölümlü iş kazası vakalarının inşaat sektöründe yaşandığı görülmektedir. İnşaat sektöründe meydana gelen iş kazalarının nedenleri incelendiğinde ise insan ve malzeme düşmesi nedeniyle oluşan kazalar ilk sırada yer almaktadır. Betonarme yapıların inşaatlarında kullanılan endüstriyel kalıp-iskele teknolojisi, insan ve malzeme düşmesini engelleyici elemanları içermesi ve standart malzemelerle teşkil ediliyor olması nedeniyle iş güvenliğine sağladığı katkılar açısından oldukça önemlidir. Ancak her tür imalat işinde olabileceği gibi, endüstriyel kalıp-iskele teknolojisinin ürünleri olan kalıp-iskele elemanlarının ve sistemlerinin kullanımında da, gerek malzeme, gerek tasarım, gerekse kalıp-iskele sistemlerinin inşaat sahasındaki uygulayıcıları olan yüklenicilerin hatalarından dolayı ortaya çıkması muhtemel olan, iş güvenliğini tehdit eden bir takım risk faktörleri bulunmaktadır. İş güvenliğinin sağlanması konusunda, iş kazasına sebebiyet verebilecek bu risk

faktörlerinin belirlenmesi ve bunların engellenmesi konusunda alınması gereken önlemler büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada; betonarme yapıların inşaatlarında kullanılan endüstriyel kalıp-iskele teknolojisi ve sistemleri hakkında bilgiler verilmiş, inşaat sektöründe iş güvenliğinin önemine dikkat çekilerek, endüstriyel kalıp-iskele uygulamaları sırasında yüklenici kaynaklı olarak iş güvenliğini tehdit edecek olası risk faktörleri belirlenmeye çalışılmış ve bu risk faktörlerine karşı alınması gereken önlemler konusunda önerilerde bulunulmuştur. Risk faktörleri ve öneriler belirlenirken Delphi yöntemi kullanılmış, endüstriyel kalıp-iskele teknolojisi alanında tasarım ve uygulama tecrübesi olan uzman kişiler ile görüşmeler yapılarak, kalıp-iskele uygulamalarında yüklenici kaynaklı olarak meydana gelmesi olası iş güvenliğini tehdit edici riskler hakkında görüşler toplanmış, toplanan görüşler kolon-perde kalıpları, bina döşemesi için kalıp-iskele sistemleri, tırmanır kalıp-iskele sistemleri, köprü döşemesinde kullanılan kalıp-iskele uygulamaları için olmak üzere dört ana uygulama grubunda toplanarak, anket soruları oluşturulmuş, anketler uygulanmış ve istatistiksel analizler ile değerlendirmeler yapılarak, elde edilen 30 adet anket sorusunun tamamının, betonarme yapıların inşaatında kullanılan iskele-kalıp uygulamalarında yüklenici kaynaklı olarak iş güvenliğini tehdit edici birer risk faktörü olduğu; çalışması yapılan dört ana uygulama grubu için belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Betonarme yapılar, iş güvenliği, kalıp, iskele, risk faktörleri

Determination of Risk Factors Caused by Contractors In Formwork and Scaffolding Applications Used In Construction of Reinforced Concrete Structures

Sercan TIĞLI

Department of Civil Engineering

Master's Thesis

Advisor: Assist. Prof. Şenay ATABAY, PhD

Today, thousands of occupational accidents occur around the world every year that result in huge material and moral losses are experienced. When the occupational accidents are grouped on the basis of sectors, it is seen that the most number of fatal accidents at work are experienced in the construction sector and when the causes of occupational accidents in the construction sector are examined; accidents caused by people and material fall are in the first place. Industrial formwork-scaffolding technology used in the construction of reinforced concrete structures is very important in terms of its contribution to the work safety due to the fact that it contains elements that prevent human and material fall and is formed by standard materials. However, as in all kinds of works, there are a number of risk factors that may cause accidents due to in both material, assembly and execution failures caused by contractors in the use of formwork-scaffolding elements and systems which are the products of industrial formwork-scaffolding technology. In order to ensure occupational safety, measures to be taken to identify and prevent these risk factors that may cause work accidents are of great

importance. In this study; industrial formwork-scaffolding technology and its systems used in the construction of reinforced concrete structures, and the importance of occupational safety in the construction sector were pointed out and potential risk factors during the industrial formwork-scaffolding applications caused by contractor was tried to determine and also the measures to be taken against these risk factors were made recommendations. While determining the risk factors and recommendations, Delphi Method was used, interviews were made with experts who have design and execution experience in the field of industrial formwork-scaffolding technology, survey questions were established in four application groups: column-wall formwork, formwork-scaffolding systems for slab, climbing formwork systems and formwork-scaffolding systems for bridge slab. Questionnaires were applied and statistical analysis and evaluations were conducted. As a result, all of the 30 survey questions were risk factors that threaten occupational safety in scaffolding and formwork applications used in the construction of reinforced concrete structures; it was determined for the four main application groups.

Keywords: Reinforced concrete structures, occupational health and safety, formwork, scaffolding, risk factors

1.1 Literatür Özeti

Betonarme yapıların inşaatında kalıp ve iskeleler geniş bir kullanım alanına sahiptir. Geçmişte, geleneksel olarak tanımlanan, eski nesil kalıp ve iskelelerin genel yapısı ve çeşitleriyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. İnşaatların yapımında teknolojiye olan artan gereksinim ve gelişen malzeme teknolojisi ile kalıp ve iskeleler de endüstrileşme sürecine gitmiştir. Bu süreçte ortaya çıkan endüstriyel kalıp-iskeleler üzerinde de çeşitli bilimsel çalışmalar yapılarak, eski nesil kalıp-iskelelerle, teşkil bakımından zaman ve maliyet karşılaştırılmaları yapılmıştır. Bunun yanında, yapılan bazı çalışmalarda ise endüstriyel kalıp-iskele sektörünün çeşitli ülkelerdeki bulunduğu konum incelenmiştir. Bir mühendislik çalışmasından beklenen hız, kalite, ekonomi konuları endüstriyel kalıp-iskele teknolojisi yönünden incelenirse de, bunların yanında en önemlisi olan iş sağlığı ve güvenliği konusunda yapılan bilimsel çalışmaların, cephe iskeleleri ile ilgili yapılanların haricince yeterli olduğunu söylemek güçtür.

Çalışmanın birinci bölümünde literatür özeti yapılarak, çalışmanın amaç ve hipotezi açıklanlanmış, problemin tanımı yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde kalıp ve iskelenin tanımı yapılmış, endüstriyel kalıp-iskele teknolojisi hakkında bilgiler verilerek, endüstriyel kalıp ve iskelenin şantiyelere sağladığı hız, verimlilik, maliyet avantajı ve iş güvenliği olmak üzere, işlevsel özelliklerinden bahsedilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde endüstriyel kalıp-iskeleyi oluşturan elemanlar ile sistemler hakkında genel bilgiler verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, iş güvenliği ile ilgili bilgiler verilerek, inşaat sektöründeki iş güvenliği sorunu, istatistiksel verilerle ortaya koyulmuştur.

Çalışmanın beşinci bölümünde, çalışmanın konusuna ilişkin olarak, betonarme yapıların inşaatında kullanılan endüstriyel kalıp-iskele uygulamalarında, yüklenici kaynaklı olarak iş güvenliğini tehdit eden risk faktörleri; kolon-perde, bina döşemesi, tırmanır kalıp-iskele sistemleri ve köprü döşemeleri için, Delphi yöntemiyle belirlenmiştir.

Çalışmanın altıncı ve son bölümünde, çalışmanın sonuçları hakkında açıklamalar yapılarak, endüstriyel kalıp-iskelenin şantiyelerdeki uygulayıcıları olan yüklenicilere önerilerde bulunulmuştur.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmada; betonarme yapıların inşaatında kullanılan endüstriyel kalıp-iskele teknolojisinin uygulanma aşamalarında, yüklenici hatası sebebiyle iş güvenliğini tehdit edecek olası risk faktörlerinin belirlenmesi, belirlenecek olan risk faktörleri konusunda farkındalık oluşturularak, iş güvenliğine katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

1.3 Hipotez

Betonarme yapıların inşaatında kullanılan endüstriyel kalıp-iskele teknolojisi; kullanıcısına hız, verimlilik, maliyet, iş güvenliği gibi konularda katkılar sağlamaktadır. Bu katkıların elde edilmesi; şüphesiz ki doğru iş planlaması ve endüstriyel kalıp-iskele teknolojisinin şantiyelerde doğru uygulanması ile gerçekleşmektedir. İş güvenliği noktasında ise, endüstriyel kalıp-iskele teknolojisinin kullanımında sunulan önemli katkılara karşın, endüstriyel kalıp-iskele teknolojisinin şantiyelerdeki uygulayıcıları olan yüklenicilerin, doğru olmayan kullanımlarında ve ihmalleri sonucunda iş güvenliğini tehdit edecek bir takım risk faktörleri bulunmaktadır.

1.4 Problemin tanımlanması

Betonarme yapıların inşaatlarında endüstriyel kalıp-iskele teknolojisinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Endüstriyel kalıp-iskele teknolojisinde yaşanan gelişmelere paralel olarak, inşaat sektöründe sahada uygulayıcı konumunda bulunan yüklenicilerin, yaşanan bu teknolojik gelişmelere ve yeni inşaat yöntemlerine uyum sağlamaları beklenmelidir. Geçmişte büyük ölçüde usta

becerisi ve inisiyatifine bırakılan kalıp-iskele uygulamaları; bugün yapımına çokça ihtiyaç duyulan yüksek yapılar, köprüler, sanayi yapıları, enerji yapıları gibi yapıların yapımlarında dikkate alınması gereken yüksek beton ağırlıkları, taze beton basıncı, rüzgar yükleri gibi yüklere geçici destekler oluşturmak amacıyla yapılacak endüstriyel kalıp-iskele uygulamaları, bu konuda nitelikli mühendislik hesaplamalarını, bu da, konuda uzmanlaşmış kişilerce yapılacak olan mühendislik hizmetini beraberinde getirmektedir.

Günümüzde yaygın bir şekilde uygulaması yapılan duruma bakılacak olursa; endüstriyel kalıp-iskele sistemlerinin, bu alanda tasarım yapan teknik elemanlarca, projeye özel olarak tasarlanıp, sahaya iletiildiği durumlarda çoğu kez yine malzeme ve mühendislik hizmetini sağlayan bu firmalarca projenin uygulanma aşamalarında, sistemlerin tanıtımı ve montaj konularında saha personeline eğitim hizmeti verilmektedir. Fakat yükleniciye sağlanan bu hizmeti gerçekleştiren kalıp eğitmenleri, yanlış bir bakış açısıyla, aynı zamanda sahadaki sorumlu uygulayıcılar oldukları düşüncesinin kısmen hakim olduğu, bu alanda tecrübe sahibi uzman kişilerce gözlenmektedir. Yüklenicinin sahadaki endüstriyel kalıp-iskele uygulamalarında asıl sorumlu olduğu bilinmelidir. Buna karşılık olarak yüklenicinin dikkate alması gereken teknik durumlara karşı, malzeme, mühendislik ve eğitim hizmeti veren bu alandaki firmaların, sistemlerin varsa kullanıcı kılavuzlarını, uygulama yöntemini içeren belgeler ve endüstriyel kalıp-iskele projelerinin hangi tasarım ölçütlerine göre hazırlanmış olduğu bilgisini yükleniciye ulaştırması gerekmekte, yüklenici ise tüm bu bilgileri göz önünde bulundurarak uygulamayı gerçekleştirmelidir.

2.1 Genel Bilgiler

Genel anlamda bir nesneye şekil vermek amacıyla kullanılan geçici elemanlara kalıp denilmektedir. Betonarme elemanlarda ise kalıp; betonun dökümünden, gerekli mukavemeti almasına kadar olan sürede kullanılan geçici taşıyıcı elemanlardır.

İskele; yapım ve onarım gibi işlerde, işçilere çalışma ortamı yaratan geçici destek elemanlarıdır. Betonarme yapılarda ise iskele; çalışma ortamı yaratmasının yanı sıra çalışma yükü, kalıp yükü, rüzgar yükü ve beton dökümüyle birlikte oluşan beton ağırlığına destek oluşturan geçici taşıyıcı elemanlardır.

Teknolojik kalıp ve iskele sistemlerinin kullanımı; modern yapıların günümüzde hızlı, kaliteli, güvenli ve ekonomik bir şekilde yapılmasındaki en önemli etmenlerden biridir. Bina, köprü, baraj, enerji santrali, endüstriyel tesisler gibi her türlü yapının inşaatında kalıp ve iskeleler kullanılmaktadır.

Kalıp ve iskeleler üzerinde çeşitli sınıflandırmalar yapmak mümkündür. Bu sınıflandırmalar; malzeme cinsi, teşkil tarzı, uygulama alanı gibi özelliklere göre olabilir. En genel anlamda, kalıp ve iskele teşkil tarzlarına göre “geleneksel kalıp” ve “endüstriyel kalıp” olarak ele alınabilmektedir.

2.1.1 Geleneksel Kalıp

Uygulamada “kara kalıp” olarak bilinmektedir. Genellikle plywood, kereste, ahşap çivileri gibi malzemelerle, uygulandığında nitelikli işçilik gerektiren, operasyonların tek bir işçi ile gerçekleştirilebildiği, zayıf güvenlik özelliklerine sahip kalıplardır. Bu tipte kullanılan kalıplar ile inşaat hızı düşük ve kalıpta sarf malzeme oranı çok yüksek seviyelerdedir. Günümüzde, işgücü ve malzeme maliyetlerinin yeniden

kullanılabilir olan endüstriyel kalıp-iskeleyi tedarik etme maliyetlerinden düşük olduğu durumlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.1.2 Endüstriyel Kalıp-İskele

Standart özelliklerdeki plywood, ahşap, çelik, alüminyum, plastik gibi belirli mukavemet değerlerine sahip malzemelerle, sistematik ve yeniden kullanıma uygun olarak üretilmiş kalıp-iskele elemanlarıdır.

2.1.2.1 Endüstriyel Kalıbın Tarihsel Gelişimi

Betonarme inşaatlar için kalıbın gelişimi, 20.yy'ın başlarında betonun bulunması ve gelişmesine paralel olarak başlayıp, günümüzde gelişimi devam etmektedir. Betonarme yapıların inşaatındaki kalıbın ilk kullanımlarında, kereste elemanlar baskın durumdaydı. Daha sonra kontrplak, metal, plastik ve diğer malzemelerin artan kullanımı, bu durumu değiştirmiştir. 1908 yılında Amerikan Beton Enstitüsü (ACI) kongresinde, ilk defa ahşap kalıba karşı metal kalıp tartışılmıştır. 1910 yılına kadar, sokak kaldırımlarının yapımı için çelik formda kalıpların üretimine başlanmış ve ilk kez kullanılmıştır [1].

a. Kolon-Perde Kalıpları

Kolon ve perdeler için teşkil edilen kalıplar; ilk olarak geleneksel kalıp olarak ifade edilen biçimde, plywood ve kereste elemanlar ile yapılmaktaydı. Daha sonra standart çelik ve ahşap kiriş malzemelerin kullanımıyla “ahşap kirişli sistem” ortaya çıktı. Ardından plywood üzerine monte edilen ön üretimli metal çerçevelerin kullanımıyla birlikte “çerçeveli sistemler” meydana gelmiştir.

b. Döşeme Kalıpları

Günümüzde kullanılan betondan farklı olmak üzere ilk beton döşeme örneklerinden bazıları, Romalı mühendisler tarafından yapılmıştır. Beton; basınç yüklerine karşı oldukça güçlü olduğu, ancak nispeten zayıf çekme veya eğilme dayanımına sahip olduğu için, bu eski yapılar, kemerler, tonozlar ve kubbelerden oluşuyordu. Bu dönemin en dikkat çekici somut yapısı Roma'daki Pantheon'dur. Bu yapıyı biçimlendirmek için, verilmek istenen şeklin formunda geçici iskele ve kalıp veya kalıp iskelesi kullanılmıştır. Bu yapım teknikleri, beton dökülerek izole

edilmemiştir, ancak kagir yapılarda yaygın olarak kullanılmıştır. Yapı malzemesinin karmaşıklığı ve sınırlı üretim kapasitesi nedeniyle, tercih edilen bir yapı malzemesi olarak betonun gelişmesi, Portland çimentosu ve betonarmenin keşfine kadar gerçekleşmemiştir.

Betonarmenin keşfi ve betonarme yapıların yapılmaya başlanmasıyla birlikte döşeme kalıbı ve kalıp iskelelerine ihtiyaç duyulmuştur. Döşeme kalıplarının ilk uygulamaları geleneksel kalıp olarak ifade edilen bir biçimde; standart olmayan ahşap elemanlarla yapılmaktaydı.

Yapı malzemeleri ve endüstriyel kalıp-iskele alanında meydana gelen gelişmelerle birlikte, döşemeler için ilk endüstriyel kalıp-iskele uygulamaları, standart malzemelerle üretilen elemanlar ve bunların birbirlerine olan bağlanabilirlikleri ile sağlandı (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Dikmeli döşeme sistemi [2]

Endüstriyel kalıp-iskele teknolojisinin betonarme döşemelerde kullanılmasına paralel olarak, gelişimi de devam etmiştir. Döşeme kalıp-iskele elemanları, ön montaj yapılarak, ilerleyen iş akışlarında tekrar montaj gerektirmeksizin, tek parça halinde yer değiştirmeleri sağlanacak formlarda kullanımı yaygınlaşmıştır (Şekil 2.2). Böylece döşeme kalıplarının uygulama hızı artmıştır.



Şekil 2.2 Masa tipi döşeme kalıbı sistemi [2]

Bu sistemler, bir binanın birden fazla katında sökölmeden yeniden kullanılan döşeme kalıplarından, uygulamadaki yaygın kullanımıyla "masalardan" oluşur. Birleştirilen bölümler, kullanım sonrası taşıyıcı elemanlarla taşınır ve bir kattan diğerine vinçle aktarılır. Konumlandırma sonrası, masalar ile perde ve kolonlar arasındaki boşluklar, dolgular ile doldurulur. Yapı malzemelerinin yanı sıra şekil ve boyut olarak da çeşitlilik gösterirler. Bu sistemlerin kullanımı kalıbı ayarlama ve sökümde yer alan zaman ve el emeğini büyük ölçüde azaltabilir. Geniş alan ve basit şekillerdeki döşeme alanlarında kullanımları çok daha avantajlıdır. Mimarlar ve mühendislerin bu sistemlere uygun bina tasarımları da yaygınlaşmıştır.

Günümüzde kullanılan son nesil döşeme kalıpları; belli beton ağırlıklarına göre standart üretilen, metal çerçeveli, birbirine uyumlu panellerden oluşmaktadır

(Şekil 2.3). Bu sistemde hız ve güvenlik diğer döşeme kalıp-iskelesi çeşitlerine oranla en fazladır.



Şekil 2.3 Çerçevesiz panel döşeme sistemi [2]

2.1.2.2 Türkiye’de ve Dünya’da Endüstriyel Kalıp-İskele

Türk inşaat sektörünün son yıllarda yaşadığı büyümeye paralel olarak kalıp ve iskele üreticileri de ciddi bir büyüme sağlamış, ürün yelpazelerini ve ihracat pazarlarını genişletmişlerdir. Ülkemizdeki endüstriyel kalıp-iskele üretimi yapan yerli firmalar başta Katar, Rusya, Fransa, İtalya, Kazakistan, Irak, Cezayir, Kuveyt, Suudi Arabistan olmak üzere A.B.D, Avustralya, Nijerya, Endonezya, Malezya, Hollanda, İsviçre, Hindistan, Küba, Tanzanya, Gine gibi ülkeleri de içeren geniş bir coğrafyada dünyanın 115 ülkesine ihracat yapmaktadır [3].

İskele Kalıp Sanayicileri Derneği’nin (İKSD) 2017 yılı sonunda yayımladığı dökümana göre; ülkemizde faaliyet gösteren yerli firma sayısı 107, yabancı firma sayısı ise 10’dur. 2016 Yılında yapılan bir araştırmaya göre; Dünya genelinde Avrupalı firmaların öncülüğünde gelişen sektörün yıllık yaklaşık 6-7 milyar USD

büyükluğe sahip olduğu öngörölmektedir. Türkiye’de bu büyüklüğün 400 milyon USD civarında olduğunu tahmin edilmektedir [3].

2.2 Endüstriyel Kalıp-İskelenin İşlevsel Özellikleri

2.2.1 İş Güvenliği

2.2.1.1 Standart Malzeme Kullanımı

Kalıp-iskele uygulamalarında oluşan iş kazalarını ana başlıklarda ele aldığımızda bunlar; malzemeden, kalıp-iskele projelerindeki tasarım hatalarından ve uygulama hatalarından kaynaklı olabilmektedir. Endüstriyel kalıp-iskele çözümleriyle birlikte, üretiminde uyulması gereken yerel ve genel standartlara uyulması zorunluluğu ile standart malzemelerin kullanımı, malzeme kusuru nedeniyle oluşması muhtemel kazaların önemli ölçüde önüne geçmektedir.

Ayrıca endüstriyel kalıp teknolojisini oluşturan standart elemanların çalışma platformu, korkuluk gibi güvenlik elemanlarını içinde barındırması ya da bağlanabilirliklerinin sağlanacağı şekilde çok amaçlı olarak, sistematik kullanımlara uygun üretilmeleri iş güvenliğine sağlanan diğer bir katkı unsurudur.

2.2.1.2 Kalıp-İskele Mühendisliği

Kalıp-iskele mühendisliği; teknik yerel standartlara, yönetmeliklere, projeye özel olan yapım şart ve gereksinimlere uygun olarak, güvenli ve ekonomik kalıp-iskele çözümlerini planlayan ve tasarlayan mühendislik türüdür.

Günümüzde mimarı açıdan karmaşık yapıların yaygınlaşması, ekonomik yönden bakıldığında ise iş gücü ve işletme maliyeti ile yapıları mümkün olan en kısa sürede işletmeye alma ihtiyacı, betonarme yapıların yapım sürecinin önemli bir bölümünü oluşturan kalıp-iskele uygulamalarında yapım güvenliğin sağlanması konuları, kalıp-iskele mühendisliğini daha da önemli hale getirmektedir. Yaygın durumdaki küçük ölçekli betonarme konut inşaatlarında, kalıp-iskele uygulamaları, mühendislik hesaplamalarından ya da mühendis denetiminden yoksun bir şekilde, zayıf güvenlik özelliklerine sahip oldukları halde, usta tecrübesi ve becerisine dayalı olarak kısmen sürdüröldüğü gözlemlenebilse de yüksek binalar, köprü, pylon, baraj gibi yapıların yapımında; yüksek betona ağırlıkları, taze beton basıncı,

rüzgar yüklerinin geçici olarak desteklenmesi konusunda kalıp-iskele mühendisliğine gereksinim kaçınılmazdır.

2.2.2 Verimlilik ve Hız

2.2.2.1 Kalıp Planlaması

Endüstriyel kalıp-iskele malzemelerinde sarf oranının, geleneksel olarak tabir edilen kalıplara nazaran çok düşük seviyelerde olması, gerekli miktarda kalıp-iskele malzemesinin planlı ve tekrarlı bir şekilde kullanımına olanak sağlamaktadır. Elbette bu durum, şantiye iş planının oluşturulmasındaki ve uygulanmasındaki süreçte, planlayıcıya daha gerçekçi ve güvenilir veriler sağlanmış olur.

2.2.2.2 Güvende Çalışma Hissi

Şantiyelerde işçilerin çalışma verimliliğinin sağlanması ve arttırılmasının yöntemlerinden biri hiç şüphesiz güvenli çalışma ortamının oluşturulmasıdır. Bu amaçla yapılacak çalışmaların başında da düşmeyi önleyici, endüstriyel kalıp-iskele teknolojisinin ürünlerinden olan korkuluk ve kenar koruma sistemlerinin etkin kullanımları gelmektedir.

2.2.2.3 Yinelenen İş Akışları

Endüstriyel kalıp-iskele uygulamaları; yerinde anlık çözümler ile teşkil edilen geleneksel kalıp uygulamalarının aksine, şantiye organizasyonundaki iş gücüne göre yapılmış kalıp-iskele planlamasıyla birlikte, ihtiyaç miktarında kalıp-iskele malzemesinin tekrarlı ve verimli biçimde kullanımını mümkün kılmaktadır. Böylece aynı işi tekrarlı biçimde tekrarlayan ekiplerin daha verimli çalışması sağlanmaktadır.

2.2.3 Maliyet Tasarrufu

2.2.3.1 Dolaylı İş Güvenliği Maliyetleri

Endüstriyel kalıp-iskele sistemlerinin şantiyelerde kullanımının işçilere daha güvenli çalışma ortamı yaratması sayesinde, malzeme ve insan düşmesinden dolayı ortaya çıkabilecek ölümlü ve yaralanmalı kazaların önemli ölçüde önüne

geçilmektedir. Bununla birlikte engellenmiş kazalar ile kazaların gerçekleşme durumunda, yüklenicisinin karşı karşıya kalacağı ekonomik yaptırımlar ve iş durdurma durumunda, yine ekonomik sonuçlarının hissedileceği diğer durumların önüne geçilmesiyle, dolaylı olarak iş güvenliği maliyetlerinin engellenmesi konusunda katkı sağlanmaktadır.

2.2.3.2 Vinçten Tasarruf

Endüstriyel kalıp teknolojisinde hidrolik ve elektromekanik elemanların kullanılması, kalıpları vinçten bağımsız olarak, hidrolik ve elektromekanik elemanlar vasıtasıyla konumlandırma imkanı tanımaktadır. Bu sayede kalıpların yapıya ilk montajlandıkları ve kullanımları sonrası sökümü için gerekli olmaları haricinde, yapının inşası boyunca vince hiç gereksinim duyulmadığı kullanımları mevcuttur. Otomatik tırmanır kalıpların haricinde, düşük birim hacim ağırlıklarıyla işçilerin elle taşıyabileceği özellikteki perde kalıplarının kullanımı yine vinç ihtiyacını azaltmaktadır.

2.2.3.3 Malzemedен tasarruf

Kullanımları sonrası büyük ölçüde sarf olan geleneksel kalıp-iskele elemanlarının aksine; teknik standartlara uygun olarak üretilmesi gereken endüstriyel kalıp-iskele elemanları, amaçlarına uygun yeterlilikte ve sahip oldukları malzeme katsayıları sayesinde, uygun olmayan kullanımların haricinde, kullanımları sonrası zarar görmeden, tekrarlı kullanıma olanak sağlamaktadır. Kendisini amorti edecek uzun vadedeki kullanımlarda endüstriyel kalıp-iskele elemanları, kullanıcılarına malzemedен tasarruf etme imkanı yaratmaktadır.

2.2.3.4 Yapım ve İşletme Maliyeti

Endüstriyel kalıp-iskelenin inşaatlarda etkin kullanımı, inşa hızına doğrudan etki etmektedir. Yapıların inşaatını erken bitirmek; hem sabit inşaat giderlerini hem de yapıyı erken işletmeye almadaki gelir getirisiyle doğrudan maliyet avantajı sağlamaktadır.

2.3 Endüstriyel Kalıp-İskele Tasarımı

2.3.1 Tasarım Esasları

Betonarme yapıların inşaatı için yapılacak kalıp-iskele tasarımları; projeye özel gereksinimler ile yerel yönetmelik ve standartlara uygun olarak gerçekleştirilmelidir. Her proje kendi içinde, birbirinden farklı dinamiklere sahiptir. Kullanılacak betonun özellikleri, vinçlerin yerleşimi ile kapasiteleri, proje sahasındaki hava koşulları, şantiye iş planına uygun kalıp ve iskele döngüsü için gerekli kalıp-iskele miktarları projeye özel olan ve tasarımda dikkate alınması gereken unsurlardır.

2.3.2 Standartlar

Türkiye’de betonarme yapıların yapımındaki kalıp ve iskele uygulamaları hakkındaki en genel ifadeler "Betonarme Yapılarım Tasarım ve Yapım Kuralları" TS500’ün 5.Bölüm’ünde yer almaktadır. Yine bu standartta belirtildiği üzere, ahşap malzemeden imal edilecek kalıp ve iskele elemanları TS647, çelik malzemeden imal edilecek kalıp ve iskele elemanları ise TS648’e uygun olması gerekmektedir.

Türkiye’de özellikle kalıp tasarımına ilişkin bir standart olmamakla birlikte; kalıp iskeleleriyle ilgili "TS 12812 Kalıp iskeleleri - Performans gerekleri ve genel tasarım" adında bir standart bulunmaktadır. Bu standart, iki tasarım sınıfı için iskelelerin performans gereklerini ve sınır durum tasarım yöntemlerini kapsar. Bu standartta, güvenli bir iskele yapısı oluşturmak için dikkate alınması gerekli kurallar verilmiştir. Bu standart, bir "kalıcı yapıyı" desteklemek üzere iskeleye gerek duyan ve iskele tasarımı veya temini yapan kişilerin ihtiyaç duyduğu bilgileri sağlamaktadır [4]. Ayrıca TS EN 12811 İş iskelelerinin performans gerekleri ve genel tasarımına ilişkin bilgiler verirken, TS 12813 ise ön yapımlı bileşenlerden oluşan yük taşıyıcı kulelerin özel yapısal tasarım metotlarını belirtmektedir.

2.3.3 Kalıp-İskele Etkiyen Yükler

2.3.3.1 Dikey Yükler

Betonun öz ağırlığı, kalıp-iskelenin kendi öz ağırlığı, kalıp-iskele üzerinde yapılacak olan çalışmadan ötürü oluşacak canlı yükler ve bazı durumlarda özel yükler (ilave çelik yapı vb.), kalıp ve iskele etkiyen dikey yüklerdir.

2.3.3.2 Yatay Yükler

Perde kalıpları, rüzgar ve taze beton basıncından kaynaklı yatay yönde etkiyen yüklere; döşeme kalıp ve iskeleleri ise rüzgardan, çalışma sırasında oluşabilecek yatay yönde etkiden, iskele kurulum ve geometrisindeki kusurlardan kaynaklı oluşan yatay yüklere maruz kalmaktadır.

2.3.3.3 Taze Beton Basıncı

Beton prizini almadan önce akışkan bir malzeme gibi davranır. Herhangi bir akışkan, içinde bulunduğu kabın yüzeylerine nasıl basınç uyguluyorsa, beton da prizini almadan önce kalıp yüzeylerine basınç uygular. Diğer akışkanlardan farklı olarak, beton prizini aldıkça kalıp yüzeylerine uyguladığı basınç azalmaktadır. Kalıp yüzünde oluşan taze betonun yarattığı hidrostatik basıncı etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır.

- Taze betonun akışkanlık sınıfı
- Taze betonun birim hacim ağırlığı
- Beton sıcaklığı
- Ortam sıcaklığı
- Beton döküm hızı
- Vibrasyon etkisi
- Beton priz alma hızı
- Kimyasal katkıları (akışkanlaştırıcı, priz hızlandırıcı vb.)

Taze beton basınçları; çeşitli standartlarda bulunan, çeşitli değişkenlere göre oluşturulan ampirik formüllerle hesaplanmaktadır. Türkiye’de bu konuda yerel bir standart olmamakla birlikte; Alman standardı olan DIN 18218:2010-01, Amerikan standardı olan ACI 347R-04, Avustralya standardı olan AS3610-1995 gibi

standartlarda belirtilen formüllere göre taze beton basınçları hesaplanabilmektedir.

2.4 Endüstriyel Kalıp-İskele Teknolojisinde Yeni Ufuklar

2.4.1 BIM Uygulamaları

Teknolojinin kullanımı; çeşitli alanlarda olduğu gibi mimari projeler konusunda da süreçleri kolaylaştırmak ve hızlandırmak için giderek daha çok olanak sağlamaktadır. Mimari projelerin tasarım ve inşa aşamaları ile birlikte kullanım sürelerini de kapsayan BIM ise kullanılan bu teknolojilerden birisidir [5].

BIM (Building Information Modeling: Yapı Bilgi Modellemesi, Yapı Bilgi Sistemi) en temel tanımı ile; birbirinden farklı mimari projelerin tasarımında, inşasında ve sürdürülmesinde görev üstlenenlerin ortak olarak yararlanabileceği 3 boyutlu bir bilgi paylaşım ortamıdır. TEKLA, REVIT, ARCHICAD, ALLPLAN gibi bu ortamın yönetilmesini sağlayan yazılımlar sayesinde işverenlerden mühendisler, müteahhitlerden mimarlara projede görev yapan farklı aşama ve katmanlardaki herkes projenin süreciyle ilgili güncel bilgilere ve detaylara kolayca ulaşabilmeleri sağlanmaktadır [5].

Başta İngiltere olmak üzere pek çok ülkede BIM'in kullanımı zorunludur. Türkiye'de ise kullanımı zorunlu olmamakla birlikte, kullanım oranı giderek artmaktadır. Bir mimari projenin plan ve tasarım aşamasından, yapım ve sonlandırılma kısmına kadar tüm adımlarda aktif olarak kullanılabilen BIM, inşa ekiplerinin birbirleri ile iletişim halinde olmalarını ve farklı seviyeler arasında bilgi akışını sağlamaktadır [5]. BIM'in diğer özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Projenin uygulama aşamasında ortaya çıkacak aksaklıkların, henüz tasarım süreçlerinde ortaya çıkmasına yardımcı olur.
- Projede yer alan tüm birimlerin uyum içinde çalışmasını sağlar.
- Maliyetlerin hesaplamasında, ortaya çıkan somut veriler sayesinde hata yapma ihtimalleri azalır.
- Hataların erken farkına varılmasıyla zaman ve dolaylı olarak da fazladan maliyet yükünü azaltır.

- Projenin tüm detaylarını mimari modelleme ve mimari görselleştirme yoluyla görünür kılarak tüm birimlerin birbiri ile olan uyumunu, verimliliğini ve üretkenliğini artırır.
- Projedeki verileri, daha sonraki aşamalarda da kullanılabilmesi için bilgi deposu görevi görür [5].

BIM teknolojisi sahip olduğu bu özelliklerle birlikte; kalıp-iskele uygulamalarında da giderek artan bir kullanıma sahip olmaktadır. Yapılan uygulama ile ilgili bir örnek aşağıda resmedilmiştir (Şekil 2.4) ve (Şekil 2.5).



Şekil 2.4 BIM Çalışması (Projelendirme Aşaması) [2]



Şekil 2.5 BIM Çalışması (Gerçek Durum) [2]

2.4.2 Üç Boyutlu Yazıcılar

Dünya’da son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmelerle birlikte, yapılar üç boyutlu yazıcılar ile inşa edilmeye başlanmıştır. Rusya, Çin ve Hollanda’da yapılan çok küçük ölçekli konut ve köprüler bu teknolojinin sonucunda ortaya çıkan ilk örnekler olmuşlardır. Mevcut çalışmaların geliştirilmesiyle, gelecekte çok daha kısa inşaat süreleri ve işçi gücü ile yapıların inşası amaçlanmaktadır.

2.4.3 Beton Gözetim Sensörleri

İş gücü maliyetleri, kiralık teçhizat ve yapım sürecindeki diğer işletme maliyetleri ile birlikte, yapıyı erken işletmeye almadaki gelir getirisi; yapıyı mümkün olan en kısa sürede bitirme ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Betonarme yapıların yapım sürelerini etkileyen en önemli parametrelerden biri kalıp söküm süreleridir. Yeni gelişen, günümüzde henüz yeterince yaygınlaşmamış durumda olan, taze beton yüzeyine yerleştirilen alıcılar vasıtasıyla beton mukavemetini eş zamanlı

ölçen cihazlar kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 2.6). Böylece betonun yeterli mukavemeti aldığı an ile söküm arasında beklenen sürelerin ortadan kaldırılması imkanı ortaya çıkmıştır.



Şekil 2.6 Beton gözetim sensörü [2]

Ayrıca brüt beton yüzeylerinde benzer beton renk tonlarının elde edilmesi ile doğrudan ilişki bulunan, benzer dayanımlara ulaşmış beton üzerinden kalıp sökümü ile sıcaklıkların izlenmesi gerektiği standartlarca zorunlu olan kütle betonu sınıfındaki yapı bölümlerinde beton gözetim sensörlerinin kullanımı uygun olmaktadır.

3.1 Endüstriyel Kalıp-İskele Sistemlerini Oluşturan Ana Elemanlar

Betonarme yapılar için kullanılan endüstriyel kalıp-iskele sistemlerini oluşturan elemanlar; öncelikle beton yüzüne doğrudan temasta olan ve betona şeklini veren kalıp yüzeyleri ile bu yüzeylere etkiyen yüklere mesnet teşkil eden, yük aktarıcı özellikteki taşıyıcı elemanlardan oluşmaktadır.

3.1.1 Kalıp Yüzeyleri

Kalıbın beton ile temas eden bölgesidir. En yaygın kullanıma sahip kalıp yüzeyi plywood olmakla birlikte, çelik, alüminyum, polimer esaslı yüzeyler de kullanılmaktadır. Yüzey çeşitlerinin her biri farklı fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklere sahiptir.

Uygun bir kalıp yüzeyinin aşağıdaki temel özelliklere sahip olması gerekmektedir.

- Beton ile yüzeyde bozulmalara sebebiyet verecek tarzda kimyasal etkileşimlere girmemelidir.
- Çimento ve beton şerbeti gibi ince malzemelere karşı geçirimsiz olmalıdır.
- Söküm sırasında betondan uygun şekilde ayrılabilmelidir.
- Beton yüzeyine istenilen şekli verebilecek esneklikte olmalıdır.

3.1.1.1 Plywood

Kontraplak olarak da adlandırılan kalıp yüzeyi çeşididir. Plywood malzemesi; küçük ahşap artıkların sentetik bağlayıcılarla birleştirilip, sıkıştırılmasıyla imal edilmektedir. Plywood yüzeyinin fenolik film tabakasıyla kaplanması, plywoodun betondan kolayca ayrılmasını; betonun aşındırıcı ve rutubet etkisine karşı korunmasını sağlayarak tekrarlı kullanım imkanı vermektedir. Kalıp yüzeyi koruyucu bir film tabakasıyla kaplanmadığında ise beton suyunun emilmesine, bu

da kullanım sayısının azalmasına sebebiyet vermektedir. Yüksek beton basınçlarını karşılamak amacıyla huş, meşe, kayın gibi sert ağaçlardan elde edilirler [6].

Standart olarak, yoğunlukla 9, 18, 21, 27mm kalınlığında ve 2,50x1,25m, 3,00x1,50m boyutlarında üretilirler. Bunların dışında farklı kalınlık ve boyutlarda üretimi mevcuttur.

3.1.1.2 Çelik Kalıp Yüzeyleri

Genellikle 2-5mm kalınlıklı, çeşitli boyutlardaki çelik levhalar kullanılmaktadır. Burkulmaya karşı arka kısımlarında U veya L profiller ile desteklenirler. Pano şeklindeki elemanları birbirlerine bağlamak amacıyla vidalı, kamalı veya mandal şeklinde birleşimler kullanılmaktadır [6].

3.1.1.3 Sac Kalıp Yüzeyleri

Sactan oluşan kalıp yüzeyleri özellikle eğrisel elemanların kalıplanmasında kullanılırlar. Beton yükselme hızının yavaş olduğu, taze betonun hidrostatik basıncının az olduğu dökümlerde tercih edilirler. Yeterli tasarım sağlandığında ise, hidrostatik basıncın yüksek olduğu kolon kalıplarında da tercih edilebilirler. Ancak burada, sac elemanlar arasındaki bağlantıların, boşluk vermeyecek şekilde sızdırmaz olması gereklidir [6].

3.1.1.4 Alüminyum Kalıp Yüzeyleri

Alüminyum alkalilere karşı hassas bir malzeme olmasına karşın, silisyum, magnezyum, çinko gibi metallerle alaşımı sonucunda alkaliye dayanıklı hale getirilip, kalıp yüzeyi olarak kullanılmaktadır. Fiziksel özelliği yönünden ahşap ile çelik arasındadır. Alüminyum üzerinde kısa sürede oksit tabakası oluşmasından dolayı, çelik gibi pastan korunmasına gerek duyulmaz. Genellikle kanalizasyon ve tünel inşaatlarında kullanılmaktadır. Ağırlıklarının az olması nedeniyle avantaj sağladığı dar çalışma alanlarında, çelik kalıplara göre tercih edilirler [6].

3.1.2 Ahşap Kirişler

Standart mukavemet değerlerine sahip olarak üretilen ahşap kiriş elemanlar; perde, kolon, döşeme kalıplarının teşkilinde çok yaygın olarak kullanılan

endüstriyel kalıp elemanlarıdır (Şekil 3.1). Yüzey olarak plywoodun tercih edildiği kalıp uygulamalarında, plywooda doğrudan mesnet oluşturan yük aktarıcılardır.

Uç kısımlarında koruyucu başlık veya darbe sönümleyiciler bulunduran çeşitleri uzun ömürlü kullanım özelliğine sahiptir. Çeşitli boylarda üretilirler. Baş kısımlarında bulunan delikler ve özel birleştirme elemanlarıyla, boyuna yönde istiflenerek kullanımları mümkündür.



Şekil 3.1 Ahşap kiriş örneği [2]

3.1.3 Çelik Kuşaklar

Ahşap kirişli kolon ve perde kalıplarında, ahşap kiriş elemanlarına mesnet oluşturan, bunun dışında döşeme kalıplarında iskele üzerinde ana taşıyıcı olarak ve farklı kullanım alanları da olan, üzerinde bulunan delikler ve özel birleştirme parçalarıyla birlikte kullanılarak, diğer kalıp elemanlarıyla bağlanabilirlik özelliği olan; çok amaçlı endüstriyel kalıp elemanlardır.

3.1.4 Boru-Kelepçeler

İskeleler, dikmeler ve diğer taşıyıcı endüstriyel kalıp-iskele elemanları arasında gergi oluşturarak, stabilite ve yük aktarımının sağlanması amacıyla kullanılan elemanlardır.

3.1.5 Payandalar

Kalıp elemanlarına destek oluşturan yardımcı elemanlardır (Şekil 3.2). Taze betonun yarattığı hidrostatik basıncının üzerinde çoğunlukla taşıyıcılık özelliği olmamakla birlikte; payandaların kolon ve perde kalıplarında 3 ana görevi vardır.

- Kalıbı şakülüne getirmek
- Kalıbı ayakta istiflemek
- Kalıba etkilen rüzgar yüklerini zemine aktarmak

Ağır çekme ve basınç yükleri altında taşıyıcılık özelliği olan (5, 7 ton vb.) payanda çeşitleri de bulunmaktadır.



Şekil 3.2 Payandalar [2]

3.1.6 Ayarlanabilir Teleskopik Dikmeler

Döşeme kalıplarını destekleyen, desteklediği yükü oturduğu zemine aktaran, basınç yüklerine maruz bırakılan tekil elemanlardır. İç içe geçmiş iki adet çelik borular üzerinde bulunan ayar mili ve kancası ile uzunluk ayarı yapılabilir.

Kalıp desteği olarak kullanımı dışında, doğrudan üzerine oturduğu döşeme ile prizini almakta olan döşeme arasında kullanılarak, prizini almakta olan döşeme betonunun yeterli dayanıma ulaşması beklenmeksizin, döşeme kalıbının erken sökümü için de kullanılmaktadır. Bu durumdaki kullanımında, erken söküm dikmesi olarak adlandırılmaktadır.

3.1.7 İskele Çerçevesleri

Ana iki boru eleman ve yine bu boruların birlerleri arasındaki bağlantıyı sağlayan yardımcı borularla iki boyutlu olarak teşkil edilen iskele elemanlarıdır. İskele çerçevesleri; çerçevesleri birleştiren çaprazlar, iskele kafası ve iskele ayağıyla birlikte kullanılarak iskele kulelerini oluşturmaktadır.

3.1.8 Bağlantı Çubukları

Kolon ve perde kalıplarında, taze betonun yarattığı hidrostatik basınç yüküne karşı kalıbının iki yüzü arasında kullanılan çelik çubuk elemanlardır. Uygulamada tie-rod ya da tayrot olarak adlandırılmaktadır.

Tırmanır sistemler, çalışma platformu gibi konsol elemanların yapı üzerinde desteklemesi amacıyla, prizini almış beton içinde bırakılıp, sarf edilmek suretiyle kullanılan çeşitleri vardır. Bu amaçla kullanılan türleri ankraj çubukları olarak da adlandırılmaktadır.

Ayrıca beton içinde delik bırakılması uygun olmayan projeye özel olan şartlar altında; radyasyon, su, yangın, gaz geçirimsizliği sağlamak amacıyla özel kullanımları da mevcuttur.

Standart olarak, belirli mukavemet özelliklerinde, uzunluklarda ve çaplarda üretilmektedir.

3.1.9 Hidrolik Elemanlar

Vinçten bağımsız olarak hareket etme kabiliyeti olan hidrolik kalıp sistemlerinde, kalıbı ve kendisini bir üst seviyeye taşıyan elemanlardır. Hidrolik güç ünitesi, silindirler, ünite ile silindirler arasındaki bağı oluşturan hortumlar ve bazen de pompa gibi yardımcı elemanlardan oluşmaktadır.

3.2 Kullanım Özelliklerine Göre Endüstriyel Kalıp-İskele Sistemleri

3.2.1 Kolon-Perde Kalıpları

3.2.1.1 Ahşap Kirişli Sistem

Plywood, ahşap kirişler, çelik kuşaklarla; istenilen boyutlarda olmak üzere, ön montaj yapılarak hazırlanan kalıp panoları ve bu kalıp panolarının, uygulama aşamalarında birbirleri aralarında istiflenmesi amacıyla kullanılan, diğer tamamlayıcı elemanlardan oluşmaktadır. Kuşak birleştirme elemanları, bağlantı çubukları ve payandalar uygulama için gerekli olan diğer elemanlardır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Ahşap kirişli kolon kalıbı [2]

3.2.1.2 Çerçevesi Sistem

Çerçevesi sistemi oluşturan kalıp panoları; çelik ya da plywood yüzey üzerine monte edilmiş profillerden oluşmaktadır. Profiller; çelik veya alüminyum olabilmektedir. Günümüzde plastik malzeme de bu amaçla kullanılmaya başlanmıştır. Ahşap kirişli sistemde olduğu gibi; istiflenme amacıyla kullanılan

pano birleştirme elemanları, bağlantı çubukları ve payandalar ile kullanılmaktadır (Şekil 3.4).

Kalıp panoları ve sisteme ait diğer elemanlar; genellikle 20, 40, 60, 80 kN/m² gibi belirli taze beton basınç değerlerine göre üretilmektedir.

Ahşap kirişli sisteme göre avantajları;

- Kalıp panoları uygulama için kullanıma hazırdır, ön montaj gerektirmemektedir. Bu sayede işçilik ve zaman bakımından avantaj sağlamaktadır.
- Ahşap kirişli sistemin aksine, vinç gerekmez, elle taşınabilecek birim ağırlıklarda olan çeşitleri vardır.



Şekil 3.4 Çerçevesel panel kalıp [2]

3.2.2 Döşeme Sistemleri

3.2.2.1 Dikmeli Sistem

İskele çerçevelerinin, belirli uzunluklardaki iskele çaprazlarıyla teşkil edilmesiyle en az dört adet ana taşıyıcısı olan iskele gruplarıdır. Taşıyıcı iskele üzerinde,

dikmeli sistemlerde olduğu gibi ana ve tali taşıyıcı özellikteki kalıp elemanları kullanılmaktadır.

3.2.2.2 H Tipi İskeleli Sistem

Belirli yük taşıma kapasitelerine sahip teleskopik dikmeler ile dikme başlığı üzerine oturtulan ana taşıyıcı ahşap kiriş veya çelik kuşaklar, tali taşıyıcı kalıp elemanları olarak tanımlanan ahşap kirişler, çelik kuşaklar gibi kalıp elemanlarından oluşmaktadır.

3.2.2.3 Çerçevesel Panel Sistem

Yapı bakımından çerçevesel perde-kolon kalıp panolarına benzeyen, üzerine etkiyecek belirli yüklere göre tasarlanmış, ön montaj gerektirmeyen, belirli boyutlarda üretilmiş olup, kullanıma hazır panellerdir. Birbirine uyumlu olarak üretilmiş, geçme özelliğine sahip olan paneller birleştirilerek, geniş alanların kalıplanması diğer döşeme sistemlerine göre çok daha hızlı bir şekilde sağlanır. Panellerin standart boyutlarda üretilmesinden dolayı, standart paneller ile kapatılamayan küçük bölümlerin kalıplanması amacıyla, bu bölümler diğer döşeme sistemleriyle birlikte kullanılarak kalıplanmaktadır.

3.2.3 Tırmanır Sistemler

Sistemler genel yapısı itibarıyla; esas çalışmanın yapıldığı ana çalışma platformu (0 Seviyesi), beton dökümüne yardımcı döküm platformu (+1 Seviyesi), bir önceki betonu dökülen seviyedeki yeniden kullanılabilir ankraj malzemesinin toplanmasına imkan sağlayan askı platformundan oluşmaktadır (-1 Seviyesi). Tırmanır sistemler yeniden konumlandırılma özelliklerine göre vinçle ve otomatik olmak üzere iki tipte gruplandırabilmektedir.

3.2.3.1 Vinçle Tırmanır Sistemler

a. Kalıp Destek Sistemleri

Betonarme binaların dış kısımlarında; döşeme üzerine oturmayan kolon ve perde kalıplarını desteklemek, üzerinde kalıp ve demir işçiliği yapılmasına olanak sağlayan sistemlerdir. Destek oluşturduğu kalıplar ile arasında olan bağlantılar sayesinde, vinç ile beraber hareket ettirilebilmektedir.

Sistem; betonarme içinde bırakılan sarf ankraj malzemesi ve diğer yeniden kullanılabilir ankraj malzemeler yardımıyla yapıya ankre edilmektedir. En az iki adet konsol, konsollar üzerine oturan ana taşıyıcı ahşap kirişler ile platform kalasları, tırmanma konsolları ile kalıp bağlantısı sağlayan payanda elemanı, gergi sağlamak amacıyla kullanılan boru ve kelepçeler sistemi oluşturan elemanlardır.

Sisteme dahil edilebilen askı platformları, bir önceki seviyede betonu dökülmüş kısımlarda sıva işlerini, yeniden kullanılabilir ankraj malzemesinin toplanması işlerine olanak sağlamaktadır. Ayrıca ana ve askı platform arasında kullanılacak merdiven ile platform seviyeleri arasında erişim sağlanmaktadır.



Şekil 3.5 Kalıp destek sistemi [2]

b. Şaft Platformları

Yapılarda; asansör şaftı, mekanik şaftlar gibi geniş boşlukların kapatılması ve üzerinde güvenli çalışma ortamı yaratmak amacıyla teşkil edilen platformlardır. Şekil 3.6'da görüldüğü gibi köprü orta ayaklarında da tercih edilmektedir.

Betonarme içinde bırakılmış ankraj malzemeleri ya da yine beton üzerinde hazırlanan boşluklar üzerine oturan en az iki adet teleskopik şaft kirişi ve ana

taşıyıcı olarak kullanılan bu şaft kirişleri üzerinde, platform oluşturmak amacıyla teşkil edilen ahşap (ahşap kiriş, kalaslar) elemanlardan oluşmaktadır.



Şekil 3.6 Orta ayak ve iç kısmında şaft platformu [2]

c. Tek Taraflı Kalıp Destek Sistemleri

Tek yüzlü perde kalıplarını desteklemek amacıyla kullanılan kalıp destek sistemleridir. Baraj kalıbı olarak da anılmaktadır. Kalıba etkiyen taze beton basıncı, olağan kullanımdaki karşılıklı kalıp panoları üzerinde bulunan bağlantı çubuklarının aksine baraj kalıbının destek sistemine, oradan da sistemin yapıya ankre edildiği noktadan yapıya aktarılmaktadır. Tek taraflı destek sistemlerinde, taze beton basıncının yarattığı kuvvet dolaylı olarak beton içindeki ankraj çubuklarına iletildiği için, yapı içine ankre edilen ankraj çubukları, diğer tırmanır kalıp kullanımlarından çok daha büyük çekme kuvvetlerine maruz kalmaktadır.

Döşeme veya temel üzerindeki seviyelerdeki tek yüzlü perde dökümlerinde ise; kalıp yüzündeki destek elemanları, zemin üzerinde bulunan başlangıç bloğu ve ankraj kuşağı olarak adlandırılan profiller üzerindeki, zemin betonu içine ankre edilen ankraj çubukları vasıtasıyla, yükler zemine aktarılmaktadır.



Şekil 3.7 Baraj kalıbı [2]

3.2.3.2 Otomatik Tırmanır Sistemler

a. Otomatik Tırmanır Perde Kalıp Sistemleri

Genellikle yüksek yapıların döşemeden bağımsız yükselen dış perdelerinde kullanılan sistemlerdir. Yapıya ankre edilen kılavuz profiller ve profiller ile bağlantısı bulunan kalıp ve çalışma platformları, kılavuz profiller ve hidrolik elemanlar vasıtasıyla, vinçten bağımsız bir şekilde hareket ettirilirler (Şekil 3.8).

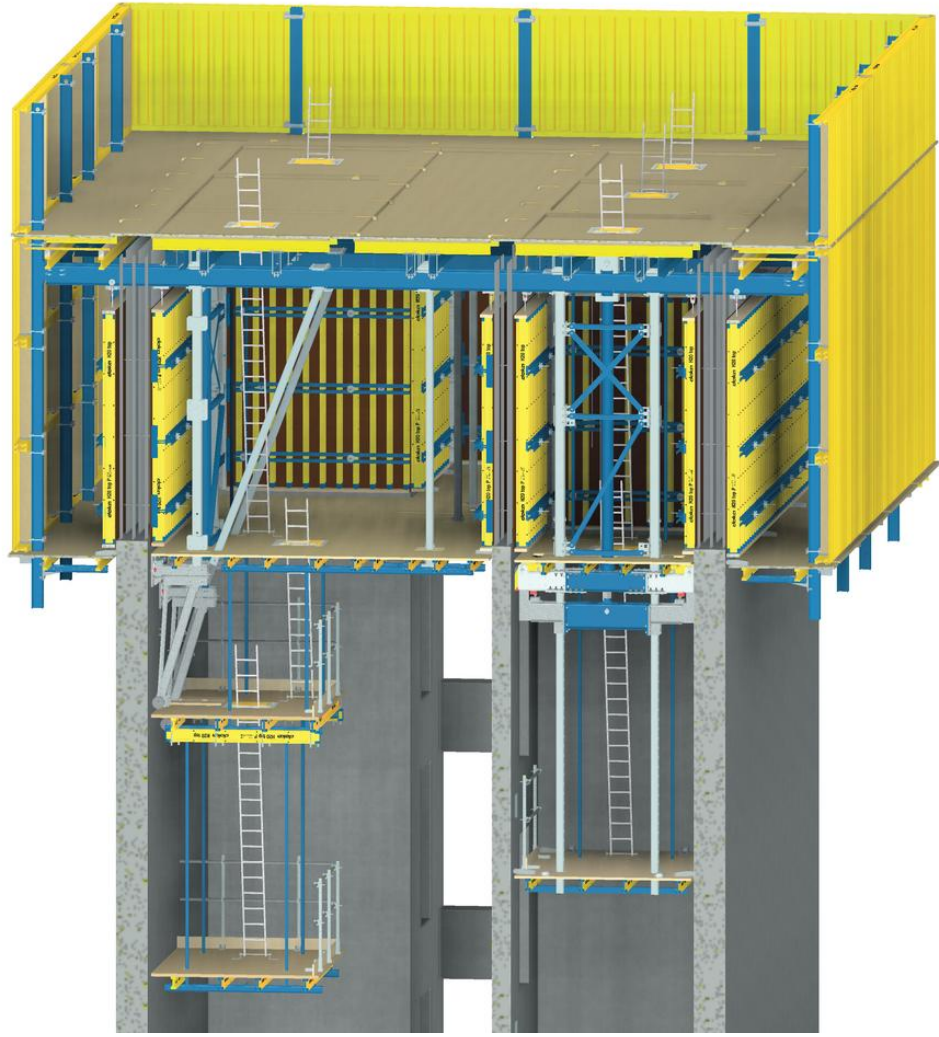


Şekil 3.8 Otomatik tırmanır sistem [2]

b. Bina Çekirdekleri için Hidrolik Tırmanır Sistemleri

Yüksek binaların çekirdek bölgelerinde kullanılmaktadır. Sistem genellikle; betona ankre edilmiş ana taşıyıcılar, kalıpların üzerinde asılı olduğu çelik profillerden oluşan ızgara ve ikisi arasında bulunan hidrolik silindirlerden oluşmaktadır (Şekil 3.9). Beton dökümünün ardından, betonun yeterli dayanıma ulaşması sonrası, sistemin silindirleri açılarak, ana taşıyıcı elemanlar bir üst seviyeye ulaştırılarak yapıya ankre edilir. Yapıya ankre edilen sistem, açılan silindirlerin kapatılmasıyla kendini yukarı çeker. Böylelikle tırmanma işlemi gerçekleşmiş olur. Sistemin sağladığı faydalar sıralanacak olursa;

- Sistem vinçten bağımsız olarak yeniden konumlandırıldığı için vinçten tasarruf edilmektedir. Bu hem vinç teçhizatının kendisinden, hem de vincin yaptığı hamle sayısından kaynaklı zaman tasarrufudur.
- Sistemin vinçten bağımsız olması sebebiyle, vinç kullanımının izin verilmediği rüzgar hızlarında kalıplama ve yer değiştime işlemleri inşaat süreci aksamadan devam edebilmektedir.
- Sisteme ait çelik ızgara üzerinde asılı olan kalıp panoları, sistemle beraber hareket ettikleri için, kalıp panolarının, yapı çevresindeki istiflenmeleri için fazladan alana gereksinim olmamaktadır.
- Şehir içinde, kısıtlı alanlarda yapılan yüksek bina inşaatlarında, istifleme alanına olan ihtiyaç inşaat sürecini zorlaştırmaktadır. Sistemin en üst seviyesinde bulunan çelik ızgara üzerinde teşkil edilen platform sayesinde, fazladan istifleme alanı elde edilmektedir.
- Sitemde yer alan şaft platformları, merdiven kuleleri sayesinde, yapıdaki boşluklar mütemadiyen kapatılmıştır. Böylece sistem aşağıya insan ve malzeme düşmesine karşı güvenlik önlemlerine sahiptir.



Şekil 3.9 Bina çekirdekleri için otomatik tırmanır sistem [2]

c. Kayar Kalıplar

Betonarme perdeli yüksek yapılarda, kesintisiz beton dökümünün ve 24 saat çalışmanın son derece planlandığı bir kalıp sistemidir. Silindirik, prizmatik ve hiperbolik yapılarda, kısmen iç ve dış tarafa eğim verilerek kullanımı mümkündür. Kalıp sisteminin adı; gerçek durumda kaymasından değil, küçük ama sürekli olarak yükselmeler ile kalıbının kaydığı izleniminden ortaya çıkmaktadır [7].

Kayar kalıbın kullanıldığı yerler [7];

- Çimento ve klinker siloları
- Kırmataş ve kireç siloları
- Tahıl siloları

- Cam siloları
- Köprü ayakları ve viyadükler
- Sanayi bacaları
- Kontrol ve TV verici kuleleri
- Seyir kuleleri
- Atık su bozuşturma tankları
- Baraj su alma yapıları
- Denge bacaları
- Baraj şaft kaplama inşaatları
- Havalandırma bacaları kaplamaları

3.2.4 Tünel Kalıp Sistemi

Döşeme ve perde duvarların beton dökümünün birlikte gerçekleştirildiği kalıp sistemidir. Tam tünel ve yarım tünel olmak üzere iki tipte teşkil edilirler. Tam tünelde kalıbın iki yan yüzeyi ile üst tarafı kapalı iken; yarım tünelde ise bir yan yüzeyi ve üzeri kapalıdır. Yatay pano, kalıp iskelesi, dikey pano, çapraz destek, krikolar, dikme tekeri, döşeme ve perde alın kapamaları, saplama konikleri, saplama somunları, şaft, kapı ve pencere boşluk rezervasyonu gibi elemanlardan oluşmaktadır [8].

3.2.5 Cephe İskeleleri

Cephe iskeleleri; bina ve diğer yapıların, inşa, bakım, onarım ve yıkım işlerinin gerçekleştirilmesi sırasında güvenli çalışma ortamı ve bu ortama güvenli erişimin sağlanabilmesi için kullanılan endüstriyel iskele elemanlarıdır. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamındaki tüm işyerlerinde sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamının temin edilmesi zorunludur. Yapı işyerlerinde kullanılacak cephe iskeleleriyle ilgili düzenlemeler; dayanağı 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu olan "Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" ve "İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği"nde yer almaktadır. Kullanılacak ekipmanlarının uyumsallaştırılmış ulusal standartlara uygunluğu sağlanmış olmalıdır [9].

Cephe iskelesi seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır.

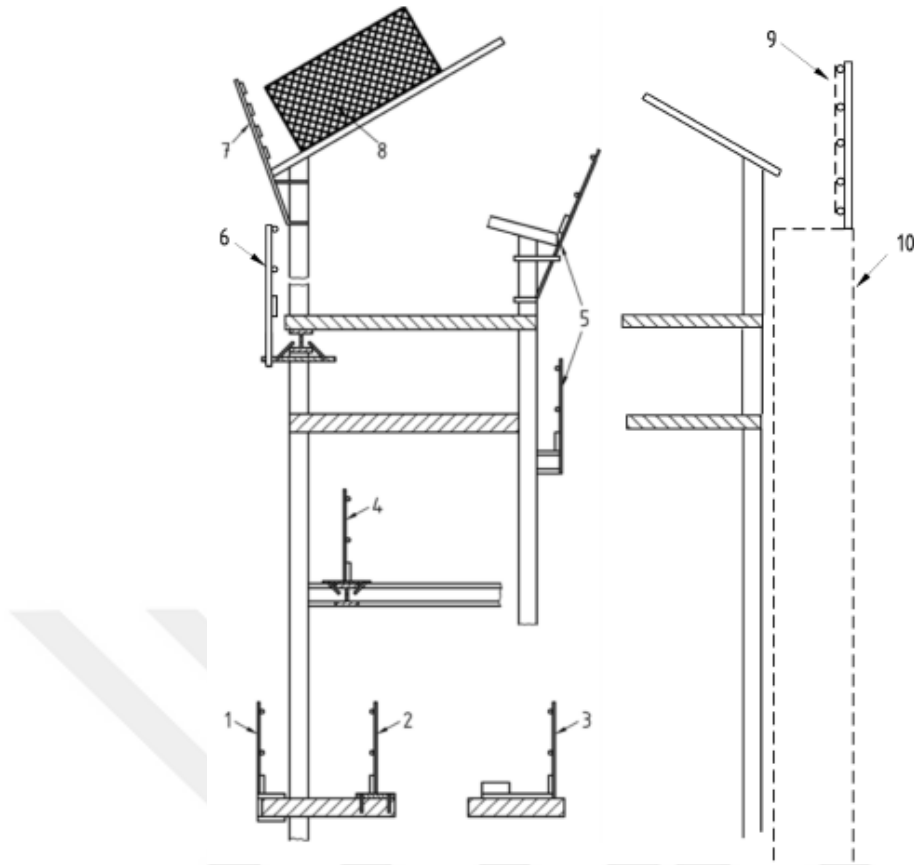
- İskelenin kullanım amacına göre taşınması gerekli muhtemel yükler göz önüne alınarak doğru yük sınıfı belirlenmeli ve gerekli şartları sağlayan uygun bir iskele seçilmelidir.
- Genişlik sınıfı, iskelenin kullanım amacı da göz önünde bulundurularak belirlenmelidir.

3.2.6 Güvenlik ve Erişim Sistemleri

3.2.6.1 Kenar Korumaları ve Korkuluklar

Yapı işlerinde kenar korumaları ve korkuluklar; yapıların çatı, kenar ve yapı elemanları arasında seviye farkı dolayısıyla süreksizlik oluşturan yapının boşluklu bölümlerinden (asansör, merdiven, baca şaftları vb.) aşağıya insan ve malzeme düşmesini engelleyici elemanlardır [9].

Ülkemizde yapı iş kolunda kullanılan korkuluk sistemleri için dikkate alınan standart; ürün ve bileşenlerinin özellikleri ile deney metotları belirtilen “TS EN 13374 Geçici Kenar Koruma Sistemleri – Mamul Özellikleri, Deney Metotları” standarttır. Korkuluklar standartta 3 sınıfta ve 9 tipte ele alınmıştır. (Şekil 3.10) [9].



Şekil 3.10 Farklı tipte geçici korkulukların şematik gösterimi [9]

1. Levha/tabaka sıkıştırılmalı sistem
2. Zemine sabitlemeli sistem
3. Denge ağırlıklı sistem
4. Kiriş üstü kenetlemeli flanşlı sistem
5. Kolona kenetli sistem – tabaka ve düz/hafif eğimli çatılarda
6. Kiriş altı kenetlemeli flanşlı sistem
7. Kolona kenetli sistem – eğimli çatıda
8. Çit sistemi
9. Geçici yapıda korkuluk

TS EN 13374'e göre bir korkuluk sistemi; ana korkuluk, ara korkuluk ve topuk levhası ya da ara koruma (çit, ağ vb.) ve topuk levhası sistemlerinden birisini içermesi gereklidir. Ana korkuluk ve topuk levhası temel gereklilik olarak

oluşturan en gelişmiş güvenlik sistemlerindendir. Sistem; yapı çevresini kapatıcı paneller, döşemeye ankre edilen özel taşıyıcı ayaklar ve bu ayaklar üzerinde panellerin hareketine kılavuzluk yapan dikey profillerden oluşmaktadır. Genellikle yapının 2,5 veya 3,5 katını kapatacak şekilde olmak üzere, belirli rüzgar yüklerine göre tasarlanırlar (Şekil 3.12). Hidrolik olarak, vinç ile veya her şekilde de hareket edebilen çeşitleri bulunmaktadır. Günümüzde, yüksek yapıların inşaatında kullanımı girerek yaygınlaşmaktadır.



Şekil 3.12 Koruma perdesi [2]

3.2.6.3 Merdiven Kuleleri

Çoğunlukla köprü-viyadük inşaatlarında kullanılan; stabiliteyi, bulundukları bölüme bağlı olarak, genellikle orta veya kenar ayak ile olan bağlantı elemanları ile sağlanmaktadır (Şekil 3.13). Diğer yapıların inşaatlarında da özellikle platformlara erişim sağlanması amacıyla kullanılmaktadır.



Şekil 3.13 Merdiven kulesi [2]

İnşaat Sektöründe İş Güvenliğinin Önemi

4.1 Genel Bilgiler ve Tanımlar

4.1.1 İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı

İş yerlerinde bulunan her türlü canlının maruz kalabileceği tehlikelerin belirlenmesi, ortadan kaldırılması ve buna ilave olarak işin aksamasına sebebiyet verebilecek olumsuz koşulların engellenmesi amacıyla yapılan çalışmaların tümünü ilgilendiren bir bilim dalıdır. İş sağlığı ve güvenliği çalışmaları, toplumda oluşan genel bilginin aksine, yalnızca iş yerlerindeki çalışanlara güvenli çalışma ortamı sağlamakla sınırlı kalmamakta, üretim ve işletme güvenliği konularıyla da ilgilenmektedir. Ülkemizde, bu konudaki yapılacak çalışmalar ile kişilerin görev, hak, sorumluluk ve yetkileri 6331 numaralı “İş sağlığı ve Güvenliği Kanunu” ile düzenlenmiştir.

4.1.2 İş Kazası Kavramı

İş Sağlığı ve Güvenliği kanununa göre iş kazası “işyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen özre uğratan olay” olarak tanımlanmaktadır [11]. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise iş kazasını, “önceden planlanmamış çoğu kez kişisel yaralanmalara, makinelerin, araç ve gereçlerin hasarlanıp zarara uğramasına, dolayısıyla üretimin bir süre durmasına sebep olan” olay olarak tanımlamıştır.

4.2 Yükümlülük ve Sorumluluklar

İş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması konusunda işveren ve çalışanların görev ve sorumlulukları bulunmaktadır. Bu görev ve sorumluluklar, ilgili kanun ve yönetmeliklerle düzenlenmiştir.

4.2.1 İşverenin Yükümlülük ve Sorumlulukları

Türkiye’de, çalışanları işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamakla yükümlü olan işverenlerin yükümlülük ve sorumlulukları, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’nun 4. maddesinde aşağıda olduğu gibi sıralanmıştır [11].

- a.** Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar.
- b.** İşyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyulup uyulmadığını izler, denetler ve uygunsuzlukların giderilmesini sağlar.
- c.** Risk değerlendirmesi yapar veya yaptırır.
- d.** Çalışana görev verirken, çalışanın sağlık ve güvenlik yönünden işe uygunluğunu göz önüne alır.
- e.** Yeterli bilgi ve talimat verilenler dışındaki çalışanların hayati ve özel tehlike bulunan yerlere girmemesi için gerekli tedbirleri alır.

Yapı iş yerlerinde işveren ve diğer kişilerin, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’nda belirtilen görev ve sorumluluklarına ilave olarak ek sorumlulukları vardır. Bu yükümlülük ve sorumluluklar, Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği’nde aşağıda olduğu gibi tanımlanmıştır [12].

- a.** Yapı alanının düzenli tutulmasını ve yeterli temizlikte olmasını,
- b.** Yapı alanındaki çalışma yerlerinin seçiminde; buralara ulaşımın nasıl sağlanacağını ve ekipman, hareket ve geçişler için alan veya yolların belirlenmesini,
- c.** Malzemenin kullanım ve taşıma şartlarının düzenlenmesini,
- d.** Tesis ve ekipmanın kullanılmaya başlamadan önce ve periyodik olarak teknik bakım ve kontrollerinin yapılmasını,
- e.** Çeşitli malzemeler ve özellikle tehlikeli malzeme ve maddeler için uygun depolama alanları ayrılmasını ve bu alanların sınırlarının belirlenmesini,

- f. Tehlikeli malzemelerin kullanımı ile uzaklaştırılma koşullarının düzenlenmesini,
- g. Atık ve artıkların depolanmasını, atılmasını veya uzaklaştırılmasını,
- h. Çeşitli işler veya işin aşamaları için öngörülen sürelerin yapı alanındaki işin durumuna göre yeniden belirlenmesini,
- i. Alt işverenler ve kendi nam ve hesabına çalışanlar arasında işbirliğini,
- j. Yapı alanındaki veya yakınındaki endüstriyel faaliyetler ile etkileşimin dikkate alınmasını,
- k. 2/7/2013 tarihli ve 28695 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmeliğe ve uyumlaştırılmış ulusal standartlara uygun kişisel koruyucu donanımların bulundurulmasını ve çalışanlar tarafından kullanılmasını; işveren ve diğer kişiler sağlamalıdır [12].

4.2.2 Çalışanların Yükümlülükleri

Türkiye’de, çalışanları işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamakla yükümlü olan işverenlerin görev ve sorumlulukları, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’nun 4. maddesinde aşağıda olduğu gibi sıralanmıştır [11].

- a. Çalışanlar, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili aldıkları eğitim ve işverenin bu konudaki talimatları doğrultusunda, kendilerinin ve hareketlerinden veya yaptıkları işten etkilenen diğer çalışanların sağlık ve güvenliklerini tehlikeye düşürmemekle yükümlüdür.
- b. Çalışanların, işveren tarafından verilen eğitim ve talimatlar doğrultusunda yükümlülükleri şunlardır: İşyerindeki makine, cihaz, araç, gereç, tehlikeli madde, taşıma ekipmanı ve diğer üretim araçlarını kurallara uygun şekilde kullanmak, bunların güvenlik donanımlarını doğru olarak kullanmak, keyfi olarak çıkarmamak ve değiştirmemek. Bunun beraber;
 - Kendilerine sağlanan kişisel koruyucu donanımı doğru kullanmak ve korumak.
 - İşyerindeki makine, cihaz, araç, gereç, tesis ve binalarda sağlık ve güvenlik yönünden ciddi ve yakın bir tehlike ile karşılaştıklarında ve koruma

tedbirlerinde bir eksiklik gördüklerinde, işverene veya çalışan temsilcisine derhal haber vermek.

- Teftişe yetkili makam tarafından işyerinde tespit edilen noksanlık ve mevzuata aykırılıkların giderilmesi konusunda, işveren ve çalışan temsilcisi ile iş birliği yapmak.
- Kendi görev alanında, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için işveren ve çalışan temsilcisi ile iş birliği yapmak, çalışanların yükümlülüklerindendir [11].

4.3 Dünya’da İş Sağlığı ve Güvenliği

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)’nün verilerine göre, dünyada her yıl, iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle yaklaşık 2,78 milyondan fazla kişi hayatını kaybetmekte, yaklaşık 374 milyon kişi ölümcül olmayan iş kazaları nedeniyle yaralanmaktadır [13].

4.4 Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği

4.4.1 Kanunlar, Yönetmelikler

Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği yükümlülükleri belirten kanun 6331 numaralı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’dur. Yapı işyerlerinde ise, 6331 numaralı kanuna ek olarak uyulması gereken yönetmelik mevcuttur. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı’nın yayımladığı Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Yönetmeliği; ilgili yönetmeliğin 1.Maddesinde belirtildiği gibi, yapı işlerinde alınacak asgari ve iş sağlığı ve güvenliği şartlarını belirlemek amacıyla oluşturulmuştur [12].

4.4.2 İstatistikler

4.4.2.1 Tüm İş Kollarında İstatistikler

Dünya’da ve Türkiye’de iş kazaları sebebiyle ölen kişi sayısı, en çok inşaat sektöründedir. İş kazası sonucu yaralanmalar ise üretim faaliyetlerinde gerçekleşmektedir. Aşağıda 2017 yılına ait SGK verilerini özetleyen tablolar bulunmaktadır [14].

Tablo 4.1 2017 yılı iş kazaları sonucu ekonomik faaliyetlere göre ölümler [14]

Ekonomik faaliyet	Ölüm sayısı	Yüzde
İnşaat	587	0,36
Üretim	296	0,18
Ulaştırma	260	0,16
Madencilik	86	0,05
Diğer	404	0,25
Toplam	1633	100,00

Tablo 4.2 2017 yılı iş kazaları sonucu ekonomik faaliyetlere göre yaralanmalar [14]

Ekonomik faaliyet	Yaralanma sayısı	Yüzde
İnşaat	62802	0,17
Üretim	156018	0,43
Ulaştırma	20715	0,06
Madencilik	13052	0,04
Diğer	107066	0,30
Toplam	359653	100,00

4.4.2.2 Yapı İş Kolunda İstatistikler

Avrupa'nın 28 ülkesinde, 2010-2015 yılları arasında meydana gelen iş kazası oranları sektörel olarak incelendiğinde; inşaat sektörünün ölümcül iş kazaları sıralamasında en ön sırada yer aldığı görülmektedir. Ölümcül olmayan iş kazaları sıralamasında ise üçüncü sırada yer almaktadır [15].

Türkiye'de ise SGK istatistik verilerine göre, 2012-2017 yılları arasında, inşaat ekonomik faaliyetlerinde iş kazası sonucu ölen aktif sigortalı sayısı, o yıllardaki toplam sayının yaklaşık %36'sıdır (Tablo 4.3). İş kazası sonucu yaralanmaların ise

yaklaşık %15'i inşaat ekonomik faaliyetleri kapsamında oluşmaktadır (Tablo 4.4) [14].

Tablo 4.3 2012-2017 yılları arasında iş kazaları sonucu inşaat ekonomik faaliyetlerinde ölümler [14]

Yıl	İş kazası sonucu ölümler (Tüm ekonomik faaliyetler)	İnşaat ekonomik faaliyetlerinde iş kazası sonucu ölen	Oran (%)
2012	745	256	0,34
2013	1360	521	0,38
2014	1623	501	0,31
2015	1252	473	0,38
2016	1405	496	0,35
2017	1633	587	0,36
Ortalama	1455	516	0,36

Tablo 4.4 2012-2017 yılları arasında iş kazaları sonucu inşaat ekonomik faaliyetlerinde yaralanmalar [14]

Yıl	İş kazası geçiren kişi sayısı (Tüm ekonomik faaliyetler)	İnşaat ekonomik faaliyetlerinde iş kazası sonucu yaralanma sayısı	Oran (%)
2012	74871	9209	0,12
2013	191389	26967	0,14
2014	221366	29699	0,13
2015	241547	33361	0,14
2016	286068	44552	0,16
2017	359653	62802	0,17
Ortalama	260005	39476	0,15

İnşaat sektöründe ölüm ve yaralanmalara sebebiyet veren, en sık yaşanan kaza tipleri aşağıda sıralanmıştır [16].

- İnsan düşmesi
- Malzeme düşmesi
- Elektrik çarpması
- Yapı makinelerindeki kazalar
- Şantiye içi trafik kazaları
- Yapı kısmının göçmesi
- Kazı kenarının göçmesi
- Patlayıcı madde kazaları

İstatistiksel verilerden ve yapılan araştırmalardan da anlaşılacağı üzere, özellikle Türkiye’de oldukça fazla iş kazası meydana gelmekte ve bu kazaların büyük bir kısmı inşaat sektöründe yaşanmaktadır. İnşaat sektörü incelendiğinde ise; yüksekten insan ve malzeme düşmesi nedeniyle oluşan kazaların en yüksek oranda ölüme ve yaralanmaya yol açtığı görülmektedir [16].

4.5 Yüksekte Çalışma Kavramı

İnşaat sektörünü dolaylı olarak, en çok sayıda ölümlü kazalar yaşanan sektör yapan özelliği; hiç şüphesiz çalışmaların büyük bir bölümünün yüksekte gerçekleşmesidir. Fakat, gerçekleşen kazaların, tamamına yakınının, önlenabilir olduğu unutulmamalıdır.

Türkiye’de; yapı alanında, yüksekte yapılacak çalışmalarla ilgili genel asgari şartlar “Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği”nde belirtilmiştir. Yönetmeliğe göre yüksekte çalışma kavramı “seviye farkı bulunan ve düşme sonucu yaralanma ihtimalinin oluşabileceği her türlü alanda yapılan çalışma; yüksekte çalışma olarak kabul edilir” şeklinde tanımlanmıştır. Amerika’da 1,2m, Avrupa’da ise 1, 8m üzerindeki yükseklikler; yaralanma riski taşıdığı kabul edilmektedir.

5.1 Oluşum Nedenlerine Göre Endüstriyel Kalıp-İskele Kazaları

Endüstriyel kalıp-iskele kazaları; oluşum nedenlerine göre üç ana nedenden en az biri ya da bir kaçından dolayı gerçekleşmektedir. Bu ana nedenler; malzeme kusuru, tasarım hatası ve uygulama hatası olarak değerlendirilebilir.

5.1.1 Malzeme Kusurundan Kaynaklı Kazalar

Endüstriyel kalıp-iskele elemanları çoğunlukla çelik malzemeden üretilmektedir. Bunun yanında ahşap, plastik, alüminyumdan üretilen elemanlar da yaygındır. Her malzemenin bir ekonomik kullanım ömrü olduğu gibi, malzemeler maruz kaldıkları elverişsiz durumlar sonucu, üzerlerinde korozyon ve plastik şekil değiştirmeler de oluşabilmektedir. Burada önemli olan nokta; ekonomik kullanım ömrünü tamamlamakta olan malzemenin tespiti ve kullanımdan çıkarılmasıdır.

5.1.2 Tasarım Hatasından Kaynaklı Kazalar

Endüstriyel kalıp-iskele sektöründe faaliyet gösteren firmaların bir bölümü, tedarikçisi olduğu malzemenin yanında, mühendislik hizmeti de vermektedir. Nitekim inşaat projelerinin bir çoğunda, endüstriyel kalıp-iskele tasarımı konusunda uzmanlaşmış kişiler olan kalıp-iskele mühendislerinin hazırladığı uygulama projeleri, sahada uygulanmak üzere, projelerin yüklenicilerine iletilmektedir. Bunun yanında; uygulamaya yönelik kalıp-iskele tasarımlarını, yükleniciler elbette kendileri de yapmaktadırlar.

Tasarımlarda; uygulamadaki durumlar için geçerli etki şartlarınının gerçekçi bir şekilde dikkate alınmadan yapılmış olan tasarımlar, uygulamalarda kalıp-iskele elemanlarının kapasitelerini aşmaları sonucu kazalara sebebiyet vermektedir.

5.1.3 Uygulama (Yüklenici) Kaynaklı Kazalar

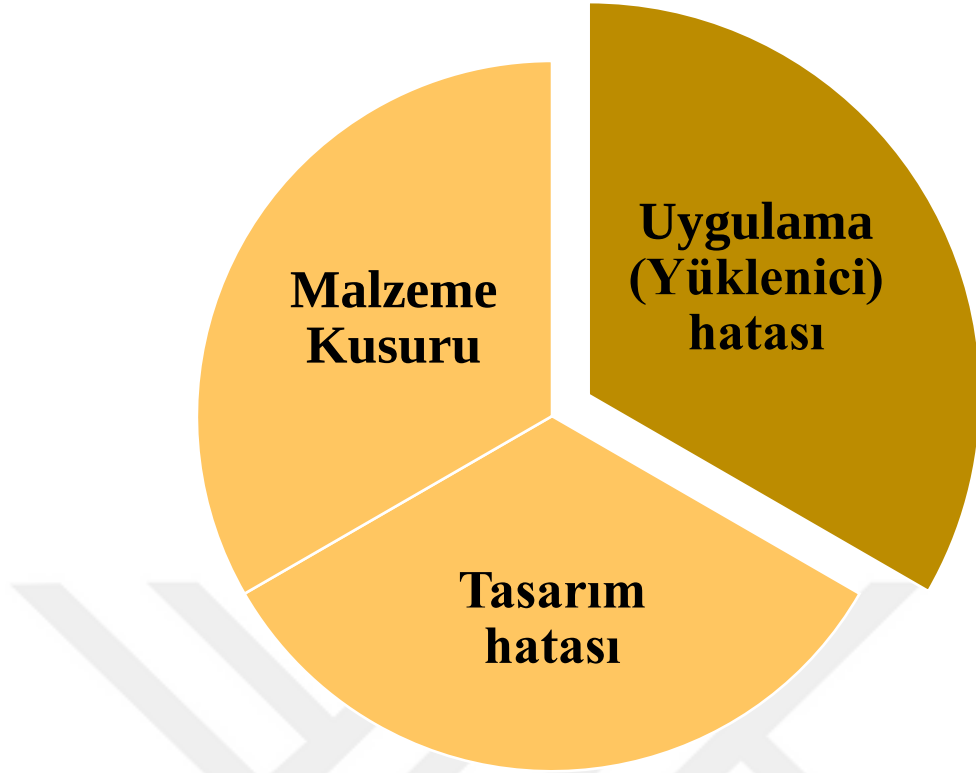
İnşaat projelerinin, uygulamalarda gerek duyulan şart ve yeterliliklere göre hazırlanmış endüstriyel kalıp-iskele projeleri, her ne kadar kusursuz hazırlanmış olsalar dahi, bir o kadar önemli olan da, bu projelerin sahadaki uygulayıcıları olan yüklenicilerin, projeleri uygun bir şekilde uygulamasıdır. Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi; Türkiye’de ve Dünya’da giderek artan kullanıma sahip olan endüstriyel kalıp-iskele uygulamaları konusunda, yüklenicilerin karşı karşıya kalacağı uygulama riskleri ve bu riskleri önleme konusunda daha bilinçli olması beklenmektedir.

5.2 Yüklenici Kaynaklı Risk Faktörlerinin Belirlenmesi

5.2.1 Kapsam

Betonarme yapıların inşaatında kullanılan iskele-kalıp uygulamaları sırasında meydana gelen iş kazalarının meydana gelme ana nedenleri; malzeme kusuru, tasarım hatası ya da uygulama yani yüklenici kaynaklı olmaktadır. Bu çalışma; günümüzde inşaatı yaygın olarak yapılan betonarme bina ve köprülerde; kolon, perde, bina döşemesi, köprü döşemesi, köprü-viyadük başlık kirişleri gibi yapı elemanlarının geçici olarak desteklenmesinde kullanılan endüstriyel kalıp-iskele eleman ve sistemlerinin, uygulanma süreçlerinde, kalıp-iskele kazalarının meydana gelme ana sebepleri arasından, uygulama hatalarından kaynaklı iş güvenliğini tehdit eden risk faktörleri ile bu risk faktörlerine karşı alınması gereken önlem önerilerini konu edinmektedir (Şekil 5.1).

Belirlenecek olan risk faktörleri; endüstriyel kalıp-iskele uygulamalarının sahadaki uygulayıcıları olan yüklenicilerin, endüstriye kalıp-iskele eleman ve sistemlerinin yanlış kullanımları ve ihmalleri sonucu ortaya çıkması muhtemel durumları temsil etmektedir. Dolayısıyla elde edilecek olan verilerin tamamı, yüklenici kaynaklı olarak, iş güvenliğini tehdit eden risk faktörleridir.



Şekil 5.1 Kalıp-iskele kazalarının meydana gelme ana sebepleri

5.2.2 Yöntem

Çalışmaya konu olan risk faktörlerinin belirlenmesinde; “belirli sorular ya da konular üzerindeki değerlendirmeleri bir grup uzmandan sistematik olarak toplama yöntemi” olarak tanımlanmış, Delphi yöntemi tercih edilmiştir. Delphi yönteminin tercih edilmesindeki sebepler; yöntemin ekonomik olması ve bilgilerin toplanması sırasında uzun tartışmalara sebebiyet vermeden hızlı sonuç alınabilmesidir [17]. Yöntemin kararlaştırılması sürecinde; uzman kişilerle mülakatlar yapılması da söz konusu olmuş; fakat hızlı ve bilimsel açıdan istatistiksel yorumlamaya daha uygun olması sebebiyle, Delphi yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir.

Delphi yönteminin aşamaları aşağıda Şekil 5.1’de özetlenmiştir [17].



Şekil 5.2 Delphi yönteminin teknik işleyişi [17]

5.2.3 Katılımcıların Belirlenmesi

Öncelikle tasarım ve uygulama tecrübesi olan uzman kişilerden oluşan bir katılımcı grubu oluşturulmuştur (Tablo 5.1). Katılımcılar çoğunlukla inşaat mühendisi olup, endüstriyel kalıp-iskele sektöründe çeşitli firmalarda görev yapmış olan kişilerdir.

Tablo 5.1 Katılımcılar

No	Meslek	Mesleki Tecrübe (yıl)	Endüstriyel Kalıp-iskele sektöründeki tecrübesi (yıl)
1.	İnşaat Yük. Müh.	11	8
2.	İnşaat Müh.	8	6
3.	İnşaat Yük Müh.	9	6
4.	İnşaat Yük. Müh.	8	6
5.	Mekatronik Teknikeri	12	12
6.	İnşaat Yük. Müh.	5	4
7.	İnşaat Müh.	15	4
8.	İnşaat Müh.	7	5
9.	Kalıp Eğitmeni	33	20
10.	Kalıp Eğitmeni	13	13
11.	Kalıp Eğitmeni	20	14
12.	Kalıp Eğitmeni	23	16
13.	İnşaat Müh.	4	4
14.	İnşaat Müh.	4	4

5.2.4 Bulgular

5.2.4.1 1.Oturum

Endüstriyel kalıp-iskele alanında her biri uzman olan, belirlenmiş katılımcılara çalışmanın amaç ve kapsamı anlatılmıştır. Katılımcıların her biri ile yapılan görüşmeler sonucu, uygulamalarda risk faktörü olabilecek durumlar hakkında görüşler toplanmış, analiz edilmiş, aşağıdaki dört ana gruba ayrılarak anketler oluşturulmuştur.

- Kolon-Perde uygulamaları
- Bina döşemesi uygulamaları
- Tırmanır sistem uygulamaları
- Köprü döşemesi uygulamaları

Ankette her madde 1'den 5'e kadar risk seviyesi belirtecek şekilde derecelendirilmiştir (Ek – A Anket).

5.2.4.2 2.Oturum

Anketler uygulanmış, sonuçlar üzerinde 1. ve 3. çeyrek analizleri yapılmıştır. 1. Çeyrek değeri; cevapların %25'ini soluna, %75'ini sağına alan noktadır. 3. Çeyrek değeri ise cevapların %75'ini soluna, %25'ini sağına alan noktadır [18]. 1. Çeyrek ve 3. çeyrekler arasındaki değer genişlik (r) değerini vermektedir. Zelif ve Heldenbrand (1993)'a göre çeyrekler arası genişliği 1,2' den az olan maddeler, üzerinde uzlaşma olan maddeler olarak kabul edilirler [19].

a. Kolon -Perde Uygulamaları;

Tablo 5.2 2.Oturum sonuçları (Kolon-Perde)

Olası Risk Faktörleri		Ortalama	Standart sapma	1.çeyrek	3.çeyrek	Genişlik (r)
A1.	Beton dökümü sırasında kalıbın izin verdiği taze beton basınç değerinin aşılması	4,5	0,5	4,00	5,00	1,00
A2.	Kalıpların devrilmeye karşı uygun şekilde istiflenmemesi	3,86	0,91	3,50	4,50	1,00
A3.	Taşıma araçlarının (vinç kulbu, caraskal vb) kalıp elemanlarına uygun şekilde sabitlenmemesi	4,43	0,82	4,00	5,00	1,00
A4.	Korkuluklar ile çalışma platformlarının, çalışma yapılan kısımlarda bulunmaması ya da iş güvenliği yönetmeliğine uygun olarak teşkil edilmemesi	4,36	0,61	4,00	5,00	1,00
A5.	Yapı kenar kısımlarındaki kalıp elemanlarının, aşağıya düşmesini engelleyici önlemlerin alınmaması	4,43	0,62	4,00	5,00	1,00
A6.	Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmemiş personel ile gerçekleştirilmesi	4,00	0,38	4,00	4,00	0,00

b. Bina döşemesi uygulamaları;

Tablo 5.3 2.Oturum sonuçları (Bina Döşemesi)

Olası Risk Faktörleri		Ortalama	Standart sapma	1.çeyrek	3.çeyrek	Genişlik (r)
B1.	Beton dökümü sırasında kalıp altında çalışma yapılması	4,29	0,80	4,00	5,00	1,00
B2.	Masa olarak teşkil edilen iskelelerin taşınması sırasında, iskele ayaklarının krikto maşası ile iskeleye uygun şekilde sabitlenmemesi	4,07	1,16	3,00	5,00	2,00
B3.	Korkuluklar ile çalışma platformlarının, çalışma yapılan kısımlarda bulunmaması ya da iş güvenliği yönetmeliğine uygun olarak teşkil edilmemesi	4,21	0,77	3,50	5,00	1,50
B4.	Üzerinde beton dökümü yapılan döşeme iskelesinin, üstünde kurulu olduğu alt döşemenin, iskele ayak yüklerine göre statik kontrolünün yapılmaması	4,21	0,86	4,00	5,00	1,00
B5.	İskele ve diğer geçici taşıyıcı elemanların, beton gerekli dayanımını almadan sökümü	4,43	0,73	4,00	5,00	1,00
B6.	Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmemiş personel ile gerçekleştirilmesi	4,07	0,59	4,00	4,50	0,50

c. Tırmanır sistem uygulamaları;

Tablo 5.4 2.Oturum sonuçları (Tırmanır Sistemler)

Olası Risk Faktörleri		Ortalama	Standart sapma	1.çeyrek	3.çeyrek	Genişlik (r)
C1.	Projede belirtilenden farklı tipte ankraj kullanılması	4,64	0,61	4,00	5,00	1,00
C2.	Ankrajın beton içine uygunsuz yerleştirilmesi (eğik, yanlış konumda vb.)	4,71	0,45	4,00	5,00	1,00
C3.	Tırmanma operasyonlarının gözlemleyici kişiler olmadan yapılması	4,21	0,67	4,00	5,00	1,00
C4.	Platformlar üzerinde izin verilen canlı yük değerinin aşılması	4,36	0,81	4,00	5,00	1,00
C5.	Korkuluklar ile çalışma platformlarının, çalışma yapılan kısımlarda bulunmaması ya da iş güvenliği yönetmeliğine uygun olarak teşkil edilmemesi	4,36	0,89	4,00	5,00	1,00
C6.	Yapıya aktarılan ankraj yüklerinin yapı mühendisi tarafından kontrol edilmemesi	4,57	0,62	4,00	5,00	1,00
C7.	Vinçle tırmanır sistemlerde kalıp ve tırmanma elemanlarının, doğru olmayan kaldırma noktasından askıya alınarak yer değiştirilmesi	4,43	0,49	4,00	5,00	1,00
C8.	Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmemiş personel ile gerçekleştirilmesi	4,14	0,52	4,00	4,50	0,50
C9.	Ankraj çubuklarına kaynak yapılması	4,38	0,84	4,00	5,00	1,00
C10.	Otomatik tırmanır sistemlerde hidrolik elemanların görevli olmayan kişilerce veya yanlış kullanımı	4,38	0,62	4,00	5,00	1,00

d. Köprü döşemesi uygulamaları;

Tablo 5.5 2.Oturum sonuçları (Köprü Döşemesi)

	Olası Risk Faktörleri	Ortalama	Standart sapma	1.çeyrek	3.çeyrek	Genişlik (r)
D1.	İskele kurulumlarında, fırtına durumlarına karşı gerekli önlemlerin alınmaması	4,25	0,60	4,00	4,50	0,50
D2.	Kademeli dökümlere göre tasarlanan ağır yük taşıyıcı iskelelerin; beton dökümü yapılan kademe sonrası oluşan iskele üzerindeki gerilmelerin, gelecek döküm öncesinde iskele kafalarının gevşetilip tekrar sıkılması suretiyle sönümlendirilmemesi	4,50	0,87	4,50	5,00	0,50
D3.	Korkuluklar ile çalışma platformlarının, iş güvenliği yönetmeliğine uygun olarak teşkil edilmemesi	4,25	0,72	4,00	5,00	1,00
D4.	Yapıya aktarılan ankraj yüklerinin yapı mühendisi tarafından kontrol edilmemesi	4,33	0,94	4,00	5,00	1,00
D5.	İskelenin üzerinde kurulu olduğu zemin veya zemin dolgusunun, iskele ayak yüklerine göre statik kontrolünün yapılmaması	4,25	0,60	4,00	4,50	0,50
D6.	Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmemiş personel ile gerçekleştirilmesi	4,00	0,41	4,00	4,00	0,00
D7.	“Free-standing” iskele kurulumlarında, üst yapının (kalıbın) tutulu olmadığı doğrultuda oluşacak yatay yüke karşı, üst yapı ve iskelenin sabitlenmemesi	4,17	0,80	4,00	4,50	0,50
D8.	Soğuk derz belirtilen kısımlarda, mevcut betonun aktifleşmesine izin vermeyecek şekilde söküm yapılması (priz almış betonun taşıyıcılık kazanması gereken durumlarda)	4,33	0,62	4,00	5,00	1,00

5.2.4.3 3.Oturum

2. Oturum sonucunda neredeyse tüm maddeler üzerinde uzlaşıya varılmıştır. Uzlaşıya tam olarak varılamadığı düşünülen maddeler üzerinde uzlaşıya varmak ve diğer maddeler üzerindeki uzlaşıya arttırmak amacıyla; katılımcılara, 2.oturum sonuçları ilan edilerek anketler tekrarlanmıştır. 3.Oturum sonucunda tüm maddeler üzerinde uzlaşıya varılmış, çalışma kapsamındaki bölümler için, yüklenici kaynaklı risk faktörleri belirlenmiş, risk faktörlerinin önlenmesine yönelik öneriler belirlenmiştir.

a. Kolon-Perde Uygulamaları;

Tablo 5.6 3.Oturum sonuçları (Kolon-Perde)

Olası Risk Faktörleri		Ortalama	Standart sapma	1.çeyrek	3.çeyrek	Genişlik (r)
A1.	Beton dökümü sırasında kalıbın izin verdiği taze beton basınç değerinin aşılması	4,29	0,70	4,00	5,00	1,00
A2.	Kalıpların devrilmeye karşı uygun şekilde istiflenmemesi	3,79	0,56	3,00	4,00	1,00
A3.	Taşıma araçlarının (vinç kulbu, caraskal vb) kalıp elemanlarına uygun şekilde sabitlenmemesi	4,50	0,63	4,00	5,00	1,00
A4.	Korkuluklar ile çalışma platformlarının, çalışma yapılan kısımlarda bulunmaması ya da iş güvenliği yönetmeliğine uygun olarak teşkil edilmemesi	4,21	0,77	4,00	5,00	1,00
A5.	Yapı kenar kısımlarındaki kalıp elemanlarının, aşağıya düşmesini engelleyici önlemlerin alınmaması	4,50	0,50	4,00	5,00	1,00
A6.	Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmemiş personel ile gerçekleştirilmesi	3,86	0,35	4,00	4,00	0,00

b. Bina döşemesi uygulamaları;

Tablo 5.7 3.Oturum sonuçları (Bina Döşemesi)

Olası Risk Faktörleri		Ortalama	Standart sapma	1.çeyrek	3.çeyrek	Genişlik (r)
B1.	Beton dökümü sırasında kalıp altında çalışma yapılması	4,43	0,49	4,00	5,00	1,00
B2.	Masa olarak teşkil edilen iskelelerin taşınması sırasında, iskele ayaklarının krika maşası ile iskeleye uygun şekilde sabitlenmemesi	4,07	0,59	4,00	4,50	0,50
B3.	Korkuluklar ile çalışma platformlarının, çalışma yapılan kısımlarda bulunmaması ya da iş güvenliği yönetmeliğine uygun olarak teşkil edilmemesi	4,21	0,67	4,00	5,00	1,00
B4.	Üzerinde beton dökümü yapılan döşeme iskelesinin, üstünde kurulu olduğu alt döşemenin, iskele ayak yüklerine göre statik kontrolünün yapılmaması	4,14	0,83	4,00	5,00	1,00
B5.	İskele ve diğer geçici taşıyıcı elemanların, beton gerekli dayanımını almadan sökümü	4,36	0,72	4,00	5,00	1,00
B6.	Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmemiş personel ile gerçekleştirilmesi	4,00	0,53	4,00	4,00	0,00

c. Tırmanır sistem uygulamaları;

Tablo 5.8 3.Oturum sonuçları (Tırmanır Sistemler)

Olası Risk Faktörleri		Ortalama	Standart sapma	1.çeyrek	3.çeyrek	Genişlik (r)
C1.	Projede belirtilenden farklı tipte ankraj kullanılması	4,79	0,41	4,50	5,00	0,50
C2.	Ankrajın beton içine uygunsuz yerleştirilmesi (eğik, yanlış konumda vb.)	4,79	0,41	4,50	5,00	0,50
C3.	Tırmanma operasyonlarının gözlemleyici kişiler olmadan yapılması	4,14	0,64	4,00	5,00	1,00
C4.	Platformlar üzerinde izin verilen canlı yük değerinin aşılması	4,43	0,62	4,00	5,00	1,00
C5.	Korkuluklar ile çalışma platformlarının, çalışma yapılan kısımlarda bulunmaması ya da iş güvenliği yönetmeliğine uygun olarak teşkil edilmemesi	4,36	0,61	4,00	5,00	1,00
C6.	Yapıya aktarılan ankraj yüklerinin yapı mühendisi tarafından kontrol edilmemesi	4,36	0,61	4,00	5,00	1,00
C7.	Vinçle tırmanır sistemlerde kalıp ve tırmanma elemanlarının, doğru olmayan kaldırma noktasından askıya alınarak yer değiştirilmesi	4,43	0,49	4,00	5,00	1,00
C8.	Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmemiş personel ile gerçekleştirilmesi	4,14	0,52	4,00	4,50	0,50
C9.	Ankraj çubuklarına kaynak yapılması	4,71	0,45	4,00	5,00	1,00
C10.	Otomatik tırmanır sistemlerde hidrolik elemanların görevli olmayan kişilerce veya yanlış kullanımı	4,64	0,48	4,00	5,00	1,00

d. Köprü Döşemesi uygulamaları;

Tablo 5.9 3.Oturum sonuçları (Köprü Döşemesi)

Olası Risk Faktörleri		Ortalama	Standart sapma	1.çeyrek	3.çeyrek	Genişlik (r)
D1.	İskele kurulumlarında, fırtına durumlarına karşı gerekli önlemlerin alınmaması	4,07	0,46	4,00	4,00	0,00
D2.	Kademeli dökümlere göre tasarlanan ağır yük taşıyıcı iskelelerin; beton dökümü yapılan kademe sonrası oluşan iskele üzerindeki gerilmelerin, gelecek döküm öncesinde iskele kafalarının gevşetilip tekrar sıkılması suretiyle sönmönlendirilmemesi	4,57	0,62	4,00	5,00	1,00
D3.	Korkuluklar ile çalışma platformlarının, iş güvenliği yönetmeliğine uygun olarak teşkil edilmemesi	4,29	0,59	4,00	5,00	1,00
D4.	Yapıya aktarılan ankraj yüklerinin yapı mühendisi tarafından kontrol edilmemesi	4,43	0,49	4,00	5,00	1,00
D5.	İskelenin üzerinde kurulu olduğu zemin veya zemin dolgusunun, iskele ayak yüklerine göre statik kontrolünün yapılmaması	4,21	0,56	4,00	4,50	0,50
D6.	Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmemiş personel ile gerçekleştirilmesi	4,00	0,53	4,00	4,00	0,00
D7.	“Free-standing” iskele kurulumlarında, üst yapının (kalıbın) tutulu olmadığı doğrultuda oluşacak yatay yüke karşı, üst yapı ve iskelenin sabitlenmemesi	3,93	0,46	4,00	4,00	0,00
D8.	Soğuk derz belirtilen kısımlarda, mevcut betonun aktifleşmesine izin vermeyecek şekilde söküm yapılması (priz almış betonun taşıyıcılık kazanması gereken durumlarda)	4,29	0,59	4,00	5,00	1,00

Cronbach's Alpha Testi

Güvenilirlik; bir ölçme aracıyla aynı koşullarda tekrarlanan ölçümlerde elde edilen ölçüm değerlerinin kararlılığının bir göstergesi olarak ifade edilmektedir. Güvenilirlik aynı zamanda ölçeğin taşıması gereken özelliklerden birisidir. Ölçeklerin güvenilirliğinin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden birisi "Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı" dır. 1951 yılında Cronbach tarafından geliştirilen yöntem ile; maddeler doğru-yanlış yerine 1-4, 1-5 gibi sıralı olarak puanlandığında, kullanılması uygun olan iç tutarlılık tahmin yöntemi olarak tanımlanmaktadır. Cronbach alfa katsayısı, ölçekte yer alan maddelerin varyanslarının toplamının, genel varyansa oranlanmasıyla ortaya çıkan ağırlıklı standart değişim ortalamasıdır. Tüm maddeler için hesaplanan alfa katsayıları o anketin güvenilirliğini ifade etmekle beraber, anketin güvenilir olarak değerlendirilmesi için, genel bir değerlendirme ile bu değer 0,7'den büyük olması beklenir. Cronbach alfa katsayısının yorumlanmasıyla ilgili olarak farklı sınıflandırmalar bulunmakla beraber, yaygın bir yaklaşıma ait sınıflandırma aşağı gösterilmiştir (Tablo 5.10) [20].

Tablo 5.10 Cronbach alfa katsayısının yorumlanması [20]

Güvenirlik katsayısı (Cronbach alfa)	Yorum
$\geq 0,9$	Mükemmel
$0,7 \leq \alpha < 0,9$	İyi
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Kabul edilebilir
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	Zayıf
$\alpha < 0,5$	Kabul edilemez

Çalışma kapsamında yapılan anket çalışmasında; 14 katılımcıya sorulan 30 adet anket sorusunun cevapları üzerinde SPSS yazılımı yardımıyla Cronbach alfa testi yapılmış, test sonucunda Cronbach alfa katsayısı 0,809 olarak elde edilmiştir (Şekil 5.3). Buna göre yapılan anket çalışmasının sonucu kabul edilebilir güvenirlikte olmaktadır.

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	14	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	14	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,809	30

Şekil 5.3 Anketin güvenilirlik analizi sonucu

5.2.5 Oturum sonuçlarının yorumlanması

Betonarme yapıların inşaatında kullanılan endüstriyel kalıp-iskele uygulamalarında yüklenici kaynaklı olarak iş güvenliğini tehdit eden risk faktörlerinin belirlenmesi amacıyla uygulanan Delphi yönteminin ilk oturumu olarak belirtilen “görüşlerin toplanması” aşaması sonrası yapılan 2. oturumda; elde edilen bulgular sonrası 1. ve 3. çeyrek analizleri yapılarak, anket soruları üzerinde katılımcıların uzlaşmaya varma konusu irdelenmiş; bina döşemesi uygulamaları için sorulan B2 ve B3 anket soruları dışındaki tüm anket soruları üzerinde uzlaşmaya varıldığı sonucuna ulaşılmıştır. B2 ve B3 anket sorularında ise uzlaşmayı sağlamak ve diğer anket soruları üzerinde uzlaşmayı arttırmak amacıyla 3.Oturum gerçekleştirilmiştir. 3.Oturum sonucunda ise tüm sorular üzerinde uzlaşma sağlandığı sonucuna, çeyrekler arası genişlik değerlerinin 1,2’den az olması dolayısıyla varılmıştır.

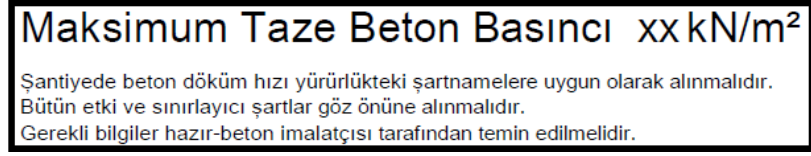
Çalışma kapsamındaki betonarme bina ve köprülerde; kolon, perde, bina döşemesi, köprü döşemesi, köprü-viyadük başlık kirişleri gibi yapı elemanlarının geçici olarak desteklenmesinde kullanılan endüstriyel kalıp-iskele eleman ve sistemlerinin uygulanma süreçlerinde, uygulama hatalarından kaynaklı iş güvenliğini tehdit eden risk faktörleri ile bu risk faktörlerine karşı alınması gereken önlem önerileri Delphi yöntemiyle belirlenmiştir. 1.Oturum sonunda toplanan tüm görüşler, katılımcı grubun ortak kararı çerçevesinde risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Bulgular incelendiğinde, çalışması yapılan dört ana grupta; yapıdan aşağıya malzeme ve insan düşmesini engelleyici korkuluk ve çalışma platformlarının iş güvenliği yönetmeliğine uygun teşkil edilmemesi durumu ile uygulamaların eğitilmemiş işçiler ile yapılması durumu, belirlenen ortak risk faktörleri olmuştur. Korkuluk ve çalışma platformlarının teşkilinde Yapı İşlerinde İş Güvenliği Yönetmeliği'ne uyulması ve işçilerin görev aldıkları uygulamalar konusunda eğitilmeleri önerilmektedir. Ayrıca çalışma kapsamında incelenen bölümlerle ilgili olarak, ilerleyen alt başlıklarda, ayrı ayrı önerilerde bulunulmuştur.

6.1 Kolon-Perde Uygulamalarında Risk Faktörleri

- Beton dökümü sırasında kalıbın izin verdiği taze beton basınç değerinin aşılması şantiyelerde sık karşılaşılan bir durumdur. Beton dökümlerinde; perde elemanlarına nazaran, kolon elemanların beton dökümlerine daha çok dikkat edilmelidir. Bunun nedeni; kolonun daha küçük plan hacmine sahip olması, taze betonun perdelerle nazaran daha hızlı yükselip, kalıbı yüksek taze beton basınçlarına maruz bırakmasıdır.

Tasarlanan her kolon-perde kalıbı belli taze beton basınç sınır değerlerine izin vermektedir. Tasarımcının bu sınır değeri uygulayıcıya iletmesi, uygulayıcının

ise bu sınır değeri gözeterek, beton dökümü hızını, beton ve ortam şartlarına göre belirleyip, o şekilde uygulaması gerekmektedir (Şekil 6.1). Günümüzde betonun izin verilen, saatteki azami yükselme hızını hesaplayan paket programlar da mevcuttur.



Şekil 6.1 Projelerde beton basıncı uyarısı [2]

- Kalıpların şantiye ve depo ortamında, devrilmeye karşı uygun şekilde istiflenmesi gerekmektedir. Kolon ve perde kalıplarının geniş yüzey alanlarına sahip olmalarından dolayı etkili rüzgar yüklerine maruz kalabilmektedir. Uygulamalar esnasında kullanılan payandalar, rüzgar yüklerini, bağlı oldukları zemine güvenle aktarmak amacıyla kullanılırlar.

Kolon ve perde kalıplarının depo alanlarında üst üste istiflendiği durumlar da mevcuttur. Kalıp yüzeylerinde bulunan film tabakasından dolayı, kalıpların bir birleri üzerinden kaydığı durumlarla da karşılaşmaktadır. Bunu önlemek amacıyla da, kalıplar arasında, birbirleri üzerinden kaymayı önleyici mantar vb. elemanların kullanılması önerilmektedir.

- Taşıma araçlarının (vinç kulbu, caraskal vb.) kalıp elemanlarına uygun şekilde sabitlenmemesi durumu; malzemenin taşıma sırasında kopmasını, gerçekleşen düşme olayı ile birlikte ölümlü kazaların yaşanmasına sebep olmaktadır. Nitekim yapı işyerlerinde yaşanan ölümlü kazaların büyük bir bölümü, malzeme düşmesi sebebiyle yaşanmaktadır.

Endüstriyel kalıp elemanları, varsa, sistem kullanıcı kılavuzlarında belirtilen şekilde yer değiştirilmelidir. Belirlenmiş bir taşıma talimatı yok ise, taşıma yöntemlerinin, iş güvenlik planında yer alması ve uygulanmasının denetlenmesi gerektiği önerilmektedir.

- Korkuluklar ile çalışma platformlarının, çalışma yapılan her kısımda iş güvenliği yönetmeliğine uygun teşkil edilmiş olarak bulunması şarttır.

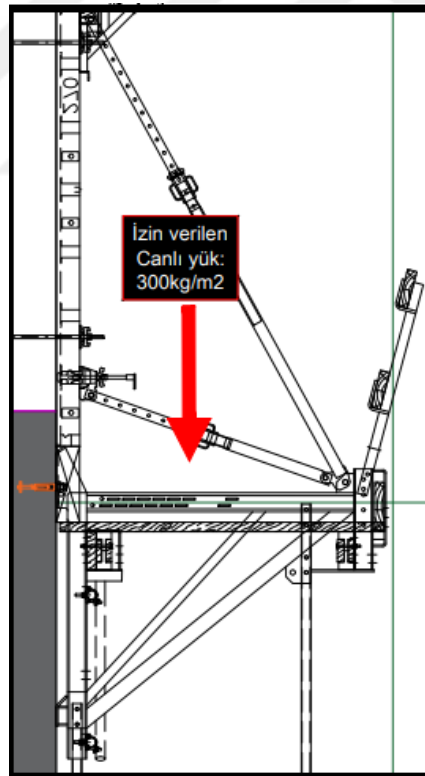
- Yapı kenar kısımlarındaki kalıp elemanlarının, aşağıya düşmesini engelleyici önlemlerin alınması gerekmektedir. Örneğin; döşeme kenarlarında, prizini almış döşemeler arası teşkil edilen erken söküm dikmeleri, çalışma anında yaşanacak her hangi bir titreşim durumunda, arasında sıkışık olduğu beton yüzlerden kurtulup, bulunduğu yapı seviyesinden aşağıda düşebilmektedir. Bu ve buna benzer durumlara karşı elemanları sabitleyici önlemler alınmalıdır.
- Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmiş personel ile gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Bu durum, montajdan dolayı yaşanacak hataları büyük ölçüde engellemektedir.

6.2 Bina Döşemesi Uygulamalarında Risk Faktörleri

- Beton dökümü sırasında kalıp altında çalışma yapılmaması önerilmektedir.
- Masa olarak teşkil edilen iskelelerin taşınması sırasında, iskele ayaklarının krikomaşası ile iskeleye uygun şekilde sabitlenmesi, yer değiştirme sırasında yaşanması muhtemel, krikolu ayakların iskeleden ayrılıp aşağıya düşmesinin engellenmesi amacıyla emniyetlenmiş olmalıdır.
- Korkuluklar ile çalışma platformlarının, çalışma yapılan her kısımda iş güvenliği yönetmeliğine uygun teşkil edilmiş olarak bulunması şarttır.
- Üzerinde beton dökümü yapılan döşeme iskelesinin, üstünde kurulu olduğu alt döşemenin, iskele ayak yüklerine göre statik kontrolünün yapılması; alt döşemenin göçmesiyle vuku bulan kazaların önlenmesi için gereklidir.
- İskele ve diğer geçici taşıyıcı elemanların, beton gerekli dayanımını almadan sökümü; ancak yüklenicinin döşemenin yeterli dayanıma ulaştığından emin olması sonrası gerçekleştirilmelidir.
- Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmiş personel ile gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Bu durum, montajdan dolayı yaşanacak hataları büyük ölçüde engellemektedir.

6.3 Tırmanır Sistem Uygulamalarında Risk Faktörleri

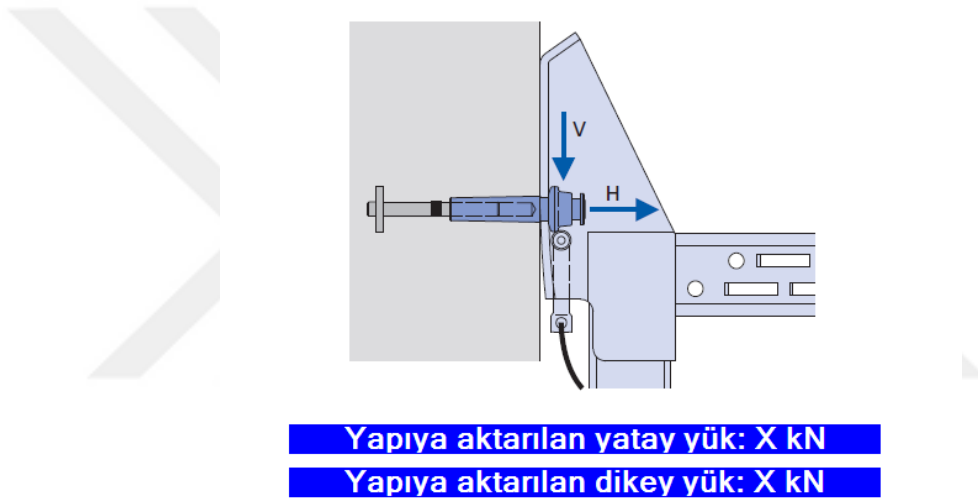
- Projede belirtilenden farklı tipte ankraj kullanılması veya doğru ankraj tipinin uygunsuz yerleştirilmesi, ankrajda taşıyıcılık kaybı yaratmaktadır. Beton içinde bırakılan her ankrajın kontrol edilmesi gereklidir. Uygun bırakılmamış olan ankrajlar kullanılmamalı, gerekirse yerine uygun şekilde epoksi uygulaması yapılmalıdır.
- Tırmanma operasyonlarının gözlemleyici kişiler nezaretinde yapılması önerilmektedir.
- Platformlar üzerinde izin verilen canlı yük değerinin aşılması platformların stabilitesi bakımından tehlikelidir. Tasarımcı; platformlar üzerindeki, projeye özel olan izin verilen canlı yük değerlerini yükleniciye iletmelidir (Şekil 6.2). Yüklenici; platformların güvenliğini sağlamak amacıyla, platform çevresinde, izin verilen değerleri çalışanlara duyurmakla sorumlu olmaktadır.



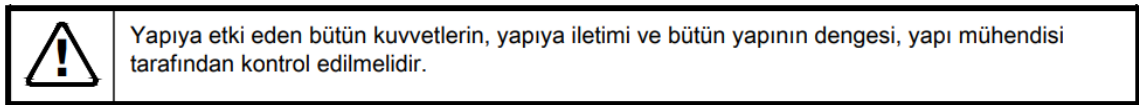
Şekil 6.2 Projelerde platform üzerinde izin verilen canlı yük değeri gösterimi [2]

- Korkuluklar ile çalışma platformlarının, çalışma yapılan her kısımda iş güvenliği yönetmeliğine uygun teşkil edilmiş olarak bulunması şarttır.

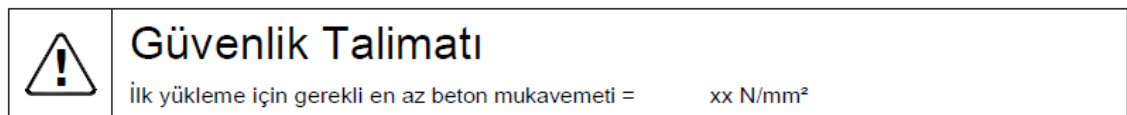
- Tırmanır kalıp sistemlerinin yapıya olan bağlantıları, yapı içinde gömülü olan ankraj elemanları yardımıyla sağlanmaktadır. Tırmanır sistemlerden, yapıya aktarılabacak olan ankraj yükleri, tasarımcı tarafından belirlenmeli, ankrajın fiziksel özellikleri ve beton içindeki konum bilgisiyle birlikte yükleniciye iletilmelidir (Şekil 6.3). Yüklenici bu ankraj yüklerinin, içinde gömülü olduğu betona olan etkilerini kontrol etmeli, ayrıca bu yüklerin, tüm betonarme yapının stabilitesine olan etkisini kontrol etmelidir (Şekil 6.4). Ankraj yükleri altındaki betonun taşıyıcılığı; ankrajın uzunluğuna, çapına, şekline, beton içindeki donatı yoğunluğuna ve betonun mevcut mukavemet durumuyla doğrudan ilişkilidir (Şekil 6.5).



Şekil 6.3 Yapıya aktarılan yüklerin şematik gösterimi [2]



Şekil 6.4 Yapıya aktarılan yüklerin kontrolü için örnek uyarı notu [2]



Şekil 6.5 İlk yükleme için uyarı notu [2]

- Vinçle tırmanır sistemlerde kalıp ve tırmanma elemanlarının, doğru olmayan kaldırma noktasından askıya alınarak yer değiştirilmesi; askıya alınan yanlış

noktalarda kopmalara sebebiyet verebilmektedir. Kalıp üzerindeki askı noktaları, genellikle, ek bir yük göz önüne alınmaksızın, kalıp ve kalıp üzerindeki yürüme platformlarının ağırlıklarına göre tasarlanırlar. Kalıpların; tırmanır sistemlerle birlikte kullanılıp, yer değiştirildiği durumlarda, farklı taşıma noktalarının gerekliliği söz konusu olmaktadır. Bu konuda, varsa, sistemlerin kullanıcı kılavuzları esastır.

- Kalıp-iskele uygulamalarında montaj ve kurulumların, eğitilmiş personel ile gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Bu durum, montajdan dolayı yaşanacak hataları büyük ölçüde engellemektedir.
- Ankraj çubuklarına kaynak yapılması; ankraj yapısında bozulmalara ve kapasite kaybına sebebiyet vermektedir. Dolayısıyla üzerinde her hangi bir ısıtıl işlemin yapılması son derece tehlikelidir.
- Otomatik tırmanır sistemlerde hidrolik elemanların görevli olmayan kişilerce veya yanlış kullanımı tehlikeli bir durumdur. Bu konudaki operasyonların; eğitim almış, ehil kişilerce yapılmasını yüklenici sağlamalıdır (Şekil 6.6).



Şekil 6.6 Hidrolik üniteyi kullanan personel [2]

6.4 Köprü Döşemesi Uygulamalarında Risk Faktörleri

- Yüksek iskele kurulumlarında, beton dökülmeden önceki durum son derece tehlikeli bir aşamadır. İskele kurulumlarında, fırtına durumlarına karşı gerekli önlemler alınmalıdır.

- Kalıp ve iskele tasarımının hangi kriterlere göre yapıldığını tasarımcı yükleniciye iletmelidir. Hesaba alınan kriterlerin yüklenici tarafından kontrol edilmesi gerekmektedir. Şeki 6.7’de hesaplama kriterlerine ilişkin örnek bir tablo bulunmaktadır.

Hesaplama kriteri	
Tasarımımız, aşağıda belirtilen yük kabullerine göre yapılmıştır (karakteristik yükler):	
- Kalıbın/iskelenin ağırlığı hesaba eklenmiştir.	
- Hareketli yük =	_ kN/m ²
- Beton ağırlığı =	_ kN/m ³
- Maksimum beton basıncı Pmax =	_ kN/m ²
- Çalışma ile ilgili (pompa,vibrasyon vs.)	
yatay fiktif yük Dikey yükün 1% 'i nispetinde	
- Rüzgar çalışma hızı =	64 km/h
- En fazla rüzgar hızı =	_ km/h
Kalıp ve İskele tasarımı Avrupa normlarına göre yapılmıştır.	

Şekil 6.7 Hesaplama kriterleri şematik gösterimi [2]

- Kademeli dökümlere göre tasarlanan ağır yük iskelelerinin; beton dökümü yapılan kademe sonrası oluşan iskele üzerindeki gerilmelerin, bir sonraki dökümü yapılacak kademe öncesinde, iskele kafalarının gevşetilip tekrar sıkılması suretiyle sönümlendirilmesi gerekmektedir. Aksi durumda, kademeler sonrası oluşan gerilmeler üst üste gelecek, taşıyıcı sistemin aşırı yüklenmesine sebebiyet verecektir. Ayrıca bu tür dökümlerde, dökülen kademelerin, taşıyıcı sistem üzerindeki gerilmelerin sönümlendirilmesi öncesinde, yapının stabilitesi bakımından, kendisini taşıyor özellikte olduğundan emin olunmalıdır.
- Korkuluklar ile çalışma platformlarının, çalışma yapılan her kısımda, iş güvenliği yönetmeliğine uygun teşkil edilmiş olarak bulunması şarttır.
- Yapıya aktarılan ankraj yüklerinin yapı mühendisi tarafından kontrol edilmesi; iskele yapısının, orta ve kenar ayaklar ile olan bağlantıları için gereklidir.
- İskelenin üzerinde kurulu olduğu zemin veya zemin dolgusunun, iskele ayak yüklerine göre statik kontrolünün yapılması gerekmektedir. Özellikle köprülerin inşa edildikleri coğrafyalarda, çokça tabii zeminle karşılaşilmektedir. Zeminlerin, üzerinde kurulacak iskeleye göre hazırlanıp, iskele ayaklarından zemine aktarılan yüklere karşı yeterliliği yüklenici tarafından onaylanmış olmalıdır.

- Kalıp-iskele kalıplarında montaj ve kurulumların, eğitilmiş personel ile gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Bu durum, montajdan dolayı yaşanacak hataları büyük ölçüde engellemektedir.
- “Free-standing” iskele kurulumlarında, üst yapının (kalıbın) tutulu olmadığı doğrultuda oluşacak yatay yüke karşı, üst yapı ve iskelenin sabitlenmesi gerekmektedir. “Free-standing” olarak tabir edilen durum; iskele ve iskele üstü kalıpların her iki doğrultunun en az birinde, sistemin hareket etkisinde tutulu olmamasıdır. İskelelerde; maruz kaldıkları dikey yükün yaklaşık %2 oranında, dolaylı yatay yüklere de maruz kalırlar. İskele yapısını, beton dökümünde stabilitesinin sağlanması amacıyla, her iki doğrultuda hareketin engelleneceği şekilde sabitlenmesi önerilmektedir.
- Soğuk derz belirtilen kısımlarda, mevcut betonun aktifleşmesine izin vermeyecek şekilde söküm yapılması; (priz almış betonun taşıyıcılık kazanması gereken durumlarda) ani sehim hareketlerinin yaşanmasına, hatta yapının göçmesine dahi sebebiyet verebilmektedir.

BÖLÜM A	Risk faktörü	Riskli değil (1)	Az Riskli (2)	Ne Az Riskli - Ne Riskli (3)	Riskli (4)	Çok Riskli (5)
KOLON VE PERDE	1. Beton dökümü sırasında kalıbın izin verdiği taze beton basınç değerinin aşılması	☐	☐	☐	☐	☐
	2. Kalıpların devrilmeye karşı uygun şekilde istiflenmemesi	☐	☐	☐	☐	☐
	3. Taşıma aparatlarının kalıp elemanlarına uygun şekilde sabitlenmemesi	☐	☐	☐	☐	☐
	4. Korkuluklar ile çalışma platformlarının, iş güvenliği yönetmeliğine uygun şekilde teşkil edilmemesi	☐	☐	☐	☐	☐
	5. Yapı kenar kısımlarındaki kalıp elemanlarının, aşağıya düşmesini engelleyici önlemlerin alınmaması	☐	☐	☐	☐	☐
	6. Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmemiş personel ile gerçekleştirilmesi	☐	☐	☐	☐	☐

BÖLÜM B	Risk faktörü	Riskli değil (1)	Az Riskli (2)	Ne Az Riskli - Ne Riskli (3)	Riskli (4)	Çok Riskli (5)
BİNA DÖŞEMESİ	1. Beton dökümü sırasında kalıp altında çalışma yapılması	☐	☐	☐	☐	☐
	2. Masa olarak teşkil edilen iskelelerin taşınması sırasında, iskele ayaklarının kriko maşası ile iskeleye uygun şekilde sabitlenmemesi	☐	☐	☐	☐	☐
	3. Korkuluklar ile çalışma platformlarının, çalışma yapılan kısımlarda bulunmaması ya da iş güvenliği yönetmeliğine uygun olarak teşkil edilmemesi	☐	☐	☐	☐	☐
	4. Üzerinde beton dökümü yapılan döşeme iskelesinin, üstünde kurulu olduğu alt döşemenin, iskele ayak yüklerine göre statik kontrolünün yapılmaması	☐	☐	☐	☐	☐
	5. İskele ve diğer geçici taşıyıcı elemanların, beton gerekli dayanımını almadan sökümü	☐	☐	☐	☐	☐
	6. Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmemiş personel ile gerçekleştirilmesi	☐	☐	☐	☐	☐

BÖLÜM C	Risk faktörü	Riskli değil (1)	Az Riskli (2)	Ne Az Riskli - Ne Riskli (3)	Riskli (4)	Çok Riskli (5)
TIRMANIR SİSTEMLER	1. Projede belirtilenden farklı tipte ankraj kullanılması	☐	☐	☐	☐	☐
	2. Ankrajın beton içine uygunsuz yerleştirilmesi (eğik, yanlış konumda vb.)	☐	☐	☐	☐	☐
	3. Tırmanma operasyonlarının gözlemleyici kişiler olmadan yapılması	☐	☐	☐	☐	☐
	4. Platformlar üzerinde izin verilen canlı yük değerinin aşılması	☐	☐	☐	☐	☐
	5. Korkuluklar ile çalışma platformlarının, çalışma yapılan kısımlarda bulunmaması ya da iş güvenliği yönetmeliğine uygun olarak teşkil edilmemesi	☐	☐	☐	☐	☐
	6. Yapıya aktarılan ankraj yüklerinin yapı mühendisi tarafından kontrol edilmemesi	☐	☐	☐	☐	☐
	7. Vinçle tırmanır sistemlerde kalıp ve tırmanma elemanlarının, doğru olmayan kaldırma noktasından askıya alınarak yer değiştirilmesi	☐	☐	☐	☐	☐
	8. Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmemiş personel ile gerçekleştirilmesi	☐	☐	☐	☐	☐
	9. Ankraj çubuklarına kaynak yapılması	☐	☐	☐	☐	☐
	10. Otomatik tırmanır sistemlerde hidrolik elemanların görevli olmayan kişilerce veya yanlış kullanımı	☐	☐	☐	☐	☐

BÖLÜM D	Risk faktörü	Riskli değil (1)	Az Riskli (2)	Ne Az Riskli - Ne Riskli (3)	Riskli (4)	Çok Riskli (5)
KÖRÜ VE VİYADÜKLER	1. İskele kurulumlarında, fırtına durumlarına karşı gerekli önlemlerin alınmaması	☐	☐	☐	☐	☐
	2. Kademeli dökümlere göre tasarlanan ağır yük taşıyıcı iskelelerin; beton dökümü yapılan kademe sonrası oluşan iskele üzerindeki gerilmelerin, gelecek döküm öncesinde iskele kafalarının gevşetilip tekrar sıkılması suretiyle söndürülmemesi	☐	☐	☐	☐	☐
	3. Korkuluklar ile çalışma platformlarının, iş güvenliği yönetmeliğine uygun olarak teşkil edilmemesi	☐	☐	☐	☐	☐
	4. Yapıya aktarılan ankraj yüklerinin yapı mühendisi tarafından kontrol edilmemesi	☐	☐	☐	☐	☐
	5. İskelenin üzerinde kurulu olduğu zemin veya zemin dolgusunun, iskele ayak yüklerine göre statik kontrolünün yapılmaması	☐	☐	☐	☐	☐
	6. Kalıp-iskele montaj ve kurulumlarının eğitilmemiş personel ile gerçekleştirilmesi	☐	☐	☐	☐	☐
	7. "Free-standing" iskele kurulumlarında, üst yapının (kalıbın) tutulu olmadığı doğrultuda oluşacak yatay yüke karşı, üst yapı ve iskelenin sabitlenmemesi	☐	☐	☐	☐	☐
	8. Soğuk derz belirtilen kısımlarda, mevcut betonun aktifleşmesine izin vermeyecek şekilde söküm yapılması (priz almış betonun taşıyıcılık kazanması gereken durumlarda)	☐	☐	☐	☐	☐

- [1] Professor Kamran M. Nematı, “Temporary Structures”, *Lecture Notes*, University of Washington, 2007.
- [2] Doka Gmbh
- [3] K. Tüfekçi, “İskele ve Kalıp Sektöründe Yerli ve Milli Üretim”, İskele Kalıp Sanayicileri Derneği, Türkiye, 2017.
- [4] *Kalıp iskeleleri - Performans gerekleri ve genel tasarım*, TS EN 12812, 2015.
- [5] BIMSOFT Yazılım Teknolojileri A.Ş. (2019,06,21). *BIM Nedir? BIM'in Avantajları Nelerdir?* [Online]. Erişim:<https://bimsoft.com.tr/bim-nedir/>
- [6] B.Alpaslan, “Betonarme Elemanlarda Endüstriyel Kalıp Teknolojisi ve Projelendirme Esasları,” Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2009.
- [7] Mustafa Selmanpakoğlu. Kayar Kalıp Uygulamaları. (2011, Mayıs). *Kayar Kalıp Uygulamaları*. [Online]. Erişim: http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/7eb72461ca5896c_ek.pdf?dergi=132
- [8] Ö. E. Bamyacı, “Yüksek Katlı Betonarme Binalarda Kullanılan Tünel Kalıp, Geleneksel Kalıp ve Konvansiyonel Kalıp Sistemlerinin Karşılaştırılması,” Uzmanlık tezi, İller Bankası Ananım Şirketi, Türkiye, 2017.
- [9] M. Uzun, S. Yaman, “İnşaatlarda Kullanılan Güvenlik Korkuluklarının Mevzuat ve TS Normlarına Göre İncelenmesi,” *İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu*, İzmir, Türkiye, 2015, ss. 187-196.
- [10] *Geçici kenar koruma sistemleri - Mamul özellikleri, deney metotları*, TS EN13374, 2013.
- [11] 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 2012. Erişim: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm>
- [12] *Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği*, 2013.
- [13] ILO. “Safety and Health at Work”, (E.T .20.06.2019).<https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang-en/index.htm>
- [14] SGK istatistik yıllıkları: 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017. <http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik> (E.T. 25.04.2019).
- [15] EUROSTAT. “Accidents at work statistics”, (E.T .20.06.2019). https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents_at_work_statistics#Analysis_by_activity

- [16] Grcanlı E. G., “İnşaat Sektöründe Gerçekleşen lm ve Yaralanmaların Analizi”, Türk Tabipler Birliği , *Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 20-29. 2013.
- [17] D. Akkaya, “Kamu Kurumları Aracılığıyla Kent Merkezlerinde Yapılan Kentsel Dönüşüm Uygulamalarında Hak Sahipliği Dağılımı İçin Bir Model nerisi,” Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2018.
- [18] şahin, A. E., (2001). “Eğitim Araştırmalarında Delphi Tekniği ve Kullanımı”, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20:215-220.
- [19] Zeliff, N. D. ve Heldenbrand, S. S., (1993). “What Has Being Done in the International Business Curriculum?”, *Business Education Forum*, 48 (I), 23-25.
- [20] Kılıç S., (2006). “Cronbach’ın Alfa Güvenirlik Katsayısı”, *Journal of Mood Disorders Volume: 6, Number: 1*, 47,48



İletişim Bilgisi: sercantigli@gmail.com

Kongre Bildirileri

1. S. Tıǒlı, Ő. Atabay, “Betonarme Yapıların İnşaatında Kullanılan Endüstriyel Kalıp – İskele Uygulamalarında Risk Faktörlerinin Belirlenmesi”, *4.Uluslararası Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Kongresi*, İstanbul, Türkiye, 2019 ss. 684-692

