



T.C.

**ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**ÇELİK KONSTRÜKSİYON STADYUM ÇATILARINDA
RİSKLERİN BELİRLENMESİ VE BETONARME
YAPILAR İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

Hakkı Onur GÜLCE

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

ANKARA-2016

T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

ÇELİK KONSTRÜKSİYON STADYUM ÇATILARINDA
RİSKLERİN BELİRLENMESİ VE BETONARME
YAPILAR İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Hakkı Onur GÜLCE

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

Tez Danışmanı
Zafer ALTIPARMAK

ANKARA-2016

T.C.
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

O N A Y

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı **Hakkı Onur GÜLCE**'nin, **Zafer ALTIPARMAK** danışmanlığında başlığı **Çelik Konstrüksiyon Stadyum Çatılarında Risklerin Belirlenmesi Ve Betonarme Yapılar İle Karşılaştırılması** olarak teslim edilen bu tezin savunma sınavı 04/10/2016 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Dr. Serhat AYRIM
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
Müsteşar Yardımcısı
JÜRİ BAŞKANI

Tarkan ALPAY
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürü
ÜYE

İsmail GERİM
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd.
ÜYE

Doç. Dr. Pınar BIÇAKÇIOĞLU
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd. V.
ÜYE

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Efe ÖZBEK
Öğretim Görevlisi
ÜYE

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Tarkan ALPAY

İSGGM Genel Müdürü V.

TEŞEKKÜR

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcılığım boyunca kıymetli bilgi, deneyim ve desteklerini esirgemeyen Sayın Müsteşarım Dr. Serhat Ayrım başta olmak üzere Genel Müdürüm Sayın Tarkan ALPAY'a, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Sayın İsmail GERİM'e, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Sayın Sedat YENİDÜNYA'ya, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcısı Sayın Doç. Dr. Pınar BIÇAKÇIOĞLU'na ve Yetkilendirme Daire Başkanı Sayın Furkan YILDIZ'a teşekkürlerimi sunarım. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı ve aynı zamanda tez danışmanım olan Sayın Zafer Altıparmak'a teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışması boyunca göstermiş oldukları sabır ve değerli katkılarından dolayı aileme ve tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım. Özellikle İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı Sayın Ahmet CANKURTARAN'a ve İş Sağlığı ve Güvenliği Uzm. Yrd. Sayın A. Buğra DAĞLI'ya teşekkürü borç bilirim. Son olarak, yapmış olduğum teknik ziyaretler sırasında göstermiş oldukları misafirperverliklerinden dolayı tüm işletme yöneticileri ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Hakkı Onur GÜLCE

Çelik Konstrüksiyon Stadyum Çatılarında Risklerinin Belirlenmesi Ve Betonarme Yapılar İle Karşılaştırılması

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi

Ankara, 2016

Günümüzde iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesinde, kuralcı yaklaşım modeli yerini önleyici yaklaşım modeline bırakmıştır. Bu yaklaşımın uygulanmasında en etkili araç ise, çalışma ortamındaki risklerin belirlenmesi ve analizlerinin yapılmasını sağlayan risk değerlendirmesidir. Bu çalışmada, çelik konstrüksiyon olarak inşa edilen bir yapıda Fine-Kinney metodu ile risk değerlendirmesi yapılmıştır. Fine-Kinney metodundaki özgün katsayılar yerine, interpolasyon yöntemi ile belirlenen katsayılar kullanılarak risk değerlendirmesi yeniden hesaplanmıştır. Böylelikle kullanılan katsayıların, sektöre ve kullanım alanına göre uyarlanması amaçlanmıştır. Tablo değerleri belirlenirken, olasılık ve frekans katsayıları için referans aralıkları alınmış farklı bir yaklaşımla değiştirilmiştir. Daha sonra klasik fine-kinney metodu ile hesaplanan risk değerlendirmesi, yeni yaklaşım ile hesaplanan risk değerlendirmeleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca bu karşılaştırmalar, çelik konstrüksiyon yapılarda karşılaşılan beş ana kaza nedenine göre gruplandırılarak incelenmiştir. Yükselen katsayıların çarpımı sonucu, risk seviyeleri artan etmenlerin farkındalığı artırılmıştır. Bu çalışmada, toplam 8 ana başlıkta 178 risk etmeni tespit edilmiş; risk seviyesi olarak en yüksek yüzdelik dilimde yer alan ve beş ana kaza nedeninden biri olan “yüksekten düşme” için çözüm önerileri getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fine-Kinney, interpolasyon, çelik konstrüksiyon, risk değerlendirmesi, betonarme

ABSTRACT

Hakkı Onur GÜLCE

Identification of Occupational Health and Safety Risks on Steel Roof Erection of Stadium and Comparison with Reinforced Concrete Constructions

Ministry of the Labor and Social Security, Directorate General of Occupational Health and Safety

Thesis for Occupational Health and Safety Expertise

Ankara, 2016

Today, rule-based approach model to prevent occurrence of occupational accidents and diseases is replaced by preventive approach model. Most effective tool for implementation of this approach is risk assessment which allows specifying and analyzing risks at work environment. In this study, Fine-Kinney method was implemented as risk assessment at steel erection. New coefficients calculated by interpolation method was used instead of using genuine coefficients of Fine-Kinney method. Thus, adaptation of coefficients' to construction sector and area of usage is aimed. Reference points was defined for probability and exposure coefficients, then these mid-point coefficients was changed with a new approach subjected to the reference points to determine the table of data. After that the risk assessment calculated by classical fine-kinney method was compared to the risk assessment calculated by the new approach. Furthermore this comparison was analysed according to main five main causes of accidents at steel constructions. The result of multiplying upgraded coefficients is raised awareness for risk scores which is risen. In this study, 178 risk factor is detected at 8 main field. Solution is offered for “falling from heights” which has the most risk factors and one of the five main causes mentioned before.

Keywords: Fine-Kinney, interpolation, steel erection, risk assessment, reinforced concrete

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
RESİMLEMELER LİSTESİ	vii
GRAFİKLER	vii
RESİMLER	ix
ŞEKİLLER	x
TABLOLAR	xi
SİMGE VE KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. ÇELİK	5
2.1.1. Çeliğin Tanımı	5
2.1.2. Çeliğin Maddesel Özellikleri	7
2.1.3. Çelik Sınıfları	8
2.1.4. Paslanmaz Çelikler	8
2.1.5. Çeliğin Geri Dönüşüm Özelliği	8
2.2. TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA ÇELİK ÜRETİMİ	9
2.3. ÇELİK KONSTRÜKSİYON YAPILAR	11
2.3.1. Çelik Konstrüksiyon Kullanım Alanları	12
2.3.2. Çelik Konstrüksiyonun Betonarme Yapılara Göre Avantajları	12
2.3.3. Futbol Stadyumları	14
2.4. ÇELİK KONSTRÜKSİYON YAPI İNŞAATINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ MEVZUAT	15
2.4.1. İnşaatlarda Kullanılan Mevzuat	15

2.4.2. İnşaatlarda Kullanılan Standartlar	16
2.4.3. FIFA ve UEFA Mevzuatı	16
2.5. RİSK DEĞERLENDİRMESİ	18
2.5.1. Kullanılan Risk Değerlendirmesi Metodu.....	22
2.5.2. İnterpolasyon	22
2.5.3. Ekstrapolasyon	24
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	25
3.1. Stadın Genel Yapısı, Konumu ve Kullanılan Malzemeler	26
3.1.1. Çatı Örtüsü Özellikleri	28
3.1.2. Çelik Konstrüksiyon Çatı Yapım Süreci	29
3.1.3. Kullanılan Halatlar ve Bağlantı Elemanları	29
3.1.4. Stat İnşaatında Karşılaşılan Genel Zorluklar	32
3.2. RİSK DEĞERLENDİRME ÇALIŞMASI	35
3.2.1. Önceliklerin Belirlenmesi ve Zaman Planlaması	35
3.3. FINE-KINNEY METODU İLE RİSK DEĞERLENDİRMESİ.....	36
3.3.1. Fine-Kinney Metodunda Temel Kavramlar	36
3.3.2. Risk Değerlendirmesinden Seçilmiş Örnek	39
3.4. FINE-KINNEY METODUNDA YENİ BİR YAKLAŞIM	41
3.4.1. Yeni Yaklaşımın Amacı	41
3.4.2. Yeni Frekans ve Olasılık Tabloları	41
4. BULGULAR	43
4.1. RİSK DEĞERLENDİRMELERİNİN RİSK DEĞERLERİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ	43
4.1.1. Klasik Fine-Kinney Risk Değerleri.....	44
4.1.2. Doğrusal İnterpolasyon Risk Değerleri.....	45
4.1.3. Doğrusal-Olmayan İnterpolasyon Risk Değerleri.....	47
4.1.4. Karşılaştırmaya Genel Bakış.....	48
4.2. RİSK DEĞERLENDİRME RİSK SKORLARININ KAZA NEDENLERİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ.....	50
4.2.1. Kaza Nedenleri Yönünden Klasik Fine-Kinney Değerleri	52
4.2.2. Kaza Nedenleri Yönünden Doğrusal İnterpolasyon Değerleri	55

4.2.3. Kaza Nedenleri Yönünden Doğrusal-Olmayan İnterpolasyon Değerleri	59
4.3. YÜKSEKTEN DÜŞME İLE SONUÇLANAN DOLAYLI FAKTÖRLER	63
4.4. KATSAYILARIN FARKLILIKLARININ ETKİSİ	64
4.4.1. Katsayı Farklılıklarından Kaynaklı Risk Seviyesi Değişen Risk Etmenleri	64
4.4.2. Doğrusal İnterpolasyon ile Alt Seviyelere Düşürülemeyen Risk Etmenleri.....	67
4.5. ÇELİK KONSTRÜKSİYON VE BETONARMENİN KARŞILAŞTIRILMASI	68
5. TARTIŞMA.....	71
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	81
EKLER	83

RESİMLEMELER LİSTESİ

GRAFİKLER

Grafik	Sayfa
Grafik 2.1. Dünyada ham çelik üretim grafiği.....	11
Grafik 2.2. Dünyadaki en uzun 10 çelik bina	12
Grafik 4.1. Klasik Fine-Kinney değerleri ile risk analizi	44
Grafik 4.2. Klasik Fine-Kinney değerleri ile risk değerlendirmesi	45
Grafik 4.3. Doğrusal İnterpolasyon değerleri ile risk analizi	46
Grafik 4.4. Doğrusal İnterpolasyon değerleri ile risk değerlendirmesi	46
Grafik 4.5. Doğrusal-Olmayan İnterpolasyon değerleri ile risk analizi	47
Grafik 4.6. Doğrusal-Olmayan İnterpolasyon değerleri ile risk değerlendirmesi	48
Grafik 4.7. Klasik Fine-Kinney ve interpolasyonlu değerlerin risk analizi karşılaştırması	49
Grafik 4.8. Klasik Fine-Kinney ve interpolasyonlu değerlerin risk değerlendirmesi karşılaştırması.....	50
Grafik 4.9. Ana kaza nedenlerine göre risk sayıları	51
Grafik 4.10. Ana kaza nedenlerine göre risk sayılarının yüzdesel gösterimi	52
Grafik 4.11. Klasik Fine-Kinney değerlerinin olası risk faktörlerine göre dağılımı	53
Grafik 4.12. Klasik Fine-Kinney değerlerinin önemli risk faktörlerine göre dağılımı.....	53
Grafik 4.13. Vinçlerde ve hareketli makinalarda risk değerlerinin dağılımı.....	54
Grafik 4.14. Malzeme düşmesi ve tehlikeli gazlar-nefessiz kalma risk değerlerinin dağılımı	54
Grafik 4.15. Yüksekten düşme ve diğer kaza nedenlerinde risk değerlerinin dağılımı.....	55
Grafik 4.16. Doğrusal interpolasyon değerlerinin olası risk faktörlerine göre dağılımı	56
Grafik 4.17. Doğrusal interpolasyon değerlerinin önemli risk faktörlerine göre dağılımı.....	56
Grafik 4.18. Doğrusal interpolasyon değerlerinin yüksek risk faktörlerine göre dağılımı.....	57
Grafik 4.19. Vinçlerde ve hareketli makinalarda risk değerlerinin dağılımı.....	57
Grafik 4.20. Malzeme düşmesi ve tehlikeli gazlar-nefessiz kalma risk değerlerinin dağılımı	58
Grafik 4.21. Yüksekten düşme ve diğer kaza nedenlerinde risk değerlerinin dağılımı.....	58
Grafik 4.22. Doğrusal-olmayan interpolasyon değerlerinin önemli risk faktörlerine göre dağılımı.....	60
Grafik 4.23. Doğrusal-olmayan interpolasyon değerlerinin yüksek risk faktörlerine göre dağılımı.....	60

Grafik 4.24. Doğrusal-olmayan interpolasyon değerlerinin yüksek risk faktörlerine göre dağılımı.....	61
Grafik 4.25. Vinçlerde ve hareketli makinalarda risk değerlerinin dağılımı.....	61
Grafik 4.26. Malzeme düşmesi ve tehlikeli gazlar-nefessiz kalma risk değerlerinin dağılımı	62
Grafik 4.27. Yüksekten düşme ve diğer kaza nedenlerinde risk değerlerinin dağılımı.....	62
Grafik 4.28. Yüksekten düşmeye sebep olan dolaylı faktörler	64
Grafik 4.29. Doğrusal interpolasyon değerleri kullanımında seviyesi değişen risk etmenlerinin yüzdesel gösterimi	66
Grafik 4.30. Doğrusal-olmayan interpolasyon değerleri kullanımında seviyesi değişen risk etmenlerinin yüzdesel gösterimi.....	66
Grafik 4.31. Önemli risk derecesinin kaza nedenlerine göre dağılımı	67

RESİMLER

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Çeliğin bileşenleri.....	6
Resim 2.2. Çeliğin geri dönüşümü	9
Resim 3.1. Tam kapalı sarmal halat perspektif görünümü	29
Resim 3.2. Tam kapalı sarmal halat kesit görünümü	30
Resim 3.3. Tam kapalı sarmal halat	30
Resim 3.4. Açık uçlu bağlantı elemanı.....	31
Resim 3.5. Çelik halatların hidrolik bağlantı bölümleri	31
Resim 3.6. Çelik halatların çelik konstrüksiyon bağlantı bölümleri	32
Resim 3.7. Stadyumun bulunduğu bölgedeki trafik durumunu gösteren harita	33
Resim 3.8. Stadyumun kuşbakışı görünümü	34

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Çelik konstrüksiyon yapı avantajları.....	13
Şekil 3.1. Tez Akış Şeması.....	26
Şekil 3.2. İSG Risklerinin Değerlendirilmesi Akış Şeması.....	36

TABLULAR

Tablo	Sayfa
Tablo 2.1. Yaygın olarak kullanılan risk değerlendirmesi metotlarının karşılaştırılması	20
Tablo 2.2. İnterpolasyon örneği için değer tablosu	23
Tablo 3.1. Fine-Kinney şiddet tablosu	37
Tablo 3.2. Fine-Kinney frekans tablosu	38
Tablo 3.3. Fine-Kinney şiddet tablosu	38
Tablo 3.4. Fine-Kinney risk değerlendirme sonucu tablosu.....	39
Tablo 3.5. Fine-Kinney frekans değerleri karşılaştırma tablosu	42
Tablo 3.6. Fine-Kinney olasılık değerleri karşılaştırma tablosu	42
Tablo 4.1. Saha bölümlerine göre risk sayıları.....	43
Tablo 4.2. Klasik Fine-Kinney risk skorlarının kaza nedenlerine göre dağılımı	52
Tablo 4.3. Doğrusal interpolasyon risk skorlarının kaza nedenlerine göre dağılımı.....	55
Tablo 4.4. Doğrusal-olmayan interpolasyon risk skorlarının kaza nedenlerine göre dağılımı.	59
Tablo 4.5. Yeni yaklaşım ile değişen değerlerin sayısal gösterimi	64
Tablo 4.6. Yeni yaklaşım ile değişen değerlerin yüzdesel gösterimi	65
Tablo 4.7. Çelik Konstrüksiyon ve Betonarmenin Risk Değerlendirmesi Değerlerinin Karşılaştırılması.....	69
Tablo 4.8. Yeni yaklaşım hesaplarıyla önemli risk seviyesinden olası risk seviyesine alt seviyelere düşürülemeyen tehlikeler ve tehlikeli olaylar	85

SİMGE VE KISALTMALAR

CEN	European Committee Standardization (Avrupa Standartlar Komitesi)
Fe ₂ O ₃	Demiroksit
FeS ₂	Pirit
FIFA	Fédération Internationale de Football Association (Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği)
FLC	Full Locked Coil Ropes (Tam Kapalı Sarmal Halat)
HAZOP	Hazard Operability Study (Tehlike İşletilebilirlik Çalışması)
ILO	International Labour Organisation (Uluslararası Çalışma Örgütü)
IRATA	Industrial Rope Access Trade Association (Endüstriyel İple Erişim Ticaret Birliği)
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilâtı)
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
MKEK	Makine Kimya Endüstri Kurumu
Ni	Nikel
SPRAT	Society of Professional Rope Access Technicians (Profesyonel İple Erişim Teknisyenleri Derneği)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UEFA	Union of European Football Associations (Avrupa Futbol Federasyonları Birliği)

1. GİRİŞ

İnşaat sektörü, iş hayatımızda yer alan en önemli sektörlerden biridir. İnşaat sektörünün, kendine özgü koşulları olmasından dolayı meydana gelen iş kazalarının oranı diğer sektörlerle göre oldukça yüksektir. Sektörde, taşıyıcı elemanlarına göre en sık rastlanan yapı sınıfları betonarme, ahşap ve çelik konstrüksiyondur. Bu çalışmada; çelik konstrüksiyon yapı inşaatındaki süreçlerde iş kazası veya meslek hastalığına sebep olabilecek risklerin tespiti, değerlendirilmesi ve bu risklerin önlenmesine yönelik çözüm önerileri getirilmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte; sıklıkla kullanılan risk değerlendirmesi karar tablolarındaki değerlere alternatif olarak, farklı hesaplamalarla yeni değerler verilmiş ve bu katsayıların sektöre uygunluğunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde; çelik ve çelik konstrüksiyonun genel tanımı, Türkiye ve dünyadaki durumu, çelik konstrüksiyonun kullanım alanları ve diğer yapılardan farklılıkları anlatılmıştır. Ayrıca çelik konstrüksiyon yapı inşaatında iş sağlığı ve güvenliği açısından uygulanan mevzuat ve standartlara yer verilmiştir. Bu bilgilerin yanında; literatürdeki risk değerlendirmesi metotları, tez çalışması kapsamında uygulanan risk değerlendirmesi yaklaşımına ek olarak hesaplamada kullanılan temel interpolasyon metodunun kavramı hakkında ayrıntılı bilgilere yer verilmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, yapılan saha çalışmasında gidilen inşaat tanıtılmış, genel durumu hakkında bilgiler verilmiştir. Risk değerlendirmesinde kullanılacak olan Fine-Kinney risk metodunun tabloları anlatılmış, kavramların tanımları yapılmış ve risk etmenlerinin puanlanmasında nasıl bir yol izlendiği aktarılmıştır. Ayrıca yeni bir yaklaşım ile hesaplanan katsayıların karşılaştırmalı tabloları verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde; risk değerlendirmesinin sonuçları istatistiksel olarak verilmiştir. Risk değerlendirmesinin kaza nedenlerine göre sınıflandırılması yapılmış, farklı katsayılar ile hesaplanan risk seviyeleri karşılaştırma şeklinde verilmiştir. Ayrıca farklı bir yaklaşımla elde edilen sonuçların risk değerlendirmesindeki etkileri hesaplanmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde; bu tez çalışması ile benzer nitelikte olan literatürdeki farklı çalışmalar ile karşılaştırılmış ve bu çalışmaların ortak yönleri aktarılmıştır. Altıncı bölümde ise, bu tez çalışmasında uygulanan risk değerlendirmesi yaklaşımının sonuçları belirtilmiş, tespit edilen önemli risklere yönelik bazı çözüm önerileri getirilmiş, yeni yaklaşımın sektöre uygunluğu irdelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

İnşaat ve inşaat mühendisliği, insan varlığının başlangıcından beri hayatın bir unsuru olmuştur. İnşaat yapı ya da yapı çevresinin, altyapının projesinin oluşturulma, montaj işlemidir. Büyük ölçekli inşaatlar kapsamlı birçok görev içerir [1,2].

İnşaat mühendisliği biliminin ilk örneklerinin, M.Ö. 4000 ve M.Ö. 2000 yılları arasında Antik Mısır ve Mezopotamya (Eski Irak) bölgelerinde, insanların göçebe hayatı terk ederek, barınak yapımı ihtiyacı doğduğu sıralarda başlamış olduğu düşünülmektedir. Bu süre zarfında, tekerlek ve yelken gelişimiyle birlikte ulaşım, önemi gitgide artan bir ihtiyaç haline gelmiştir. Modern zamanlara kadar inşaat mühendisliği ve mimarlık arasında net bir ayrım yoktu. Dönemin inşaat mühendisleri ve mimarları genellikle aynı kişiye atıfta bulunularak birbirinin yerlerine kullanılmıştır. Mısır'daki piramitlerin yapımı (yaklaşık M.Ö. 2700-2500) büyük yapı inşaatlarının ilk örneklerindedir. Diğer antik inşaat mühendisliği yapıları; Antik Yunanistan'da yapılan Athena tapınağı Parthenon (M.Ö. 447-438), Roma mühendisleri tarafından yapılan Appian Yolu (M.Ö. 312), Çin İmparatoru Shih Huang Ti'nin emriyle General Meng Tien tarafından yapılan Çin Seddi (M.Ö. 220) ve Sri Lanka'nın Anuradhapura şehrinde bulunan Jetavanaramaya buda anıtı (3. yy) sayılabilir [1,3].

Türkiye'de inşaat mühendisliğinin başlangıcı İTÜ İnşaat Fakültesi'nin başlangıcı olarak sayılan ve 1727 yılında Damat İbrahim Paşa tarafından açılmış olan Humbarahane olarak kabul edilir [1]. Ancak bu girişim Yeniçerilerin karşı koyması nedeniyle yarım kalmıştır. 1773 yılında Gazi Hasan Paşa ile Baron de Tott'un teklifiyle III. Mustafa Mühendishane-i Bahr-i Hümayun'u açtırmış ve bu yolla donanmadaki gemi mühendislerinin bilgisizliğini gidermeye çalışmıştır. İlk adı Mühendishane olan bu üniversite Türk tarihinin ilk üniversitesidir. I. Abdülhamit devrinde büyümeye devam eden bu üniversite, III. Selim döneminde 1795'de adı Mühendishane-i Berrî-i Hümayûn (kara mühendisliği) olacak şekilde ikiye ayrılmış ve bir kanunnameye bağlanmıştır [3]. Her iki üniversite de 1808 yılına kadar eğitime devam etmiştir. Mühendishane-i Berrî-i Hümayûn'da 1797 yılında Yeni Metotlar adlı kitap ile inşaat mühendisliği hakkında bazı kitaplar basılmıştır. Fizik, kimya, trigonometri, topoğrafya, mukavemet, hidrolik, akarsu hidroliği, akışkanlar mekaniği, optik, botanik, jeoloji, mineraloji, sektant ve oktant gibi dersler ilk defa bu üniversitede okutulmuştur [4].

1883 yılında II. Abdülhamit tarafından Alman sistemine göre kurulan ve gelişimi orduya bırakılan Hendese-i Mülkiyeden mezun olmuş birçok Türk inşaat mühendisi ülkede birçok yol ve köprü yapımında çalışmıştır. Şam-Mekke arası 1200 km'lik Hicaz Demiryolu bu okuldan mezun olan Türk mühendisler tarafından 8 yılda tamamlanmıştır [4]. Türkiye'de ilk inşaat fakültesinin öğretime başladığı tarih olarak 1795 yılında kurulan Mühendishane-i Berrî-i Hümayûn'un kuruluş tarihini baz almak daha doğru olacaktır. Bugünkü anlamda sivil inşaat mühendisliğinin başlangıcı ise 1883'de kurulan Hendese-i Mülkiye ile başlar. Cumhuriyet'in kuruluşuna kadar bu okullardan 432 inşaat mühendisi mezun olmuştur [5].

İnşaat yapılarının tasarımında yapı mühendisleri görev alır. Yapı mühendisleri yapıların taşıyıcı sistemine ait hesaplamaları (tasarım ve dizayn) yaparlar. Bu hesaplamalara göre aks aralığı, kullanılacak malzemeye göre kolon, kiriş ölçü ve boyutları ile (betonarme ise) donatı yoğunluğu, (çelik yapı ise) profil tipi seçilir. Plan ve projeler, ölçeklere göre uygun uzunluk birimleri kullanılarak çizilir.

Sanılanın aksine yapı mühendisleri, mekânları tasarlamazlar (baraj, yol, arıtma tesisleri vb. hariç). Tasarım taşıyıcı sistemi direkt ilgilendirmiyorsa mimar tarafından yapılır. Taşıyıcı sistemi ilgilendiren tasarımlar mimar ve mühendis arasında yapılan fikir alışverişleri sonucunda tamamlanır. Endüstri devrimi öncesi mimarlık adı altında yapılan meslek, gelişen teknoloji ve hesaplamalarla mühendislik ve mimar olarak ayrılmıştır. Bir mimarın yapının taşıyıcı sistemi hakkında hiçbir sorumluluğu yoktur. Ancak yapıyı projelendiren mühendis tüm sorumlulukları üzerine almış kabul edilir [4,5].

Ülkemizde belediyeden bir projenin onay alabilmesi için lisanslı bir İnşaat Mühendisi tarafından yapıldığını belirten imzayı taşıması gerekir. 05/10/2013'te yürürlüğe giren "Yapı Denetimi Uygulama Usul ve Esasları Yönetmeliği" sayesinde her tür yapı inşası eskiye nazaran daha sıkı bir biçimde denetlenmekte, özellikle yapının imal aşamasında yapılan yanlışlıklar ve hatalar önlenmektedir [4,5].

2.1. ÇELİK

2.1.1. Çeliğin Tanımı

Çelik, demir elementi ile genellikle %0,2 ila %2,1 oranlarında değişen karbon miktarının bileşiminden meydana gelen bir alaşımdır. Çelik alaşımındaki karbon miktarları çeliğin sınıflandırılmasında etkin rol oynar. Karbon genel olarak demirin alaşımlayıcı maddesi olsa da demir elementini alaşımlamada magnezyum, krom, vanadyum ve volfram gibi farklı elementler de kullanılabilir. Temel olarak çeliğin içerisinde demir cevheri, kok kömürü (karbon), kireçtaşı ve uygun miktarda hurda bulunur. (Resim 2.1.) Karbon ve diğer elementler, demir cevherindeki kristal kafeslerden kayarak birbirini geçmesini engelleyerek sertleşme aracı rolü üstlenirler. Alaşımlayıcı elementlerin, çelik içerisindeki, değişen miktarları ve mevcut buldukları formlar (çözünen elementler, çökelti evresi) oluşan çelikte sertlik, esneklik ve gerilme noktası gibi özellikleri kontrol eder. Karbon miktarı yüksek olan çelikler demirden daha sert ve güçlü olmasına rağmen daha az esnekler [8].



Resim 2.1. Çeliğin bileşenleri [7]

Yüksek karbon içeren alaşımlar, düşük erime noktaları ve dökme kabiliyetleri nedeniyle dökme demir olarak bilinirler. Çelik ayrıca az miktarda karbon içeren fakat demir cüruflarını da kapsayan dövme demir olarak da ayırt edilir. İki ayırt edici faktör de çeliklerin pas önleyiciliklerini artırır ve daha iyi kaynaklanabilirlik sağlar [9].

Her ne kadar Rönesans'tan uzun süre önceleri çelik çeşitli etkisiz metotlarla üretilmişse de 17. yüzyılda icat edilen daha etkili üretim tekniklerinden sonra kullanımı yaygın bir hâl almıştır. 19. yüzyılın ortalarında Bessemer değiştirgecinin icadıyla çelik pahalı olmayan seri üretim materyali olmaya başlamıştır. İlerleme sürecinde ilave edilen temel oksijen ile çelik yapımı

gibi mükemmelleştirmeler üretimin maliyetini düşürürken metalin kalitesini arttırılmıştır. Günümüzde, her yıl 1 300 milyon ton üretimi ile çelik dünyada en çok kullanılan ortak malzemelerden birisidir. Binalarda, altyapı üretiminde, aletlerde, gemilerde, otomobillerde, makinelerde, aksesuarlarda ve silahlarda ana malzemedir. Modern çelik, çeşitli standart kuruluşları tarafından özelliklerine göre sınıflandırılır [8,9].

2.1.2. Çeliğin Maddesel Özellikleri

Demir, birçok metal gibi, yeryüzü kabuğunda oksijen veya sülfür gibi diğer elementlerle kombine olmuş halde, sadece cevher şeklinde bulunur. Standart demirin içerdiği mineraller arasında Fe_2O_3 demir oksit (esmer renkte olan doğal demir oksitlenmesinden ibaret bir maden filizi) ve FeS_2 pirit (budala altını) vardır. Demir, oksijenin uzaklaştırılması ve cevherin kimyasal açıdan tercih edilen eşi karbon ile birleştirilmesi ile cevherden çekilir. Bu süreç, ilk olarak kalay (yaklaşık olarak erime noktası $250\text{ }^{\circ}C$ ($482\text{ }^{\circ}F$)) ve bakır (yaklaşık olarak erime noktası $1\ 000\text{ }^{\circ}C$ ($1\ 830\text{ }^{\circ}F$)) gibi erime noktası düşük metallerde tatbiki yapılmakta ve madeni tasfiye etme işlemi olarak bilinmektedir. Karşılaştırma yapılırsa dökme demirin yaklaşık olarak $1\ 370\text{ }^{\circ}C$ ($2\ 500\text{ }^{\circ}F$) civarında eridiği görülür. Bütün bu sıcaklıklara Bronz Çağı'ndan bu yana uygulanan eski metotlarla ulaşmak mümkündür. Oksijen oranının kendi kendini hızlıca $800\text{ }^{\circ}C$ 'nin civarına yükseltmesinden beri, madenin tasfiyesi işleminin düşük oksijen ortamında yapılması önemlidir. Bakır ve kalaya benzemeyen sıvı demir karbonu kolayca çözer. Maden tasfiye işlemi, çelik adı verilen ve yüksek karbon içeren alaşımlı pik demir olarak sonuçlanır. Fazla gelen karbon ve diğer katkı maddeleri bir sonraki basamakta uzaklaştırılır [8,10,11].

Çeliklerin genel kullanımı ve kullanım alanları şu şekilde verilebilir:

- Çeliklerin kaynak işlemi gerçekleştirebilir. Bunun nedeni kimyasal bileşimine uygun olmasıdır.
- Çelikler ısı işlemlere duyarlıdır. Aynı zamanda ısı işlemler sonucu çelik; elektriksel özellik, mekanik ve fiziksel özellik, yüksek sıcaklığa dayanım gibi özellikler kazanırken istenilen sertliğe ulaşır.
- Çelikler belli bir ısıya ulaştığı takdirde, dövme, presleme, haddeleme yöntemleri ile istenilen şekle sokulabilmektedir.
- İçyapı ve kimyasal bileşime uygun olan çelikler, haddeleme ve presleme yöntemleri ile soğuk olarak da şekillendirilir.

- Çeliklerin büyük bir bölümü; emaye yapımına, boyanmaya, plastik maddeler ve metal ile kaplanmaya elverişlidir [8].

2.1.3. Çelik Sınıfları

Çeliklerin fiziksel ve mekanik özellikleri, içlerinde bulunan karbon yüzdesine göre değişir. Karbon yüzdelere göre çelikler üç grupta toplanır;

- 1) Düşük karbonlu çelikler: Bileşimlerinde en çok %0,2 oranında karbon içeren düşük karbonlu çelikler yumuşak, çekme mukavemetleri düşük, sertleştirilebilme yetenekleri çok az, kaynak olma özellikleri çok iyidir.
- 2) Orta karbonlu çelikler: Bileşimlerinde %0,2-%0,6 arasında karbon içeren orta karbonlu çeliklerin çekme mukavemetleri düşük olmasına rağmen yumuşak çeliklere göre yüksektir. Sertleştirilebilme yetenekleri ve kaynak olma özelliği orta derecededir.
- 3) Yüksek karbonlu çelikler: Bileşimlerinde %0,6-%2 arasında karbon içeren çeliklerdir. İçerdikleri karbon miktarına göre sertten çok serte doğru bir özellik gösterirler. Çekme mukavemetleri diğer çeliklere göre daha fazla olup, sertleştirilebilme yetenekleri çok iyidir. Ancak kaynak olma özellikleri çok zayıftır [10].

2.1.4. Paslanmaz Çelikler

Paslanmaz çelikler, günümüz çelik sektörünün üzerine yoğunlaştığı ve en çok kullanılan çelik türüdür. Çeşitli paslanmaz çelik, kalite ve standartları bulunmaktadır. Genel olarak paslanmaz çelikler %10-%25 arasında Cr (krom) içerirler. Krom, çeliğin yapısında çeliğin yüzeyine çıkarak kromoksit tabakası oluşturur ve demirin oksitlenmesini engeller. Bu krom oksit tabakası çok ince bir film olarak oluşup malzemenin mekanik özelliklerinde herhangi bir kötü etki yaratmaz. Ayrıca alaşım elementi olarak Ni (nikel) de kullanılır. Nikel paslanmaz özelliğini iyileştirir ve iyi bir korozyon direnci sağlar. Paslanmaz çelikler neredeyse tüm sanayi kollarında kullanılmaktadır [11].

2.1.5. Çeliğin Geri Dönüşüm Özelliği

Çeliğin geri dönüştürülebilir bir madde olması çevreyi koruma açısından büyük önem arz eder. Çeliğin geri dönüşümü hakkında bilgi görseli Resim 2.2’de verilmiştir [7].



Resim 2.2. Çeliğin geri dönüşümü [7]

2.2. TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA ÇELİK ÜRETİMİ

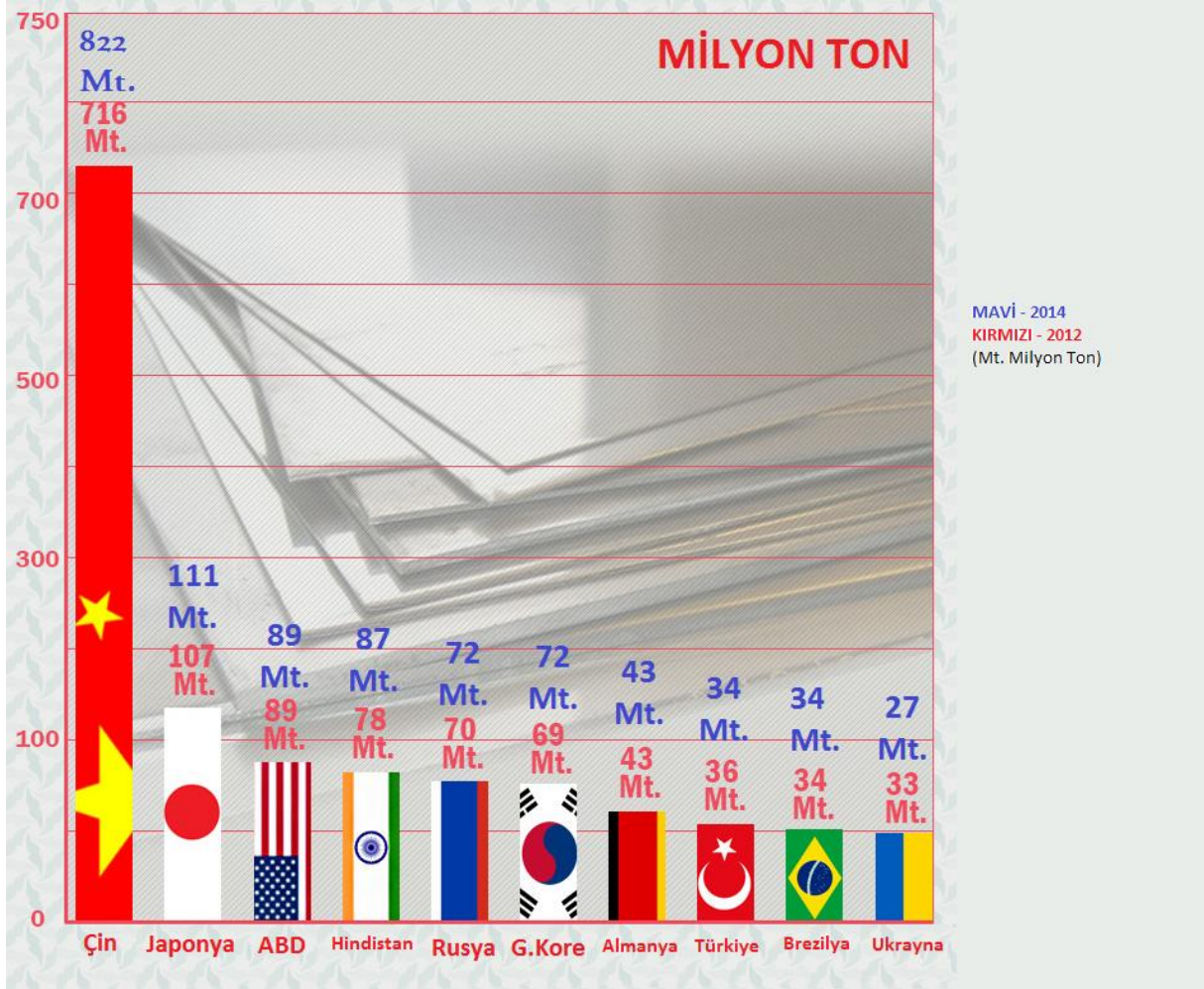
Ülkemizde ilk demir çelik sanayi kuruluş çalışmalarına 1925 yılında Kırıkkale'de Askeri Fabrikalar Müdürlüğü'ne bağlı olarak başlanılmıştır. Şu anda MKEK olarak bilinen ve savunma sanayinin çelik ihtiyacını karşılamak amacıyla kurulan 50 000 ton üretim kapasiteli bu fabrika, her türlü takım çelikleri, makine yapı çelikleri ve az miktarda inşaat demirleri üretmeye başlamıştır. Demir çelik sanayinin temel alt yapısı da bu dönemde oluşturulmuştur. Çelik sektörüne ilişkin ilk yatırımlar, 1. ve 2. sanayi plânları kapsamında, 1930'lu yıllarda gerçekleştirilmiş ve sektör uzun yıllar kamu kesiminin tekelinde, entegre tesis ağırlıklı olarak gelişmiştir. Birinci Dünya Savaşı ve Kurtuluş Savaşı sırasında ulusal demir çelik sanayine duyulan ihtiyaç, ülkemizde bu sanayinin kurulması lehinde bir sonuç doğmasına neden

olmuştur. Buna ek olarak, demir çelik ürünleri ithalatının genel ithalat değerleri arasında önemli bir yer tutması, bu sanayinin ülkemizde kurulup işletmeye açılmasını zorunlu kılmıştır [12].

Yurdumuzda demir çelik sanayinin yapısal temeli 17 Mart 1926 tarihinde kabul edilen “Demir Sanayinin Tesisine Dair 786 Sayılı Kanun” ile (29 Mart 1926 tarih ve 334 Sayılı Resmi Gazete) atılmıştır. Cumhuriyetimizi sanayileştirme atağının bir parçası olarak Sümerbank’a bağlı olarak, Karabük’te, 15 000 ton/yıl kapasiteyle Karabük Demir ve Çelik Fabrikaları (KARDEMİR) kurulmuştur. Karabük, maden kömürü havzasına yakın oluşu, demiryolu güzergâhına yakın olması nedeniyle seçilmiştir. KARDEMİR, ülkemizin ilk entegre tesisidir. Bu fabrika, enerji gereksinimini Zonguldak kömür havzasından, demir cevherini ise Divriği’den almaktadır. Tesis, 1955 yılında Türkiye Demir Çelik İşletmeleri’ne bağlanmıştır. Özel sektörde ise 1960 yılında ilk ark ocaklı tesis olan METAŞ 20 000 ton/yıl kapasite ile faaliyete geçmiştir [12].

Ülkenin gelişen ekonomik koşulları ve üretimin talebi karşılayamaması nedeni ile 1965 yılında ülkemizin ikinci demir çelik fabrikası olan Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları (ERDEMİR) yassı ürün üretmek üzere 470 000 ton/yıl kapasite ile ulaşım kolaylığı ve kömür havzasına yakınlığı gibi avantajlar da göz önüne alınarak Ereğli’de kurulmuştur. 1975 yılında da Türkiye’nin üçüncü entegre tesisi İskenderun Demir ve Çelik Fabrikaları (İSDEMİR), uzun mamul üretimi yapmak üzere Türkiye’nin güneyinde İskenderun Körfezi’nde kurulmuştur. 1980’lerde Türk ekonomisindeki liberalizasyon hareketleri, Türk demir çelik sektörü için bir dönüm noktası olmuştur. 1980’li yıllar boyunca sektör, büyük bir gelişme göstermiştir. Ham çelik üretim kapasitesi 6 milyon tonu geçerek, özel sektörün öncülük ettiği ve demir çelik ürünlerinin elektrikli ark ocaklarında üretilmesi dönemi hız kazanmıştır. Yeni ark ocaklı tesisler üretime geçmiştir. Sonuç olarak ham çelik üretimimiz, 1980’li yıllardan itibaren sürekli artış göstermiştir. Türkiye’de demir çelik sektörü 1990’lı yıllardan itibaren hem kapasite hem de kalite anlamında büyük ilerlemeler kaydetmiştir. 1999 yılında Türkiye, 4,97 milyon tonu entegre tesislerden, 9,17 milyon tonu ise ark ocaklı tesislerden olmak üzere 14,1 milyon ton sıvı ham çelik üretimi gerçekleştirmiştir. 1995 yılında Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu (AKÇT) ile imzalanan anlaşma gereği gümrük vergilerinin kaldırılması sonucunda Türkiye ile AB ülkeleri arasındaki ticaret hacminde büyük gelişmeler yaşanmıştır. Sanayinin lokomotif olarak kurulan, ancak aşırı istihdam, finansman sıkıntısı, profesyonel

yönetici eksikliği gibi nedenlerle ekonomiye büyük bir yük getirdiğinden özelleştirilmesine karar verilen İSDEMİR ve ERDEMİR'in 2006 yılı Mart ayında özelleştirilmesinin tamamlanması ile Türk Demir Çelik Sektörü MKEK hariç özel kesim tarafından yürütülen bir sektör haline gelmiştir [12].



Grafik 2.1. Dünyada ham çelik üretim grafiği [7]

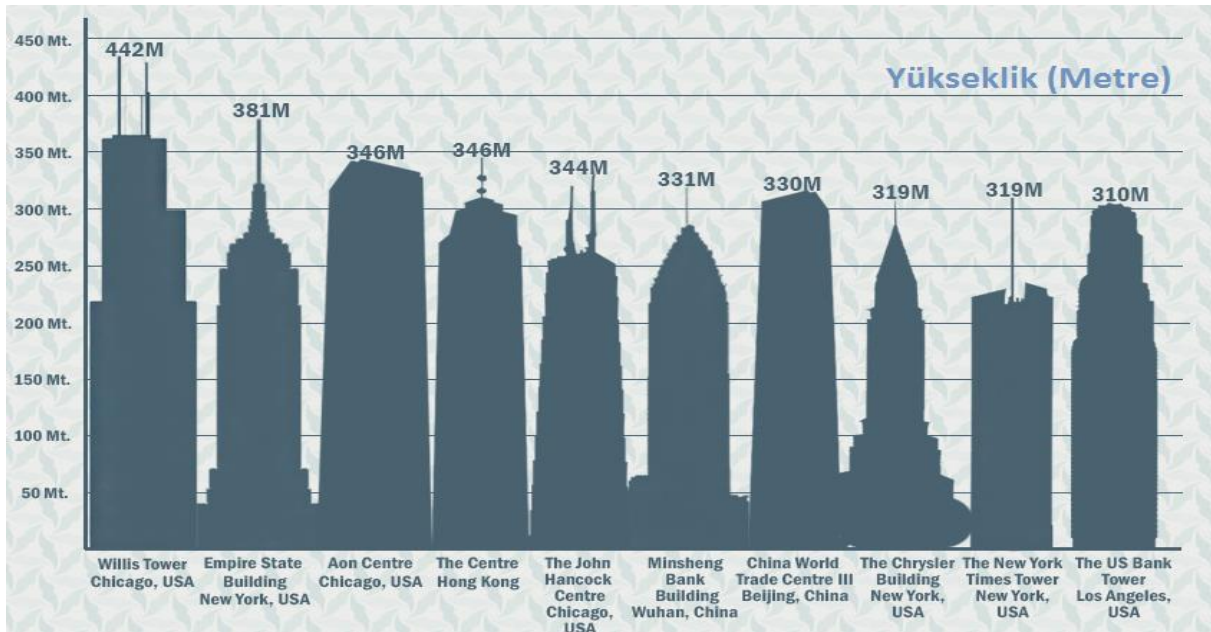
2.3. ÇELİK KONSTRÜKSİYON YAPILAR

Çelik konstrüksiyon yapılar; tüm taşıyıcı sistemlerin çelikten üretildiği, özellikle deprem tehdidi taşıyan coğrafi bölgelerde tercih edilen, çoğunlukla çelik konstrüksiyon fabrika binaları, çelik konstrüksiyon hangar, çelik konstrüksiyon spor tesisleri, çelik konstrüksiyon depo ve çelik konstrüksiyon atölyelerde kullanılan, geniş açıklıklara ve yüksekliğe sahip çelik yapı sistemidir [13].

Ülkemizdeki kentleşmenin büyük çoğunluğu 1. ve 2. derecede deprem bölgesinde yoğunlaşmıştır. Buna oranla çelik konstrüksiyon yapı sistemlerine olan tercih geçmişte oldukça az olmuştur. Çelik yapılar diğer taşıyıcı sistemlere göre çok üstün mekanik özelliklere, statik yeteneklere ve uygulama kolaylığına sahiptir. Çelik konstrüksiyon, çelik bina, çelik ev, çelik yapı gibi çelik konstrüksiyon yapılar hızlı, güvenli ve ekonomik olması ve belirli standartlara sahip olması nedeniyle hızla yaygınlaşan çelik yapı sistemidir [13].

2.3.1. Çelik Konstrüksiyon Kullanım Alanları

Çelik konstrüksiyon yapılar çoğunlukla çelik fabrika binaları, çelik sanayi yapıları, uçak hangarları, spor tesisleri, çelik konstrüksiyon hangarlar, çelik konstrüksiyon atölyeler, çelik konstrüksiyon depolar olarak görülmektedir. Şekil 2.4.'te dünyadaki en uzun 10 çelik konstrüksiyon binası görülmektedir [13].



Grafik 2.2. Dünyadaki en uzun 10 çelik bina [7]

2.3.2. Çelik Konstrüksiyonun Betonarme Yapılara Göre Avantajları

Hafif olması nedeniyle çelik konstrüksiyon yapılar daha az deprem yüklerine maruz kalır, sağlamdır, imalat ve montajda işçilik ve zamandan tasarruf sağlar. Çelik konstrüksiyon yapılarda farklı konstrüksiyon sistemleri uygulanabilir. Çelik konstrüksiyon yapıların

kurulumu betonarme yapılara göre hızlıdır. Sökülüp tekrar monte edilebilir ve uzun ömürlüdür. Betonarme yapılar yıkıldığında moloz haline gelirken, çelik %97 oranında geri dönüştürülebilir ve bu işlem sonucunda özelliğini kaybetmez ve çevreye zarar vermez. Çelik yapıların avantajları ise;

- Yüksek derecede endüstriyel ön üretim,
- Hava koşullarından bağımsızlık
- Yapım ve yapım ekipmanları
- Kısa yapım süresi ve düşük yapım maliyeti
- Yüksek mukavemetli yapı elemanları
- Düşük eleman kesit boyutları ile geniş açıklar geçme imkânı
- Kompozit yapılarda yüksek yangın güvenliği
- Yüksek hassasiyette boyutlama imkânı, enstalasyon özgürlüğü
- Daha sonraki kullanım amacı değişikliklerine basit çözümler sağlayabilme

olarak sayılabilir [13].



Şekil 2.1. Çelik konstrüksiyon yapı avantajları [13]

2.3.3. Futbol Stadyumları

Spor eylemlerine ev sahipliği yapan stadyumlar son on yıl içerisinde gerek işlevsel, gerek tasarım, gerekse vizyon olarak önemli değişimler geçirmektedir. Kuşkusuz bu değişimi tetikleyen spor dalı artık bir endüstri haline gelen futbol olmuştur. Fakat hemen hemen her büyük spor organizasyonunun simgesel nitelikte tasarlanan bir stadyum yapısı bulunmaktadır. Her yeni spor organizasyonu, yeni stadyumları ve beraberinde yeni yer seçimlerini ve yeni oluşumları getirmektedir. Fakat mesele sadece yeni bir stadyum ya da yeni bir spor tesisi yapmak değildir; bunu yaparken gerekli altyapıları, lojistik destekleri, çevresel etkileri, sürdürülebilirliği, ekonomik yaptırımları da detaylı bir düşünsel süzgeçten geçirdikten sonra kararlar alınmalıdır. Ülkemizin belirtilen büyük organizasyonları düzenleme isteği uzun bir zamandır süregelen, fakat tam da bu noktada, böylesi organizasyonları gerçekleştirebilmek için gerekenlerin yapılması da kaçınılmaz bir olgu olarak karşımızda durmaktadır. Öyleyse, istenilen kurallara uygun bir stadyum tesisinin uygulanabilmesi için gerekenler ve buna ilave olarak değişen vizyonlar ışığında bu gerekliliklere yeni boyutlar katan gelişmelere daha detaylı göz atmak gerekmektedir [14].

Stadyum tasarımını yönlendiren koşullar, örneğin medya kullanımı, seyirci konforu, VIP seyirciler, karma kullanımlar, teknolojik gelişmeler, artık sürekli değişime ivme kazandırmaktadır. Teknolojik değişimler sayesinde mimarlar stadyum konseptlerini daha kolaylıkla gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla, takımların, bölgelerin ya da ülkelerin karakterini yansıtan simge yapıları tasarlarlarken daha cesur davrandıkları görülmektedir. Günümüzün modern arenaları artık karma işlevleri destekleyecek şekilde tasarlanmak zorundadır. Öte yandan, futbol ekonomik olarak özellikle küresel boyutta büyük bir endüstri haline gelmiştir. Bu gelişme seyirci konforunu oldukça ön plana çıkarmıştır. Buna göre, stadyumların izleyicilere iyi bir görüş kalitesi sağlaması ve yeni tasarımların görüş mesafelerini ve açılarını mutlaka çok iyi etüt etmeleri gerekmektedir. Stadyumlar gerekli yapısal sağlamlık ve yangın korunumu koşullarını da sağlamak durumundadır [14].

Çelik çatı; demirden ve çelikten imal edilen, güçlü yapısı olan, güvenlik açısından tercih edilen inşa şeklidir. Çelik çatı; rüzgâr, fırtına, yağmur ve kar gibi doğal olaylardan yapıyı en güvenli şekilde koruyan özellikleri ile öne çıkmaktadır. Diğer çatılar gibi su alma, devrilme, kopma ve yerinden çıkma gibi olaylardan etkilenmeyen çelik çatı, güvenlik konusunda da ileriye dönük bir yapılanmadır. Çelik çatı modelleri, yapının çatısında uygulanılabilecek alan

seçildikten sonra hızlı bir şekilde monte edilebilmektedir. Tahta ve plastikten yapılan korumalardan çok daha güçlü yapıya sahip olan çelik çatı sistemleri; fırtına, deprem ve yağmur gibi olaylarda yüksek direnç göstermekte, yıkılmaya karşı da ekstra güvenlik sağlamaktadır [15].

2.4. ÇELİK KONSTRÜKSİYON YAPI İNŞAATINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ MEVZUAT

İnşaat sektöründe kullanılan mevzuatlar ve standartlar alttaki başlıklarda verilmiştir. Ayrıca stadyum inşaatında uyulması gereken kurumlar arasında FIFA ve UEFA mevzuatı bulunmaktadır ve ilgili başlık altında konu ile alakalı bilgiler verilmiştir.

2.4.1. İnşaatlarda Kullanılan Mevzuat

Çelik Konstrüksiyon yapı işleri ile ilgili olarak iş sağlığı ve güvenliği kapsamında özel bir mevzuat bulunmamaktadır. Ancak bu alanda iş kazasına veya meslek hastalığına sebep olabilecek risk etmenleri ile ilgili olarak yasal düzenlemeler mevcuttur. Uygulaması ve takibi işverenin sorumluluğunda olan bu düzenlemeler aşağıda sıralanmaktadır.

- 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu
- 3308 Sayılı Mesleki Eğitim Kanunu
- Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği
- 167 Sayılı İnşaat İşlerinde Güvenlik ve Sağlık Sözleşmesi (ILO)
- İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik
- Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik
- Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik
- Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği
- Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği
- İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik
- İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği
- Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği
- İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

2.4.2. İnşaatlarda Kullanılan Standartlar

Ayrıca çelik konstrüksiyon yapı inşaatlarında şu standartlar da kullanılmaktadır:

TSE (TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ) tarafından belirtilmiş;

- TS 648 Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları
- TS 3357 Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşimlerin Hesap ve Yapım Kuralları
- TS 4561 Çelik Yapıların Plastik Teoriye Göre Hesap Kuralları
- TS 5536 Çelik Konstrüksiyon Projelerinin Çizim ve Tanzimi Kuralları
- EN 1993 Çelik Yapıların Tasarımı

ISO (ULUSLARARASI STANDARTLAR ORGANİZASYONU)

- ISO 630 Yapısal Çelik
- ISO 4951 Yüksek Mukavemetli Çelik Çubuklar ve Kesitleri
- ISO 4952 Korozyon Direnci Arttırılmış Yapı Çeliği

CEN (AVRUPA STANDARTLAR KOMİTESİ)

- EN 10210–1 Sıcak çekilmiş boru ve kutu alaşımsız ve ince taneli çelik profillerin kimyasal bileşimleri ve mekanik özellikleri
- EN 10219–1 Soğuk şekillendirilmiş boru ve kutu alaşımsız ve ince taneli çelik profillerin kimyasal bileşimleri ve mekanik özellikleri

2.4.3. FIFA ve UEFA Mevzuatı

FIFA ya da açılımla Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği (Fransızca: Fédération Internationale de Football Association), futbol ve futsalın dünya çapındaki en üst düzey yönetim organıdır. 21 Mayıs 1904 yılında Paris'te kurulan organizasyonun merkezi İsviçre'nin Zürih kentindedir ve başkanlığını İsviçreli Sepp Blatter yürütmektedir. 208 ulusal futbol federasyonunun üyesi olduğu FIFA, çeşitli futbol turnuvalarını düzenlemesinin yanı sıra dünya futbolunu yöneten, kuralları uygulayan, değiştiren kuruluştur [16].

UEFA ya da açılımla Avrupa Futbol Federasyonları Birliği (İngilizce: Union of European Football Associations), Kosova ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti dâhil olmamak üzere, tüm Avrupa devletleri ve ek olarak Kıbrıs, İsrail, Kazakistan, Ermenistan, Gürcistan, Azerbaycan ve Rusya'yı da içine alan ve kendisine bağlı ülke federasyonlarından oluşan yarı federal bir spor kurumudur. Futbol, futsal ve plaj futbolunun Avrupa'daki yöneticisi ve denetleyicisi olan

UEFA'nın resmî dilleri İngilizce, Almanca ve Fransızcadır. Merkezi ise İsviçre'nin Nyon kentindedir [17].

Stadyumların yapımında yerel mevzuatın yanında uyulması gereken zorunlu yönetmeliklerden bazıları FIFA ve UEFA yönetmelikleridir. Bu yönetmelikler şu şekilde ifade edilebilir:

- UEFA Stadyum Altyapısı Yönetmeliği, 2010 (UEFA Stadium Infrastructure Regulation 2010)
- FIFA Stadyum İş Güvenliği ve Güvenlik Yönetmeliği (FIFA Stadium Safety and Security Regulations)
- FIFA Futbol Stadyumları – Teknik öneriler ve gereklilikler 5. Basım, 2011 (FIFA Football Stadiums – Technical recommendation and requirements 5th edition 2011)

Bu yönetmeliklerde iş sağlığı ve güvenliği açısından ön plana çıkan bazı maddeler şu şekildedir:

- Tribünlerin eğimi 30 °C'yi geçtiğinde her sıranın üstüne panik barı konmalıdır ve her sıranın önünde bariyer bulunmalıdır. (Tribünlerin eğimi 38°dir.)
- Merdivenlerin tribün olarak kullanması yasaklanmıştır.
- Tam otomatik yangın söndürme sistemi bulunmalıdır.
- Otopark için egzoz tahliye sistemi gereklidir.
- Stadyumda tüm tribünlerin boşaltılması 15 dakikayı aşmamalıdır. Bu nedenle stadyumda 50'ye yakın çıkış bulunmaktadır (Stadyumun yaklaşık kapasitesi 42000 olması beklenmektedir.) [18].

Yönetmeliklerde göze çarpan bir madde iş sağlığı ve güvenliğinin stadyum inşaatı tamamlandıktan sonra da devam etmesi gerektiğine işaret etmektedir. FIFA Stadyum İş Güvenliği ve Güvenlik Yönetmeliği'nin yedinci maddesinin birinci fıkrasında; stadyumun güvenlik uzmanı; oynanacak maçlar, açılış veya ödül törenleri gibi aktiviteler için risk değerlendirmesi yapmaktan sorumludur, şeklinde belirtilmiştir [19].

2.5. RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Bilindiği üzere, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 10 uncu maddesi işverenleri iş sağlığı ve güvenliği yönünden risk değerlendirmesi yapmak veya yaptırmakla yükümlü kılmıştır. Bu hususta ilgili madde gereğince hazırlanan "İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği" 29.12.2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

İlgili Yönetmelikte;

- Tehlike; işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli,
- Risk, tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali,
- Kabul edilebilir risk seviyesi, yasal yükümlülüklerle ve işyerinin önleme politikasına uygun, kayıp veya yaralanma oluşturmayacak risk seviyesi olarak tanımlanmış olup;
- Risk değerlendirmesi ise işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan etmenler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalar olarak açıklanmıştır.

Risk değerlendirmesinde iki temel yöntem mevcuttur. Bunlar, kantitatif (nicel) ve kalitatif (nitel) yöntemlerdir. Kalitatif yöntemlerde, matematiksel risk değerlendirmesi yerine sözel mantıkla risk değerlendirmesi yapılmakta, uygulamayı yapan uzman kendi tecrübelerine ve sezgilerine dayanarak riskleri ve risk öncelik değerlerini tahmin etmektedir. Tahmini risk hesaplanırken ve ifade edilirken rakamsal değerler yerine yüksek, çok yüksek gibi tanımlayıcı değerler kullanılır [20,21].

Bu tahmin tamamen sübjektif değerlendirmelere dayanmakta ve çoğu zaman da sistematik bir nitelik göstermemektedir. Bu tür yöntemlerde, değerlendirmeyi yapan uzmanın sezgi ve muhakeme kabiliyeti, yöntemin güvenilirliği açısından önemlidir. Bu nedenle, kritik öneme haiz sistemlerde sadece kalitatif yöntemlerle risk değerlendirmesi yapmak doğru değildir [20,21].

Kantitatif risk değerlendirme yöntemleri ise riski hesaplarırken sayısal yöntemlere başvurur. Bu sayısal yöntemler, olasılık ve güvenilirlik teoremleri gibi basit teknikler olabileceği gibi, simülasyon modelleri gibi karmaşık tekniklerde olabilir. Kantitatif risk analizinde tehlikeli bir olayın meydana gelme ihtimali, tehlikenin etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile işlenip risk değeri bulunur [20,21].

$$\text{Risk} = \text{Tehlikeli Bir Olayın Meydana Gelme ihtimali} \times \text{Tehlikenin Şiddeti} \quad (2.1)$$

formülü kantitatif risk analizinin temel formülüdür. Belli başlı risk değerlendirme yöntemleri şunlardır: Ön Tehlike Analizi, Birincil Risk Analizi, Risk Haritası, Süreç/Sistem Kontrol Listeleri, Olursa Ne Olur Analizi, Tehlike ve İşletebilirlik Analizi (HAZOP), Hata Türleri, Etkileri ve Kritiklik Analizi (FMEA), Hata Ağacı Analizi, Olay Ağacı Analizi, Neden - Sonuç Analizi, İnsan Hatası Analizi, Güvenlik Bariyer Diyagramları, Fine-Kinney Modeli, Zürih Tehlike Analizi, Ortalamalardan Sapma Tekniği, Ağırlıklandırılmış Ortalamalardan Sapma Tekniği, Risk Değerlendirme Tablosu; a) L Tipi Matris, b) X Tipi Matris [20,21].

Bu yöntemleri birbirinden ayıran en önemli fark, risk değerini bulmak için kullandıkları kendilerine has metotlardır. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanlarının birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları Tablo 2.1.'de detaylı bir şekilde verilmiştir [20,21].

İşletmelerde risk değerlendirmesinin yapılması ve çıkan sonuçlara göre işyeri ortamının iyileştirilmesi; işletmenin sağlık ve tazminat giderlerinin azalmasını, iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesini, güvenli bir çalışma ortamı sağlayarak çalışanların verimliliğinin ve motivasyonunun artmasını, üretimde kalitenin yükselmesini, işletmenin güven ve prestij kazanmasını sağlar. Bu sebeple, risk değerlendirmesi sonucuna göre çalışma ortamının iş sağlığı ve güvenliği koşullarını iyileştirici nitelikte yapılacak yatırımların fayda maliyet analizi yapıldığında işyeri için getirisinin daha fazla olduğu görülecektir [20,21].

Tablo 2.1. Yaygın olarak kullanılan risk değerlendirmesi metodlarının karşılaştırılması

Risk Değerlendirme Metodu	Avantajları	Dezavantajları
Kontrol Listesi (Checklist)	<ul style="list-style-type: none">➤ Uygulanması kolay➤ Tek bir analist veya küçük bir grup tarafından yapılabilir➤ Veritabanı ile entegre edilebilir➤ Bütün sektörlerde kullanılabilir	<ul style="list-style-type: none">➤ Kompleks tehlike kaynaklarının analiz edilmesinde kullanılamaz➤ Sadece nitel sonuçlar verir➤ Değerlendirmenin kalitesi hazırlanan soruların kalitesine ve takımın ya da analistin deneyimine bağlıdır➤ Başka bir metodun ön çalışması ya da metodun yardımcı bir parçası olarak kullanılır
Güvenlik Denetimi	<ul style="list-style-type: none">➤ Uygulanması kolay➤ Ekipmana, üretime veya çevreye zarara yol açabilecek ekipmanların durumunu veya uygulama prosedürlerini inceler	<ul style="list-style-type: none">➤ Teknik donanımdan kaynaklanan tehlikeleri belirleyemez➤ Çalışmanın sonucunda yalnızca, şirket yönetiminin uygulanan prosedürleri güvenlik yönünden gözden geçirmesini gerektirir bir rapor elde edilir.
Hata Ağacı Analizi	<ul style="list-style-type: none">➤ Kazaya sebebiyet verebilecek makine-ekipman hatalarını, insan hatalarını ve çevresel faktörleri birlikte değerlendirir➤ Hem nitel hem de nicel sonuçlar elde edilir➤ Kazaların kök nedenlerini analiz eder➤ Bütün sektörlerde kullanılabilir	<ul style="list-style-type: none">➤ Kompleks yapıdır➤ Uygulaması zor ve zaman alıcıdır

Tablo 2.1. Yaygın olarak kullanılan risk değerlendirmesi metodlarının karşılaştırılması (devam)

Risk Değerlendirme Metodu	Avantajları	Dezavantajları
HAZOP	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistematik bir metottur. ➤ Tek bir analist veya küçük bir grup tarafından yapılabilir. ➤ Sistemin sapmalarını, sapmalar sonucu ortaya çıkabilecek istenmeyen sonuçları ve sapmaların sıklığını azaltmak için çözüm önerilerini ortaya koyar. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kullanımı kolay değildir. ➤ Uygulaması zaman alır. ➤ Sadece nitel sonuçlar verir. ➤ Farklı disiplinlerden uzmanların katılımı ile gerçekleştirilir
Olursa-Ne Olur? (What-If Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uygulanması kolay ➤ Genelde tek başına kullanılabildiği gibi başka bir metoda yardımcı teknik olarak da kullanılabilir ➤ Veritabanı ile entegre edilebilir ➤ Bütün sektörlerde kullanılabilir 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sadece tehlikelerin sonuçlarının neler olacağını ortaya çıkarır ➤ Nitel sonuçlar verir ➤ Farklı disiplinlerden uzmanların katılımı ile gerçekleştirilir ➤ Değerlendirmenin kalitesi uzmanların tecrübesi ile doğru orantılıdır
Risk Matrisi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uygulaması kolay ➤ Yarı-nitel risk değerlendirmesi metodu 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sonuçlar uygulayan uzmanların fikirlerine göre değişiklik gösterebilir

2.5.1. Kullanılan Risk Değerlendirmesi Metodu

1971'de William T. Fine tarafından hazırlanan "Tehlikelerin kontrolüne matematiksel yaklaşım" adlı makalede ilk adım atılmıştır. Bu çalışma 1976'da G.F. Kinney ve A.D. Wiruth tarafından geliştirilmiş, askeri sektörde uygulanarak "İş Güvenliği Yönetiminde Kullanışlı Risk Analizi" adlı makale ile kullanılmıştır. Günümüzde "Kinney Metodu" veya "Fine-Kinney Metodu" olarak isimlendirilip kullanılmaya başlanmıştır. Avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Sayısaldır.
- Kullanımı kolaydır.
- Riskler derecelendirilebilir.
- Koruma-Önleme uygulamalarının etkisini incelemeye olanak tanır.

Ayrıca 1976'da Kinney ve Wiruth'un çalışması da, belirlenen risklerin güvenlik önlemleri alınmadan derecelendirilebildiğini göstermektedir.

2.5.2. İnterpolasyon

İnterpolasyon ilk kez uygulamalı matematik biliminin bir alt kategorisi olan sayısal analiz yöntemlerinde tanımlanan ve elde var olan (bilinen) değer noktalarından yola çıkarak bu noktalar arasında, farklı bir yerde ve değeri bilinmeyen bir noktadaki olası değeri bulmaya/tahmin etmeye yarayan yöntemlerin tümüne verilen genel isimdir. En basit tanımı ile interpolasyon, "var olan sayısal değerleri kullanarak, ara noktalardaki değerlerin tahmin edilmesi" olarak açıklanmaktadır. Farklı katsayıların hesaplanmasında kullanılan yöntem olan interpolasyonun çeşitleri şu şekildedir [6]:

- Lineer İnterpolasyon
- Lineer Olmayan İnterpolasyon
- Polinom İnterpolasyonu
- Bağ İnterpolasyonu (Spline)
- Trigonometrik İnterpolasyon
- Lagrange İnterpolasyon

Lineer interpolasyona bir örnek şu şekilde açıklanabilir: Ara değer alınması gerektiği sınır iki nokta (x_a, y_a) ve (x_b, y_b) olarak belirlenir. Bulunması istenen değer x , bulunacak değer karşılığı ise $f(x) = y$ olarak alınır. Bu durumda formül şu şekilde açıklanabilir [6]:

$$y = y_a + (y_b - y_a) \frac{x - x_a}{x_b - x_a} \quad (2.2)$$

$$\frac{y - y_a}{y_b - y_a} = \frac{x - x_a}{x_b - x_a} \quad (2.3)$$

$$\frac{y - y_a}{x - x_a} = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a} \quad (2.4)$$

Tablo 2.2. İnterpolasyon örneği için değer tablosu

x	$f(x)$
0	425
1	346
2	290
3	173
4	119
5	56
6	3

Tablo 2.2.'de verilen değerler ile 2,3 sayısına denk gelen sayının değeri istenmektedir. Formüldeki değerlere göre hesaplanırsa;

$$x = 2,3 \quad (2.5)$$

$$y = f(x) = f(2,3) \quad (2.6)$$

$$x_a = 2 \quad x_b = 3 \quad (2.7)$$

$$y_a = 290 \quad y_b = 173 \quad (2.8)$$

$$y = y_a + (y_b - y_a) \frac{x - x_a}{x_b - x_a} \quad (2.2)$$

$$y = f(2,3) = 290 + (173 - 290) \frac{2,3 - 2}{3 - 2} \quad (2.9)$$

$$y = f(2,3) = 254,9 \quad (2.10)$$

bulunur.

2.5.3. Ekstrapolasyon

Bilinen veri noktalarının ayrık kümesi dışında yeni veri noktaları oluşturma işlemidir [6].

$$y = f(x_*) = y_{k-1} + (y_k - y_{k-1}) \frac{x_* - x_{k-1}}{x_k - x_{k-1}} \quad (2.11)$$

Tablo 2.2.'deki verileri kullanarak $x = 7$ sayısına karşılık gelen değer ise şu şekilde hesaplanır.

$$x_* = 7 \quad (2.12)$$

$$y = f(x_*) = f(7) \quad (2.13)$$

$$x_k = 6 \quad x_{k-1} = 5 \quad (2.14)$$

$$y_k = 3 \quad y_{k-1} = 56 \quad (2.15)$$

$$y = f(x_*) = y_{k-1} + (y_k - y_{k-1}) \frac{x_* - x_{k-1}}{x_k - x_{k-1}} \quad (2.11)$$

$$y = f(7) = 56 + (3 - 56) \frac{7 - 5}{6 - 5} \quad (2.16)$$

$$y = f(7) = -50 \quad (2.17)$$

$y = -50$ bulunur.

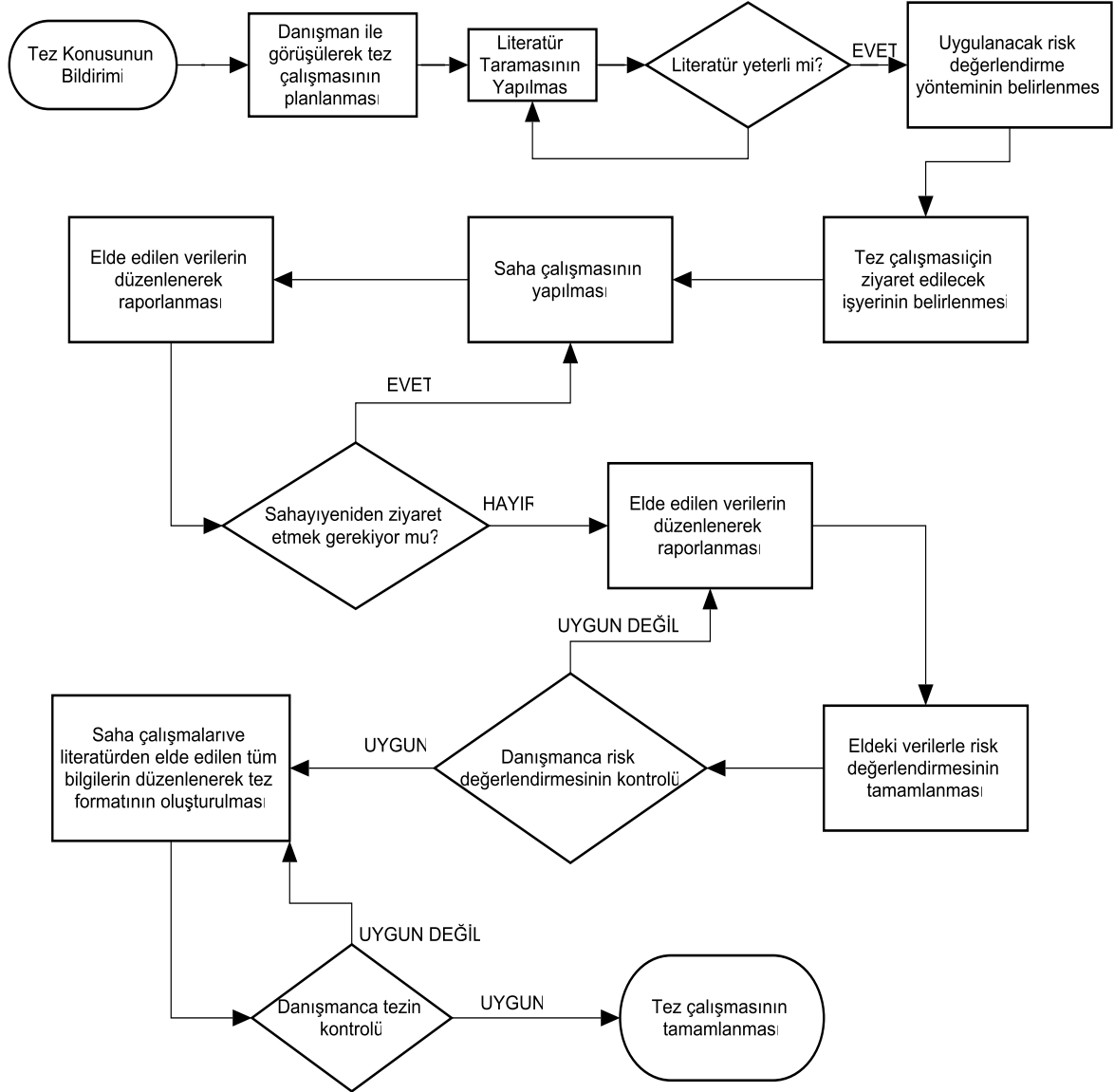
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma kapsamında Fine-Kinney metodunun sayısal tablolarını kullanmanın yanında interpolasyon yöntemiyle hesaplanan yeni değerler kullanılarak, bu değerlerin sektöre uygunluğunun gözlenmesi amaçlanmıştır.

Genel hatlarıyla bu tez çalışması sürecinde gerçekleştirilen faaliyetler:

- İnşaat ve çelik konstrüksiyon sektörüne yönelik literatür taraması,
- Tez kapsamında gidilecek iş yerlerinin belirlenmesi,
- İş yeriyle temasa geçilerek teknik ziyaretlerin planlanması,
- İşyerine ilk teknik ziyaretin yapılması ve risk değerlendirmesi çalışması,
- Elde edilen verilerin düzenlenmesi,
- İkinci teknik ziyaretin yapılması,
- Elde edilen verilerin düzenlenerek raporlanması,
- Risk değerlendirmesi çalışmalarının sonuçlandırılarak raporlamanın tamamlanması,
- Teknik ziyaretler ve literatürden elde edilen tüm verilerin bir araya getirilerek düzenlenmesi,
- Tez yazım sürecinin tamamlanması,

şeklinde gerçekleşmiş olup tez çalışmasına ait tüm süreçlerin gösterildiği tez akış şeması Şekil 3.1.'de ifade edilmektedir.



Şekil 3.1. Tez Akış Şeması

Tez çalışması kapsamında; İstanbul'da bulunan; çatısı çelik konstrüksiyon alt kısmı betonarme yapılan bir stadyumun inşaatında ve Çorum ilinde 3 farklı betonarme bina inşaatında saha çalışması yapılmıştır. Çelik konstrüksiyon ile yapılan çatının yerde montajı ve kaldırılması süreçleri iş sağlığı ve güvenliği açısından gözlemlenerek bu süreçlerdeki iş kazası veya meslek hastalığına sebep olabilecek riskler değerlendirilmiştir.

3.1. Stadın Genel Yapısı, Konumu ve Kullanılan Malzemeler

Stadyum Türkiye'nin ilk halat germe membran çatı sistemine sahip stadyumu olacaktır. Stadyum çatısı toplam 1500 ton çelik konstrüksiyondan oluşmaktadır. Çelik kompozit 84 adet

kolonun üzerinde sismik izolatörlere oturan 42 adet çelik basınç ringi ve halatlardan oluşan çekme ringine verilen ön germe ile bisiklet tekerleği teknolojisiyle gerilmiş halatlı germe membran çatı sistemine sahiptir [22].

Stadyumun ev sahibi olacağı takıma taşıdığı, ifade ettiği tüm değerleri ve önemi göz önünde bulundurularak, günün ve öngörebildiğimiz geleceğin tüm ihtiyaçlarına cevap verebilecek, ülkemizin ev sahipliğini yaptığı dünya çapında spor organizasyonlarına ülkemiz adına uzun yıllar hizmet edebilecek modern bir stadyum yapılması düşüncesi ile başlanılmıştır [22].

Stadyum bulunduğu konum itibari ile İstanbul silüetinde çok önemli bir noktada yer almaktadır. Buradan hareketle, öncelikle şehrin kültürel sürekliliğinin korunması ve bununla birlikte mevcut değerlerin ortaya çıkarılması amaçlanarak kent ve kentlinin hafızasında yer etmiş ve yapının en önemli mimari karakterini oluşturan deniz cephesinde bulunan iki yüksek kule ve bu iki kule arasında yine bir kısmı taş ile kaplı olan cephe projede korunmuştur [22].

Yenilenen tribün yapısı geriye çekilerek, tarihi iki kule ve tarihi duvar ön plana çıkarılmıştır. Tarihi duvar ve yenilenen tribün arasında kalan alanda spor müzesi ve müze terasında kafeterya yapılarak kentin ve kentlinin belleğinde yer edinmiş olan tarihi duvar kentli ile buluşturulmuştur [22].

Yenilenen tribün yapısını bir tül gibi saran rasyonel kolonlar stadyumun özgün taşıyıcı sistemi ritminden ve malzemesinden esinlenerek yorumlanmıştır. Böylece yapıların geçmişten geleceğe uzanan yaşayan nesnelere olduğunu ortaya çıkarmak ve yaşayan yapıların günün koşullarına göre varlıklarını devam ettirirken, bu değişimin eskiyi silmeye çalışmayan aksine onun önem ve değerini yeni değerler katarak daha ileriye taşımak isteyen bir sürdürülebilir gelişimin önemli parçaları olduğu ifadesi öne çıkarılmaya çalışılmıştır [22].

Kentsel belleğin önemi göz önünde bulundurularak stadyum tribünleri, deniz cephesine doğru eritilerek kotu düşürülmüş ve tarihi kule ve duvar boyunca azalarak devam ettirilmiştir. Böylece güney tribününde bulunan seyirciler spor karşılaşması izlerken aynı zamanda aksında saat kulesi olan bir İstanbul manzarasıyla baş başa kalabileceklerdir [22].

Yapı genel kütle olarak elips formundan yola çıkılarak çözülmüştür. Bu form 1939 yılında tasarlanan İnönü Stadyumu projesinin tekrarı niteliğinde olup, 3. boyuta taşındığında kompakt bir kütleye dönüşerek, abartıdan ve gösterişten uzak kalmaya çalışılmıştır. 1939 yılında tasarlanan eliptik form daha önce de değinildiği gibi her iki aks yönünde mükemmel simetriyi hedeflemiş ancak, daha 1964 yılında eklenen Yeni Açık Tribünün orijinal projede olmayan üst kademesinin eklenmesi bunu zedelemiştir. Önerilen projede seçilen benzer form yine aynı mükemmel simetri fikrini tekrar etmekte, mevcut yapının korunan cephesindeki iki kule arasında kalan tribünün yayı devam ettirildiğinde yapıya ana şeklini veren eliptik forma ulaşılmaktadır [22].

Çelik konstrüksiyon imalatı; EN 1090-2 standardı EXC3 sınıfına göre 2 farklı imalathanede, halat sistemleri imatları ise ayrı bir yerleşkede yapılmaktadır.

3.1.1. Çatı Örtüsü Özellikleri

- Çatı tipi: Halatlı Germe Membran Çelik Çatı
- Çatı Örtüsü: Silikon kaplamalı fiberglas örgü membran (Atex 5000 Trl)
- Çatı Toplam Alanı: 26 000 m²
- Çatı Çelik Halatları Toplam Ağırlığı: 260 ton
- Çatı Toplam Kolonu: 84 adet
- Çatı Toplam Çelik Basınç Ringi: 42 adet
- %21'e kadar güneş ışınları geçirgenliği
- %71.1'e kadar ışık geçirgenliği
- %13 Güneş enerjisi emilimi
- Zararlı UV-b ışınlarını bloke, çim gelişimi için gerekli UV-a ışınlarına geçirgen,
- Yanmaz,
- -50 °C / +200 °C Sıcaklık aralığına dayanıklı,
- 25 yıldan fazla ömürlü,
- Su geçirmez
- Hidrofobik
- Yırtılmaz, elastik, gerdirilebilir,
- Toksik olmayan ve PVC siz,
- Geri dönüştürülebilir ve çevreci,

3.1.2. Çelik Konstrüksiyon Çatı Yapım Süreci

Çelik konstrüksiyon çatının yapım süreci şu şekildedir:

- İskele üzerinde çatı ringi montajı
- Hidrolik makinelerin halatlar yardımıyla çatı ringine bağlanması
- Çatının hidrolik halatlar yardımı ile temasının iskele üzerinden kesilmesi
- Çatı 10 cm havaya kaldırılarak vida tork ayarlarının yapılması
- Çatının hedeflenen yüksekliğe kaldırılması
- Çatı ringinin stadyum üst bölümüne çelik kirişler ile monte edilmesi
- Kedi yollarının monte edilmesi
- Membranın gerilmesi
- Skor tabelalarının takılması

3.1.3. Kullanılan Halatlar ve Bağlantı Elemanları

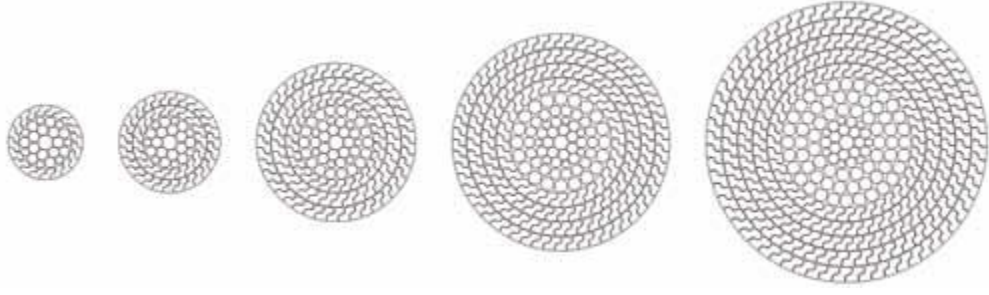
Çatı Ringinin kaldırılmasında kullanılan çelik halatlar şunlardır:

Tam Kapalı Sarmal Halatlar - Full Locked Coil Ropes (*FLC*) (Resim 3.1.-Resim 3.2.) [23]

- Malzeme: Yüksek – Gerinimli Paslanmaz Çelik (Inox) 1,4401 (AISI 316) to DIN EN 10264-4
- Elastisite Modülü: $130 \text{ kN/mm}^2 \pm 10 \text{ kN/mm}^2$
- Yarıçap Toleransı: 0% / +3%
- Birleşme: Spelter to DIN EN 13411-4, Reçineli (örneğin: WIRELOCK®)
- Korozyon Koruması: Paslanmaz Çelik (Inox), engelli bileşen yoktur



Resim 3.1. Tam kapalı sarmal halat perspektif görünümü [23]



Resim 3.2. Tam kapalı sarmal halat kesit görünümü [23]

Tam Kapalı (Kilitli) Sarmal Halatlar, spiral kanallı halatlı kanallara göre ekstra Z-Şekilli halatlardan oluşan dış katmandan meydana gelir. Bitiş bağlantıları olan halatlar, halat bağlantı noktalarını temsil eder [23]. Çelik konstrüksiyonun kaldırma halatı Resim 3.3.'te gösterilmiştir.



Resim 3.3. Tam kapalı sarmal halat

Halatların destek noktalarına bağlantı elemanları ise şunlardır:

HYEND Açık Uçlu

- Korozyon Koruması: Sıcak Batırmalı Galvaniz
- Birleşme: Alman Teknik Onayı Z-14.7-431 [23]

Bahsedilen bağlantı elemanı Resim 3.4'te gösterilmiştir.



Resim 3.4. Açık uçlu bağlantı elemanı [23]

Yüksek-gerinimli çelik kablolar, minimum düzeyde malzeme kullanımı ile yapılan stadyumlar veya geniş salonlar gibi hafif-ağırlıklı çatıları desteklemek için kullanılır. Esnek halatlar, rijit yapılar için geniş çapta avantajlar sunar [23].

Şekil 3.5.'te çelik halatların hidrolik makineye bağlantı noktası gösterilmiştir. Şekil 3.6.'da de çelik halatların çelik konstrüksiyona bağlantı noktası gösterilmiştir.



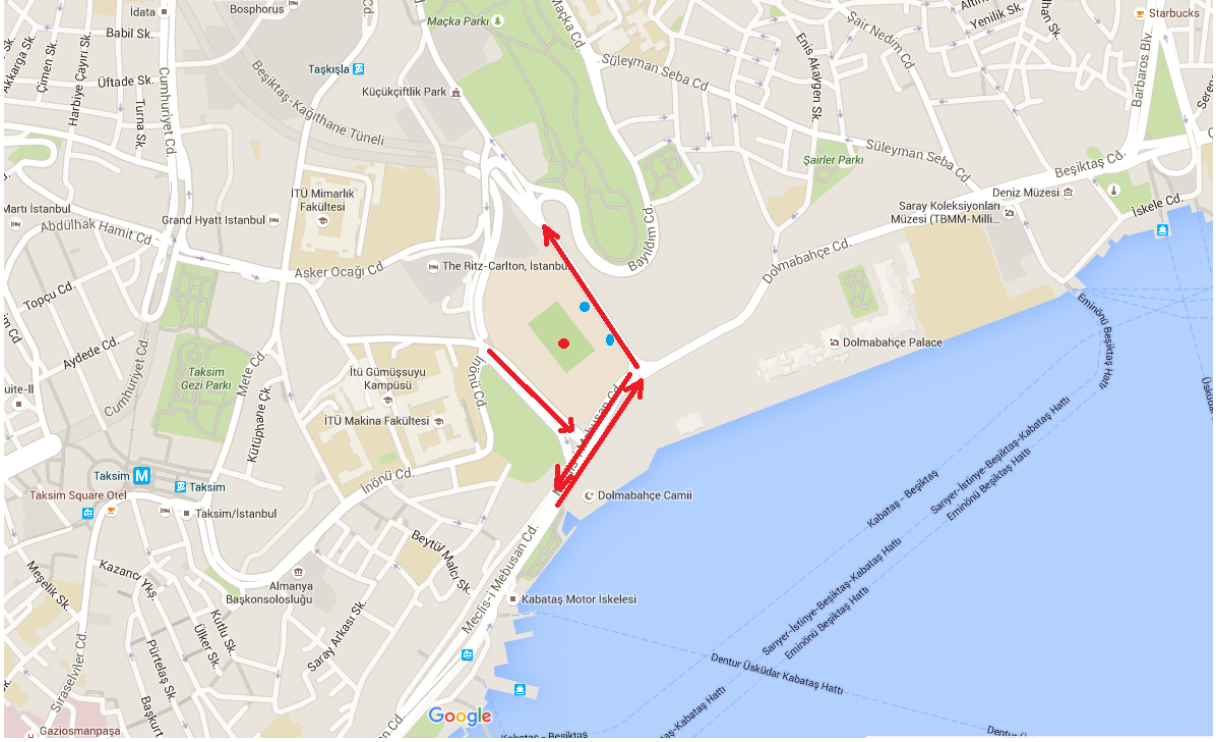
Resim 3.5. Çelik halatların hidrolik bağlantı bölümleri



Resim 3.6. Çelik halatların çelik konstrüksiyon bağlantı bölümleri

3.1.4. Stat İnşaatında Karşılaşılan Genel Zorluklar

Stadın genel tasarımı gereği bazı zorluklarla karşılaşmıştır. Stadın inşaatı yapılırken iş sağlığı ve güvenliği açısından farklı derecelerde sıkıntıya sebep olan dış etmenler bulunmaktadır. İnşaatın, İstanbul'un merkezi bir konumunda yer alması, inşaat için gerekli nakliye işlemlerinde sorunlar çıkarmaktadır. Şekil 3.7.'de stadyumun bulunduğu bölgenin haritası ve trafiğin akış yönleri gösterilmiştir.



Resim 3.7. Stadyumun bulunduğu bölgedeki trafik durumunu gösteren harita

Resim 3.6'da verilen haritada görüldüğü üzere İstanbul'un en yoğun trafiğine sahip bölgesinde olması ve stadı çevreleyen iki caddenin tek yönlü trafik ile akması nakliye araçlarının şoförlerinde psikolojik olarak baskı oluşturmuştur. Trafığın en yoğun olduğu saatlerde çok uzun süreler boyunca aracın içinde beklemek zorunda kalmışlardır.

Stadı çevreleyen yolların alanı daraltması nedeniyle stadın genel yapısında değişikliğe gidilmek zorunda kalmıştır. Stadyumun kuşbakışı görünümde bulunduğu alandaki genel yapısı görülmektedir. (Resim 3.8.)



Resim 3.8. Stadyumun kuşbakışı görünümü

Stadın uzun bölümleri yollardan kaynaklı olarak daraltılmış ama stadın kapasitesinin korunabilmesi için tribünler normalden yüksek bir eğimle yapılmak zorunda kalmıştır. 38° eğimle yapılan tribünler ekstra çalışma zorluğuna sebep olmuştur.

Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu'nun 27/10/2006 tarihinde 26329 sayılı Resmi Gazete ile yayımlanan 4/10/2006 tarihli ve 720 numaralı Kentsel Sitler, Koruma ve Kullanma Koşulları İlke Kararı'nın 2inci maddesinin d fıkrasında yer alan "Bulunduğu sokakta ya da imar adasında korunması öngörülen kentsel silueti olumsuz etkileyebilecek konum ve yükseklikte yeni yapı yapılamayacağı," hususu gereği stadyumun üst sınırının Dolmabahçe Sarayı bahçesinde yer alan saat kulesinin üst sınırını geçmemesi gerekmektedir. Bu itibarla stadın çevre yollarından kaynaklı daraltılmış alanda yükselmesi gereken tribünler ilgili ilke kararı gereği yükseltilememektedir. Bu durum, stadyumun seyirci kapasitesinin de etkilenmemesi koşulu da göz önüne alındığında, ekstra çalışma zorluğu getirmektedir.

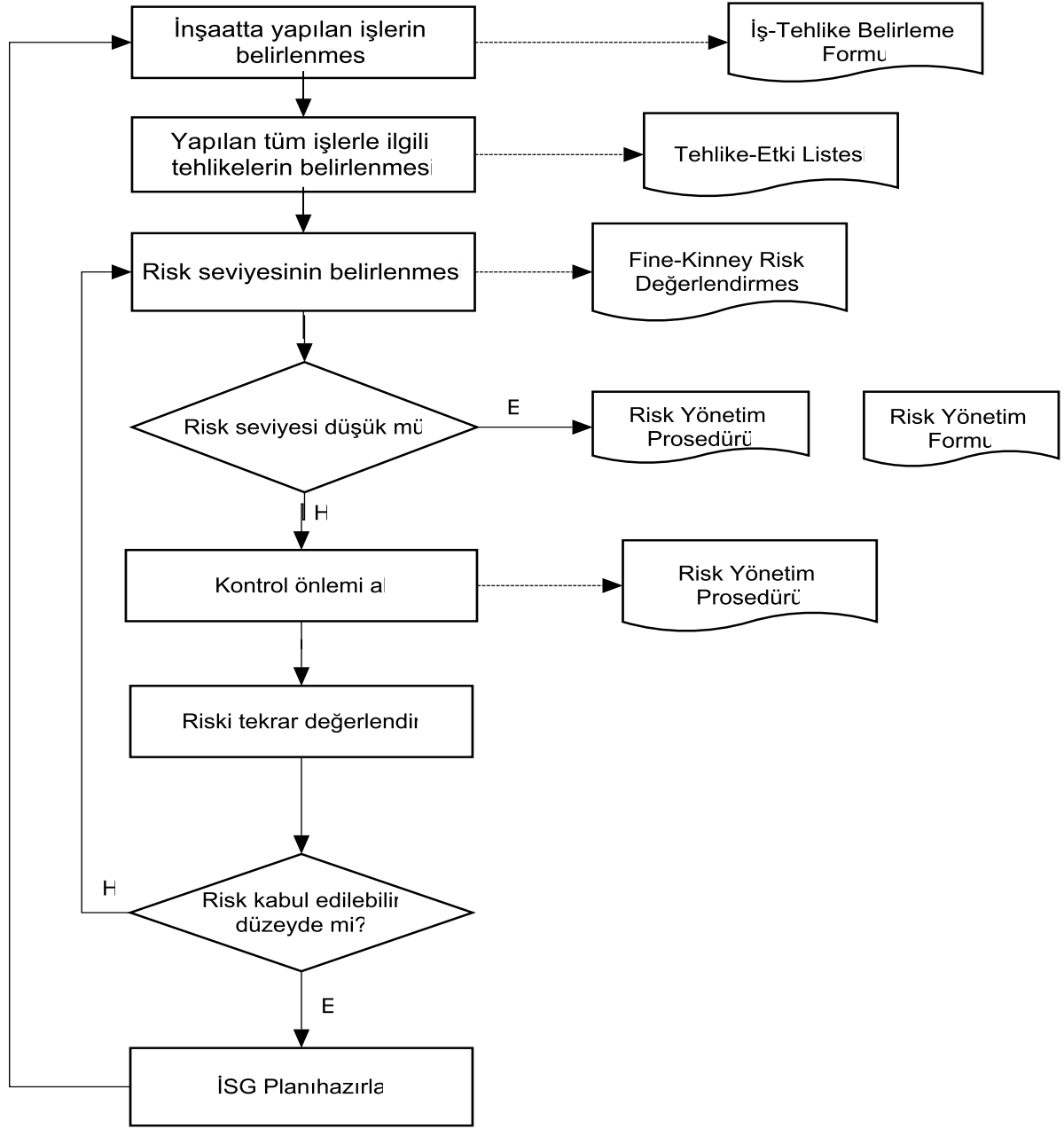
3.2. RİSK DEĞERLENDİRME ÇALIŞMASI

3.2.1. Önceliklerin Belirlenmesi ve Zaman Planlaması

Yapılan risk değerlendirmesinde belirlenen kaza ve hastalık risklerinin azaltılması için alınacak önlemler “Öneriler” kolonunda bulunmaktadır. Öneri kolonunda riskleri azaltmak için alınacak kontrol önlemleri (aksiyonlar) aşağıdaki öncelik sıralaması göz önünde bulundurularak belirlenmiştir:

- Riskin eliminasyonu / Riskin tamamen ortadan kaldırılması
- Tasarım / İkame
- Mühendislik kontrolleri
- Emniyet sistemleri
- Uyarı sistemleri
- Kişisel Koruyucu Donanım (KKD), Uyarı Levhası, Eğitim, Talimat ve Prosedürler

Kontrol önlemlerinin alınması, aksiyonların kapatılması için yapılacak zaman planlamasında “Öncelik” kolonu göz önünde bulundurulur. Risk değerlendirme adımları Şekil 3.2.’deki akış şemasında gösterilmiştir:



Şekil 3.2. İSG Risklerinin Değerlendirilmesi Akış Şeması

3.3. FINE-KINNEY METODU İLE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

3.3.1. Fine-Kinney Metodunda Temel Kavramlar

Tehlike: Kazaya sebep olabilecek veya kazaya sebep olma potansiyeli olan güvensiz durumdur. Bu duruma; sahada bulunan bir çukur, aracın sorunlu frenlere sahip olması, kötü durumda bakımsız bir merdiven veya kaygan zemin gibi örnekler verilebilir [24].

Tehlikeli Olay: İstenmeyen sonuçtur; kaza ile sonuçlanacak olayların başlangıç noktası olarak kabul edilir. Tehlikenin bir faaliyet veya insan unsuru ile bir araya gelmesi ile başlar. Bu duruma; korumasız çukurun olduğu sahada yürüyen insan, göze zarar veren bir ortamda gözlüksüz çalışan işçi, sorunlu frenlere sahip aracın kullanılması veya kaygan bir yolda araç kullanılması gibi örnekler verilebilir [24].

Kaza Zinciri: Tehlikeli olay ile başlayan, kazanın olumsuz sonuçları ile biten olaylar zinciridir [24].

Şiddet: Potansiyel kaza sonucu karşılaşılabilecek en kötü durum olarak nitelendirilir. Değerler Tablo 3.1.'de gösterilmiştir [25]:

Tablo 3.1. Fine-Kinney şiddet tablosu [24]

Şiddet	Şiddet Değeri
Katastrofik (Çoklu ölümlü kaza veya \$10 000 000 üzeri maddi hasar)	100
Felaket (Birkaç ölümlü kaza veya \$1 000 000 üzeri maddi hasar)	40
Çok Ciddi (Ölümlü kaza, veya \$100 000 üzeri maddi hasar)	15
Ciddi (Kalıcı iş göremezlik, ağır yaralanmalar, veya \$10 000 üzeri maddi hasar)	7
Önemli (Geçici iş göremezlik, iş saati kaybı veya \$1 000 üzeri maddi hasar)	3
Dikkate Değer (İlk yardım gerektiren kaza, hafif yaralanma veya \$100 üzeri maddi hasar)	1

Frekans (*Maruziyet Faktörü[23]): Tehlikeli olayın oluşma sıklığı olarak tanımlanır. Değerler Tablo 3.2.'de gösterilmiştir [24].

Kinney ve Wiruth'un 1976'da yaptığı çalışmada ise frekans tabiri, potansiyel tehlikeye olan maruziyet ne kadar çoksa, riskin o kadar fazla olacağı şeklindedir [25].

Tablo 3.2. Fine-Kinney frekans tablosu [24]

Frekans	Frekans değeri
Sürekli	10
Sık (Günde bir)	6
Ara sıra (Haftada bir)	3
Sık değil (Ayda bir)	2
Seyrek (Yılda birkaç defa)	1
Çok seyrek (Yılda bir)	0,5

Olasılık: Tehlikeli olay vuku bulduğunda, bu tehlikeli olay ile başlayan kazalar zincirindeki her bir adımın (olayın) vuku bulma olasılığı da hesaba katıldığında belirlenen katsayı olarak nitelendirilir [25].

Tablo 3.3. Fine-Kinney şiddet tablosu [24]

Olasılık	Olasılık değeri
Beklenir, kesin	10
Yüksek/oldukça mümkün olası	6
Olası	3
Mümkün fakat düşük	1
Beklenmez fakat olabilir	0,5
Beklenmez	0,2
Neredeyse imkânsız	0,1

Risk Değeri: Risk değeri yukarıda tanımlanan değerlerinin (şiddet, frekans ve olasılık) çarpılması ile bulunur. Çıkan sayısal değer riskin ciddiyetini belirlemede kullanılır [25].

$$RISK = SİDDET \times FREKANS \times OLASILIK \quad (3.1)$$

$$R = \text{Ş} \times F \times O \quad (3.2)$$

Tablo 3.4. Fine-Kinney risk değerlendirme sonucu tablosu [24]

RİSK DEğERİ	RİSK DEğERLENDİRME SONUCU	TEDBİR
$400 < R$	Çok Yüksek Risk	İş acilen durdurulmalıdır.
$200 < R < 400$	Yüksek Risk	İşin niteliğinde acilen düzeltme yapılmalıdır.
$70 < R < 200$	Önemli Risk	Düzeltilme gereklidir.
$20 < R < 70$	Olası Risk	Dikkat ve gözlem altında işin yapılmasına izin verilir.
$R < 20$	Kabul Edilebilir Risk	Kabul edilebilir risktir. Müdahale edilmeye çoğunlukla gerek duyulmaz.

3.3.2. Risk Değerlendirmesinden Seçilmiş Örnek

Örnek 1: Çalışan, mobil iskele üzerinde çalışmaktadır. İş gereği aletlerini iskeleden inerek temin etmektedir. Bu inip çıkma sırasında kolaylık sağladığı için bir elinde aletler bulunmakta, böylece merdiveni de tek eliyle kavrayarak çıkmaktadır.

Adım 1: Bu durumun kaza zinciri şu şekildedir:

- 1) Çalışan iskele üzerinde çalışma yapmak için el aletlerini almıştır.
- 2) Kurulu iskeleye tırmanmaya başlamıştır.
- 3) Bir elinde iş aleti olduğundan merdiveni tek eliyle tutmaktadır. (Bu tehlikeli olaydır.)
- 4) Merdivene tırmanma talimatında belirtildiği üzere 4 uzvun 3'ü değil 2'si sürekli temas halinde olduğundan merdivende belirli yüksekliğe geldiğinde dengesini kaybetmektedir. (Bu durum oldukça mümkün olarak görülebilir.)
- 5) Çalışan dengesini kaybettikten sonra sırtüstü merdivenden düşüp yere çarpmaktadır. (Bu durum olası olarak görülebilir.)
- 6) Çalışan yere düştükten sonra kurulu mobil iskelenin dengesi bozulmuştur ve işçi üzerine devrilmiştir. (Bu durum beklenmez ama olabilir olarak görülebilir.)
- 7) Çalışan ölmüştür. (Bu durum beklenmez olarak görülebilir.)

Adım 2: Durumun risk analizini ve değerlendirmesini yapıp katsayı belirleyecek olursak

Şiddet: Ölümlü kaza ile sonuçlandığı için $\$ = 15$ 'tir.

Frekans: Tehlikeli olay (Merdiveni tek elle kavrayarak çıkması) ara sıra olarak karşılaşıacağı bir durum olduğu için $F = 3$ 'dur.

Olasılık: Tüm kaza zinciri göz önüne alındığında olayın gerçekleşme ihtimali olası olur.
 $O = 3$

Adım 3: Tüm verilen değerler risk faktörü formülünde yerine konulduğunda çıkan sonuç

$$R.F. = \$ \times F \times O \quad (3.2)$$

$$R.F. = 15 \times 3 \times 3 \quad (3.3)$$

$$R.F. = 135 \quad (3.4)$$

olarak bulunur.

Adım 4: Çıkan bu sonuç **Önemli Risk**'tir. Düzeltme yapılması gerektiğine işaret eder. Alınacak tedbirler ise

- Çalışana malzemelerini taşıyacağı kemer verilmesi
- Malzemeleri yukarı bağımsız bir şekilde kaldırmasını sağlayacak şekilde mobil iskele üzerine monte edilecek basit bir kaldırma mekanizması temin edilmesi olur.

Adım 5: Gerekli tedbirler alındıktan sonra adımların başına geri dönülerek tekrar edilir, ancak kaza zinciri ve değerler şu şekilde değişir:

Adım 1: Kaza zinciri genel anlamda bozulmaz ancak kaza zincirinin 3. ve 4. adımları alınan tedbirlerden dolayı olması beklenmez. Bu durumda tehlikeli olay 3. ve 4. adım yerine yazılacak olan "Çalışan merdivende dengesini kaybeder. Bu durum Beklenmez fakat olabilir olur. (Bu durum yeni tehlikeli olaydır.)" olarak değiştirilir.

Adım 2:

Şiddet: Ölümlü kaza ile sonuçlandığı için $\$ = 15$ 'tir.

Frekans: Tehlikeli olay (dengesini kaybederek düşmesi) ara sıra karşılaşıacağı bir durum olduğu için $F = 3$ olur.

Olasılık: Tüm kaza zinciri göz önüne alındığında olayın gerçekleşme ihtimali Beklenmez fakat olabilir olur. $O = 0,5$

Adım 3: Tüm verilen değerler risk faktörü formülünde yerine konulduğunda çıkan sonuç

$$R.F. = \$ \times F \times O \quad (3.2)$$

$$R.F. = 15 \times 3 \times 0,5 \quad (3.5)$$

$$R.F. = 22,5 \quad (3.6)$$

Adım 4: Çıkan bu sonuç **Olası Risk**'tir. Gözlemlenilen bir şekilde yapılmasına izin verilir.

3.4. FINE-KINNEY METODUNDA YENİ BİR YAKLAŞIM

3.4.1. Yeni Yaklaşımın Amacı

Bu yaklaşımda karma risk değerlendirme metotları arasında yer alan, inşaat sektöründe sıklıkla kullanılan Fine-Kinney metodu farklı bir şekilde ele alınmıştır. Bu yaklaşımda klasik metottaki ihtimal ve frekans skalalarına alternatif skalalar oluşturulmuştur. Daha yüksek ihtimale ve daha sık frekansa sahip tehlikelerin skaladaki puanları yükseltilerek hassasiyet ve önem dereceleri daha da arttırılmıştır. Geliştirilen yaklaşım risk değerlendirmesinde veriler değiştirilerek uygulanmış ve farklı interpolasyon metotlarıyla oluşturulmuş skalaların yaratmış olduğu olumlu ve olumsuz etkiler incelenmiştir. Geliştirilen yaklaşım ile elde edilen risk puanlarının, klasik Fine-Kinney metodunun risk puanlarına göre daha hassas olarak ölçüm yaptığı, böylece aksiyon planı alınacak ve işlerin öncelik sıralaması değişerek, daha yüksek öneme sahip risklerin farkındalığı arttırılmıştır [26].

3.4.2. Yeni Frekans ve Olasılık Tabloları

Kinney 1976'da yaptığı çalışmada frekans ve olasılık tablolarını belirlerken; birden ona derecelendirmeyi seçmiştir. Bu derecelendirmede 10 değerini ve 1 değerini referans noktasını baz alarak ara değerleri tecrübe ve bilgi ile belirlemiştir. 1'den düşük değerler için neredeyse imkânsız değeri olan 0,1'i de referans noktası kabul ederek yine ara değerleri tecrübe ve bilgi ile belirlemiştir [26].

Aynı şekilde frekans tablosunu da şekillendiren Kinney 10 değerini ve 1 değerini referans noktası olarak ara değerleri, kendi tabiri ile gözlem, tecrübe ve bilgi ile belirlemiştir. 1'den düşük tek değer olduğu ve bu nedenle başka bir referans noktası alınamadığı için ekstrapolasyon yöntemi ile ilgili noktayı çok seyrek olarak isimlendirerek bu değeri 0,5 olarak belirlemiştir [26].

Olasılık ve frekans tabloları iki farklı interpolasyon türü ile hesaplanmıştır. Bu interpolasyon türleri doğrusal interpolasyon ve doğrusal-olmayan interpolasyondur. Fine-Kinney referans noktaları baz alınarak yapılan hesaplamalarda bulunan sonuçlar Tablo 3.5. ve Tablo 3.6.'da verilmiştir [26]:

Tablo 3.5. Fine-Kinney frekans değerleri karşılaştırma tablosu [26]

Frekans*	Klasik Fine- Kinney	Doğrusal İnterpolasyon	Doğrusal Olmayan İnterpolasyon
Sürekli	10	10	10
Sık (Günde bir)	6	7,75	8,8
Ara sıra (Haftada bir)	3	5,5	7
Sık değil (Ayda bir)	2	2,25	4,4
Seyrek (Yılda birkaç defa)	1	1	1
Çok seyrek (Yılda bir)	0,5	0,5	0,54

Tablo 3.6. Fine-Kinney olasılık değerleri karşılaştırma tablosu [26]

Olasılık*	Klasik Fine- Kinney	Doğrusal İnterpolasyon	Doğrusal Olmayan İnterpolasyon
Beklenir, kesin	10	10	10
Yüksek/oldukça mümkün olası	6	7	8,2
Olası	3	4	5,2
Mümkün fakat düşük	1	1	1
Beklenmez fakat olabilir	0,5	0,66	0,61
Beklenmez	0,2	0,33	0,45
Neredeyse imkânsız	0,1	0,1	0,1

4. BULGULAR

Tez çalışmasının bu bölümünde risk değerlendirmesindeki bulgulara yer verilmiştir. Risk analizi 8 farklı saha bölümünde yapılmıştır. Bunlar:

- 1) Mobil iskeleler
- 2) Çatı ringi çalışma platformu ve iş iskelesi
- 3) Yüksekte çalışma
- 4) Hava şartları
- 5) Çelik çatı halat çalışmaları
- 6) Saha içi BIGLIFT operasyonu
- 7) Kimyasal maddeler
- 8) Malzeme sevkiyatı, kaldırma, indirme, istif ve depolama operasyonudur.

Bu bölümlerde toplamda 178 risk tespit edilmiş olup saha bölümü başına risk sayıları Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Saha bölümlerine göre risk sayıları

Saha/Durum/Olay	Risk Sayısı
Mobil İskeleler	26
Çatı Ringi Çalışma Platformu ve İş İskelesi	46
Yüksekte Çalışma	15
Hava Şartları	4
Çelik Çatı Halat Çalışmaları	17
Saha İçi BIGLIFT Operasyonu	16
Kimyasal Maddeler	9
Malzeme Sevkiyatı, Kaldırma, İndirme, İstif Ve Depolama Operasyonu	45
Toplam	178

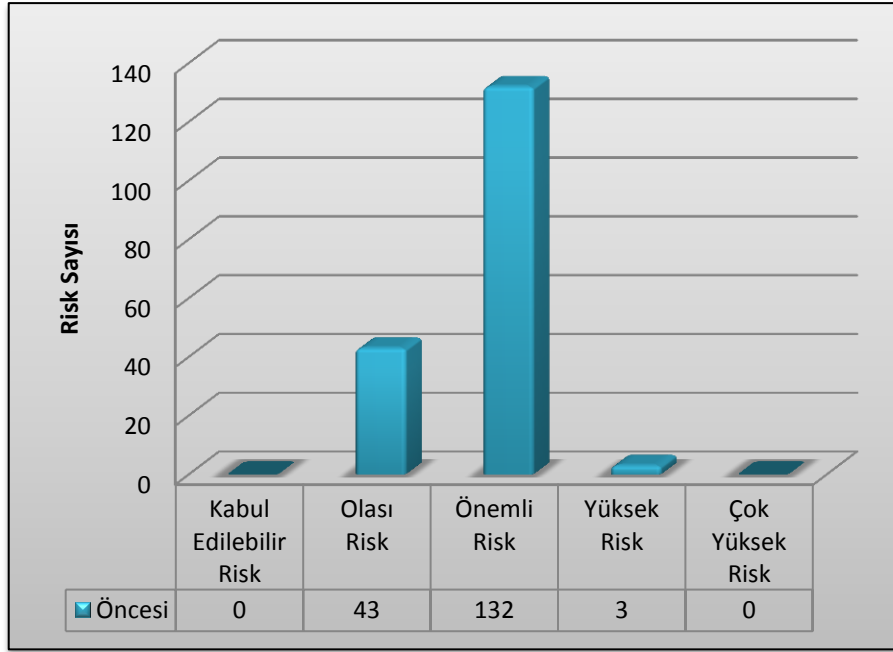
4.1. RİSK DEĞERLENDİRMELERİNİN RİSK DEĞERLERİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

Fine-Kinney metodu ile yapılan risk değerlendirmesi Kinney'in çalışmasında verilen tablolar ile yapılmıştır. Bu kullanılan değerler Bölüm 3.3.'te aktarılan yeni yaklaşım değerleriyle karıştırılmaması için daha sonra "Klasik Fine-Kinney" değerleri olarak adlandırılacaktır. Metoda yeni yaklaşım ile belirlenmiş değerler ise sırasıyla "Doğrusal İnterpolasyon" ve "Doğrusal-Olmayan İnterpolasyon" değerleri olarak adlandırılacaktır. Tablolarda ve

grafiklerde ifade edilen; risk değerlendirmesi ile çıkan sonuçlar “Öncesi”, risk analizinin sonucunda alınan önlemler ve tedbirlerden sonra yapılan risk değerlendirmesi sonuçları ise “Sonrası” olarak tabir edilecektir.

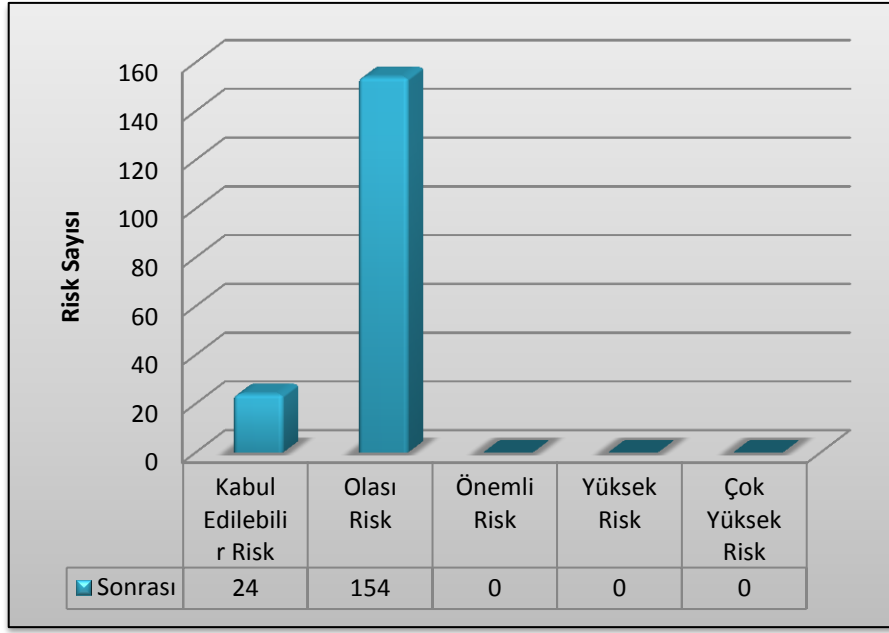
4.1.1. Klasik Fine-Kinney Risk Değerleri

Risk değerlendirmesinin sonucunda Klasik Fine-Kinney değerleri ile alınan sonuçlar Grafik 4.1. ve Grafik 4.2.’de risk değerlendirmesi öncesi (risk analizi) ve sonrası olarak gösterilmiştir.



Grafik 4.1. Klasik Fine-Kinney değerleri ile risk analizi

Klasik Fine-Kinney değerleri kullanılarak yapılan risk analizinde; 178 adet olan toplam risk sayısınının 3’ü yüksek risk, 132’si önemli risk ve 43’ü olası risk olarak tespit edilmiştir. Çok yüksek risk ve Kabul Edilebilir Risk değer aralığına ulaşan bir risk skoruna rastlanmamıştır. (Grafik 4.1.)

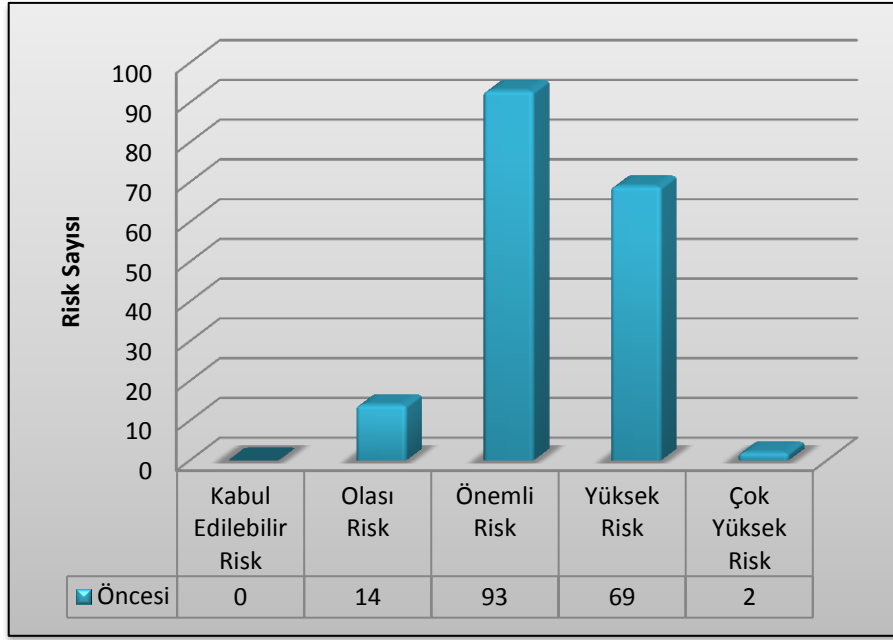


Grafik 4.2. Klasik Fine-Kinney değerleri ile risk değerlendirme

Değerlendirme sonrasında önemli ve yüksek risklerin hepsi alt seviyelere düşürülmüştür. Risk değerlendirme sonucunda 178 risk etmeninin 154'ü olası risk, 24'ü kabul edilebilir risk olarak tespit edilmiştir. (Grafik 4.2.)

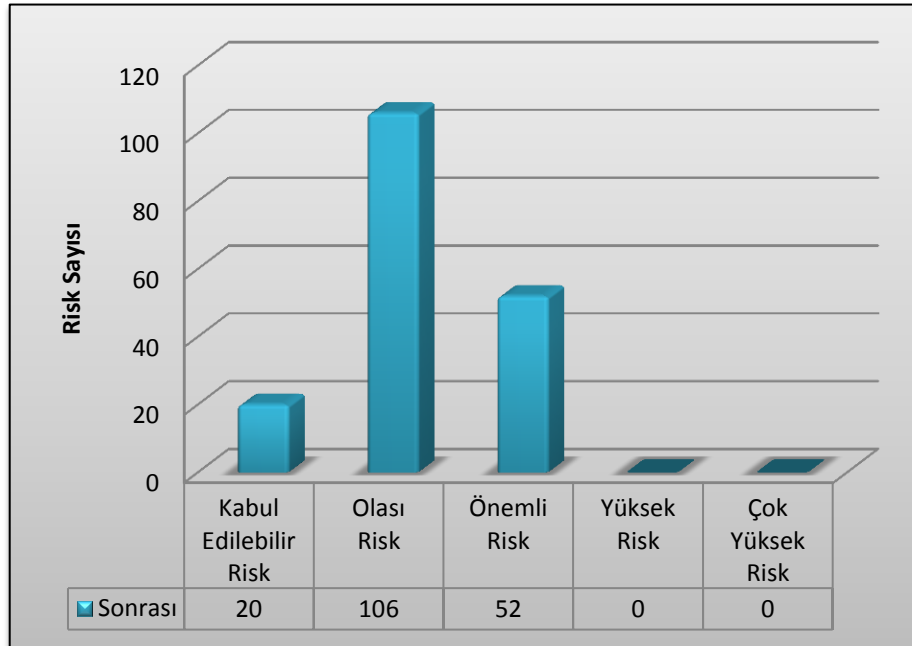
4.1.2. Doğrusal İnterpolasyon Risk Değerleri

Risk değerlendirme Doğrusal İnterpolasyon tablolarında belirtilen değerler kullanılarak yapıldığında elde edilen sonuçlar şu şekildedir:



Grafik 4.3. Doğrusal İnterpolasyon değerleri ile risk analizi

Doğrusal İnterpolasyon değerleri kullanılarak yeniden hesaplanan risk analizinde; 178 adet olan toplam risk sayısının 2'si çok yüksek risk, 69'u yüksek risk, 93'ü önemli risk ve 14'ü olası risk olarak tespit edilmiştir. Kabul edilebilir risk değer aralığına denk gelen bir risk skoruna rastlanmamıştır. (Grafik 4.3.)

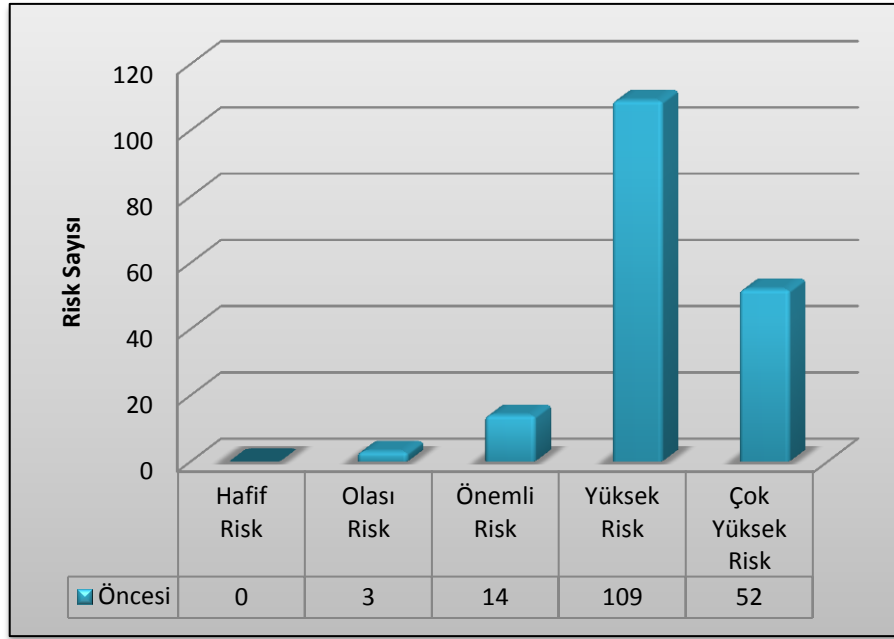


Grafik 4.4. Doğrusal İnterpolasyon değerleri ile risk değerlendirme

Değerlendirme sonrasında yüksek ve çok yüksek risklerin hepsi alt seviyelere düşürülmüştür. Risk değerlendirmesi sonucunda 178 risk etmeninin 52'si önemli risk, 106'sı olası risk, 20'si kabul edilebilir risk olarak tespit edilmiştir. (Grafik 4.4.)

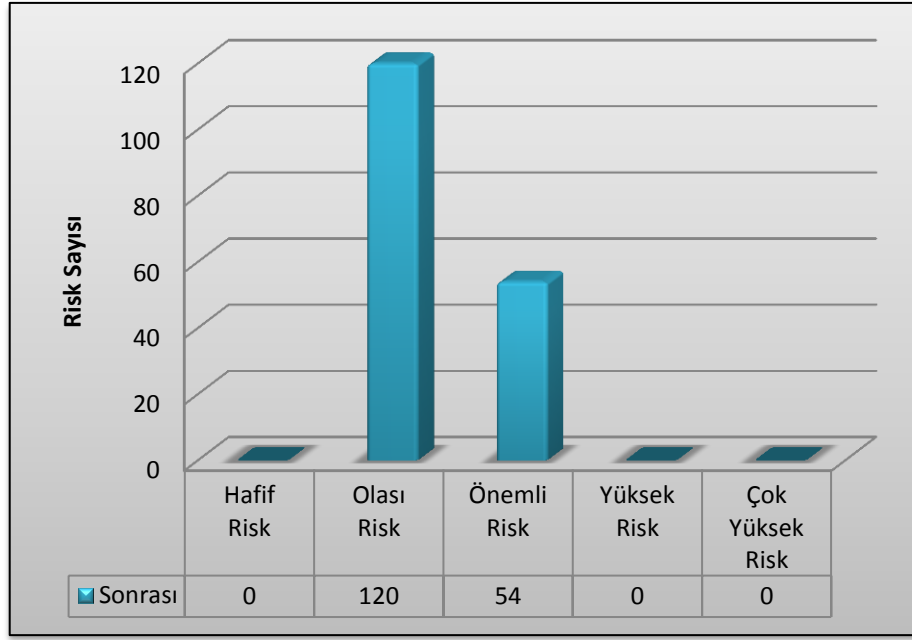
4.1.3. Doğrusal-Olmayan İnterpolasyon Risk Değerleri

Risk değerlendirmesi Doğrusal-Olmayan İnterpolasyon tablolarında belirtilen değerler kullanılarak yapıldığında elde edilen sonuçlar şu şekildedir:



Grafik 4.5. Doğrusal-Olmayan İnterpolasyon değerleri ile risk analizi

Doğrusal İnterpolasyon değerleri kullanılarak yeniden hesaplanan risk analizinde; 178 adet olan toplam risk sayısının 52'si çok yüksek risk, 109'u yüksek risk, 14'ü önemli risk ve 3'ü olası risk olarak tespit edilmiştir. Kabul edilebilir risk değer aralığına denk gelen bir risk skoruna rastlanmamıştır. (Grafik 4.5.)

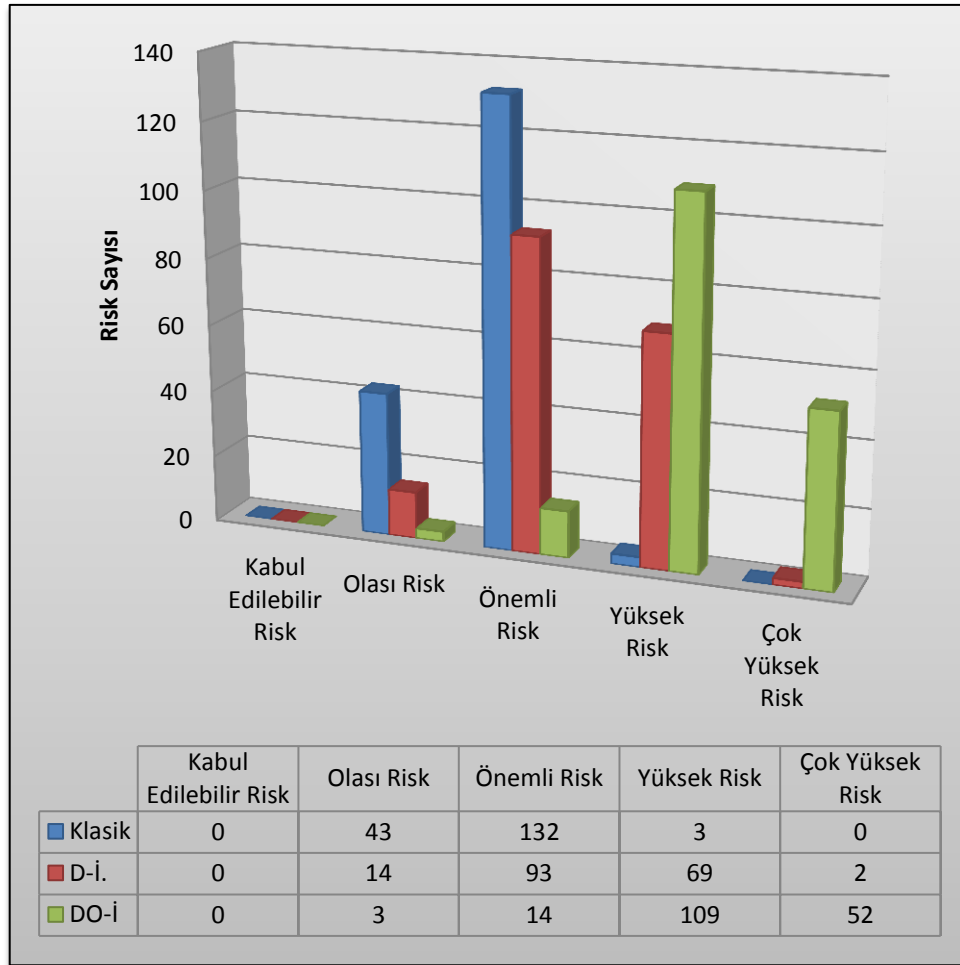


Grafik 4.6. Doğrusal-Olmayan İnterpolasyon değerleri ile risk değerlendirme

Değerlendirme sonrasında yüksek ve çok yüksek risklerin hepsi alt seviyelere düşürülmüştür. Risk değerlendirme sonucunda 178 risk etmeninin 54'ü önemli risk, 120'si olası risk, 4'ü kabul edilebilir risk olarak tespit edilmiştir. (Grafik 4.6.)

4.1.4. Karşılaştırmaya Genel Bakış

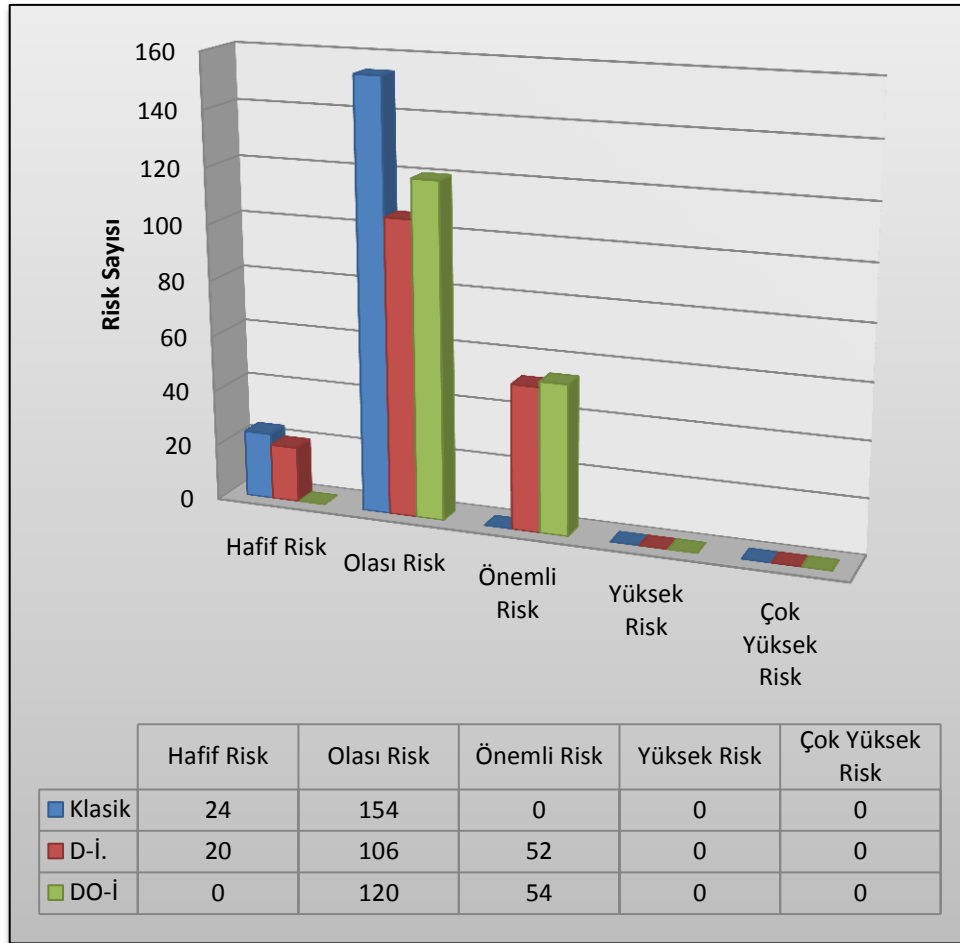
Üç farklı şekilde puanlamaya tabi tutulan risk analizinin düzeltici ve önleyici öneriler getirilmeden önceki karşılaştırmalı grafiği şu şekildedir:



Grafik 4.7. Klasik Fine-Kinney ve interpolasyonlu değerlerin risk analizi karşılaştırması

Grafik 4.7.'de görüldüğü üzere klasik fine-kinney değerleri kullanılarak değerlendirilen riskler interpolasyon değerleri kullanılarak değerlendirilen risklere göre daha düşük orandadır. Katsayıların verdiği farklılıklar göze çarpmakta olup, doğrusal-olmayan interpolasyon değerleriyle yapılan risk değerlendirmesinde çok yüksek risk faktörü diğer değerlendirmelere göre fark edilir oranda fazladır. Aynı şekilde yüksek risk faktöründe klasik fine-kinney değerlendirmesine göre yaklaşık 37 kat, interpolasyon değerlendirmesine göre de yaklaşık 1,5 kat farklılık göze çarpmaktadır. Her üç risk analizinde de kabul edilebilir risk, risk derecelendirme sınıfına girecek risk tespit edilmemiştir.

Üç farklı şekilde puanlamaya tabi tutulan risk değerlendirmelerinin düzeltici ve önleyici öneriler getirildikten sonraki karşılaştırmalı grafiği şu şekildedir:



Grafik 4.8. Klasik Fine-Kinney ve interpolasyonlu değerlerin risk değerlendirmesi karşılaştırması

Düzeltilici ve önleyici faaliyetler sonrasındaki risk derecendirmelerinin Grafik 4.8’de gösterilen sonuçlar incelendiğinde her üç değerlendirmede Çok Yüksek Risk ve Yüksek Risklerin ortak payda da alt seviyelere düşürüldüğü gözlenmektedir. Önemli Risklerin ise iki farklı interpolasyon değerleriyle yapılmış risk değerlendirmelerinde neredeyse eşit olduğu saptanmıştır.

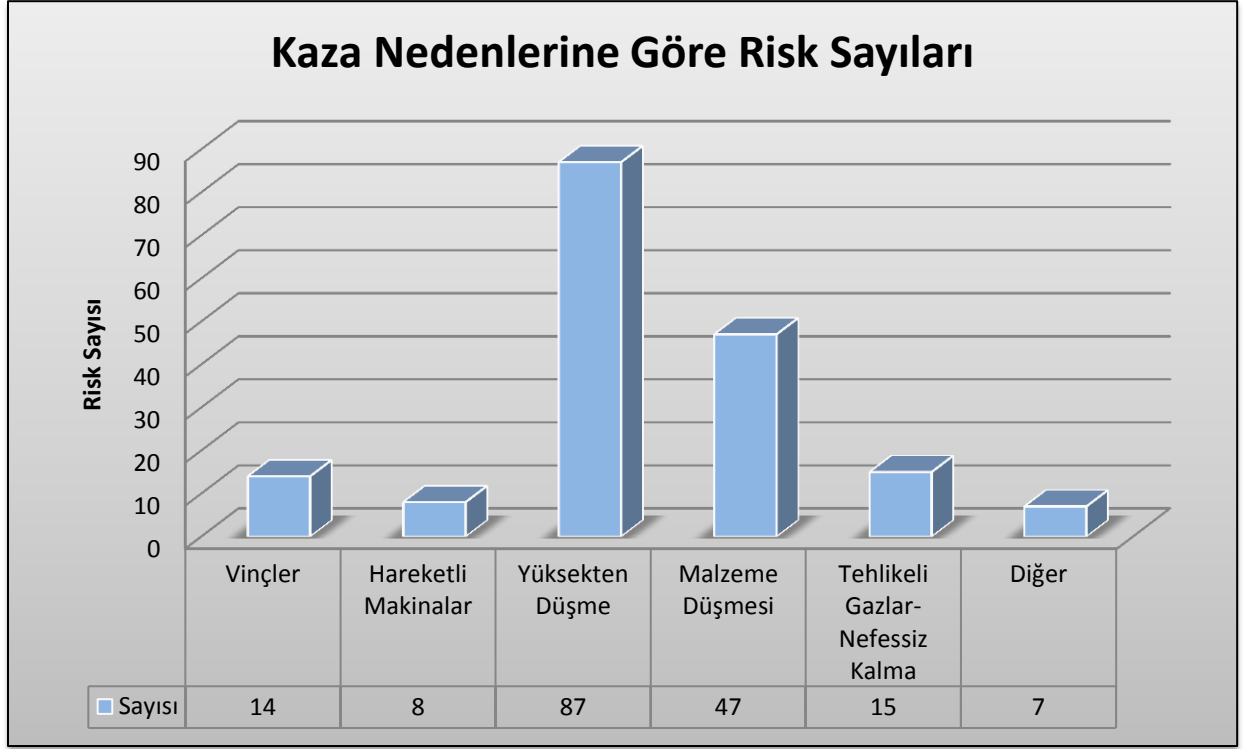
4.2. RİSK DEĞERLENDİRME RİSK SKORLARININ KAZA NEDENLERİ YÖNÜNDE İNCELENMESİ

Çelik sektöründe en çok karşılaşılan kazalar ve nedenleri aşağıdaki gibidir [27]:

- Vinçler
- Hareketli Makinalar

- Yüksekten Düşme
- Malzeme Düşmesi
- Tehlikeli Gazlar-Nefessiz Kalma

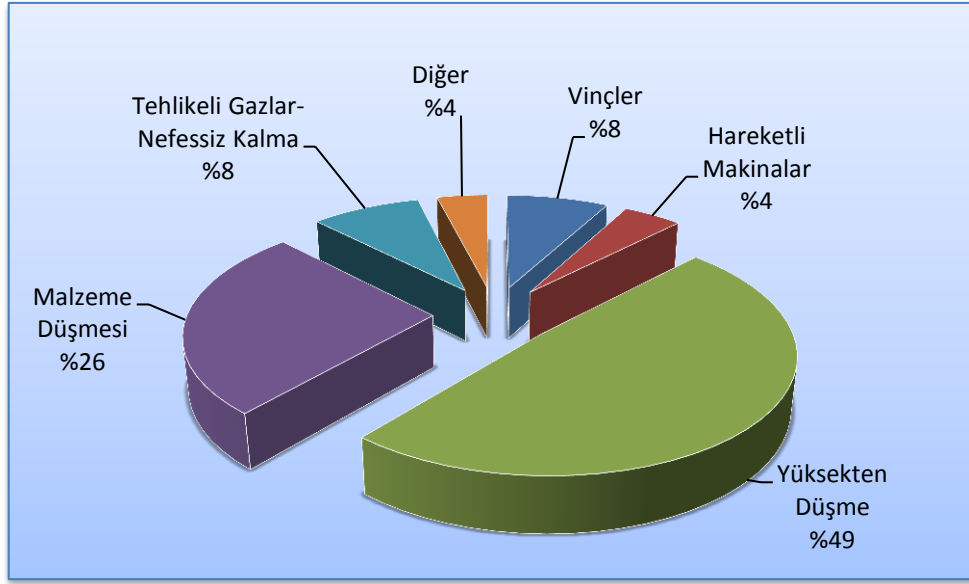
Risk değerlendirmesinde tespit edilen riskler yukarıdaki kaza nedenlerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre riskler şu şekildedir:



Grafik 4.9. Ana kaza nedenlerine göre risk sayıları

Çelik sektöründe karşılaşılan en yüksek beş ana kaza nedenine göre risk etmenleri Grafik 4.9.'da gösterildiği gibi gruplandırıldığında; vinçler ile ilgili kaza kategorisinde 14, hareketli makineler ile ilgili kaza kategorisinde 8, yüksekten düşme ile ilgili kaza kategorisinde 87, malzeme düşmesi ile ilgili kaza kategorisinde 47 ve tehlikeli gazlar-nefessiz kalma ile ilgili kaza kategorisinde 15 risk etmeni bulunmaktadır. Ayrıca bu kaza kategorilerine dâhil edilemeyen 7 risk etmeni de bulunmaktadır. Bunlar da diğer olarak sınıflandırılmıştır.

Bu değerlerin, tespit edilen 178 risk etmeni içerisindeki yüzdesel oranı aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Grafik 4.10. Ana kaza nedenlerine göre risk sayılarının yüzdesel gösterimi

Grafik 4.10’da gösterildiği üzere %49’luk oranla yüksekten düşme en önemli kaza nedeni olarak öne çıkmaktadır. Bunu %26 oranla malzeme düşmesinden kaynaklı kazalar takip etmektedir.

4.2.1. Kaza Nedenleri Yönünden Klasik Fine-Kinney Değerleri

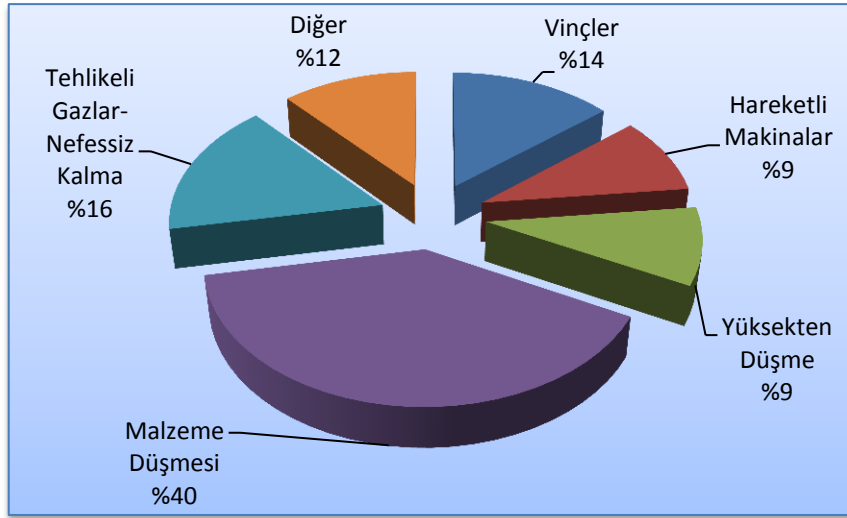
Risklerin sınıflandırılmasının sonucunda klasik fine-kinney risk değerleriyle yapılan risk değerlendirmesinin risk değer sonuçları Tablo 4.2.’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Klasik Fine-Kinney risk skorlarının kaza nedenlerine göre dağılımı

Kaza Nedenleri	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk
Vinçler	0	6	8	0	0
Hareketli Makinalar	0	4	4	0	0
Yüksekten Düşme	0	4	81	2	0
Malzeme Düşmesi	0	17	30	0	0
Tehlikeli Gazlar-Nefessiz Kalma	0	7	7	1	0
Diğer	0	5	2	0	0

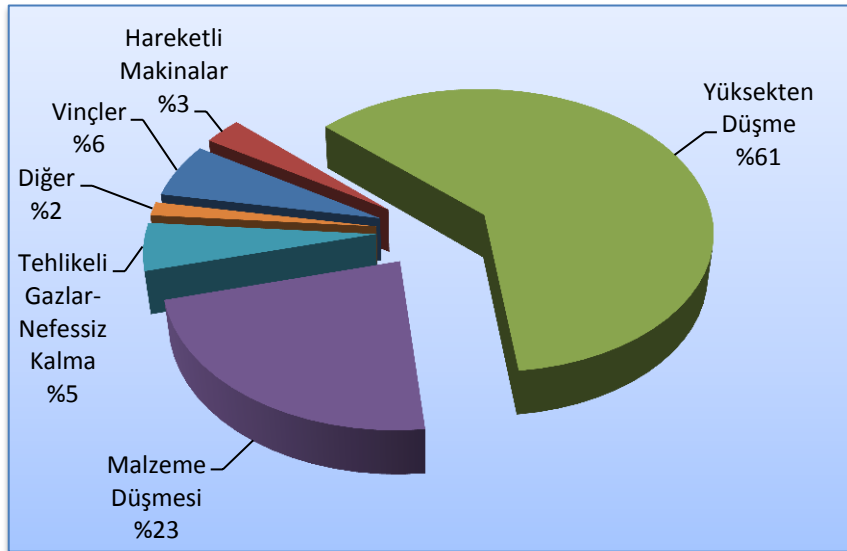
Risklerin, kaza nedenlerinin risk derecelerine göre yüzdesel dağılımı şu şekilde olmuştur:

Kaza nedenlerine göre risklerin dağılımları aşağıdaki tablolarla ifade edilmiştir:



Grafik 4.11. Klasik Fine-Kinney değerlerinin olası risk faktörlerine göre dağılımı

Klasik Fine-Kinney risk analizi sonucunda hesaplanan olası risk skorları Grafik 4.11.'de gösterilmiştir. Olası risk değerleri göz önüne alındığında %40 ile malzeme düşmesi en yüksek yüzdeyi oluşturmaktadır.

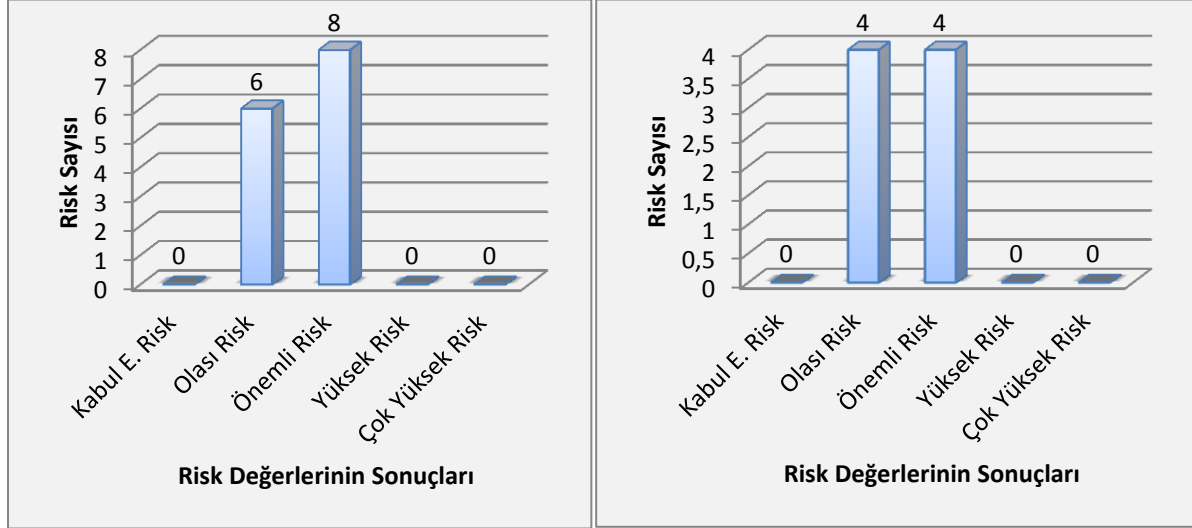


Grafik 4.12. Klasik Fine-Kinney değerlerinin önemli risk faktörlerine göre dağılımı

Klasik Fine-Kinney risk analizi sonucunda hesaplanan önemli risk skorları Grafik 4.12.'de gösterilmiştir. Önemli risk değerleri göz önüne alındığında %61 ile yüksekten düşme en

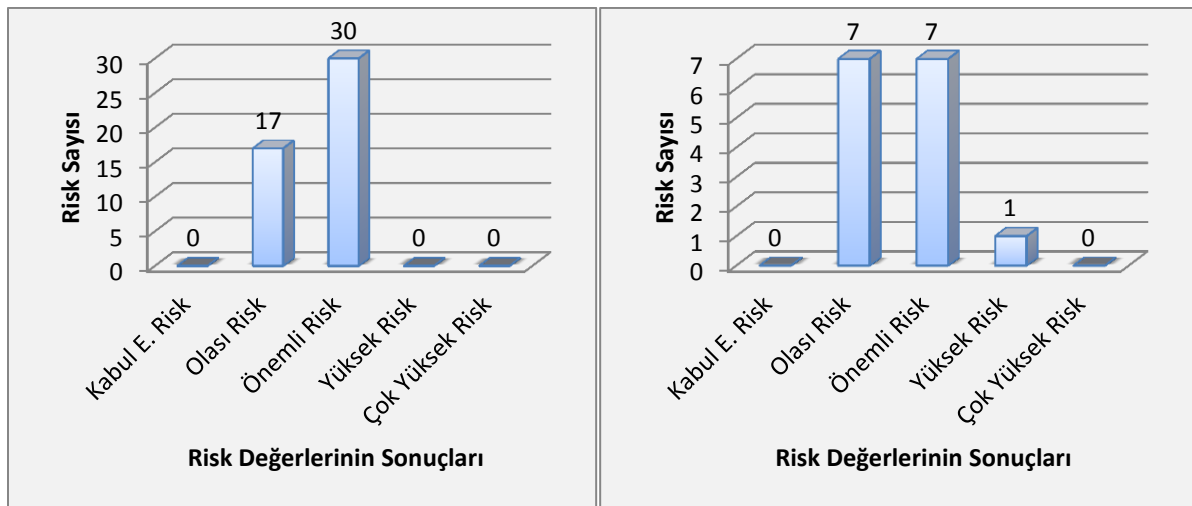
yüksek yüzdeyi oluşturmaktadır. Ayrıca grafik olarak gösterilmeyen 3 adet yüksek risk bulunmakta bunların 2'si yüksekten düşmeye, 1'i tehlikeli gazlar-nefessiz kalmaya aittir.

Kaza nedenlerine göre risklerin dağılımları aşağıdaki tablolarla ifade edilmiştir:



Grafik 4.13. Vinçlerde ve hareketli makinalarda risk değerlerinin dağılımı

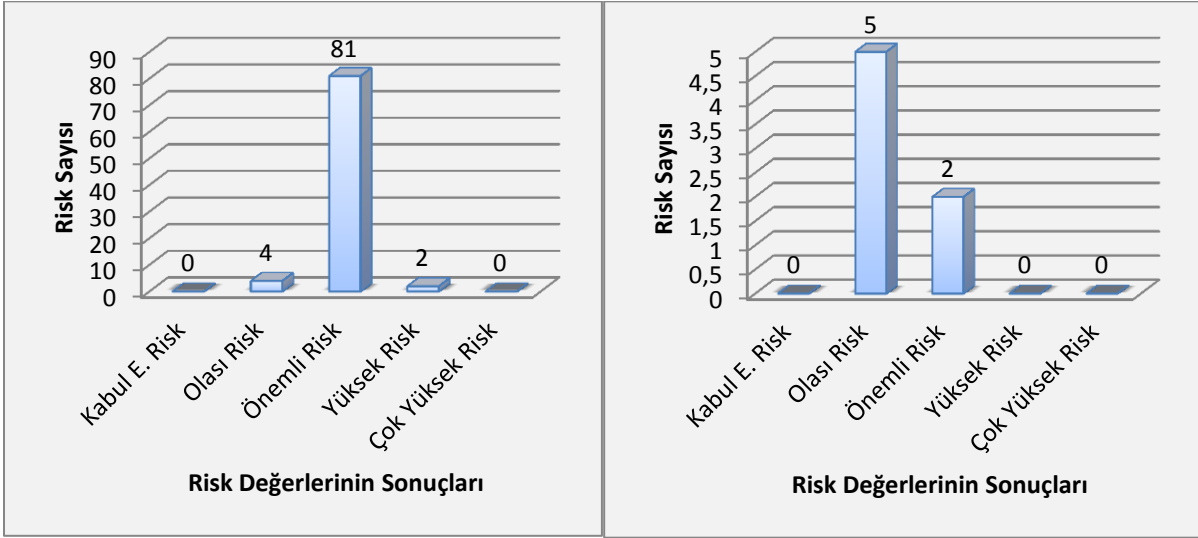
Grafik 4.13'te yer alan verilere göre; vinçlere bağlı kaza sebepleri klasik fine-kinney değerleri ile tekil olarak incelendiğinde 8 önemli risk, 6 da olası risk etmeni olduğu gözlenmektedir. Hareketli makinalarda ise önemli risk ve olası riskler eşit sayıda ve 4'er tanedir.



Grafik 4.14. Malzeme düşmesi ve tehlikeli gazlar-nefessiz kalma risk değerlerinin dağılımı

Grafik 4.14'te yer alan verilere göre; malzeme düşmesine bağlı kaza sebepleri klasik fine-kinney değerleri ile tekil olarak incelendiğinde 30 önemli risk, 17 de olası risk etmeni olduğu

gözlenmektedir. Gaz ve tehlikeli gazlar- nefessiz kalmaya bağlı risklerde ise yüksek risk 1 adet, önemli risk ve olası riskler eşit sayıda ve 7'şer tanedir.



Grafik 4.15. Yüksekten düşme ve diğer kaza nedenlerinde risk değerlerinin dağılımı

Grafik 4.15'te yer alan verilere göre; yüksekten düşmeye bağlı kaza sebepleri klasik fine-kinney değerleri ile tekil olarak incelendiğinde 2 yüksek risk, 81 önemli risk, 4 de olası risk etmeni olduğu gözlenmektedir. Beş ana kaza kategorisine girmeyen ve diğer olarak sınıflandırılan kategoride ise 2 adet önemli risk 5 adet olası risk bulunmaktadır.

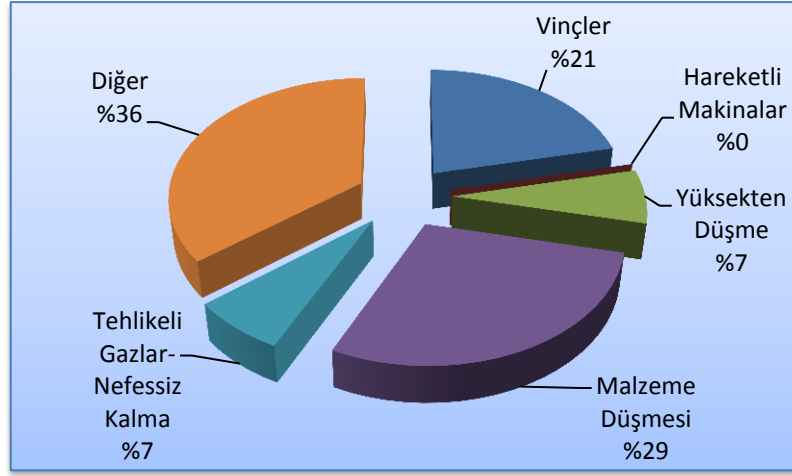
4.2.2. Kaza Nedenleri Yönünden Doğrusal İnterpolasyon Değerleri

Risklerin sınıflandırılmasının sonucunda doğrusal interpolasyon risk değerleriyle yapılan risk değerlendirmesinin risk değer sonuçları Tablo 4.3.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Doğrusal interpolasyon risk skorlarının kaza nedenlerine göre dağılımı

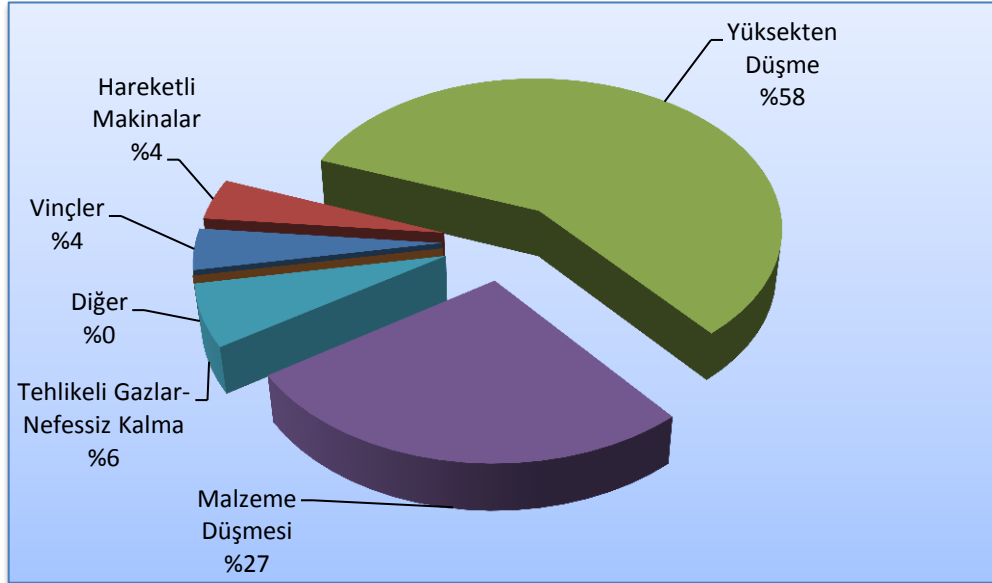
Kaza Nedenleri	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk
Vinçler	0	3	4	7	0
Hareketli Makinalar	0	0	4	4	0
Yüksekten Düşme	0	1	54	30	2
Malzeme Düşmesi	0	4	25	18	0
Tehlikeli Gazlar-Nefessiz Kalma	0	1	6	8	0
Diğer	0	5	0	2	0

Risklerin, kaza nedenlerinin risk derecelerine göre yüzdesel dağılımı şu şekilde olmuştur:



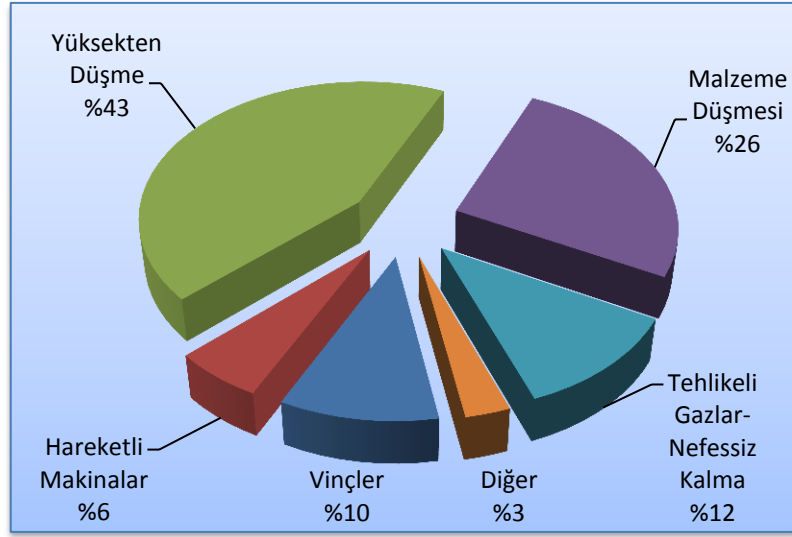
Grafik 4.16. Doğrusal interpolasyon değerlerinin olası risk faktörlerine göre dağılımı

Doğrusal interpolasyon risk analizi sonucunda hesaplanan olası risk skorları Grafik 4.16.'da gösterilmiştir. Olası risk değerleri göz önüne alındığında %36 ile diğer kaza nedenleri en yüksek yüzdeyi oluşturmaktadır. Bunu %29 ile malzeme düşmesi takip etmektedir.



Grafik 4.17. Doğrusal interpolasyon değerlerinin önemli risk faktörlerine göre dağılımı

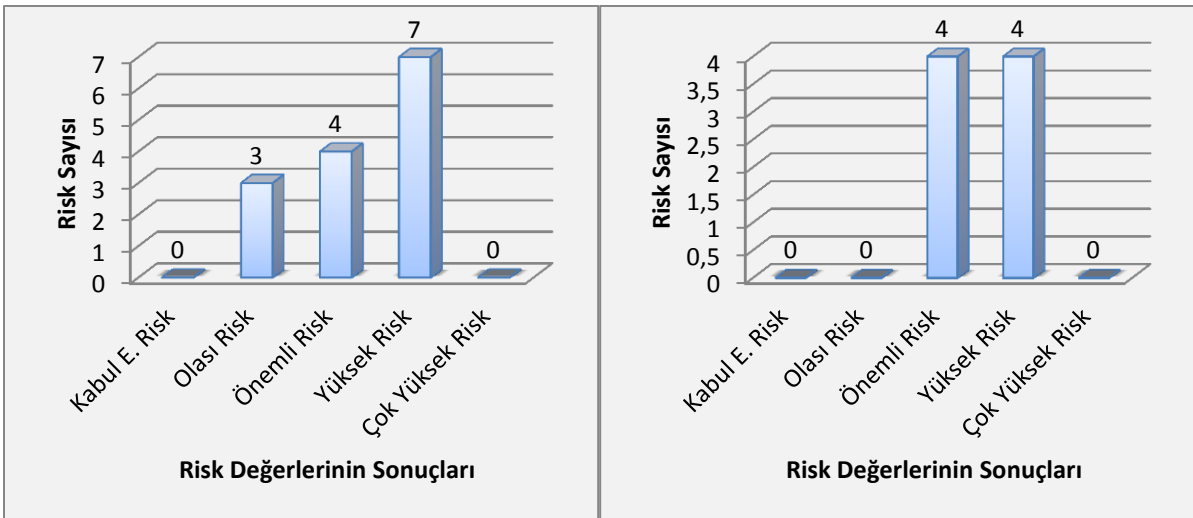
Doğrusal interpolasyon risk analizi sonucunda hesaplanan önemli risk skorları Grafik 4.17.'de gösterilmiştir. Önemli risk değerleri göz önüne alındığında %58 ile yüksekten düşme en yüksek yüzdeyi oluşturmaktadır.



Grafik 4.18. Doğrusal interpolasyon değerlerinin yüksek risk faktörlerine göre dağılımı

Doğrusal interpolasyon risk analizi sonucunda hesaplanan yüksek risk skorları Grafik 4.18.'de gösterilmiştir. Yüksek risk değerleri göz önüne alındığında %43 ile yüksekten düşme en yüksek yüzdeyi oluşturmaktadır.

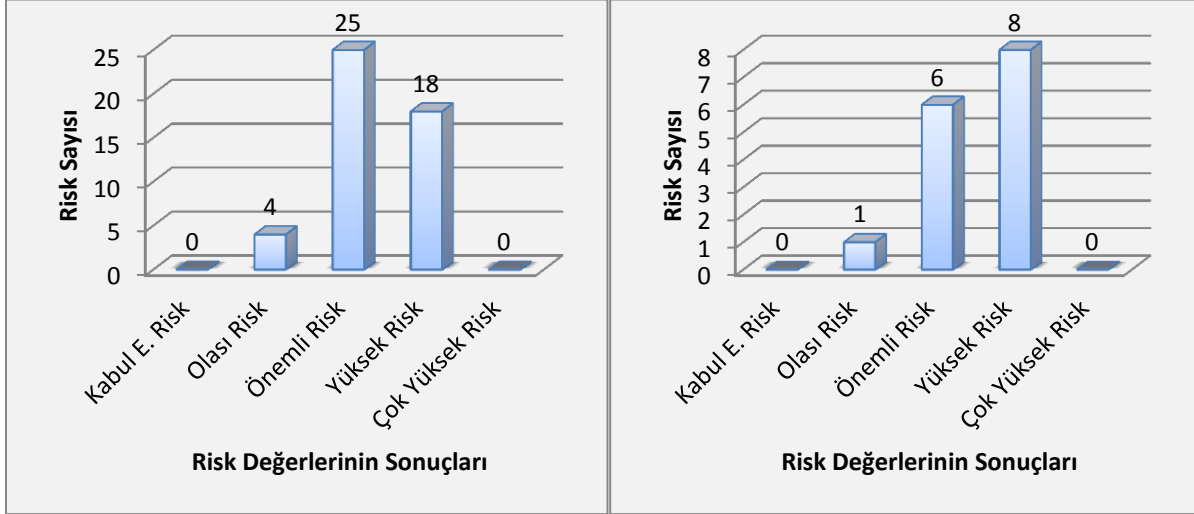
Doğrusal İnterpolasyon değerleriyle yapılan risk değerlendirmesinde 2 adet çok yüksek risk bulunmaktadır. Bu riskler %100 olarak yüksekten düşme kategorisine aittir.



Grafik 4.19. Vinçlerde ve hareketli makinalarda risk değerlerinin dağılımı

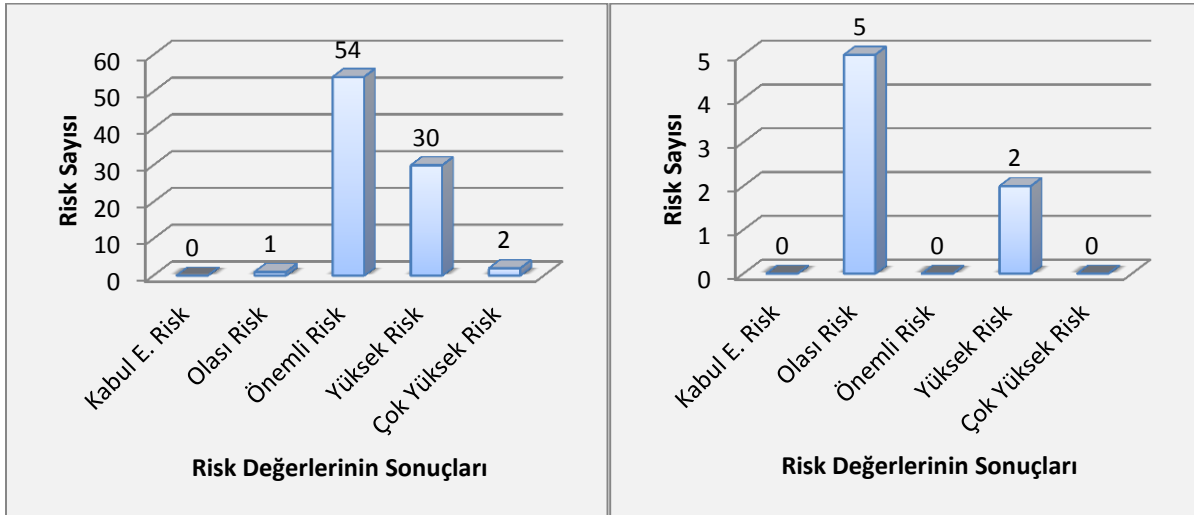
Grafik 4.19'da yer alan verilere göre; vinçlere bağlı kaza sebepleri doğrusal interpolasyon değerleri ile tekil olarak incelendiğinde 7 yüksek risk, 4 önemli risk, 3 de olası risk etmeni

olduğu gözlenmektedir. Hareketli makinalarda ise yüksek risk ve önemli riskler eşit sayıda ve 4'er tanedir.



Grafik 4.20. Malzeme düşmesi ve tehlikeli gazlar-nefessiz kalma risk değerlerinin dağılımı

Grafik 4.20’de yer alan verilere göre; malzeme düşmesine bağlı kaza sebepleri doğrusal interpolasyon değerleri ile tekil olarak incelendiğinde 18 yüksek risk, 25 önemli risk, 4 de olası risk etmeni olduğu gözlenmektedir. Tehlikeli gazlar-nefessiz kalmaya bağlı risklerde ise 8 yüksek risk, 6 önemli risk ve 1 olası risk etmeni olduğu hesaplanmıştır.



Grafik 4.21. Yüksekten düşme ve diğer kaza nedenlerinde risk değerlerinin dağılımı

Grafik 4.21’de yer alan verilere göre; yüksekten düşmeye bağlı kaza sebepleri doğrusal interpolasyon değerleri ile tekil olarak incelendiğinde 2 çok yüksek risk, 30 yüksek risk, 54 önemli risk, 1 de olası risk etmeni olduğu gözlenmektedir. Beş ana kaza kategorisine girmeyen ve diğer olarak sınıflandırılan kategoride ise 2 adet yüksek risk 5 adet olası risk bulunmaktadır.

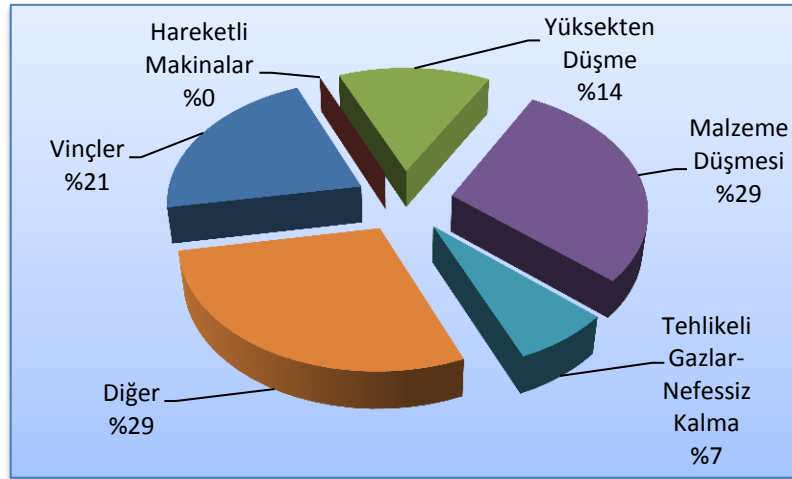
4.2.3. Kaza Nedenleri Yönünden Doğrusal-Olmayan İnterpolasyon Değerleri

Risklerin sınıflandırılmasının sonucunda Doğrusal-Olmayan İnterpolasyon risk değerleriyle yapılan risk değerlendirmesinin risk değer sonuçları Tablo 4.4.’te gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Doğrusal-olmayan interpolasyon risk skorlarının kaza nedenlerine göre dağılımı

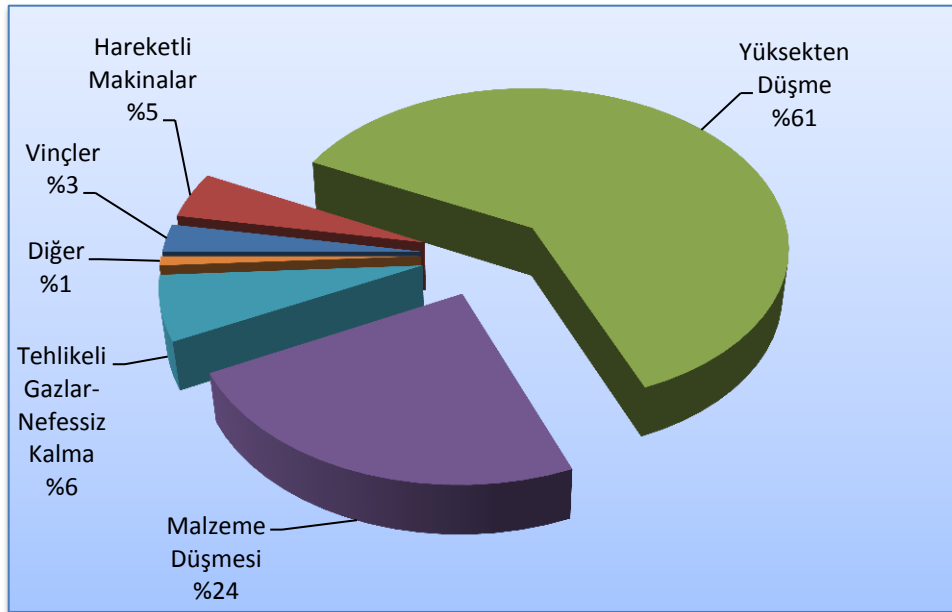
Kaza Nedenleri	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk
Vinçler	0	1	3	3	7
Hareketli Makinalar	0	0	0	5	3
Yüksekten Düşme	0	0	2	67	18
Malzeme Düşmesi	0	1	4	26	16
Tehlikeli Gazlar-Nefessiz Kalma	0	0	1	7	7
Diğer	0	1	4	1	1

Grafik olarak gösterilmeyen 3 adet olası risk bulunmaktadır. Bu risk etmenleri 1’er adettir ve eşit olarak vinçlere, malzeme düşmesine ve diğer kategorilerine dağılmıştır. Kaza nedenlerine göre risklerin dağılımları aşağıdaki tablolarla ifade edilmiştir:



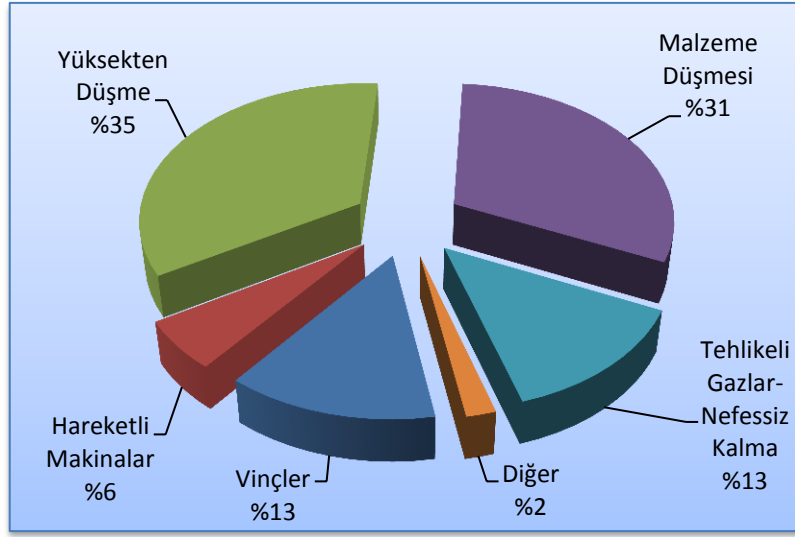
Grafik 4.22. Doğrusal-olmayan interpolasyon değerlerinin önemli risk faktörlerine göre dağılımı

Doğrusal-olmayan interpolasyon risk analizi sonucunda hesaplanan önemli risk skorları Grafik 4.22.'de gösterilmiştir. Önemli risk değerleri göz önüne alındığında %29 ile malzeme düşmesi ve diğer kaza nedenleri kategorisi en yüksek yüzdeleri oluşturmaktadır.



Grafik 4.23. Doğrusal-olmayan interpolasyon değerlerinin yüksek risk faktörlerine göre dağılımı

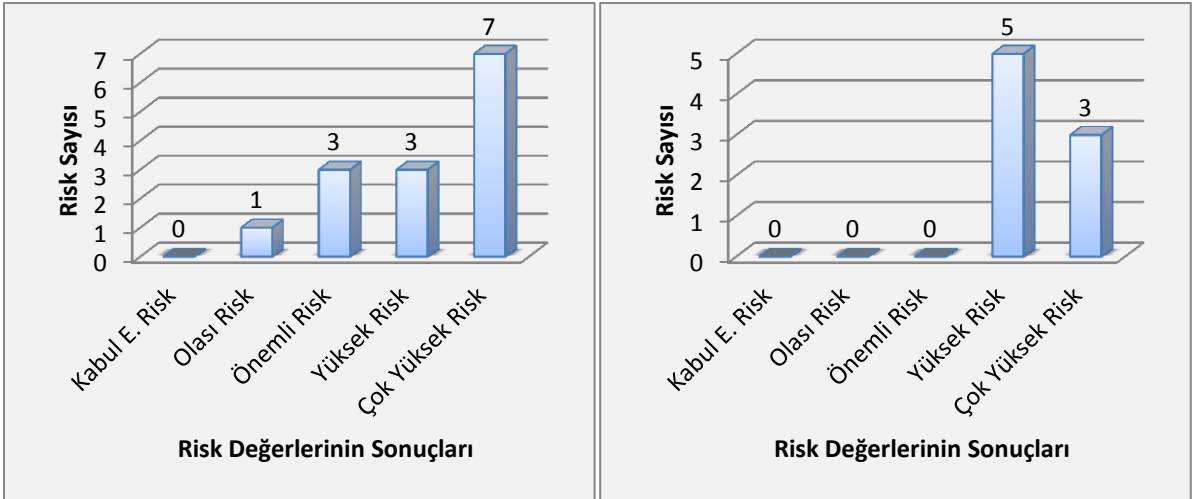
Doğrusal-olmayan interpolasyon risk analizi sonucunda hesaplanan yüksek risk skorları Grafik 4.23.'de gösterilmiştir. Yüksek risk değerleri göz önüne alındığında %61 ile yüksekten düşme en yüksek yüzdeyi oluşturmaktadır.



Grafik 4.24. Doğrusal-olmayan interpolasyon değerlerinin yüksek risk faktörlerine göre dağılımı

Doğrusal-olmayan interpolasyon risk analizi sonucunda hesaplanan çok yüksek risk skorları Grafik 4.24.'de gösterilmiştir. Çok yüksek risk değerleri göz önüne alındığında %35 ile yüksekten düşme en yüksek yüzdeyi oluşturmaktadır. Bunu %31 ile malzeme düşmesi yakın bir yüzde oranla takip etmektedir.

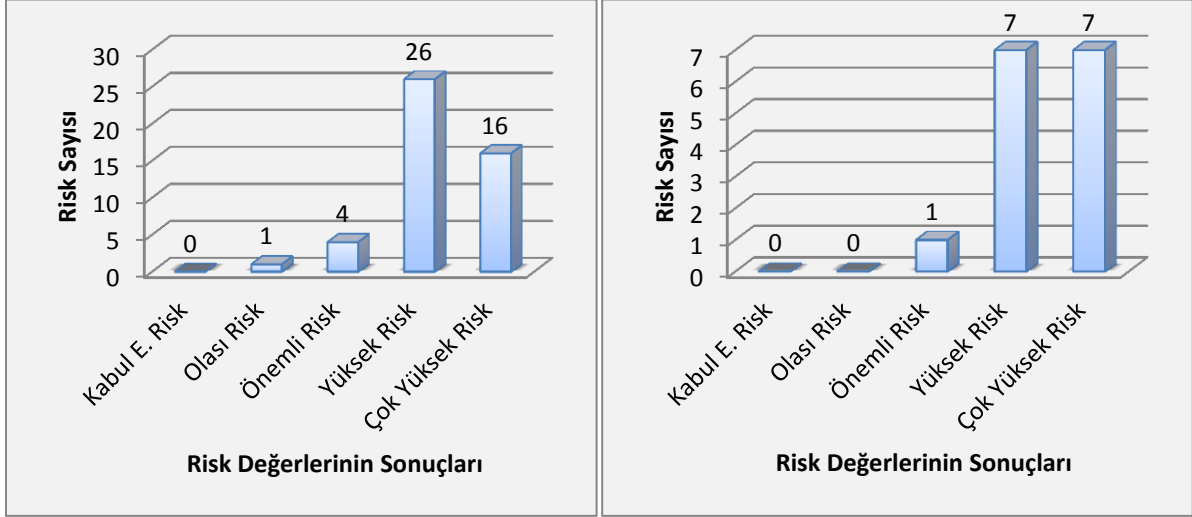
Kaza nedenlerine göre risklerin dağılımları aşağıdaki tablolarla ifade edilmiştir:



Grafik 4.25. Vinçlerde ve hareketli makinalarda risk değerlerinin dağılımı

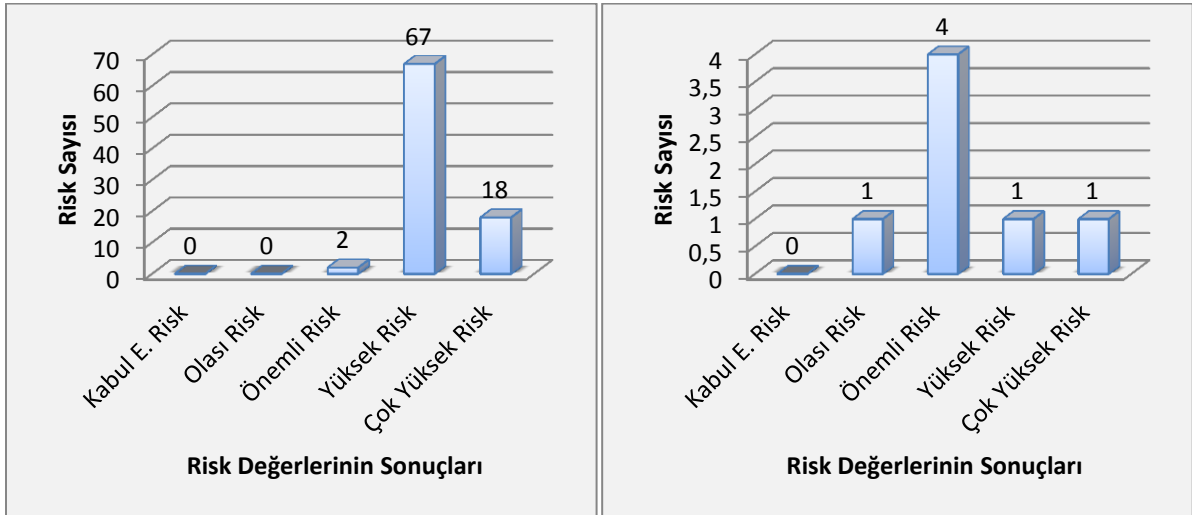
Grafik 4.25'de yer alan verilere göre; vinçlere bağlı kaza sebepleri doğrusal-olmayan interpolasyon değerleri ile tekil olarak incelendiğinde 7 çok yüksek risk, 3 yüksek risk, 3

önemli risk, 1 de olası risk etmeni olduğu gözlenmektedir. Hareketli makinalarda ise 3 çok yüksek risk, 5 yüksek risk bulunmaktadır.



Grafik 4.26. Malzeme düşmesi ve tehlikeli gazlar-nefessiz kalma risk değerlerinin dağılımı

Grafik 4.26’da yer alan verilere göre; malzeme düşmesine bağlı kaza sebepleri doğrusal-olmayan interpolasyon değerleri ile tekil olarak incelendiğinde 16 çok yüksek risk, 26 yüksek risk, 4 önemli risk, 1 de olası risk etmeni olduğu gözlenmektedir. Tehlikeli gazlar-nefessiz kalmaya bağlı risklerde ise 7 çok yüksek risk, 7 yüksek risk, 1 önemli risk olduğu hesaplanmıştır.



Grafik 4.27. Yüksekten düşme ve diğer kaza nedenlerinde risk değerlerinin dağılımı

Grafik 4.27’de yer alan verilere göre; yüksekten düşmeye bağlı kaza sebepleri doğrusal-olamayan interpolasyon değerleri ile tekil olarak incelendiğinde 18 çok yüksek risk, 67 yüksek risk, 2 önemli risk etmeni olduğu gözlenmektedir. Beş ana kaza kategorisine girmeyen ve diğer olarak sınıflandırılan kategoride ise 1 çok yüksek risk, 1 yüksek risk, 4 önemli risk ve 1 adet olası risk bulunmaktadır.

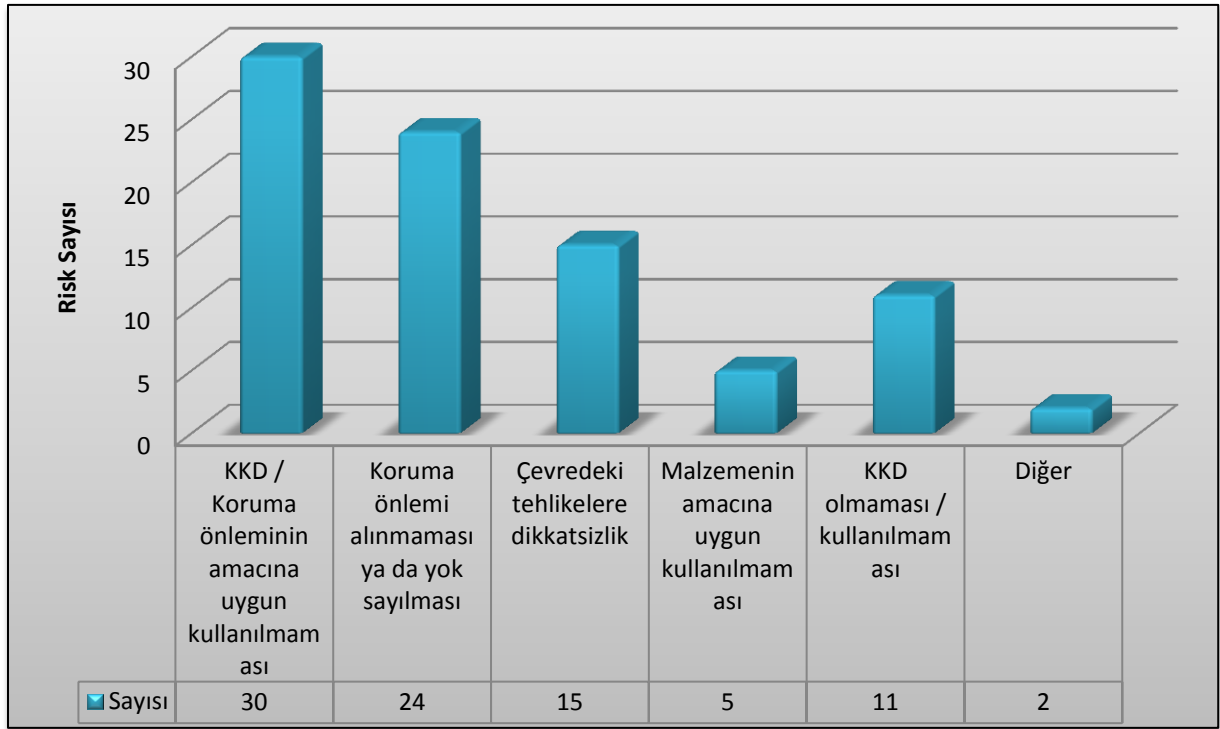
4.3. YÜKSEKTEN DÜŞME İLE SONUÇLANAN DOLAYLI FAKTÖRLER

Yapılan risk analizi sonucunda 87 adet Yüksekten Düşme ile sonuçlanacak tehlike bulunmuştur. Bu risklerin ana etmenleri risk değerlendirme tablosunda tehlike ve tehlikeli olay olarak iki ayrı sütunda tanımlanmıştır.

Yüksekten Düşme tehlikesinin dolaylı etmenleri göz önüne alındığında yapılan risk değerlendirmesinde bulunan 87 risk etmeni sınıflara ayrılmıştır. Bu sınıflandırma şu kategorileri içermektedir [27]:

- Kişisel koruyucu donanım / Koruma önleminin amacına uygun kullanılmaması
- Koruma önlemi alınmaması ya da yok sayılması
- Çevredeki tehlikelere dikkatsizlik
- Malzemenin amacına uygun kullanılmaması
- Kişisel koruyucu donanım olmaması / kullanılmaması
- Diğer

Kişisel koruyucu donanım / koruma önleminin amacına uygun kullanılmaması %34,5, koruma önlemi alınmaması ya da yok sayılması %27,6, çevredeki tehlikelere dikkatsizlik %14,2, malzemenin amacına uygun kullanılmaması %5,7 ve kişisel koruyucu donanım olmaması / kullanılmaması %12,6 değerlerini almıştır. Ayrıca bu kategoriye dâhil edilemeyen %2,3 oranda 2 adet risk etmeni bulunmaktadır. Yüksekten düşme risk etmenleri kategorilere ayrıldıktan sonraki risk adedi dağılımı Tablo 4.28’de verilmiştir:



Grafik 4.28. Yüksekten düşmeye sebep olan dolaylı faktörler

4.4. KATSAYILARIN FARKLILIKLARININ ETKİSİ

4.4.1. Katsayı Farklılıklarından Kaynaklı Risk Seviyesi Değişen Risk Etmenleri

Yeni yaklaşımlar ile yükselen katsayıların risk değerlendirmesinde kullanılması sonucunda risk etmenlerinin bir bölümünün klasik fine-kinney risk değerlendirmesi risk seviyelerine göre üst risk seviyelerine geçmiş olduğu görülmüştür. Bu değişimlerin genel görünümü ve yüzdesel dağılımı Tablo 4.5 ve Tablo 4.6’da verilmiştir:

Tablo 4.5. Yeni yaklaşım ile değişen değerlerin sayısal gösterimi

Geçiş Durumları	Doğrusal İnt. Değerlerine Geçiş	Doğrusal-Olmayan İnt. Değerlerine Geçiş
Olası-Olası	14	3
Olası-Önemli	29	13
Olası-Yüksek	0	27
Önemli-Önemli	64	1
Önemli-Yüksek	68	81
Önemli-Çok Yüksek	0	50
Yüksek-Yüksek	1	1
Yüksek-Çok Yüksek	2	2

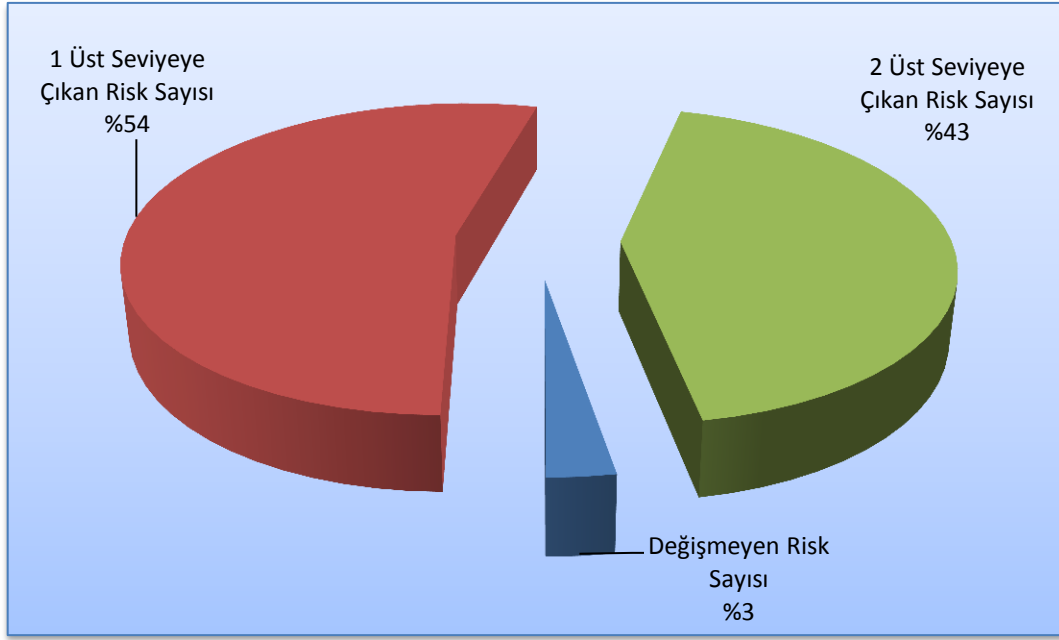
Tablo 4.6. Yeni yaklaşım ile değişen değerlerin yüzdesel gösterimi

Geçiş Durumları	Doğrusal İnterpolasyon Değerlerine Geçiş	Doğrusal-Olmayan İnterpolasyon Değerlerine Geçiş
Olası-Olası	%7,9	%1,7
Olası-Önemli	%16,3	%7,3
Olası-Yüksek	%0,0	%15,2
Önemli-Önemli	%36,0	%0,6
Önemli-Yüksek	%38,2	%45,5
Önemli-Çok Yüksek	%0,0	%28,1
Yüksek-Yüksek	%0,6	%0,6
Yüksek-Çok Yüksek	%1,1	%1,1

Tablo 4.5'te görüldüğü üzere klasik fine-kinney değerleri yerine doğrusal interpolasyon değerleri kullanıldığında en belirgin değişiklik önemli risk seviyesinden yüksek risk seviyesine çıkan 68 risk etmenidir. Ayrıca olası risk seviyesinde iken, önemli risk seviyesine çıkan 29 değer de göze çarpmaktadır. Tablo 4.6.'da yüzdesel değerleri verilen bu değişiklikler %38,2 ve %36'lık değerlerle en yüksek yüzdeyi oluşturmaktadır.

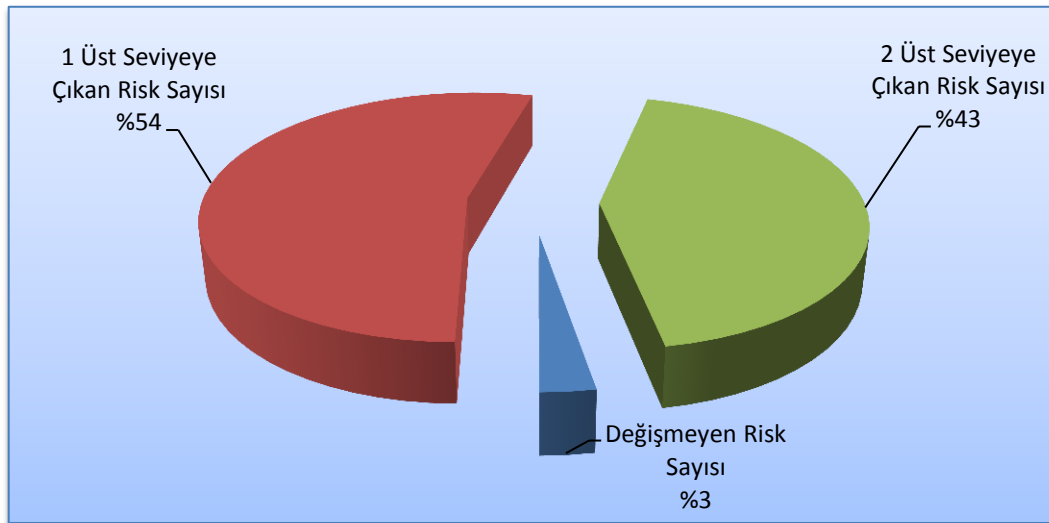
Benzer şekilde klasik fine-kinney değerleri yerine doğrusal-olmayan interpolasyon değerleri kullanıldığında en belirgin değişiklik önemli risk seviyesinden yüksek risk seviyesine çıkan 81 risk etmenidir. Ayrıca bu değeri, önemli risk seviyesinden çok yüksek risk seviyesine geçerek iki seviye birden değiştiren 50 risk etmeni takip etmektedir. Tablo 4.6.'da yüzdesel değerleri verilen bu değişiklikler %45,5 ve %28,1'lik değerlerle en yüksek yüzdeyi oluşturmaktadır.

Aşağıdaki grafiklerde katsayıların farklılıkları ile değişen risk etmenlerinin, kaçır seviye değiştiği yüzdesel olarak gösterilmektedir:



Grafik 4.29. Doğrusal interpolasyon değerleri kullanımında seviyesi değişen risk etmenlerinin yüzdesel gösterimi

Doğrusal interpolasyon katsayıları kullanıldığında Grafik 4.29’da görüldüğü gibi %44’lük bir oranda risk seviyeleri değişmeyen 79 adet risk etmeni bulunmaktadır. 1 üst seviyeye çıkan risk etmenlerinin sayısı %56’lık bir oranla 99 adettir. Yaklaşık olarak yarı yarıya geçiş görülen doğrusal interpolasyon katsayıları ile olan değişimde, 2 seviye üste çıkan herhangi bir risk etmeni tespit edilememiştir.



Grafik 4.30. Doğrusal-olmayan interpolasyon değerleri kullanımında seviyesi değişen risk etmenlerinin yüzdesel gösterimi

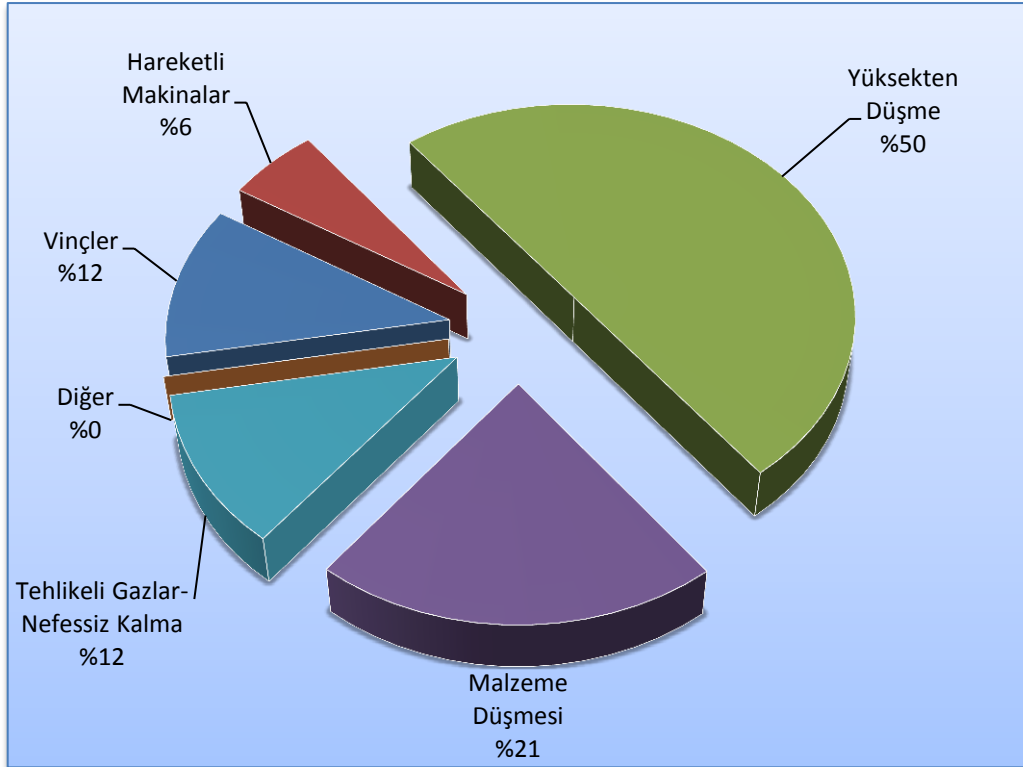
Doğrusal-olmayan interpolasyon katsayıları kullanıldığında Grafik 4.30'da görüldüğü gibi %54'lük bir oranda risk seviyeleri 1 üst seviyeye çıkan 96 adet risk etmeni bulunmaktadır. 2 üst seviyeye çıkan risk etmenlerinin sayısı %43'lük bir oranla 77 adettir. Yaklaşık olarak tamamında geçiş görülen doğrusal-olmayan interpolasyon katsayıları ile olan değişimde, değişmeyen risk etmenlerinin sayısı %3'lük bir oranla 5 adet olarak tespit edilmiştir.

4.4.2. Doğrusal İnterpolasyon ile Alt Seviyelere Düşürülemeyen Risk Etmenleri

Klasik Fine-Kinney tabloları kullanılarak yapılan risk değerlendirmesinin sonucunda tüm Çok Yüksek Riskler, Yüksek Riskler ve Önemli Riskler alt seviyelere düşürülmüştür. Doğrusal İnterpolasyon ile değiştirilen katsayılar ile hesaplanan tablolar yardımıyla yapılan risk değerlendirmesinde Önemli Risk derecesinden Olası Risk derecesine geçmeyen riskler bulunmaktadır.

Doğrusal İnterpolasyon katsayıları ile fark edilmesi sağlanan bu tehlikeler Tablo 4.8.'de verilmiştir. (Tablo 4.8 uzun olması sebebiyle EK-3'de yer almaktadır.)

Tablodaki tehlikelerin kaza nedenlerine göre yüzdesel gösterimi şu şekilde olmaktadır:



Grafik 4.31. Önemli risk derecesinin kaza nedenlerine göre dağılımı

Doğrusal interpolasyon yönetimiyle değiştirilen katsayılar ile yapılan risk değerlendirmesinde Grafik 4.31.'de görüldüğü gibi, önemli risk ile olası risk sınır değeri olan 70 risk skorunun üzerinde kalan ve bu tehlikeler içinde yüksekten düşme kaza nedeni olarak sınıflandırılan tehlikeler %50 ile büyük bir yüzdeyi oluşturmaktadır. Bu büyük oranı %21 ile malzeme düşmesi takip etmektedir.

4.5. ÇELİK KONSTRÜKSİYON VE BETONARMENİN KARŞILAŞTIRILMASI

Çelik konstrüksiyon bina inşaatlarında karşılaşılan risklerin büyük bir oranının; betonarme inşaatlarda da var olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı şekilde betonarme inşaatlarda karşılaşılan risklerin tümünün çelik konstrüksiyon yapılarda bulunmadığı tespit edilmiştir. Ancak çelik konstrüksiyondaki risk etmenleri farklılıklarının kullanılan malzemedan ve montaj şeklinden yapıldığından kaynaklandığı anlaşılmıştır.

İki yapı türünde de ölüme sebebiyet veren en önemli kaza nedenleri yüksekten düşme ve malzeme düşmesidir. Betonarme yapılarda karşılaşılan tehlikeler, sınıflandırma düzeyinde, çelik konstrüksiyon yapılarda karşılaşılan tehlikelerden daha fazladır. Çelik konstrüksiyon yapıların hızlı ve efektif bir şekilde monte edilmesi ve ağır iş makinelerinin montaj süresince kullanılması sonucu inşaat süresinin kısaldığı saptanmıştır.

Yapılan risk değerlendirmeleri sonucunda risk sınıfları belirlenmiş ve Tablo 4.7.'de karşılaştırılmıştır. Aynı yapıya (Stadyum çatı ve alt betonarme) ait olan risk değerlendirmelerindeki risk etmenlerinin 99 adedi ortaktır.

Tablo 4.7. Çelik Konstrüksiyon ve Betonarmenin Risk Değerlendirmesi Değerlerinin Karşılaştırılması

	Çelik Konstrüksiyon	Betonarme
Tespit Edilen Risk Sayısı	178	214
Farklı Risk Etmenleri	79	115
Çok Yüksek Risk Sayısı	0	0
Yüksek Risk Sayısı	3	4
Önemli Risk Sayısı	132	75
Olası Risk Sayısı	43	131
Kabul Edilebilir Risk Sayısı	0	0

Çelik konstrüksiyon yapıların betonarme yerine tercih edilme sebepleri şunlardır:

- Çelik konstrüksiyon inşasının, betonarme inşasına göre maliyetinin yüksek olması ve kalifiye çalışan gerektirmesi zorluk olarak görülmemeli, inşaat süresinin kısa olması ve daha az çalışana ihtiyaç duyulması göz ardı edilmemelidir.
- Çelik konstrüksiyon inşaatların geri dönüşüm özelliği, çevrenin korunması açısından değerli olarak görülmeli, bu nedenle tercih sebebi olmalıdır.
- Çelik konstrüksiyon yapılar göze hitap açısından betonarme binalara göre tercih edilebilir. Estetik açıdan daha güzel görüldüğü için müzeler, stadyumlar, büyük salonlar gibi geniş alanların çatılarını destekleyen sistemler çelik yapıda olmaktadır.

5. TARTIŞMA

Çelik konstrüksiyon yapılarda hazırlanan risk değerlendirmesi ve betonarme yapılar ile karşılaştırılması üzerine yapılmış bu çalışmanın bulguları ile literatürdeki çalışmalar karşılaştırılmış, ortak ve farklı noktaları incelenerek aşağıda özetlenmiştir.

Leu ve ark. [28] tarafından yapılan çalışmada Tayvan'daki çelik inşaatlar incelenmiştir. Çelik inşaatlarda karşılaşılan ana kaza nedenleri ele alınmış, özellikle yüksekte düşme ile ilgili istatistikler sunulmuştur. Yüksekte düşmeden kaynaklı kazaları dolaylı bir yönden yaklaşan Leu ve Chang, bu kazaları 5 ayrı kategoriye ayırmıştır. Bu kategoriler:

- Kişisel koruyucu donanım / koruma önleminin amacına uygun kullanılmaması
- Koruma önlemi alınmaması ya da yok sayılması
- Çevredeki tehlikelere dikkatsizlik
- Malzemenin amacına uygun kullanılmaması
- Kişisel koruyucu donanım olmaması / kullanılmaması

şeklindedir. Risk etmenleri ilgili kategoriler üzerinden sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada da bulgular karşılaştırıldığında aynı oranda sonuçlar bulunmuştur.

Dünya Çelik Birliği'nin (World Steel Association) 2015 Çelik Güvenliği Günü (Safe Steel Day) [27] yayınında çelik inşaat sektöründe yaşanan kazalara yönelik beş ana kaza nedenine değinilmiştir. Bu kaza nedenleri; vinçler, hareketli makinalar, yüksekte düşme, malzeme düşmesi ve tehlikeli gazlar-nefessiz kalma olarak beş ana başlıktadır. Bu çalışmada hazırlanan risk değerlendirmesinde bulunan risk etmenleri ilgili kategorilere sınıflandırılmıştır. Yapılan sınıflandırma sonucunda 178 risk etmeni arasından 171 adedi bu kategorilere uygun olmakta ve Dünya Çelik Birliği yayınında belirtilen çelik sektöründeki beş ana kaza nedenine %96'lık bir oranda benzerlik göstermektedir.

Oturakçı ve ark. [26] Fine-Kinney metodunun, Fine [24] tarafından 1971 tarihinde hazırlanan ve metodun ilk örneği kabul edilen çalışmasındaki olasılık ve frekans tablolarına yeni bir yaklaşım uygulayarak, riskleri farklı şekilde değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmede amaç, katsayıların artırılmasıyla risklerin farkındalığının artırılmasıdır. Yapılan risk değerlendirmesi orta ölçekli bakım atölyesinde yapılmış ve riskler karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu elde edilen değerlerde aynı risk skorunu veren iki riskin önceliklendirilmesi incelenmiş, değerler

değiştikten sonra bu risklerin öncelik sırası ortaya çıkmıştır. Düzenleyici ve önleyici faaliyetler göz önüne alındığında ya da faaliyete geçirildiğinde, farkındalığı artırılan risklerle önem derecesine göre ilgilenilmesi gerektiğine dikkat çekilmiştir. Ayrıca Fine [24], çalışmasında kullanmış olduğu katsayıları, 1 ve 10 değerini referans alarak; ara değerleri ise gözlemine, tecrübesine ve faaliyet hakkında bilgisine dayanarak belirlemiştir. Kinney ve Wiruth [25] 1976'da askeri sektörde patlamaya karşı önlem için kullanmış olduğu bu metodun değerlerini değiştirmişlerdir. Orijinalinden farklı değerler kullanılarak hazırlanmış oldukları bu yeni tablolar, günümüzde referans alınmaktadır. Değiştirilen bu değerler, makalede interpolasyon ile belirlenmiş olduğunu belirtilmiş; fakat nasıl bir formül kullanıldığından bahsedilmemiştir. Hesaplanan farklı değerleri askeriyede patlamadan koruma amaçlı yapılan risk değerlendirmesinde kullanılmıştır. Kinney ve Wiruth'un [25], Fine'in [24] çalışmasındaki tablolardan farklı bir tablo kullanmaları, risk değerlendirmesinin yapıldığı sektörün farklılığının getirdiği bir zorunluluk olarak görülebilir.

Kinney ve Wiruth [25]'un çalışmasında kullandığı tablolar referans alınarak uygulanan risk değerlendirme metodu ülkemizde Fine-Kinney Metodu olarak bilinmektedir. Yabancı kaynaklarda yalnızca Kinney Metodu olarak da geçmektedir. Çelik konstrüksiyonda hazırlanan bu risk değerlendirmesinde Kinney ve Wiruth [25] tablolarının yanında Oturakçı ve ark. [26] tarafından hazırlanan tablolar da kullanılmıştır. Elde edilen üç farklı değerdeki risk dereceleri incelenmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. İnterpolasyon ve doğrusal-olmayan interpolasyon ile hesaplanan yeni tablolar kullanılarak yapılan risk değerlendirmeleri, klasik Fine-Kinney tabloları kullanılarak yapılan risk analizinde göre elde edilen sonuçların bazı risklere bakış açısını değiştirdiği ve farkındalığı artırdığı gözlemlenmiştir. Doğrusal interpolasyon katsayıları ile değişmeyen ve toplam risk etmenlerinin %44'üne tekabül eden 79 risk etmeni tespit edilmiştir. Bu değer doğrusal-olmayan interpolasyon katsayıları ile %3'lük bir oranda ve 5 adettir. Bu değerlere göre; doğrusal-olmayan interpolasyon katsayıları ile hesaplanan risk değerlendirmesinin, klasik fine-kinney katsayılarına göre hesaplanan risk değerlendirmesine göre çok yüksek risk skorları verdiği sonucuna ulaşılabilir. Doğrusal interpolasyon değerleri, diğer iki şekilde hesaplanan risk değerlendirmelerine göre ara bir basamaktır. Doğrusal interpolasyon katsayıları ile hesaplanan risk değerlendirmesinin, klasik fine-kinney katsayılarına göre hesaplanan risk değerlendirmesine göre iki üst risk seviyesine çıkan risk etmeni bulunamaması buna uygun bir çıktı olarak görülebilir. Buna zıt olarak

doğrusal-olmayan interpolasyon katsayıları ile hesaplanan risk değerlendirmesinde iki üst seviye değişim olan %43'lük bir oranla 77 risk etmeni bulunmaktadır.

Düzeltilici ve önleyici faaliyetlerin ardından yeniden hesaplanan risk skorları sonucunda klasik fine-kinney değerleri kullanılarak yapılan risk değerlendirmesinde önemli riskler, yüksek riskler ve çok yüksek riskler alt seviyelere düşürülmüştür. Ancak doğrusal interpolasyon değerleri kullanılarak risk skorları düzeltilici ve önleyici faaliyetlerin ardından yeniden hesaplandığında, önemli riskten alt seviyelere düşürülemeyen 52 risk etmenine rastlanmış olup bu risklerin önem derecesi artırılmıştır.

Fine-Kinney metodu ile yapılan risk analizi ve risk değerlendirmesi çalışmasında düzeltilici ve önleyici faaliyetler uygulandıktan sonra puanların düşmesi, tehlikenin geçtiğine dair yanlış izlenim uyandırmaktadır. Bu konuda tehlikenin ortadan kalktığı düşüncesi yerine; tehlikenin halen devam ettiği bilinci, sürekli dikkatli olunması ve kontrollerin devam ettirilmesi ile Kinney metodunun bahsedilen uygulama güçlüğü kısmen ortadan kaldırılacaktır. İkinci olarak bahsedilen uygulama güçlüğü de, tehlikelerin her bir sonucunun farklı satırlarda kaleme alınmasını savunmaktadır. Ancak bu yaklaşım zaman kaybına sebep olmaktadır. Çünkü yapılan risk değerlendirmesinde oluşabilecek en ağır hasara göre puanlama yapılmış, bu duruma göre önlem alınmıştır. Yapılan risk değerlendirmesi çıktıları; risk analizinin tekil ve bulunan zamana bağlı değerlendirme yapması, yalnızca belirli aralıklarla yenilenmesi meslek hastalığına tanı konulamaması konusunda Băbuş ve ark. [29] ortaya koyduğu sonuç ile benzerlik göstermektedir. Son olarak mevcut önlemlerin puanlanma yapılırken dikkate alınması hususunda, Kinney metodu ile yapılan risk değerlendirmelerinde yanlış algıların olduğu tespit edilmiştir. Tehlikelerin farkındalığını artırmak, olan güvenlik önlemlerine farklı bir açıdan bakmak veya güvenlik önlemlerini yeniden değerlendirmek için risk değerlendirmesinin mevcut düzeltilici ve önleyici faaliyetlerin olmadığı kabul edilerek yapılmasının daha etkili olacağı gözlenmiştir.

Betonarme yapılarda iş sağlığı ve güvenliği açısından karşılaşılan risklerin, bu tez çalışmasındaki bulgular ile karşılaştırılması yapılan literatür araştırmaları sonucu şu şekilde olmuştur:

Müngen'in [30], incelediği başlıca iş kazası türlerinde; her ne kadar inşaat türleri ayrılmamış olsa da risk etmenlerinin belirtildiği tablolarda Türkiye'de yapılan inşaatların çoğunlukla betonarme olduğu görülmektedir. İstatistiklerin işaret ettiği, en yüksek sayıda ölümlü kaza nedeninin yüksekten düşme olduğu görülmektedir. Ana kaza nedenleri incelendiğinde; bu tez çalışmasında değinilen, çelik inşaat sektöründe yaşanan kazalara yönelik beş ana kaza nedeni bu istatistiklerin içinde yer almaktadır. Diğer nedenler betonarme inşaatla yönelik olup; malzeme sıçraması, elektrik çarpması gibi tehlikelerdir. Müngen'in [30] ana kaza nedenlerinde belirttiği elektrik çarpması, çelik konstrüksiyonda da karşılaşılabilecek bir kaza etmenidir. Leu ve Chang [28] tarafından yapılan çalışmada kaynak işleri de kullanılan çelik konstrüksiyon sahaları incelendiği için, ana kaza nedenlerinde elektrik çarpması bulunmaktadır. Ancak yapılan tez çalışmasında gidilen sahada çelik konstrüksiyon çatı montajında kaynak bulunmamakta, bu yüzden elektrik çarpması kaza nedenleri arasında yer almamaktadır. Betonarme inşaatlarda Hallowell ve Gambatese [31] tarafından kalıp çalışması üzerine yapılan bir çalışmada ise kazaya sebep olan etmenler incelenmiş; tehlikeli maddelere maruziyetin, diğer etmenlere göre %85'lik bir oranla en yüksek riske sahip olduğu görülmüştür. Çelik konstrüksiyon üzerine yapılan bu tez çalışmasında betonarmeye özel olan bu risk etmenine rastlanmamıştır.

Şahin'in [32] inşaatlar üzerinde yaptığı karşılaştırmalı risk analizinde; inşaatın, sektörün özelliğinden kaynaklı olarak farklı yapılarda inşa edilebilmesi sonucunda, risklerin ve tehlikelerin inşa türüne göre farklılaştığına değinilmiştir. Betonarme ve çelik konstrüksiyon yapılarda yaptığı risk analizlerinde ortak kaza nedenleri tespit etmiştir. Benzer şekilde tespit ettiği kaza nedenleri arasında, bu çalışmada da ortak olarak saptanan kaza nedenleri de bulunmaktadır. Yüksekten düşme ve malzeme düşmesinden kaynaklı kaza nedenleri, hem betonarme yapılarda, hem de çelik konstrüksiyon yapılarda en yüksek yüzdeleri oluşturmaktadır. Analizde değinilen noktalardan biri de; betonarme yapılarda, çelik konstrüksiyon yapılardan fazla ve farklı risk etmenleri barındırıyor olmasıdır. Bunlar, makina ve tezgâhların kullanılmasından ve çimento pompalarının bakımsızlığından kaynaklı tehlikelerdir. Çelik konstrüksiyon yapılara özgü bir tehlike olarak, kaynak işlerinden doğan tehlikeler gösterilmiştir. Bu tehlike çalışmada sektöre özgü olarak belirtilse de bu çalışmada incelenen çelik konstrüksiyon olarak montajı yapılan çatıda kaynak işleri yapılmadığından, böyle bir sonuç bulunmamıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında Fine-Kinney karar matrisi tablolarının yanında, yeni yaklaşım ile elde edilmiş tablolar kullanılmış ve risk değerlendirmesi yeniden değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda 178 adet tehlikeli olay ve buna bağlı riskler tespit edilmiştir. Risklerin farklı katsayılar ile değerlendirilmesi sonucunda ana risk değerlendirmesinden farklı 2 adet risk değerlendirmesi elde edilmiş bu risk değerlendirmelerinin sonuçları irdelenmiştir. Bu sonuçlarla ilgili detaylara aşağıda yer verilmiştir:

- Fine-Kinney metodunun çelik konstrüksiyon inşaatında veya genel anlamda inşaat sektöründe de uygulanabilir olduğu gözlenmiştir.
- Fine-Kinney metodunda diğer metotlardan farklı olarak kullanılan, tehlikeli olaya maruziyet faktörü olarak da tanımlanan frekans çarpanının, risklerin önceliklendirilmesi konusunda önemli bir rol oynadığı görülmüştür.
- Frekans çarpanının risk derecelendirmesinde kullanılmasının; aynı derecede şiddet ve olasılık çarpanına sahip birden fazla riskin aynı risk skoru altında değerlendirilmesini önlemiş olduğu ve alınacak önlemlerin de önem sırasını değiştirdiği tespit edilmiştir.
- Fine ve Kinney'in çalışmalarında kullandığı frekans ve olasılık tablolarının, risk değerlendirmesinin uygulandığı alana veya sektöre göre değiştirilebileceği ve farklı değerler ile hesaplanabileceği saptanmıştır.
- Frekans ve olasılık tablolarında 1 ve 10 seviyesi referans kabul edildiği için; bu değerler sabit tutulduğu sürece yapılan işin tehlikesine göre katsayıların uyarlanabileceği ve bu uyarlanan katsayıların daha gerçekçi sonuçlar verebileceği düşünülmektedir.
- Katsayıların değişmesi ile yeniden hesaplanan risk derecelerinin yükselmesi sonucunda yüksek ve çok yüksek riskler ortaya çıkmış ve bu risklerin farkındalığı artırılmıştır.
- Klasik Fine-Kinney değerleri kullanılarak yapılan risk analizi sonucunda koruma önlemi alınmamış olarak değerlendirilen risk derecelerinin, inşaat sektörü özelinde düşük çıkması farklı yaklaşımların daha uygun olacağını göstermiştir.
- Doğrusal-olmayan interpolasyon ile hesaplama yardımıyla hazırlanan tablolar kullanılarak yapılan üçüncü risk değerlendirmesinde alınan sonuçların, normalden çok yüksek risk skorları verdiği gözlenmiş ve uygun görülmemiştir.

- Risk değerlendirmesi olarak da, doğrusal interpolasyon yöntemiyle hesaplanan tablolar yardımıyla yeniden hesaplanan risk değerlendirmesinin kullanımı uygun görülmüştür.
- Risk değerlendirmesindeki farklı katsayılar Oturakçı ve ark. [26] tarafından yapılan çalışmada kullanılan değerler ile hesaplanmıştır. Aynı Őiddete sahip olan risklerin değerlerinin birbirinden farkının oluşturulması, bu değerlerin aralarında bir sınıflandırma yapılması ve hassasiyetin geliştirilmesiyle yüksekte düşme gibi ölümlle sonuçlanan en önemli sınıflandırmanın önem derecesi artırılmıştır. Bu sonucun bulgularına 4.3. bölümünde değinilmıtır. Bu sonuçların etkisi daha sonraki saha ziyaretlerinde gözlemlenmiştir. Risk dereceleri yükselen risk etmenleri için yenilenecek olan risk değerlendirmesinde başvurulması amaçlanmıştır.
- Her ne kadar ülkemizde betonarme yapılar tercih edilse de elik konstrüksiyon olarak inşa edilen yapılar her geçen gün artmaktadır. Ancak elik konstrüksiyon ile ilgili mevzuatta yeterli özel bilgi bulunmamaktadır. Alınan nlemler Yapı İlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinden ve TSE Standartlarından baz alınarak uygulanmıştır.
- Yapılan inşaatın kamuoyunca bilinen ve takip edilen bir proje olması sebebiyle ana yüklenici ve alt işveren firmaların i sağlığı ve güvenliği konusunda taviz vermeden çalıştığı gözlemlenmiştir. Bu sayede yaklaşık üç yıl süren çalışma boyunca ağır yaralanmalı 1 kaza, ölümlü 1 kaza olmuştur ve bu kazada 1 ii hayatını kaybetmiştir.

Yapılan tez çalışması sonucunda neriler Şu Şekilde sıralanabilir:

- elik konstrüksiyon inşası kalifiye ii gerektiren ve betonarme inaate göre pahalı olması seçim konusunda işverenler tarafından arka planda bırakılsa da, inşaat süresinin kısa olması ve daha az çalışana ihtiyaç duyulması i sağlığı güvenliği açısından göz ardı edilmemelidir.
- İnşaat sektörünün genel anlamda en çok ölümlü kaza oranına sahip sektör olmasından ve bu ölümlerin sebeplerinin büyük bir çoğunluğunun yüksekte düşme kaynaklı olması sebebiyle be ana kaza nedeninden en yüksek yüzdeye sahip yüksekte çalışma riskleri için sahada yapılan gözlemler güvenlik talimatları ve literatürden elde edilen bilgiler ışığında bazı çözüm nerileri geliştirilmiştir. Yüksekte alıma riskleri için getirilen çözüm önerilerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

- Çalışanların tüm çalışma ve yer değiştirme boyunca %100 emniyet kemeriyle bağlı olması; düşey tutucu hayat hattı sisteminin kullanılması, düşey erişim için etrafı korumalı merdiven kullanılması, çalışma yapılan noktada iskelenin üst ve altında sundurmaların bulunması, hayat hatlarının mesai başlangıcında kontrol edilmesi, her çalışan için ayrı bir hayat hattı oluşturulması gereklidir. Dikey yaşam hatları EN 353-1 standardında belirtilen çelik halattan olmalıdır. Gerdirme, şok emici, üst ve alt ankraj plakası, ara aparat gereklidir.
- Yüksekte yapılan çalışmalarda sigara ateşinin çalışanlara temas etmesi, dumanın göze girmesi veya sigara izmaritinin yanıcı madde üzerine düşmesi ihtimallerine karşı sigara kullanımı yasaklanmalıdır.
- Çelik konstrüksiyon çatılarda, yüksek yapılarda çalışan tüm personel için profesyonel gibi sertifikalı eğitim kurumlarından teklif alınarak işveren, çalışanlara yüksekte güvenli çalışmalar için özel uygulamalı eğitim aldırılmalıdır.
- Yüksekte çalışma sırasında olası bir kaza durumunda:
 - Sürecin nasıl işleyeceğine dair planlama yapılması,
 - Kurtarma personelinin ve bu kişilerin niteliklerinin belirlenmesi,
 - Kurtarma ve tahliye ekipmanların belirlenmesi, bakım ve kontrollerinin yapılması,
 - Askıda kalan personele “Askı Senkopal Vakası”na (uzun süreli devinimsiz asılma sendromu veya basitçe iniş sonrası bayılma olarak adlandırılan duruma) uygun müdahale edilmesi ve uygun sedye (konik sedye, sepet sedye, kombine sedye, kaşık sedye, vakum sedye veya Neil Robertson sedye) ile taşınması,gibi bilgileri içeren acil eylem planı hazırlanmalıdır.
- Yüksek bütçe ile yapılan inşaatlarda ana yüklenici ve alt yüklenici arasında bulunan koordinasyon eksikliklerinin giderilmesi amacıyla alt işveren firma yetkilileri ile düzenli toplantılar yapılmalıdır. Koordinasyon eksikliğinden kaynaklı iş kazalarının önlenmesi amaçlanmalı ve işçilere aynı ortamda işlerin farklı alt işveren firmalar yapılan işlerin düzenlenmesi ile ilgili eğitimler verilmelidir. Çalışma saatleri uygun şekilde ayarlanmalıdır.

Tespit edilen diğer riskler için geliştirilen çözüm önerileri Ek-1'de verilen risk değerlendirmesi tablosunda gösterilmiştir.

Sonuç olarak bu tez çalışmasında, iş sağlığı ve güvenliği alanında yapılan risk değerlendirmesi çalışmalarında Fine-Kinney türündeki niteliksel tüm risk değerlendirme metotlarına da uygulanabilecek, farklı bir yaklaşım uygulanmış ve çelik konstrüksiyon risk değerlendirmesinde test edilmiştir.

İleride yapılacak başka çalışmalarda farklı sektörlerde farklı katsayılar uygulanmasıyla analiz edilecek risk değerlendirmeleri ve mevcut risk değerlendirmesi yaklaşımlarının sonuçları karşılaştırılarak; katsayıların sektörlere uygunluğuna göre değerştirilip değerştirilemeyeceği incelenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Burckhardt, J, *The Architecture of the Italian Renaissance* Jacob, 1987
- [2] Meaning: "Construction", *Merriam-WebsterOnline Dictionary*, (*Merriam-Webster*), <http://www.merriam-webster.com/dictionary/construction>, Erişim Tarihi 16.02.2016
- [3] Oakes, William C, Leone, Les L, Gunn, Craig J, *Engineering Your Future*. ASCE Press.1st Edition. 41, 2001
- [4] Karaca. M, Kaçar M, Tuncay. Z, Barutçu, B, Bir, A, C. Ozan, Neftçi, C. ve A, *İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Tarihçesi ve Genel Bilgiler*, 1. Basım, 2012, 39-44
- [5] Karataş, S, *Askeri Eğitim ve Askeri Eğitimin Batılılaşması*. Afyon Kocatepe Üniversitesi. Sayfa 2-12, 2001
- [6] Larson, R, Edwards, B.H, *Calculus (9th Edition)*, Brooks/Cole, 10-19, 2009
- [7] World Steel Association, *Sustainable Steel: Policy and Indicators*, 2015
- [8] Ashby, M.F, Jones, D.R.H, *Engineering Materials 2 (with corrections bas.)*. Oxford: Pergamon Press. 0-08-032532-7, 1992
- [9] Winter, M, *Periodic Table: Iron*. The University of Sheffield, 1231-1232, 1999
- [10] Brookins, F.T, *Common Minerals and Valuable Ores*. 1899
- [11] Tanım: Smelting. *Encyclopedia Britannica*, <http://global.britannica.com/technology/smelting>, 2007.
- [12] Türkiye Çelik Üreticileri Derneği, *Demir-Çelik Sektör Raporu*, Sayfa: 12-14, 2014
- [13] *Çeliğin Avantajları*, <http://www.evthane.com.tr/bilgiler.php?sayfa=9>, Erişim tarihi 11.02.2016
- [14] Gürer, T.K; Olimpiyatlar Işığında Stadyumlar: Değişen Kurallar ve Yeni Tasarımlar, YTÜ Mimarlık Bölümü, *MİMARLIK 373*, <http://www.mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=387&RecID=3248>, 2013
- [15] <http://istanbulcelikcati.com/Celik-Konstruksiyon-d52.html>, Erişim Tarihi 16.02.2016
- [16] FIFA STATUTES, April 2015 edition
- [17] About UEFA, <http://www.uefa.org/about-uefa/index.html> Erişim 12.02.2016
- [18] FIFA, *FIFA Football Stadiums: Technical recommendations and requirements (5th Edition)*, 2011
- [19] FIFA Stadium Safety and Security Regulations, 2004-2016 (Updating Regularly)

- [20] Özçelik, F, *Metal Boru İmalatında İş Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri*, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 22-25, Ankara, 2014.
- [21] Özgür, M, Metal Sektöründe Risk Analizi Uygulaması, İş Müfettişi Yardımcılığı Etüdü, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, 4-11, İzmir, 2013.
- [22] <http://www.dbarchitects.com.tr/bjk-vodafone-arena/> Erişim Tarihi 12.02.2016
- [23] FATZER AG Seilbau Broschüre, *FATZER BRUGG*, 7-21, 2015
- [24] Fine, W. T, *Mathematical Evaluations for Controlling Hazards*, Naval Ordnance Laboratory, 2-15, White Oak MD, 1971
- [25] Kinney, G.F, Wiruth, A.D, *Practical Risk Analysis For Safety Management*, China Lake, CA: Naval Weapons Center, 1976.
- [26] Oturakçı, M, Dağsuyu, C, Kokangül, A, A New Approach To Fine Kinney Method and An Implementation Study, *The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 2,3, 86-88, 2015
- [27] World Steel Association, *Safety And Health Recognition Programme 2015*, 2015
- [28] Leu, S.S, Chang, C.M, Bayesian-Network-Based Safety Risk Assessment For Steel construction projects, *Accident Analysis and Prevention*, 54, 131-133, 2013
- [29] Băbuț, G.B; Moraru, R.I; Cioca, L.I; "Kinney-Type Methods": Useful Or Harmful Tools In The Risk Assessment And Management Process?, *International Conference On Manufacturing Science And Education-SIBIU-Romania*, 1-4, 2011
- [30] Müngen, M.U; *İnşaat Sektörümüzdeki Başlıca İş Kazası Tipleri*, TÜBİTAK Araştırma Projesi, İTÜ İnşaat Fakültesi, 34-38, İstanbul
- [31] Hallowell, M.R, Gambatese J.A, Activity-Based Safety Risk Quantification for Concrete Formwork Construction, *J. Constr. Eng. Manage*, 135(10): 990-998, 2009
- [32] Şahin, M, Betonarme, *Çelik ve Hafif Çelik Binalarda İş Güvenliği Risklerinin Karşılaştırmalı Analizi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 119, 2012

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hakkı Onur GÜLCE

Doğum Yeri : Eskişehir

Doğum Tarihi : 01.10.1987

Yabancı Dili : İngilizce (YDS:2013 – 72,50)



Eğitim Durumu

İlköğretim: Mehmet Akif Ersoy İlköğretim Okulu - Çorum (1993-2001)

Lise: Çorum Anadolu Lisesi (2001-2005)

Lisans: Gazi Üniversitesi – Makine Mühendisliği Bölümü (2005-2010)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

(2013 -Halen)

Mesleki İlgi Alanları

Çelik Konstrüksiyon İnşaatlar, Stadyum Yapıları, Risk Değerlendirmesi Metotları,

Hobiler

Sinema, Bilgisayar

İletişim Bilgileri:

E-mail: hakkı.gulce@csgb.gov.tr

Tel: 0 312 296 77 10

EKLER

EK-1 : Tablo 4.7

EK-2 : Risk Değerlendirmesi (Çelik Konstrüksiyon)

EK-3 : Risk Değerlendirmesi (Betonarme)

Tablo 4.8. Yeni yaklaşım hesaplarıyla önemli risk seviyesinden olası risk seviyesine alt seviyelere düşürülemeyen tehlikeler ve tehlikeli olaylar

Sıra	Tehlike	Tehlikeli Olay
5	İskele kurulumu için çalışanların iskele montaj eğitimlerinin olmaması, çalışanın mobil iskele kurulum ve söküm işinde yetkisiz olması	İskelenin devrilmesi, çökmesi
6	İskele üzerine iskele kenarından tırmanarak çıkılması, merdiven kullanılmaması	İskelenin devrilmesi, çökmesi
8	Mobil iskele, alüminyum iskele ve manlift platform boyu yetersiz geldiğinde gaz beton havalandırma kanalı vb. gibi malzeme üzerine çıkılması	İskelenin devrilmesi, çökmesi
11	Rüzgâr Hızının 50 km/saat Üzerinde Olduğu Zamanlarda Çalışılması	İskelenin devrilmesi, çökmesi
12	Mobil iskele tekerlerinin, manliftin sağlam ve temiz olmayan zeminde bulunması, döşeme zemininde boşluklar bulunması, kot farkı bulunması	İskelenin devrilmesi, çökmesi
16	Manlift kaldırma aracının sepetinin çalışma haricinde makaslarının açık bırakılması, sepetinin yukarıda bırakılması	Sepetin çalışanın üstüne düşmesi

Tablo 4.8. Yeni yaklaşım hesaplarıyla önemli risk seviyesinden olası risk seviyesine alt seviyelere düşürülemeyen tehlikeler ve tehlikeli olaylar (devam)

Sıra	Tehlike	Tehlikeli Olay
18	Tekerlerin döşeme, şaft, boşluk kapamaları üzerinde çalışılması	Çalışanın iskele üzerinden dengesini kaybedip düşmesi
20	Mobil iskelenin kurulduğu zeminin düz olmaması ya da mobil iskele tekerlerinin sağlam ve temiz olmayan zeminde bulunması	İskelenin devrilmesi, çökmesi,
23	El aletlerini tek elle iskeleye tırmanarak taşınması,	İskelenin devrilmesi, çökmesi,
25	Platform üzerinde gereğinden fazla malzeme istifi yapılması, çalışma alanının kısıtlı olması	Takılma, yüksekten düşme,
43	Platform kenarlarında uygun korkuluk olmaması, sonlandırmaların yapılmamış olması	İskelenin devrilmesi, çökmesi,
59	Elektrikli vinç, caraskal ile kaldırılan malzemenin cephe iskelesine takılması, çarpması	İskelenin yıkılması,
60	Dikey-yatay yaşam hattının tesis edilmemiş olması	Yüksekten düşme,
61	İskeleler arası uygunsuz platform ve kalas üzerinden geçişlerin olması	Yüksekten düşme,
62	Çelik borulu iskelelerin tijlerle sabitlenmemesi ya da mevcut tijlerin çalışmaya engel teşkil ettiği düşünülerek sökülmesi, yapısal değişiklik yapılması	İskelenin devrilmesi, çökmesi,
63	İskelenin korkuluklarının 125 kg yanıl darbeye dayanıksız olması	İskeleden düşme, iskelenin devrilmesi, çökmesi,
64	İskele üzerine uygunsuz malzeme istiflenmesi, iskele yük taşıma kapasitesinin görünür yere yazılmamış olması	İskeleden düşme, iskelenin devrilmesi, çökmesi,
65	Cephe iskelelerinin iskele planındaki ankraj nokta sayılarının uygulamada yapıya yeterli noktalardan sabitlenmemesi, iskele planının uygulanmasındaki uygunsuzluklar	İskeleden düşme, iskelenin devrilmesi, çökmesi,
66	İskele kurma-kullanma-sökme planlarının görevli inşaat mühendisi-teknikerlerince yaptırılmamış olması	İskeleden düşme, iskelenin devrilmesi, çökmesi,
68	Ahşap iskelelerdeki (sıpa iskele) çalışma platformlarında budak bulunması	İskeleden düşme, iskelenin devrilmesi, çökmesi,
70	İskele demirleri bağlantı noktalarının, çaprazların ve zemin mesnetlerinin (iskele ayaklarının oturduğu çelik malzeme ve kalaslar) periyodik olarak kontrol edilmemesi	İskeleden düşme, iskelenin devrilmesi, çökmesi,

Tablo 4.8. Yeni yaklaşım hesaplarıyla önemli risk seviyesinden olası risk seviyesine alt seviyelere düşürülemeyen tehlikeler ve tehlikeli olaylar (devam)

Sıra	Tehlike	Tehlikeli Olay
71	İskele kontrollerinin kullanılmaya başlamadan önce, haftada en az bir kez, üzerinde değişiklik yapıldığında, belli süre kullanılmadığında, sismik sarsıntı, kuvvetli rüzgârlar gibi olumsuz koşullarda kontrol raporu düzenlenmemesi	İskeleden düşme, iskelenin devrilmesi, çökmesi,
72	İskele kurulumu için çalışanların iskele montaj eğitimlerinin olmaması, çalışanın iskele kurulum ve söküm işinde yetkisiz olması	İskelenin devrilmesi, çökmesi,
87	Yüksekte yapılan çalışmalarda hayat hattının keskin nesne veya yüzey üzerinde bulunması	Yüksekten düşme,
88	Rüzgâr Hızının 50km/H Üzerinde Olduğu Zamanlarda Çalışılması	Yüksekten düşme,
90	Rüzgârın iş malzemelerini veya ekipmanlarını yüksekten düşürmesi	Çalışanların üzerine platform, malzeme vb. düşmesi
91	Merdiven basamaklarının donması ve kaygan zemin oluşturması sonucu çalışanların ve malzemelerin kayması	Çalışanların üzerine platform, malzeme vb. düşmesi
93	Çelik işlerinde güvensiz kaldırma operasyonları	Malzeme düşmesi, çalışanın düşmesi
99	Çatıda malzemelerin, çöp, araç ve gereç düşebilecek yerlerde biriktirilmesi	Malzeme düşmesi, çalışanın düşmesi
110	Kiriş üzerlerine paraşüt tipi emniyet kemeri olmadan çıkılması	Yüksekten düşme,
112	Çatı ringinin parçalarının, konsolunun herhangi bir yere takılması	Yüksekten malzeme düşmesi,
113	Rüzgârının yönünün ve hızının dikkate alınmaması ya da operasyon sırasında hesaba katılmaması	Yüksekten düşme,
114	Montaj bağlantı elemanları, somun, pul ve ek parçaların gevşemesi, fırlaması, kırılması	Yüksekten malzeme düşmesi,
115	Montaj bağlantı elemanları, somun, pul ve ek parçaların bağlantılarının eksik ya da hatalı yapılması veya benzeri mühendislik hataları	Yüksekten düşme,
116	Topukluk levhası olmaması sebebiyle çatı kirişi üzerindeki el aletleri, hurda parçalar, montaj elemanları	Yüksekten malzeme düşmesi,
117	Kiriş üzerinde bulunan hidrolik kumanda ve ana kumanda panellerinin kiriş üzerinde hareket alanını ve geçişleri kısıtlaması	Malzeme çarpması

Tablo 4.8. Yeni yaklaşım hesaplarıyla önemli risk seviyesinden olası risk seviyesine alt seviyelere düşürülemeyen tehlikeler ve tehlikeli olaylar (devam)

Sıra	Tehlike	Tehlikeli Olay
118	Yüksekte çalışanların güvensiz davranışları	Yüksekten düşme,
125	Kimyasalların çalışma sahası içinde istifi	Parlama, patlama, yangın
126	Yanıcı malzemelerin istiflenmesi, depolama kurallarına uyulmaması	Parlama, patlama, yangın
127	Depo içinde sigara içilmesi, açık alev yakılması, kibrit çakılması	Parlama, patlama, yangın
128	Kimyasal dökülmesi	Zehirlenme,
129	MSDS formlarının yetersiz olması, kimyasalların tanımlanamaması	Yanlış kimyasalın kullanılması sonucu zehirlenme, patlama, yangın
131	Kimyasal kapların düşmesi	Kimyasal kirlenme, devrilme,
137	Asılı yük altından geçilmesi	Yük altında ezilme,
154	Ağır malzemelerin dengesiz istiflenmesi	Çalışanların üzerine yıkılma
155	İstifleme alanının çalışma alanı içerisinde seçilmesi	İstiflenen malzemenin çalışanların üzerine düşmesi
163	Merdiven korkuluklarının, tırabzanlarının gevşemesi	Yüksekten düşme
166	Bakım ve periyodik kontrollerinin atlanması, yapılmaması, kontrol belgesinin olmaması	Aracın arıza yaparak çalışana çarpması, başka bir araca çarpması
168	İş makinesinde dikiz aynası bulunmaması	İş makinesini kullanan işçinin arkasını görmemesi sonucu çalışana çarpması
169	İş makinesinde taşıma kapasitesine ilişkin yük switchlerinin bulunmaması, arızası	Kaldırabileceğin fazla yük alan iş makinesinin yükü düşürmesi
171	Operatörün KKD kullanmaması (baret, reflektörlü yelek iş ayakkabısı vb. gibi)	Aracı terk ettiği zaman inşaat sahasına girmesi sebebiyle istenmeyen sonuçlar doğurması
175	Mobil vinç, forklift kabin içi yabancı malzeme bulunması, frenleme ve kullanımı engellemesi	Aracın gerektiğinde duramaması sonucu çalışanlara çarpması

