T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

ERZURUM İLİ ASFALT ÇALIŞMALARINDA RİSK ETMENLERİ VE İŞ KAZALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PHA) VE FINE–KINNEY YÖNTEMİ

YÜKSEK LİSANS

Nursu KOYUNOĞULLARINDAN

ŞUBAT-2026
GÜMÜŞHANE

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

ERZURUM İLİ ASFALT ÇALIŞMALARINDA RİSK ETMENLERİ VE İŞ KAZALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PHA) VE FINE–KINNEY YÖNTEMİ

EVALUATION OF RISK FACTORS AND OCCUPATIONAL ACCIDENTS IN ASPHALT WORKS IN ERZURUM PROVINCE: PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS (PHA) AND FINE–KINNEY METHOD

YÜKSEK LİSANS

Nursu KOYUNOĞULLARINDAN

ŞUBAT-2026
GÜMÜŞHANE

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

ERZURUM İLİ ASFALT ÇALIŞMALARINDA RİSK ETMENLERİ VE İŞ KAZALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: ÖN TEHLİKE ANALİZİ (PHA) VE FINE–KINNEY YÖNTEMİ

EVALUATION OF RISK FACTORS AND OCCUPATIONAL ACCIDENTS IN ASPHALT WORKS IN ERZURUM PROVINCE: PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS (PHA) AND FINE–KINNEY METHOD

YÜKSEK LİSANS

Nursu KOYUNOĞULLARINDAN

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emine ÇORUH

ŞUBAT-2026
GÜMÜŞHANE

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum **"Erzurum İli Asfalt Çalışmalarında Risk Etmenleri ve İş Kazalarının Değerlendirilmesi: Ön Tehlike Analizi (PHA) ve Fine–Kinney Yöntemi"** isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi'nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kağıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

12/02/2026

…….

Nursu KOYUNOĞULLARINDAN

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, yüksek lisans eğitimim sürecim boyunca edindiğim bilgi ve deneyimlerin bir yansıması olup, akademik gelişimime önemli katkılar sağlamıştır. Tezimin planlanmasından sonuçlanmasına kadar geçen süreçte, bilgi birikimi ve akademik rehberliği ile yanımda olan danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Emine ÇORUH' a katkılarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca, tez sürecimin başından itibaren akademik desteğini esirgemeyen, yapıcı yorumları ve katkılarıyla çalışmama yön veren Doç. Dr. Süleyman ŞÜKÜROĞLU' na, eğitim hayatım boyunca bana destek olan aileme ve bu süreçte dolaylı ya da doğrudan katkı sağlayan tüm arkadaşlarıma da şükranlarımı sunarım.

Nursu KOYUNOĞULLARINDAN

GÜMÜŞHANE - 2026

ÖZET

Dünya genelinde yaklaşık 2,7 milyar çalışan bulunmakta olup bu çalışanların önemli bir bölümü çeşitli riskli çalışma ortamlarında görev yapmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği (İSG) hizmetlerinin kapsamının sınırlı olması, iş kazaları ve meslek hastalıklarının artmasına neden olmaktadır. Türkiye'de ölümlü iş kazası oranlarının birçok Avrupa ülkesine kıyasla yüksek olması, İSG uygulamalarının önemini daha da artırmaktadır. İSG; çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal iyilik hâllerinin korunmasını ve çalışma ortamından kaynaklanan risklerin önlenmesini amaçlayan sistematik bir yaklaşımdır. Özellikle yüksek tehlike sınıfındaki sektörlerde kimyasal, fiziksel, biyolojik, ergonomik ve psikososyal risklerin yoğunluğu nedeniyle İSG uygulamaları kritik önem taşımaktadır.

Asfalt üretim tesisleri, üretim sürecinde ortaya çıkan kimyasal ve fiziksel maruziyetler nedeniyle yüksek riskli çalışma ortamları arasında yer almaktadır. Agregaların kontrollü sıcaklıklarda bitüm ve filler ile karıştırılması sırasında çalışanlar; yüksek sıcaklık, yanık riski, bitüm buharı ve dumanı, gürültü, ağır makine hareketleri ve ergonomik zorlanmalar gibi çok boyutlu tehlikelere maruz kalmaktadır. Bu nedenle asfalt üretim süreçlerinde kimyasal maruziyetin kontrolü, mühendislik önlemlerinin güçlendirilmesi ve çalışma ortamının izlenmesi büyük önem taşımakta; etkin koruyucu uygulamalar için sistematik risk değerlendirmesini gerekli kılmaktadır.

Bu tez çalışmasında, Erzurum Palandöken A.Ş. asfalt üretim tesisi örneğinde İSG uygulamaları değerlendirilmiştir. Ön Tehlike Analizi (PHA) ve Fine–Kinney yöntemleri kullanılarak mevcut riskler tanımlanmış, analiz edilmiş ve kabul edilebilir seviyelere indirilmesine yönelik öneriler geliştirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda asfalt plentlerinde karşılaşılan risklerin yönetimine yönelik stratejiler belirlenmiş ve etkili kontrol önlemleri sunulmuştur. Çalışmanın, asfalt üretim tesislerinde İSG uygulamalarının iyileştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fine–Kinney yöntemi, İş kazaları, Ön tehlike analizi (PHA), Risk etmenleri, Risk yönetimi.

SUMMARY

Approximately 2.7 billion people are employed worldwide, with a significant portion working in hazardous environments. Limited occupational health and safety (OHS) services contribute to an increase in workplace accidents and occupational diseases. Given Türkiye's high fatal accident rates compared to many European countries, the importance of OHS practices is further emphasized. OHS is a systematic approach aiming at protecting employees' physical, mental, and social well-being while preventing risks arising from the working environment. In high-risk sectors, OHS practices are vital due to the density of chemical, physical, biological, ergonomic, and psychosocial hazards.

Asphalt plants are among the high-risk environments due to chemical and physical exposures arising from the production process. During the controlled mixing of aggregates with bitumen, and fillers at specific temperatures, workers face multidimensional threats including extreme heat, burn risks, bitumen fumes and smoke, noise, heavy machinery movements and ergonomic strain. Consequently, controlling chemical exposure and strengthening engineering measures and monitoring the working environment are of great importance, necessitating systematic risk assessment for effective protective applications.

This thesis evaluates OHS practices through the case of Erzurum Palandöken Inc. asphalt plant. Using Preliminary Hazard Analysis (PHA) and Fine–Kinney methods, existing risks were identified, analyzed, and recommendations were developed to reduce them to acceptable levels. Based on the findings, strategies and control measures for managing risks in asphalt plants were proposed. This study is expected to contribute to the improvement of OHS practices within the asphalt production industry.

Keywords: Fine–Kinney method, Occupational accidents, Preliminary hazard analysis (PHA), Risk Factors, Risk management.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY ..... İİİ
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI ..... İV
TEŞEKKÜR V
ÖZET VI
SUMMARY VII
İÇİNDEKİLER VIII
TABLOLAR DİZİNİ X
ŞEKİLLER DİZİNİ XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ XII
1. GİRİŞ 1
1.1. Karayolu İnşaatlarında İş Sağlığı ve Güvenliği 2
1.2. Araştırmanın Amacı 5
1.3. Araştırmanın Önemi 6
2. GENEL BİLGİLER 8
2.1. Asfalt ve Asfalt İşçisi Kavramı 8
2.1.1. Asfalt Tanımı 9
2.1.2. Asfalt İşçisi Tanımı 10
2.2. Risk Etmenleri Kavramı ve Tanımı 12
2.3. Risk Etmenleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri 13
2.3.1. Fiziksel Risk Etmenleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri 13
2.3.2. Kimyasal Risk Etmenleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri 14
2.3.3. Biyolojik Risk Etmenleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri 16
2.3.4. Psikolojik Risk Etmenleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri 17
2.3.5. Ergonomik Risk Etmenleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri 19
2.4. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA) ve İş Sağlığı ve Güvenliği Alanındaki Yeri 20
2.5. Risk Değerlendirme Yöntemleri 22
2.6. İş Kazası Tanımı 23
2.7. İş Kazalarının Nedenleri 25
2.8. İş Kazalarının Sınıflandırılması 27
2.9. İş Kazalarını Önlemeye Yönelik Teknolojik ve Yönetimsel Önlemler 28
2.9.1. Yönetim ve Organizasyon Önlemleri 29

2.9.2. Fiziksel Önlemler 31
2.9.3. Teknolojik Önlemler 32
2.9.4. Davranışsal Önlemler 33
2.9.5. Risk Analizi ve Proaktif Önlemler 34
2.10. İş Kazalarında Acil Durum Planlaması ve Kriz Yönetimi 35
2.11. İş Kazalarının Bildirimi ve Hukuki Sorumluluklar 38
2.12. Literatür Taraması 40
3. YÖNTEM 44
3.1. Araştırmanın Modeli 44
3.2. Kaza Kayıtları 45
3.3. Uygulanan Risk Değerlendirme Yöntemleri 45
3.3.1. Ön Tehlike Analizi (PHA) 46
3.3.2. Fine–Kinney Yöntemi 50
3.4. Güvenirlik ve Geçerlilik Analizi 52
4. BULGULAR VE YORUMLAR 54
4.1. İncelenen İş Kazası Verilerinin Sınıflandırılması 54
4.2. Ön Tehlike Analizi (PHA) Bulguları 55
4.3. Fine–Kinney Yöntemi Bulguları ve Nicel Analizi 58
4.4. Güvenirlik ve Geçerlilik Bulguları 67
4.5. İş Kazalarına Dayalı Bulguların Değerlendirmesi 68
4.5.1. İş Kazalarına Dayalı Bulguların PHA ve Fine–Kinney Sonuçları ile Karşılaştırılması 68
4.6. Saha Gözlemlerine Dayalı Risk Bulguları 69
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 74
5.1. Tartışma 74
5.2. Sonuç ve Öneriler 76
KAYNAKÇA 80
ÖZGEÇMİŞ 92

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Asfalt üretim sektöründe İSG ile ilgili mevzuat ve standartlar 5
Tablo 2. Yerel mevzuat ve rehberlere göre acil durum planı hazırlama aşamaları (FEMA, 1993) 36
Tablo 3. PHA şiddet değerleri (Ericson, 2005). 48
Tablo 4. PHA olasılık değerleri (Hammer, 1989). 49
Tablo 5. PHA derecelendirme matrisi (Harms-Ringdahl, 2001). 49
Tablo 6. Fine–Kinney yönteminde olasılık (O) değerleri ve açıklamaları (Kinney ve Wiruth, 1976). 51
Tablo 7. Fine–Kinney yönteminde şiddet (S) değerleri ve açıklamaları (Kinney ve Wiruth, 1976). 51
Tablo 8. Fine–Kinney yönteminde frekans (F) değerleri ve açıklamaları (Kinney ve Wiruth, 1976). 52
Tablo 9. Fine–Kinney yönteminde risk puanı (R) değerlendirme ölçeği 52
Tablo 10. Erzurum ili asfalt plentlerinde yaşanan geçmiş kaza verilerinin özeti 54
Tablo 11. Erzurum ili asfalt üretim tesisinde ön tehlike analizi (PHA) 56
Tablo 12. PHA yöntemine göre risk düzeylerinin dağılımı 57
Tablo 13. Erzurum ili asfalt üretim tesisinde Fine–Kinney risk değerlendirmesi 59
Tablo 14. Fine–Kinney risk değerlendirme tablosu bulguları 62
Tablo 15. Erzurum ilinde asfalt üretim tesisleri ve yol bakım-onarım şantiyelerinde risklerin değerlendirilmesinde güvenirlik testi 67

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. İş kazalarının nedenleri **(**Çalık vd., 2021)..... 26
Şekil 2. Araştırma yöntemi akış şeması..... 44
Şekil 3. Risk düzeyi dağılımı..... 63
Şekil 4. Risk skorları histogramı..... 64
Şekil 5. Olasılık × şiddet risk matrisi ısı haritası..... 64
Şekil 6. Risk parametrelerinin ortalama katkısı..... 65
Şekil 7. Kırma-eleme ve konveyör bant sisteminden oluşan besleme ünitesi – Erzurum asfalt sahası (Saha fotoğrafı, 2025)..... 69
Şekil 8. Agrega kurutma (dryer) tamburu ve brülör sistemi – Erzurum asfalt sahası (Saha fotoğrafı, 2025)..... 70
Şekil 9. Asfalt plentinde risk etmenlerinin gözlemlendiği karışım ünitesi (Saha fotoğrafı, 2025)..... 71
Şekil 10. Kış koşullarında agrega (taş malzeme) stok alanı – Erzurum asfalt sahası (Saha fotoğrafı, 2025)..... 71
Şekil 11. Asfalt uygulama araçlarının park alanı – Erzurum Büyükşehir Belediyesi (Saha fotoğrafı, 2025)..... 72
Şekil 12. Asfalt sıkıştırma işleminde kullanılan silindir makinesi (Saha fotoğrafı, 2025)..... 73

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADR	: Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması
CVOEM	: Vancouver Şehri Acil Durum Yönetimi Ofisi (City of Vancouver Office of Emergency Management)
ÇSGB	: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
EMBC	: Emergency Management British Columbia
EU-OSHA	: Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı
F	: Frekans
FMEA	: ABD Federal Acil Durum Yönetim Ajansı
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
İSGGM	: İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
İSGK	: İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım
m	: Madde
NIOSH	: Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü
O	: Olasılık
OSGB	: Ortak Sağlık Güvenlik Birimi
OSHA	: ABD İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi
PHA	: Ön Tehlike Analizi
S	: Şiddet
SGK	: Sosyal Güvenlik Kurumu
SSGSSK	: Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu
SSİY	: Sosyal Sigortalar ve İşsizlik Sigortası Yönetmeliği
TÜPRAŞ	: Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.
UKCO	: United Kingdom Cabinet Office
vb.	: Ve Benzeri
vd.	: Ve Diğerleri
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

İş kazalarının tarihi insanlık tarihi kadar eskidir ve Sanayi Devrimi'nden bu yana ciddi bir sosyal risk olarak kabul edilmektedir. Sosyal, ekonomik, psikolojik ve çevresel bir dizi faktöre dayanan iş kazaları, hızlı sanayileşme ve teknolojik gelişmeyle birlikte ortaya çıkan fabrika temelli üretimle birlikte daha tehlikeli bir boyut kazanmıştır. Modern sanayinin çalışma hayatında kurduğu üretim sistemi, makine ve yeni teknolojilerin yoğun kullanımını zorunlu kılmış; bu durum çalışanlar açısından tehlikelerin çeşitlenmesine yol açmıştır. Yoğun makineleşmenin getirdiği yeni risk türleri, kaza olasılığını ve tehlikenin derecesini artırmıştır (Gamgam, 1994).

İş kazaları hem dünyada hem de Türkiye'de çalışma hayatının en önemli sorunlarından biridir. Türkiye'de çalışanların maruz kaldığı iş kazaları ile bu kazalara bağlı ölümler, yaralanmalar ve ekonomik kayıplar, gelişmiş ülkelere kıyasla oldukça yüksektir (Yıldız ve Özdemir, 2021). İş kazaları üzerine yapılan araştırmalar, kazaların meydana gelmesinde çalışanların kişisel özelliklerinin önemli bir etkiye sahip olduğunu; bunun yanı sıra makine, ekipman ve çalışma ortamındaki hata ve kusurların da başlıca nedenler arasında yer aldığını ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle iş kazalarının temel nedenleri, çalışanların güvensiz tutum ve davranışları ile işyerindeki güvensiz koşullardır (Kurt, 1999).

Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) işyeri kazaları konusunda araştırmalar yapan Ulusal Güvenlik Konseyi'nin verilerine göre, işyeri kazalarının önemli bir bölümü mekanik ve insan kaynaklı faktörlerin birleşik etkisinden kaynaklanmaktadır (Camkurt, 2007). Benzer şekilde Pennsylvania Çalışma ve Sanayi Departmanı da kazaların büyük kısmının insan ve makine faktörlerinin birlikte etkisiyle meydana geldiğini belirtmektedir (Camkurt, 2007).

İş kazalarının nedenlerine ilişkin sınıflandırmalar farklılık göstermekle birlikte, birçok çalışmada kazaların insan, makine, ortam/çevre ve yönetim kaynaklı faktörlerden kaynaklandığı belirtilmektedir. Bu kapsamda Demir ve Öz (2018), iş kazası nedenlerini 4M modeli çerçevesinde ele alarak insan davranışları, ekipman ve teknik yetersizlikler, çevresel koşullar ile yönetimsel eksikliklerin kazaların oluşumunda belirleyici rol oynadığını ifade etmektedir.

Yaklaşık 2,7 milyar kişilik küresel işgücünün büyük bir kısmının tehlikeli ortamlarda çalıştığı, buna karşın iş sağlığı ve güvenliği (İSG) hizmetlerinden yararlanabilen nüfus oranının oldukça sınırlı olduğu ifade edilmektedir (Değer, 2017).

Bu durumun doğal bir sonucu olarak iş kazaları ve meslek hastalıklarında artış gözlenmektedir. International Labour Organization/Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)'nün verilerine göre, dünya genelinde her yıl yüz milyonlarca iş kazası meydana gelmekte ve milyonlarca çalışan hayatını kaybetmektedir (Karakuzu, 2018). Türkiye ise ölümlü iş kazaları bakımından Avrupa ülkeleri arasında üst sıralarda yer almaktadır (Hişir, 2018).

ILO ve Dünya Sağlık Örgütü / World Health Organization (WHO), iş sağlığını çalışanların fiziksel, zihinsel ve sosyal refahlarını en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır. Şahin (2016) iş sağlığını çalışanların sağlıklarını korumayı ve çalışma motivasyonunu artırmayı hedefleyen bir disiplin olarak ele almaktadır. Erdoğan (2019) ise iş sağlığının, üretim süreçlerinin sağlıklı hale getirilmesini ve iş–çalışan uyumunun sağlanmasını amaçladığını belirtmektedir. Sümer'e (2008) göre İSG, çalışanların fiziksel ve ruhsal iyilik hallerini sağlamak ve riskleri kabul edilebilir düzeye indirmek amacıyla yürütülen faaliyetlerin bütünüdür.

Bu çerçevede İSG uygulamaları, yalnızca kazalar meydana geldikten sonra müdahale etmeyi değil, risklerin kaynağında belirlenerek önleyici yaklaşımların benimsenmesini gerektirmektedir. Özellikle ağır ekipman kullanımı, değişken saha koşulları ve yüksek fiziksel zorlanma gerektiren sektörlerde iş kazası olasılığı daha da artmakta; bu durum sektöre özgü risklerin sistematik biçimde değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Karayolu inşaatları ve asfalt üretim faaliyetleri de bu kapsamda yüksek risk barındıran çalışma alanları arasında yer almakta olup, çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunması için kapsamlı İSG uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle bir sonraki bölümde karayolu inşaatlarında İSG konusu ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

1.1. Karayolu İnşaatlarında İş Sağlığı ve Güvenliği

İSG, hem küresel düzeyde hem de Türkiye'de çalışma hayatının başlangıcından itibaren son derece önemlidir. Çalışmalar sırasında ortaya çıkabilecek tehlikeler, alınması gereken önlemler ve bu önlemlerin sonuçları büyük önem taşımaktadır. Çalışma esnasında kullanılan araç ve gereçlerin kullanımından kaynaklanan tehlikelerin ve risklerin azaltılması ya da maruziyet düzeyinin düşürülmesiyle ancak sağlıklı bir iş ortamı oluşturulabilmektedir. Bu bağlamda İSG, çalışma koşullarının iyileştirilmesi ve çalışanların güvenliğinin sağlanması açısından hayati bir öneme sahiptir. Türkiye'de özellikle inşaat sektöründe, İSG açısından büyük önem taşıyan ve yüksek oranlarda ölümle sonuçlanan iş kazaları yaşanmaktadır (Demir ve Öz, 2018).

İnşaat sektörü; yollar, konutlar, okullar, hastaneler, enerji üretim tesisleri, barajlar, fabrikalar, havaalanları ve kentsel alanlar gibi yaşamın tüm temel unsurlarının geliştirilmesinde belirleyici bir rol oynamakta; bu yönüyle hem ekonomik hem de sosyal hayatın lokomotifi niteliğini taşımaktadır. Bu geniş kapsam dikkate alındığında sektör, iş kazaları ve güvenlik önlemlerinin uygulanması bakımından önemli zorlukları da beraberinde getirmektedir. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB)'na göre özellikle ulaştırma yapıları, hem çalışanlar hem de yol kullanıcıları açısından inşaat sektörü içinde yüksek risk barındırmaktadır (ÇSGB, 2025).

Türkiye'de artan araç sayısıyla birlikte en yoğun kullanılan ulaşım modu olan karayolu altyapısının önemi giderek artmakta ve bu durum sektördeki büyümeyi açık biçimde ortaya koymaktadır. Sektörün sürdürülebilir gelişimini sağlamak amacıyla mevcut yolların sürekli bakım ve onarımının yapılması; artan nüfus ve çağın gereksinimleri doğrultusunda yeni tüneller, köprüler, viyadükler ve yolların inşa edilmesi gerekmektedir. Türkiye'de inşaat ve ulaştırma sektörü, ekonomik büyüme ve istihdam açısından önemli bir rol üstlenmesinin yanında maalesef ölümle sonuçlanan iş kazalarının en yoğun yaşandığı sektörler arasında yer almaktadır (Zengin, 2022). Bu nedenle, ulaştırma yapılarında İSG hususlarının öncelikli bir gereklilik olarak ele alınması büyük önem taşımaktadır. Karayolu inşaatları, iş gücü yoğunluğu, ağır ekipman kullanımı ve zorlu çalışma koşulları nedeniyle iş kazalarının en sık yaşandığı alanlardan biri olarak öne çıkmaktadır.

Esnek karayolu üstyapılarında taşıyıcı malzeme olarak agregalar ve bu agregaları birbirine bağlamak amacıyla hidrokarbon içerikli bitümlü bağlayıcılar kullanılmaktadır. Bitüm; petrolün damıtılmasıyla elde edilen, rengi koyu kahverengiden siyaha kadar değişen, yüksek viskoziteli bir hidrokarbon yan ürünüdür. Bu damıtım süreci doğada asfalt göllerinde kendiliğinden gerçekleşebildiği gibi çoğunlukla rafinerilerde yapılmaktadır. Bitüm, yüksek oranda ağır hidrokarbonlardan oluşan katı, yarı katı veya viskoz bağlayıcılar için kullanılan genel bir terimdir ve en yaygın kullanım alanı karayollarıdır (Asphalt Institute, 2002).

Günümüzde Türkiye'de kullanılan bitümün tamamı petrol rafinerilerinden elde edilmektedir. Yirminci yüzyılın başlarında bitümlü sıcak karışımlar modern formunu kazanmaya başlamış; ham petrolün rafine edilmesiyle elde edilen bitümlü bağlayıcılar, otomobil kullanımının artmasıyla birlikte modern yol yapımında temel bir malzeme haline gelmiştir. Bitümlü yol kaplamalarının dayanıklılığını artırmak amacıyla 1900'lü yılların başlarında çeşitli deney ve yöntemler geliştirilmiştir (Asfalt El Kitabı, 1989). Bu

gelişmeler sonucunda yol inşaatları, sürekli talep gören dinamik bir endüstri dalı haline gelmiştir (Asfalt El Kitabı, 1989).

Karayolu faaliyetlerinin çağdaş bir şekilde yürütülmesi amacıyla, Türkiye'de 1 Mart 1950 tarihinde Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) kurulmuştur. Bitümlü sıcak karışım üretiminin yapıldığı asfalt plentleri ise 1956–1957 yıllarında özel sektör tarafından getirilmiş, daha sonra KGM tarafından satın alınarak ülke hizmetine sunulmuştur. Bu gelişmelerin ardından, 1970 yılında asfalt kaplamalı devlet yolu uzunluğu 17.124 km'ye ulaşmıştır. Güncel verilere göre, 1 Ocak 2025 itibarıyla Türkiye'de toplam 68.617 km karayolu ağı bulunmaktadır. Bu ağın yaklaşık 30.725 km'si asfalt betonu, 34.856 km'si sathi kaplama olarak sınıflandırılmıştır. Asfalt betonu yolların oranı yaklaşık %44,8 sathi kaplama yolların oranı ise yaklaşık %50,8'dir. (KGM, 2025).

Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. (TÜPRAŞ) tarafından üretilen bitüm, asfalt endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. TÜPRAŞ, farklı penetrasyon değerlerine sahip bitüm türlerini üretmekte ve üretim sürecinde talep dinamiklerini dikkate almaktadır. Rafinerilerin yıllık ortalama 20 milyon ton ham petrol işlediği ve bu miktarın yaklaşık yüzde onunun yerli ham petrol kaynaklı olduğu belirtilmektedir (Büyüksaraçoğlu, 2009).

Asfalt betonu, Türkiye'de ve dünya genelinde birçok ülkede yol kaplaması olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bu malzeme, asfalt plentlerinde belirli gradasyona sahip agregaların yaklaşık 160°C sıcaklığa kadar ısıtılarak bitüm ve fillerle karıştırılması yoluyla üretilmektedir. Asfalt plentleri, elektronik ve mekanik ekipmanlarla donatılmış, yüksek kapasiteli üretim tesisleridir (Yonar, 2007).

Bitümün üretimi, taşınması ve sıcak karışım üretiminde kullanılması sırasında çalışanlar çeşitli kimyasal ve fiziksel tehlikelere maruz kalabilmektedir. Uluslararası kuruluşlar, asfalt ve bitümle çalışılan ortamlarda karşılaşılan risklere dikkat çekmektedir. ILO, uçucu bileşiklere ve dumanlara maruziyetin azaltılması için mühendislik kontrollerinin zorunlu olduğunu vurgulamaktadır (ILO, 2014). Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü/ National Institute Occupational Health and Safety (NIOSH), bitüm dumanına uzun süreli maruziyetin solunum yolu irritasyonlarına yol açabileceğini belirtmektedir (NIOSH, 2001). Amerika Birleşik Devletleri İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi/ United States Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ise asfalt plentlerinde yüksek sıcaklık, yanık riski ve uçucu organik bileşiklere maruziyet için sınır değerler tanımlamaktadır (OSHA, 2023).

Bu nedenle asfalt plentleri, kimyasal ve fiziksel maruziyet açısından yüksek tehlike sınıfında yer almaktadır. Üretim sürecinde yüksek sıcaklıklar, ağır ekipman kullanımı, gürültü ve ergonomik zorlanmalar çalışanlar açısından çok boyutlu riskler oluşturmaktadır (Tepe ve Kaya, 2020). Asfalt üretim sektöründe, ilgili kanun, yönetmelik, teknik şartname ve standartlara uygun biçimde İSG önlemleri alınarak çalışanların maruz kaldığı risklerin en aza indirilmesi amaçlanmaktadır (Erdoğan, 2019).

Asfalt Üretim Sektöründe İSG ile İlgili Mevzuat, Yönetmelik, Standartlar ve teknik şartname Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Asfalt üretim sektöründe İSG ile ilgili mevzuat ve standartlar

Tür	Mevzuat / Standart Adı	Kapsam	Yayımlayan Kurum
Kanun	6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu	Çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunması	ÇSGB
Yönetmelik	Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği	İnşaat ve yol yapım işleri	ÇSGB
Yönetmelik	Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri	Bitüm ve kimyasal maruziyet	ÇSGB
Standart	TS EN 13108 (Asfalt Karışımları)	Bitümlü sıcak karışımlar	TSE
Teknik Şartname	Karayolları Teknik Şartnamesi	Yol yapım ve asfalt kaplama işleri	KGM
Uluslararası	ISO 45001	İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi	ISO

Bu mevzuat ve standartlar, çalışma kapsamında yapılan risk analizlerinde yasal yükümlülüklerin belirlenmesi ve önerilen kontrol önlemlerinin mevzuata uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla referans alınmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Erzurum Palandöken A.Ş. 'ye ait asfalt üretim tesisinde ortaya çıkan risk etmenlerini belirlemek, bu riskleri olasılık, şiddet ve maruz kalma sıklığı açısından değerlendirmek ve iş kazalarının önlenmesine yönelik uygulanabilir iyileştirme önerileri geliştirmektir.

Asfalt üretim faaliyetleri; ağır iş koşulları, yoğun fiziksel zorlanma, kimyasal ajanlara maruziyet ve yüksek iş kazası oranları nedeniyle İSG açısından kritik sektörler arasında yer almaktadır. Bu özellikler, söz konusu çalışma alanlarında güvenlik önlemlerinin güçlendirilmesini ve risklerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu kapsamda yürütülen araştırma, hem İSG literatürüne katkı sunmayı hem de sektörün risk yönetimi anlayışını geliştirmeye yönelik uygulamalara destek olarak çalışanların güvenliğini artırmayı amaçlamaktadır.

Bu amaçla çalışmada iki farklı risk değerlendirme yaklaşımından yararlanılmıştır. Ön Tehlike Analizi / Preliminary Hazard Analysis (PHA), potansiyel tehlikelerin henüz gerçekleşmeden önce tanımlanmasını sağlayan proaktif bir yöntem olması ve basit, hızlı uygulanabilir yapısı sayesinde erken aşamada risklerin belirlenmesine imkân tanıması nedeniyle tercih edilmiştir. Fine–Kinney yöntemi ise riskleri olasılık, maruziyet sıklığı ve şiddet parametreleri üzerinden sayısal olarak değerlendirmeye olanak sağlaması, risklerin önceliklendirilmesini kolaylaştırması ve karar vericilere somut veriler sunması nedeniyle çalışmaya dâhil edilmiştir.

Bu kapsamda risk değerlendirmesi, PHA ile Fine–Kinney yöntemlerinin bütünleşik kullanımı esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Asfalt üretim tesisleri, üretim süreçleri sırasında ortaya çıkan yoğun kimyasal ve fiziksel maruziyetler nedeniyle yüksek riskli çalışma ortamları arasında yer almaktadır. TÜPRAŞ tarafından üretilen bitümün yaygın olarak kullanıldığı bu tesislerde; agrega, bitüm ve filler karışımının yüksek sıcaklıklarda hazırlanması sürecinde çalışanlar yanık riski, bitüm buharı ve dumanına maruziyet, yüksek gürültü düzeyleri, ağır makine hareketleri ve ergonomik zorlanmalar gibi çok boyutlu tehlikelere maruz kalmaktadır.

ILO'nun *Chemical Safety and the Work Environment* başlıklı rehberinde vurguladığı üzere, bitüm ve asfalt türevleriyle çalışılan ortamlarda kimyasal maruziyetin kontrol altına alınması kritik bir zorunluluktur (ILO, 2014). Benzer şekilde OSHA, asfalt plentlerinde sıcak asfalt ortamına bağlı yanıklar, solunabilir partiküller ve uçucu organik bileşiklere (VOC) maruziyet konusunda sınır değerler ve kontrol önlemleri tanımlamaktadır (OSHA, 2023). NIOSH ise asfalt işçilerinin bitüm dumanına uzun süreli maruziyetinin solunum sistemi irritasyonlarına ve potansiyel mesleki hastalık risklerine yol açabileceğine dikkat çekmekte ve bu risklerin azaltılması için mühendislik kontrollerinin uygulanmasını önermektedir (NIOSH, 2001).

Bu bağlamda asfalt üretim süreçleri, İSG açısından çok boyutlu, sistematik ve teknik bir risk değerlendirmesi gerektiren çalışma alanları olarak değerlendirilmektedir. Bu araştırma, asfalt sektörüne özgü karşılaşılan tehlikelerin ortaya konulması, iş kazalarının oluşum dinamiklerinin anlaşılması ve risk azaltıcı stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlamak amacıyla yürütülmektedir. Araştırma bulgularının; çalışma koşullarının iyileştirilmesine, iş güvenliği kültürünün güçlendirilmesine ve gerekli durumlarda çalışanlara yönelik psikososyal destek mekanizmalarının geliştirilmesine katkı sunması beklenmektedir. Böylece hem çalışan sağlığının korunması hem de sektörün sürdürülebilir İSG performansının artırılması hedeflenmektedir.

Bununla birlikte bu çalışma, asfalt üretim tesislerinde İSG risklerinin değerlendirilmesine yönelik literatürde sınırlı sayıda bulunan saha temelli uygulamalı araştırmalara metodolojik katkı sunmaktadır. Çalışmada PHA ile Fine–Kinney yöntemlerinin birlikte kullanılması sayesinde riskler hem nitel hem de nicel boyutta ele alınmış, tehlikelerin erken aşamada belirlenmesi ve önceliklendirilmesi mümkün olmuştur. Bu bütüncül yaklaşım, yalnızca teorik bir değerlendirme sunmakla kalmayıp, gerçek saha verileri, iş kazası kayıtları ve gözlemsel bulgularla desteklenen uygulanabilir bir risk yönetimi modeli ortaya koymaktadır. Bu yönüyle araştırmanın, hem İSG literatürüne bilimsel katkı sağlaması hem de asfalt sektöründe faaliyet gösteren işletmelere yol gösterici pratik öneriler sunması beklenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Asfalt ve Asfalt İşçisi Kavramı

Asfalt dökme sürecinde ortaya çıkabilecek tehlikeler, yol yapım faaliyetlerinde İSG açısından kritik bir öneme sahiptir. Yol inşaatında görev alan çalışanlar; yüksek sıcaklıkta malzemelerle çalışma, ağır iş makineleriyle eş zamanlı faaliyet yürütme, açık trafik koşullarına maruz kalma ve geniş alanlara yayılmış çalışma sahaları gibi çok sayıda risk faktörüyle karşı karşıya kalmaktadır. Çalışma alanlarının genişlemesi ve üretim süreçlerinin giderek daha karmaşık hale gelmesi, özellikle makine ve ekipman kullanımının yoğun olduğu yol projelerinde kaza olasılığını önemli ölçüde artırmaktadır. Bu durumun temel nedenlerinden biri, yol inşaatı alanlarının diğer inşaat türlerine kıyasla kendine özgü, dinamik ve sürekli değişen çalışma koşullarına sahip olmasıdır (Bağdatlı vd., 2016).

Yol yapım çalışmalarında asfalt dökme işlemleri sırasında karşılaşılan başlıca tehlikeler arasında; sıcak asfaltla temas sonucu oluşabilecek yanıklar, iş makinelerinin hareket alanında bulunmaya bağlı ezilme ve çarpma riskleri, yüksek gürültü düzeyleri, toz ve duman maruziyeti ile ergonomik zorlanmalar yer almaktadır. ILO, yol yapım ve bakım çalışmalarında asfalt serme faaliyetlerini "yüksek riskli işler" kapsamında değerlendirmekte ve bu alanlarda çalışanların hem fiziksel hem de kimyasal tehlikelere eş zamanlı maruz kaldığını vurgulamaktadır (ILO, 2009). Özellikle sıcak asfalt uygulamalarında kontrolsüz çalışma koşullarının ciddi iş kazalarına yol açabildiği belirtilmektedir.

Literatürde yapılan çalışmalar, yol inşaatı kazalarının önemli bir bölümünün hareketli iş makineleriyle çalışanlar arasındaki etkileşimden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Hinze (2006) karayolu projelerinde meydana gelen kazaların büyük kısmının, makine operatörleri ile sahada görev yapan işçiler arasındaki iletişim eksikliklerinden ve yetersiz alan düzenlemelerinden kaynaklandığını belirtmektedir. Asfalt serimi sırasında finişerler, silindirler ve kamyonlar gibi ağır ekipmanların eş zamanlı çalışması, görsel algının sınırlanması ve refleks süresinin kısalması nedeniyle ciddi güvenlik riskleri oluşturmaktadır. Ayrıca yol yapım faaliyetlerinin çoğu zaman açık trafik koşulları altında yürütülmesi, hem çalışanlar hem de yol kullanıcıları açısından ek riskler doğurmaktadır. Karayolu şantiyelerinde yeterli işaretleme ve trafik düzenlemesi yapılmadığında, araç–işçi çarpışmaları ve zincirleme kazaların meydana

gelme olasılığı artmaktadır. ILO, yol yapım alanlarında geçici trafik yönetimi ve görünürlük önlemlerinin yetersizliğini, ölümlü iş kazalarının başlıca nedenleri arasında göstermektedir (ILO, 2009). Bu çerçevede asfalt dökme faaliyetleri, yalnızca teknik bir üretim süreci olarak değil; aynı zamanda çok boyutlu risklerin eş zamanlı olarak yönetilmesini gerektiren bir İSG problemi olarak ele alınmalıdır. Çalışma sahasının fiziksel düzeni, kullanılan ekipmanların uygunluğu, çalışanların eğitimi ve etkin denetim mekanizmalarının varlığı, iş kazalarının önlenmesinde belirleyici unsurlar arasında yer almaktadır. Bu nedenle yol yapım projelerinde, özellikle asfalt serim aşamasında, sistematik risk değerlendirmelerinin yapılması ve önleyici tedbirlerin öncelikli olarak uygulanması zorunludur.

2.1.1. Asfalt Tanımı

Yol üstyapıları, karayolu taşımacılığında asfaltın en yaygın kullanım alanını oluşturmaktadır. Mineral agregaların bitüm veya bitümlü bağlayıcılarla birleştirilmesiyle elde edilen karışım, yol kaplamalarında kullanılan asfalt olarak tanımlanmaktadır. Yol inşaatlarında en sık tercih edilen kaplama türü, bitümlü sıcak karışımlı (BSK) asfalt betonudur. Asfalt betonunun sürüş konforu sağlaması, yüksek stabilite ve dayanıklılık göstermesi ile suya karşı dirençli bir yapı sunması, bu malzemenin yol yapımında öncelikli olarak kullanılmasının başlıca nedenleri arasında yer almaktadır (Speight, 2016).

Asfalt; mineral agregalar, bitümlü bağlayıcılar ve gerekli durumlarda katkı maddelerinin belirli oranlarda bir araya getirilmesiyle oluşturulmakta olup, sıcak, soğuk ve ılık karışım şeklinde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Özellikle sıcak karışım asfaltlar, yüksek taşıma kapasitesi ve uzun hizmet ömrü sağlamaları nedeniyle ana arterlerde ve yoğun trafik yüküne maruz kalan yollarda çok sık tercih edilmektedir (Roberts vd., 1996).

Asfalt üretim sürecinde agregalar (kırmataş, kırma çakıl ve kum) ile bitümlü bağlayıcılar, belirli sıcaklık ve performans sınıflarına göre karıştırılmaktadır. Bu süreçte agregaların tane boyutu dağılımı, yüzey özellikleri ve dayanımı ile bitümün viskozitesi ve penetrasyon değeri, asfalt betonunun mekanik performansı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Huang, 2004).

Asfalt betonunda stabilite, taşıt yükleri altında kaplamanın şekil değiştirmeye karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Bitümlü karışımın stabilitesi; agreganın fiziksel özellikleri, bitüm oranı ve asfalt çimentosunun penetrasyon değerinin azalmasıyla doğrudan ilişkilidir. Bunun yanı sıra kaplamanın hizmet vereceği yolun

iklim koşulları, trafik hacmi ve yol geometrisi de stabilite üzerinde etkili olan önemli faktörlerdir (Yoder ve Witczak, 1975).

Asfalt betonunda kullanılan agrega terimi, genellikle yüz milimetreye kadar olan sert taşlardan elde edilen ve belirli kalite kriterlerini karşılayan çakıl, kum ve benzeri mineral malzemeleri kapsamaktadır. Agrega, asfalt ve beton üretiminde temel hammadde olup, kaplamanın dayanım ve performans özelliklerini doğrudan etkilemektedir (Neville, 2011). Agreganın mineralojik bileşimi ile bitümün kimyasal yapısı, bitüm–agrega aderansını belirleyen başlıca unsurlar arasında yer almaktadır (Read ve Whiteoak, 2003).

Asfalt kaplama işlemleri; mevcut yol yüzeylerinin korunması, eski kaplamaların yenilenmesi ve sürtünme direncinin artırılması amacıyla uygulanmaktadır. Bu işlemde bitümlü bağlayıcı üzerine ince bir agrega tabakası serilerek kaplama gerçekleştirilmekte; böylece sathi yol kaplaması ile yol yüzeyinin dayanımı ve hizmet ömrü artırılmaktadır (Roberts vd., 1996).

Esnek üstyapı kavramı, trafik yükleri altında tabakalar arasında gerilmenin yayılmasına olanak tanıyan ve bu yükleri alt tabakalara kademeli olarak ileten asfalt kaplama sistemlerini ifade etmektedir. Bu yapı türünde bitümlü bağlayıcılar temel bileşen olarak kullanılmakta; asfalt çimentoları, asfalt emülsiyonları ve katbek asfaltlar esnek üstyapılarda yaygın biçimde tercih edilmektedir (Torun, 2015).

Bitüm, petrolün rafinasyonu sırasında geriye kalan, yüksek kaynama noktasına sahip ağır hidrokarbonlardan oluşan koyu renkli bir bağlayıcıdır. Asfalt karışımında agregaları bir arada tutmak, kaplamayı zemine bağlamak ve dış etkilere karşı dayanıklılık sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Hacimsel olarak karışım içinde sınırlı bir yer kaplamasına rağmen, asfaltın mekanik dayanımı ve çevresel etkilere karşı direnci büyük ölçüde bitümün özelliklerine bağlıdır (Speight, 2016).

Asfalt endüstrisinde bitüm ve bitümlü sıcak karışımlar, tekerlek izi deformasyonları, termal çatlaklar ve su hasarına karşı dayanıklılık sağlamaları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bitümün üretimi, taşınması ve yüksek sıcaklıklarda kullanılması sırasında çalışanların kimyasal ve fiziksel risklere maruz kalabildiği, bu nedenle üretim ve uygulama süreçlerinde İSG önlemlerinin titizlikle uygulanması gerektiği vurgulanmaktadır (Kuloğlu vd., 2008).

2.1.2. Asfalt İşçisi Tanımı

Asfalt işçisi; işyerinde kullanılan malzeme, araç ve ekipmanları teknik talimatlara uygun biçimde kullanan, İSG ile çevre koruma kurallarına riayet eden, ekip çalışmasına

uyum sağlayarak üretim sürecinin verimlilik ve kalite hedeflerine katkıda bulunan nitelikli bir meslek çalışanıdır. Asfalt işçilerinin başlıca görevleri arasında; makine ve ekipmanların iş öncesinde hazırlanması, malzemelerin yüklenmesi ve boşaltılması, trafik uyarı ve yönlendirme levhalarının yerleştirilmesi, asfalt kesme ve onarma işlemlerinin gerçekleştirilmesi, yama ve düzeltme çalışmalarının yapılması, çalışma alanının temizlenmesi ve kullanılan makinelerin bakımının sağlanması yer almaktadır. Bu görevler, çoğu zaman açık alanda, değişken çevre koşulları altında ve yoğun fiziksel efor gerektiren çalışma biçimlerini içermektedir (Hinze, 2006; ILO, 2009).

Asfalt işçiliği mesleği, çalışma hayatını düzenleyen çeşitli yasa ve yönetmeliklerle çerçevelenmiştir. Bu bağlamda meslek; 4857 sayılı İş Kanunu, 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu (SSGSSK) ile 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu başta olmak üzere, iş ekipmanlarının güvenli kullanımından çevresel atıkların kontrolüne kadar uzanan çok sayıda ikincil mevzuatla düzenlenmektedir. Özellikle İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği ile Kişisel Koruyucu Donanımların (KKD) Kullanımı Hakkında Yönetmelik, asfalt işçilerinin günlük çalışma pratiklerini doğrudan etkileyen düzenlemeler arasında yer almaktadır (T.C. Resmî Gazete, 2012; ÇSGB, 2013).

Asfalt işçileri, çalışma süreçlerinde yüksek sıcaklıkta malzemelerle temas, ağır iş makineleriyle eş zamanlı çalışma, gürültü, titreşim, toz ve kimyasal maddelere maruziyet gibi çeşitli iş kazası ve meslek hastalığı risklerine maruz kalmaktadır. Bu risklerin tamamının ortadan kaldırılması her zaman mümkün olmamakla birlikte, teknik ve organizasyonel önlemlerle birlikte KKD'lerin etkin biçimde kullanılması sayesinde risk düzeyi önemli ölçüde azaltılabilmektedir (Akboğa vd., 2018). Nitekim literatürde, asfalt işçilerinde görülen yaralanmaların önemli bir bölümünün uygun KKD kullanılmamasıyla ilişkili olduğu vurgulanmaktadır.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 9. maddesi uyarınca, işyerlerinin tehlike sınıfları belirlenmiş olup asfalt üretimi ve yol yapım faaliyetleri bu sınıflandırma kapsamında değerlendirilmektedir. Söz konusu düzenlemeye göre işyerinin tehlike sınıfı, yürütülen ana iş esas alınarak belirlenmekte; birden fazla ana faaliyetin bulunması halinde ise en yüksek tehlike sınıfı geçerli olmaktadır (Resmî Gazete, 2012). İşverenler, ana faaliyet konularında meydana gelen değişiklikleri en geç bir ay içerisinde Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'na bildirmekle yükümlüdür.

İşyerlerinin tehlike sınıflarına ilişkin itirazlar Bakanlık tarafından değerlendirilmekte ve gerekli görülmesi halinde sınıflandırma yeniden yapılmaktadır. Bu karar, işyeri yetkililerine bildirilmektedir ve işverenin söz konusu sınıflandırmaya

uygun düzenlemeleri doksan gün içerisinde tamamlaması gerekmektedir. Ayrıca, önceki tehlike sınıfları listelerinin yürürlükten kaldırıldığı ve güncel tebliğin esas alındığı belirtilmektedir (Resmî Gazete, 2012).

Bu mevzuat çerçevesinde yol asfaltlama işlerinde görev yapan çalışanlar, "çok tehlikeli işler" sınıfında yer almaktadır. Bu durum, asfalt işçilerinin İSG açısından özel önlemlerle korunmasını zorunlu kılmakta; düzenli risk değerlendirmeleri, periyodik sağlık gözetimleri ve sürekli eğitim faaliyetlerinin önemini artırmaktadır. Literatürde, özellikle çok tehlikeli işlerde çalışan işçilerin güvenliğinin sağlanmasında, yalnızca yasal düzenlemelerin değil, aynı zamanda iş güvenliği kültürünün geliştirilmesinin de belirleyici olduğu vurgulanmaktadır (Gökçe, 2020).

2.2. Risk Etmenleri Kavramı ve Tanımı

Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK)'nun 2024 yılı verilerine göre aynı yıl içerisinde toplam 5.858.614 sigortalı çalışan arasında yaklaşık 589.000 iş kazası meydana gelmiş ve bu kazaların 1.227'si ölümle sonuçlanmıştır. Ayrıca iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle kaybedilen toplam iş günü sayısı yaklaşık 1.920.000 olarak kaydedilmiştir. Bu veriler, Türkiye'de İSG alanında alınan önlemlerin halen yeterli düzeye ulaşmadığını ve risk yönetimi uygulamalarının güçlendirilmesi gerektiğini açık biçimde ortaya koymaktadır (SGK, 2024).

İş kazalarından kaynaklanan maddi, sosyal ve psikolojik kayıplar, özellikle gelişmekte olan ülkelerin kalkınma çabalarını olumsuz yönde etkilemektedir. ILO'ya göre iş kazaları ve meslek hastalıklarının küresel ölçekte oluşturduğu toplam maliyet, dünya gayrisafi yurt içi hasılasının yaklaşık yüzde dördüne karşılık gelmektedir (ILO, 2019). Bu durum, iş kazalarının yalnızca bireysel ve kurumsal düzeyde değil, aynı zamanda makroekonomik ölçekte de ciddi sonuçlar doğurduğunu göstermektedir.

Benzer şekilde iş kazalarına bağlı maddi ve psikolojik kayıplar, işgücünün verimliliğini düşürmekte ve çalışanların iş yaşamına katılımını olumsuz etkilemektedir. Thomsen (2007)'a göre iş kazaları ve meslek hastalıklarının doğrudan ve dolaylı maliyetlerinin yıllık yaklaşık 170 milyar ABD doları düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir. Bu nedenle, çalışanların maruz kaldıkları risklerin türüne ve yoğunluğuna göre önceliklendirilmiş önlemler geliştirilmesi; iş kazalarının azaltılması ve verimlilik kayıplarının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

İşyerlerinde ortaya çıkabilecek risklerin büyüklüğü, şiddeti, gerçekleşme olasılığı ve maruz kalma süresi, sistematik bir risk değerlendirmesi süreci ile belirlenebilmektedir. Risk değerlendirmesi, bu yönüyle İSG yönetim sistemlerinin temel

unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir (Serin ve Çuhadar, 2015). Etkili bir risk değerlendirmesi sayesinde, risklere yönelik önleyici ve koruyucu tedbirler tehlike gerçekleşmeden önce, yani proaktif bir yaklaşımla planlanabilmektedir. Bunun sağlanabilmesi için işyerlerinde yeterli veri toplanması, kazaların ve ramak kala olayların düzenli biçimde raporlanması ve güçlü bir olay kayıt sisteminin oluşturulması gerekmektedir.

Bu çalışmada risk etmenleri; fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik ve psikolojik risk etmenleri olmak üzere sınıflandırılmış ve değerlendirmeler PHA ve Fine–Kinney yöntemleriyle yapılmıştır.

2.3. Risk Etmenleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri

Çalışma ortamlarında çalışanların sağlığını ve güvenliğini tehdit eden risk etmenleri, işin niteliği, kullanılan teknoloji ve çevresel koşullara bağlı olarak farklılık göstermektedir. İSG literatüründe risk etmenleri genel olarak fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikososyal ve ergonomik olmak üzere beş ana başlık altında sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma, risklerin sistematik biçimde tanımlanmasını ve önleyici tedbirlerin etkin şekilde planlanmasını sağlamaktadır (ILO, 2011).

2.3.1. Fiziksel Risk Etmenleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri

Bir işyerinde çalışanların karşılaşabileceği, fiziksel çevreden kaynaklanan tehlikeler fiziksel riskler olarak adlandırılmaktadır. Bu risklerin varlığı, büyük ölçüde çalışma ortamının çevresel koşullarıyla ilişkilidir. Gürültü, aşırı sıcak veya soğuk, nem, titreşim, iyonize ve iyonize olmayan ışınlar gibi faktörler, çalışanların sağlığını ve güvenliğini doğrudan etkileyen fiziksel risk etmenleri arasında yer almaktadır (Kaynak ve Uluğtekin, 2018). Fiziksel riskler, çalışma ortamında uzun süreli maruziyet durumunda hem iş kazalarına hem de meslek hastalıklarına zemin hazırlayabilmektedir.

Fiziksel tehdit ve riskler, İSG' nin etkinliğini ciddi şekilde azaltabilmektedir. Bu riskler arasında gürültü, titreşim, radyasyon, toz, sıcaklık konforu, basınç ve yetersiz ya da aşırı aydınlatma yer almaktadır (Ocaktan, 2014). Özellikle üretim ve sanayi sektörlerinde çalışanlar, bu faktörlere eş zamanlı olarak maruz kalabilmekte; bu durum iş kazası olasılığını artırmakla birlikte uzun vadede kalıcı sağlık sorunlarına yol açabilmektedir.

Fiziksel risk faktörleri, işin doğası gereği çalışma ortamında öncelikli olarak ele alınması gereken koşullar arasında bulunmaktadır. Atasoy'a (2014) göre bu faktörler, çalışanlar üzerinde doğrudan fiziksel etki yaratma olasılığı en yüksek olan ve bu

nedenle öncelikli müdahale gerektiren risklerdir. Fiziksel risk etmenleri genel olarak aydınlatma, gürültü, termal konfor, basınç, radyasyon, titreşim ve toz başlıkları altında sınıflandırılmaktadır.

Türkiye'de fiziksel risk etmenlerinin ölçümü ve değerlendirilmesi yasal düzenlemelerle güvence altına alınmıştır. 24 Ocak 2017 tarih ve 29958 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanan İş Sağlığı Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Yönetmeliği'ne göre, iş sağlığına ilişkin ölçümler yalnızca İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (İSGGM) tarafından yetkilendirilmiş ve akredite edilmiş laboratuvarlar tarafından yapılabilmektedir (Öz vd., 2018). Bu düzenleme, ölçümlerin bilimsel ve güvenilir biçimde gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır.

Fiziksel risk faktörlerinden herhangi birine karşı gerekli düzeltici ve önleyici önlemlerin alınması zorunludur. Çünkü bu risk etmenleri için çalışan sağlığını korumaya yönelik tanımlanmış maruziyet sınır değerleri bulunmaktadır ve bu sınırlar yasal düzenlemelerle belirlenmiştir. Yönetmeliklere uyulmaması durumunda ciddi iş kazaları ve meslek hastalıkları ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, yetersiz aydınlatmanın bulunduğu üretim ortamlarında düşme, çarpma ve yanlış ekipman kullanımı gibi kazaların sıklığı artmaktadır (Dul ve Neumann, 2009).

Benzer şekilde iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalınan işlerde, çalışanların dinlenme süreleri ve çalışma saatleri özel düzenlemelere tabi tutulmaktadır. Uzun süreli radyasyon maruziyeti, vücutta biyolojik hasarlara neden olabilmekte ve bu durum erken emeklilik, kalıcı iş göremezlik ya da meslek hastalıkları ile sonuçlanabilmektedir. Literatürde, radyasyonun insan vücudu üzerindeki etkilerinin kümülatif olduğu ve maruziyet süresinin uzamasıyla riskin arttığı vurgulanmaktadır (Stellman, 1998).

Sonuç olarak fiziksel risk faktörleri, İSG yönetiminde temel öncelik alanlarından birini oluşturmaktadır. Bu risklerin etkin biçimde yönetilmesi; düzenli ölçümler yapılması, yasal sınır değerlere uyulması, mühendislik ve organizasyonel önlemlerin uygulanması ve çalışanların bilinçlendirilmesi ile mümkün olabilmektedir.

2.3.2. Kimyasal Risk Etmenleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri

Çalışma ortamında bulunan ve çalışanlar ile çevredeki bireylerin sağlığını olumsuz etkileyebilen; aynı zamanda çevreye ve ekosisteme zarar verme potansiyeline sahip maddeler kimyasal risk etmenleri olarak tanımlanmaktadır. İSG literatüründe kimyasal riskler; doğal halde bulunan ya da üretim süreci sırasında ortaya çıkan katı, sıvı veya gaz formundaki elementler, bileşikler ve karışımlar şeklinde ele alınmaktadır

(Coşkunses, 2008). Özellikle sanayi ve inşaat faaliyetlerinde bu maddelerin kontrolsüz kullanımı, çalışan sağlığı açısından ciddi riskler oluşturmaktadır.

Asfalt üretim ve uygulama süreçlerinde kullanılan bitüm, katran türevleri, solvent bazlı çözücüler ve yağlayıcı kimyasallar, çalışanlar açısından başlıca kimyasal risk kaynakları arasında yer almaktadır. Asphalt Institute (2002) tarafından yayımlanan teknik rehberlerde, bitümün yüksek sıcaklıklarda işlenmesi sırasında ortaya çıkan duman ve buharların solunum yoluyla vücuda girebildiği ve uzun süreli maruziyetin sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği vurgulanmaktadır. Benzer biçimde ÇSGB (2025) ve NIOSH (2009) asfalt uygulamalarında kullanılan kimyasalların hem akut hem de kronik sağlık etkileri açısından dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir.

Dünya genelinde yaklaşık 7 milyon farklı kimyasal maddenin bulunduğu ve her yıl yaklaşık 400 milyon ton kimyasal üretildiği bilinmektedir. Bu maddeler, insan vücuduna solunum, deri teması veya ağız yoluyla girebilmekte ve maruz kalınan doz ile süreye bağlı olarak farklı derecelerde zararlı etkilere neden olabilmektedir (Coşkunses, 2014). Kimyasalların insan sağlığı üzerindeki etkileri; maddenin toksikolojik özellikleri, maruziyet süresi ve şekli, bireysel duyarlılık ve çevresel koşullara bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Öztürk, 2021).

Asfalt işlerinde kullanılan bitüm ve türevleri, yüksek sıcaklıklarda buharlaşarak solunum yoluyla alınabilmekte; bunun sonucunda solunum yolu irritasyonları, cilt tahrişleri ve bazı durumlarda kanserojen etkiler ortaya çıkabilmektedir. Sarı ve arkadaşları (2023), uzun süreli bitüm dumanı maruziyetinin akciğer fonksiyonlarında azalma ve dermatolojik sorunlarla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle kapalı alanlarda veya yetersiz havalandırmaya sahip şantiyelerde yapılan asfalt uygulamaları, kimyasal maruziyet riskini önemli ölçüde artırmaktadır.

Kimyasal maddeler, sağlık, güvenlik ve çevre üzerindeki etkilerine göre sınıflandırılmaktadır. Türkiye'de bu sınıflandırma; toksik, aşındırıcı, tahriş edici, alerjik, kanserojen ve mutajen maddeler gibi kategoriler üzerinden yapılmaktadır. Bu kapsam, Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik'te açık biçimde tanımlanmıştır (T.C. Resmî Gazete, 2013). Çalışma ortamlarında bu tür maddelere karşı yeterli önlem alınmaması durumunda, çalışanlarda uzun vadede kalıcı sağlık sorunları ve meslek hastalıkları ortaya çıkabilmektedir.

Kimyasalların güvenli kullanımı, depolanması ve taşınması için uygun etiketleme, ambalajlama ve sınıflandırma süreçlerinin uygulanması zorunludur. Bu işlemler, Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik çerçevesinde yürütülmektedir. Vatansever Kavaklı ve Ateş

(2018), doğru etiketleme ve bilgilendirme uygulamalarının kimyasal kazaların önlenmesinde kritik bir rol oynadığını belirtmektedir. Ayrıca tehlikeli kimyasalların taşınması sürecinde Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması (ADR) standartlarına uyulması hem çalışanların hem de çevrenin korunması açısından zorunlu kabul edilmektedir.

Sonuç olarak asfalt şantiyelerinde kullanılan kimyasal maddeler; çalışan sağlığını, çevresel güvenliği ve iş sürekliliğini doğrudan etkileyen temel risk unsurları arasında yer almaktadır. Bu nedenle kimyasal risk etmenlerinin düzenli olarak analiz edilmesi, maruziyet düzeylerinin ölçülmesi ve uygun mühendislik, organizasyonel ve kişisel koruyucu önlemlerin uygulanması büyük önem taşımaktadır. Literatürde, etkin bir kimyasal risk yönetiminin iş kazalarını azalttığı ve çalışanların uzun vadeli sağlık durumunu iyileştirdiği açıkça vurgulanmaktadır (Medeni ve İlhan, 2024; Kazak, 2024; Yıldız, 2021).

2.3.3. Biyolojik Risk Etmenleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri

Çalışma ortamlarında bulunan bakteri, virüs, mantar ve diğer mikroorganizmalar, çalışanların sağlığı üzerinde doğrudan veya dolaylı biçimde olumsuz etkiler yaratabilen biyolojik risk etmenleri olarak tanımlanmaktadır. Bu etmenler; solunum, deri teması veya sindirim yolu ile vücuda girerek çeşitli biyolojik reaksiyonlara neden olabilmekte, çalışanlarda alerjik reaksiyonlar, enfeksiyonlar ve zehirlenmeler gibi sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına yol açabilmektedir (Akşit ve Aras, 2021; Öztürk, 2021). Özellikle uzun süreli ve tekrarlayan maruziyetler, bağışıklık sistemi üzerinde kalıcı etkiler bırakabilmektedir.

Kalabalık işletmelerde çalışan sayısının fazla olması, biyolojik tehlikelerin dikkate alınmasını gerektiren önemli bir risk faktörü olarak öne çıkmaktadır. Biyolojik ajanlar; bakteriler, virüsler, mantarlar, parazitler, diğer mikroorganizmalar ve bunların toksinleri olmak üzere geniş bir grubu kapsamaktadır. Bu organizmalar genellikle su, toprak, bitkiler, hayvanlar ve insan kaynaklı ortamlarda doğal olarak bulunmakta; uygun sıcaklık, nem ve besin koşulları sağlandığında hızla çoğalarak bulaşıcılık düzeylerini artırabilmektedir (Ağar, 2021). Literatürde, özellikle nemli ve havalandırması yetersiz çalışma alanlarının biyolojik ajanların çoğalması için elverişli ortamlar oluşturduğu belirtilmektedir.

İş yaşamında biyolojik risk faktörleri, çalışanların bağışıklık sistemi ve genel sağlık durumu üzerinde farklı düzeylerde etkiler göstermektedir. Sağlık kuruluşları, laboratuvarlar, gıda üretim tesisleri, atık yönetimi ve kanalizasyon sistemleri, tarım ve

inşaat sektörleri biyolojik risklerin yoğun olarak görüldüğü çalışma alanları arasında yer almaktadır. Bu sektörlerde çalışanlar, mikroorganizmalarla doğrudan temas edebilmekte; bunun sonucunda bakteriyel enfeksiyonlar, viral hastalıklar, alerjik duyarlılıklar ve toksik etkiler ortaya çıkabilmektedir. WHO, bu tür biyolojik maruziyetlerin iş gücü kaybı, artan sağlık harcamaları ve üretkenlik düşüşü gibi ciddi sonuçlara yol açabileceğini vurgulamaktadır (WHO, 2010).

Biyolojik etmenlerin bulaşma yolları çoğunlukla hava yoluyla taşınan partiküller, doğrudan cilt teması, açık yaralar üzerinden giriş veya kontamine gıda ve suyun tüketimi şeklinde gerçekleşmektedir. Özellikle kapalı alanlarda yetersiz havalandırma, yüksek nem oranı ve hijyen eksikliği, bu riskleri daha da artırmaktadır. Gürkan, biyolojik ajanlara bağlı hastalıkların yalnızca bireysel enfeksiyonlarla sınırlı kalmadığını; bazı durumlarda epidemiyolojik yayılım göstererek toplu iş gücü kayıplarına neden olabildiğini belirtmektedir (Gürkan, 2018). Benzer şekilde Ağar (2021), biyolojik risklerin kontrol altına alınmaması halinde işletmelerde salgın düzeyinde sağlık sorunlarının ortaya çıkabileceğini ifade etmektedir.

Bu nedenle biyolojik risk etmenlerinin tanımlanması, değerlendirilmesi ve kontrol altına alınması, İSG yönetim sistemlerinin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. İşverenlerin; çalışanların maruz kalabileceği biyolojik etmenleri belirlemesi, risk değerlendirmesi yapması ve bu risklere karşı uygun KKD'lerın kullanımını sağlaması gerekmektedir. Ayrıca çalışma alanlarının düzenli olarak havalandırılması, temizlik ve dezenfeksiyon işlemlerinin uygulanması, hijyen prosedürlerinin oluşturulması ve gerekli durumlarda aşı programlarının yürütülmesi, biyolojik risklerin azaltılmasında etkili önlemler arasında yer almaktadır (Stellman, 1998).

Sonuç olarak biyolojik risk etmenleri; çalışan sağlığını tehdit eden, üretim sürekliliğini ve verimliliğini olumsuz etkileyen ve işletme güvenliğini zayıflatan önemli faktörlerdir. Bu nedenle her çalışma ortamında biyolojik risklerin sistematik biçimde tanımlanması, izlenmesi ve önleyici tedbirlerin uygulanması, sürdürülebilir İSG açısından büyük önem taşımaktadır (Akşit ve Aras, 2021; Gürkan, 2018; Ağar, 2021).

2.3.4. Psikolojik Risk Etmenleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri

Değişen çalışma koşulları, artan iş yükü, esnekleşen istihdam biçimleri ve çalışanların iş üzerindeki kontrol düzeyinin azalması, psikososyal risk etmenlerini çağdaş çalışma yaşamının temel sorunlarından biri haline getirmiştir. Demiral (2004), modern üretim ilişkilerinde işin yoğunlaşması ve belirsizleşmesiyle birlikte çalışanların

ruhsal ve sosyal iyilik halinin giderek daha fazla tehdit altında kaldığını vurgulamaktadır. Bu bağlamda psikososyal riskler, yalnızca bireysel stres tepkileriyle sınırlı olmayıp, örgütsel yapı ve yönetim pratikleriyle yakından ilişkilidir.

ILO'ya göre psikososyal risk; işin içeriği, işin örgütlenme biçimi, yönetim uygulamaları ve çalışanın bireysel özellikleri arasındaki etkileşim sonucu ortaya çıkan ve çalışanın sağlığını, iş performansını ve iş doyumunu olumsuz etkileyebilen bir risk türüdür (ILO, 1986). Bu tanım, psikososyal risklerin yalnızca çalışanın psikolojik dayanıklılığıyla açıklanamayacağını; aksine iş ortamının yapısal özelliklerinden beslendiğini ortaya koymaktadır.

Psikososyal risklerin sonuçları bireysel, örgütsel ve toplumsal düzeyde çok boyutlu etkiler yaratmaktadır. Literatürde bu risklerin; düşük iş performansı, disiplin sorunları, iş tatminsizliği, kişilerarası çatışmalar, stres, kaygı bozuklukları, tükenmişlik sendromu ve psikosomatik hastalıklarla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Milczarek ve Irastorza, 2012; Harvey vd., 2018; Şahan, 2016). Uzun süreli psikososyal maruziyetler, kalp-damar hastalıkları ve depresyon gibi ciddi sağlık sorunlarına da zemin hazırlayabilmektedir.

İşin anlamı, iş-yaşam dengesi, sosyal destek düzeyi, zaman baskısı, rol belirsizliği ve rol çatışmaları, psikososyal risklerin ortaya çıkmasında belirleyici faktörler arasında yer almaktadır. Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı/ European Agency for Occupational Safety and Health (EU-OSHA), çalışanların yarısından fazlasının iş kaynaklı stres yaşadığını ve stresin Avrupa'da en yaygın iş sağlığı sorunlarından biri olduğunu rapor etmektedir (EU-OSHA, 2013). Bu durum, psikososyal tehlikelerin sistematik biçimde belirlenmesini ve yönetilmesini zorunlu kılmaktadır.

Psikososyal risklerin oluşumunda yönetim tarzı, sektörün yapısal özellikleri ve bireysel faktörler birlikte rol oynamaktadır. Ancak bu risklerin görünür olmaması ve ölçümünün zor olması, diğer risk türlerine kıyasla tespit edilmesini güçleştirmektedir. EU-OSHA, psikososyal riskleri görece yeni bir kavram olarak tanımlamakta; WHO ise 2010 yılında stres kaynaklı bazı ruhsal bozuklukları meslek hastalıkları kapsamına dahil etmiştir (Kocabaş vd., 2018).

Türkiye'de yapılan araştırmalar, psikososyal risklere ilişkin farkındalığın bulunduğunu; ancak bu farkındalığın çoğunlukla bireysel düzeyle sınırlı kaldığını göstermektedir. Şahan ve Demiral (2019), örgütsel düzeyde sistematik risk değerlendirmesi ve müdahale mekanizmalarının yeterince gelişmediğini belirtmektedir. Türkiye'de öne çıkan başlıca psikososyal riskler; iş güvencesizliği, aşırı iş yükü, yönetim sorunları ve ekonomik belirsizliklerdir.

Psikososyal riskleri artıran etmenler arasında yetersiz yasal düzenlemeler, iletişim kopuklukları, performans baskısı ve rol belirsizliği yer alırken; yönetim desteği, örgütsel adalet algısı ve rol netliği koruyucu faktörler olarak öne çıkmaktadır. Özellikle madencilik, inşaat ve ağır sanayi gibi yüksek riskli sektörlerde çalışanların psikososyal risklerin yönetimi için ölçme araçlarına, psikososyal destek sistemlerine, eğitime ve etkili iletişim kanallarına ihtiyaç duyduğu ifade edilmektedir (Işık vd., 2022).

Türkiye'de 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, risk değerlendirmesi kapsamında psikososyal risklerin de ele alınmasını zorunlu kılmıştır. Ancak mevzuatta bu risklerin nasıl değerlendirileceğine ilişkin ayrıntılı yöntem ve uygulama rehberlerinin bulunmaması, uygulamada belirsizliklere yol açmaktadır. Bu nedenle psikososyal risklerin kapsamlı, bilimsel ve sektör temelli yaklaşımlarla değerlendirilmesi; daha sağlıklı, güvenli ve sürdürülebilir çalışma ortamlarının oluşturulmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

2.3.5. Ergonomik Risk Etmenleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri

Ergonomik risk etmenleri, işin çalışanların fiziksel ve zihinsel kapasitesine uygun biçimde tasarlanmaması sonucu ortaya çıkan ve özellikle kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilen risklerdir. Çalışanlar, işin doğası gereği sürekli tekrarlanan hareketler, uygunsuz duruşlar, ağır yük kaldırma ve uzun süreli statik pozisyonlar nedeniyle vücutlarında çeşitli kas-iskelet sistemi sorunları yaşayabilmektedir (Deste ve Sever, 2019). Bu tür maruziyetler, zamanla bel, boyun, omuz ve üst ekstremite ağrıları gibi kronik rahatsızlıkların gelişmesine neden olmaktadır.

Özellikle imalat, inşaat ve yol yapım sektörlerinde ergonomik koşulların yetersizliği, İSG açısından önemli sorun alanlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Sanders ve McCormick (1993), ergonomik açıdan uygunsuz çalışma koşullarının yalnızca çalışan sağlığını değil, aynı zamanda ürün kalitesini ve genel iş verimliliğini de olumsuz etkilediğini belirtmektedir. Bu bağlamda ergonomik riskler, bireysel sağlık sorunlarının ötesinde örgütsel performans üzerinde de belirleyici bir rol oynamaktadır.

Ergonomi bilimi, insan ile çalışma ortamı arasındaki uyumu sağlamayı amaçlayan çok disiplinli bir alan olarak; mühendislik, tıp, fizyoloji ve psikoloji gibi disiplinlerden yararlanmaktadır. Ergonomik prensiplerin doğru şekilde uygulanması, iş yerlerinde mevcut İSG sorunlarını tamamen ortadan kaldırmasa da önemli ölçüde azaltabilmektedir. Grandjean ve Kroemer (1997), ergonomik iyileştirmelerin iş kazası riskini düşürdüğünü, sağlık harcamalarını azalttığını ve iş gücü kayıplarını minimize ettiğini vurgulamaktadır.

Ergonomik risk etmenleri arasında; yanlış çalışma pozisyonları, tekrarlayıcı hareketler, uygunsuz ekipman tasarımı, aşırı fiziksel zorlanma ve yetersiz dinlenme süreleri yer almaktadır. Bu riskler, özellikle uzun süreli maruziyetlerde kas-iskelet sistemi hastalıklarının ortaya çıkma olasılığını artırmaktadır. WHO, kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarını küresel ölçekte iş gücü kaybının en yaygın nedenleri arasında göstermektedir (WHO, 2019).

Ergonomik risk kavramı, hastalık ya da rahatsızlık ortaya çıkma ihtimalini artıran bir durum veya maruziyet olarak tanımlanmaktadır. Ağar (2021), ergonomik risklerin çoğu zaman ani değil, kümülatif etkiler sonucunda ortaya çıktığını ve bu nedenle erken dönemde fark edilmesinin güç olduğunu belirtmektedir. Bu durum, ergonomik risklerin sistematik biçimde değerlendirilmesini ve önleyici yaklaşımların benimsenmesini zorunlu kılmaktadır.

İş yerlerinde ergonomik risklerin azaltılmasına yönelik olarak; iş istasyonlarının antropometrik ölçülere uygun şekilde tasarlanması, kaldırma ve taşıma işlerinin mekanik yardımcılarla desteklenmesi, çalışanlara doğru duruş ve hareket teknikleri konusunda eğitim verilmesi ve iş-dinlenme sürelerinin dengelenmesi önerilmektedir. Bridger (2018), ergonomik müdahalelerin yalnızca sağlık sorunlarını azaltmakla kalmadığını, aynı zamanda çalışan memnuniyetini ve iş motivasyonunu da artırdığını ifade etmektedir.

Sonuç olarak ergonomik risk etmenleri, çalışan sağlığını tehdit eden ve uzun vadede iş gücü kaybına yol açabilen önemli risk gruplarından biridir. Bu nedenle ergonomik risklerin erken aşamada belirlenmesi, uygun mühendislik ve organizasyonel önlemlerle kontrol altına alınması ve ergonomi bilincinin çalışma kültürünün bir parçası haline getirilmesi, sürdürülebilir İSG açısından büyük önem taşımaktadır.

2.4. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA) ve İş Sağlığı ve Güvenliği Alanındaki Yeri

EU-OSHA, İSG konusunda bilimsel bilgi üretimi, politikaların geliştirilmesine katkıda bulunma ve üye ülkelerde güvenli çalışma şartlarının yaygınlaştırılmasını desteklemek amacıyla Avrupa Birliği içinde kurulan bir merkezdir (EU-OSHA, 2013). 1994 yılında işlevsel hale gelen EU-OSHA, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesine yönelik çeşitli araştırmalar yapmakta, risk değerlendirme yöntemlerini geliştirmekte ve başarılı uygulama örneklerini tanıtmaktadır. Kurumun ana misyonu, çalışanların fiziksel, zihinsel ve sosyal iyilik hallerinin korunmasına yönelik

sürdürülebilir bir İSG kültürünün oluşturulmasına katkıda bulunmaktır (EU-OSHA, 2021).

EU-OSHA'nın dikkat çekici özelliklerinden biri, sadece yasal düzenlemeler yaratmakla sınırlı kalmayıp, bilimsel araştırmalar, alan verileri ve tematik raporlar yardımıyla politika yapıcılar, işverenler ve çalışanlar için kılavuzluk sağlamasıdır (EU-OSHA, 2021). Kurum, İSG alanında ortaya çıkan yeni riskleri belirleyerek bu risklerin çalışma yaşamına olası etkilerini incelemektedir. Dijitalleşme, yaşlanan iş gücü, psikososyal riskler, kimyasal maruziyet ve ergonomik sorunlar gibi güncel konular, EU-OSHA' nın öncelikli çalışma alanları arasında yer alır (EU-OSHA, 2025).

EU-OSHA' nın çalışma biçimi, önleyici bir İSG anlayışına dayanmaktadır. Kurum, risklerin belirdikten sonra çözülmesinden ziyade, bu risklerin erken aşamada tanınması ve kontrol edilmesini ilke edinmiştir. Bu doğrultuda risk değerlendirmesi, çalışan katılımı, eğitim ve farkındalık çalışmaları, EU-OSHA (2013), raporlarında ana ilkeler olarak ön plana çıkarılmaktadır. İSG' nin yalnızca teknik bir mesele olmadığı; bunun yanı sıra örgütsel kültür, yönetim anlayışı ve çalışan davranışlarıyla sıkı ilişkili olduğu anlayışı, kurumun yayınlarında sıkça vurgulamaktadır.

EU-OSHA (2021), özellikle yüksek riskli sektörlerde çalışan sağlığının korunması üzerinde kapsamlı analizler sunmaktadır. İnşaat, maden, sanayi üretimi ve altyapı projeleri gibi alanlarda fiziksel, kimyasal ve psikososyal riskler detaylı olarak ele alınmaktadır. Asfalt üretimi ve yol inşaatı da bu bağlamda yer alan sektörler arasında bulunmakta; sıcak çalışma koşulları, kimyasal duman maruziyeti, ağır ekipman kullanımı ve uzun çalışma süreleri gibi risk faktörleri EU-OSHA (2025), raporlarında açıklanmaktadır.

Uluslararası düzeyde ise ILO İSG' nin, çalışma hayatının geleceğinde merkezi bir unsur olduğunu vurgulamaktadır. ILO'ya göre, güvenli ve sağlıklı çalışma koşulları yalnızca fiziksel risklerin azaltılmasıyla sınırlı olmayıp, çalışanların psikososyal iyilik hallerinin korunmasını da kapsamaktadır (ILO, 2019). Bu yaklaşım, EU-OSHA' nın psikososyal risklere verdiği önemin uluslararası düzeyde de desteklendiğini göstermektedir.

EU-OSHA tarafından yayımlanan raporlar, Avrupa Birliği ülkeleri başta olmak üzere birçok ülkede akademik çalışmalarda ve uygulamalı risk değerlendirmelerinde referans olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de yürütülen İSG alanındaki akademik araştırmalarda da EU-OSHA ve ILO verileri, uluslararası karşılaştırmalar yapabilmek ve bilimsel güvenilirlik sağlamak açısından önemli bir kaynak oluşturmaktadır.

Sonuç olarak EU-OSHA, İSG alanında önleyici, insan odaklı ve bütüncül yaklaşımıyla öne çıkan bir kurum olarak fiziksel risklerin yanı sıra psikososyal riskleri ve zihinsel sağlığı da dikkate alan çalışmalarıyla, modern İSG anlayışının gelişimine önemli katkılar sunmaktadır.

2.5. Risk Değerlendirme Yöntemleri

Risk değerlendirme süreci belirli aşamalardan oluşmaktadır. Kabakulak'a (2019) göre bu süreç; tehlikelerin tanımlanması, risklerin belirlenmesi, risklerin analiz edilmesi ve önceliklendirilmesi, kontrol önlemlerinin planlanması ve uygulanması ile izleme ve gözden geçirme basamaklarından meydana gelmektedir. Bu aşamalar bir bütün olarak ele alındığında, risklerin etkin biçimde yönetilmesi ve sürdürülebilir bir güvenlik yaklaşımının oluşturulması açısından kritik öneme sahiptir.

Risk analizi aşamasında risklerin büyüklüğünü ve önem derecesini belirlemek amacıyla çeşitli yöntem ve tekniklerden yararlanılmaktadır. Risklerin sayısal büyüklükler üzerinden ifade edilmesi, önceliklendirme yapılmasını ve karar verme süreçlerinin daha sistematik biçimde yürütülmesini kolaylaştırmaktadır (Akkoyun ve Ekinci, 2021; Ceylan ve Başhelvacı, 2011). Bu kapsamda literatürde yaygın olarak kullanılan yöntemler arasında L tipi risk matrisi, X tipi risk matrisi, Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA), Ön Tehlike Analizi (PHA), Fine–Kinney yöntemi, HAZID, Bow-Tie modeli ve Ridley tekniği yer almaktadır (Adem, 2022; Ceylan ve Başhelvacı, 2011). Söz konusu yöntemler, kullandıkları parametreler, analiz derinliği ve uygulama alanları bakımından farklı varsayımlara dayanmaktadır.

Örneğin L tipi risk matrisi, riskin değerlendirilmesinde çoğunlukla olasılık ve şiddet değişkenlerini esas almakta; uygulama kolaylığı nedeniyle temel İSG bilgisine sahip ekipler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (Adem, 2022; Bayraktar vd., 2019). X tipi risk matrisi ise olasılık ve şiddetin yanı sıra etkilenen kişi sayısı ve geçmiş kaza verileri gibi birden fazla değişkeni birlikte ele alarak daha kapsamlı bir değerlendirme sunmakta; uygulanması genellikle deneyimli bir ekip ve disiplinler arası yaklaşım gerektirmektedir (Adem, 2022). FMEA yönteminde ise olasılık, şiddet ve tespit edilebilirlik kriterleri üzerinden risk öncelik sayısı hesaplanarak tehlikelerin öncelik sırası belirlenebilmektedir (Adem, 2022; Denizhan, 2024).

Bu yöntemlerin yanında PHA, özellikle sistemin erken aşamalarında tehlikelerin belirlenmesine odaklanan nitel bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Fine–Kinney yöntemi ise risk skorlarını olasılık, şiddet ve maruziyet sıklığı parametreleri üzerinden sayısal olarak hesaplayarak riskleri sınıflandırmakta ve ayrıntılı bir önceliklendirme

imkânı sunmaktadır. Bu yöntemin özellikle yüksek risk içeren sektörlerde daha hassas sonuçlar üretebildiği belirtilmektedir (Erzurumluoğlu vd., 2015).

Risklere sayısal değerler atanarak önceliklendirme yapılması, risk analizi çalışmalarının en kritik çıktılarından biridir. Çünkü analiz sonuçları, hangi riskler için acil, hangileri için orta veya uzun vadeli önlemler alınması gerektiğine ilişkin yol gösterici bilgiler sunmaktadır. Bununla birlikte benzer nitelikteki risklerin farklı yöntemlerle değerlendirilmesi durumunda farklı sayısal sonuçlara ulaşılabilmekte ve buna bağlı olarak kontrol önlemlerinin önceliği değişebilmektedir. Bu nedenle risk değerlendirme yönteminin seçimi, sürecin başarısı açısından kritik bir karar niteliği taşımaktadır.

Literatürde risk değerlendirme yöntemleri genel olarak nitel (kalitatif), nicel (kantitatif) ve yarı-nicel (karma) yaklaşımlar şeklinde sınıflandırılmaktadır. Saaty (1988), nitel yöntemlerin uzman görüşüne dayandığını, nicel yöntemlerin matematiksel modellerle desteklendiğini; yarı-nicel yöntemlerin ise bu iki yaklaşımı birlikte kullandığını ifade etmektedir. Günümüzde çalışma alanlarının çeşitlenmesi ve risklerin karmaşıklaşması, çok sayıda risk değerlendirme yönteminin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Selek ve Yıldız (2024), literatürde tanımlanmış risk analizi yöntemlerinin sayısının 200'ün üzerinde olduğunu ve tek bir yöntemin her çalışma alanı için yeterli olmayabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle bazı durumlarda birden fazla yöntemin birlikte kullanılması, daha güvenilir ve kapsamlı sonuçlar elde edilmesine katkı sağlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında da risklerin hem nitel hem de sayısal olarak değerlendirilebilmesi amacıyla Ön Tehlike Analizi (PHA) ve Fine–Kinney yöntemleri birlikte kullanılmış; yöntemlerin uygulanma adımları ve hesaplama süreci çalışmanın yöntem bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.6. İş Kazası Tanımı

İş kazaları ve meslek hastalıkları, çalışma yaşamının en önemli sorun alanları arasında yer almaktadır. Literatürde meslek hastalıklarıyla birlikte "mesleki risk" grubu içinde değerlendirilen iş kazaları, kavramsal olarak ilk kez 19. yüzyılın sonlarında ele alınmaya başlanmıştır. Sanayi Devrimi'yle birlikte üretimde makineleşmenin artması, kaza riskini önemli ölçüde yükseltmiş; bu durum, işçilerin korunmasına yönelik yasal düzenlemelerin ortaya çıkmasını zorunlu kılmıştır (Bozeravcı ve Yılmaz, 2024; Güzel vd., 2021).

Sanayi Devrimi sonrasında özellikle Almanya'da, işçilerin sağlıksız ve tehlikeli çalışma koşullarına sahip fabrikalarda uzun saatler boyunca çalışmaları sonucunda ortaya çıkan iş kazaları ve meslek hastalıkları, sosyal risk olarak değerlendirilmiş ve bu risklere karşı zorunlu sigorta sistemi geliştirilmiştir. Bu süreçte işverenlerin, çalışanların uğradığı zararları tazmin etmekle yükümlü olduğu anlayışı benimsenmiştir. İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sigortası, dünyada kurulan ilk sosyal sigorta programlarından biri olup, 1884 yılında Almanya'da hayata geçirilmiştir. Bunu takiben, 1897 yılında İngiltere'de kabul edilen bir yasa ile işverenlerin iş kazasına uğrayan çalışanlara tazminat ödemesi zorunlu hale getirilmiştir (Tuncay ve Ekmekçi, 2016; Bozeravcı ve Yılmaz, 2024). Aynı dönemde 1883 tarihli İtalyan yasası, 1894 tarihli Norveç yasası, 1898 tarihli Fransız ve Danimarka yasaları ile 1903 tarihli Belçika ve Hollanda yasaları da iş kazalarına ilişkin önemli yasal düzenlemeler arasında yer almaktadır (Güzel vd., 2016).

ILO, iş kazasını "işle ilgili faaliyetler sonucunda meydana gelen, bir veya birden fazla çalışanı etkileyen ve kişisel zarar veya yaralanmaya neden olan, öngörülemeyen ve planlanmamış bir olay" olarak tanımlamaktadır (ILO, 2018). WHO ise iş kazasını, "planlanmamış kişisel yaralanmalara, makine, alet veya ekipmanların zarar görmesine ya da üretimin durmasına yol açan olay" şeklinde ifade etmektedir (WHO, 2018; Akyalçın, 2016).

Türkiye'de iş kazası kavramı, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (İSGK)' nda, "işyerinde meydana gelen veya işin yürütümü nedeniyle ortaya çıkan; ölüme sebebiyet veren ya da vücut bütünlüğünü ruhen veya bedenen engelli hale getiren olay" olarak tanımlanmıştır (İSGK, 2012). Ayrıca 5510 sayılı SSGSSK Madde 13'e göre iş kazası; sigortalının işyerinde bulunduğu sırada, işveren tarafından yürütülen iş nedeniyle veya işveren tarafından sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gönderilmesi sırasında meydana gelen ve sigortalıyı bedenen ya da ruhen engelli hale getiren olay olarak tanımlanmaktadır (SSGSSK, 2006). Dolayısıyla bir olayın iş kazası olarak kabul edilebilmesi için, kazanın kanunda belirtilen koşullar altında meydana gelmesi ve kaza ile ortaya çıkan zarar arasında uygun bir illiyet bağının bulunması gerekmektedir (Alper, 2015; Sözer, 2015).

İş kazalarının ortaya çıkmasında; fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik ve psikososyal nedenler etkili olmakta; bu nedenler çeşitli kaza oluşum teorileri ile açıklanmaktadır. Bu teoriler, kazaların tek bir nedene bağlı olmadığını, insan, makine ve çevre etkileşiminin bir sonucu olarak ortaya çıktığını ortaya koymaktadır (Tomas, 2013).

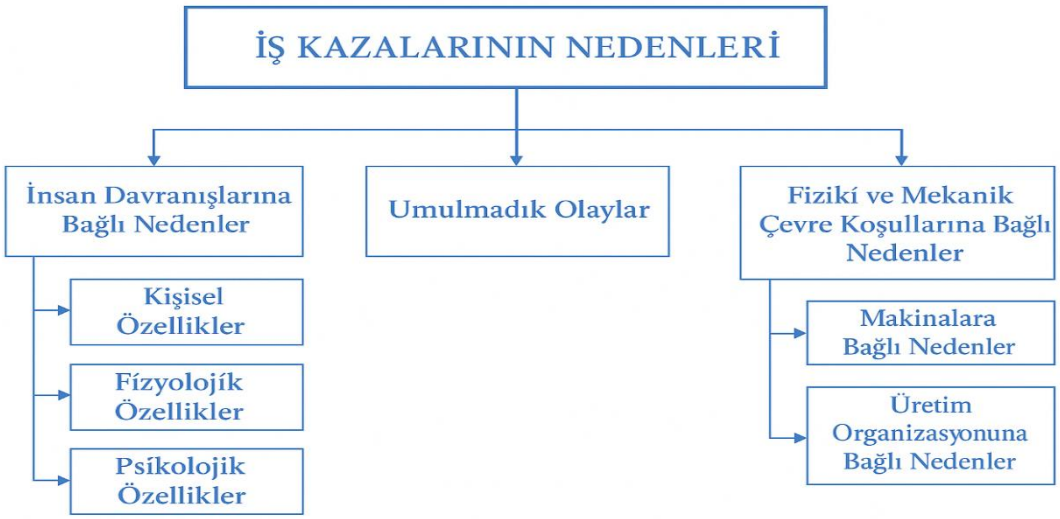
2.7. İş Kazalarının Nedenleri

Türk Dil Kurumu'nda olay kavramı, "istenmeyen veya umursamazlık, dikkatsizlik ve tedbirsizlik sonucu bir kişinin, bir nesnenin ya da bir aracın zarara uğraması" şeklinde tanımlanmaktadır. Türkiye'de iş kazalarının sayısı oldukça yüksektir ve bu kazalar sonucunda çok sayıda çalışan yaşamını yitirmekte ya da kalıcı biçimde çalışma gücünü kaybetmektedir (ÇASGEM, 2017; Ceylan, 2021).

İş kazalarının meydana gelmesinde tek bir neden değil, birbirini etkileyen çok sayıda unsur rol oynamaktadır. Bu nedenle iş kazaları, çok boyutlu bir olgu olarak ele alınmakta ve farklı araştırmalarda çeşitli sınıflandırmalara tabi tutulmaktadır (Camkurt, 2007). İş kazalarının nedenlerine ilişkin yapılan ampirik ve kuramsal çalışmaların büyük çoğunluğu, kazaların temel olarak insan faktörü, makine ve ekipmanlar, çalışma ortamı ile çevresel koşullar ve beklenmedik olayların etkileşimi sonucunda ortaya çıktığını göstermektedir.

Literatürde yaygın kabul gören sınıflandırmaya göre iş kazalarının nedenleri üç ana başlık altında toplanmaktadır. Bunlar; insana bağlı nedenler, fiziksel ve çevresel koşullara bağlı nedenler ile beklenmedik olaylardır. İnsana bağlı nedenler; dikkatsizlik, yetersiz eğitim, kurallara uymama, yorgunluk ve deneyim eksikliği gibi unsurları kapsarken; fiziksel ve çevresel koşullara bağlı nedenler, çalışma ortamının güvensizliği, makine ve ekipmanlardaki teknik yetersizlikler, ergonomik olmayan düzenlemeler ve çevresel risk faktörlerini içermektedir. Beklenmedik olaylar ise doğal afetler, ani teknik arızalar veya öngörülemeyen dış etkenler gibi kontrol dışı gelişmeleri ifade etmektedir (Çalık vd., 2021).

Şekil 1'de, iş kazalarının nedenlerine ilişkin bu sınıflandırma şematik olarak sunulmaktadır. Bu sınıflandırma, iş kazalarının yalnızca bireysel hatalara indirgenemeyeceğini; insan, makine ve çevre etkileşiminin bir bütün olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Çalık vd., 2021).



Şekil 1. İş kazalarının nedenleri **(**Çalık vd., 2021)

İnsan davranışına dayalı iş kazası nedenleri incelendiğinde; bireysel nitelikler, fizyolojik özellikler ve psikolojik özellikler olmak üzere üç temel unsur öne çıkmaktadır. Bireysel nitelikler kapsamında yaş, cinsiyet, medeni hal, sosyal statü, mesleki deneyim, eğitim düzeyi ve kişisel alışkanlıklar yer almaktadır. Fizyolojik özellikler ise bedensel yetersizlikler, aşırı yorgunluk, uykusuzluk ve işin tekdüzeliğine bağlı bitkinlik gibi durumları kapsamaktadır. Psikolojik özellikler arasında ise bireyin zihinsel durumu, duygusal dengesi, kaza eğilimi, stres düzeyi, gerginlik ve çeşitli psikolojik rahatsızlıklar sayılmaktadır. Bu faktörler, çalışanların dikkat ve algı düzeylerini olumsuz etkileyerek kaza riskini artırabilmektedir (Çalık vd., 2021).

Fiziksel ve mekanik çevre koşullarına bağlı iş kazası nedenleri değerlendirildiğinde ise makinelere bağlı nedenler, üretimin organizasyonuna bağlı nedenler ve çevresel faktörler ön plana çıkmaktadır. Makinelere bağlı nedenler; koruyucu donanımı bulunmayan veya bakımı yetersiz ekipmanların kullanımını ifade etmektedir. Üretimin organizasyonuna bağlı nedenler; işyerinin fiziksel düzeni, işletmenin büyüklüğü, ergonomik koşulların yetersizliği ve çalışma sisteminin uygunsuzluğu gibi unsurları kapsamaktadır. Çevresel nedenler ise gürültü, aşırı sıcaklık ve nem, yetersiz aydınlatma, havalandırma eksikliği, tozlar ve titreşim gibi çalışma ortamına ilişkin risk faktörlerinden oluşmaktadır. Bu unsurların bir araya gelmesi, iş kazalarının meydana gelme olasılığını önemli ölçüde artırmaktadır (Çalık vd., 2021). İş kazaları, üretim sürecini ve toplumun önemli bir kesimi olan çalışan kitlesinin yaşamını ve sıhhatini doğrudan etkiler. Bu durum, işçilerin ve onların aile bireylerinin yanı sıra işverenler, sosyal emniyet teşkilatları ve devlet örgütlenmeleri üzerinde önemli etkilere

sebep olur. İş kazalarının işçi, işveren, cemiyet ve ülke açısından ciddi sosyal ve ekonomik masrafları vardır (Camkurt, 2007).

2.8. İş Kazalarının Sınıflandırılması

İş kazaları, dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de önemli toplumsal ve ekonomik sonuçlar doğuran ciddi sorunlar arasında yer almaktadır. Neredeyse tüm sektörlerde, farklı ölçek ve niteliklerde iş kazalarıyla karşılaşılabilmektedir. Küresel ölçekte her yıl yaklaşık 250 milyon iş kazasının meydana geldiği, bu kazalara bağlı ölüm oranının yüz bin çalışan başına yaklaşık on dört düzeyinde olduğu bildirilmektedir (Deniz, 2018). WHO verilerine göre ise Avrupa Bölgesi'nde iş kazalarına bağlı ölümcüllük oranı yüz bin çalışan başına yaklaşık üç civarındadır (WHO, 2015).

İş kazaları, ortaya çıkan sonucun niteliğine göre farklı biçimlerde sınıflandırılabilmektedir. Literatürde yaygın olarak kullanılan sınıflandırmalardan biri, yaralanmanın ağırlığına göre yapılan ayrımdır. Bu kapsamda iş kazaları; yaralanma ile sonuçlanan kazalar, sürekli iş göremezliğe neden olan kazalar, ölümle sonuçlanan kazalar ve tedavi gerektirmeyen kazalar şeklinde ele alınmaktadır (Deniz, 2018).

Bir diğer sınıflandırma ise yaralanmanın cinsine göre yapılmaktadır. Buna göre iş kazaları; kafa yaralanmaları, iç organ yaralanmaları ile ruhsal ve sinirsel tahribata yol açan kazalar şeklinde gruplandırılmaktadır. Bu tür yaralanmaların niteliği, kazanın hem tıbbi hem de hukuki sonuçlarını doğrudan etkilemektedir (Güzel vd., 2021).

İş kazaları ayrıca olayın cinsine göre de sınıflandırılabilmektedir. Bu sınıflandırmada; düşme ve incinmeler, yanmalar, ezilme ve sıkışmalar ile elektrik kazaları öne çıkmaktadır. Özellikle inşaat, madencilik ve sanayi sektörlerinde bu tür kazaların daha sık görüldüğü belirtilmektedir (Ceylan, 2014).

Literatürde ayrıca ramak kala (ucuz atlatılan) kazalar önemli bir kategori olarak değerlendirilmektedir. Ramak kala kazalar, herhangi bir yaralanmaya veya maddi kayba yol açmamakla birlikte, potansiyel olarak ciddi sonuçlar doğurabilecek olaylar olarak kabul edilmektedir. Bu tür olayların gerçek bir iş kazası gibi ele alınması ve nedenlerinin ayrıntılı biçimde analiz edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (ILO, 2018).

Maddi kayıplı kazalar, çalışanların yaralanmadığı ancak işletmeye ait bina, araç, ekipman veya makinelerde hasar meydana gelen olayları kapsamaktadır. Bu kazalar, üretim kayıplarına ve ciddi ekonomik zararlara yol açabilmektedir (Yılmaz, 2017).

Basit yaralanma ile sonuçlanan kazalar, genellikle ilk yardım veya basit tıbbi müdahale gerektiren ve iş günü kaybına neden olmayan olaylardır. Buna karşılık ciddi yaralanma ile sonuçlanan iş kazaları, iş günü kaybına yol açan, dikiş veya ileri tıbbi

müdahale gerektiren sakatlanma ya da rahatsızlanma hallerini kapsamaktadır (Akyalçın, 2016).

Kazalar ayrıca iş göremezlik durumuna göre de sınıflandırılmaktadır. Geçici iş göremezlik, kazaya uğrayan çalışanın belirli bir süre işini yapamaması halini ifade ederken; kalıcı kısmi sakatlık, vücudun bir uzvunun ya da organının sürekli işlev kaybına uğraması durumunu kapsamaktadır. Tam sakatlık ise çalışanın mesleki faaliyetlerini tamamen yerine getiremez hale gelmesiyle sonuçlanan ağır kazaları ifade etmektedir (Sözer, 2015).

Ölümcül iş kazaları, kazanın doğrudan ya da dolaylı olarak ölümle sonuçlanması durumunu ifade etmektedir. Bu tür kazalarda yaralanma ile ölüm arasında geçen sürenin uzunluğu dikkate alınmamakta; tek bir çalışanın ya da birden fazla kişinin yaşamını yitirmesi hali ölümcül iş kazası kapsamında değerlendirilmektedir. Zehirli gaz sızıntıları, patlamalar, yüksekten düşmeler, ezilme ve çarpma olayları bu tür kazalara örnek olarak gösterilmektedir (ILO, 2018).

2.9. İş Kazalarını Önlemeye Yönelik Teknolojik ve Yönetimsel Önlemler

İş güvenliği, çalışanların bedensel ve ruhsal bütünlüğünü korumayı amaçlayan temel bir çalışma alanı olarak kabul edilmektedir. ILO'nun güncel verilerine göre, dünya genelinde her yıl milyonlarca iş kazası meydana gelmekte; bu kazaların önemli bir bölümü ölüm, kalıcı sakatlık ve uzun süreli iş gücü kayıplarıyla sonuçlanmaktadır (ILO, 2023). İş kazalarının yalnızca fiziksel tehlikelerden kaynaklanmadığı; iş süreçlerinin organizasyonu, teknolojik altyapı, çalışan davranışları, çalışma ortamı düzenlemeleri ve psikososyal faktörlerin de kazaların oluşumunda belirleyici rol oynadığı bilinmektedir (ÇSGB, 2016).

Bu bağlamda iş kazalarının önlenmesi, yalnızca teknik önlemlerle sınırlı bir yaklaşım yerine, teknolojik ve yönetimsel çözümlerin birlikte ele alındığı bütüncül bir sistem yaklaşımını gerekli kılmaktadır. Etkili bir önleme stratejisi, tehlikelerin kaynağında kontrol altına alınmasını ve güvenli çalışma kültürünün kurumsal düzeyde yerleşmesini hedeflemelidir.

Teknolojik Çözümler; teknolojik gelişmeler, İSG uygulamalarında önemli katkılar sağlamaktadır. Makine koruyucuları, otomatik durdurma sistemleri, sensör tabanlı izleme teknolojileri ve ergonomik tasarım uygulamaları, tehlikelerin doğrudan kaynağında azaltılmasına olanak tanımaktadır. EU-OSHA, özellikle yüksek riskli sektörlerde otomasyon ve dijital izleme sistemlerinin iş kazalarını azaltmada etkili olduğunu vurgulamaktadır (EU-OSHA, 2020).

Son yıllarda dijitalleşme ile birlikte; giyilebilir sensörler, gerçek zamanlı maruziyet ölçüm cihazları ve büyük veri analizine dayalı erken uyarı sistemleri de iş güvenliği alanında kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojiler, çalışanların fiziksel zorlanma düzeyi, kimyasal maruziyet veya tehlikeli alanlara giriş gibi risklerini anlık olarak izleyerek kazalar meydana gelmeden önce müdahale edilmesine imkân tanımaktadır (NIOSH, 2022).

Yönetimsel Çözümler; teknolojik önlemlerin etkinliği, büyük ölçüde güçlü bir yönetim sistemiyle desteklenmesine bağlıdır. İSG yönetim sistemlerinin kurulması ve etkin biçimde uygulanması, kazaların önlenmesinde temel bir araç olarak kabul edilmektedir. ISO 45001 standardı; risk temelli yaklaşım, çalışan katılımı ve sürekli iyileştirme ilkeleri doğrultusunda güvenli çalışma ortamlarının oluşturulmasını hedeflemektedir (ISO, 2018).

Bunun yanı sıra, üst yönetimin İSG konusundaki kararlılığı ve liderliği, güvenlik kültürünün oluşmasında belirleyici bir rol oynamaktadır. Yönetimin güvenliği üretim sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak görmesi, çalışanların güvenli davranış geliştirmesini ve kurallara uyumunu artırmaktadır (Reason, 2016).

Sonuç olarak, iş kazalarını önlemeye yönelik etkili bir yaklaşım; teknolojik önlemler ile yönetimsel uygulamaların entegre edildiği, çalışan katılımını esas alan ve sürekli iyileştirmeyi hedefleyen bir sistem anlayışını zorunlu kılmaktadır. Bu bütüncül yaklaşım, yalnızca iş kazaları ve meslek hastalıklarının azaltılmasına değil; aynı zamanda çalışan memnuniyetinin, üretim verimliliğinin ve kurumsal sürdürülebilirliğin artırılmasına da katkı sağlamaktadır.

2.9.1. Yönetim ve Organizasyon Önlemleri

İş kazalarının önlenmesinde yönetimsel yaklaşımlar temel bir öncelik taşımaktadır. İşyerinde güvenlik kültürünün oluşturulması ve bu kültürün tüm çalışanlar tarafından benimsenmesi, kazaların azaltılmasında belirleyici bir rol oynamaktadır. Güvenlik kültürü; çalışanların risk algısı, yönetime duyduğu güven, kurallara uyum düzeyi ve güvenli davranış geliştirme kapasitesi ile doğrudan ilişkilidir. ILO'ya göre güçlü bir güvenlik kültürüne sahip işletmelerde iş kazalarının görülme sıklığı belirgin biçimde azalmaktadır (ILO, 2013).

Bu kapsamda iş kazalarını önlemeye yönelik yönetimsel önlemler yalnızca mevzuata uyumla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda kurumsal planlama, organizasyon ve denetim süreçlerini de içermektedir. Endüstri sınıfındaki işletmelerde Ortak Sağlık Güvenlik Birimi (OSGB) hizmetlerinin bütüncül bir sistem anlayışıyla yürütülmesi,

çalışan sağlığını korumaya yönelik en önemli yönetimsel araçlardan biri olarak değerlendirilmektedir. OSGB uygulamaları; risk değerlendirmesi, ortam ölçümleri, periyodik sağlık muayeneleri, çalışan eğitimleri ve acil durum planlarının hazırlanması gibi çok yönlü faaliyetleri kapsamakta ve iş kazalarının önlenmesine doğrudan katkı sunmaktadır (ÇSGB, 2016). Yapılan çalışmalar, bu hizmetlerin etkin biçimde uygulandığı işyerlerinde iş kazası oranlarının anlamlı düzeyde azaldığını göstermektedir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

Çalışma alanlarının düzenlenmesi de yönetimsel önlemler arasında önemli bir yer tutmaktadır. İşyerlerinin fiziksel koşullarının yeterli aydınlatma, uygun havalandırma, kaymaz zeminler ve ergonomik yerleşim ilkelerine uygun olarak tasarlanması, çalışanların maruz kaldığı fiziksel riskleri azaltmaktadır. Düzen ve temizlik uygulamalarının (5S, görsel yönetim vb.) benimsenmesi ise özellikle düşme, çarpma ve sıkışma gibi kazaların önlenmesinde etkili olmaktadır (Resmî Gazete, 25426, 2004; Dul ve Neumann, 2009).

Eğitim ve farkındalık faaliyetleri iş kazalarının önlenmesinde vazgeçilmez bir yönetimsel araçtır. İSG eğitimlerinin yalnızca mevzuat gereği verilen zorunlu programlar olarak değil, çalışan davranışlarını dönüştürmeyi hedefleyen sürekli ve uygulamaya dayalı bir süreç olarak planlanması gerekmektedir. İş güvenliği uzmanları ve işyeri hekimleri tarafından yürütülen düzenli eğitimler, çalışanların risk algısını artırmakta ve güvenli davranış geliştirmelerini desteklemektedir (Geller, 2016).

Psikososyal risklerin yönetimi de yönetim ve organizasyon önlemlerinin önemli bir bileşenidir. İş yükünün dengeli dağıtılması, vardiya düzenlemelerinin ergonomik esaslara göre planlanması, zaman baskısının azaltılması ve çalışanların psikolojik iyilik hâlinin desteklenmesi, güvenli çalışma ortamının sürdürülebilirliği açısından gereklidir. Çalışan destek programları, danışmanlık hizmetleri ve iş-yaşam dengesi politikaları gibi uygulamalar, dikkat dağınıklığını ve stres kaynaklı hata olasılığını azaltarak iş kazalarının dolaylı biçimde önlenmesine katkı sağlamaktadır (Medeni ve İlhan, 2024; EU-OSHA, 2014).

Sonuç olarak yönetim ve organizasyon önlemleri; güvenlik kültürünün geliştirilmesi, etkili planlama ve denetim mekanizmalarının kurulması, eğitim faaliyetlerinin sürekliliği ve çalışanların fiziksel ve psikososyal iyilik hâlinin desteklenmesi yoluyla iş kazalarının sistematik biçimde azaltılmasını sağlamaktadır. Bu yaklaşımların kurumsal politikalara entegre edilmesi hem çalışan sağlığının korunması hem de işletmelerin sürdürülebilirliği açısından kritik bir gerekliliktir.

2.9.2. Fiziksel Önlemler

Fiziksel güvenlik önlemleri, iş kazalarının önlenmesinde çalışanların doğrudan korunmasını hedefleyen ve İSG sistemlerinin temel bileşenlerinden birini oluşturan uygulamalardır. Bu önlemler, tehlikenin kaynağında ortadan kaldırılmasını veya çalışanla tehlike arasına fiziksel bir bariyer konulmasını amaçlamakta olup, teknik ve ergonomik düzenlemelerle birlikte ele alınmalıdır. Fiziksel önlemlerin etkinliği, yalnızca ekipman teminiyle sınırlı olmayıp, bu ekipmanların doğru kullanımı, bakımının sağlanması ve çalışma ortamına uygunluğu ile doğrudan ilişkilidir (Geller, 2016).

KKD, çalışanların maruz kalabileceği mekanik, kimyasal, fiziksel ve biyolojik risklere karşı bireysel düzeyde koruma sağlayan en temel önlemler arasında yer almaktadır. Baret, koruyucu gözlük, kulaklık, eldiven, solunum koruyucular ve emniyet kemerleri gibi KKD'ler, özellikle riskin kaynağında tamamen ortadan kaldırılamadığı durumlarda zorunlu olarak kullanılmalıdır. Bununla birlikte, literatürde KKD'nin tek başına yeterli bir koruma sağlamadığı, mühendislik ve organizasyonel önlemlerle desteklenmediği sürece kazaları önlemede sınırlı kaldığı vurgulanmaktadır (ÇSGB, 2016; ILO, 2013). Bu nedenle KKD kullanımı, risk kontrol hiyerarşisinin son basamağı olarak değerlendirilmelidir.

Makine ve ekipman güvenliği, fiziksel önlemler kapsamında kritik bir diğer unsurdur. İş yerlerinde kullanılan makinelerin koruyucu muhafazalarının çıkarılması, emniyet sistemlerinin devre dışı bırakılması veya bakım eksiklikleri, ciddi ve ölümcül kazaların başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Makine güvenliğine ilişkin önlemler; acil durdurma sistemleri, çift el kumandaları, kilitleme-etiketleme (lockout–tagout) uygulamaları ve düzenli periyodik kontrolleri kapsamaktadır. EU-OSHA, mekanik kazaların büyük bir bölümünün basit mühendislik önlemleriyle önlenebileceğini ve bu alanda işveren sorumluluğunun belirleyici olduğunu belirtmektedir (EU-OSHA, 2014).

Ergonomi ve iş uyumu ise fiziksel önlemlerin yalnızca kazaları değil, uzun vadeli meslek hastalıklarını da azaltan önemli bir boyutunu oluşturmaktadır. Çalışma ortamının, çalışanın antropometrik özellikleri, fiziksel kapasitesi ve işin gereklilikleri dikkate alınarak tasarlanması; kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının, yorgunluğun ve dikkat dağınıklığına bağlı kazaların önlenmesinde etkilidir. Oturma ve ayakta çalışma düzenlerinin uygunluğu, kontrol panellerinin erişilebilirliği, yük kaldırma sınırlarının belirlenmesi ve görsel-işitsel uyarı sistemlerinin yeterliliği ergonomik önlemler kapsamında değerlendirilmektedir (Dul ve Neumann, 2009). Ergonomik

düzenlemelerin, yalnızca çalışan sağlığını değil, aynı zamanda üretkenlik ve iş kalitesini de artırdığı birçok çalışmada ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak fiziksel önlemler; KKD'ler, makine ve ekipman güvenliği ile ergonomik tasarım ilkelerinin bütüncül biçimde uygulanmasını gerektirmektedir. Bu önlemlerin etkinliği, iş yerinde oluşturulan güvenlik kültürü, düzenli denetimler ve çalışanların bilinçlendirilmesi ile desteklendiğinde anlam kazanmaktadır. Fiziksel önlemlerin ihmal edilmesi, hem kısa vadede iş kazalarına hem de uzun vadede kalıcı sağlık sorunlarına yol açmakta; bu durum çalışanlar, işverenler ve toplum açısından ciddi sosyal ve ekonomik sonuçlar doğurmaktadır.

2.9.3. Teknolojik Önlemler

Teknolojik gelişmeler, iş kazalarının önlenmesinde giderek daha merkezi bir rol üstlenmektedir. Özellikle yüksek risk içeren sektörlerde, insan faktörüne bağlı hataların azaltılması ve tehlikeli işlerin daha kontrollü biçimde yürütülmesi amacıyla geliştirilen teknolojik çözümler, İSG uygulamalarının etkinliğini artırmaktadır. Uygun teknoloji seçimi ve doğru entegrasyon, yalnızca kazaların önlenmesine değil, aynı zamanda üretim verimliliğinin ve sürdürülebilirliğin artırılmasına da katkı sağlamaktadır (ÇSGB, 2016).

Otomasyon sistemleri, teknolojik önlemler arasında en yaygın ve etkili uygulamalardan biridir. Tehlikeli, tekrarlayıcı veya yüksek dikkat gerektiren işlerin otomatik makineler ya da robotlar aracılığıyla gerçekleştirilmesi, çalışanların doğrudan riskle karşı karşıya kalma olasılığını önemli ölçüde azaltmaktadır. Özellikle ağır sanayi, inşaat, maden ve kimya sektörlerinde robotik sistemlerin kullanımı; ezilme, sıkışma, yanma ve düşme gibi kazaların önlenmesinde etkili olmaktadır. Literatürde, otomasyonun iş kazası sıklığını düşürdüğü ve insan hatasına bağlı riskleri minimize ettiği vurgulanmaktadır (Dul ve Neumann, 2005; Geller, 2016).

Bunun yanı sıra, kapalı ve kontrollü çalışma düzenekleri iş kazalarının önlenmesinde önemli bir teknolojik çözüm olarak öne çıkmaktadır. Kapalı sistemlerde, tehlikeli süreçler fiziksel bariyerler, muhafazalar veya izolasyon kabinleri içinde yürütülmekte; çalışanlar bu süreçleri doğrudan müdahale etmeden izleyici veya denetleyici konumunda sürdürmektedir. Özellikle kimyasal maddelerle çalışılan tesislerde, basınçlı sistemlerde ve yüksek sıcaklık içeren üretim hatlarında kapalı düzeneklerin kullanımı, hem akut kazaların hem de uzun süreli maruziyet kaynaklı meslek hastalıklarının önlenmesine katkı sağlamaktadır (ILO, 2013).

Güncel uygulamalar arasında sensörler, erken uyarı sistemleri ve dijital izleme teknolojileri de yer almaktadır. Gaz kaçak dedektörleri, sıcaklık ve titreşim sensörleri, makine güvenlik kilitleri ve acil durdurma sistemleri; tehlikeli bir durum oluşmadan önce uyarı verilmesini ve müdahale edilmesini mümkün kılmaktadır. EU-OSHA, bu tür teknolojilerin özellikle büyük ölçekli tesislerde risk yönetimini güçlendirdiğini ve iş kazalarının şiddetini azalttığını belirtmektedir (EUOSHA, 2014).

Sonuç olarak, teknolojik önlemler; otomasyon, kapalı sistemler ve akıllı izleme çözümleri aracılığıyla iş kazalarının önlenmesinde tamamlayıcı değil, giderek zorunlu bir unsur haline gelmektedir. Ancak bu teknolojilerin etkinliği, çalışanların eğitimi, bakım-onarım süreçlerinin düzenli yürütülmesi ve yönetimsel önlemlerle bütünleşik olarak uygulanmasına bağlıdır. Bu bütüncül yaklaşım benimsendiğinde, teknolojik önlemler İSG performansının sürdürülebilir biçimde iyileştirilmesini mümkün kılmaktadır.

2.9.4. Davranışsal Önlemler

İş kazalarının büyük bir bölümünün insan faktöründen kaynaklandığı, ulusal ve uluslararası literatürde yaygın biçimde kabul edilmektedir. Güvensiz davranışlar, dikkat eksikliği, yorgunluk, eğitim yetersizliği ve kurallara uymama gibi bireysel etkenler, kazaların meydana gelmesinde belirleyici rol oynamaktadır. Heinrich'in klasik kazalar teorisinde, iş kazalarının yaklaşık %88'inin güvensiz davranışlardan kaynaklandığı belirtilmekte; bu yaklaşım daha sonraki birçok çalışmada da desteklenmektedir (Akın, 2023). Türkiye'de yapılan çalışmalarda da benzer biçimde, iş kazalarının ortaya çıkmasında çalışanların kişisel özellikleri, algılanan risk düzeyi ve davranış kalıplarının önemli olduğu vurgulanmaktadır (Camkurt, 2013).

Tehlikeli davranışların ortaya çıkmasında yalnızca teknik bilgi eksikliği değil, çalışanların psikolojik durumu, fizyolojik yeterliliği ve sosyoekonomik koşulları da etkili olmaktadır. Özellikle yorgunluk, uykusuzluk, stres, rol belirsizliği ve aşırı iş yükü gibi psikososyal risk etmenleri, çalışanların dikkat düzeyini düşürmekte ve hata yapma olasılığını artırmaktadır (Camkurt, 2013). Bu bağlamda iş kazalarının önlenebilmesi için davranışsal önlemlerin, yalnızca bireysel farkındalığa değil, çalışma ortamının bütüncül olarak iyileştirilmesine dayandırılması gerekmektedir.

Davranışsal önlemlerin en önemli araçlarından biri eğitimdir. Eğitim faaliyetlerinin süreklilik arz etmesi, uygulamaya dönük olması ve çalışanların görev ve sorumluluklarına uygun şekilde planlanması gerekmektedir. ÇSGB tarafından yayımlanan rehber ve düzenlemelerde, İSG eğitimlerinin çalışanların risklere karşı

bilinç düzeyini artırdığı ve güvenli davranış geliştirmede etkili olduğu ifade edilmektedir (ÇSGB, 2016). Bu eğitimlerin yalnızca işçilere değil; ustabaşı, teknisyen, mühendis ve işveren dahil olmak üzere tüm personel kademelerine yönelik olarak düzenlenmesi gerektiği özellikle vurgulanmaktadır.

Eğitim materyallerinin çeşitlendirilmesi, öğrenmenin kalıcılığını artıran bir diğer unsurdur. Gazete, televizyon ve radyo gibi kitle iletişim araçlarının yanı sıra; broşür, afiş, fotoğraf, film ve kitap gibi görsel ve yazılı materyallerin kullanılması, farklı öğrenme stillerine sahip çalışanlara ulaşmayı kolaylaştırmaktadır (ÇSGB, 2016). Bu materyaller aracılığıyla verilen eğitimlerin, çalışanların günlük çalışma pratikleriyle ilişkilendirilmesi, tehlikeli davranışların azaltılmasına ve güvenli davranışların pekiştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Sonuç olarak, iş kazalarının önlenmesinde davranışsal önlemler merkezi bir konuma sahiptir. Eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerinin bilimsel temellere dayalı, sürekli ve kapsayıcı şekilde yürütülmesi; insan faktöründen kaynaklanan risklerin azaltılmasında etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır (Kocabaş vd., 2018).

2.9.5. Risk Analizi ve Proaktif Önlemler

İş kazalarının önlenmesinde proaktif yaklaşımın benimsenmesi, İSG yönetim sistemlerinin temel unsurlarından biridir. Proaktif yaklaşım, kazalar meydana gelmeden önce tehlikelerin tanımlanmasını, risklerin analiz edilmesini ve uygun önleyici tedbirlerin sistematik biçimde uygulanmasını esas almaktadır (Vatansever Kavaklı ve Ateş, 2018).

Risk analizi sürecinin ilk aşaması, işyerinde mevcut ve potansiyel tehlikeli durumların belirlenmesidir. Bu kapsamda güvensiz ekipmanlar, ergonomik olmayan çalışma koşulları ve organizasyonel yetersizlikler ön plana çıkmaktadır. Düzenli denetimler ve sistematik risk değerlendirmeleri, kazaya yol açabilecek unsurların erken aşamada tespit edilmesini mümkün kılmaktadır (ÇSGB, 2016).

Belirlenen risklere yönelik tedbirlerin planlanması ve uygulanması, risk yönetiminin etkinliği açısından kritik öneme sahiptir. Alınan önlemlerin sürekliliğinin sağlanması ve etkinliğinin periyodik olarak izlenmesi, risk analizinin işlevselliğini artırmaktadır. Aksi takdirde risk değerlendirmeleri yalnızca mevzuat gereği yapılan biçimsel uygulamalara dönüşebilmektedir (Vatansever Kavaklı ve Ateş, 2018).

İş kazalarını önlemeye yönelik etkili bir strateji; yönetimsel önlemler, fiziksel güvenlik tedbirleri, teknolojik çözümler, davranışsal eğitimler ve psikososyal desteklerin bütünleşik biçimde uygulanmasını gerektirmektedir. Sistematik risk analizi,

ergonomik düzenlemeler ve düzenli eğitim programlarının uygulanması, iş güvenliğini güçlendirirken çalışanların motivasyon ve performansını da olumlu yönde etkilemektedir (ÇSGB, 2016, Ağuş ve Akbel, 2020; Meden ve İlhan, 2024).

2.10. İş Kazalarında Acil Durum Planlaması ve Kriz Yönetimi

Kriz yönetimi, bir kuruluşun kriz anlarında hızlı, koordineli ve etkili biçimde karar alıp uygulama yeteneğini ifade etmektedir. Güncel kriz yönetimi yaklaşımları, yalnızca kriz sonrası müdahaleye değil; kriz öncesi hazırlık, risk azaltma, kriz sırasında müdahale ve kriz sonrası iyileştirme aşamalarını kapsayan bütüncül bir süreci temel almaktadır (Boin, 2005). Bu bağlamda kriz yönetimi stratejileri, kuruluşların olağanüstü durumlarda nasıl tepki vereceklerini ve hangi organizasyonel adımları atacaklarını önceden tanımlayan sistematik planlamalar olarak ele alınmaktadır (Boin, 2005).

Kriz yönetiminin temel bileşenlerinden biri olan acil durum yönetimi, olası tehlike ve risklere karşı hazırlık yapılmasını, müdahale kapasitesinin geliştirilmesini ve olay sonrası toparlanma sürecinin etkin biçimde yürütülmesini amaçlamaktadır. İş sürekliliği ve acil durum yönetimi standartlarında, bu sürecin risk temelli planlama ve sürekli iyileştirme ilkelerine dayandığı vurgulanmaktadır (ISO, 2019).

Acil durum yönetimine ilişkin genel bir perspektif sunan United Kingdom Cabinet Office (UKCO) tarafından yayımlanan kılavuzda, acil durum planlamasının beş ana aşamada ele alındığı görülmektedir. Bu aşamalar; tehlike ve risk profilinin belirlenmesi, hedeflerin oluşturulması, görev ve kaynakların tanımlanması, organizasyonel yapının kurulması ve sorumlulukların netleştirilmesi olarak sıralanmaktadır (UKCO, 2011).

Benzer şekilde Kanada'da Emergency Management British Columbia (EMCB) tarafından uygulanan sistemde, acil durum planlarının on aşamalı ayrıntılı bir süreç üzerinden hazırlandığı ifade edilmektedir. Bu süreçte planlama çerçevesinin oluşturulması, paydaşların belirlenmesi, tehlike ve risk analizi, planın hazırlanması, eğitim ve tatbikatlar ile planın sürekliliğinin sağlanması temel aşamalar olarak belirtilmektedir (EMBC, 2016).

İş yerleri açısından acil durum planlaması ele alındığında, Federal Emergency Management Agency (FEMA) tarafından hazırlanan rehberde acil durum planı geliştirme süreci dört aşamada tanımlanmaktadır. Bu aşamalar; planlama ekibinin kurulması, tehlikelerin ve mevcut kapasitelerin analizi, planın geliştirilmesi ve uygulanmasıdır (FEMA, 1993). Bu yapı, özellikle özel sektör ve sanayi kuruluşları için uygulanabilir bir çerçeve sunmaktadır.

City of Vancouver Office of Emergency Management (CVOEM, 2017) yerel yönetim ölçeğinde acil durum planlama süreci altı aşamada ele alınmakta; risk belirleme, müdahale, iyileştirme ve planın tatbikatlarla güncel tutulması vurgulanmaktadır.

Türkiye'de yayımlanan mevzuat ve rehberler ile uluslararası düzenlemeler karşılaştırıldığında, acil durum planlama süreçlerinin temel bileşenler açısından büyük ölçüde benzerlik gösterdiği görülmektedir. Risk ve tehlike analizi, görev ve sorumlulukların belirlenmesi, müdahale ve tahliye planları, eğitim ve tatbikatlar ile planın güncellenmesi hem ulusal hem de uluslararası rehberlerde ortak unsurlar olarak öne çıkmaktadır (ÇSGB, 2016).

Tablo 2. Yerel mevzuat ve rehberlere göre acil durum planı hazırlama aşamaları **(**FEMA, 1993)

İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik	ÇSGB Rehberi	İstanbul İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Rehberi	İstanbul Sanayi Odası Rehberi
Acil durumların belirlenmesi	Acil durumların belirlenmesi	Ekip oluşturulması	Politika ve takım oluşturma
Önleyici ve sınırlayıcı tedbirler	Önleyici ve sınırlayıcı tedbirler	Tehlike ve risk analizi	Misyon ve yetkilendirme
Görevlilerin belirlenmesi	Görevlilerin belirlenmesi	Zarar azaltma planlaması	Risk analizi
Müdahale ve tahliye	Müdahale ve tahliye	Komuta ve servisler	Tamamlama ve onaylama
Dokümantasyon Tatbikat	Dokümantasyon Tatbikat	Prosedürler Eğitim ve tatbikat	
Yenileme	Yenileme	Yardımlaşma	
		Acil durum malzemeleri	

Tablo 2, çeşitli yerel düzenlemeler ve kılavuzların acil durum planlamasına benzer bir yaklaşımla ele alındığını göstermektedir. Tüm kaynaklar, acil durumların tanımlanması, risk değerlendirmesi, müdahale ve tahliye ile uygulama aşamalarını ortak unsurlar olarak sunmakta, ancak kılavuzlar uygulama detayları açısından farklılık göstermektedir.

İşyeri acil durum planlarına ilişkin yerel mevzuat ve rehberlerde, plan hazırlama süreci farklı başlıklar altında ele alınmakla birlikte, uygulanacak temel evrelerin büyük ölçüde benzerlik gösterdiği görülmektedir. Türkiye'de ve Amerika Birleşik Devletleri'nde yürürlükte olan mevzuat ve kılavuzlar birlikte değerlendirildiğinde, başlıklandırma ve aşama sayılarında farklılıklar bulunsa da planlama sürecinde izlenen

adımların içerik bakımından büyük ölçüde örtüştüğü anlaşılmaktadır. Bu kapsamda, yerel mevzuat ve rehberlere göre acil durum planı hazırlama aşamaları Tablo 2'de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Bu araştırmada acil durum planı hazırlama süreci, Tablo 2'de yer alan mevzuat ve rehberlerde ortak olarak öne çıkan aşamalar esas alınarak dört ana adımda ele alınmıştır. Her bir ana adım, ilgili mevzuat ve rehberlerde tanımlanan alt süreçler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre çalışma kapsamında incelenen planlama evreleri; planlama ekibinin oluşturulması, tehlike ve risk analizinin yapılması, acil durum planının geliştirilmesi ve planın uygulanması aşamalarından oluşmaktadır. Söz konusu evrelerin her biri, ilgili mevzuat ve rehberlerde tanımlanan uygulamalar çerçevesinde bu bölüm altında ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

Tablo 2 incelendiğinde, farklı kurum ve rehberler tarafından önerilen acil durum planı hazırlama süreçlerinin terminoloji ve aşama sayısı bakımından çeşitlilik gösterdiği, ancak içerik açısından büyük ölçüde benzerlik taşıdığı görülmektedir. ÇSGB rehberleri, İstanbul İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü rehberi ile İstanbul Sanayi Odası rehberi birlikte değerlendirildiğinde; acil durumların belirlenmesi, önleyici ve sınırlandırıcı tedbirlerin tanımlanması, görev ve sorumlulukların belirlenmesi, müdahale ve tahliye süreçlerinin planlanması, dokümantasyonun hazırlanması, eğitim ve tatbikat faaliyetlerinin yürütülmesi ile planların periyodik olarak güncellenmesi aşamalarının tüm rehberlerde ortak unsurlar olarak yer aldığı görülmektedir (ÇSGB, 2016; İstanbul İl AFAD, 2020; İSO, 2019).

Bununla birlikte bazı rehberlerde ekip oluşturma, politika geliştirme ve yetkilendirme gibi organizasyonel unsurlara daha fazla vurgu yapıldığı; bazılarında ise risk analizi, zarar azaltma planlaması ve komuta-kontrol yapılarının ön plana çıktığı görülmektedir. Bu durum, rehberlerin hazırlanmasında ilgili kurumların görev alanları, yetki kapsamları ve hedef kitlelerinin belirleyici olduğunu göstermektedir. Ancak söz konusu vurgu farklılıklarına rağmen, acil durum planlamasının temel yaklaşımının; önceden hazırlık yapılması, risklerin sistematik biçimde değerlendirilmesi, müdahale kapasitesinin güçlendirilmesi ve planların sürekliliğinin sağlanması ilkeleri etrafında şekillendiği söylenebilir.

Bu çerçevede Tablo 2, acil durum planlamasına ilişkin yerel mevzuat ve rehberlerin birbirini tamamlayan bir yapıda olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca tablo, bu çalışmada ele alınan dört ana planlama aşamasının hem ulusal hem de uluslararası mevzuat ve rehberlerle uyumlu olduğunu göstermesi bakımından önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, çalışma kapsamında acil durum planlama süreci; planlama ekibinin

oluşturulması, tehlike ve risk analizinin yapılması, acil durum planının geliştirilmesi ve planın uygulanması olmak üzere dört ana aşamada ele alınmaktadır. İzleyen alt başlıklarda bu aşamalar sistematik biçimde değerlendirilmektedir.

2.11. İş Kazalarının Bildirimi ve Hukuki Sorumluluklar

İş kazalarının bildirilmesi ve bu kazalara bağlı hukuki sorumluluklar, İSG hukukunun temel ve zorunlu unsurları arasında yer almaktadır. İş kazalarının doğru, eksiksiz ve zamanında bildirilmesi hem sosyal güvenlik haklarının işletilebilmesi hem de işverenin hukuki ve cezai sorumluluğunun belirlenebilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Türk hukukunda iş kazalarına ilişkin bildirim yükümlülüğü esas olarak 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu hükümleri çerçevesinde düzenlenmiştir.

6331 sayılı Kanun'un 14. maddesinin ikinci fıkrası uyarınca işveren, meydana gelen tüm iş kazalarını kaydetmek, gerekli incelemeleri yapmak ve raporlamakla yükümlüdür. Bu yükümlülük, yalnızca yaralanma veya ölümle sonuçlanan olayları değil; işyeri veya iş ekipmanında hasara yol açan ya da hasar verme potansiyeli bulunan olayları da kapsamaktadır (m. 14/1-b). Böylece mevzuat, "ramak kala" olarak ifade edilen olayların da kayıt altına alınmasını zorunlu kılarak önleyici yaklaşımı teşvik etmektedir. Nitekim işverenin bu kayıt ve inceleme yükümlülüğü, ileride meydana gelebilecek daha ağır sonuçlu kazaların önlenmesine hizmet eden temel bir koruma mekanizmasıdır (Süzek, 2015).

İş kazalarının önlenmesinde ramak kala olayların önemi, Heinrich Piramit Teorisi ile de açıklanmaktadır. Bu teoriye göre, yaralanma ile sonuçlanmayan çok sayıdaki olay dikkatlice analiz edildiğinde, yaralanmalı ve ölümlü kazaların önüne geçmek mümkün olabilmektedir. Taşyürek (2018), iş kazalarının büyük bir kısmının öncesinde benzer nitelikte uyarıcı olayların yaşandığını ve bu olayların sistematik biçimde ele alınmasının kazaları azaltmada etkili olduğunu vurgulamaktadır.

İş kazasının meydana gelmesi halinde işçinin, kazanın gerçekleştiği tarihten itibaren on yıl içinde maddi ve manevi tazminat davası açma hakkı bulunmaktadır. Bu süre, Türk Borçlar Kanunu'nun genel zamanaşımı hükmü olan 6098 sayılı Kanun'un 146. maddesine dayanmaktadır. İşverenin kusurunun bulunması halinde, işçiye karşı hem özel hukuk kapsamında tazminat sorumluluğu hem de kamu hukuku kapsamında idari ve cezai sorumluluk gündeme gelebilmektedir (Demircioğlu ve Kaplan, 2016).

İş kazalarına ilişkin bildirim süreleri ve usulleri, 6331 sayılı Kanun'un 14. maddesi ile 5510 sayılı Kanun'un 13. maddesi başta olmak üzere çeşitli ikincil mevzuat

hükümleriyle ayrıntılı biçimde düzenlenmiştir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu Madde 14 ve 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu Madde 13'e göre işveren, meydana gelen iş kazasını kazadan sonraki üç iş günü içinde Sosyal Güvenlik Kurumu'na bildirmekle yükümlüdür (İSGK, 2012; SSGSSK, 2006). Ayrıca iş kazasının meydana gelmesi halinde, işverenin yerel kolluk kuvvetlerine derhal bildirimde bulunması gerekmektedir. Söz konusu bildirim yükümlülüğü, 5510 sayısı Kanun'un 13. maddesinde açıkça düzenlenmiş olup, iş kazasının adli soruşturma ve delil tespiti süreçlerinin başlatılması bakımından hukuki zorunluluk taşımaktadır (SSGSSK, 2006).

Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu Madde 13'e göre işverenin denetimi dışındaki yerlerde meydana gelen kazalarda, kazanın geç öğrenilmesi halinde bildirim süresi, kazanın öğrenildiği tarihten itibaren üç iş günü olarak uygulanmaktadır (SSGSSK, 2006). Sosyal Sigortalar İşlemleri Yönetmeliği (SSİY) Madde 35'e göre ise bağımsız çalışanlar ile köy ve mahalle muhtarları (4/1-b kapsamındakiler) ise iş kazalarını, bildirim yapmalarına engel bir durum bulunmamak kaydıyla, üç iş günü içinde ve her halükârda bir ayı geçmemek üzere kendileri SGK'ya bildirmekle yükümlüdür. Mücbir sebep hallerinde bu durumun belgelenmesi zorunludur (SSİY, 2010).

Tarım ve orman işlerinde geçici süreyle çalışan sigortalılara ilişkin özel düzenleme ise 5510 sayılı Kanun'un Ek 5. maddesinde yer almaktadır. Bu kapsamdaki iş kazaları hem işveren hem de sigortalı tarafından bildirilebilmekte; bildirimlerin kolluk kuvvetlerine derhal, SGK'ya ise üç iş günü içinde yapılması gerekmektedir (Gündüz, 2005).

Yurt dışında görev yapan sigortalıların iş kazalarına ilişkin bildirim süreleri, SGK'nın 2016/21 sayılı Genelgesi ile özel olarak düzenlenmiştir. Buna göre uluslararası taşımacılık yapan kara, deniz ve hava araçlarında çalışan sigortalıların yurt dışında geçirdiği iş kazalarında bildirim süresi, aracın Türkiye'ye dönüşünü izleyen ilk iş gününden itibaren başlamaktadır (SGK, 2016). Bu süre zarfında işverenin geçici iş göremezlik ödeneğini ödememesi halinde, doğacak zarardan doğrudan sorumlu tutulacağı açıkça belirtilmiştir.

Sağlık kuruluşları tarafından yapılan iş kazası veya meslek hastalığı bildirimleri, işverenin bildirim yükümlülüğünü ortadan kaldırmamaktadır. SGK, bildirilen olayın iş kazası olup olmadığına ilişkin inceleme yapma yetkisine sahiptir. Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu Madde 1'e göre olayın iş kazası olmadığı tespit edilirse,

haksız yapılan ödemeler yanıltıcı bilgi veren kişilerden geri alınmaktadır (SSGSSK, 2006).

6331 sayılı Kanun, kamu ve özel sektör ayrımı yapmaksızın tüm çalışanları kapsamına almaktadır. Kamu görevlilerinin yaşadığı iş kazalarının da üç iş günü içinde SGK'ya bildirilmesi zorunludur. Bu husus, SGK Başkanlığı Emeklilik Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün 13.10.2014 tarihli yazısında açıkça ifade edilmiş; bildirim yapılmaması halinde idari para cezası uygulanacağı belirtilmiştir (Demircioğlu ve Kaplan, 2016; Gündüz, 2005).

İşverenin iş kazasına ilişkin bildirim yükümlülüğünü yerine getirmemesi, idari para cezasına yol açabileceği gibi; kusur veya ihmalin varlığı halinde tazminat ve ceza sorumluluğunu da gündeme getirmektedir. Yargı kararlarında, işverenin gerekli önlemleri almaması halinde meydana gelen zararlardan doğrudan sorumlu tutulduğu ve işçiye maddi ile manevi tazminat ödeme yükümlülüğünün bulunduğu istikrarlı biçimde kabul edilmektedir (Süzek, 2015). Bu nedenle iş kazalarının doğru ve zamanında bildirilmesi hem işçinin haklarının korunması hem de işverenin hukuki risklerinin azaltılması bakımından büyük önem taşımaktadır.

İş kazaları nedeniyle aynı olay hakkında hukuki, cezai ve idari yaptırım süreçlerinin eş zamanlı olarak işletilmesi mümkündür. Bu durum, farklı yaptırım türlerinin uygulanması söz konusu olduğundan "non bis in idem" ilkesine aykırılık teşkil etmemektedir. Özen'e göre bu ilke, yalnızca aynı yaptırım türünün aynı kişi hakkında birden fazla kez uygulanmasını engellemekte; farklı hukuk alanlarına ait yaptırımların birlikte uygulanmasını yasaklamamaktadır (Özen, 2015).

2.12. Literatür Taraması

Asfalt üretimi ve yol yapım faaliyetleri; kimyasal, fiziksel, ergonomik ve operasyonel çok sayıda tehlikeyi aynı anda barındırması nedeniyle İSG açısından yüksek riskli çalışma alanları arasında değerlendirilmektedir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, risklerin büyük ölçüde asfalt dumanı ve bitüm kaynaklı kimyasal maruziyetler üzerinde yoğunlaştığı, ancak son yıllarda fiziksel ve organizasyonel risklerin de bütüncül yaklaşımla ele alınmaya başlandığı görülmektedir.

Uluslararası kuruluşlar, kimyasal maddelerle çalışılan işyerlerinde maruziyetin sistematik biçimde değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. ILO (2014), risk değerlendirme sürecinde maruziyet yolları, kimyasalların toksikolojik özellikleri ve çalışma ortamı koşullarının birlikte ele alınmasını önermektedir. Benzer şekilde NIOSH (2001), asfalt dumanlarını önemli bir mesleki tehlike olarak sınıflandırmakta; uzun

süreli maruziyetin solunum sistemi hastalıkları, göz ve cilt irritasyonu ile kronik sağlık sorunlarıyla ilişkili olabileceğini belirtmektedir. Asfalt işçileri üzerinde gerçekleştirilen saha çalışmalarında maruziyet düzeylerinin sıcaklık, ekipman türü ve çalışma süresiyle doğrudan ilişkili olduğu gösterilmiş (Kauppinen vd., 2000; Burstyn vd., 2003); yalnızca ortam ölçümlerinin yeterli olmadığı, bireysel ve operasyonel faktörlerin birlikte değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Nieuwenhuijsen, 2003).

İnşaat sektöründe iş sağlığı ve güvenliği büyük önem taşımaktadır; bu durum özellikle karayolu çalışmalarında daha da kritik hale gelmektedir. Çünkü yol, bakım-onarım için kullanılan makineler, yüksek hızla seyreden SUV'lar ve ağır vasıtalar, malzeme taşınması, sınırlı çalışma alanı ve sahada çalışan işçiler arasında paylaşılan bir alan haline gelmektedir. Bu karmaşık ve yoğun trafik ortamı, çalışanların maruz kaldığı riskleri artırmakta ve iş güvenliği önlemlerini zorunlu kılmaktadır (Nascimento vd., 2021; Santos vd., 2022; Souza Nascimento vd., 2023).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, asfalt çalışmalarında yalnızca kimyasal değil, çok boyutlu risklerin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Mo vd. (2022), literatür incelemesi, saha anketi ve AHP temelli değerlendirmeyi birlikte kullanarak toz, asfalt dumanı ve gürültünün en kritik riskler olduğunu; ayrıca sıcaklık stresi ve ergonomik zorlanmaların literatürde sıklıkla ihmal edildiğini belirtmiştir. Benzer şekilde düşük maliyetli taşınabilir sensörlerle yapılan saha ölçümlerinde, özellikle finişer çevresinin yüksek maruziyet bölgesi olduğu ve NO_2, partikül madde ile uçucu organik bileşik düzeylerinin belirgin biçimde arttığı saptanmıştır. Bu bulgular, asfalt seriminin en riskli faaliyetlerden biri olduğunu göstermektedir.

Asfalt kaplama (recape) süreçlerinde İSG risklerinin belirlenmesine odaklanan bir çalışmada, saha koşullarında yürütülen PHA yöntemi kullanılarak tehlikelerin sistematik biçimde ortaya konulması ve risklerin önceliklendirilmesi amaçlanmıştır (do Nascimento vd., 2023). Gerçekleştirilen saha çalışmasında; finişer operatörü, silindir operatörü, silindir yardımcısı ve düzleme işçilerinin maruz kaldığı riskler ayrı ayrı analiz edilmiş, özellikle yüksek gürültü, titreşim, kimyasal maruziyet (asfalt/emülsiyon buharları), ergonomik zorlanmalar ve araç çarpması riskinin baskın olduğu gösterilmiştir. Bulgular, risklerin büyük bölümünün "ciddi" kategoride yer aldığını, bu nedenle etkili sinyalizasyon, düzenli KKD denetimi, ekipman bakım-kontrolü, iş rotasyonu ve hedefli eğitimlerin kritik olduğunu vurgulamaktadır. Çalışma, PHA'nin asfalt şantiyelerinde düşük maliyetli, uygulanabilir ve karar vericiler için yol gösterici bir İSG aracı olduğunu ortaya koymuştur (do Nascimento vd., 2023).

Teknolojik iyileştirmelerin maruziyet azaltımına katkısı da literatürde vurgulanmaktadır. Olsen vd. (2021), ılık karışım asfalt kullanımında hava kirleticilerinin sıcak karışıma kıyasla anlamlı derecede azaldığını bildirerek bu yöntemin işçi sağlığı açısından daha güvenli bir alternatif sunduğunu ifade etmiştir. Ayrıca bitümlü emülsiyon uygulamalarına yönelik vaka çalışmalarında, kimyasal maruziyetin yanı sıra ekipman kaynaklı kazalar ve ergonomik zorlanmaların da önemli riskler oluşturduğu; düzenli bakım, eğitim ve organizasyonel önlemlerin kritik olduğu belirtilmiştir (Milea ve Cioca, 2025). Milea ve Cioca'nın (2025) gerçekleştirdikleri vaka çalışması, sistematik bir risk değerlendirme yaklaşımıyla bu faaliyetlere özgü tehlikeleri olasılık ve şiddet açısından nicel olarak analiz etmiş ve özellikle ekipman güvenliği, operatör davranışları ile çalışma koşullarının risk düzeyini belirleyen temel unsurlar olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma, asfalt sektöründe bitümlü emülsiyon uygulamalarına ilişkin İSG yönetiminin güçlendirilmesi için kişisel koruyucu donanım kullanımının yaygınlaştırılması, ekipman bakım ve kontrollerinin düzenli olarak yapılması, operatör eğitimlerinin artırılması ve operasyonel prosedürlerin iyileştirilmesi gibi önleyici önlemlerin kritik önem taşıdığını vurgulamaktadır.

Blaauw vd., (2022) çalışmalarında, otoyol rehabilitasyon projelerinde özellikle asfalt serimi ve kaplamanın kazılması (frezelenmesi) sırasında işçilerin maruz kaldığı tehlikeli hava kirleticilerini düşük maliyetli taşınabilir sensörlerle ölçerek değerlendirmiştir. Çalışma da özellikle asfalt seriminin en riskli faaliyet olduğu, finişer (asfalt serme makinası) çevresindeki yaklaşık 6 m'lik "yüksek maruziyet bölgesinde" NO_2, PM ve TVOC düzeylerinin belirgin şekilde arttığı, bu nedenle işçilerin solunum yoluyla aldığı dozu yükselttiğini ve uzun vadede sağlık risklerini artırabileceği bildirilmiştir. Çalışma da ayrıca maruziyeti azaltmak için ılık karışım asfalt kullanımı, araç rölantisinin azaltılması, maruziyet bölgelerinde sıkı uyum ve uygun KKD kullanımı gibi İSG önlemlerini önermiş ve asfalt şantiyelerinde hava kirliliğinin mesleki sağlık tehlikesi olarak daha fazla dikkate alınması gerektiğini vurgulamıştırlar.

Türkiye'de yürütülen çalışmalar da benzer bulgular ortaya koymaktadır. Asfalt ve yol yapım işçilerinde bitüm dumanına bağlı genotoksik etkiler ve biyolojik hasar göstergeleri rapor edilmiş (Karaman ve Pirim, 2009; Serdar, 2016); polisiklik aromatik hidrokarbon maruziyetinin biyolojik izleme yöntemleriyle güvenilir biçimde değerlendirilebildiği belirtilmiştir (İçli, 2014). Bunun yanında gürültü, sıcaklık, trafik yoğunluğu ve saha organizasyonu gibi fiziksel ve operasyonel risklerin iş kazası olasılığını artırdığı ifade edilmiştir (Aslantaş, 2019; Koçak, 2016).

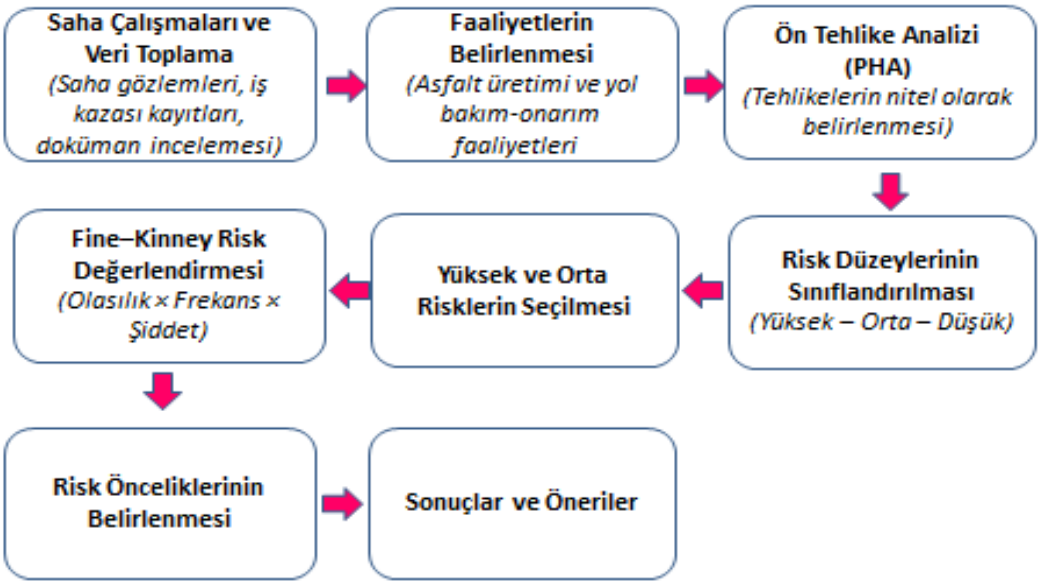
Türkiye’de son on yılda (2012-2022) asfalt ve asfalt plentlerine ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde 167 çalışmanın sadece altısının İSG başlığı ile ilgili olması bu alanda ki çalışmaların İSG boyutunu göz ardı ettiğini göstermektedir. İnsan ve çevre açısından yüksek risk barındıran bu alanda araştırma sayısının oldukça sınırlı kalması, konuya yönelik bilimsel ilgi ve farkındalığın yeterli düzeye ulaşmadığını ve literatürde önemli bir boşluk bulunduğunu göstermektedir (Aydın, 2023).

Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, asfalt çalışmalarında risklerin yalnızca kimyasal maruziyetle sınırlı olmadığı; yüksek sıcaklık, gürültü, trafik, ağır ekipman kullanımı, ergonomik zorlanmalar ve organizasyonel faktörlerle birlikte çok boyutlu bir yapı sergilediği anlaşılmaktadır. Bu nedenle risklerin bütüncül ve sayısal yöntemlerle analiz edilmesi gerekmektedir. Bu tez kapsamında PHA ve Fine–Kinney ve yöntemlerinin birlikte uygulanması, Erzurum ili asfalt çalışmalarındaki risklerin sistematik biçimde önceliklendirilmesine olanak sağlamaktadır.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, Erzurum ilinde yürütülen asfalt işlerinde karşılaşılan risk etmenlerinin belirlenmesi, bu risklerin meydana getirdiği iş kazalarının analiz edilmesi ve İSG açısından önleyici stratejiler geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma, risklerin tanımlanması ve mevcut durumun ortaya konulması amacıyla betimsel tarama modeli temelinde yürütülmüş; bununla birlikte, risklerin derecelendirilmesi ve önceliklendirilmesi amacıyla nicel değerlendirme araçlarından da yararlanılan karma yöntemli bir yaklaşım benimsenmiştir. Çalışmada PHA ve Fine–Kinney yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Bu iki yöntemin bir arada tercih edilmesinin nedeni, PHA yönteminin tehlike tanımlama ve nitel analiz için uygun bir çerçeve sunması, Fine–Kinney yönteminin ise nicel risk derecelendirmesi ve önceliklendirme açısından güçlü bir analitik yapı sağlamasıdır.



Şekil 2. Araştırma yöntemi akış şeması

Bu çalışmada asfalt üretimi ve yol bakım-onarım faaliyetlerinde ortaya çıkan İSG risklerinin belirlenmesi amacıyla aşamalı bir yöntem izlenmiştir. İlk aşamada saha gözlemleri, iş kazası kayıtları ve ilgili dokümanların incelenmesi yoluyla veri toplama çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda çalışma sahasındaki

faaliyetler tanımlanmış ve her faaliyet için potansiyel tehlikeler PHA yöntemi kullanılarak nitel olarak belirlenmiştir. Belirlenen tehlikeler risk düzeylerine göre yüksek, orta ve düşük olarak sınıflandırılmış, ardından yüksek ve orta düzeydeki riskler öncelikli olarak değerlendirmeye alınmıştır. Bu riskler üzerinde Fine–Kinney yöntemi uygulanarak olasılık, frekans ve şiddet parametreleri çerçevesinde nicel risk puanları hesaplanmıştır. Son aşamada elde edilen bulgular doğrultusunda gerekli kontrol önlemleri geliştirilmiş ve sonuçlar ile iyileştirme önerileri ortaya konulmuştur.

3.2. Kaza Kayıtları

Araştırmada, Erzurum ilinde faaliyet gösteren kamu ve özel sektör asfalt üretim tesisleri ile yol bakım ve onarım şantiyelerine ait geçmiş iş kazası kayıtları incelenmiştir. Kayıtlar, İş Sağlığı ve Güvenliği Kurul Tutanakları**,** İSG Profesyonelleri Aylık Faaliyet Raporları**,** kaza bildirim formları ve saha gözlemleri yoluyla elde edilmiştir. Araştırma kapsamında, 2023–2025 yılları arasına ait toplam 7 adet iş kazası kaydı değerlendirmeye alınmıştır.

Bu veriler, kazaların meydana gelme sıklığı, şiddeti, nedenleri ve kazaya yol açan çevresel veya davranışsal faktörler bakımından analiz edilmiştir.

Ayrıca, kaza kayıtlarının doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla belgeler karşılaştırmalı inceleme yöntemiyle çapraz kontrol edilmiştir. Elde edilen veriler, asfalt işlerinde karşılaşılan risklerin türlerini somut biçimde ortaya koymak ve sektörün gerçek koşullarına uygun bir değerlendirme yapmak için kullanılmıştır.

İncelenen kaza kayıtları, tesis bünyesinde geçmiş yıllarda meydana gelen iş kazalarına ait veriler doğrultusunda değerlendirilmiştir.

3.3. Uygulanan Risk Değerlendirme Yöntemleri

Bu çalışmada, Erzurum ili asfalt üretim tesisleri ve yol bakım-onarım şantiyelerinde yürütülen faaliyetlere ilişkin risklerin sistematik biçimde belirlenmesi ve önceliklendirilmesi amacıyla iki aşamalı bir risk değerlendirme yaklaşımı benimsenmiştir. İlk aşamada Ön Tehlike Analizi (PHA) yöntemi ile potansiyel tehlikeler tanımlanmış; ikinci aşamada ise Fine–Kinney yöntemi kullanılarak belirlenen riskler nicel olarak analiz edilmiştir. Bu bütünleşik yaklaşım sayesinde riskler hem nitel hem de nicel boyutta değerlendirilmiştir.

3.3.1. Ön Tehlike Analizi (PHA)

En yaygın kullanılan risk değerlendirme yöntemlerden biri Ön Tehlike Analizi (APR/PHA) olarak adlandırılmaktadır. Bu teknik, tehlikelerin belirlenmesini amaçlamakta ve tehlikeli olayların, bunların nedenlerinin ve olası sonuçlarının ortaya konulmasıyla birlikte gerekli kontrol önlemlerinin tanımlanmasını içermektedir. Genel olarak PHA, projelerin ilk aşamalarında uygulanmakla birlikte, hâlihazırda faaliyette olan tesis ve şantiyelerde de kullanılabilmekte; böylece mevcut iş güvenliği uygulamalarının gözden geçirilmesine olanak sağlamaktadır (do Nascimento vd., 2023).

PHA, literatürde farklı biçimlerde tanımlanmakla birlikte, temelde sistemin erken aşamalarında potansiyel tehlikelerin belirlenmesini amaçlayan bir güvenlik analiz tekniğidir. Bazı çalışmalarda kapsamlı bir analiz yöntemi olarak ele alınırken, çoğunlukla daha dar kapsamlı, ön değerlendirme niteliği taşıyan bir analiz yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır. Terimin farklı yorumlarına bağlı kalmaksızın PHA' nın temel amacı, sistemde mevcut veya ortaya çıkması muhtemel tehlikeleri erken aşamada görünür kılmaktır. PHA kavramını ilk kullanan araştırmacılardan Hammer, bu yöntemin bilinen sorunların özetlenmesiyle başladığını; ardından sistemin işlevi ve çevresel koşulların ayrıntılı biçimde incelenerek daha büyük risklerin tanımlandığını ifade etmiştir. Yöntem eksiksiz uygulandığında oldukça kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır (Harms-Ringdahl, 2001).

PHA tekniği, özellikle tasarım bilgisi yeterince mevcut olmadığında; risklerin, bu risklere neden olan unsurların, muhtemel etkilerin, risk seviyelerinin ve riskleri azaltmaya yönelik tasarım önlemlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan bir güvenlik analiz aracıdır. PHA, sistemin tasarım aşamasında sınırlı bilgilerle tehlikelerin bir araya getirilmesini, tanımlanmasını ve güvenlik gereksinimlerinin oluşturulmasını hedeflemektedir. Bu yöntemin temel amacı, güvenlik boyutunu sistem yaşam döngüsünün mümkün olan en erken aşamasında etkileyebilmektir (Ericson, 2005).

Özkılıç (2014), PHA'yı bir tesisin son tasarım aşamasında ya da daha ayrıntılı analizlere temel oluşturacak şekilde hızlıca geliştirilebilen nitel bir risk değerlendirme yöntemi olarak tanımlamaktadır. Özellikle tasarım aşamasında olan ya da daha önce risk değerlendirmesi yapılmamış tesislerde, PHA'nın ilk uygulanması gereken risk değerlendirme metodolojisi olduğu vurgulanmaktadır (Özkılıç, 2014).

Benzer biçimde Technical Analysis (1989), sistem güvenliği üzerine yaptığı çalışmada PHA'yı, bir sistemde mevcut genel tehlike gruplarının değerlendirilmesi ve bu tehlikelerin kontrol altına alınmasına yönelik önerilerin analiz edilmesi süreci olarak tanımlamıştır (Technical Analysis, 1989).

PHA, projenin başlangıç aşamalarında sistem düzeyindeki güvenlik konularını belirlemeyi amaçlayan üst düzey bir uygulamadır. Genellikle gereksinim analizinin ilk safhasında gerçekleştirilir. Bu yaklaşımın temel amacı, sistemdeki tehlikelerin mümkün olduğunca erken belirlenmesi ve bu tehlikelerin tamamen ortadan kaldırılması ya da kabul edilebilir seviyelere indirilmesidir (Huffman, 2002).

Mohr (1993), PHA'nın; karmaşık sistem tehlikelerinin listelenmesini, alınması planlanan önlemleri ve bu önlemler sonrasında kalan risklerin değerlendirilmesini içerdiğini belirtmektedir. Bu süreçte yapılan değerlendirmeler niceliksel değil, niteliksel niteliktedir. Genellikle, öngörülen önlemlerin etkilerine ilişkin nitel açıklamalarla birlikte bir risk envanteri oluşturulmaktadır (Mohr, 1993). Benzer şekilde Clemens ve Simmons (1998), PHA'yı sistemdeki tehlikelerin erken veya başlangıç aşamasında ele alındığı temel bir güvenlik çalışması olarak tanımlamıştırlar. Sonuç olarak PHA, sistemin erken aşamalarında genel tehlike gruplarını dikkate alarak bir risk ve tehlike envanteri oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu envanter sayesinde risklere yönelik önleyici tedbirler belirlenmekte ve üretim ya da işletme sürecine geçilmeden önce riskler ortadan kaldırılmakta veya kabul edilebilir seviyelere çekilmektedir. Ancak sınırlı veri ve bilgilere dayalı olarak gerçekleştirilen PHA, tek başına kapsamlı bir risk değerlendirme yöntemi olarak değerlendirilmemelidir. Sistem işletmeye alındıktan sonra daha ayrıntılı ve nicel risk analiz yöntemleriyle desteklendiğinde en etkin sonuçlar elde edilmektedir (Ericson, 2005).

PHA, ön tehlike listeleriyle belirlenmiş tehlikeleri incelemenin yanı sıra, henüz tanımlanmamış tehlikelerin sistem gelişimi sırasında erken aşamada ortaya çıkarılmasını da amaçlamaktadır. Bunun yanında, tehlikelerin nedenleri, olası etkileri ve ilk tasarım aşamasına özgü risk faktörleri de bu analiz kapsamında değerlendirilmektedir. PHA, tasarım sürecinde güvenliği sağlamak amacıyla ön tasarım güvenlik gereksinimlerinin belirlenmesine katkı sunmakta; kritik güvenlik fonksiyonlarını ve üst düzey kaza senaryolarını tanımlayarak tasarım süreci boyunca bir güvenlik odağı oluşturmaktadır (Ericson, 2005).

PHA; sistemler, tesisler, faaliyetler ve işlevler dahil olmak üzere farklı ölçeklerde uygulanabilmektedir. Bir alt sistem, tek bir birim ya da entegre sistem grupları üzerinde kullanılabilen bu yöntem, genellikle temel tasarım kavramlarına dayanmaktadır. Sistem geliştirme sürecinin erken evrelerinde, tasarım ayrıntıları netleşirken kullanılması, tasarım ve kaza riskleri hakkında bilinçli kararlar alınmasını sağlamaktadır. Deneyimli bir ekip tarafından sistematik biçimde uygulandığında, mevcut tasarım verilerine

dayanarak sistem tehlikelerinin belirlenmesinde oldukça etkili sonuçlar vermektedir (Ericson, 2005).

Tehlike analizi teorisinin temelinde, sistem güvenliğine ilişkin bilginin önemi yer almaktadır. Birçok durumda PHA, sistemdeki potansiyel tehlikelerin büyük bir bölümünü ortaya koyabilmektedir. İlerleyen aşamalarda daha ayrıntılı tasarım verileri elde edildikçe gerçekleştirilen ilave analizler, kalan tehlikelerin daha net tanımlanmasını ve neden-sonuç ilişkilerinin geliştirilmesini sağlamaktadır. Böylece daha önce tanımlanmamış tehlikeler ve güvenlik gereksinimleri açığa çıkarılmaktadır (Ericson, 2005).

PHA sonuçları, hangi sistemlerin veya prosedürlerin daha ayrıntılı analiz gerektirdiğini ve hangi alanların büyük kaza riski açısından görece daha güvenli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sayede analiz sürecinde sınırlar belirlenerek gereksiz emek ve kaynak kullanımının önüne geçilmektedir (ILO, 1993).

PHA'nın doğrudan bir alternatifi bulunmamaktadır. Ön tehlike listeleri, yalnızca tehlikelerin sıralanmasını sağladığı için PHA'nın yerini tutmamaktadır. Alt sistem tehlike analizleri veya değiştirilmiş hata türleri ve etki analizi (FMEA) yöntemleri bazı durumlarda PHA'ya alternatif olarak kullanılabilse de, bu yöntemler daha dar bir bakış açısına sahip olup PHA'nın kapsadığı geniş sistem yaklaşımını tam anlamıyla yansıtmamaktadır (Ericson, 2005). Bu nedenle herhangi bir programın başlangıcında, sistem tehlikelerinin tanımlanması ve önlenmesi amacıyla maliyet ve kapsam dikkate alınmaksızın PHA yönteminin uygulanması kuvvetle tavsiye edilmektedir. Kolay uygulanabilir yapısı ve sistemdeki çoğu tehlikeyi erken aşamada belirleyebilmesi sayesinde PHA, daha ileri düzey tehlike analizleri ve güvenlik çalışmalarının temelini oluşturmaktadır (Ericson, 2005).

Tablo 3. PHA şiddet değerleri (Ericson, 2005).

Şiddet Kategorisi	Kod	Tanım
Felaket	1	Ölüm, birden fazla ölüm, kalıcı sakatlık, geri dönüşü olmayan çevresel hasar veya ≥10 milyon TL maddi kayıp
Kritik	2	Ağır yaralanma, kalıcı kısmi sakatlık, ≥1 milyon TL <10 milyon TL maddi kayıp, hastaneye yatış gerektiren yaralanma
Marjinal	3	Hafif yaralanma (≥1 iş günü kayıp), orta düzey maddi hasar, ≥100 bin TL <1 milyon TL kayıp
İhmal Edilebilir	4	İlk yardım düzeyinde yaralanma, minimal maddi hasar, <100 bin TL kayıp, geçici rahatsızlık

Tablo 3'te PHA yönteminde kullanılan şiddet derecelendirme ölçeği sunulmaktadır. Şiddet parametresi, bir tehlikenin gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkabilecek olası zararların büyüklüğünü ifade etmekte olup; hafif yaralanmalardan ölümcül kazalara kadar farklı etki düzeylerini kapsamaktadır. PHA yönteminde şiddet değerlendirmesi, risklerin önceliklendirilmesi ve hangi tehlikelerin daha ayrıntılı analiz gerektirdiğinin belirlenmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Tablo 4. PHA olasılık değerleri (Hammer, 1989).

Olasılık Kategorisi	Kod	Tanım / Tahmini Olasılık
Sık	A	Sistem ömrü boyunca sürekli veya çok sık meydana gelir
Muhtemel	B	Sistem ömrü boyunca birkaç kez meydana gelir
Ara Sıra	C	Sistem ömrü boyunca bir kez meydana gelebilir
Nadir	D	Sistem ömrü boyunca nadir, ancak mümkün
Çok Nadir	E	Sistem ömrü boyunca neredeyse hiç meydana gelmez

Tablo 4'te PHA yönteminde kullanılan olasılık derecelendirmesi verilmiştir. Olasılık parametresi, belirlenen tehlikenin meydana gelme ihtimalini nitel olarak ifade etmektedir. Bu değerlendirme yapılırken işin niteliği, çalışma koşulları ve benzer faaliyetlerde daha önce yaşanmış olaylar dikkate alınmaktadır. Olasılık sınıflandırması, risklerin göreli öneminin belirlenmesine ve risk kontrol önlemlerinin planlanmasına katkı sağlamaktadır.

Tablo 5. PHA derecelendirme matrisi (Harms-Ringdahl, 2001).

Şiddet \ Olasılık	Sık (A)	Muhtemel (B)	Ara Sıra (C)	Nadir (D)	Çok Nadir (E)
Felaket (1)	1 (Kabul Edilemez)	1 (Kabul Edilemez)	1 (Kabul Edilemez)	2 (Yüksek)	3 (Orta)
Kritik (2)	1 (Kabul Edilemez)	1 (Kabul Edilemez)	2 (Yüksek)	3 (Orta)	3 (Orta)
Marjinal (3)	2 (Yüksek)	2 (Yüksek)	3 (Orta)	4 (Düşük)	4 (Düşük)
İhmal Edilebilir (4)	3 (Orta)	3 (Orta)	4 (Düşük)	4 (Düşük)	4 (Düşük)

Tablo 5'te, PHA kapsamında kullanılan risk değerlendirme matrisi yer almaktadır. Risk matrisi, şiddet ve olasılık parametrelerinin birlikte değerlendirilmesiyle risk seviyelerinin sınıflandırılmasına olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım sayesinde düşük, orta ve yüksek risk düzeyleri belirlenebilmekte; yüksek risk grubunda yer alan tehlikeler için daha ayrıntılı analiz yöntemlerinin uygulanması gerekliliği ortaya konulmaktadır.

3.3.2. Fine–Kinney Yöntemi

Fine–Kinney risk değerlendirme yöntemi, işyerlerinde mevcut ve potansiyel tehlikelerden kaynaklanan risklerin sayısal olarak analiz edilmesi ve önceliklendirilmesi amacıyla geliştirilen, matematiksel temelli kantitatif bir risk değerlendirme yöntemidir. Yöntem ilk olarak Fine tarafından 1971 yılında ortaya konmuş, daha sonra Kinney tarafından geliştirilerek sistematik bir yapıya kavuşturulmuştur. Nihai hâliyle Kaliforniya Donanma Silah Merkezi tarafından standartlaştırılmış ve literatürde Fine–Kinney yöntemi olarak yerini almıştır (Kinney ve Wiruth, 1976).

Bu yöntemin temel amacı, riskleri yalnızca nitel ifadelerle tanımlamak yerine ölçülebilir ve karşılaştırılabilir sayısal değerlere dönüştürmektir. Böylece birden fazla tehlike aynı ölçek üzerinde değerlendirilerek hangi risklere öncelik verilmesi gerektiği nesnel biçimde belirlenebilmektedir. Bu özelliği sayesinde özellikle sanayi, inşaat ve üretim gibi çok sayıda tehlikenin bulunduğu çalışma ortamlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

Yöntemde risk puanı, üç temel parametrenin çarpımıyla hesaplanmaktadır:

Risk Öncelik Skoru (RÖS) = Olasılık (O) × Şiddet (S) × Frekans (F)

Bu parametreler aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

✓ Olasılık (O): Tehlikeli bir olayın gerçekleşme ihtimalini ifade eder.

✓ Şiddet (S): Tehlikenin gerçekleşmesi halinde ortaya çıkabilecek zararların büyüklüğünü gösterir.

✓ Frekans (F): Çalışanların söz konusu tehlikeye ne sıklıkla maruz kaldığını ifade eder.

Olasılık, geçmiş kaza kayıtları, ramak kala olaylar, çalışma koşulları ve uzman değerlendirmeleri dikkate alınarak belirlenmektedir. Şiddet; yaralanma düzeyi, ölüm riski, çevresel etkiler ve maddi kayıp boyutu gibi sonuçların ciddiyetini ifade etmektedir. Frekans ise çalışanların tehlike ile karşılaşma tekrarını ortaya koyarak riskin sürekliliğini göstermektedir. Bu üç parametrenin birlikte değerlendirilmesi, risklerin daha gerçekçi ve sistematik biçimde önceliklendirilmesini sağlamaktadır (Kinney ve Wiruth, 1976).

Hesaplanan risk puanları belirli aralıklara göre sınıflandırılmakta; düşük riskler izleme altında tutulurken, yüksek ve çok yüksek riskler için derhal kontrol tedbirleri uygulanması gerekmektedir. Bu yönüyle yöntem, kaynakların etkin kullanımına ve risk kontrol faaliyetlerinin planlanmasına önemli katkı sağlamaktadır (Bayraktar vd., 2019).

Bununla birlikte parametrelerin belirlenmesi uzman görüşüne dayandığından, yöntemin kısmen öznel değerlendirmeler içerebileceği de literatürde belirtilmektedir. Bu nedenle sağlıklı sonuçlar elde edilebilmesi için değerlendirmelerin alanında uzman kişiler tarafından yapılması ve gerektiğinde diğer risk analiz yöntemleri ile desteklenmesi önerilmektedir (Adem, 2022).

Tablo 6. Fine–Kinney yönteminde olasılık (O) değerleri ve açıklamaları (Kinney ve Wiruth, 1976).

Olasılık (P) Değeri	Açıklama
0.1	Neredeyse olanaksız
0.2	Pratik olarak gerçekleşmesi olanaksız
0.5	Olabilir fakat beklenmez
1	Olabilir fakat düşük olasılık
3	Olabilir
6	Gerçekleşmesi mümkün
10	Yüksek olasılıkla beklenebilir

Tablo 6'da olasılık parametresinin sayısal karşılıkları verilmiştir. Olasılık değeri arttıkça risk puanı da artmakta ve kontrol önlemlerinin önceliği yükselmektedir.

Tablo 7. Fine–Kinney yönteminde şiddet (S) değerleri ve açıklamaları **(**Kinney ve Wiruth, 1976).

Değer	Açıklama	Kategori
1	Dikkate alınmalı	Ucuz atlatma, ramak kaldı / çevresel zarar yok
3	Önemli	Küçük hasar / yaralanma, dahili ilk yardım / arazi sınırları içinde çevresel zarar
7	Ciddi	Önemli hasar, yaralanma, dış ilk yardım ihtiyacı / arazi sınırları dışında çevresel zarar
15	Çok ciddi	Sakatlık / uzuv kaybı / çevresel engel oluşturma
40	Çok kötü	Öldürücü kaza / tam maluliyet / ciddi çevresel zarar
100	Felaket	Birden fazla ölümlü kaza / çevresel felaket

Tablo 7'de şiddet parametresi, olası kazaların insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerine göre sınıflandırılmıştır. Daha yüksek şiddet değerleri, daha ciddi ve geri dönüşü zor sonuçları ifade etmektedir.

Tablo 8. Fine–Kinney yönteminde frekans (F) değerleri ve açıklamaları **(**Kinney ve Wiruth, 1976).

Değer	Açıklama	Kategori
0.5	Çok seyrek	Yılda bir defa veya daha az
1	Seyrek	Yılda birkaç defa
2	Sık değil	Ayda bir veya birkaç defa
3	Ara sıra	Haftada bir veya birkaç defa
6	Sık	Günde bir veya birkaç defa
10	Hemen hemen sürekli	Bir saatte birkaç defa

Tablo 8'de frekans parametresi, çalışanların tehlikeye maruz kalma sıklığını göstermektedir. Sürekli veya sık maruziyetler risk puanının yükselmesine neden olmaktadır.

Tablo 9. Fine–Kinney yönteminde risk puanı (R) değerlendirme ölçeği

Risk Puanı (R)	Risk Düzeyi	Açıklama
$R < 20$	Kabul edilebilir	İzleme yeterli
$20 \leq R < 70$	Kontrollü risk	Belirli önlemler alınmalı
$70 \leq R < 200$	Önemli risk	Müdahale edilmesi gerekli
$200 \leq R < 400$	Yüksek risk	Acil önlem alınmalı
$R \geq 400$	Çok yüksek risk	Faaliyet durdurulmalı

Fine–Kinney yönteminde hesaplanan risk puanlarının hangi risk düzeyine karşılık geldiğini belirlemek amacıyla kullanılan değerlendirme ölçeği, literatürde yaygın olarak kabul edilen sınıflandırmaya göre Tablo 9'da sunulmuştur (Fine, 1971; Kinney ve Wiruth, 1976).

Bu çerçevede Fine–Kinney risk değerlendirme yöntemi; olasılık, şiddet ve frekans parametrelerine dayalı sayısal yapısı sayesinde risklerin karşılaştırılmasını ve önceliklendirilmesini mümkün kılan, özellikle çok sayıda tehlikenin bulunduğu işyerlerinde kontrol önlemlerinin planlanması ve kaynakların etkin kullanımı açısından İSG uygulamalarına önemli katkılar sağlayan sistematik ve uygulanabilir bir risk analiz aracı olarak değerlendirilmektedir.

3.4. Güvenirlik ve Geçerlilik Analizi

Bu çalışmada uygulanan risk değerlendirme yöntemlerinin güvenirliğini sağlamak amacıyla değerlendiriciler arası uyum analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda

belirlenen tehlike kaynakları, saha deneyimine sahip biri C sınıfı, diğeri B sınıfı iş güvenliği uzmanı olmak üzere iki bağımsız uzman tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Uzmanlar tarafından aynı tehlike kaynakları için belirlenen risk düzeyleri kategorik olarak (düşük, orta, yüksek, çok yüksek) sınıflandırılmıştır. Değerlendiriciler arasındaki tutarlılığı ölçmek amacıyla Cohen's Kappa katsayısı kullanılmıştır. Cohen's Kappa, iki değerlendirici veya yöntem arasındaki uyumu tesadüfi uyumdan arındırarak ölçen istatistiksel bir katsayıdır (Cohen, 1960).

Uzmanların verdiği risk düzeyleri çapraz tablo haline getirilmiş ve istatistiksel analiz programı (veya Excel) kullanılarak uyum katsayısı hesaplanmıştır. Bu analiz ile çalışmada kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinin tutarlılığı istatistiksel olarak test edilmiştir.

4. BULGULAR VE YORUMLAR

4.1. İncelenen İş Kazası Verilerinin Sınıflandırılması

İş kazaları türlerine göre değerlendirilmiş ve elde edilen bulgular Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Erzurum ili asfalt plentlerinde yaşanan geçmiş kaza verilerinin özeti

Kaza Türü	Kaza Tarihi	Sıklık	Kazaya Neden Olan Faktörler	Kaza Sonucu
Kayarak düşme	2025'in ikinci yarısı	Yüksek	- Zemin ve ortam koşulları - KKD eksikliği - Yetersiz aydınlatma - Eğitim eksikliği	Yaralanma, uzuv incinmesi
Ağır yük taşıma	2023'ün ikinci yarısı	Yüksek	- Ergonomik eğitim eksikliği - Kaldırma ekipmanı kullanılmaması - Tekrarlı hareketler	Bel rahatsızlığı
El aleti kullanımı sırasında el - parmağa darbe	2025'in ikinci yarısı	Yüksek	- Uygun olmayan el aleti kullanımı - Uygun olmayan KKD kullanımı - Yorgunluk veya konsantrasyon eksikliği - Eğitim eksikliği	Uzuv yaralanması, parmakta çatlak
Bakım-onarım ve parça değişimi sırasında ayağa parça düşmesi	2025'in ikinci yarısı	Orta	- Yetersiz sabitleme ve destekleme - KKD (iş ayakkabısı) eksikliği	Ayak tarak yüzeyinde yaralanma
Başını makine/ ekipmana çarpma	2025'in ikinci yarısı	Orta	- Kısıtlı alanlarda bakım-onarım çalışması - Yetersiz aydınlatma - KKD eksikliği (baret) - Acele ve dikkatsizlik	Kesili yaralanma
Basınçlı su hortumunun fırlayarak göze çarpması	2025'in ilk yarısı	Düşük	- Bağlantı elemanı arızası - Aşırı basınç birikmesi - Tıkanıklık - Periyodik kontrol eksikliği	Göz yaralanması
Kaynak çapağının göze sıçraması	2025'in ikinci yarısı	Düşük	- KKD eksikliği - Eğitim eksikliği - Sağlık ve güvenlik işaretlerine dikkat edilmemesi	Gözde yanma ve batma

Tablo 10'da, Erzurum ili asfalt üretim tesisleri ile yol yapım ve bakım-onarım çalışmalarında geçmiş yıllarda meydana gelen iş kazaları; kaza türü, gerçekleşme dönemi, görülme sıklığı, kazaya neden olan faktörler ve kaza sonuçları açısından sistematik biçimde sınıflandırılmıştır.

Bu sınıflandırma, çalışma sahasında tekrarlayan kaza türlerinin belirlenmesine, kazaların oluşumuna etki eden temel risk faktörlerinin ortaya konulmasına ve izleyen aşamalarda gerçekleştirilen PHA ve Fine–Kinney risk değerlendirmelerine veri temeli oluşturmasına yönelik olarak yapılmıştır.

Elde edilen bulgular, asfalt üretimi ve yol bakım-onarım faaliyetlerinde özellikle kayma-düşme, ağır yük taşıma ve el aletleri kullanımı sırasında meydana gelen kazaların yüksek sıklıkta tekrarlandığını; bakım-onarım faaliyetleri ile ekipmanla temas sonucu oluşan kazaların ise orta düzeyde risk oluşturduğunu göstermektedir. Buna karşılık, basınçlı su hortumu ve kaynak işlemleri sırasında meydana gelen göz yaralanmalarının düşük sıklıkta görülmesine rağmen ciddi sağlık sonuçları doğurabildiği değerlendirilmiştir.

Bu sonuçlar, saha faaliyetlerinde hem yüksek sıklıkta gerçekleşen hem de ağır sonuçlara yol açabilen kaza türlerinin birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymakta ve sonraki risk analizlerinin odak noktalarını belirlemektedir.

4.2. Ön Tehlike Analizi (PHA) Bulguları

Bu çalışmada Ön Tehlike Analizi (PHA), Erzurum ili asfalt üretim tesisleri ile yol bakım-onarım şantiyelerinde yürütülen faaliyetlerde karşılaşılabilecek tehlikelerin sistematik biçimde belirlenmesi ve önceliklendirilmesi amacıyla uygulanmıştır. PHA yöntemi, çalışmanın erken aşamasında saha faaliyetlerine ilişkin mevcut risklerin genel çerçevesinin ortaya konulmasını sağlayan nitel bir risk değerlendirme tekniği olarak tercih edilmiştir.

Analiz kapsamında saha gözlemleri yapılmış, iş akışları incelenmiş ve yürütülen faaliyetler faaliyet bazında değerlendirilmiştir. Bu süreç sonucunda fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik ve psikososyal risk etmenleri tanımlanmıştır. Belirlenen her bir tehlike için olası sonuçlar ortaya konulmuş; tehlikeler şiddet ve olasılık parametreleri dikkate alınarak nitel biçimde değerlendirilmiş ve risk düzeyleri sınıflandırılmıştır. Değerlendirmede literatürde yaygın olarak kullanılan PHA şiddet ve olasılık sınıfları esas alınmıştır.

PHA yöntemi ile belirlenen faaliyetler, tehlike kaynakları, olası sonuçlar ve risk düzeyleri Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11. Erzurum ili asfalt üretim tesisinde ön tehlike analizi (PHA)

No	Faaliyet	Tehlike Kaynağı	Olası Sonuç	Şiddet	Olasılık	Risk Düzeyi	Açıklama
1	Ağır makinelerle çalışma	Hareketli ekipman, kör noktalar	Ezilme, ölüm	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Detaylı analiz gerekli
2	Trafik altında çalışma	Araç trafiği	Çarpma, ağır yaralanma	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Öncelikli risk
3	Sıcak asfaltla çalışma	Yüksek sıcaklık	Yanık, doku hasarı	Yüksek	Orta	Yüksek	Ayrıntılı değerlendirme gerekli
4	Kaygan zemin	Düşme riski	Yaralanma, sakatlık	Yüksek	Orta	Yüksek	Kritik risk
5	Bakım-onarım faaliyetleri	Enerji boşalması	Ezilme, elektrik çarpması	Yüksek	Yüksek	Yüksek	İnceleme gerektirir
6	Yangın riski	Yanıcı–parlayıcı maddeler	Yangın, can kaybı	Yüksek	Orta	Yüksek	Acil önlem gerektirir
7	Kapalı alanlar	Yetersiz havalandırma	Zehirlenme, bayılma	Yüksek	Orta	Yüksek	Detaylı analiz gerekli
8	Gürültü	Yüksek ses seviyesi	İşitme kaybı	Orta	Yüksek	Orta	İzleme gerekli
9	Titreşimli ekipman	Sürekli titreşim	Meslek hastalığı	Orta	Yüksek	Orta	Kontrol gerekli
10	Toz maruziyeti	Agrega ve filler tozu	Solunum hastalıklar	Orta	Orta	Orta	İzleme ve kontrol
11	Ergonomik riskler	Uygunsuz pozisyon	Kas-iskelet rahatsızlığı	Orta	Orta	Orta	İyileştirme gerekli
12	Açık alanda asfalt çalışmaları	Toprak, çamur ve atık su kaynaklı biyolojik etmenler	Cilt enfeksiyonu, hijyen kaynaklı sağlık sorunları	Orta	Orta	Orta	İzleme ve temel hijyen önlemleri gerekli
13	Ofis çalışmalar	Kablo düzensizliği	Hafif yaralanma	Düşük	Düşük	Düşük	Kabul edilebilir

Tablo 11 incelendiğinde; ağır makinelerle çalışma, trafik altında çalışma, sıcak asfaltla çalışma, kaygan zeminde çalışma, bakım-onarım faaliyetleri, yangın riski ve kapalı alanlarda çalışma gibi faaliyetlerin yüksek risk düzeyinde yer aldığı görülmektedir. Bu faaliyetler, ciddi yaralanma veya ölümle sonuçlanabilecek potansiyel taşımaları ve çalışanların bu tehlikelere maruz kalma olasılığının görece yüksek olması nedeniyle öncelikli risk alanları olarak değerlendirilmiştir.

Gürültü, titreşimli ekipman kullanımı, toz maruziyeti, ergonomik riskler ve açık alanda yürütülen asfalt çalışmaları sırasında ortaya çıkabilecek biyolojik etmenlere maruziyet ise orta risk düzeyinde sınıflandırılmıştır. Bu risklerin özellikle uzun süreli ve tekrarlı maruziyet durumunda meslek hastalıklarına yol açabileceği belirlenmiştir. Ofis çalışmaları kapsamında değerlendirilen kablo düzensizliği gibi faaliyetler ise düşük risk düzeyinde yer almakta olup kabul edilebilir risk grubunda değerlendirilmiştir.

PHA kapsamında belirlenen faaliyetlere ait risk düzeylerinin genel dağılımını ortaya koymak amacıyla özet bir değerlendirme yapılmış; faaliyetler risk düzeylerine göre gruplandırılarak elde edilen bulgular Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. PHA yöntemine göre risk düzeylerinin dağılımı

Risk Düzeyi	Faaliyet Sayısı	Örnek Faaliyetler
Yüksek	7	Ağır makinelerle çalışma, trafik altında çalışma, sıcak asfaltla çalışma, kaygan zeminde çalışma, bakım-onarım, yangın riski, kapalı alanlarda çalışma
Orta	5	Gürültü, titreşimli ekipman kullanımı, toz maruziyeti, ergonomik riskler, biyolojik etmenlere maruziyet
Düşük	1	Ofis çalışmaları

Tablo 12 değerlendirildiğinde, PHA yöntemi ile analiz edilen faaliyetlerin önemli bir bölümünün yüksek risk düzeyinde yer aldığı görülmektedir. Bu durum, asfalt üretimi ve yol bakım-onarım çalışmalarının doğası gereği ciddi tehlikeler barındırdığını ortaya koymaktadır. Orta risk grubunda yer alan faaliyetlerin ise uzun süreli veya tekrarlı maruziyet durumunda çalışan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceği ve bu nedenle izleme ve iyileştirme gerektirdiği değerlendirilmektedir. Elde edilen dağılım, hangi faaliyetlerin daha ayrıntılı ve nicel risk değerlendirme yöntemleri ile analiz edilmesi gerektiğine ilişkin önemli bir gösterge sunmaktadır.

Genel olarak PHA sonuçları değerlendirildiğinde, Erzurum ili asfalt üretim tesisleri ve yol bakım-onarım çalışmalarında özellikle saha faaliyetlerine yönelik risklerin ön planda olduğu anlaşılmaktadır. Yüksek ve orta risk düzeyinde belirlenen faaliyetlerin daha ayrıntılı ve sayısal bir yöntemle analiz edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda PHA, çalışmada ön eleme ve yönlendirme aracı olarak kullanılmış; elde edilen bulgular temel alınarak ilgili faaliyetler Fine–Kinney yöntemi ile ayrıntılı biçimde değerlendirilmiştir. Böylece PHA yönteminde belirlenen kritik risk

alanları, izleyen aşamada gerçekleştirilen Fine–Kinney risk değerlendirmesi için sistematik bir temel oluşturmuştur.

4.3. Fine–Kinney Yöntemi Bulguları ve Nicel Analizi

Bu çalışmada Fine–Kinney risk değerlendirme yöntemi, Erzurum ili asfalt üretim tesisleri ile yol bakım-onarım şantiyelerinde yürütülen faaliyetlerdeki risklerin nicel olarak analiz edilmesi ve önceliklendirilmesi amacıyla uygulanmıştır. Yöntem, PHA yöntemi sonucunda yüksek ve orta risk grubunda yer aldığı belirlenen faaliyetlerin daha ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

Bu kapsamda asfalt üretimi ve yol bakım-onarım faaliyetleri için belirlenen tehlikeler, Fine–Kinney yöntemine uygun olarak olasılık (O), frekans (F) ve şiddet (S) parametreleri dikkate alınarak değerlendirilmiş; her bir tehlike için risk puanı ($R = O \times F \times S$) hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar risk sınıflandırma aralıklarına göre yorumlanmıştır. Hesaplanan risk düzeyleri, önerilen kontrol önlemleri ve sorumlu kişiler Tablo 13'te sunulmaktadır.

Tablo 13. Erzurum ili asfalt üretim tesisinde Fine–Kinney risk değerlendirmesi

RİSK DEĞERLENDİRME TABLOSU					RİSK DEĞERLENDİRME					ÖNLEMLER BÖLÜMÜ		
					O	F	Ş	OxFxŞ				
No	Faaliyet	Tehlike	Risk	Etkilenenler	Olasılık	Frekans	Şiddet	Sonuç	Riskin Tanımı	Önlem	SORUMLU	TERMİN SÜRESİ
1	Ağır makinelerle asfalt serimi	Hareketli iş makineleri	Ezilme, çarpma, ölüm	Çalışanlar, operatörler	6	6	40	1440	Çok Yüksek Risk	Operatör eğitimi, geri vites alarmı, gözcü personel	İşveren	Derhal
2	Trafik altında çalışma	Araç trafiği	Çarpma, ağır yaralanma	Çalışanlar, sürücüler	6	6	40	1440	Çok Yüksek Risk	Trafik planı, bariyer, levha, aydınlatma	İşveren	Derhal
3	Sıcak asfaltla çalışma	Yüksek sıcaklık	Yanık, doku hasarı	Çalışanlar	3	6	40	720	Çok Yüksek Risk	Isıya dayanıklı KKD, eğitim	İşveren	Derhal
4	Yüksekte çalışma	Yüksekten düşme	Ölüm, ağır yaralanma	Çalışanlar	6	3	40	720	Çok Yüksek Risk	Yaşam hattı, emniyet kemeri	İşveren	Derhal
5	Bakım-onarım	Enerji boşalması	Ezilme, elektrik çarpması	Bakım personeli	6	6	15	540	Çok Yüksek Risk	LOTO, yetkili personel	İşveren	Derhal
6	Yangın riski	Yanıcı–parlayıcı maddeler	Yangın, can kaybı	Tüm çalışanlar	3	6	40	720	Çok Yüksek Risk	Yangın tüpleri, acil durum planı, eğitim	İşveren	Derhal
7	Ağır yükler	Ağır yükleri yanlış kaldırma	Kas-iskelet yaralanması	Çalışanlar	3	3	40	360	Yüksek	Uygun ekipman, eğitim	İşveren	1 Ay
8	Titreşimli ekipman	Titreşime uzun süreli maruziyet	Meslek hastalığı	Çalışanlar	6	6	7	252	Yüksek	Çalışma süresi sınırı, sağlık kontrolü	İşveren	3 Ay

Tablo 13. (Devamı)

RİSK DEĞERLENDİRME TABLOSU					RİSK DEĞERLENDİRME					ÖNLEMLER BÖLÜMÜ		
					O	F	Ş	OxFxŞ				
No	Faaliyet	Tehlike	Risk	Etkilenenler	Olasılık	Frekans	Şiddet	Sonuç	Riskin Tanımı	Önlem	SORUMLU	TERMİN SÜRESİ
9	Gürültü	Yüksek ses	İşitme kaybı	Çalışanlar	6	6	7	252	Yüksek	KKD, ölçüm	İşveren	3 Ay
10	Alçak alanlar	Uyarı işareti olmaması	Baş yaralanması	Çalışanlar	6	3	15	270	Yüksek	Baret, levha	İşveren	1 Ay
11	Zemin	Düzensiz, Kaygan zemin	Düşme	Çalışanlar	6	3	15	270	Yüksek	Kaymaz ayakkabı	İşveren	1 Ay
12	Bitüm tankları	Yüksek basınç / sızıntı	Patlama, ciddi yanık	Çalışanlar, bakım personeli	3	3	40	360	Yüksek	Basınç kontrolü, periyodik bakım, acil durum eğitimi	İşveren	1 Ay
13	Kapalı alanlar (asfalt tesisi içi)	Yetersiz havalandırma	Zehirlenme, bayılma	Çalışanlar	3	6	15	270	Yüksek	Havalandırma sistemi, gaz ölçümü	İşveren	Derhal
14	Toz maruziyeti	Asfalt agregası ve filler tozu	Solunum yolu hastalıkları	Çalışanlar	6	3	15	270	Yüksek	Maske, sulama, ortam ölçümü	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacak.
15	Kimyasal madde kullanımı	Bitüm katkıları, solventler	Cilt teması, zehirlenme	Çalışanlar	3	3	40	360	Yüksek	SDS, KKD, eğitim	İşveren	1 Ay
16	Elektrik işleri	Standart dışı pano	Çarpılma	Çalışanlar	3	3	15	135	Önemli	Yetkili müdahale	İşveren	3 Ay
17	Gece çalışması	Yetersiz aydınlatma	Kaza	Çalışanlar	3	3	15	135	Önemli	Projektör, reflektif yelek	İşveren	Derhal

Tablo 13. (Devamı)

RİSK DEĞERLENDİRME TABLOSU					RİSK DEĞERLENDİRME					ÖNLEMLER BÖLÜMÜ		
					O	F	Ş	OxFxŞ				
No	Faaliyet	Tehlike	Risk	Etkilenenler	Olasılık	Frekans	Şiddet	Sonuç	Riskin Tanımı	Önlem	SORUMLU	TERMİN SÜRESİ
18	Açık hava	Olumsuz hava koşulları	Kayma, üşüme	Çalışanlar	3	3	15	135	Önemli	Planlama, mola	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacak.
19	Psikososyal riskler	Uzun çalışma saatleri	Dikkat dağınıklığı, iş kazası	Çalışanlar	3	3	15	135	Önemli	Vardiya planı, dinlenme molaları	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacak.
20	Ergonomik riskler	Uygun olmayan çalışma pozisyonu	Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları	Çalışanlar	3	3	15	135	Önemli	Ergonomi eğitimi, iş rotasyonu	İşveren	3 Ay
21	Açık alanda asfalt çalışmaları	Toprak, çamur ve atık su kaynaklı biyolojik etmenler	Cilt enfeksiyonu, hijyen kaynaklı sağlık sorunları	Çalışanlar	3	3	7	63	Kontrollü Risk	Kişisel hijyen, el yıkama imkânları, uygun KKD	İşveren	Sürekli rutin kontroller yapılacak
22	Malzeme depolama	Düzensiz istifleme	Hafif yaralanma	Çalışanlar	2	3	7	42	Kontrollü Risk	Düzenli istifleme, uyarı levhaları	İşveren	1 Ay
23	Küçük el aletleri ile çalışma	El aletlerinin yanlış kullanımı	Hafif kesik, çarpma	Çalışanlar	2	3	7	42	Kontrollü Risk	Kullanım eğitimi, periyodik kontrol	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacak.
24	Ofis çalışmaları	Kablo düzeni	Takılma, hafif yaralanma	Ofis personeli	1	2	7	14	Kabul Edilebilir	Kablo sabitleme, düzenli kontrol	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacak.

Tablo 13 incelendiğinde, çok yüksek risk düzeyine sahip faaliyetlerin; ağır makinelerle asfalt serimi, trafik altında çalışma, sıcak asfaltla çalışma, kaygan zeminde çalışma, bakım-onarım faaliyetleri ve yangın riski olduğu görülmektedir. Bu faaliyetler; hareketli iş makineleri, yoğun saha trafiği, yüksek sıcaklık, kontrolsüz enerji boşalması ve yanıcı-parlayıcı maddelerin varlığı nedeniyle ölümcül veya ağır yaralanmalı kazalara yol açma potansiyeli taşımaktadır. Bu nedenle söz konusu faaliyetler için derhal kontrol önlemlerinin uygulanması gerekmektedir.

Yüksek risk düzeyinde değerlendirilen faaliyetlerin ise çoğunlukla sürekli veya tekrarlı maruziyet içeren işlerden oluştuğu belirlenmiştir. Ağır yüklerin elle taşınması, titreşimli ekipman kullanımı, gürültüye maruziyet, yüksekte çalışma, bitüm tankları, kapalı alanlar, toz maruziyeti ve kimyasal madde kullanımı gibi risklerin uzun vadede meslek hastalıklarına ve ciddi iş kazalarına yol açabileceği değerlendirilmiştir.

Önemli risk düzeyinde sınıflandırılan elektrik işleri, gece çalışmaları, olumsuz hava koşulları, psikososyal riskler ve ergonomik risklerin ise uygun mühendislik, idari düzenlemeler ve kişisel koruyucu donanım kullanımı ile kontrol altına alınabilir nitelikte olduğu görülmektedir. Kontrollü risk grubunda yer alan faaliyetler arasında malzeme depolama, küçük el aletleri ile çalışma ve açık alanda yürütülen asfalt çalışmalarında ortaya çıkabilen biyolojik etmenlere maruziyet bulunmakta; bu risklerin temel hijyen önlemleri ve düzenli izleme ile yönetilebilir olduğu belirlenmiştir. Ofis çalışmaları ise kabul edilebilir risk düzeyinde değerlendirilmiştir.

Fine–Kinney yöntemi ile elde edilen risk düzeylerinin genel dağılımını ortaya koymak amacıyla özet bir sınıflandırma yapılmış ve bulgular Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14. Fine–Kinney risk değerlendirme tablosu bulguları

Risk Düzeyi	Risk Puanı Aralığı	Faaliyet Sayısı	Başlıca Faaliyetler
Çok Yüksek Risk	$R \geq 400$	6	Ağır makinelerle asfalt serimi, trafik altında çalışma, sıcak asfaltla çalışma, kaygan zeminde çalışma, bakım-onarım faaliyetleri, yangın riski
Yüksek Risk	$200 \leq R < 400$	9	Ağır yüklerin elle taşınması, titreşimli ekipman kullanımı, gürültü, yüksekte çalışma, bitüm tankları, kapalı alanlarda çalışma, toz maruziyeti, kimyasal madde kullanımı
Önemli Risk	$70 \leq R < 200$	5	Elektrik işleri, gece çalışmaları, olumsuz hava koşulları, psikososyal riskler, ergonomik riskler
Kontrollü Risk	$20 \leq R < 70$	3	Malzeme depolama, küçük el aletleri ile çalışma, biyolojik etmenlere maruziyet
Kabul Edilebilir Risk	$R < 20$	1	Ofis çalışmaları

Tablo 14 değerlendirildiğinde, asfalt üretim tesisleri ve yol bakım-onarım faaliyetlerinde yer alan risklerin önemli bir bölümünün çok yüksek ve yüksek risk düzeylerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, saha çalışmalarında genel risk seviyesinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

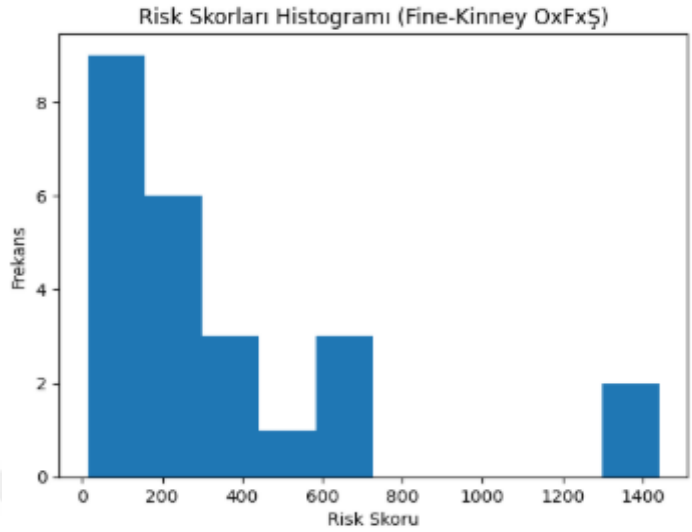
Genel olarak Fine–Kinney yöntemi ile elde edilen bulgular; asfalt üretimi ve yol yapım faaliyetlerinde öncelikle çok yüksek ve yüksek risk düzeyindeki tehlikeler için acil kontrol önlemlerinin uygulanması, ardından önemli ve kontrollü riskler için sürekli iyileştirme ve izleme yaklaşımının sürdürülmesi gerektiğini göstermektedir. Bu sonuçların, PHA bulguları ile uyumlu olduğu ve çalışma sahasındaki risklerin sistematik biçimde önceliklendirilmesine olanak sağladığı değerlendirilmiştir.

Erzurum ili asfalt üretim tesisleri ve yol bakım-onarım şantiyelerinde Fine–Kinney yöntemi ile belirlenen risk düzeylerinin kategorik dağılımı Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3. Risk düzeyi dağılımı

Şekil 3 incelendiğinde yüksek ve çok yüksek risk kategorilerinin belirgin şekilde baskın olduğu görülmektedir. Risklerin %62,5'inin "yüksek" ve "çok yüksek" kategoride yoğunlaştığı görülmektedir. Bu dağılım, saha faaliyetlerinin yüksek tehlike potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle çok yüksek risk grubunda yer alan faaliyetlerin (ağır makinelerle asfalt serimi, trafik altında çalışma vb.) ölümcül sonuç doğurma olasılığı nedeniyle öncelikli müdahale gerektirdiği anlaşılmaktadır. Düşük risk seviyesinde yer alan faaliyetlerin oranı ise sınırlı düzeydedir (%16,7). Bu durum, mevcut çalışma ortamında risk azaltma stratejilerinin güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

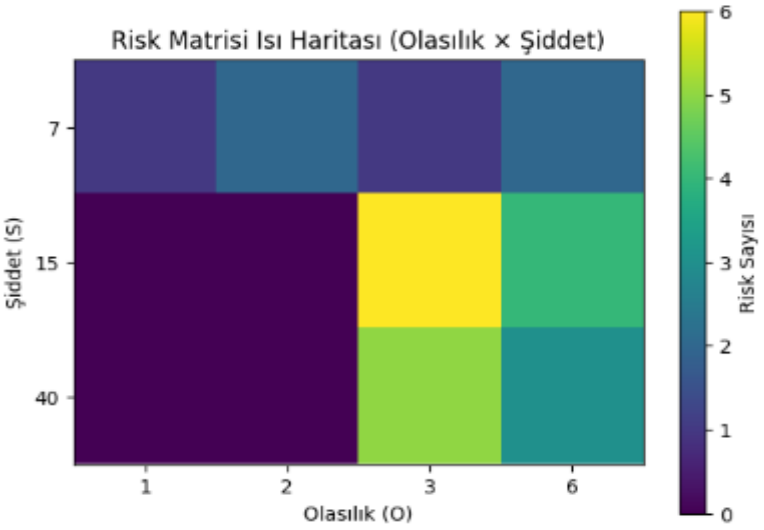
Fine–Kinney yöntemi ile hesaplanan risk skorlarının frekans dağılımı Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Risk skorları histogramı

Şekil 4 incelendiğinde risk skorlarının sağa çarpık (pozitif çarpıklık gösteren) bir dağılıma sahip olduğu ve yüksek risk skorlarının az sayıda ama kritik olduğu görülmektedir. Özellikle 500 ve üzeri risk skorlarının varlığı, sistemde kritik eşik değerlerin aşıldığını göstermektedir. Bu durum, risklerin homojen dağılmadığını ve belirli faaliyetlerin sistem genel risk düzeyini belirlediğini ortaya çıkarmaktadır.

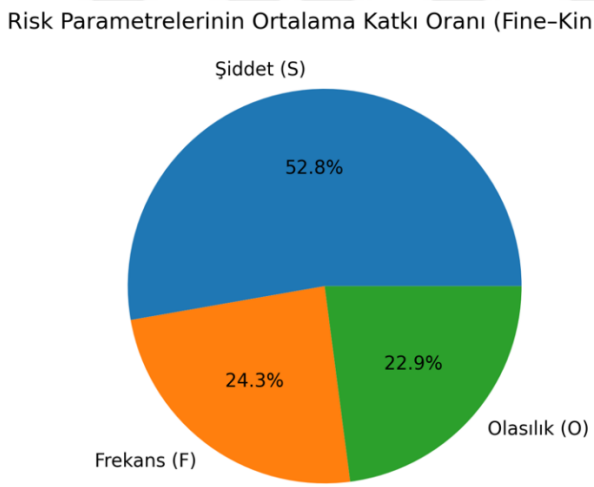
Olasılık (O) ve Şiddet (S) parametrelerinin birlikte dağılımını gösteren risk matrisi ısı haritası Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Olasılık × şiddet risk matrisi ısı haritası

Şekil 5'te verilen ısı haritası, risklerin büyük bölümünün yüksek olasılık (O=3 ve O=6) ve yüksek şiddet (S=15 ve S=40) kombinasyonlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Özellikle O=3, S=15 ve O=3, S=40 hücrelerinde risk yoğunluğu belirgin düzeydedir. Olasılık değeri orta seviyede olsa dahi şiddetin yüksek olması risk skorunu oldukça artırmaktadır. Bu durum, çalışma ortamında yalnızca olasılığı yüksek değil, aynı zamanda ciddi sonuçlara yol açabilecek tehlikelerin de yaygın olduğunu göstermektedir. Yüksek şiddet düzeyine sahip risklerin önemli bir kısmının orta ve yüksek olasılık seviyelerinde yer alması, sistemde ciddi yaralanma veya ölümle sonuçlanabilecek tehlikelerin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşılık düşük olasılık ve düşük şiddet kombinasyonlarının sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Dolayısıyla risk yönetiminde şiddeti azaltıcı mühendislik kontrollerine öncelik verilmelidir.

Şekil 6'da Fine–Kinney risk skorunu oluşturan Olasılık (O), Frekans (F) ve Şiddet (S) parametrelerinin ortalama katkı oranları verilmiştir.



Şekil 6. Risk parametrelerinin ortalama katkısı

Fine–Kinney modeli çarpımlı bir yapıya (R = O × F × S) dayandığından, parametre katkılarının yüzde olarak gösterimi doğrudan tekil bir matematiksel "paylaştırma" anlamına gelmemekte; ancak risk bileşenlerinin göreli ağırlığını yorumlamaya yönelik bir gösterge niteliği taşımaktadır. Bu çalışmada parametrelerin ortalama katkısı logaritmik ayrıştırma yaklaşımıyla değerlendirilmiş ve Şekil 6'da sunulmuştur. Buna göre toplam risk skoruna en yüksek katkının Şiddet (S) parametresinden (%52,7) kaynaklandığı, bunu Frekans (F) (%24,3) ve Olasılık (O) (%22,9) parametrelerinin izlediği görülmektedir. Bu sonuç, incelenen faaliyetlerde risk düzeyinin oluşumunda özellikle olay gerçekleştiğinde ortaya çıkabilecek zarar

büyüklüğünün belirleyici olduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle, olayların gerçekleşme ihtimali ve maruziyet sıklığı önemli olmakla birlikte, potansiyel sonuçların ciddiyeti sistemin genel risk profilini daha baskın biçimde şekillendirmektedir. Bu nedenle risk azaltma stratejileri yalnızca maruziyet sıklığını azaltmaya değil, aynı zamanda potansiyel zarar düzeyini düşürmeye (mühendislik kontrolleri, güvenlik ekipmanları, süreç iyileştirmeleri vb.) odaklanmalıdır.

Fine–Kinney yöntemi ile hesaplanan toplam 24 riskin dağılımı incelendiğinde; risklerin 6'sının (%25,0) "çok yüksek", 9'unun (%37,5) "yüksek", 5'inin (%20,8) "önemli", 3'ünün (%12,5) "kontrollü" ve 1'inin (%4,2) "kabul edilebilir" risk düzeyinde yer aldığı belirlenmiştir. Toplam risklerin %62,5'inin "yüksek" ve "çok yüksek" kategorilerde yoğunlaşması, asfalt üretim tesisleri ve yol bakım-onarım şantiyelerinin yüksek tehlike potansiyeline sahip çalışma alanları olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Bu durum özellikle; hareketli iş makineleriyle çalışma, trafik altında çalışma, yüksek sıcaklıkla temas, kontrolsüz enerji boşalması ve yanıcı–parlayıcı maddelerin varlığı gibi ölümcül sonuçlar doğurabilecek tehlikelerden kaynaklanmaktadır. Elde edilen bulgular, ağır ve dinamik inşaat faaliyetlerinin yer aldığı sektörlerde kaza şiddetinin yüksek olma eğilimi gösterdiğine işaret eden literatürle de uyumludur (Yılmaz ve Tan, 2015).

Risk puanlarının O×F×S çarpımı ile hesaplanması nedeniyle, özellikle şiddet (S) parametresinin 40 gibi yüksek değerler aldığı faaliyetlerde risk skorunun belirgin biçimde arttığı görülmektedir. Bu kapsamda; ağır makinelerle asfalt serimi (R=1440), trafik altında çalışma (R=1440) ve sıcak asfaltla çalışma (R=720) faaliyetlerinde yüksek risk skorunun temel belirleyicisinin şiddet katsayısı olduğu tespit edilmiştir.

Bu bulgu, asfalt sektöründe risk yönetiminin yalnızca kazaların gerçekleşme olasılığını azaltmaya değil; kaza gerçekleştiğinde ortaya çıkabilecek zarar düzeyini düşürmeye yönelik mühendislik kontrollerine (makine izolasyonu, fiziksel bariyerler, otomasyon sistemleri ve güvenli çalışma alanı tasarımı gibi) öncelik verilmesi gerektiğini göstermektedir.

PHA ve Fine–Kinney yöntemi sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; kritik risklerin her iki yöntemde de benzer biçimde "yüksek" ve "çok yüksek" risk kategorilerinde yer aldığı görülmektedir. Özellikle araç çarpması ve sıcak bitümle temas riskleri her iki yöntemde de en üst risk grubunda değerlendirilmiştir. Elektrik kaynaklı risklerde gözlenen sınırlı farklılık ise Fine–Kinney yönteminin parametrik yapısının,

özellikle yüksek şiddetli endüstriyel faaliyetlerde daha duyarlı ve ayırt edici sonuçlar üretebildiğini ortaya koymaktadır.

4.4. Güvenirlik ve Geçerlilik Bulguları

Çalışmada uygulanan risk değerlendirme yöntemlerinin tutarlılığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen değerlendiriciler arası uyum analizine ilişkin bulgular Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15. Erzurum ilinde asfalt üretim tesisleri ve yol bakım-onarım şantiyelerinde risklerin değerlendirilmesinde güvenirlik testi

Tehlike / Risk Kaynağı	Uzman 1 Risk Puanı	Risk Düzeyi	Uzman 2 Risk Puanı	Risk Düzeyi	Uyum Durumu
Sıcak bitüm sıçraması	180	Yüksek	200	Yüksek	Uyumlu
Mekanik ekipmanla temas	120	Orta	100	Orta	Uyumlu
Araç çarpması	300	Çok Yüksek	280	Çok Yüksek	Uyumlu
Gürültü maruziyeti	60	Düşük	70	Düşük	Uyumlu
Kaygan zemin	240	Yüksek	240	Yüksek	Tam Uyum
Elle taşıma	90	Orta	80	Orta	Uyumlu
Elektrik riski	150	Yüksek	120	Orta	Kısmi Uyum
Yüksekte çalışma	110	Orta	100	Orta	Uyumlu

Tablo 15 incelendiğinde, iki uzman arasındaki gözlenen uyum oranı %87,5 ve hesaplanan Cohen's Kappa katsayısı 0,82 bulunmuştur. Elektrik riski dışında tüm tehlike kaynaklarında uyum sağlandığı, yalnızca elektrik riskinde kısmi farklılık bulunduğu belirlenmiştir.

Yapılan analiz sonucunda Cohen's Kappa katsayısı 0.82 olarak hesaplanmıştır. McHugh (2012) tarafından önerilen değerlendirme skalasına göre 0.81–1.00 aralığı "neredeyse mükemmel uyum" düzeyini ifade etmektedir. Bu sonuç, çalışmada kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinin yüksek düzeyde tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir.

Ayrıca çalışmada kullanılan iş kazası kayıtlarının saha gözlemleri ve risk analiz sonuçları ile karşılaştırmalı olarak doğrulanması, elde edilen bulguların geçerliliğini

desteklemektedir. Bu doğrultuda risk skorlarının öznel değerlendirmelerden büyük ölçüde arındırıldığı ve bilimsel açıdan güvenilir bir temele dayandığı sonucuna ulaşılmıştır.

4.5. İş Kazalarına Dayalı Bulguların Değerlendirmesi

Bu bölümde, Tablo 10'da sınıflandırılan iş kazası kayıtları esas alınarak, sahada yaşanmış gerçek olayların çalışmada uygulanan PHA ve Fine–Kinney sonuçları ile ne ölçüde örtüştüğü değerlendirilmiştir. İş kazası kayıtları; kazanın meydana geldiği faaliyet alanı ve sonuçları dikkate alınarak incelendiğinde, kazaların önemli bir bölümünün hareketli iş makineleriyle çalışma, trafik altında çalışma, sıcak asfalt/bitümle temas, kaygan zemin koşulları ve bakım-onarım faaliyetleri sırasında gerçekleştiği görülmektedir. Bu durum, çalışma sahasında yüksek enerji, yüksek sıcaklık ve yoğun makine trafiği içeren faaliyetlerin kritik risk alanları olduğunu göstermektedir.

Genel değerlendirme olarak, iş kazası verileri; PHA'da yüksek risk grubunda belirlenen saha faaliyetlerini desteklemekte ve Fine–Kinney analizinde "çok yüksek" ve "yüksek" risk düzeyinde yer alan tehlikelerin sahadaki gerçek kaza örüntüleri ile uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla iş kazası kayıtları, risklerin önceliklendirilmesini somut verilerle destekleyen doğrulayıcı bir kaynak olarak değerlendirilmiştir.

4.5.1. İş Kazalarına Dayalı Bulguların PHA ve Fine–Kinney Sonuçları ile Karşılaştırılması

İş kazalarına dayalı risk değerlendirmesi sonuçları, PHA ve Fine–Kinney yöntemleri ile elde edilen bulgularla karşılaştırıldığında, risklerin büyük ölçüde örtüştüğü görülmektedir. PHA kapsamında yüksek risk grubunda değerlendirilen trafik altında çalışma, ağır makinelerle çalışma, sıcak asfaltla çalışma ve kaygan zeminde çalışma faaliyetlerinin, geçmiş iş kazası kayıtlarında da en sık ve en ağır sonuçlarla karşılaşılan faaliyetler olduğu belirlenmiştir.

Benzer şekilde Fine–Kinney risk değerlendirmesinde çok yüksek ve yüksek risk düzeyinde yer alan faaliyetlerin, iş kazası verilerine göre de öncelikli risk alanları olduğu ortaya konulmuştur. Bu durum, kullanılan yöntemlerin sahadaki gerçek riskleri doğru şekilde yansıttığını ve risk önceliklendirmesinin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak iş kazalarına dayalı risk değerlendirmesi, PHA ve Fine–Kinney analizlerini destekleyici nitelikte olup, asfalt üretim ve yol yapım çalışmalarında

risklerin belirlenmesi ve kontrol önlemlerinin önceliklendirilmesi açısından bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır. Bu üç yöntemin birlikte kullanılması, hem teorik hem de uygulamaya dayalı güçlü bir risk yönetimi çerçevesi oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

4.6. Saha Gözlemlerine Dayalı Risk Bulguları

Bu bölümde, Erzurum ili asfalt üretim tesisinde gerçekleştirilen saha gözlemleri kapsamında elde edilen görsel bulgular değerlendirilmiştir. Çalışma sürecinde gözle yapılan incelemeler ve çekilen saha fotoğrafları, PHA, Fine–Kinney ve iş kazalarına dayalı risk değerlendirmeleri sonucunda belirlenen risklerin sahadaki somut karşılıklarını ortaya koymak amacıyla kullanılmıştır. Sunulan görseller, çalışanların maruz kaldığı fiziksel, kimyasal ve ergonomik risk etmenlerini destekleyici nitelikte olup, risklerin gerçek çalışma koşullarındaki yansımalarını göstermektedir.

Şekil 7. Kırma-eleme ve konveyör bant sisteminden oluşan besleme ünitesi – Erzurum asfalt sahası (Saha fotoğrafı, 2025)

Şekil 7'de, asfaltın ana ham maddesi olan agreganın boyutlandırıldığı ve tesise taşındığı konveyör bant sistemi görülmektedir. Açık alanda gerçekleştirilen bu işlemde, malzemenin bantlar aracılığıyla sürekli ve mekanik transferi gerçekleştirilmektedir.

Söz konusu ünitede, hareketli parçalar (bantlar ve rulo mekanizmaları) nedeniyle uzuv kaptırma riski en kritik fiziksel risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Erzurum gibi sert iklim koşullarının yaşandığı bölgelerde, kar birikintileri ve buzlanma nedeniyle platformlarda kayma ve düşme riskleri mevcuttur. Hareketli aksamların muhafazalı

olması, acil durdurma butonlarının erişilebilirliği ve zemin kayganlığına karşı kumlanma yapılması önerilmiştir.

Şekil 8. Agrega kurutma (dryer) tamburu ve brülör sistemi – Erzurum asfalt sahası (Saha fotoğrafı, 2025)

Şekil 8'de, agrega içindeki nemin uzaklaştırılması ve malzemenin istenen sıcaklığa getirilmesi için kullanılan döner kurutucu tambur ve yakıt hattı görülmektedir. Sistemin ön kısmında yanmayı sağlayan brülör ve doğal gaz dağıtım hattı yer almaktadır.

Yüksek ısı ile çalışan bu ünitede patlama, yangın ve sıcak yüzeylerle temas sonucu yanma riskleri ön plandadır. Boru hatlarındaki sızdırmazlık kontrolleri ve "sıcak çalışma" prosedürlerine uyum hayati önem taşımaktadır. Fine–Kinney yöntemine göre bu bölgedeki riskler "yüksek" veya "önemli" düzeyde sınıflandırılabilir; bu nedenle sistemin otomasyon üzerinden uzaktan izlenmesi ve ısı yalıtımlarının periyodik kontrolü risk yönetimi açısından kritiktir.

Şekil 9. Asfalt plentinde risk etmenlerinin gözlemlendiği karışım ünitesi (Saha fotoğrafı, 2025)

Şekil 9'da görülen karışım ünitesi, sıcak asfalt üretimi sırasında çalışanların maruz kalabileceği fiziksel, kimyasal ve ergonomik riskleri göstermektedir. Bu tür makinelerde sıcak yüzey, hareketli parçalar ve elektrik kabloları gibi risk faktörleri belirlenmiş; PHA ve Fine–Kinney sonuçlarına göre risk seviyesinin "orta" ile "yüksek" arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Şekil 10. Kış koşullarında agrega (taş malzeme) stok alanı – Erzurum asfalt sahası (Saha fotoğrafı, 2025)

Şekil 10'da, asfalt üretiminde kullanılan agrega malzemesinin açık alanda depolanma biçimi görülmektedir. Erzurum gibi sert iklim koşullarının yaşandığı bölgelerde, kar ve buz örtüsü nedeniyle zemin kayganlığı, düşme ve malzeme yığınının stabilitesinin bozulması gibi riskler artmaktadır. Bu tür ortamlarda çalışan personel için kaymaz tabanlı iş ayakkabısı, uygun koruyucu kıyafet ve düzenli yüzey kontrolü gibi

önlemler alınmalıdır. Ayrıca, agrega yığınlarının yüksekliği sınırlandırılmalı ve stabilite kontrolü düzenli aralıklarla yapılmalıdır. Fine–Kinney analizine göre bu alandaki kayma ve düşme riskleri “orta” ile “yüksek” düzey arasında değerlendirilmiştir.

Şekil 11. Asfalt uygulama araçlarının park alanı – Erzurum Büyükşehir Belediyesi (Saha fotoğrafı, 2025)

Şekil 11’de, asfalt uygulama ve serim işlerinde kullanılan tanker ve kamyonların bakım ve park alanı görülmektedir. Kapalı alanda gerçekleştirilen araç bakımları sırasında egzoz gaz birikimi, kaygan zeminler, motor ısısı ve yakıt buharı gibi fiziksel ve kimyasal risk etmenleri ortaya çıkmaktadır.

İncelemelerde, kapalı ortam havalandırmasının yetersiz olduğu durumlarda, karbon monoksit birikimi riski bulunduğu; ayrıca bakım personelinin KKD (örneğin eldiven, gözlük, solunum maskesi) kullanımında eksiklikler tespit edilmiştir. Bu durum, Fine–Kinney yöntemine göre “çok yüksek” düzey risk olarak değerlendirilmiş ve havalandırma iyileştirmesi ile risk azaltımı önerilmiştir.

Şekil 12. Asfalt sıkıştırma işleminde kullanılan silindir makinesi (Saha fotoğrafı, 2025)

Şekil 12'de asfalt sıkıştırma işlerinde kullanılan silindir makinesi görülmektedir. Bu tür ekipmanlar, asfalt serim sürecinin son aşamasında yüzeyin düzgün ve dayanıklı hale getirilmesi için kullanılmaktadır. Ancak çalışma sırasında geri manevra**,** kör nokta ve gözcü personel (işaretçi) eksikliği gibi durumlar, ezilme veya sıkışma kaynaklı ciddi iş kazalarına yol açabilmektedir. Bu nedenle, PHA yönteminde de belirtildiği üzere, operatör eğitimi**,** geri manevra uyarı sistemleri**,** çalışma alanı güvenlik çizgileri ve gözcü personel bulundurulması gibi önlemler hayati önem taşımaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, saha gözlemleri kapsamında elde edilen görsel bulguların, PHA, Fine–Kinney ve iş kazalarına dayalı risk değerlendirmesi sonuçlarıyla büyük ölçüde örtüştüğü görülmektedir. Bu durum, kullanılan risk analiz yöntemlerinin sahadaki gerçek çalışma koşullarını doğru şekilde yansıttığını ortaya koymaktadır. Saha fotoğrafları, risklerin yalnızca teorik düzeyde değil, fiili çalışma ortamlarında da mevcut olduğunu somut biçimde göstermektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Tartışma

Asfalt işlerinde İSG açısından karşılaşılan riskler; işin niteliği, kullanılan makine ve ekipmanlar, çevresel koşullar ile işin organizasyonel yapısı gibi çok sayıda değişkene bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Yol yapım ve bakım-onarım faaliyetleri; açık alanlarda yürütülmesi, yüksek sıcaklıkla çalışan malzemelerin kullanılması ve yoğun trafik ortamı ile iç içe olması nedeniyle diğer birçok sektöre kıyasla daha karmaşık ve dinamik bir risk profiline sahiptir. Bu çalışmada asfalt işlerine özgü tehlikeler; fiziksel, kimyasal, ergonomik ve psikososyal risk etmenleri olmak üzere dört ana başlık altında ele alınmış; her bir risk etmeni hem nitel (PHA) hem de nicel (Fine–Kinney) yöntemlerle analiz edilerek ayrıntılı biçimde değerlendirilmiştir. Kılkış (2016), İSG alanında risklerin yalnızca teknik boyutuyla değil, organizasyonel ve insani faktörlerle birlikte ele alınmasının gerekliliğini vurgulamakta; bu çalışmada benimsenen bütüncül yaklaşımın söz konusu gerekliliği karşıladığını göstermektedir.

Analiz sonuçları, asfalt işlerinde en yüksek risk düzeyine sahip etmenlerin başında trafik kazaları, ağır iş makineleriyle temas, sıcak asfaltla temas sonucu oluşan yanıklar, kimyasal buhar ve dumanlara yönelik potansiyel maruziyet ile aşırı gürültüye bağlı sağlık sorunlarının geldiğini ortaya koymaktadır. Özellikle trafiğe açık alanlarda yürütülen yol bakım ve asfalt serim çalışmalarında çalışanların araç çarpması riskine sürekli olarak maruz kaldığı görülmüştür. Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (EU-OSHA, 2018), yol yapım ve bakım çalışmalarını yüksek kaza potansiyeline sahip sektörler arasında değerlendirmekte ve trafikle iç içe yürütülen faaliyetlerde işaretleme, yönlendirme ve hız kontrol önlemlerinin hayati önem taşıdığını vurgulamaktadır. Benzer biçimde Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı rehberlerinde de yol çalışmalarında alınmayan trafik güvenliği önlemlerinin ölümlü iş kazalarının temel nedenleri arasında yer aldığı belirtilmektedir (ÇSGB, 2020). Ayrıca saha gözlemleri ve risk analizi sonuçları, asfalt çalışma alanlarında zemin koşullarına bağlı kayma ve düşme olaylarının da önemli bir fiziksel risk etmeni olduğunu göstermiştir. Bitüm sızıntısı, yağış, kar ve buzlanma gibi çevresel faktörler, yüzey sürtünme katsayısını düşürerek çalışanların kayma düşme kaynaklı iş kazalarına maruz kalma riskini artıran önemli tehlike kaynakları arasında yer almaktadır.

PHA yöntemi, asfalt işlerinde meydana gelen kazaların ardındaki nedenlere ilişkin bütüncül bir bakış açısı sunmuştur. Sıcak asfalt veya bitümle temas sonucu oluşan yanık risklerinin yalnızca fiziksel tehlikelerden değil; iş temposunun yüksekliği, yetersiz denetim, çalışan deneyimsizliği ve KKD kullanımındaki eksiklikler gibi organizasyonel faktörlerden de etkilendiği belirlenmiştir. Tuncel ve Yıldız (2018), asfalt ve yol yapım işlerinde meydana gelen kazaların önemli bir bölümünün teknik yetersizlikten ziyade yönetimsel ve organizasyonel eksikliklerden kaynaklandığını ifade etmekte olup bu çalışmanın bulguları söz konusu değerlendirmeyi desteklemektedir.

Kimyasal riskler açısından değerlendirildiğinde, bitüm buharı ve asfalt katkı maddelerine yönelik potansiyel maruziyetin, saha gözlemleri ve risk analizi sonuçlarına göre görünürlüğü düşük ancak etkisi yüksek bir risk grubu oluşturduğu anlaşılmıştır. NIOSH (2015), asfalt dumanına uzun süreli maruziyetin solunum yolu tahrişi, baş ağrısı ve kronik solunum hastalıkları ile ilişkili olduğunu bildirmektedir. Türkiye'de yürütülen çalışmalarda da asfalt işçileri arasında solunum şikâyetlerinin genel çalışan nüfusuna kıyasla daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Aydın ve Arslan, 2021). Bu çalışmada risk değerlendirmesi kapsamında belirlenen kimyasal maruziyet olasılığı, Karaman ve Pirim (2009) tarafından bildirilen genotoksik etkilerle uyumlu bir risk potansiyeline işaret etmektedir.

Fine–Kinney analizi sonuçlarına göre sıcak asfaltla doğrudan temas riski "çok yüksek" risk grubunda yer almıştır. Bu durum yalnızca yanık tehlikesini değil, aynı zamanda bitümün ısınmasıyla açığa çıkan toksik buharlara yönelik maruziyet olasılığını da içermektedir. Bu nedenle söz konusu riskin yönetiminde yalnızca kişisel koruyucu donanım kullanımının yeterli olmadığı; gaz ölçüm sistemleri, teknik havalandırma çözümleri ve organizasyonel önlemlerin birlikte uygulanmasının gerekli olduğu değerlendirilmektedir.

Saha gözlemlerine dayalı değerlendirmeler, risk analizi sonuçlarının gerçek çalışma koşullarıyla büyük ölçüde örtüştüğünü göstermiştir. Literatürde EU-OSHA, NIOSH ve İSGGM tarafından asfalt üretimi ve yol yapım çalışmalarına ilişkin bildirilen yüksek risk alanlarının; ağır makine kullanımı, trafik etkileşimi, yüksek sıcaklık ve kimyasal maruziyet başlıklarında yoğunlaştığı belirtilmektedir. Bu çalışmada elde edilen saha gözlemleri ve risk analizi sonuçları da benzer risk alanlarının Erzurum ili asfalt sahalarında mevcut olduğunu ortaya koyarak literatürle tutarlılık göstermiştir.

Psikososyal risk etmenleri asfalt işlerinde dolaylı ancak önemli bir etkiye sahiptir. Uzun çalışma saatleri, yüksek sıcaklık altında çalışma, zaman baskısı ve yoğun trafik ortamı çalışanların bilişsel yükünü artırmakta ve dikkat dağınıklığına yol açmaktadır.

Kılkış (2016), bu tür etmenleri kazaya doğrudan neden olmayan ancak kazaya zemin hazırlayan ikincil riskler olarak tanımlamaktadır. Literatürde bu risklerin iş doyumsuzluğu ve iş gücü kaybı ile ilişkili olduğu belirtilmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, elde edilen bulgular risk değerlendirme sürecinin yalnızca tehlikeleri sınıflandırmakla sınırlı kalmaması gerektiğini; organizasyonel yapı, işyeri kültürü, eğitim düzeyi ve yönetim anlayışı gibi faktörlerle birlikte ele alınmasının zorunlu olduğunu göstermektedir. Asfalt işlerinde risklerin etkin biçimde yönetilebilmesi için mühendislik önlemleri ile davranışsal ve organizasyonel yaklaşımların entegre biçimde uygulanması gerekmektedir.

5.2. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada asfalt üretim tesisleri ile yol yapım ve bakım-onarım faaliyetlerinde karşılaşılan iş sağlığı ve güvenliği riskleri, PHA ve Fine–Kinney yöntemleri birlikte kullanılarak değerlendirilmiştir. Riskler hem nitel hem nicel açıdan analiz edilmiş; saha gözlemleri, çalışma süreçleri ve geçmiş iş kazası kayıtları ile karşılaştırılarak bütüncül bir değerlendirme yapılmıştır. Bu yaklaşım sayesinde yalnızca mevcut tehlikeler değil, bu tehlikelerin oluşmasına neden olan organizasyonel, çevresel ve davranışsal faktörler de ortaya konulmuştur.

Elde edilen bulgular, asfalt işlerinde özellikle trafik altında çalışma, hareketli iş makineleriyle temas, sıcak asfalt ve bitümle çalışma, kaygan zemin koşulları ve bakım-onarım faaliyetleri sırasında kontrolsüz enerji boşalmasının çok yüksek risk düzeyinde yer aldığını göstermektedir. Bu faaliyetler ölüm, uzuv kaybı veya kalıcı sağlık sorunları ile sonuçlanabilecek potansiyele sahiptir. Özellikle trafiğe açık alanlarda yürütülen çalışmalar, çalışanların sürekli değişen ve kontrolü güç tehlikelere maruz kalmasına neden olmaktadır. Kaygan zemin koşullarına bağlı kayma ve düşme olaylarının da ciddi yaralanma nedenleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.

Gürültü, titreşim, toz ve kimyasal maruziyet gibi fiziksel ve kimyasal riskler yüksek ve önemli risk gruplarında yoğunlaşmakta; bu riskler kısa vadede ağır kazalara yol açmasa da uzun vadede meslek hastalıklarına, işitme kaybına, solunum yolu hastalıklarına ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olabilmektedir. Bitüm buharına yönelik potansiyel maruziyet ve uzun süreli stres faktörleri, kısa vadede belirgin sonuçlar doğurmasa da kronik sağlık sorunları ve iş gücü kaybı riskini artırmaktadır. Biyolojik riskler düşük sıklıkta görülmekle birlikte, özellikle hijyen koşullarının yetersiz olduğu durumlarda destekleyici bir tehlike unsuru olarak değerlendirilmelidir.

İş kazası verilerinin analizi, kazaların büyük ölçüde eğitim eksikliği, yetersiz saha denetimi, kişisel koruyucu donanım kullanımındaki aksaklıklar ve organizasyonel yetersizliklerden kaynaklandığını ortaya koymuştur. Bu durum, kazaların rastlantısal değil; sistematik ve önlenebilir nedenlere dayandığını göstermektedir. PHA yöntemi risklerin neden–sonuç ilişkisini ortaya koyarak kazaların arkasındaki organizasyonel ve bireysel faktörlerin anlaşılmasına katkı sağlamıştır. Fine–Kinney yöntemi ise risklerin sayısal olarak sınıflandırılmasına olanak tanıyarak müdahale önceliklerinin belirlenmesinde önemli bir araç olmuştur. İş kazası verileri ile yapılan karşılaştırma, her iki yöntemin saha gerçekliği ile uyumlu olduğunu ve risk önceliklendirmesinin tutarlı biçimde yapıldığını göstermektedir.

Erzurum ili özelinde değerlendirildiğinde ise bölgesel ve iklimsel koşulların risk seviyelerini artıran önemli bir unsur olduğu görülmektedir. Sert karasal iklim yapısı, özellikle kış aylarında düşük sıcaklık, yoğun kar yağışı ve buzlanma gibi çevresel faktörleri beraberinde getirmektedir. Bu durum, açık alanlarda yürütülen asfalt üretim ve yol bakım-onarım çalışmalarında kayma ve düşme riskini ciddi ölçüde artırmakta; düşük sıcaklığa bağlı olarak iş makinelerinin mekanik verimliliğini, zemin tutunma performansını olumsuz etkilemekte ve çalışanların fizyolojik dayanıklılığını azaltmaktadır. Kış döneminde artan kaygan zemin koşulları yalnızca düşme kazalarına değil, aynı zamanda iş makinelerinin kontrol kaybına bağlı ikincil kazalara da zemin hazırlayabilmektedir. Ayrıca çalışmaların büyük ölçüde açık alanlarda yürütülmesi, çalışanları soğuk stresine, el becerisi kaybına ve dikkat azalmasına maruz bırakmakta; bu durum hata yapma olasılığını artırmaktadır. Bu nedenle Erzurum gibi sert iklim koşullarına sahip bölgelerde standart risk yönetimi uygulamalarının yanı sıra bölgesel risk yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle kış dönemine özgü saha güvenlik protokollerinin hazırlanması, buzlanmaya karşı düzenli zemin kontrolü ve önleyici uygulamaların planlı hale getirilmesi, ısıtmalı ekipman ve kabin sistemlerinin kullanılması, çalışanlara soğuk hava koşullarına uygun termal koruyucu donanım sağlanması ve kritik alanlarda buzlanma sensörleri gibi erken uyarı sistemlerinin devreye alınması önem arz etmektedir.

Bu sonuçlar doğrultusunda asfalt işlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin geliştirilmesi için risk değerlendirme çalışmalarının periyodik olarak güncellenmesi ve özellikle yüksek ve çok yüksek risk düzeyinde yer alan faaliyetler için yazılı düzeltici ve önleyici faaliyet planlarının hazırlanması gerekmektedir. Trafik altında yürütülen çalışmalarda geçici trafik planlarının hazırlanması, bariyer ve uyarı levhalarının eksiksiz kullanılması, hız kontrolünün sağlanması ve çalışma alanlarının fiziksel olarak

sınırlandırılması büyük önem taşımaktadır. İş makinelerinde geri vites alarmı ve kör nokta uyarı sistemlerinin bulunması ve çalışır olması, makine çalışma alanlarında gözcü personel görevlendirilmesi gereklidir.

Kayma ve düşme risklerinin azaltılması amacıyla zemin temizliği düzenli yapılmalı, drenaj sistemleri etkin çalıştırılmalı ve kaymaz tabanlı iş ayakkabısı kullanımı zorunlu hale getirilmelidir. Sıcak asfalt ve bitüm ile çalışmalarda ısıya dayanıklı eldiven, uzun kollu koruyucu giysi ve yüz koruyucu ekipman kullanılmalıdır. Trafik alanında çalışanlar için reflektif yelek, baret, çelik burunlu iş ayakkabısı ve uygun göz koruyucular zorunlu tutulmalıdır. Gürültü maruziyetine karşı kulaklık veya kulak tıkacı, toz maruziyetine karşı uygun sınıfta maske, kimyasal temas riskine karşı uygun eldiven ve gözlük kullanımı sistematik hale getirilmelidir. KKD' ler çalışanlara zimmet karşılığı teslim edilmeli, düzenli olarak kontrol edilmeli ve doğru kullanımları saha denetimleri ile sağlanmalıdır.

Çalışanlara verilecek eğitimler yalnızca teorik değil, uygulamalı ve sahaya özgü olmalıdır. Temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimi, trafik altında güvenli çalışma, iş makinesi çevresinde güvenli davranış, sıcak asfalt ve bitümle güvenli çalışma, kişisel koruyucu donanım kullanımı, elle taşıma ve ergonomi, yangın ve acil durum, kimyasal madde güvenliği ve kilitleme–etiketleme uygulamaları düzenli aralıklarla verilmelidir. Yeni çalışanlar işe başlamadan önce zorunlu oryantasyon eğitiminden geçirilmelidir.

Bitüm buharı, gürültü, sıcaklık ve toz gibi fiziksel ve kimyasal etmenler düzenli olarak ölçülmeli ve elde edilen veriler risk yönetimi süreçlerine entegre edilmelidir. Uzun çalışma saatleri ve vardiya planlamaları gözden geçirilmeli; çalışanların dinlenme süreleri planlı hale getirilmeli ve psikososyal risklerin azaltılmasına yönelik düzenlemeler yapılmalıdır.

Meydana gelen tüm iş kazaları ve ramak kala olaylar kayıt altına alınmalı ve kök neden analizi yöntemleri kullanılarak sistematik biçimde incelenmelidir. 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu gereğince, iş kazalarının işveren tarafından kazanın öğrenildiği tarihten itibaren üç iş günü içerisinde Sosyal Güvenlik Kurumu'na bildirilmesi zorunludur. Bildirim yükümlülüğünün yerine getirilmemesi, idari para cezaları ve hukuki sorumluluklara yol açabilmektedir. Bu nedenle iş kazası bildirim süreci yalnızca yasal bir zorunluluk olarak değil, aynı zamanda etkin risk yönetimi ve önleyici iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının temel bir bileşeni olarak değerlendirilmelidir. İş kazası verilerinin düzenli olarak analiz edilmesi, mevcut risk değerlendirmelerinin güncellenmesi ve önleyici tedbirlerin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bununla birlikte, uygulamada bazı işverenlerin kurumsal sorumluluk,

yaptırım veya itibar kaygıları; bazı çalışanların ise iş güvencesi endişesi veya idari süreçlere ilişkin çekinceleri nedeniyle iş kazası ve ramak kala olayların kayıt altına alınması ve raporlanması konusunda çekimser davranabildiği gözlenmektedir. Bu tür çekincelerin ortadan kaldırılması, şeffaf ve güven temelli bir raporlama kültürünün oluşturulması ve tüm olayların eksiksiz biçimde kayıt altına alınmasının sağlanması, iş kazalarının önlenmesine yönelik sürdürülebilir ve etkin bir İSG yönetim sistemi açısından büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak asfalt üretim ve yol yapım faaliyetleri doğası gereği yüksek risk içeren çalışma alanlarıdır; ancak sistematik risk değerlendirme yöntemlerinin uygulanması, gerçek iş kazası verilerinin analize dahil edilmesi, eğitim ve denetim süreçlerinin güçlendirilmesi ve bölgesel koşullara özgü önlemlerin geliştirilmesi ile kazaların önemli bir bölümü önlenebilir niteliktedir. Etkin bir iş sağlığı ve güvenliği yönetimi, teknik önlemler ile birlikte organizasyonel düzenlemelerin, çalışan katılımının ve sürekli izleme süreçlerinin bütünleşik biçimde yürütülmesini gerektirmektedir. Bu çalışma, asfalt işlerinde proaktif, veri temelli ve bölgesel koşulları dikkate alan bir İSG yaklaşımının gerekliliğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Adem, A. (2022). İş sağlığı ve güvenliğinde kullanılan risk analizi tekniklerinin değerlendirilmesi için bir rehber önerisi, *Politeknik Dergisi*, 25(3), 319-328.

Ağar, A**.** (2021). Çalışma hayatında biyolojik risk faktörleri ve COVİD-19, *Halk Sağlığı Hemşireliği Dergisi*, 3(2), 133-140.

Ağus, M. ve Akbel, E. (2020). Sağlık çalışanlarında fiziksel risk etmenlerinin değerlendirilmesi, *İş Sağlığı ve Güvenliği Akademi Dergisi*, 3(3), 230-237.

Akboğa Kale, Ö. ve Eskişar, T. (2018). İnşaat sektöründe kazı işleri sebepli iş kazaları, *BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 20(1), 265-277.

Akın, G. C. ve Taşdemir, D. Ç. (2023). Change of occupational health and safety (OHS) university students' perceptions on OHS in parallel to vocational training: The comparative analysis. *Üniversite Araştırmaları Dergisi, 6*(1), 1-10.

Akkoyun, O. ve Ekinci, S. (2021). Farklı ISG-risk değerlendirme yöntemlerinin bir yeraltı maden işletmesinde karşılaştırmalı uygulanması ve yöntem önerisi. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 9(1), 219-226.

Aksoy, G. (2019). Sıcak karışım asfaltlara göre ılık ve yarı ılık asfaltlarda risk değerlendirmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Aras, A. ve Akşit, İ. (2023). Biyolojik risk etmenlerinin iş sağlığı ve güvenliği bağlamında değerlendirilmesi ve korunma yöntemleri. *İş sağlığı ve güvenliği-ilkeler ve uygulamalar,* 275-305.

Akyalçın, L. (2016). *İş kazası ve meslek hastalığının getirdiği maliyetler, İşveren ve işveren vekilinin iş sağlığı ve güvenliği eğitimi.* Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Alper, Y. (2015). Sosyal sigortalar hukuku (7. Baskı). Dora Yayıncılık.

Ankara Üniversitesi. (2020). *Risk Değerlendirme Raporu*. Ankara Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi Yayınları.

Aslantaş, E. (2019). *Bir asfalt fabrikası çalışanlarının ve çevresindekilerinin gürültü maruziyetlerinin tespiti üzerine bir irdeleme*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul.

Asphalt Institute. (1989). *The Asphalt handbook*.

Asphalt Institute. (2002). *The Asphalt Handbook* (7th ed.). Asphalt Institute.

Atasoy, M. E. (2014). *Ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir çanta imalat atölyesinde uygulanması* (Uzmanlık Tezi). T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.

Ateş, H. (2020). *İş sağlığı ve güvenliği yönetimi.* Seçkin Yayıncılık.

Aydın, A. (2023). Türkiye'de 2012-2022 yılları arasındaki çalışmalar incelenerek asfalt malzemesinin iş sağlığı ve güvenliği açısından literatürün değerlendirilmesi. *Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety*, *7*(1), 21-46.

Aydın, E. ve Arslan, H. (2021). Asfalt işçilerinde kimyasal maruziyetin solunum sistemi üzerindeki etkileri: Saha temelli bir araştırma. *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 11(3), 205–220.

Bağdatlı, M., Yılmaz, F. ve Çolak, B. (2016). Karayolu yapım çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliği risklerinin değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(2), 305–316.

Bayraktar, N., Sahtiyancı, E. ve Kuru, E. (2019). Risk değerlendirme matris yöntemi kullanarak okullarda deprem kaynaklı yapısal olmayan risklerin olası etkilerinin belirlenmesi. *Afet ve Risk Dergisi* 2(2), 128-152.

Bird, F. E. ve Germain, G. L. (1996). *Practical loss control leadership*. Det Norske Veritas.

Blaauw, S. A., Maina, J. W., O'Connell, J. (2022). Exposure of construction workers to hazardous emissions in highway rehabilitation projects measured with low-cost sensors. *Environmental Pollution, 313*, 119872.

Boin, A., 't Hart P., Stern, E. ve Sundelius, B. (2005). *The politics of crisis management: Public leadership under pressure.* Cambridge University Press.

Bozeravcı, D. ve Yılmaz, İ. (2024). Türkiye'de iş kazası ve meslek hastalığına bağlı sürekli iş göremezliklerin ekonomik maliyetine ilişkin istatistiksel analiz ve değerlendirme, *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 25*(4).

Bozeravcı, H. ve Yılmaz, F. (2024). *İş sağlığı ve güvenliği hukuku*. Seçkin Yayıncılık.

Bridger, R. S. (2018). *Introduction to ergonomics* (4th ed.). CRC Press.

Büyüksaraçoğlu, A. (2009). *Türkiye'de bitüm ve asfalt üretimi, tüketimi ve karayolu sektöründeki yeri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Camkurt M. Z. (2007). İşyeri çalışma sistemi ve işyeri fiziksel faktörlerinin iş kazaları üzerindeki etkisi. *TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 25*(6), 80-106.

Camkurt, M. Z. (2013). Çalışanların kişisel özelliklerinin iş kazalarının meydana gelmesi üzerindeki etkisi. *TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, *24*(6).

Ceylan, H. (2014). Türkiye'de inşaat sektöründe meydana gelen iş kazalarının analizi. *International Journal of Engineering Research and Development, 6*(1).

Ceylan, H. (2021). Türkiye'de meydana gelen ölümlü iş kazaları. *İ*SG Akademik – OHS Academic 3(1), (1-13).

Ceylan, H. ve Başhelvacı, S. V. (2011). Risk değerlendirme tablosu yöntemi ile risk analizi: Bir uygulama. *International Journal of Engineering Research and Development, 3*(2).

Ceylan, H., ve Başhelvacı, V. (2011). Risk değerlendirme yöntemleri ve iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(1), 23–34.

Clemens, P. L. ve Simmons, R. J. (1998). *System safety and risk management*. McGraw-Hill.

Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement, 20*(1), 37–46.

Coşkunses, D. I. (2008). *Kanserojen kimyasal maddeler ve iş sağlığı ve güvenliği* (Uzmanlık tezi). T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.

CVOEM, City of Vancouver Office of Emergency Management. (2017). *Emergency response and business continuity planning guide*. City of Vancouver. https://vancouver.ca/files/cov/business-employer-emergency-preparedness-beep-guide.pdf

Çalık, A., Mehri, M. ve Kıpçak, B. (2021). İş kazalarının nedenleri ve önlenmesine yönelik yaklaşımlar. *İş Sağlığı ve Güvenliği Akademik Araştırmalar Dergisi*, *3*(1), 19–32.

ÇASGEM, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi. (2017). *Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği algısı.*

ÇSGB, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2013). *İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği*; *kişisel koruyucu donanımların kullanımı hakkında yönetmelik*.

ÇSGB, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2016). *İş sağlığı ve güvenliği rehberi*. ÇSGB Yayınları.

ÇSGB, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2020). *Yol yapım, bakım ve onarım işlerinde iş sağlığı ve güvenliği rehberi*. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yayınları.

ÇSGB, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2025). *İnşaat sektöründe iş sağlığı ve güvenliği* [PDF]. https://guvenliinsaat.csgb.gov.tr/

Değer, A. (2017). *İş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin gelişimi ve küresel sorunlar* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi (ÇASGEM).

Demir, M. ve Öz, S. (2018). Türkiye'de inşaat sektöründe iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları ve iş kazalarının değerlendirilmesi**.** *Çalışma ve Toplum*, *58*(3), 185–204.

Demiral, Y. (2004). *İş sağlığı ve işyeri hekimliği*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları.

Demircioğlu, A. M. ve Kaplan, T. (2016). *İş sağlığı ve güvenliği hukuku* (3. Baskı). Beta Yayıncılık.

Deniz, Ö. (2018). Türkiye'de iş kazaları ve meslek hastalıklarına yönelik hukuksal düzenlemelerin başlangıç dönemi. Karabük Üniversitesi *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 258-269.

Denizhan, S. (2024). *Proses güvenliği, kaza sayıları ve teknik emniyet yatırımları arasındaki ilişkiler üzerine ampirik bir çalışma* (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü.

Deste, M. ve Sever, S. (2019). İmalat işletmelerinde ergonomik risk değerlendirme yöntemleri üzerine bibliyometrik bir analiz. *EKEV Akademi Dergisi*, *8*(2), 209-224.

do Nascimento, J. W. S., Sampaio, A. T., Schuster, S. L., dos Santos, S. G. M., Umbelino, M. F., Aguiar, F. A. P. ve Castro, H. H. N. (2023). The role of occupational safety in road works: Implementation of preliminary risk analysis in the execution of asphalt resurfacing. *Research, Society and Development*, *12*(11), e129121143778-e129121143778.

Dul, J. ve Neumann, W. P. (2005). Ergonomics contributions to company strategies. *Applied Ergonomics*, *40*(4).

EMBC, Emergency Management British Columbia. (2016). *Emergency management system overview*. Government of British Columbia.

Erdoğan, G. (2019). *Diyarbakır Karayolları asfalt çalışanlarına yönelik iş sağlığı güvenliği bilgi düzeyi ve iş sağlığı ile ilgili maruziyetlerinin saptanması* (Yüksek lisans tezi). Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Ericson, C. A. (2005). *Hazard analysis techniques for system safety*. John Wiley ve Sons.

Erzurumluoğlu, K., Köksal, K. N. ve Gerek, İ. H. (2015). İnşaat sektöründe Fine-Kinney metodu kullanılarak risk analizi yapılması. *5. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu Bildirileri.*

EU-OSHA, European Agency for Safety and Health at Work. (2013). *European opinion poll on occupational safety and health*. Publications Office of the European Union. https://santesecu.public.lu/dam-assets/fr/publications/e/european-opinion-occupational-safetyhealth2013/europeanopinionoccupationalsafetyhealth2013.pdf

EU-OSHA, European Agency for Safety and Health at Work. (2014). *Psychosocial risks in Europe: Prevalence and strategies for prevention*. Publications Office of the European Union. https://rtsa.eu/RTSA32021Bianco.pdf

EU-OSHA, European Agency for Safety and Health at Work. (2013). *Campaign guide: Managing stress and psychosocial risks at work*. Publications Office of the European Union

EU-OSHA, European Agency for Safety and Health at Work. (2014). *Worker safety in he manufacturing industry*. EU-OSHA Publications.

EU-OSHA, European Agency for Safety and Health at Work. (2020). *Digitalisation and occupational safety and health*. EU-OSHA. https://plataformaptec.es/wpcontent/uploads/2020/01/Digitalisation_and_OSH_2019.pdf

EU-OSHA, European Agency for Safety and Health at Work. (2021). *Improving compliance with occupational safety and health regulations: An overarching review (Executive summary).* Publications Office of the European Union.

EU-OSHA, European Agency for Safety and Health at Work. (2025). *Psychosocial risks and mental health at work*. European Agency for Safety and Health at Work.

Esmer, Z. (2020). Pareto analizi ile kombinasyon sedyede hasta nakli sorununun tespiti ve çözümün ergonomik incelemesi. *Engineering Sciences, 15*(2), 79-88.

Felekoğlu, B. ve Taşan, S. Ö. (2017). İş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yönelik ergonomik risk değerlendirme: Reaktif/proaktif bütünleşik bir sistematik yaklaşım. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 32*(3), 777-793.

FEMA, Federal Emergency Management Agency, (1993). *Emergency management guide for business and industry.* U.S. Government Printing Office.

Gamgam, H. (1994). *İş kazaları ve meslek hastalıkları*. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.

Geller, E. S. (2016). *The psychology of safety handbook* (2nd ed.). CRC Press.

Gökçe, A. (2020). *İş sağlığı ve güvenliği açısından iş güvenliği kültürünün önemi üzerine bir odak grup çalışması. Ergonomi, 3*(2), 82–95.

Grandjean, E. ve Kroemer, K. H. E. (1997). *Fitting the task to the human: A textbook of occupational ergonomics* (5th ed.). Taylor ve Francis.

Gündüz, S. (2005). İş kazası ve meslek hastalıkarı sonucunda işverenlerin hukuki sorumlulukları. *Doğu Anadolu Araştırmaları Dergisi*, *3*(2).

Güzel, A., Okur, A. R. ve Caniklioğlu, N. (2016). *Sosyal güvenlik hukuku* (19. Baskı). Beta Yayıncılık.

Güzel, A., Okur, A. R. ve Caniklioğlu, N. (2021). *Sosyal güvenlik hukuku* (24. Baskı). Beta Yayıncılık.

Harms-Ringdahl, L. (2001). *Safety analysis: Principles and practice in occupational safety*. Taylor ve Francis.

Harvey, S. B., Joyce, S., Tan, L., Johnson, A., Nguyen, H., Modini, M., Groth, M. ve Henderson, M. (2018). *Developing a mentally healthy workplace: A review of the literature*. *Australian ve New Zealand Journal of Psychiatry, 52*(4), 257–275.

Harvey, S. B., Modini, M., Joyce, S., Milligan-Saville, J. S., Tan, L., Mykletun, A. ve Mitchell, P. B. (2018). Can work make you mentally ill? A systematic meta-review of work-related risk factors for common mental health problems. *The Lancet Psychiatry*, *4*(4), 269–279.

Heinrich, H. W., Petersen, D. ve Roos, N. (1980). *Industrial accident prevention: A safety management approach* (5th ed.). McGraw-Hill.

Hinze, J. (2006). *Construction safety*. Prentice Hall.

Hişir, M. (2018). *Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinde iş kazaları ve ölümlü iş kazalarının karşılaştırmalı analizi* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II: The past and future of safety management*. Ashgate.

Huang, Y. H. (2004). *Pavement analysis and design* (2nd ed.). Prentice Hall.

Huffman, G. D. (2002). *Safety risk management*. Aviation Supplies ve Academics.

ILO, International Labour Office. (1993). *Prevention of major industrial accidents*. ILO. https://www.ilo.org/resource/prevention-major-industrial-accidents

ILO, International Labour Organization. (1986). *Psychosocial factors at work: Recognition and control*. ILO. https://digitallibrary.un.org/record/194660

ILO, International Labour Organization. (2009). *Safety and health in road construction*. ILO. https://www.ilo.org/media/267361/download

ILO, International Labour Organization. (2011). *OSH management system: A tool for continual improvement*. ILO.

ILO, International Labour Organization. (2013). *Safety and health at work: A vision for sustainable prevention*. ILO Publications.

ILO, International Labour Organization. (2014). *Safety and health at work: A vision for sustainable prevention*. ILO.

ILO, International Labour Organization. (2018). *Recording and notification of occupational accidents and diseases*. ILO.

ILO, International Labour Organization. (2019). *Safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience*. ILO.

ILO, International Labour Organization. (2023). *Global estimates of occupational accidents and work-related illnesses*. ILOSTAT.

ILO, International Labour Organization. (2023). *Safety and health at the heart of the future of work*. ILO.

ISO, International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use*. ISO.

ISO, International Organization for Standardization. (2019). *ISO 22301:2019 security and resilience — Business continuity management systems*. ISO.

Işık, O., Kaya, E. ve Aksoy, S. (2022). Yüksek riskli sektörlerde psikososyal risklerin yönetimi. *Çalışma ve Toplum, 73*(2), 201–226.

İçli, N. (2014). *Mesleki olarak polisiklik aromatik hidrokarbonlara maruz kalan bireylerde metabolitlerin idrarda belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

İSGGM, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. (2020). *Kimyasal risk etmenleri ve maruziyetin önlenmesi rehberi.*

İSGK, T.C. Resmî Gazete. (2012, 30 Haziran). *6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu* (Sayı: 28339).

Kabakulak, O. (2019). *İş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme süreçleri*. Beta Yayınları.

Karakuzu, E. (2018). İş sağlığı ve güvenliği bağlamında iş kazalarının küresel boyutu. *Çalışma ve Toplum*, *57*(1), 85–104.

Karaman, A. ve Pirim, I. (2009). Bitüm dumanına maruz kalan asfalt işçilerinde genotoksik etkilerin değerlendirilmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, *66*(4), 175–182.

Karasek, R. ve Theorell, T. (1990). *Healthy work: Stress, productivity, and the reconstruction of working life*. Basic Books.

Kaynak, H. ve Uluğtekin, N. (2018). İş sağlığı ve güvenliğinde fiziksel risk etmenleri. *Çalışma Yaşamı Dergisi, 6*(2), 315–330.

Kazak, F. (2024). Endüstriyel tesislerde kimyasal risk yönetimi. *İSG ve Çevre Araştırmaları, 4*(1), 33–48.

KGM, Karayolları Genel Müdürlüğü. (2024). *Karayolları istatistikleri 2023*. KGM Yayınları.

Kılkış, İ. (2016). *İş Sağlığı ve Güvenliği* (2. Baskı). Dora Yayıncılık.

Kinney, G. F. ve Wiruth, A. D. (1976). *Practical risk analysis for safety management* (NWC TP 5865). Naval Weapons Center.

Koçak, M. M. (2016). *Türkiye'de yol yapım çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliğine yönelik veri analizi ve çözüm önerileri* (Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kuloğlu, N., Yıldız, A. ve Demir, M. (2008). Bitümlü bağlayıcıların özellikleri ve uygulama alanları. *İnşaat Mühendisliği Dergisi, 19*(2), 205–220.

Kurt, M. (1999). *İş güvenliği ve işçi sağlığı.* Yetkin Yayınları.

Lingard, H. ve Holmes, N. (2001). Understanding of occupational health and safety risk control in small business construction firms. *Journal of Safety Research, 32*(2),35–49.

Makine Mühendisleri Odası. (2018). *İş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme yöntemleri ve uygulama esasları*. TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayınları.

Manuele, F. A. (2014). *Advanced safety management: Focusing on Z10 and serious injury prevention* (2nd ed.). John Wiley ve Sons.

McCunney, R. J. (2014). *A practical approach to occupational and environmental medicine* (4th ed.). Lippincott Williams ve Wilkins.

Medeni V. ve İlhan, M. N. (2024). *İş sağlığı ve güvenliği açısından risk değerlendirmesi*. Nobel Akademik Yayıncılık.

Milczarek, M. ve Irastorza, X. (2012). *Drivers and barriers for psychosocial risk management*. European Agency for Safety and Health at Work.

Milea, A., Cioca, L. I. (2025). An occupational risk analysis in the bituminous emulsion transport and spreading process: A case study applied in a company in Romania. *Safety, 11*(2), 46.

Mo, S., Wang, Y., Xiong, F. (2022). Identification and prioritization of key health hazards to workers in roadway construction. *Transportation Safety and Environment*, *4*(2), tdac009.

Mohr, J. L. (1993). *System safety engineering and risk assessment*. Van Nostrand Reinhold.

Nascimento, J. W. S. et al. (2021). Functional evaluation of pathologies in flexible pavement. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 6*(6), 10-129. 10.1016/S0925-7535(97)00052-0

Neal, A. ve Griffin, M. A. (2006). A study of the lagged relationships among safety climate, safety motivation, safety behavior, and accidents. *Journal of Applied Psychology*, 91(4), 946–953. 10.1037/0021-9010.91.4.946

Neville, A. M. (2011). *Properties of concrete* (5th ed.). Pearson Education.

NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health. (2001). *Hazard review: Health effects of occupational exposure to asphalt*. (DHHS [NIOSH] Publication No. 2001-110). NIOSH.

NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health. (2009). *Asphalt fumes* (NIOSH Workplace Safety and Health Topic). Centers for Disease Control and Prevention.

NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health. (2022). *Advancing worker safety through technology*. NIOSH.

Ocaktan, M. E. (2014). *İş sağlığı ve meslek hastalıkları*. Güneş Tıp Kitabevi.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2023). *Asphalt manufacturing and roofing hazards*. U.S. Department of Labor.

Olsen, R., Graff, P., Daae, H. L., Bryngelsson, I. L., Molander, P., Ellingsen, D. G. (2021). Occupational exposure during asphalt paving—comparison of hot and warm mix asphalt in field experiments. *Annals of Work Exposures and Health*, *65*(4), 446-457.

Öz, M., Korcan, S. ve Bulduk, S. (2018). İş sağlığı ölçümlerinin yasal çerçevesi. İSG *Akademik Araştırmalar Dergisi*, *3*(1), 95–110.

Özen, M. (2015). *Ceza hukukunda ne bis in idem ilkesi*. Adalet Yayınevi.

Özkılıç, Ö. (2014). *Risk değerlendirmesi ATEX direktifleri ortamlar, büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve etkilerinin azaltılması, kantitatif risk değerlendirme.* Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu.

Öztürk, A. (2021). Günlük yaşamda kimyasal madde maruziyeti ve insan sağlığına etkileri. Düzce Üniversitesi *Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *9*, 1547-1562.

Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: A modelling problem. *Safety Science, 27*(2–3), 183–213. https://doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00052-0

Read, J., ve Whiteoak, D. (2003). *The shell bitumen handbook*. Thomas Telford Publishing.

Reason, J. (2016). *Managing the risks of organizational accidents*. Routledge.

Roberts, F. L., Kandhal, P. S., Brown, E. R., Lee, D. Y. ve Kennedy, T. W. (1996). *Hot mix asphalt materials, mixture design, and construction*. National Asphalt Pavement Association.

Saaty, T. L. (1988). *Decision making for leaders: The analytic hierarchy process for decisions in a complex world*. RWS Publications.

Sanders, M. S. ve McCormick, E. J. (1993). *Human factors in engineering and design* (7th ed.). McGraw-Hill.

Santos, J. L., Silva, R. S., Oliveira, M.A, ve Pereira, D.C. (2022). Asphalt resurfacing: Analysis in a critical segment in the city of Manaus. *Brazilian Journal of Development, 8*(5), 10580-10595. doi:10.34117/bjdv8n5-5400

Selek, Z. ve Yıldız, E. (2024). Türkiye'nin üç pilot ilinde çığ tehlike ve risk analizleri: Bitlis, Van ve Antalya örnekleri. *Journal of Natural and Applied Sciences, 28*(3), 358-370.

Serin, H. ve Çuhadar, M. (2015). İş güvenliği ve sağlığı yönetim sistemi. *Çalışma ve Toplum*, 45(2), 1–18.

SGK, Sosyal Güvenlik Kurumu. (2024). *İş kazaları ve meslek hastalıkları istatistikleri 2023*. SGK Yayınları.

SGK, Sosyal Güvenlik Kurumu. (2016). *2016/21 sayılı genelge*. SGK.

Souza Nascimento, J. W., Almeida, R.C., Ferreira, L. M. ve Costa, P. R. (2023). The effect of using recycling techniques on asphalt pavements. *Brazilian Journal of Development, 9*(7), 22354-22367. doi:10.34117/bjdv9n7-0098

Söylemez, A. (2025). *Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları*. Yönetim Yayınları.

Sözer, A. N. (2015). *Sosyal sigortalar hukukunda son bakım hizmetleri (hospiz): Almanya ve Türkiye örneğinde bir değerlendirme* (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Speight, J. G. (2016). *Asphalt materials science and technology*. Butterworth-Heinemann.

SSGSSK, Resmî Gazete. (2006, 16 Haziran). *5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu* (Sayı: 26200).

Stellman, J. M. (Ed.). (1998). *Encyclopaedia of occupational health and safety* (4th ed.). International Labour Organization.

Süzek, S. (2015). *İş hukuku* (11. Baskı). Beta Yayıncılık.

Şahan, C. (2016). İş yaşamında psikososyal riskler ve çalışan sağlığına etkileri. *Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 16*(2), 59–71.

Şahan, C. ve Demiral, Y. (2019). Türkiye'de psikososyal risklere yönelik farkındalık ve uygulamalar. *Toplum ve Hekim, 34*(1), 51–62.

Şahin, B. (2016). *İş sağlığı ve güvenliği*. Nobel Akademik Yayıncılık.

Şimşek, M. (2001). *Toplam Kalite Yönetimi.* Alfa Basım Yayım Dağıtım.

Taşyürek, M. (2018). İş kazalarının önlenmesinde ramak kala olayların önemi. *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 8*(1), 1–12.

Tepe, S. ve Kaya, İ. (2020). A fuzzy-based risk assessment model for evaluations of hazards with a real-case study. *Human and Ecological Risk Assessment, 26***,** 512–537.

Thomsen, J. (2007). *The economic impact of occupational accidents and diseases*. European Agency for Safety and Health at Work.

Tomas, J. M. (2013). Accident causation theories. In J. Stellman (Ed.), *Encyclopaedia of occupational health and safety*. International Labour Organization.

Torun, M. (2015). *Karayolu üstyapıları*. Nobel Akademik Yayıncılık.

Tuncay, A. C. ve Ekmekçi, Ö. (2016). *Sosyal güvenlik hukuku* (17. Baskı). Beta Yayınları.

Türkiye Cumhuriyeti Resmî Gazete. (2004). *İş sağlığı ve güvenliği yönetmeliği* (Sayı: 25426).

Türkiye Cumhuriyeti Resmî Gazete. (2004, 7 Nisan). *Postalar halinde işçi çalıştırılarak yürütülen işlerde çalışmalara ilişkin özel usul ve esaslar hakkında yönetmelik* (Sayı: 25426).

Türkiye Cumhuriyeti Resmî Gazete. (2013, 12 Ağustos). *Kimyasal maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik* (Sayı: 28733).

Türkiye Cumhuriyeti Resmî Gazete. (2013, 28 Temmuz). *Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik* (Sayı: 28721).

UKCO, United Kingdom Cabinet Office. (2011). *Emergency response and recovery: Non-statutory guidance*. HM Government.

https://www.gov.uk/government/publications/emergencyresponseandrecovery?utm_source=chatgpt.com

U.S. Department of Defense. (1989). *System safety analysis handbook*. U.S. Department of Defense.

Vatansever Kavaklı, B. ve Ateş, M. (2018). Ar-Ge kuruluşunda kimyasal maddelerin sınıflandırılması, etiketlenmesi, ambalajlanması, depolanması, taşınması ve oluşan kimyasal atıkların bertarafı. *Sakarya University Journal of Science*, 22(2), 159–173.

WHO, World Health Organization. (2010). *Healthy workplaces: A model for action*. WHO Press. https://www.who.int/publications/i/item/9789241599313

WHO, World Health Organization. (2015). *Global estimates of occupational accidents and work-related illnesses*. WHO. https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/monitoring/who-ilo-joint-estimates

WHO, World Health Organization. (2018). *Occupational safety and health in public health emergencies: A manual for protecting health workers and responders.* WHO. Occupational safety and health in public health emergencies: a manual for protecting health workers and responders

WHO, World Health Organization. (2019). *Musculoskeletal conditions*. WHO Press. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions

Yıldız, S. (2021). Tehlikeli kimyasalların iş sağlığına etkileri. *Çalışma ve Toplum, 68*(1), 95–112.

Yıldız, S. ve Özdemir, L. (2021). Türkiye'de iş kazaları ve iş sağlığı ve güvenliği sorunu. *Çalışma ve Toplum*, *68*(1), 35–58.

Yılmaz, F., Tan, O. 2015. Bir inşaat şantiyesinde iş kazalarının neden olduğu iş-günü kayıplarının işveren maliyetinin belirlenmesi. *International Journal of Economic and Administrative Studies, 7*(14), 143-156.

Yoder, E. J. ve Witczak, M. W. (1975). *Principles of pavement design* (2nd ed.). John Wiley ve Sons.

Yonar, T. (2007). *Asfalt plentleri ve asfalt üretim teknolojisi*. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları.

Zengin, Y. (2022). Türkiye'de inşaat sektöründe meydana gelen iş kazalarının değerlendirilmesi, *Çalışma ve Toplum, 73*(2), 492–495.

ÖZGEÇMİŞ

Nursu KOYUNOĞULLARINDAN Polis Amca İlköğretim Okulu'ndan ve Mehmet Akif Ersoy Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2018 yılında Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü'ne girdi ve 2022 yılında lisansını başarıyla tamamlayarak mezun oldu. Aynı yıl aralık ayında yapılan uzmanlık sınavını başarıyla geçti ve C sınıfı İş Sağlığı ve Güvenliği belgesini aldı. 2023 yılında Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı ve 2023 yılından beri OSGB bünyesinde C sınıfı İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı olarak çalışmaya devam etmektedir.