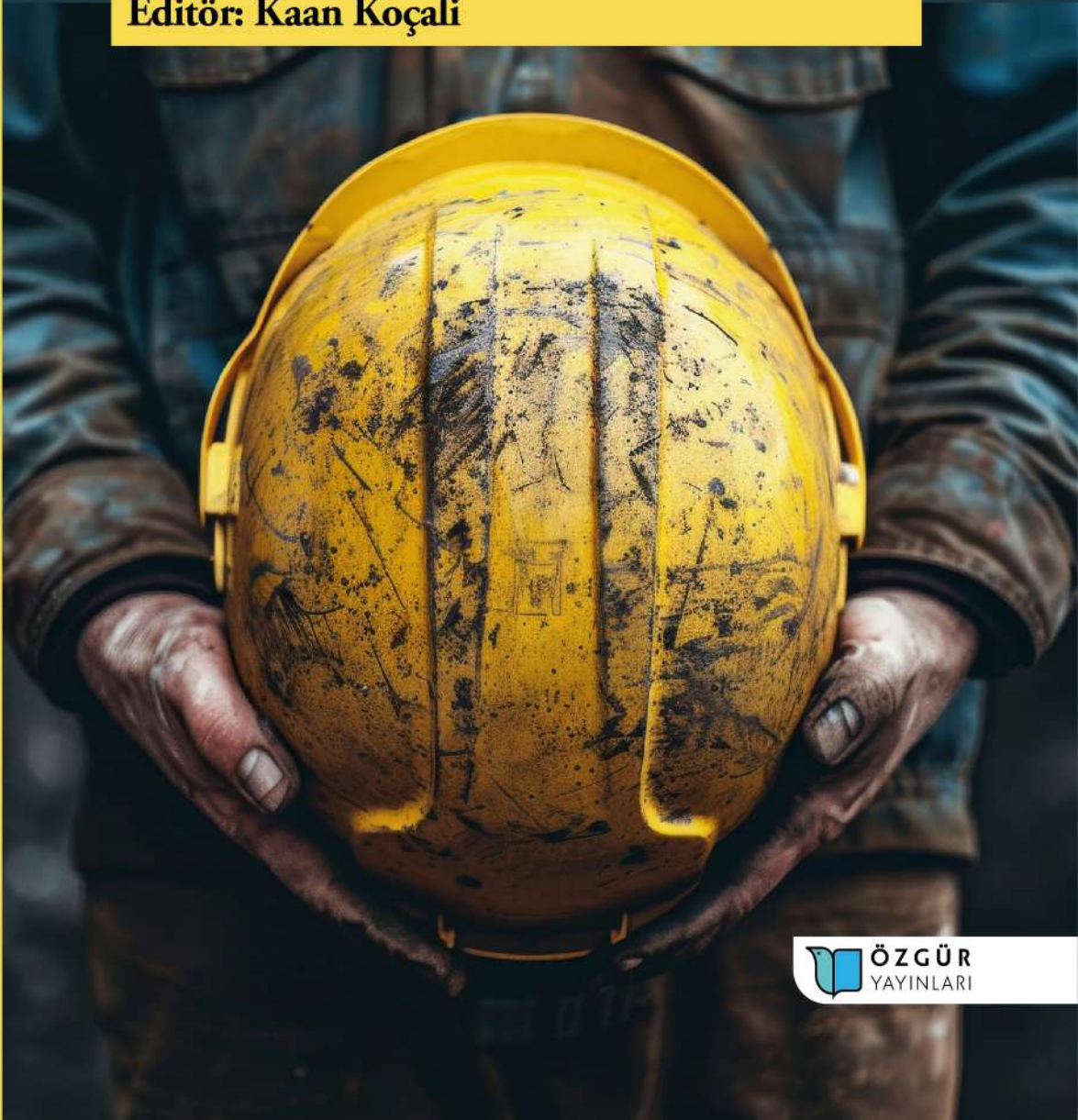


İş Sağlığı ve Güvenliğinin Sosyal Politika İncelemeleri

Editör: Kaan Koçali



İş Sağlığı ve Güvenliğinin Sosyal Politika İncelemeleri

Editör:

Kaan Koçali



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şhitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozguryayinlari.com

✉ info@ozguryayinlari.com

İş Sağlığı ve Güvenliğinin Sosyal Politika İncelemeleri

Editör: Kaan Koçali

Language: Turkish

Publication Date: 2025

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

ISBN (PDF): 978-625-5646-15-6

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub791>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>. This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Koçali, K. (ed) (2025). *İş Sağlığı ve Güvenliğinin Sosyal Politika İncelemeleri*. Özgür Publications.

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub791>. License: CC-BY-NC 4.0

The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozguryayinlari.com/>



Ön Söz

İş sağlığı ve güvenliği (İSG), sanayi devriminden bu yana gelişen üretim ilişkileri ve değişen toplumsal yapılar doğrultusunda yalnızca teknik bir disiplin olarak değil; aynı zamanda sosyal, ekonomik, kültürel ve siyasal boyutlarıyla ele alınması gereken çok katmanlı bir alan haline gelmiştir. Günümüzde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi yalnızca bireysel önlemlerle değil; toplumsal farkındalık, yasal düzenlemeler, kurumsal politikalar ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle iç içe geçen kapsamlı stratejilerle mümkündür. Bu bağlamda İSG, sosyal politikanın ayrılmaz bir parçası hâline gelmiş; toplumsal refah, sosyal adalet, emek hakkı ve insan onuruna yakışır çalışma koşulları gibi temel kavramlarla bütünleşmiştir.

Bu kitap, iş sağlığı ve güvenliği konusunu sosyal politika perspektifinden ele alan özgün bir çalışmadır. Türkiye'nin çeşitli sektörlerinden alanında uzman akademisyenlerin katkılarıyla hazırlanan bölümler; iş kazalarından sosyal güvenlik sistemine, kişisel koruyucu donanımların yasal ve uygulama süreçlerinden kimyasal maruziyet yönetimine; güvencesiz çalışma biçimlerinin sağlık ve güvenlik boyutlarından tarım ve hayvancılığa; tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde sürdürülebilirlik ve kimya teknolojilerine kadar geniş bir yelpazede kapsamlı analizler sunmaktadır.

Kitapta ayrıca, yapay zekâ ve biyokimya gibi çağdaş teknolojilerin iş sağlığı ve güvenliğini nasıl yeniden şekillendirdiğine dair vizyoner bakış açıları da yer almaktadır. Böylece, iş sağlığı ve güvenliği alanındaki mevcut uygulamalar eleştirel bir gözle değerlendirilirken, geleceğe yönelik yenilikçi yaklaşımlar ve sosyal politika önerileri okuyucuya aktarılmaktadır.

“İş Sağlığı ve Güvenliğinin Sosyal Politika İncelemeleri”, hem akademisyenler, politika yapıcılar, işverenler ve iş güvenliği uzmanları için önemli bir başvuru kaynağı; hem de iş sağlığı ve güvenliği alanında sosyal bilincin gelişmesine katkı sağlayacak değerli bir eser niteliğindedir.

Bu değerli kitabın ortaya çıkmasında emek veren tüm bölüm yazarlarına en içten teşekkürlerimi sunarım. Kitabın, iş dünyasında ve sosyal politikaların geliştirilmesinde daha sağlıklı, güvenli ve adil çalışma ortamlarının oluşturulmasına ışık tutmasını temenni ediyorum.

İçindekiler

Ön Söz

iii

Bölüm 1

Türkiye’de İş Kazaları ve Sosyal Güvenlik Sisteminin Koruyucu-Önleyici Rolü

1

Ahmet Yurtçu

Bölüm 2

Kişisel Koruyucu Donanımların İş Sağlığı ve Güvenliği Perspektifinden İncelenmesi: Yasal Çerçeve, Uygulama Süreçleri ve Gelecek Vizyonu

43

Aliye Kaşaracı Hakan

Tolga Barışık

Ahmet Mert Aydın

Bölüm 3

Sağlık Sektöründe Kimyasal Maruziyetin Yönetimi: Sosyal Politikalar ve Mevzuat Perspektifi

63

Gökay Taşkaya

Bölüm 4

Algoritmaların Gölgesinde Güvencesiz Emek: Platform Çalışanlarının Sağlık ve Güvenlik Hakları

91

Eray Karagöz

Bölüm 5

Topraktan Sağlığa: Tarım ve Hayvancılıkta İş Güvenliğinin İzinde

109

Ali Ağar

Bölüm 6

Doğal Boyalarla Sürdürülebilir Gelecek: Yapay Zekâ, Biyokimya ve Yeşil
Dönüşümle İş Sağlığı ve Güvenliğinin Yeniden Şekillendirilmesi 121

Elif Aktürk Bozdemir

Yakup Budak

Bölüm 7

Kimyasal Riskten Toplumsal Refaha: Tekstil ve Ahşap Boyama Sektörlerinde
Kimya Teknolojisi, İSG ve Sürdürülebilirlik 149

Elif Aktürk Bozdemir

Türkiye’de İş Kazaları ve Sosyal Güvenlik Sisteminin Koruyucu-Önleyici Rolü

Ahmet Yurtçu¹

Özet

Bu bölüm, Türkiye’de iş kazalarının sosyal güvenlik sistemi içerisindeki konumunu, ilgili hukuki düzenlemeleri ve bu kazaların çok boyutlu etkilerini kapsamlı biçimde ele almaktadır. İş kazaları, yalnızca bireysel düzeyde yaşanan sağlık ve yaşam kayıplarıyla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda ekonomik, sosyal, hukuki ve kurumsal düzeylerde ciddi sonuçlar doğuran toplumsal bir olgu niteliği taşımaktadır. Ulusal ve uluslararası istatistikler, iş kazalarının sıklığı ve yol açtığı zararlar açısından çarpıcı veriler sunarken; Türkiye’de mevcut yasal ve kurumsal altyapıya rağmen bu kazaların önlenmesine yönelik yapısal sorunların sürdüğü gözlemlenmektedir. Bu durum, mevzuatın etkin biçimde uygulanamaması ve sosyal güvenlik sisteminin bütüncül işleyişinde önemli eksikliklerin varlığına işaret etmektedir.

Çalışmada ilk olarak, Türkiye’de sosyal güvenlik sisteminin tarihsel gelişimi ve kurumsal yapısı ele alınarak, sistemin iş kazaları ile meslek hastalıkları karşısındaki koruyucu işlevi ortaya konulmaktadır. 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu’nun sigortalılık türleri, kısa ve uzun vadeli sigorta kolları ile prim tahsilatı gibi temel bileşenleri ayrıntılı biçimde analiz edilmektedir. Bu doğrultuda, iş kazalarının hukuki tanımı ve sosyal güvenlik sistemi içerisindeki yeri, hukuki ve kurumsal perspektiflerle derinlemesine değerlendirilmektedir. Bölümün önemli bir kısmında, iş kazası kavramının kapsamı ile iş kazalarına ilişkin yargı kararları çerçevesinde illiyet bağı, kaçınılmazlık ilkesi ve sorumlulukların dağılımı gibi temel hukuki prensipler incelenmektedir. Bu çerçevede, iş kazası ile meydana gelen zarar arasındaki sebep-sonuç ilişkisi ile işveren, sigortalı ve üçüncü kişiler arasındaki sorumluluk sınırlarının nasıl belirlendiği kapsamlı biçimde ortaya konulmaktadır. İş kazalarının tespiti, bildirim yükümlülükleri ve denetim süreçlerinde kurumlar arası görev paylaşımı ile mevzuat ve uygulama arasındaki tutarsızlıklar da ayrıntılı olarak tartışılmaktadır. Hukuki

1 Dr. Öğr. Üyesi, Amasya Üniversitesi, ahmet.yurtcu@amasya.edu.tr, 0000-0002-2234-1928

sorumluluk ve mali yükümlülükler bağlamında işverenin, sigortalının ve üçüncü kişilerin üstlendikleri roller ile bu rollerin sosyal güvenlik sistemi üzerindeki etkileri akademik çerçevede açıklanmaktadır. Özellikle işverenin kusur ve ihmal hâlindeki tazmin yükümlülükleri, sigortalının ağır kusuru ve tedavi sürecine uyumsuzluğunun sosyal güvenlik yardımlarına etkisi ile üçüncü kişilerin kusur oranında SGK’ya karşı taşıdığı rücu sorumluluğu ayrıntılı şekilde incelenmektedir.

Bölümde ayrıca, iş kazalarının ekonomik ve sosyal etkileri çok boyutlu bir bakış açısıyla ele alınmaktadır. Sigortalı açısından kazaların; fiziksel sağlık ve gelir kaybı, psikolojik travma ile sosyal ilişkilerde bozulma gibi sonuçlar doğurduğu değerlendirilmektedir. İşveren yönünden ise üretim kayıpları, idari para cezaları, hukuki süreçlerin yol açtığı yük ve kurumsal itibar kaybı üzerinde durulmaktadır. Devlet ve kamu kurumları bakımından ise iş kazalarının sosyal güvenlik sistemine getirdiği mali yük, sağlık hizmetlerine yönelik artan talep ve yargı sistemindeki iş yükünü artırıcı etkiler analiz edilmektedir. Ayrıca, kayıt dışı istihdamın iş kazalarının görünürlüğünü azaltması ve sosyal güvenlik sisteminin mali dengesini bozması gibi yapısal sorunlar da kapsamlı biçimde ele alınmaktadır.

Son olarak, bölümde mevzuatın sadeleştirilmesi, denetim kapasitesinin artırılması, dijitalleşme süreçlerinin etkinleştirilmesi, kayıt dışı istihdamla mücadelenin güçlendirilmesi ve küçük ile orta ölçekli işletmelere yönelik teşviklerin artırılması gibi çeşitli politika önerileri sunulmaktadır. Bu öneriler, hem iş kazalarının etkin biçimde önlenmesi hem de sosyal güvenlik sisteminin finansal ve yapısal sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından kritik öneme sahip bulunmaktadır. Çalışmada ortaya konulan bulgular, iş sağlığı ve güvenliği alanında bütüncül bir yaklaşımın gerekliliğini vurgulamakta; sosyal güvenlik sisteminin yalnızca bir tazminat mekanizması olmaktan çıkarılarak, önleyici, düzenleyici ve eğitici bir yapıya kavuşturulmasının önemine dikkat çekilmektedir.

1. Giriş

İş kazaları, yalnızca bireyin bedensel bütünlüğünü tehdit eden ani olaylar olmanın ötesinde (Medeni, Alagüney ve Medeni, 2024), ekonomik üretkenliği sekteye uğratan (Leigh, 2011), toplumsal refahı zedeleyen (Amoadu, Ansah ve Sarfo, 2023) ve sosyal güvenlik sistemleri üzerinde ciddi yük oluşturan yapısal sorunlar olarak değerlendirilmektedir (O’Leary vd., 2012). Küreselleşen işgücü piyasaları, teknolojik dönüşüm, esnek çalışma biçimlerinin yaygınlaşması ve kayıt dışı istihdam gibi dinamikler, iş kazalarının nedenlerini daha karmaşık hâle getirmekte; bu durum, söz konusu kazaların önlenmesini de güçleştirmektedir (OECD, 2023).

İnsan ihtiyaçlarındaki artışa paralel olarak piyasada ürün çeşitliliği artmakta, bu durum ise mal ve hizmet üretiminde kayda değer bir artış beraberinde getirmektedir. Üretimdeki bu artış, çalışanlar açısından risk faktörlerinin hem çeşitlenmesine hem de artmasına yol açmaktadır (Hashemian ve Triantis, 2023; Probst ve Graso, 2013). Dijitalleşme, otomasyon ve esnek üretim gibi yeni üretim eğilimleri bir yandan verimliliği artırmakta, diğer yandan ise çalışanların maruz kaldığı tehlikelerin niteliğini değiştirmektedir (Lesovd., 2018). Yüksek teknolojiye sahip üretim tesislerinde dahi ergonomik zorlanmaların devam ettiği (Žgajnar vd., 2016), yapay zekâ destekli iş akışlarında ise bilişsel yorgunluk gibi görece “görünmez” risk alanlarının ortaya çıktığı gözlemlenmektedir (Jeong vd., 2023; Kalid vd., 2024).

Üstelik küresel değer zincirlerinin yaygınlaşması, aynı işin farklı ülkelerde farklı iş sağlığı ve güvenliği standartları çerçevesinde yürütülmesini mümkün kılmaktadır; bu durum, korumasız ve düşük ücretli emeğin üretim süreçlerinin en kırılgan halkalarında yoğunlaşmasına yol açmaktadır (International Labour Office [ILO], 2018). Özellikle çevik üretim modeliyle faaliyet göstermekte olan küçük ve orta ölçekli işletmelerde yaygın biçimde karşılaşılan kayıt dışı istihdam sorunu, resmî istatistiklerde yer almayan bir “gizli kaza” yükü oluşturarak, iş kazalarına ilişkin gerçek tabloyu olduğundan çok daha ağır bir düzeye taşımaktadır (Kerswell ve Pratap, 2019).

Uluslararası Çalışma Örgütü’nün (ILO) verilerine göre (2023), her yıl dünya genelinde yaklaşık 395 milyon iş kazası meydana gelmekte; bu kazaların 2,9 milyonu ölümlle sonuçlanmaktadır. Türkiye bağlamında ise iş kazaları yalnızca çalışan sağlığını tehdit eden bir olgu değil (Ceylan ve Ceylan, 2012), aynı zamanda ekonomik kalkınma süreçleri (Çetin ve Karatay Göğül, 2015), sosyal güvenlik sisteminin sürdürülebilirliği (Karadeniz, 2012) ve adalet mekanizmalarının işlevselliği (Özkan, 2023) üzerinde çok boyutlu etkiler yaratan yapısal bir kriz alanı olarak değerlendirilmektedir. Sosyal Güvenlik Kurumu’nun (SGK) verilerine göre, 2023 yılında bildirilen iş kazası sayısı 540.000’i aşmakta, iş kazası sonucu yaşamını yitiren kişi sayısı ise 2.000’e yaklaşmaktadır. Bu veriler, mevcut yasal düzenlemelere ve kurumsal altyapıya rağmen, iş kazalarının Türkiye’de hâlen sistemik bir sorun olmaya devam ettiğini ortaya koymaktadır.

Makroekonomik düzeyde değerlendirildiğinde, iş kazaları yalnızca sosyal güvenlik fonları üzerinde baskı oluşturmakla kalmamakta (Koç ve Akbiyık, 2011), aynı zamanda üretim kayıpları (Korkmaz, 2011), yargı süreçleri (Ofloğlu ve Doğru, 2011) ve kurumsal itibarın zedelenmesi (Ludus Global, 2023) gibi dolaylı etkiler yoluyla şirketler ve ülke ekonomisi üzerinde milyarlarca liralık maliyet yaratmaktadır (Koç ve Akbiyık,

2011). Mikro düzeyde ise, iş kazasına maruz kalan çalışan açısından gelir kaybı (Leigh, 2011), uzun süreli rehabilitasyon süreçleri (Demir, 2009) ve psikososyal travmalar (Ofloğlu ve Uysal, 2000) gibi etkilerin bireyin yaşamında kalıcı izler bıraktığı görülmektedir (Seabury vd., 2014). Bu nedenle, sosyal güvenlik sistemlerinin iş kazalarına yönelik refleksi yalnızca tazminat ödemeleriyle sınırlı kalmamalı (Koç ve Akbiyık, 2011); bunun ötesinde, kapsamlı risk değerlendirmesi (Önder, Suner ve Önder, 2011), önleyici tedbirlerin teşviki (OSHA, 2023) ve etkin denetim mekanizmaları (Levine vd., 2012) aracılığıyla bütüncül bir koruma şemsiyesi sunulmalıdır. Bu bölüm, söz konusu bütüncül yaklaşımın gerekliliğini ortaya koymayı amaçlamakta; Türkiye’deki mevcut durumu analiz ederek, sosyal güvenlik sisteminin sahadaki etkililiğine ilişkin analitik bir çerçeve sunmaktadır.

Bu bağlamda, sosyal güvenlik sistemlerinin yalnızca kaza sonrası maddi tazminat sağlayan mekanizmalar olarak değil (Yılmaz ve Başağa, 2018), aynı zamanda koruyucu (International Social Security Association [ISSA], 2016) ve önleyici (International Labour Organization [ILO], 2017) işlevleri olan sosyal politika araçları olarak ele alınması gerekmektedir. Türkiye’de sosyal güvenlik sistemi bu rolleri büyük ölçüde üstlenmiş görünmekle birlikte, uygulamada çeşitli yetersizlikler (Yılmaz ve Alp, 2016), idari gecikmeler (Yıldırım vd., 2022) ve yapısal eksiklikler (Tammam, 2013) dikkat çekmektedir. İş kazalarının yalnızca sayısal düzeyde değil, aynı zamanda şiddet ve etki açısından da azaltılabilmesi için, sosyal güvenlik politikalarının tazmin edici işlevlerinin ötesine geçerek risk yönetimi perspektifiyle yeniden yapılandırılması zorunlu hâle gelmektedir (International Social Security Association [ISSA], 2016; Işık ve Özdemir, 2024).

Devlet, iş kazalarının önlenmesine yönelik olarak, sigortalıların iş sağlığı ve güvenliği (İSG) kurallarına uymasını sağlamak suretiyle çeşitli önleyici faaliyetler yürütmektedir; iş kazası neticesinde sigortalının zarara uğraması hâlinde kendisine, yaşamını yitirmesi durumunda ise hak sahiplerine maddi destek sağlayarak sosyal devlet sorumluluğunu yerine getirmeye çalışmaktadır (Yılmaz, 2013). Bu bağlamda devlet, çalışma yaşamında düzenleyici, denetleyici ve destekleyici bir aktör olarak çok yönlü bir rol üstlenmektedir (Horozoglu, 2012; Kalkış, 2013).

Bu kitap bölümü, Türkiye’de iş kazalarını hem hukuki hem de yapısal düzeyde, sosyal güvenlik mevzuatı çerçevesinde ele almakta; iş kazası kavramı, sigorta kolları, illiyet bağı, bildirim yükümlülüğü, denetim mekanizmaları ve sorumluluk rejimi gibi başlıklar altında kapsamlı bir analiz sunmayı amaçlamaktadır. Çalışmanın temel amacı, sosyal güvenlik sisteminin iş kazaları karşısındaki hem tazmin edici hem de koruyucu kapasitesini

değerlendirmek; uygulamadaki aksaklıkları, istisnai durumları ve politika düzeyindeki açmazları tespit ederek çözüm odaklı öneriler geliştirmektir. Bölüm boyunca, yasal düzenlemeler, SGK uygulamaları, yüksek yargı kararları ve güncel akademik literatür birlikte ele alınarak çok boyutlu bir bakış açısı geliştirilmektedir. Ayrıca, Türkiye'nin iş kazalarıyla mücadelesi küresel örneklerle karşılaştırılarak, sosyal devlet kapasitesinin sınırları ve olanakları tartışmaya açılmaktadır.

2. Sosyal Güvenlik Sistemine Kavramsal ve Tarihsel Bir Bakış

2.1. Sosyal Güvenlik Kavramı ve Gelişimi

Sosyal güvenlik, bireylerin yaşamlarını tehdit eden belirli sosyal risklere karşı devlet güvencesi altında korunmalarını ifade eden temel bir kamu politikası olarak tanımlanmaktadır (Gökbayrak, 2022). Bu riskler arasında hastalık, analık, yaşlılık, malullük, ölüm, işsizlik, iş kazası ve meslek hastalıkları gibi bireyin ekonomik ve sosyal yaşamını olumsuz etkileyebilecek durumlar yer almaktadır (ILO, 1952). Karmaşıklaşan toplumsal ve ekonomik yapılar içerisinde, sosyal güvenliğin yalnızca birey refahını sağlamadığı; aynı zamanda toplumsal barışı tesis etme ve ekonomik sürdürülebilirliği destekleme bakımından da stratejik bir araç hâline geldiği görülmektedir (World Bank, 2001).

Modern anlamda sosyal güvenlik kavramı, özellikle Sanayi Devrimi'nin ardından gelişmiş ülkelerde, 20. yüzyılın ortalarından itibaren kurumsallaşma sürecine girmektedir (Ginneken, 1999). 1948 tarihli İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi'nin 22. maddesinde sosyal güvenlik temel bir insan hakkı olarak tanımlanmakta (United Nations, 1948); 1952 tarihli Uluslararası Çalışma Örgütü'nün 102 sayılı Sözleşmesi ise bu alanda uluslararası düzeyde sistematik bir çerçeve oluşturmaktadır (ILO, 1952).

Günümüzde sosyal güvenlik, yalnızca gelir desteği sağlayan bir sistem olmaktan öte; önleyici, koruyucu ve destekleyici işlevleriyle kamu politikalarının bütünüleyici bir unsuru olarak değerlendirilmektedir (Townsend, 2007). Sosyal güvenlik, bireyin önceden öngörülemeyen ve ekonomik ya da sosyal yıkıma neden olabilecek risklere karşı korunmasını hedeflemektedir (ILO, 2001). Bu risklerle bireysel olarak başa çıkılamadığı durumlarda, devlet aracılığıyla sunulan sosyal yardımlar ve hizmetler güvenli bir destek mekanizması sağlamaktadır (Esping-Andersen, 1990; Özdemir, 2011).

Sosyal güvenlik sistemlerinin etkinliği yalnızca hukuki çerçevenin varlığıyla değil, aynı zamanda bu sistemlerin toplumun tüm kesimleri tarafından

erişilebilir olmasıyla ölçülmektedir. Değişen sosyal yapılar, artan yaşam maliyetleri ve demografik dönüşümler, sosyal güvenlik politikalarının sürekli olarak güncellenmesini ve kapsayıcılığının artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Özellikle kırılgan grupların korunması ve fırsat eşitliğinin sağlanması gerekliliği, sosyal güvenliğin yalnızca bir hak değil, aynı zamanda toplumsal bütünleşmenin temel araçlarından biri olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, sosyal güvenlik sistemleri bireysel riskleri azaltmanın ötesine geçerek, sosyal adaletin tesisi ve toplumsal dayanışmanın güçlendirilmesine katkı sunmaktadır. Dolayısıyla, sosyal güvenlik politikalarının yalnızca mevcut risklere değil, gelecekte ortaya çıkabilecek yeni toplumsal ihtiyaçlara da yanıt verebilecek esneklikte tasarlanması büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, devletlerin sosyal güvenlik politikalarını yalnızca koruyucu değil, aynı zamanda önleyici ve güçlendirici bir perspektifle ele almaları gerekmektedir.

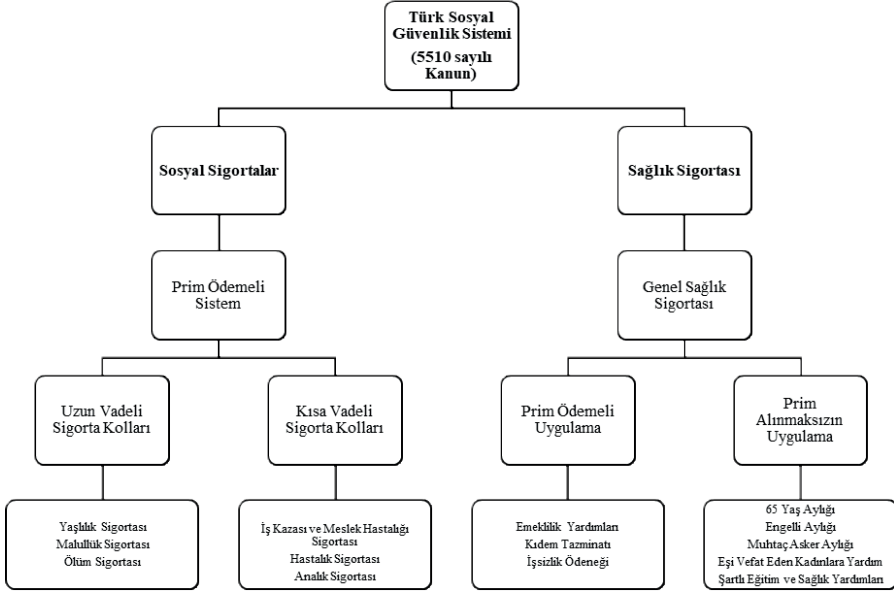
Bu çerçevede sosyal güvenlik sistemleri, bireysel riskleri azaltmanın ötesine geçerek, sosyal adaletin tesisi ve toplumsal dayanışmanın güçlendirilmesine katkı sunmaktadır. Dolayısıyla, sosyal güvenlik politikalarının yalnızca mevcut risklere değil, gelecekte ortaya çıkabilecek yeni toplumsal ihtiyaçlara da yanıt verebilecek esneklikte tasarlanması büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, devletlerin sosyal güvenlik politikalarını yalnızca koruyucu değil, aynı zamanda önleyici ve güçlendirici bir perspektifle ele almaları gerekmektedir.

2.2. Türkiye’de Sosyal Güvenlik Sisteminin Yapısı

Türkiye’de sosyal güvenlik sistemi, uzun yıllar boyunca farklı meslek gruplarına ve sektörler özeğü kurumlar aracılığıyla parçalı bir yapı içerisinde hizmet sunmuştur. Bu sistem; işçi statüsündeki çalışanları kapsayan Sosyal Sigortalar Kurumu (SSK), serbest meslek mensuplarını ve küçük esnafı kapsayan Esnaf ve Sanatkârlar ve Diğer Bağımsız Çalışanlar Sosyal Sigortalar Kurumu (Bağ-Kur) ile kamu görevlilerini kapsayan Emekli Sandığı’ndan oluşmaktadır. Ancak bu yapı, hizmet sunumunda eşitsizlikler, idari dağınlıklık ve sürdürülebilirlik sorunlarını beraberinde getirmektedir.

Bu sorunlara çözüm üretmek amacıyla, 2006 yılında kapsamlı bir sosyal güvenlik reformu gerçekleştirilmiş ve söz konusu üç ayrı kurum tek bir çatı altında birleştirilerek Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) adı altında yeniden yapılandırılmıştır. Böylece, sosyal güvenlik hizmetlerinin eşgüdömlü, etkin ve bütöncöl bir şekilde yürütölmesi hedeflenmektedir. Aynı reform sürecinde, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı sosyal güvenlik politikalarının

belirlenmesi ve uygulanması noktasında üst düzenleyici otorite olarak işlevini sürdürmektedir.



Şekil 1. Türk Sosyal Güvenlik Sistemi

Türkiye’de sosyal güvenlik sistemi, 2006 yılında gerçekleştirilen reform kapsamında tek çatı altında toplanmakta; 5502 sayılı Kanun ile kurulan Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) Başkanlığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı’nın ilgili kuruluşu olarak sosyal güvenlik hizmetlerinin yürütülmesinden sorumlu hâle getirilmektedir. Kurum, 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu çerçevesinde, vatandaşlara yönelik sigorta ve sağlık hizmetlerini merkez ve taşra teşkilatları aracılığıyla sunmaktadır.

Söz konusu reform sonrasında, sistemin kapsayıcılığını artırmak, finansal sürdürülebilirliğini sağlamak ve hizmet sunumunda etkinliği geliştirmek amacıyla çeşitli dijitalleşme adımları atılmaktadır. Bu kapsamda, e-Devlet ve e-SGK entegrasyonu ile birlikte e-bildirge, MEDULA, e-rapor ve e-provizyon gibi uygulamalar hayata geçirilmektedir. Bu sayede, hem vatandaşlar hem de işverenler açısından işlemlerin daha hızlı ve erişilebilir hâle gelmesi sağlanmaktadır. 2023 yılı itibarıyla kullanıma sunulan “Dijital SGK” mobil uygulaması ise bireylerin sigortalılık bilgileri, emeklilik durumları ve prim borçları gibi kritik bilgilere anlık olarak ulaşmalarını mümkün kılmaktadır.

Ancak tüm bu teknolojik gelişmelere rağmen, sosyal güvenlik sistemine ilişkin kamuoyu tartışmaları devam etmektedir. Özellikle Emeklilikte Yaşa Takılanlar (EYT) düzenlemesiyle birlikte, sistemin uzun vadeli mali yükü ve aktüeryal dengesi yeniden gündeme gelmekte; sosyal güvenliğin yalnızca teknik bir idari alan değil, aynı zamanda siyasi, sosyolojik ve ekonomik boyutları olan çok yönlü bir politika sahası olduğu bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, sosyal güvenlik sisteminin yalnızca idari ve teknolojik gelişmelere uyum sağlaması yeterli olmamakta; aynı zamanda toplumsal beklentiler, demografik dönüşümler ve ekonomik koşullarla da uyumlu bir şekilde yapılandırılması gerekmektedir.

3. Sigortalılık ve Sigorta Kolları

3.1. Sigortalılık Türleri (4/a, 4/b, 4/c)

Sosyal güvenlik sisteminde sigortalılık, bireylerin belirli sosyal risklere karşı korunmalarını temin etmek amacıyla sisteme dâhil edilmeleriyle başlamaktadır. Türkiye’de sigortalılık statüleri, 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu çerçevesinde üç ana kategori altında düzenlenmektedir: 4/a, 4/b ve 4/c (Sosyal Güvenlik Kurumu, 2023).

- 4/a kapsamında sigortalı sayılanlar, hizmet akdi ile bir veya birden fazla işverenin yanında çalışan kişilerdir. Bu grup, geleneksel anlamda işçi statüsünde değerlendirilen ve işveren ile iş ilişkisi bulunan bireyleri kapsamaktadır.
- 4/b kapsamında sigortalı sayılanlar, kendi adına ve hesabına bağımsız olarak çalışan kişileri ifade etmektedir. Serbest meslek mensupları, küçük esnaf ve zanaatkarlar bu gruba dâhil edilmektedir.
- 4/c kapsamında sigortalı olanlar ise kamu kurum ve kuruluşlarında görev yapan memurlardır. Bu grup, kamu hizmetine dayalı statü ile çalışanları kapsamaktadır (5510 sayılı Kanun, md. 4).

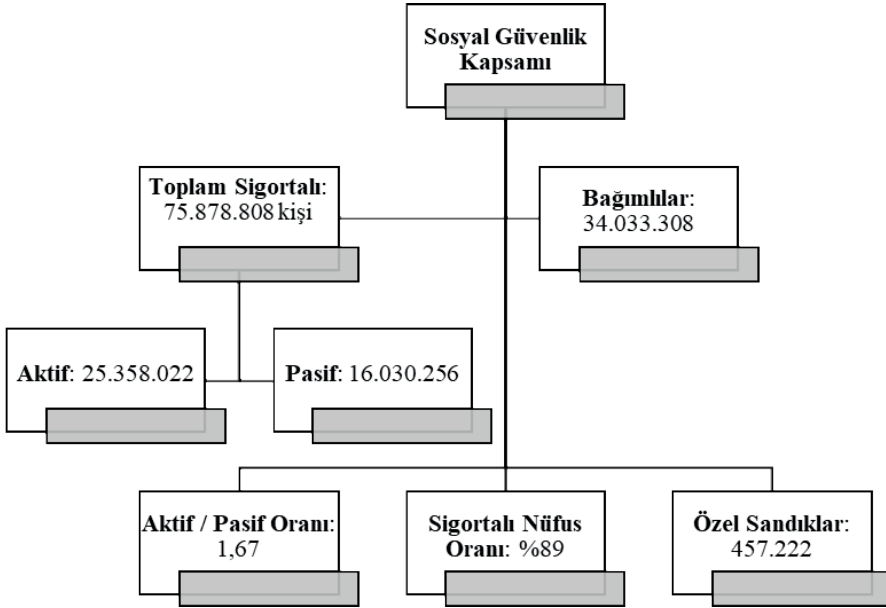
Her bir sigortalılık türü, sosyal güvenlik sistemine farklı koşullarla entegre edilmekte; bireylerin hak ve yükümlülükleri, bu statülerin belirlediği yasal çerçeve içerisinde şekillenmektedir. Ancak son yıllarda geçici istihdam, platform ekonomisi ve esnek çalışma biçimlerinin yaygınlaşması, mevcut sigortalılık türlerinin kapsamını, işlevini ve yeterliliğini yeniden tartışmaya açmaktadır (Gülen, 2023). Bu gelişmeler, sosyal güvenlik sisteminin değişen çalışma ilişkilerine uyum sağlayacak şekilde yeniden yapılandırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Sigorta Kolları						
Kısa Vadeli			Uzun Vadeli			Genel Sağlık Sigortası
İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sigortası	Hastalık Sigortası	Analık Sigortası	Malullük	Yaşlılık	Ölüm	Bireylerin sağlık hizmetlerinden yararlanmasını sağlar. Ayakta ve yatarak tedavi giderlerini kapsar. Tüm sigortalılar ve bakmakta yükümlü olunan kişiler için geçerlidir. Prümlü veya prümsiz (gelir testine göre) olarak uygulanabilir.
İş yerinde veya işle ilgili kazalara karşı güvence sağlar. Meslek hastalıklarından sonucu oluşan zararları karşılar. Sürekli iş göremezlik, geçici iş göremezlik, ölüm gibi durumlarda tazminat öder.	Geçici iş göremezlik durumlarında gelir kaybına telafi eder. Belirli şartlarda kısa süreli ödeme sağlar.	Gebelik ve doğum döneminde geçici iş göremezlik ödeneği verilir. Doğum masrafları ve annelik sürecinde destek sağlar.	Sigortalının çalışma gücünü önemli oranda kaybetmesi durumunda aylık bağlanır. Belirli prim gün şartı aranmaktadır.	Belirli yaş ve prim gün sayısı dolduran kişilere emekli aylığı bağlanır. Emeklilik sonrası sosyal güvencenin devamını sağlar.	Sigortalının vefatı halinde geride kalan hak sahiplerine (eş, çocuk, anne-baba) ölüm aylığı bağlanır. Cenaze yardımı ve evlenme ödeneği gibi yan ödemeleri de içerir.	

Şekil 2. Türkiye’de Sigorta Kollarının Yapısı ve Kapsamı

Şekil 2, Türkiye’de uygulanan sosyal güvenlik sisteminde yer alan temel sigorta kollarının yapısını ve kapsamını özetlemektedir. Sosyal güvenlik kapsamında sigortalılık, bireylerin belirli sosyal risklere karşı korunmasını sağlamak üzere yapılandırılmakta olup, 5510 sayılı Kanun çerçevesinde üç ana kategori altında toplanmaktadır: kısa vadeli sigorta kolları, uzun vadeli sigorta kolları ve genel sağlık sigortası.

Kısa vadeli sigorta kolları, iş kazası, meslek hastalığı, hastalık ve analık gibi ani ve geçici nitelikteki riskleri kapsamaktadır. Buna karşılık, uzun vadeli sigorta kolları, malullük, yaşlılık ve ölüm gibi bireylerin yaşam boyu etkilenebileceği risklere karşı güvence sağlamaktadır. Genel sağlık sigortası ise bireylerin sağlık hizmetlerine kesintisiz ve etkin erişimini güvence altına almaktadır. Bu yapı, 4/a, 4/b ve 4/c sigortalılık türlerinde yer alan bireylerin farklı ihtiyaç ve risk profillerine uygun olarak uygulanmakta ve kapsamlı bir koruma sunmaktadır.



Şekil 3. Türkiye’de Sosyal Güvenlik Kapsamının 2023 Yılı İtibarıyla Genel Dağılımı

Şekil 3, Türkiye’de sosyal güvenlik sisteminin 2023 yılı itibarıyla kapsamını ve temel istatistiksel dağılımını göstermektedir. Toplam 75,8 milyon sigortalı bireyin; 25,3 milyonu aktif çalışan, yaklaşık 16 milyonu pasif (emekli, malul vb.) statüde bulunmakta, 34 milyon kişi ise sigortalıya bağımlı olarak sisteme dâhil edilmektedir. Özel sandıklara kayıtlı kişi sayısı 457.222 olarak belirlenmektedir. Sigortalı nüfusun genel nüfusa oranı %89 olarak hesaplanmakta; sistemin aktif/pasif oranı ise 1,67 düzeyindedir. Bu göstergeler, sosyal güvenlik sisteminin yalnızca kapsam genişliğini değil, aynı zamanda sürdürülebilirliğini de ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Zorunlu Sigortalı Türleri ve Dağılımı (Aralık 2023)

Kategori	Sayı
Toplam Zorunlu Sigortalı	23.021.132
4/A (Hizmet Akdiyle Çalışanlar)	16.406.420
4/B (Bağımsız Çalışanlar)	2.971.925
4/C (Memurlar)	3.642.787
Cinsiyet Dağılımı (4/A kapsamında)	
Kadın	5.534.982
Erkek	10.871.438
Kurum Türüne Göre Dağılım (4/A)	
Kamu	1.936.402
Özel	14.470.018

Tablo 1, Türkiye’de 2023 yılı Aralık ayı itibarıyla zorunlu sigortalılık kapsamındaki bireylerin dağılımını ortaya koymaktadır. Sigortalıların büyük çoğunluğu 4/A statüsünde yer almakta olup, bu grup hizmet akdi ile çalışan işçileri kapsamaktadır. 4/B statüsündeki bireyler kendi adına bağımsız çalışanları, 4/C statüsündekiler ise kamu görevlilerini içermektedir.

Cinsiyet bazında yapılan değerlendirmede, 4/A kapsamında istihdam edilen erkek sigortalı sayısının kadınlardan yaklaşık iki kat daha fazla olduğu görülmektedir. Kurum türüne göre dağılım incelendiğinde ise, 4/A kapsamındaki sigortalıların önemli bir bölümünün özel sektörde çalıştığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, sosyal güvenlik sisteminin Türkiye’deki istihdam yapısına paralel olarak şekillendiğini ve özel sektörün sigortalı istihdamındaki baskın konumunu açıkça ortaya koymaktadır.

Tablo 2. Zorunlu Sigortalı İşyeri ve Kazanç Bilgileri (2023)

Kategori	Alt Kategori	Sayı / Tutar
İşyeri Sayısı	Toplam	2.179.123
	Kamu	46.660
	Özel	2.132.463
İşyeri Büyüklüğüne Göre Dağılım	0–50 çalışan - İşyeri	1.392.777
	0–50 çalışan - Sigortalı	3.549.853
	51–250 çalışan - İşyeri	370.164
	51–250 çalışan - Sigortalı	1.298.820
	251+ çalışan - İşyeri	416.336
	251+ çalışan - Sigortalı	2.239.581
Ortalama Günlük Kazanç (TL)	Kadın	723,47 TL
	Erkek	835,75 TL
	Kamu	1.021,11 TL
	Özel	716,15 TL

2023 yılı itibarıyla Türkiye’de zorunlu sigortalıların istihdam edildiği işyeri sayısı toplam 2.179.123 olarak kaydedilmektedir. Bu işyerlerinin büyük çoğunluğu, yaklaşık %98 oranıyla özel sektöre ait olmakta; kamuya ait işyeri sayısı ise yalnızca 46.660 seviyesinde bulunmaktadır. Bu veriler, sigortalı istihdamının büyük ölçüde özel sektör aracılığıyla yürütülmekte olduğunu göstermektedir.

İşyeri büyüklüğüne göre yapılan sınıflandırmada, sigortalıların önemli bir bölümünün küçük ölçekli işletmelerde çalıştığı gözlemlenmektedir. Çalışan sayısı 0–50 arasında olan işletmeler, toplam işyeri sayısının yaklaşık

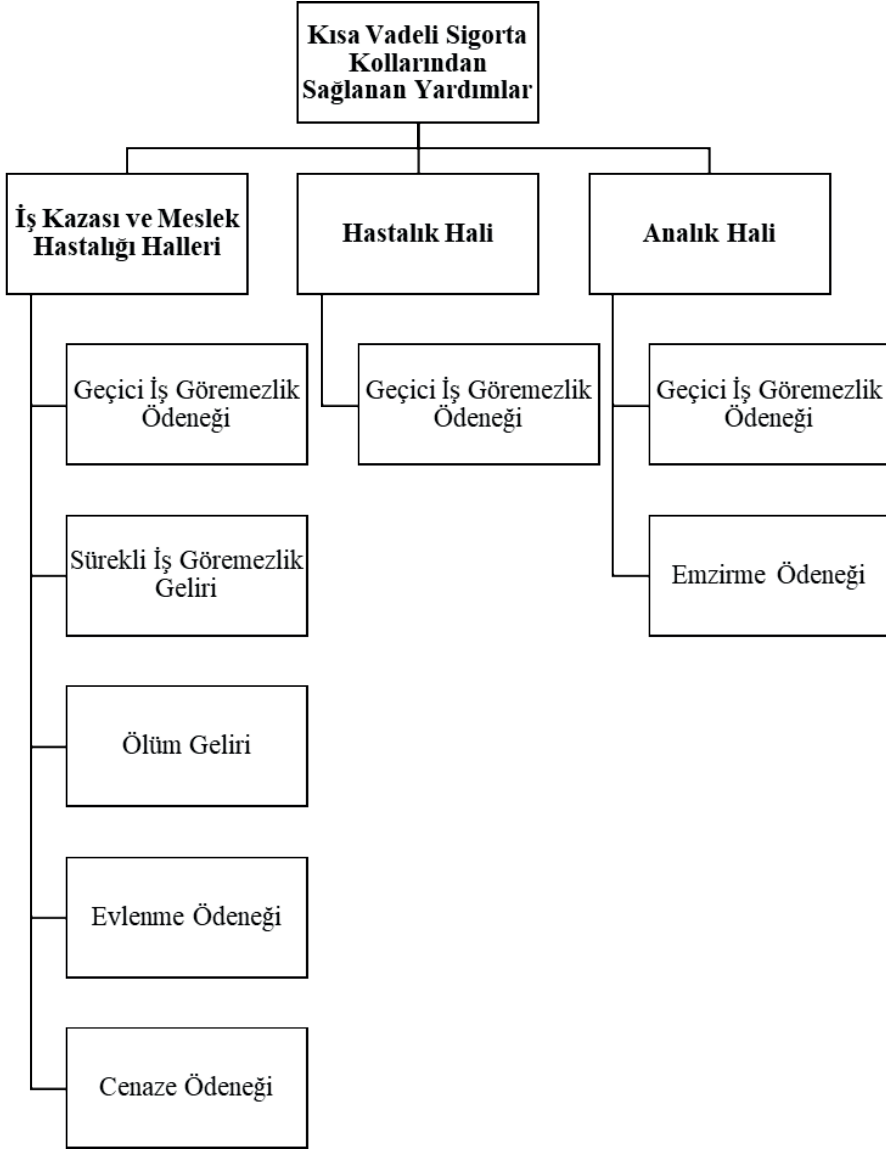
%64’ünü oluşturmakta ve bu grupta istihdam edilen sigortalı sayısı 3,5 milyonun üzerindedir. Orta ölçekli (51–250 çalışan) ve büyük ölçekli (251 ve üzeri çalışan) işyerleri ise sayıca daha az olmakla birlikte, kişi başına düşen sigortalı oranı daha yüksek düzeyde seyretmektedir. Bu durum, Türkiye işgücü piyasasında küçük ölçekli işletmelerin yaygınlığını koruduğunu, ancak bu işletmelerin daha sınırlı sayıda işçi istihdam ettiğini ortaya koymaktadır.

Ortalama günlük kazançlar incelendiğinde, kamu sektöründe çalışanların özel sektöre kıyasla daha yüksek gelir elde ettiği görülmektedir. Kamu çalışanlarının ortalama günlük kazancı 1.021,11 TL iken, özel sektörde bu rakam 716,15 TL olarak kaydedilmiştir. Cinsiyet temelinde yapılan analizde ise erkeklerin ortalama günlük kazancının kadınlara göre daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Erkeklerin günlük kazancı 835,75 TL, kadınların ise 723,47 TL düzeyindedir. Bu fark, toplumsal cinsiyet temelli gelir eşitsizliğinin yanı sıra, kadınların genellikle daha düşük ücretli ve güvencesiz işlerde yoğunlaştığını da ortaya koymaktadır.

Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye’de sosyal güvenlik sisteminin büyük ölçüde özel sektör istihdamına dayandığı görülmektedir. Küçük ölçekli işletmelerin yaygınlığı ile gelir eşitsizliklerinin hem cinsiyet hem de sektör temelli olarak devam ettiği anlaşılmaktadır. Bu durum, sosyal güvenlik sisteminin sadece mevcut yapısal koşullara değil, aynı zamanda toplumsal eşitsizliklere de duyarlı bir şekilde yeniden tasarlanmasını gerekli kılmaktadır. Gelecekte geliştirilecek politika araçlarının, cinsiyete dayalı gelir farklılıklarını azaltmaya, küçük işletmelerin sürdürülebilirliğini desteklemeye ve kayıtlı istihdamı teşvik etmeye odaklanması; sistemin hem finansal hem de yapısal sürdürülebilirliği açısından kritik bir önem taşımaktadır.

3.2. Kısa ve Uzun Vadeli Sigorta Kolları

Türkiye’de sosyal güvenlik sistemi, sigortalılara kısa vadeli ve uzun vadeli sigorta kolları aracılığıyla çeşitli yardımlar sunmaktadır. Kısa vadeli sigorta kolları, iş kazası, meslek hastalığı, hastalık ve analık sigortalarını kapsamaktadır. Bu sigorta kolları, sigortalının karşılaştığı geçici nitelikteki risklere karşı güvence sağlamaktadır.



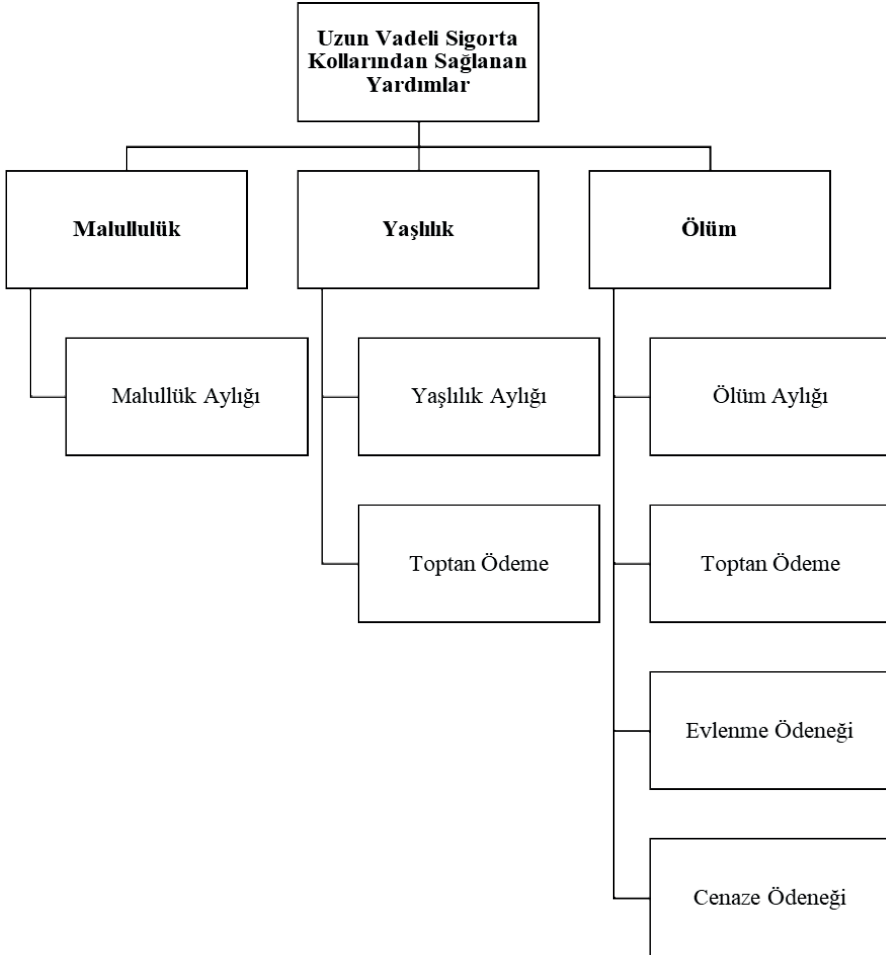
Şekil 4. Kısa Vadeli Sigorta Kollarından Sağlanan Yardımlar

Türkiye’de sosyal güvenlik sistemi, sigortalılara kısa vadeli ve uzun vadeli sigorta kolları aracılığıyla çeşitli yardımlar sunmaktadır (Sosyal Güvenlik Kurumu, 2023). Kısa vadeli sigorta kolları, iş kazası, meslek hastalığı, hastalık ve analık sigortalarını kapsamaktadır (5510 sayılı Kanun, md. 13–18). Bu kollar, sigortalının karşılaştığı geçici nitelikli risklere karşı güvence

sağlamakta; geçici iş göremezlik ödeneği, tedavi giderleri ve doğum yardımı gibi sosyal sigorta ödemeleri bu kapsamda yapılmaktadır (Özdemir, 2020).

Uzun vadeli sigorta kolları ise yaşlılık, malullük ve ölüm sigortalarını içermektedir. Bu sigorta kolları kapsamında yapılan ödemeler, bireylerin çalışma yaşamlarını sonlandırdıkları veya gelir getiren faaliyetlerde bulunmalarının mümkün olmadığı durumlarda devreye girmektedir (5510 sayılı Kanun, md. 25–34; Gökbayrak, 2022).

Ayrıca, reform süreciyle birlikte Genel Sağlık Sigortası (GSS) ayrı bir sigorta kolu olarak tanımlanmış ve tüm bireylerin sağlık hizmetlerine erişimi garanti altına alınmıştır (Kızılova, 2015). GSS’nin bireysel ve toplumsal sağlık güvenliği üzerindeki önemi, özellikle pandemi gibi olağanüstü dönemlerde daha da belirginleşmiştir.

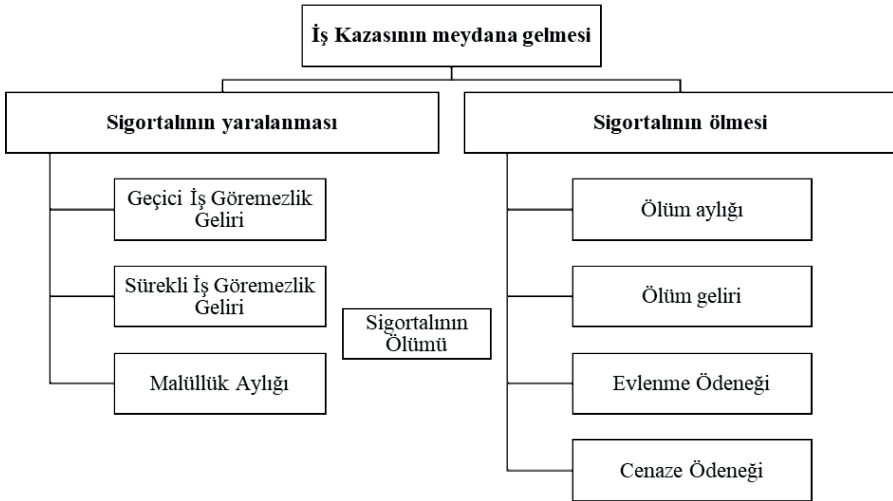


Şekil 5. Uzun Vadeli Sigorta Kollarından Sağlanan Yardımlar

Şekil 5, uzun vadeli sigorta kolları kapsamında sigortalılara veya hak sahiplerine sağlanan sosyal güvenlik yardımlarını görsel olarak sunmaktadır. Uzun vadeli sigorta kolları, malullük, yaşlılık ve ölüm olmak üzere üç temel başlık altında sınıflandırılmaktadır. Malullük sigortası, sigortalının çalışma gücünü belirli bir oranın üzerinde kaybetmesi halinde devreye girmekte ve malullük aylığı bağlanmasını sağlamaktadır (5510 sayılı Kanun, md. 25; Özdemir, 2020). Yaşlılık sigortası ise, emeklilik koşullarını (yaş ve prim gün sayısı) yerine getiren sigortalılara yaşlılık aylığı ödenmesini güvence altına almaktadır. Emeklilik şartlarının sağlanamadığı durumlarda ise, birikmiş primlerin geri ödenmesini ifade eden toptan ödeme imkânı bulunmaktadır (Gökbayrak, 2022).

Ölüm sigortası, sigortalının vefatı halinde hak sahiplerine yönelik yardımları kapsamaktadır. Bu durumda hak sahiplerine ölüm aylığı bağlanmakta; yeterli prim koşullarının sağlanmadığı hallerde ise toptan ödeme yapılmaktadır. Ayrıca, kız çocuklarının evlenmeleri durumunda evlenme ödeneği ile defin işlemlerine ilişkin cenaze ödeneği gibi ek sosyal yardımlar da sosyal güvenlik sistemi içerisinde yer almaktadır (SGK, 2023).

Bu düzenleme, uzun vadeli sigorta kollarının sadece bireyin değil, aynı zamanda aile fertlerinin geleceğini de güvence altına almayı amaçladığını açıkça ortaya koymaktadır. Sosyal güvenlik sisteminin sürdürülebilirliği ve toplumsal refahın sağlanması açısından bu yardımların önemi büyüktür (Buğra ve Keyder, 2006).



Şekil 6. İş Kazası Halinde Sigortalıya Sağlanan Yardımlar

Şekil 6, iş kazası meydana geldiğinde sigortalıya veya hak sahiplerine sağlanan yardımları sistematik bir biçimde ortaya koymaktadır. İş kazası sonucunda sigortalı yaralanması durumunda, yaralanmanın niteliğine bağlı olarak geçici veya sürekli iş göremezlik geliri bağlanmaktadır. Eğer yaralanma kalıcı bir maluliyet durumu oluşturuyorsa, sigortalıya malullük aylığı ödenmektedir. Sigortalının iş kazası sonucunda hayatını kaybetmesi halinde ise sistem, ölüm yardımlarını devreye sokmaktadır. Bu kapsamda, sigortalının doğrudan ölümü durumunda hak sahiplerine ölüm aylığı veya ölüm geliri bağlanabilmektedir. Ayrıca, ölümle bağlantılı olarak yetim kız çocuklarına yönelik evlenme ödeneği ve cenaze ödeneği gibi ek yardımlar da sağlanmaktadır.

Bu düzenleme, sosyal güvenlik sisteminin yalnızca sigortalının kendisini değil, aynı zamanda ailesini de koruma amacını yansıtmaktadır. İş kazalarına karşı sosyal güvenlik sisteminin sunduğu bu çok boyutlu güvence, hem iş güvencesi hem de sosyal adalet açısından önemli bir güvenlik ağı oluşturmaktadır.

3.3. Prim Oranları ve Finansman Yapısı

Sosyal güvenlik sisteminin sürdürülebilirliği, prim gelirlerinin yeterliliği ve düzenliliğine doğrudan bağlıdır (ILO, 2017). Türkiye’de prim oranları, sigorta kolu ve sigortalılık statüsüne göre farklılık göstermektedir. Genel olarak, 4/a kapsamında bulunan sigortalılar için primlerin belirli bir kısmı işçi tarafından, kalan kısmı ise işveren tarafından ödenmektedir. Buna karşılık, 4/b ve 4/c kapsamındaki bireyler prim yükünü tamamen kendileri üstlenmektedir (5510 sayılı Kanun, md. 81).

Prim oranları bakımından değerlendirildiğinde; kısa vadeli sigorta kollarında işyerinin tehlike sınıfına göre oranlar %1 ila %6,5 arasında değişirken, uzun vadeli sigorta kollarında toplam prim oranı %20 olup, bunun %11’i işveren payı, %9’u sigortalı payı olarak tahsil edilmektedir (SGK, 2023). Genel Sağlık Sigortası (GSS) kapsamında ise %12,5 oranında prim alınmaktadır. İşsizlik sigortası tarafında ise işçi %1, işveren %2 ve devlet %1 oranında prim katkısı sağlamaktadır (İŞKUR, 2023).

Sosyal güvenlik sisteminin finansmanı, ağırlıklı olarak karma finansman modeli (pay-as-you-go) esasına dayanmaktadır; bu modelde aktif sigortalıların primleri, pasif hak sahiplerine yapılan ödemeleri karşılamaktadır (Kızılova, 2015). Ancak demografik yapıdaki yaşlanma, kayıt dışı istihdamın yaygınlığı ve erken emeklilik uygulamaları, bu finansman dengesini tehdit eden önemli unsurlar arasında yer almaktadır (Buğra & Adar, 2008).

Tablo 3. Sigorta Primleri Ve Prim Oranları (SGK, 2023)

Sigortalılık Türü	Kısa Vadeli Sigorta Kolları	Uzun Vadeli Sigorta Kolları	Genel Sağlık Sigortası	Sosyal Güvenlik Destek Primi
4/a	İşveren %2	İşveren %11 Sigortalı %9	İşveren %7,5 Sigortalı %5	-
4/b	Kendisi %2	Kendisi %20	Kendisi %12,5	-
4/a (Emekli)	İşveren %2	-	-	İşveren %22,50 Sigortalı %7,50

Tablo 3, 2023 yılı itibarıyla Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından belirlenen sigorta prim oranları ile bu oranların sigortalılık türlerine göre dağılımını göstermektedir. Buna göre, 4/a kapsamında çalışanlar için kısa vadeli sigorta kolları primi, işveren tarafından %2 oranında ödenirken; uzun vadeli sigorta kolları primi işveren payı %11, sigortalı payı ise %9 olarak tahsil edilmektedir. Genel Sağlık Sigortası (GSS) prim oranlarında işveren %7,5, sigortalı ise %5 oranında katkı sağlamaktadır. 4/b (Bağ-Kur) kapsamında yer alan sigortalılar ise tüm prim yükümlülüğünü kendileri üstlenmekte olup; kısa vadeli sigorta kolları için %2, uzun vadeli sigorta kolları için %20 ve genel sağlık sigortası için %12,5 oranında prim ödemektedirler. Emekli olup 4/a kapsamında çalışanlar için ise Sosyal Güvenlik Destek Primi uygulanmakta ve bu primin %22,5'i işveren, %7,5'i sigortalı tarafından karşılanmaktadır. Ancak, emekli çalışanlardan uzun vadeli sigorta kolları ve genel sağlık sigortası primi tahsil edilmemektedir. Söz konusu tablo, farklı sigortalılık statülerine göre prim yükümlülüklerinin dağılımını açık ve sistematik biçimde ortaya koymaktadır.

4. İş Kazası Kavramı ve Hukuki Boyutu

4.1. İş Kazası Tanımı ve Unsurları

İş kazası, çalışma hayatında en sık karşılaşılan sosyal risklerden biri olup, hem birey hem de toplum açısından önemli ve ciddi sonuçlar doğurmaktadır (Yılmaz, 2017). Hukuki bağlamda iş kazası, yalnızca fiziksel bir olay olarak değerlendirilmemekte; aynı zamanda sosyal güvenlik haklarının doğmasına zemin hazırlayan ve belirli koşulların varlığına bağlı olarak tanımlanan hukuki bir statü olarak kabul edilmektedir (Kılıkş, 2013).

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu’nun 13. maddesine göre “iş kazası, sigortalının işyerinde bulunduğu sırada, işveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle, görevli olarak işyeri dışında başka bir yerde bulunduğu sırada veya emzirme izni kullanırken uğradığı kazalar sonucu meydana gelen ve sigortalıyı bedenen ya da ruhen engelli hâle getiren olaydır”.

Tablo 4. Ulusal ve Uluslararası Literatürde İş Kazası Tanımları

Kaynak	Ülke / Kurum	Tanım
5510 sayılı Kanun, m.13	Türkiye	“Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada, işveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle, görevli olarak işyeri dışında başka bir yerde bulunduğu sırada, emzirme izni kullanırken veya işverence sağlanan taşıtla işin yapıldığı yere gidiş geliş sırasında meydana gelen ve sigortalıyı bedenen veya ruhen özre uğratan olay.”
Yargıtay 21. HD, E.2015/10624 K.2016/10981	Türkiye	“İşçinin işverenin otoritesi altında bulunduğu sırada gerçekleşen, dıştan gelen, ani ve beklenmedik bir etki sonucu bedensel ya da ruhsal zarara uğraması iş kazasıdır.”
ILO (1998), 16th ICLS Resolution	Uluslararası	“İş kazası, iş sırasında meydana gelen ve fiziksel veya zihinsel zarara yol açan tekil bir olaydır.”
ILO (2001), Recording and Notification of Occupational Accidents and Diseases	Uluslararası	“İşten kaynaklanan veya işle bağlantılı, şiddet eylemleri de dahil olmak üzere, bir veya daha fazla işçinin kişisel yaralanmasına, hastalığına veya ölümüne neden olan beklenmedik ve planlanmamış olay.”
EUROSTAT (2013)	Avrupa Birliği	“İş sırasında meydana gelen ve bir işçiye fiziksel veya zihinsel zarar veren tekil olay.”
Bulat (2008) –	ABD	“İş kazaları, iş kazasından kaynaklanan herhangi bir kişisel yaralanma, hastalık veya ölüm olarak tanımlanır.”
Korkusuz (2021) –	Türkiye	“İş kazası; işçinin, işverenin yönetim, gözetim ve denetimi altında bulunduğu bir zamanda ve işle ilgili bir faaliyeti sırasında ortaya çıkan, ani, dışsal ve zarar verici nitelikte bir olaydır.”
Yılmaz (2017) –	Türkiye	“İş kazası, çalışanın çalışma süresi içinde ya da işle bağlantılı olarak meydana gelen, beklenmeyen ve harici bir etkenle gerçekleşen, kişisel zarara yol açan olaydır.”
Health and Safety Executive (HSE), UK	Birleşik Krallık	“İş kazası, fiziksel yaralanmaya neden olan ve işten kaynaklanan veya işle bağlantılı, ayrı ve tanımlanabilir bir kaza olayıdır.”
OSHA (Occupational Safety and Health Administration), USA	ABD	“Bir yaralanma veya hastalık, iş ortamındaki bir olay veya maruz kalma, bu durumu neden olmuş veya katkıda bulunmuş ya da önceden var olan bir durumu önemli ölçüde ağırlaştırmışsa, işle ilgili kabul edilir.”

Tablo 4’te yer alan tanımlar, iş kazası kavramının hem uluslararası kuruluşlar hem de ulusal hukuk sistemleri tarafından nasıl tanımlandığını ortaya koymaktadır. Bu tanımlar genel olarak dört ortak unsuru etrafında şekillenmektedir:

1. Ani ve dışsal bir olay olması,
2. İşle bağlantılı ya da işin ifası sırasında gerçekleşmesi,
3. Fiziksel ya da ruhsal bir zarara neden olması,
4. Sigortalı/çalışan statüsünde bir bireyi etkilemesi.

Türkiye’deki tanım (5510 sayılı Kanun m.13 ve Yargıtay içtihatları), olayı yalnızca teknik bir kaza olarak değil, aynı zamanda hukuki sonuçlar doğuran, sosyal güvenlik yardımları ve işveren yükümlülükleri ile bağlantılı bir durum olarak ele alır. Tanım oldukça kapsamlıdır ve işyeri dışındaki görevler, emzirme izni ve işverenin sağladığı taşıma gibi durumları da içine alarak uygulamada koruyucu bir yaklaşım benimser.

Uluslararası tanımlar (ILO, EUROSTAT, OSHA) genellikle iş kazasının “*ani*”, “*beklenmedik*”, “*harici*” ve “*zarar verici*” niteliklerine vurgu yapmaktadır. Özellikle Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tanımı, şiddet içeren olaylar gibi olağandışı durumları da kapsayacak şekilde geniş yorumlanmaktadır. İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA) ve Sağlık ve Güvenlik İdaresi (HSE) gibi kurumlar ise iş ortamındaki her türlü maruziyetin etkisini dikkate alarak, hem iş kazalarını hem de meslek hastalıklarını tanım kapsamına almaktadır.

Kıta Avrupası ve Anglo-Sakson hukuk sistemleri arasındaki temel farklardan biri, Anglo-Sakson sistemlerinde işverenin sorumluluğunun daha geniş biçimde tanımlanması ve yargı süreçlerinin büyük ölçüde içtihatlara dayanmasıdır. Türkiye’nin sosyal güvenlik sistemi ise Kıta Avrupası hukuk geleneğini benimsemekte ve sosyal güvenlik korumasını daha açık ve normatif düzenlemelerle sağlamaktadır.

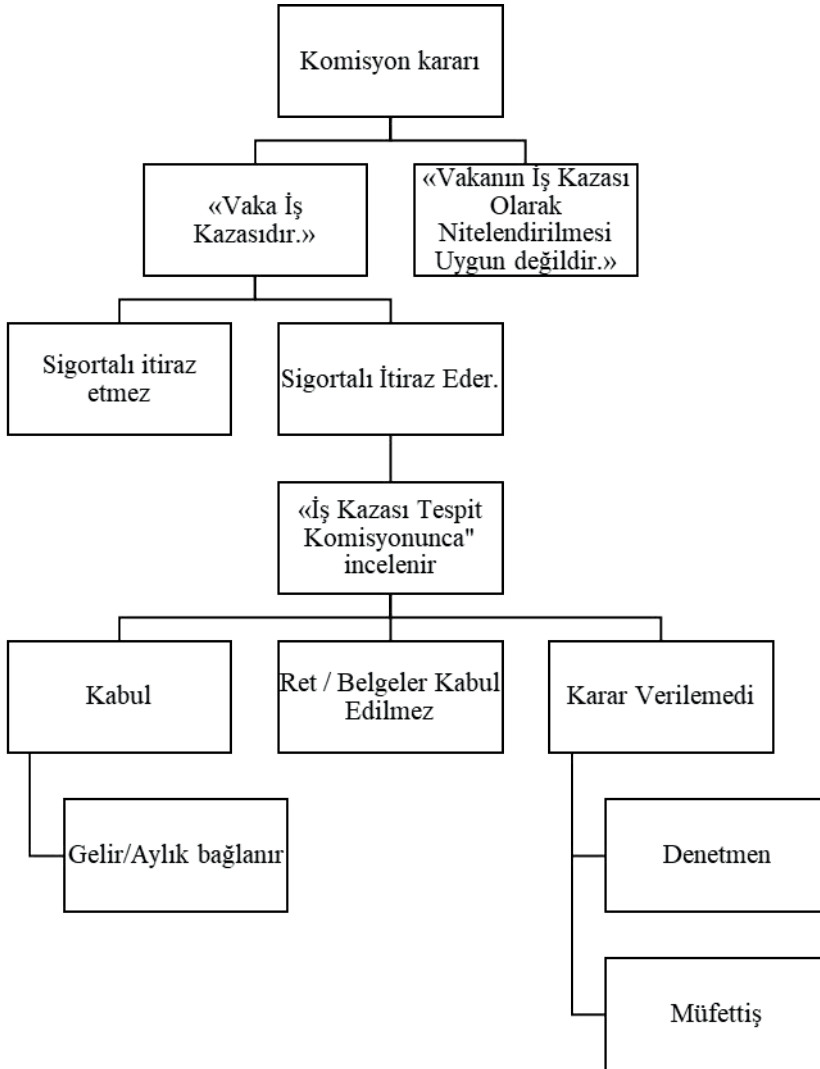
Sonuç olarak, tanımlar arasında küçük farklılıklar bulunsa da genel eğilim, işçinin korunmasını esas alan, işle bağlantılı her türlü zararı kapsayan ve sosyal güvenlik sistemi ile doğrudan ilişkili bütüncül bir yaklaşımı işaret etmektedir. Bu çerçevede iş kazası, yalnızca fiziksel bir olay olmanın ötesinde, sosyal, hukuki ve ekonomik sonuçları bulunan çok boyutlu bir olgudur.

Bu tanımdan yola çıkarak iş kazasının dört temel unsuru olduğu söylenebilir:

- Kazaya uğrayanın sigortalı olması,
- Kazanın belirli hâllerden birinde gerçekleşmesi,

- Bedensel ya da ruhsal bir zararın oluşması,
- Bu zarar ile olay arasında uygun bir illiyet bağının bulunması.

İş kazasının hukuken tespiti, sadece sosyal güvenlik yardımlarının sağlanmasıyla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda işverenin tazminat sorumluluğu, cezai sorumluluk ve kamu idaresinin denetim yükümlülüğü gibi çok yönlü sonuçlara yol açmaktadır.



Şekil 7. İş Kazası İnceleme Şeması

Şekil 7, iş kazası tespit sürecini gösteren karar ağacını sistematik biçimde ortaya koymaktadır. Süreç, ilgili komisyonun olayın iş kazası olup olmadığına dair verdiği kararla başlar. Komisyon, kazayı iş kazası olarak kabul edebilir ya da bu nitelendirmenin uygun olmadığını belirtebilir. Komisyonun iş kazası kararını kabul etmesi ve sigortalının bu karara itiraz etmemesi durumunda süreç tamamlanmış sayılır. Ancak, sigortalı karara itiraz ederse ya da komisyon olayın iş kazası olmadığını bildirirse, durum “İş Kazası Tespit Komisyonu” tarafından yeniden değerlendirilir. Bu komisyonun incelemesi sonucunda üç farklı sonuç ortaya çıkabilir: Birincisi, olay iş kazası olarak kabul edilerek sigortalıya gelir veya aylık bağlanır; ikincisi, itiraz reddedilir veya dosya içeriğinin yetersiz olması nedeniyle süreç olumsuz sonuçlanır; üçüncüsü ise komisyon karara varamaz ve dosya, daha kapsamlı bir inceleme yapılması amacıyla denetmen ya da müfettişe sevk edilir. Bu çok aşamalı ve sistematik yapı, iş kazalarının değerlendirilmesinde adaletin ve titizliğin sağlanmasına yönelik kurumsal bir mekanizmanın varlığını göstermektedir.

4.2. İlliyet Bağı ve Yargı Kararları

İş kazalarının sosyal güvenlik hukukundaki tanımı kadar, zarar ile olay arasındaki nedensellik (illiyet) bağının varlığı da büyük önem taşımaktadır. Bir olayın iş kazası olarak kabul edilebilmesi için yalnızca olayın meydana gelmiş olması yeterli olmayıp; bu olay ile ortaya çıkan zarar arasında hukuken kabul edilebilir bir sebep-sonuç ilişkisinin bulunması zorunludur. Hukuki terminolojide illiyet, zarar verici olay ile meydana gelen zarar arasındaki neden-sonuç ilişkisini ifade etmektedir (Karaca, 2013). O hâlde, ardışık olayların varlığı tek başına illiyet bağı kurmak için yeterli görülmemekte; bu tür olaylar arasında zaman bakımından yakınlık ve doğrudanlık içeren bir ilişkinin bulunması gerektiği ifade edilebilir.

Sosyal güvenlik temelinde iş kazası olarak nitelendirilebilmesi için kaza ile ortaya çıkan zarar arasında açıklanabilir ve objektif bir nedenselliğin varlığı şarttır. Ayrıca, iş kazası olayından dolayı işverenin sorumlu tutulabilmesi için, sigortalının maruz kaldığı zarar ile yapılan iş arasında uygun ve doğrudan bir neden-sonuç ilişkisinin bulunması aranır.

Örneğin, Yargıtay 10. Hukuk Dairesi’nin bir kararında, belediyede temizlik işçisi olarak çalışan bir sigortalının çöp torbasını yüklediği sırada gerçekleşen terör saldırısında hayatını kaybetmesi iş kazası olarak kabul edilmiş, ancak uygun illiyet bağının bulunmaması nedeniyle işveren sorumlu tutulmamıştır. Bu ve benzeri güncel içtihatlar, iş kazasının tespiti ile kazadan doğan zararların kim tarafından karşılanacağı arasında önemli bir ayrım olduğunu ortaya koymaktadır.

İşverenin sorumluluğunun doğması çoğunlukla illiyet bağının “uygun illiyet” düzeyinde ispatına bağlıdır. İşverenin kusuru, ihmali veya yükümlülüğünü ihlal etmesi sonucunda zarar oluşmuşsa, tazmin sorumluluğu gündeme gelmektedir.

4.3. Kaçınılmazlık İlkesi ve Sorumluluk Paylaşımı

İş kazalarının değerlendirilmesinde “*kaçınılmazlık ilkesi*”, işverenin sorumluluğunun sınırlarının belirlenmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Kaçınılmazlık, olayın işverenin tüm gerekli ve makul önlemleri almasına rağmen, öngörülemeyen ve engellenemeyen sebeplerle gerçekleşmiş olmasını ifade eder. Hukuki anlamda kaçınılmazlık, iş kazasının meydana geldiği tarihte geçerli bilimsel ve teknik standartlar çerçevesinde alınması gereken tüm önlemlere rağmen kazanın önlenememesi durumudur (Yargıtay 10. Hukuk Dairesi, 1998, Esas No: 7851).

Bununla birlikte, işverenin gerekli herhangi bir önlemi almamış olması halinde olayın kaçınılmaz olduğundan söz edilemez. Kaçınılmazlık ilkesi, iş kazası ve meslek hastalıklarının oluşumunda işverenin kusur sorumluluğunu tamamen ortadan kaldıracıcağı gibi, sorumluluğu kısmen de hafifletebilmektedir. Örneğin, İç Anadolu Bölgesi’nde meydana gelen ve sigortalıların konteynerlerde yaşadığı bir kazada, kasırganın olağan dışı doğası nedeniyle kısmi kaçınılmazlık değerlendirmesi yapılmıştır.

Yargıtay kararları da göstermektedir ki işverenin sorumluluktan tamamen kurtulabilmesi için yalnızca önlem alması yeterli olmayıp, alınan önlemlerin yeterli, mevzuata uygun ve fiilen etkili olması gerekmektedir. Kaçınılmazlık ilkesinin tespiti genellikle bilirkişi raporları ve müfettiş denetim raporları ile yapılmakta; bu süreçte olayın doğrudan sorumlusu, zararın kapsamı ve müdahale edilebilirliği teknik açıdan da kapsamlı biçimde analiz edilmektedir.

5. İş Kazasının Bildirimi, Tespiti ve Denetim Süreci

5.1. Bildirim Süresi, Şekli ve Yaptırımlar

İş kazası meydana geldiğinde, sigortalıya sağlanan sosyal güvenlik yardımlarının zamanında ve eksiksiz sunulabilmesi için işverenin, kazayı Sosyal Güvenlik Kurumu’na (SGK) bildirmesi zorunludur. Bildirimin şekli, süresi ve sonuçları 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu’nun 13. maddesi ile ilgili yönetmeliklerde ayrıntılı olarak düzenlenmiştir.

Kanunun 13. maddesinin ikinci fıkrası ve Ek 5. maddesinin beşinci fıkrası ile Sosyal Sigortalar İşlemleri Yönetmeliği’nin (SSİY) 35. maddesine göre,

iş kazasının kazanın meydana geldiği yerdeki kolluk kuvvetlerine derhal bildirilmesi gerekmektedir. Ardından, kazadan sonraki 3 iş günü içerisinde SGK'ya bildirim yapılması zorunludur. Günümüzde SGK bildirimleri, e-Bildirge sistemi üzerinden elektronik ortamda gerçekleştirilmektedir. 2023 yılı itibarıyla mobil entegrasyonun sağlanmasıyla birlikte, bildirimler e-Devlet ve SGK Mobil uygulamaları üzerinden de yapılabilmektedir. Bu gelişme, özellikle küçük ölçekli işverenler için iş kazası bildirim sürecini kolaylaştırıcı bir unsur olmuştur.

İş kazalarının bildiriminde önemli bir husus da bildirimin şeklidir. 5510 sayılı Kanun yürürlüğe girmeden önce, 4857 sayılı İş Kanunu kapsamında iş kazalarının çalışma bölge müdürlüklerine bildirilmesi gerekiyordu. Ancak, 5510 sayılı Kanun ile bu zorunluluk kaldırılarak, iş kazalarının sadece SGK'ya bildirilmesi esası getirilmiştir (İSGK, 2011). SGK'ya yapılan bildirimler açısından, adi posta yoluyla yapılan bildirimlerin Kurum evrak kayıtlarına intikal ettiği tarih itibarıyla yapılmış sayılacağı; taahhütlü, iadeli taahhütlü, acele posta, PTT Alo Post veya PTT Kargo ile yapılan bildirimlerin ise postaya/kargoya verildiği tarihte yapılmış kabul edileceği hükme bağlanmıştır.

Bildirim yükümlülüğünün yerine getirilmemesi durumunda idari para cezası uygulanmakta ve geçici iş göremezlik ödeneğinin geri alınması gibi yaptırımlar söz konusu olmaktadır. Özellikle 5510 sayılı Kanun'un 4/a kapsamında bulunan sigortalıların iş kazalarının belirtilen sürelerde işverence bildirilmemesi hâlinde, geçici iş göremezlik ödenekleri SGK tarafından işverenden tahsil edilmektedir.

Bunun yanı sıra, iş kazalarını sağlık hizmet sunucularının da SGK'ya bildirme yükümlülüğü bulunmaktadır. 2024 yılı itibarıyla bu bildirimler MEDULA Provizyon Sistemi üzerinden entegre olarak yapılmakta ve provizyon tipi seçimi iş kazası bildirimini yerine geçmektedir.

5.2. SGK Tespit Süreci (Kısa Vadeli Servis, Komisyon, Denetmen, Müfettiş)

SGK'ya bildirilen her iş kazası vakası, öncelikle kurumun Kısa Vadeli Sigorta Servisi tarafından ön incelemeye tabi tutulur. Bu inceleme süreci, iş kazasının gerçek niteliğinin belirlenmesi ile kusur ve sorumlulukların tespiti açısından kritik bir öneme sahiptir. Kısa Vadeli Sigorta Servisi, işveren tarafından düzenlenen İş Kazası Bildirim Formu, kolluk kuvvetlerince olayla ilgili düzenlenen tutanak ve tanık ifadeleri ile kamu kurum ve kuruluşlarında kaza ile ilgili olarak hazırlanan resmi belge, bilgi ve tutanakları detaylı şekilde inceler. Bu değerlendirme sonucunda iş kazası olup olmadığına karar verilir.

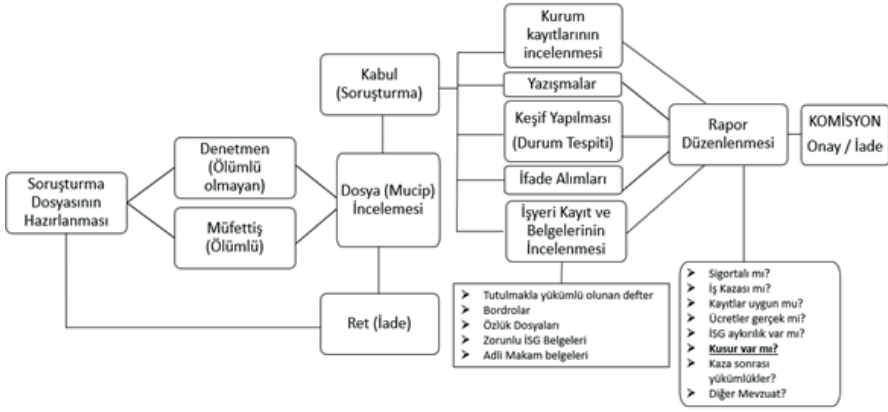
Alınan kararlar, “*Ünitece/Komisyonca Tespit Edilen İş Kazası Karar Tutanağı*” adlı resmi belgeye kaydedilir. Bu tutanakta mutlaka meslek grup numarasının yer alması gerekir; çünkü meslek numarası, çalışma gücü ve meslekte kazanma gücü kaybının oranının belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır.

Kısa Vadeli Sigorta Servisi, dosya üzerinde karar veremezse veya taraflardan biri karara itiraz ederse, dosya “*İş Kazası Tespit Komisyonu*”na gönderilir. Komisyon, olayın iş kazası olup olmadığına ilişkin nihai kararı verme yetkisine sahiptir. Bu aşamada taraflar yeni bilgi ve belgeler sunabilirler. Eğer gerekirse, daha kapsamlı inceleme amacıyla dosya SGK Denetmenlerine veya ölümle sonuçlanan vakalarda Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı’na (RTB) iletilir.

5510 sayılı Kanun’un 13. maddesi gereğince, SGK’ya bildirilen olayların iş kazası sayılıp sayılmayacağı hakkında SGK Denetmenleri, Müfettişleri ve Bakanlık İş Müfettişleri tarafından soruşturma yapılabilmektedir. Denetmenler ve müfettişler, işyerlerinde fiili denetimler gerçekleştirir; işyeri defter ve belgelerini inceler, ifade alır ve kurumlar arası yazışmaları yürütürler.

Soruşturma sonucunda, olayın iş kazası sayılıp sayılmadığı, iş kazası bildirim yükümlülüğüne uyulup uyulmadığı ve işveren, sigortalı veya üçüncü kişilerin kusur durumları değerlendirilerek rapor hazırlanır. Hazırlanan raporlar, uygulamaya konulmadan önce “rapor okuma komisyonu” ve “olur makamı” tarafından denetlenir. Nihai karara göre tazmin, rücu, kusur oranı belirlenir ve ilgili yaptırım süreçleri başlatılır.

2023 yılı itibarıyla SGK’nın dijital teftiş altyapısı güçlendirilmiş ve denetim süreçleri, elektronik sistemler üzerinden entegre bir şekilde yürütülmeye başlanmıştır.



Şekil 8. İş Kazası Denetim Süreci

Şekil 8, iş kazası gerçekleşmesinin ardından yürütülen denetim sürecini sistematik ve aşamalı olarak göstermektedir. Süreç, öncelikle bir soruşturma dosyasının hazırlanması ile başlar. Olayın ölümle sonuçlanıp sonuçlanmaması durumuna göre dosya, ilgili denetmen veya müfettiş tarafından ele alınır.

Denetim sürecinin ilk aşamasında, “Dosya (Mucip) İncelemesi” yapılır; bu inceleme ile dosyanın kabul edilip edilmeyeceğine karar verilir. İnceleme sonucu dosya ya reddedilir (iade edilir) ya da kabul edilerek soruşturma süreci resmen başlatılır.

Soruşturmanın kabul edilmesinin ardından ilgili kurum kayıtları titizlikle incelenir, gerekli yazışmalar yapılır, olayın meydana geldiği işyerinde keşif gerçekleştirilir ve taraflardan ifade alınır. İş yeri kayıt ve belgelerinin detaylı incelenmesi ise denetim sürecinin en kritik aşamalarından biridir. Bu belgeler arasında zorunlu tutulması gereken defterler, bordrolar, özlük dosyaları, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili belgeler ve adli makam evrakları yer almaktadır.

Tüm inceleme ve araştırmalar tamamlandıktan sonra, denetmen veya müfettiş tarafından kapsamlı bir rapor hazırlanır. Bu rapor, ilgili komisyona sunulur ve komisyon tarafından onaylanır; gerekli durumlarda ise rapor iade edilerek ek inceleme istenebilir.

Süreç sonunda; sigortalılık durumu, kazanın iş kazası olup olmadığı, kayıtların ve ücretlerin doğruluğu, iş sağlığı ve güvenliği yükümlülüklerinin yerine getirilip getirilmediği, işverenin kusuru ile kazadan sonraki yükümlülüklerin yerine getirilip getirilmediği gibi çok sayıda unsur detaylı bir şekilde değerlendirilir.

Bu yapı, iş kazalarının yalnızca bireysel bir olay olmaktan çıkarılarak, kurumsal ve sistematik sorumluluklar çerçevesinde ele alındığını açıkça göstermektedir.

6. İş Kazalarında Hukuki ve İdari Sorumluluk

İş kazaları, sadece fiziksel zararlara yol açan olaylar olmayıp, aynı zamanda hukuki sonuçlar doğuran önemli durumlardır. Bu sonuçlar, işveren, sigortalı ve üçüncü kişiler gibi tarafların kusur derecelerine göre şekillenmekte ve hem idari hem de hukuki sorumlulukları beraberinde getirmektedir. 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu (SSGSSK), bu hususta açık ve kapsamlı düzenlemeler içermekte olup, tarafların hangi durumlarda ve ne şekilde yükümlülüklere tabi tutulacağını detaylı biçimde hükme bağlamaktadır (Süzek, 2020).

6.1. İşverenin Sorumluluğu (Kasıt, İhmal, Peşin Sermaye Değeri)

İş kazalarında işverenin sorumluluğu, hem hukuki hem de mali açıdan önemli yükümlülükler getirir. İşveren, sigortalıya sağlanan sosyal güvenlik yardımlarının Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından işverene rücu edilmesinden ve adli ile idari yaptırımlardan sorumludur (Karaahmetoğlu, 2023).

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu’nun 21. maddesi ile Sosyal Sigorta İşlemleri Yönetmeliği’nin 45. maddesinde, işverenin sorumluluğu özellikle iş kazasının işverenin kasıtı ya da iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına aykırı hareketi sonucunda meydana gelmesi durumunda ele alınmıştır. Bu durumda, sigortalıya veya hak sahiplerine yapılan ödemeler ve bağlanan gelirlerin, başladığı tarihteki “peşin sermaye değeri” toplamı kadar olan kısmı işverenden tahsil edilir (Tuncay ve Ekmekçi, 2019; Süzek, 2020;).

“Peşin sermaye değeri”, SGK’nın iş kazası nedeniyle bağladığı gelirlerin, gelecekteki toplam yükümlülüğünü, güncel iskonto oranları ve sigortalının yaşı gibi faktörler dikkate alınarak bugünkü değer üzerinden hesaplayan teknik bir kavramdır. Bu hesaplama, işverenin rücu yükümlülüğünün parasal boyutunu belirler (Ataş ve Yılmaz, 2022).

Örnekle açıklamak gerekirse; 30 yaşındaki bir işçi, iş kazası sonucu %80 oranında sürekli iş göremez hale geldiğinde, SGK tarafından bu işçiye aylık 10.000 TL gelir bağlanabilir. Eğer bu gelirin ortalama 30 yıl boyunca devam edeceği varsayılırsa, peşin sermaye değeri yaklaşık olarak 2.000.000 TL civarında hesaplanabilir. İşverenin kusurunun sabit görülmesi durumunda, bu tutar SGK tarafından işverene rücu edilir (Ataş ve Yılmaz, 2022).

5510 sayılı Kanun'un 21. maddesine göre, işverenin sorumluluğu SGK'nın yaptığı ödemelerle birlikte peşin sermaye değeri toplamı ile sınırlıdır. Bu miktar, hem iç tavan hem de dış tavan kavramlarıyla belirlenen gerçek zararın üst sınırı olarak kabul edilir ve işverene rücu edilecek tutar bu sınırlar çerçevesinde belirlenir (Civan, 2015; Ataş ve Yılmaz, 2022).

Ayrıca, SGK'nın 2012 yılında yayımladığı 32 sayılı genelgeye göre, peşin sermaye değerinin hesaplanmasında TRH 2010 (Türkiye Hayat Tablosu 2010) kullanılmaktadır. Bu tablo, sigortalının yaşına göre yaşam beklentisini belirlemek ve böylece gelirlerin ortalama süresini tahmin etmek için referans alınmaktadır (SGK, 2012).

6.2. Sigortalının Sorumluluğu (Ağır Kusur, Tedavi Kurallarına Uymama)

İş kazalarında sadece işveren değil, sigortalının da kusurlu bulunması mümkündür. Özellikle sigortalının kazaya ağır kusuruyla sebep olması veya tedavi sürecine uymaması durumunda, SGK gelir ödemelerinde kısmi kesintiye gidebilir (Ataş ve Yılmaz, 2022).

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu'nun 22. maddesi ile Sosyal Sigorta İşlemleri Yönetmeliği'nin (SSİY) 44. maddesi, sigortalının kusur durumunda sosyal güvenlik kapsamındaki ödemelerde azalma ya da kesinti yapılmasını düzenlemektedir (Süzek, 2020).

Sigortalının kusur sorumluluğunun ceza sorumluluğunu doğurup doğurmaması önemlidir. İş kazası nedeniyle sigortalının hastalanması, tedavi süresinin uzaması veya iş göremezlik oranının artması durumunda, hekim raporuna dayanarak sürekli ya da geçici iş göremezlik geliri, tedavi süresi uzadıysa veya iş göremezlik oranı arttıysa dörtte bir oranına kadar kesilebilir (Tuncay & Ekmekçi, 2019).

Eğer sigortalının kastı (kasıtlı davranışı) sabitlenirse, bağlanan gelir %50 oranına kadar indirilebilir. Ayrıca tedavi süresi sonunda hekim tarafından "çalışabilir" raporu olmadan işe dönen sigortalılar için ödenmiş olan gelirlerin tamamı geri talep edilebilir. Bu düzenleme, 5510 sayılı Kanun'un 96. maddesinde açıkça hüküm altına alınmıştır (Karaahmetoğlu, 2023).

Buna ek olarak, iş kazası nedeniyle geçici iş göremezlik geliri alan sigortalı, tedavi gördüğü hekimden tedavinin sona erdiğine dair belge almadan çalışmaya başlarsa ve bu durum tespit edilirse, SGK tarafından ödenen geçici iş göremezlik gelirleri kesilir ve daha önce yapılan ödemeler geri alınır (SGK, 2012).

6.3. Üçüncü Kişilerin Sorumluluğu

İş kazalarının bazıları, işveren veya sigortalı dışındaki üçüncü kişilerin eylemleri nedeniyle meydana gelebilir. Böyle durumlarda, Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) sigortalıya ve hak sahiplerine yapılan veya yapılacak ödemelerle bağlantılı olarak, zarara sebep olan üçüncü kişilere kusur oranında rücu edebilir (Ataş ve Yılmaz, 2022).

Anayasa Mahkemesi’nin 2012 tarihli kararı uyarınca, iş kazası veya meslek hastalığına uğrayan sigortalı ve işvereni dışındaki tüm kişiler üçüncü kişi olarak kabul edilmektedir (Karaahmetoğlu, 2023).

Eğer iş kazası üçüncü kişinin kusuru nedeniyle gerçekleşmişse, SGK, sigortalıya yapılan ödemeler ve bağlanan gelirlerin peşin sermaye değerinin yarısını, zarara sebep olan üçüncü kişilere ve varsa onları çalıştıranlara rücu eder (Süzek, 2020).

Örneğin, dışarıdan bir yüklenici firmanın arızalı ekipmanı sebebiyle meydana gelen kazalar bu duruma örnek teşkil eder. SGK uygulamalarında üçüncü kişilerin sorumluluğu, kasıt, ağır ihmal ya da kusur ayrımı yapılmaksızın genel “kusur” ilkesi çerçevesinde değerlendirilir (Ataş ve Yılmaz, 2022).

İş kazası soruşturmasında üçüncü kişilerin kusur veya kastı kesinleştiğinde, müfettiş ve denetmen raporlarında 5510 sayılı Kanun’un 21. maddesinin dördüncü fıkrası ve 39. maddesinin birinci fıkrasının uygulanması önerilmekte ve ilgili SGK birimleri tarafından rücu işlemleri başlatılmaktadır (Tuncay ve Ekmekçi, 2019).

7. İş Kazalarının Sosyal, Ekonomik ve Hukuki Etkileri

İş kazalarının etkileri yalnızca kazaya maruz kalan bireyle sınırlı kalmayıp, kurumsal, sektörel ve toplumsal düzeylerde de önemli sonuçlar doğurmaktadır. Sosyal güvenlik sistemine olan mali yük, iş kazalarının en doğrudan etkilerinden biridir; artan sağlık giderleri, geçici ve kalıcı iş göremezlik ödemeleri ile erken emeklilikler finansman dengesini zorlamaktadır.

Ekonomik açıdan iş kazaları, işletmelerde üretim kayıplarına, iş gücü verimliliğinin düşmesine ve dolayısıyla sektörel rekabet gücünün azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca iş kazaları, işverenler için cezai ve hukuki yaptırımları da beraberinde getirerek işletme maliyetlerini artırır.

Sosyal etkiler ise iş kazası yaşayan çalışanların ve ailelerinin yaşam kalitesinde azalma, psikolojik travmalar, gelir kaybı ve sosyal dışlanma gibi sonuçlarla ortaya çıkar. Toplumsal düzeyde ise iş kazaları, iş güvencesi

ve çalışma koşullarına dair farkındalığı artırmakla birlikte, iş güvenliği kültürünün gelişmesini zorunlu kılmaktadır.

Hukuki açıdan, iş kazaları işverenlerin ve üçüncü kişilerin sorumluluğunun tespiti, tazminat davaları ve idari yaptırımlar yoluyla iş sağlığı ve güvenliği mevzuatının uygulanması bakımından kritik öneme sahiptir. Bu kapsamda iş kazaları, yargı sisteminin yoğunlaştığı alanlardan biri haline gelmiş, işçi haklarının korunması için hukuki süreçlerin etkin işletilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak, iş kazalarının sosyal, ekonomik ve hukuki etkileri birbirini besleyen ve geniş kapsamlı sonuçlar doğuran bir bütünlük oluşturmaktadır. Bu etkilerin etkin şekilde yönetilmesi, sadece bireylerin değil, aynı zamanda toplumun ve ekonomik sistemin sürdürülebilirliği için büyük önem taşımaktadır.

7.1. Sigortalı Açısından

İş kazaları, sigortalı bireylerin sadece fiziksel sağlıklarını değil, aynı zamanda ekonomik, psikolojik ve sosyal yaşamlarını da derinden etkileyen çok boyutlu olaylardır. Kazaya uğrayan sigortalı, genellikle geçici veya kalıcı iş göremezlik durumuyla karşılaşmakta ve bu durum önemli gelir kayıplarını beraberinde getirmektedir.

Özellikle sürekli ya da geçici gelir kaybı, iş kazalarının en yaygın ve doğrudan etkilerindendir. Geçici süreyle çalışamayan veya kalıcı iş göremezlik yaşayan sigortalılar, iş gücünden uzak kaldıkları süre boyunca önemli ekonomik sıkıntılar yaşamaktadır. Bu gelir kayıpları, uzun vadede bireylerin ekonomik bağımsızlığını zayıflatmakta ve iş hayatına yeniden dönmelerini güçleştirmektedir. Galizzi, Leombruni ve Pacelli (2023) tarafından yapılan çalışmalar, kalıcı iş gücü kaybı yaşayan bireylerin gelirlerinde yıllar boyu süren kayıplar olduğunu ve bu durumun yaşam standartlarında kalıcı düşüslere yol açtığını ortaya koymaktadır.

Bunun yanı sıra, iş kazaları ruhsal ve sosyal açıdan da derin etkiler bırakmaktadır. Sigortalılar, yaşadıkları fiziksel travmanın ötesinde, psikolojik sorunlarla da mücadele etmek zorunda kalmaktadır. Depresyon, anksiyete ve özsaygı kaybı gibi psikolojik rahatsızlıklar iş kazalarının önemli sosyal sonuçları arasında yer almaktadır. Cole (2012), iş kazalarının bireylerin sosyal sermayesini, psikolojik dayanıklılığını ve toplumsal işlevselliğini olumsuz yönde etkilediğini vurgulamaktadır.

Sosyal açıdan ise iş kazalarının etkileri sigortalı bireylerin yakın çevresi ve toplum üzerinde de hissedilmektedir. Dembe (2001), iş kazalarının aile içi rollerin değişmesi, sosyal destek ağlarının zayıflaması ve toplumsal izolasyon

gibi görünmeyen ama kalıcı sosyal sonuçlar doğurduğunu belirtmektedir. Bu durum, bireyin sosyal çevresinden uzaklaşmasına ve psikolojik yalnızlık yaşamasına neden olmaktadır.

Özellikle kalıcı iş göremezlik yaşayan sigortalılarda, gelir kaybı daha derin ve uzun süreli olmaktadır. Galizzi ve arkadaşlarının (2023) araştırması, bu bireylerin toplam gelirlerinin uzun vadede yaklaşık %20–25 oranında azaldığını ve bu durumun yaşam kalitelerinde önemli bir düşüşe yol açtığını göstermektedir. Bu nedenle iş kazalarının sigortalılar üzerindeki ekonomik ve psikososyal etkilerinin etkin biçimde ele alınması, sosyal politikalar ve rehabilitasyon süreçleri açısından kritik önem taşımaktadır.

7.2. İşveren Açısından

İş kazalarının işverene etkileri yalnızca maddi kayıplarla sınırlı kalmaz; aynı zamanda operasyonel aksaklıklar ve itibari zararlar gibi geniş kapsamlı sonuçlar da doğurur. Kısa vadede, kazanın yarattığı üretim duruşları, iş gücü kaybı ve ekipman hasarları tamirat ve yenileme maliyetlerini beraberinde getirir (Cole, 2012). Orta ve uzun vadede ise, SGK ve Çalışma Bakanlığı gibi kurumların yoğun denetimleri, hukuki süreçler, idari para cezaları ve tazminat yükümlülükleri işvereni önemli finansal yüklerle karşı karşıya bırakabilir. Ayrıca, iş kazalarının ardından SGK teşviklerinden yararlanamamak gibi ek maliyetler ortaya çıkabilir (Cole, 2012; Galizzi ve ark., 2023).

Marka itibarı açısından da iş kazalarının olumsuz etkileri büyüktür. Dijital medya ve sosyal platformların yaygınlaşmasıyla birlikte, iş kazaları özellikle yüksek riskli sektörlerde (yapı, enerji, madencilik, taşımacılık gibi) “güvensiz işveren” algısının oluşmasına ve markanın güvenilirliğinin zedelenmesine yol açmaktadır (Dembe, 2001).

Devlet açısından ise iş kazaları, sosyal güvenlik sistemine ek mali yükler getirmekle kalmayıp sağlık, denetim ve yargı sistemlerinde yoğunluk ve tıkanmalara sebep olmaktadır (Cole, 2012). Beşeri sermayenin zarar görmesi ve üretkenlik kaybı, ekonomik anlamda önemli sonuçlar doğurur. ILO verilerine göre, iş kazaları ve meslek hastalıklarının dünya genelindeki ekonomik kaybı, küresel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla’nın yaklaşık %4’üne karşılık gelmektedir (Dembe, 2001).

Özellikle inşaat ve metal sanayii gibi riskli sektörlerde kayıt dışı istihdamın yaygın olması, Sosyal Güvenlik Kurumu’nun finansal dengesini olumsuz etkilerken, devletin etkin denetim yapmasını da zorlaştırmaktadır (Galizzi ve ark., 2023). Ayrıca, iş kazaları nedeniyle açılan tazminat ve ceza davaları, yargı sistemindeki iş yükünü artırmakta, adalet süreçlerinin gecikmesine ve yargı verimliliğinin düşmesine neden olmaktadır. Bu durum,

kamu kurumları üzerinde yapısal bir baskı oluşturmakta ve sosyal ile idari sonuçların yönetilmesini güçleştirmektedir (Dembe, 2001).

8. Değerlendirme ve Politika Önerileri

8.1 Mevzuatın Sadeleştirilmesi ve Uyumlaştırılması

Türkiye’de iş kazalarına ilişkin normatif çerçeve, 5510 sayılı Kanun’un yanı sıra 6331, 4857, 1475 ve çok sayıda ikincil düzenleme ile parçalı bir yapı sergilemektedir. Bu da hem işverenlerin hem de çalışanların yükümlülük ve haklarını takip etmesini güçleştirmektedir.

Bilindiği üzere iş kazası tanımı SSGSSK’nın 13’üncü maddesinde yapılırsa da yapılacak yardımlardan faydalanmanın unsurları gibi anlaşılmaktadır. Bu tanımın ve yardımlardan faydalanmanın en temel koşulu sigortalı olmaktır. Ancak her ne kadar geniş bir kesimi içine alsın da birçok sektörde çalışanlar sigortalılar arasında sayılmamaktadır.

Politika önerisi

- İş kazası tanımı ve kapsamı, tek bir “Çatı Sosyal Sigortalar Yasası” içinde sadeleştirilerek açık ve sektör ayrımı gözetmeyen bir dile kavuşturulmalıdır.
- 6331 sayılı Kanun ile 5510 sayılı Kanun arasında yer yer ortaya çıkan kavram çakışmaları (bildirim süreleri, idari para cezaları vb.) kaldırılmalıdır.
- Sigortalılık tanımı, platform ekonomisi ve “gig-çalışma” modellerini de içerecek biçimde güncellenmelidir.

8.2 Denetim Kapasitesinin Artırılması

SGK ve Çalışma Bakanlığı denetim birimleri, özellikle KOBİ yoğun sektörlerde iş kazası riskini proaktif olarak yönetmekte yetersiz kalmaktadır.

Ayrıca SGK’nın bürokratik yapısının olması gerektiği gibi esnek olamaması, personelin uygulayacağı mevzuatın açık olmaması, ... denetim ve kontrol mekanizmasındaki personelinin azlığı, bu kadrolarda taşra ve merkez ayrımının yapılması... Kurumun iş kazalarında daha titiz ve hassas davranılmasını engellediğini düşündürmektedir.

Politika önerisi

- SGK, Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı ile koordineli “sektör-bazlı risk haritaları” oluşturmali; yüksek riskli işyerlerine yönelik teftiş sıklığı artırılmalıdır.
- Denetmen kadroları güçlendirilirken dijital denetim (e-Teftiş) modüllerinin kullanımına öncelik verilmelidir.
- İşverenlere yönelik “ön-uyarı” ve “yerinde rehberlik” mekanizmaları geliştirilerek cezadan önce düzeltme fırsatı tanınmalıdır.

8.3 SGK’nın Şeffaflık ve Dijitalleşme Hedefleri

2023 SGK Faaliyet Raporuna göre, e-Bildirge üzerinden iş kazası bildirim oranı %91’e yükselmiştir; ancak veri kalitesi ve kamuya açık raporlamada hâlâ eksikler vardır.

Her ne kadar SGK bilgilendirici ve bilinçlendirici faaliyetlerde bulunsa da bu eksiklikleri önleyememektedir. ... Kanımızca başta iş kazaları olmak üzere iş sağlığı ve güvenliği alanında toplumun her kesimini kapsayan eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerinin artırılması katlanılan maliyetlerin azaltılmasında etkili olacaktır.

Politika önerisi

- Yıllık iş kazası istatistikleri, “açık veri” formatında ilçeye kadar inen ayrıntı ve dinamik gösterge panelleriyle yayımlanmalıdır.
- SGK Mobil’e iş kazası anlık bildirim ve olay fotoğraf/video ekleme modülü eklenerek delil bütünlüğü sağlanmalıdır.
- MEDULA, e-Rapor ve e-Teftiş entegrasyonu tek “İş Kazası Dijital Platformu”nda birleştirilmelidir.

8.4 Kayıt Dışılıkla Mücadele ve KOBİ-Odaklı Çözümler

Türkiye’de kayıt dışı istihdam oranı 2023 itibarıyla %27,8’dir ve iş kazası bildirimlerinin önemli bölümü bu alanın dışında kalmaktadır.

Yapılan çalışma esnasında iş kazalarının, işletmelerin büyüklüğü fark etmeksizin meydana geldiği, ancak yaygın olarak, küçük ve orta ölçekli işletmelerde yaşandığı görülmüştür... küçük işletmelerin çoğunun fazla sermaye gerektirmemesi nedeniyle hareketli bir yapıya sahip olması... kayıt dışılık olgusunun fazla olması ile denetimden uzak kalması hususları da eklenebilir.

Politika önerisi

- Mikro ve küçük işletmelere yönelik “İSG Mikro Teşviği”: SGK prim indirimi, ücretsiz İSG danışmanlığı ve ekipman hibesi paketleri sunulmalıdır.
- Kayıt dışı işçi çalıştıran işletmelere “beyaz listeye geçiş” programı: belli süre uyum planı sunanlara idari para cezalarında kademeli af uygulanmalıdır.
- Yerel oda ve kooperatiflerle iş birliği yapılarak “Mahalle İSG Elçisi” modeline geçilmelidir; bu elçiler bildirim, eğitim ve ilk-denetim görevini üstlenebilir.

9. Sonuç

İş kazaları, modern toplumların iş sağlığı ve güvenliği alanındaki en önemli sorunlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Bu tür olaylar yalnızca bireylerin yaşadığı mağduriyetlerle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda ekonomik verimlilik, toplumsal huzur, kamu kaynakları ve yargı sistemleri üzerinde geniş kapsamlı etkiler yaratmaktadır. Türkiye’de iş kazalarının sıklığı ve yol açtığı sonuçlar, bu alanda yalnızca yasal düzenlemelerin yeterli olmadığını; etkin uygulamaların, güçlü denetim mekanizmalarının ve toplumda yaygın bir bilinçlenmenin gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır.

Devlet açısından söz konusu maliyetler; sağlık ve sosyal güvenlik harcamalarının yanı sıra, beşerî sermayenin zarar görmesi ve ülke gelirinin azalması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Tüm bu maliyetler ve doğan haklar çerçevesinde sosyal güvenlik kavramı önem kazanmaktadır. Zira sigortacılık anlayışı temelinde işleyen sosyal güvenlik sistemi, tarafları karşılayabilecekleri kayıplara karşı koruma altına almayı amaçlamaktadır. Türkiye’de bu sistem, Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) aracılığıyla yürütülmektedir.

Sosyal güvenlik sisteminin temel amacı, çalışanların karşılaştığı riskleri önlemek ve toplumsal düzeyde sosyal adaleti sağlamaktır. Bu sistem yalnızca iş kazaları sonrası tazminat ödeyen pasif bir mekanizma değil; aynı zamanda önleyici, eğitici ve düzenleyici işlevleriyle kapsamlı bir güvenlik ağı oluşturmalıdır. Özellikle kısa vadeli sigorta kolları kapsamında yer alan iş kazası ve meslek hastalıkları sigortası, işçilerin maruz kalabileceği riskleri en aza indirmeyi ve ortaya çıkan zararları telafi etmeyi hedeflemektedir. Ancak bu hedeflerin tam anlamıyla gerçekleştirilebilmesi için sosyal güvenlik sisteminde yapısal dönüşümlere ihtiyaç duyulduğu açıktır.

İş kazası gibi beklenmeyen durumlarda, sigortalıların ve işverenlerin sosyal güvenlik sistemi içerisindeki hak ve yükümlülüklerini yeterince bilmemesi;

karşılaşılabilecek sorunların ve Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) ile yaşanan anlaşmazlıkların artmasına neden olmaktadır. Her ne kadar SGK tarafından bilgilendirme ve bilinçlendirme faaliyetleri yürütülse de, bu faaliyetler mevcut eksiklikleri tam anlamıyla gidermede yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, iş sağlığı ve güvenliği alanında toplumun tüm kesimlerini kapsayan eğitim programlarının ve farkındalık artırıcı çalışmaların yaygınlaştırılması, karşılaşılan sosyal ve ekonomik maliyetlerin azaltılmasında önemli bir rol oynayacaktır.

Çağımızın sunduğu dijital ve sosyal medya olanakları göz önünde bulundurulduğunda, mevcut yöntemlerin yanı sıra sosyal medyada dikkat çekici kampanyalar ve etkinlikler düzenlemek, toplumun konuya olan ilgisini artırmak açısından faydalı olabilecektir. Ayrıca, sosyal güvenlik kurumlarının dijitalleşme çabaları (örneğin e-bildirge, e-rapor ve mobil SGK uygulamaları) sistemin hızını ve erişilebilirliğini artırmakla birlikte, bu teknolojilerin eşit ve etkin kullanımı konusunda hâlen çeşitli sorunlar yaşanmaktadır. Özellikle kayıt dışı istihdamın yaygın olduğu sektörlerde iş kazalarının bildirimi ya eksik kalmakta ya da istatistiklere tam olarak yansımamaktadır. Bu durum, hem SGK’nın mali dengesini bozmakta hem de sosyal güvenlik sistemine duyulan güveni zayıflatmaktadır.

Öte yandan, işverenler açısından değerlendirildiğinde; iş kazalarının neden olduğu üretim kesintileri, idari para cezaları, hukuki süreçler ve kamuoyu baskısı gibi unsurlar, işletmelerin kurumsal itibarını ciddi biçimde zedelemektedir. Yapılan bilimsel araştırmalar, iş sağlığı ve güvenliği alanına yapılan yatırımların, iş kazalarının doğurduğu maliyetlerle kıyaslandığında oldukça düşük olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler açısından iş sağlığı ve güvenliği teşviklerinin artırılması ve kapsamlı rehberlik hizmetlerinin sunulması büyük önem arz etmektedir.

Bilindiği üzere, iş kazası tanımı 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu’nun 13’üncü maddesinde yapılmakla birlikte, yapılacak sosyal güvenlik yardımlarından faydalanmanın temel koşulu sigortalı olmaktır. Ne var ki, geniş kapsamlı olmasına rağmen birçok sektörde çalışanlar sigortalı kapsamına girmemektedir. Bu nedenle yasama organının, iş sağlığı ve sosyal güvenlik mevzuatını daha kapsayıcı hale getirmek üzere, toplumdaki tüm çalışanları güvence altına alacak düzenlemeler yapması gerekmektedir. Böylece hem sosyal adalet tesis edilecek hem de iş kazalarının ekonomik ve sosyal etkileri azaltılabilecektir.

Ayrıca, Sosyal Güvenlik Kurumu’nun (SGK) iş kazalarına ilişkin verileri daha şeffaf, detaylı ve ilişkilendirilebilir biçimde; sektörel, işkolu ve temel

nedenler gibi kırılımlar üzerinden paylaşması, akademik araştırmalar, kamu politikası geliştirme süreçleri ve risk analizleri açısından çok daha sağlam bir veri altyapısı oluşturacaktır. 2023 yılı verilerinde yer alan 540.000'i aşkın iş kazasının nedenleri, zaman aralıkları, sektörel dağılımları ile ölüm ve yaralanma oranları gibi ayrıntılar, etkin politika önerilerinin oluşturulmasında vazgeçilmez bilgi kaynakları arasında yer almaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye'nin sosyal güvenlik sistemi; mevzuat altyapısı ve kurumsal deneyim açısından sağlam bir zemin sunmakla birlikte, bu temelin ancak uygulamada bütüncül ve sistematik bir strateji ile desteklenmesi hâlinde etkinliğini artırabileceği açıktır. SGK'nın daha proaktif, şeffaf, kapsayıcı ve veri odaklı bir yapıya kavuşması; işverenlerin sorumluluk bilinciyle hareket etmesi; çalışanların hak ve yükümlölüklerini yeterince bilmesi ve toplumun bu alanda bilinçlendirilmesi, iş kazalarının ölke gündemindeki ağırlığını azaltmada belirleyici olacaktır. Sosyal güvenlik, yalnızca bir devlet politikası değil; aynı zamanda temel bir insan hakkıdır. Bu hakkın gerçek anlamda hayata geçirilebilmesi için bireyler, kurumlar ve tüm toplumsal paydaşlar olarak hepimize önemli sorumluluklar düşmektedir.

Kaynaklar

- Amoadu, M., Ansah, E. W., & Sarfo, J. O. (2023). Influence of psychosocial safety climate on occupational health and safety: A scoping review. *BMC Public Health*, 23(1), 1344. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16414-0>
- Ataş, E., & Yılmaz, P. T. (2022). İş kazalarında işverenin sorumluluğu: Sosyal güvenlik hukuku açısından bir değerlendirme. *Sosyal Güvenlik Dergisi*, 12(2), 307–326.
- Buğra, A., & Adar, S. (2008). Social policy change in Turkey: Towards a fragmented welfare state. *New Perspectives on Turkey*, 38, 43–69.
- Buğra, A., & Keyder, Ç. (2006). *New poverty and the changing welfare regime of Turkey*. UNDP Türkiye Raporu.
- Bulat, P. (2008). Occupational injuries. In W. Kirch (Ed.), *Encyclopedia of public health* (pp. 1030–1032). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5614-7_2408
- Ceylan, H., & Ceylan, H. (2012). Analysis of occupational accidents according to the sectors in Turkey. *Gazi University Journal of Science*, 25(4), 909–918.
- Civan, O. E. (2015). İş kazası veya meslek hastalığından doğan rücu davalarında Sosyal Güvenlik Kurumu Karşısında sorumluluğun kapsamı ve müteselsil sorumluluk. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 64(4), 1015–1070.
- Cole, H. P. (2012). Workplace injury and illness, safety engineering, economics and social capital. In R. J. Gatchel & I. Z. Schultz (Eds.), *Handbook of occupational health and wellness* (pp. 267–295). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4839-6_14
- Çetin, M. (2015). Türkiye’deki İş Kazaları ve İşçi Ölümlerinin Ekonomik Boyutu ve Politika Önerisi. *Istanbul Journal of Sociological Studies*, (51), 1–29.
- Dembe, A. E. (2001). The social consequences of occupational injuries and illnesses. *American Journal of Industrial Medicine*, 40(4), 403–417. <https://doi.org/10.1002/ajim.1113>
- Demir, E. (2009). *Metal iş kolunda meydana gelen iş kazaları ve iş kazalarının oluşturduğu kayıpların ekonomik yönden analizi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul.
- Resmî Gazete. (2006, Haziran 16). *Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu (Kanun No: 5510)*. T.C. Resmî Gazete (Sayı: 26200). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/06/20060616-1.htm>
- Esping-Andersen, G. (1990). *The three worlds of welfare capitalism*. Princeton University Press.

- EUROSTAT. (2013). *European statistics on accidents at work (ESAW) — Methodology*. Publications Office of the European Union. <https://ec.europa.eu/eurostat> (Erişim tarihi: 26 Mayıs 2025)
- Galizzi, M., Leombruni, R., & Pacelli, L. (2023). Severe work disabilities and long-lasting losses. *Labour Economics*, 85, 102432. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2023.102432>
- Ginneken, W. van. (1999). Social security for the informal sector: A new challenge for the developing countries. *International Social Security Review*, 52(1), 49–69.
- Gökbayrak, Ş. (2022). Sosyal güvenlik sistemlerinin evrimi ve Türkiye uygulaması. *Çalışma ve Toplum*, 72(4), 115–132.
- Gülen, B. (2023). *Esnek çalışma biçimleri açısından iş kazası kavramı* (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi.
- Hashemian, S. M., & Triantis, K. (2023). Production pressure and its relationship to safety: A systematic review and future directions. *Safety Science*, 159, 106045. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106045>
- Health and Safety Executive (HSE). (n.d.). *RIDDOR: Reporting of injuries, diseases and dangerous occurrences regulations*. <https://www.hse.gov.uk> (Erişim tarihi: 26 Mayıs 2025)
- Horozoğlu, K. (2012). *İş kazalarının iş sağlığı ve güvenliği açısından analizi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- International Labour Office (ILO). (2018). *Occupational safety and health in global value chains starterkit: Assessment of drivers and constraints for OSH improvement in global value chains and intervention design*. ILO.
- International Labour Organization (ILO). (1952). *Social Security (Minimum Standards) Convention (No. 102)*.
- International Labour Organization (ILO). (1998). *Resolution concerning statistics of occupational injuries resulting from occupational accidents*. 16th International Conference of Labour Statisticians, Geneva.
- International Labour Organization (ILO). (2001). *Recording and notification of occupational accidents and diseases*. Geneva: ILO. <https://www.ilo.org> (Erişim tarihi: 27 Mayıs 2025)
- International Labour Organization (ILO). (2017). *World social protection report 2017–19*. Geneva: ILO.
- International Labour Organization (ILO). (2023). *Occupational safety and health and the working environment*. <https://www.ilo.org> (Erişim tarihi: 27 Mayıs 2025)
- International Labour Organization (ILO). (2023). *A call for safer and healthier working environments*. <https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/>

groups/public/@cd_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_903140.pdf

International Social Security Association (ISSA). (2016). *ISSA guidelines on prevention of occupational risks*. Geneva: ISSA.

Isik, V., & Ozdemir, M. C. (2024). Analysis of the relationship between unregistered employment and occupational accidents in Turkey. *Work*, 79(4), 2075–2085.

İŞKUR. (2023). *İşsizlik Sigortası Fonu Raporları*. <https://www.iskur.gov.tr> (Erişim tarihi: 28 Mayıs 2025)

Jeong, K., Yu, C., Lee, D., & Kim, S. (2023). A computational model for simulating the performance of UAS-based construction safety inspection through a system approach. *Drones*, 7(12), 696. <https://doi.org/10.3390/drones7120696>

Kalid, K. S., Naji, G. M. A., & Savita, K. S. (2024, October). Metaverse in occupational health and safety. In *International Conference on Science Technology and Social Sciences–Social Science Track (ICONSTAS-SS 2023)* (pp. 74–83). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-314-7_9

Karaahmetoğlu, A. (2023). Covid-19 bağlamında iş sağlığı ve güvenliği açısından işverenin koruma ve gözetme yükümlülüğü üzerine bir değerlendirme. *Sosyal Güvenlik Dergisi*, 13(2), 301–319.

Karaca, A. (2013). *Türk sosyal güvenlik hukukunda iş kazası kavramı* (Yayınlanmış yüksek lisans tezi). Erzincan Üniversitesi.

Karadeniz, O. (2012). Dünya’da ve Türkiye’de iş kazaları ve meslek hastalıkları ve sosyal koruma yetersizliği. *Çalışma ve Toplum*, 3(34), 15–73.

Kerswell, T., & Pratap, S. (2019). *Worker cooperatives in India*. Palgrave Macmillan.

Kılış, İ. (2013). İş sağlığı ve güvenliği’nde yeni bir dönem: 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu. *İş-Güç: Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, 15(1).

Kızılova, A. T. (2015). *Türkiye’de genel sağlık sigortası: Gelişimi, uygulanması ve sorunları* (Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Koç, M., & Akbıyık, N. (2011). Türkiye’de iş kazalarının maliyetleri ve çözüm önerileri. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 2(2), 129–175.

Korkmaz, O. (2011). İş kazaları ile verimlilik arasındaki ilişki: Türkiye Taşkömürü Kurumu örneği. *Journal of Taşar University*, 6(23), 3805–3813.

Korkusuz, M. (2021). Sosyal güvenlik hukukunda iş kazasının tanımı ve unsurları. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 25(2), 341–360. <https://doi.org/10.33483/jauh.977277>

- Leigh, J. P. (2011). Economic burden of occupational injury and illness in the United States. *Milbank Quarterly*, 89(4), 728–772. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0009.2011.00648.x>
- Leso, V., Fontana, L., & Iavicoli, I. (2018). The occupational health and safety dimension of Industry 4.0. *La Medicina del Lavoro*, 109(5), 327. <https://doi.org/10.23749/mdl.v109i5.7486>
- Levine, D. I., Toffel, M. W., & Johnson, M. S. (2012). Randomized government safety inspections reduce worker injuries with no detectable job loss. *Science*, 336(6083), 907–911. <https://doi.org/10.1126/science.1215191>
- Ludus Global. (2023). *Consequences of workplace accidents for companies: Loss of reputation*. <https://www.ludusglobal.com> (Erişim tarihi: 20 Haziran 2025)
- Medeni, I., Alagiüney, M. E., & Medeni, V. (2024). Occupational injuries among healthcare workers: A nationwide study in Turkey. *Frontiers in Public Health*, 12, 1505331. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1505331>
- O’Leary, P., Boden, L. I., Seabury, S. A., Ozonoff, A., & Scherer, E. (2012). Workplace injuries and the take-up of social security disability benefits. *Social Security Bulletin*, 72(3).
- Occupational Safety and Health Administration. (2023). *Benefits of the OSHA On-Site Consultation Program: An economic analysis* [Working paper, June 2023]. U.S. Department of Labor.
- OECD. (2023). *Informality and globalisation: In search of a new social contract*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264231119-cn>
- Ofluoglu, G., & Dogru, T. (2011). Türkiye’de inşaat işkolundaki iş kazalarının ekonomik boyutları. *Kamu-İş*, 11(4), 183–218.
- Ofluoglu, G., & Uysal, F. (2000). İş kazaları ve meslek hastalıklarından kaynaklanan psiko-sosyal sorunların dışsal maliyeti. *Kamu-İş İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 5(4), 1–8.
- Occupational Safety and Health Administration. (2022). *OSHA recordkeeping handbook: The regulation and related interpretations*. U.S. Department of Labor. <https://www.osha.gov> (Erişim tarihi: 25 Mayıs 2025)
- Önder, S., Suner, N., & Önder, M. (2011). Madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının risk değerlendirme karar matrisi ile incelenmesi. *Türkiye*, 22, 399–406.
- Özdemir, A. (2011). *Sosyal güvenlik hukuku*. Seçkin Yayıncılık.
- Özdemir, A. (2020). *Sosyal güvenlik hukuku* (2. basım). Ankara: Adalet Yayınevi.
- Özkan, Y. (2023). Money as justice: Work-related deaths, victim workers’ families, and injustice in Turkey. *Law & Social Inquiry*, 48(1), 262–291. <https://doi.org/10.1017/lsi.2022.39>

- Probst, T. M., & Graso, M. (2013). Pressure to produce = Pressure to reduce accident reporting? *Accident Analysis & Prevention*, 59, 580–587. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.07.003>
- Resmî Gazete. (2006, 16 Haziran). *Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu (Kanun No: 5510)*. Sayı: 26200.
- Seabury, S. A., Scherer, E., O’Leary, P., Ozonoff, A., & Boden, L. (2014). Using linked federal and state data to study the adequacy of workers’ compensation benefits. *American Journal of Industrial Medicine*, 57(10), 1165–1173. <https://doi.org/10.1002/ajim.22365>
- SGK (Sosyal Güvenlik Kurumu). (2012). *Sosyal Güvenlik Kurumu Genel Yayı - 32 Sayılı Genelge*. Ankara.
- Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK). (2023). *2023 yılı istatistik yıllığı*. <https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4> (Erişim tarihi: 26 Mayıs 2025)
- Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK). (2023). *SGK İstatistik Yıllıkları: 2023 İş kazaları ve meslek hastalıkları istatistikleri*.
- Süzek, S. (2020). *İş hukuku* (18. baskı). Beta Yayınları.
- Tammam, Y. (2013). *Analysis of occupational safety and health practices on construction sites in Türkiye: Field study* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Townsend, P. (2007). The right to social security and national development: Lessons from OECD experience for low-income countries. *International Social Security Review*, 60(4), 29–51. <https://doi.org/10.1111/j.1468-246X.2007.00317.x>
- Tuncay, C., & Ekmekçi, Ö. (2019). *Sosyal güvenlik hukuku dersleri* (16. baskı). Beta Yayınları.
- United Nations. (1948). *Universal Declaration of Human Rights*. <https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
- World Bank. (2001). *Social protection sector strategy: From safety net to spring-board*. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/917281468739447794>
- Yargıtay 21. Hukuk Dairesi. (2016). E. 2015/10624, K. 2016/10981, T. 17.05.2016.
- Yıldırım, N., Gultekin, D., Tilkici, D., & Ay, D. (2022). An institutional system proposal for advanced occupational safety and labor standards in the Turkish construction industry. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 15113. <https://doi.org/10.3390/ijerph192215113>
- Yılmaz, A. (2017). Sosyal güvenlik hukukunda iş kazası kavramı: Kıta Avrupası ve Anglosakson hukuk sistemlerinden örneklerle Türk hukuku karşılaştı-

- ması. *Sosyal Güvence Dergisi*, (11), 107–127. <https://doi.org/10.21441/sguz.2017.52>
- Yılmaz, F. (2013). 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda önleyici yaklaşım ve işverenlerin yükümlülükleri. *TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 24(6) / 25(1–2).
- Yılmaz, G. K., & Başağa, H. B. (2018). Assessment of occupational accidents in construction sector: A case study in Turkey. *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation*, 1(2), 95–107.
- Yılmaz, F., & Alp, S. (2016). Underlying factors of occupational accidents: The case of Turkey. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.4236/ojsst.2016.61001>
- Žgajnar, K. K., Govekar, K., & Oder, M. (2016). Ergonomic burdens and harms at the workplace of accountants. *International Journal of Sanitary Engineering Research*, 10(1), 34–39.

Kişisel Koruyucu Donanımların İş Sağlığı ve Güvenliği Perspektifinden İncelenmesi: Yasal Çerçeve, Uygulama Süreçleri ve Gelecek Vizyonu 8

Aliye Kaşarcı Hakan¹

Tolga Barışık²

Ahmet Mert Aydın³

Özet

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve ilgili yönetmeliklerde, KKD kullanımı hem işveren hem de çalışan açısından yasal bir zorunluluk olarak tanımlanmıştır. İşverenin, yapılan risk değerlendirmesi sonucunda ihtiyaç duyulan KKD'leri ücretsiz temin etmesi; bu ekipmanların CE belgeli ve ilgili standartlara uygun olmasını sağlaması gerekmektedir. Ayrıca, çalışanlara bu donanımların doğru kullanımı, bakımı ve muhafazası konularında uygulamalı eğitim verilmesi de işverenin sorumlulukları arasındadır. Çalışanlar ise kendilerine verilen donanımları amacına uygun şekilde kullanmak, korumak ve herhangi bir arıza ya da uygunsuzluğu derhal bildirmekle yükümlüdür.

Bu bölümde ayrıca KKD'lerin sınıflandırması (baş, göz, kulak, solunum, el, vücut vb. koruyucular), kategorileri (Kategori I, II, III) ve ilgili yönetmeliklerde yer alan teknik tanımları ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Uygulamada karşılaşılan temel sorunlar arasında çalışanların davranışsal direnci, düşük kaliteli donanımların kullanımı, eğitim eksiklikleri ve izlenebilirlik problemleri öne çıkmaktadır. Bu sorunlara yönelik çözüm önerileri arasında; çalışan katılımının artırılması, eğitim içeriklerinin uygulamalı hâle getirilmesi,

- 1 Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, aliye.kasarcihakan@yeniuyuzyl.edu.tr, aliye.kasarci.hakan@gmail.com, 0000-0002-9082-346X
- 2 Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, tolga.barisik@yeniuyuzyl.edu.tr, tolgabarisik@gmail.com, 0000-0003-0946-8534
- 3 Arş. Gör., İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, ahmetmert.aydin@yeniuyuzyl.edu.tr, ahmetmert.aydin@icloud.com, 0009-0006-3281-5054

bireysel uyumluluğa göre KKD temini yapılması ve dijital takip sistemlerinin devreye alınması yer almaktadır. Ayrıca bu bölümde, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) kapsamında kişisel koruyucu donanımların (KKD) önemini, mevzuattaki konumunu, işveren ve çalışan sorumluluklarını ve uygulamada karşılaşılan sorunları bütüncül bir yaklaşımla ele alınmaktadır. İşyerlerinde karşılaşılan fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ergonomik tehlikeler karşısında alınması gereken önlemler arasında KKD'ler, risk kontrol hiyerarşisinin son aşamasında yer almakta; çalışanı doğrudan koruyan son savunma hattı olarak kritik bir işlev üstlenmektedir. Bu yönüyle KKD'ler, iş kazalarının etkilerini azaltmakta ve meslek hastalıklarının önlenmesinde temel bir rol oynamaktadır.

Sonuç olarak, KKD kullanımı yalnızca fiziksel bir koruma sağlamaktan öte, kurumsal iş sağlığı ve güvenliği kültürünün sürdürülebilirliğinde stratejik bir araç olarak değerlendirilmektedir. İşveren ve çalışanların sorumluluklarını yerine getirmesi, mevzuata uyumun ötesinde, insan yaşamının korunması ve güvenli çalışma ortamlarının oluşturulması açısından da vazgeçilmezdir.

1. Kişisel Koruyucu Donanımların İş Sağlığı ve Güvenliğindeki Yeri

Çalışanlar, işyerlerinde çeşitli tehlikeler ve bu tehlikelere bağlı risklerle karşı karşıya kalmaktadır. Mevzuat gereğince, işyerlerinde mevcut risklerin belirlenmesi için uygun bir risk değerlendirme metodunun seçilmesi ve çalışanın sağlıklı ve güvenli bir şekilde çalışabilmesi için gerekli önlemlerin alınması zorunludur. Bu kapsamda, işyerinde alınacak önlemler arasında öncelik her zaman toplu korunma tedbirlerine verilmelidir. Toplu korunma tedbirleri; mühendislik/teknik, tıbbi ve idari önlemleri kapsamakta olup, çalışanların bireysel davranışlarından bağımsız olarak koruma sağlamayı amaçlamaktadır (Hacettepe, 2020). İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında “risk önleme hiyerarşisi” olarak adlandırılan yaklaşım, öncelikle tehlikenin tamamen ortadan kaldırılmasını hedeflemektedir. Ancak bu durum her zaman teknik, ekonomik veya operasyonel nedenlerle mümkün olmayabilir. Tehlikenin ortadan kaldırılamadığı durumlarda; daha az tehlikeli bir malzeme veya süreçle değiştirilmesi, tehlikeli alanın tecrit edilmesi, maruziyet süresinin azaltılması, çalışan rotasyonu gibi alternatif önlemler devreye alınmalıdır. Tüm bu tedbirlere rağmen riskin tamamen bertaraf edilememesi durumunda, riske maruziyetin engellenmesi ya da azaltılması amacıyla bireysel korunma önlemleri devreye girmektedir. Bu noktada, çalışanın kişisel koruyucu donanım (KKD) ile korunması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Hacettepe, 2020). İlerleyen bölümlerde de ayrıntılı olarak ele alınacağı üzere ve ilgili mevzuatlarda da açıkça belirtildiği gibi, KKD'ler risk önleme hiyerarşisinin en son aşamasında yer almakta olup, bu durum kullanımının isteğe bağlı ya da ikincil önemde olduğu anlamına gelmemektedir. Aksine, KKD'ler tehlike

ve/veya riske karşı çalışanın doğrudan korunmasını sağlayan son savunma hattı olarak hayati bir rol üstlenmektedir. Bu nedenle, tüm toplu korunma önlemlerinin ardından kullanılmak üzere öngörülen KKD'ler, çalışan sağlığının korunmasında kritik öneme sahiptir. Bununla birlikte, kişisel koruyucu donanımların yetersiz kullanımı ya da tamamen kullanılmaması, zaman içerisinde iş kaynaklı yaralanma, hastalık ve maruziyet riskini önemli ölçüde artıran bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kişisel koruyucu donanımlar (KKD), iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında risk kontrol hiyerarşisinin son aşaması olarak değerlendirilmekte ve bu durum, bazı kesimlerde KKD'nin iş kazalarını doğrudan önleyebileceği yönünde yanlış bir algıya yol açabilmektedir. Oysa KKD'lerin temel işlevi, iş kazalarının meydana gelmesini engellemek değil; kazaların meydana gelmesi durumunda çalışan üzerindeki olası etkilerini azaltmaktır. Doğru seçilmiş ve uygun şekilde kullanılan KKD'ler; düşme, kesilme, kimyasal madde teması ya da elektrik çarpması gibi kazaların etkisini en aza indirerek ölümcül sonuçların veya kalıcı sakatlıkların önlenmesine katkı sağlamaktadır. Ancak KKD kullanımının yetersiz olması ya da hiç kullanılmaması, iş kaynaklı yaralanma ve meslek hastalıkları riskini ciddi şekilde artıran bir faktördür (Malta ve ark., 2024). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, KKD kullanımı kimi zaman önemsiz veya gereksiz bir uygulama olarak görülmekte, bu da iş güvenliği kültürünün gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedir (Kale ve Eskişar, 2021). Oysaki uzun süreli maruziyet sonucunda gelişebilecek işitme kaybı, solunum sistemi rahatsızlıkları ve cilt hastalıkları gibi meslek hastalıklarının önlenmesinde KKD'lerin düzenli ve doğru kullanımı oldukça etkilidir. Bu durum, özellikle sağlık çalışanları gibi doğrudan risk kaynağına (örneğin hasta bireylere) maruz kalan meslek gruplarında daha da belirgin hale gelmektedir. Tehlike ve riskin kaynağında kontrol altına alınmasının mümkün olmadığı durumlarda, kişisel koruyucu donanımlar hayati bir öneme sahiptir (Yüksel, 2021; Rahman ve ark., 2022). Bu nedenle KKD'lerin yalnızca fiziksel kazalara karşı değil, aynı zamanda uzun vadeli maruziyet sonucu gelişebilecek meslek hastalıklarının önlenmesinde de kritik bir rol üstlendiği açıkça vurgulanmalıdır.

Kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımına ilişkin ulusal mevzuatta çeşitli bildirim ve yükümlülükler yer almakla birlikte, bu ekipmanların kullanımına dair izlenebilirlik ve takip mekanizmaları yeterince düzenlenmemiştir. Bu durum, işyerlerinde KKD kullanımının sürdürülebilirliği ve etkinliğinin denetlenmesi açısından önemli bir boşluk oluşturmaktadır. Oysa uluslararası iş sağlığı ve güvenliği düzenlemeleri ile kılavuzları, KKD kullanımının kayıt altına alınması, izlenebilirliğin sağlanması ve hesap verebilirliğin artırılması gerektiğini açık biçimde ortaya

koymaktadır. Özellikle Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), mesleki sağlık ve güvenliğe ilişkin genel yönergelerinde KKD kullanımının sistematik risk değerlendirme süreçlerinin bir parçası olması gerektiğini vurgulamaktadır. ILO'ya göre, risklerin mühendislik, teknik ya da idari önlemlerle ortadan kaldırılamadığı ya da yeterince azaltılamadığı durumlarda, KKD'ler kontrol önlemi olarak devreye girmelidir (Malta ve ark., 2024). Bu bağlamda, KKD kullanımının kayıt altına alınması ve izlenebilirliğinin sağlanması, yalnızca mevzuata uyum açısından değil, aynı zamanda çalışanların etkin biçimde korunması ve iş kazalarının önlenmesi açısından da kritik bir uygulamadır.

1.1. Mevzuatta Kişisel Koruyucu Donanımlar

Kişisel koruyucu donanımlara (KKD) ilişkin düzenlemeler, mevzuatta doğrudan veya dolaylı olarak çeşitli biçimlerde yer almaktadır. Özellikle iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili birçok yönetmelikte, risk kontrol hiyerarşisi kapsamında toplu korunma tedbirlerine öncelik verilmesi gerektiği vurgulandıktan sonra, bireysel korunma önlemleri ve KKD kullanımına dair hükümler yer almaktadır. Bu durum, KKD'lerin yalnızca bir tercih değil, belirli koşullar altında yasal bir zorunluluk olduğunun altını çizmektedir. Her ne kadar tüm ilgili mevzuatın bu kapsamda ele alınması mümkün olmasa da, KKD'lerin kullanımını doğrudan düzenleyen veya içeriğinde bu konuya yer veren temel yönetmeliklerden bazıları aşağıda sıralanmıştır.

Türk iş mevzuatında kişisel koruyucu donanımlar (KKD), bazı yasal metinlerde doğrudan, bazılarında ise dolaylı olarak ele alınmaktadır. Örneğin, 4857 sayılı İş Kanunu doğrudan KKD ifadesini içermemekle birlikte, işverenin işçiyi gözetme borcuna vurgu yapmaktadır. Bu yükümlülük, işçilerin iş sağlığı ve güvenliğini sağlama amacıyla gerekli tüm tedbirlerin alınmasını kapsar. Dolayısıyla kişisel koruyucu donanımlar, işverenin gözetim borcu çerçevesinde değerlendirilebilecek önemli bir unsur olarak kabul edilebilir.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ise KKD'leri doğrudan ve açık şekilde düzenlemektedir. Söz konusu kanunun “Çalışanların Yükümlülükleri” başlıklı 19. maddesinde, çalışanlar için temin edilmiş olan kişisel koruyucu donanımların doğru kullanılması ve korunması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca aynı kanunun “İdari Para Cezaları ve Uygulanması” başlıklı 26. maddesinde, işverenin temin edeceği KKD'lerin CE işareti taşıması ve ilgili teknik düzenlemelere uygun olması zorunluluğu vurgulanmakta; bu yükümlülüğe uyulmaması halinde çalışan sayısına göre idari para cezası uygulanacağı hüküm altına alınmaktadır.

Türkiye’de kişisel koruyucu donanımların (KKD) iş sağlığı ve güvenliği kapsamında ele alınışı yalnızca genel kanunlarla sınırlı değildir; çok sayıda yönetmelik ve tebliğ ile detaylı biçimde düzenlenmiştir. Bu düzenlemeler hem işverenin KKD temin etme yükümlülüklerini hem de çalışanların bu ekipmanları doğru ve etkin şekilde kullanmalarını zorunlu kılmaktadır.

Kişisel koruyucu donanımlara doğrudan atıfta bulunan temel yönetmelikler şunlardır:

- Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği: KKD’lerin piyasaya arzına, uygunluk değerlendirmesine ve CE işareti taşıma zorunluluğuna ilişkin teknik düzenlemeleri içerir.
- Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik: KKD’lerin işyerlerinde seçimi, kullanımı, bakım ve muhafazasına dair detaylı esasları belirler.
- Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği: İnşaat sektörüne özel olarak KKD kullanım zorunluluklarını düzenler.
- Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik: İşitme kaybına karşı kulak koruyucuların temini ve kullanımını düzenler.
- Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik: El-kol ve tüm vücut titreşimlerine karşı alınacak önlemler arasında KKD kullanımına yer verir.
- Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik: Solunum sistemini, cildi ve gözleri koruyacak uygun donanımların seçimi ve kullanımı zorunludur.
- Biyolojik Etkenlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi Hakkında Yönetmelik: Özellikle sağlık ve laboratuvar sektöründe biyolojik risklere karşı KKD kullanımını tanımlar.
- Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik: Asbest liflerine maruziyeti önlemek üzere özel KKD gerekliliklerini içerir.
- Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik: KKD’nin mesleki maruziyeti azaltıcı bir önlem olarak kullanımını zorunlu kılar.
- Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik: KKD kullanımı konusunda çalışanlara verilecek eğitimin kapsamını belirler.

- Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik: Patlayıcı ortam riski bulunan alanlarda KKD kullanımına ilişkin hükümlere yer verir.

Bunların yanı sıra, KKD'lerle ilgili standartlar ve teknik düzenlemeler bazı tebliğlerle desteklenmiştir:

- Kişisel Koruyucu Donanımlarla İlgili Uyumlaştırılmış Ulusal Standartlara Dair Tebliğ
- Kişisel Koruyucu Donanımların Kategorizasyon Rehberine Dair Tebliğ Kişisel
- Koruyucu Donanımlar Teknik Komitesinin Oluşumu ve Görevlerine Dair Tebliğ
- Kişisel Koruyucu Donanımların İthalat Denetimi Tebliği

1.2. Kişisel Koruyucu Donanımların Tanımı ve Sınıflandırılması

2013 tarihli ve 28695 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik, kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde doğru ve etkin biçimde kullanımını düzenlemeyi amaçlamaktadır. Söz konusu yönetmelikte, daha önce 2006 tarihli ve 26361 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği'ne atıf yapılmakta ve yeni düzenlemenin bu eski yönetmelik "*esas alınmak üzere*" hazırlandığı belirtilmektedir. Yönetmeliğe göre KKD;

1) Çalışanı, yürütülen işten kaynaklanan, sağlık ve güvenliği etkileyen bir veya birden fazla riske karşı koruyan, çalışan tarafından giyilen, takılan veya tutulan, bu amaca uygun olarak tasarımı yapılmış tüm alet, araç, gereç ve cihazlar,

2) Kişiyi bir veya birden fazla riske karşı korumak amacıyla üretici tarafından bir bütün haline getirilmiş cihaz, alet veya malzemeden oluşmuş donanım,

3) Belirli bir faaliyette bulunmak için korunma amacı olmaksızın taşınan veya giyilen donanımla birlikte kullanılan, ayrılabilir veya ayrılamaz nitelikteki koruyucu cihaz, alet veya malzeme,

4) Kişisel koruyucu donanımın rahat ve işlevsel bir şekilde çalışması için gerekli olan ve sadece bu tür donanımlarla kullanılan değiştirilebilir parçaları kişisel koruyucu donanımdır şeklinde tanımlanır.

2006 tarihli ve 26361 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği, kişisel koruyucu donanımların piyasaya arzı, uygunluk değerlendirme süreçleri ve teknik gerekliliklerine dair hükümler içermektedir. Ancak bu yönetmelik, 2019 yılında yayımlanan ve Avrupa Birliği’nin 2016/425 sayılı KKD Tüzüğü’ne uyumlu olarak hazırlanan yeni Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği ile yürürlükten kaldırılmıştır. Buna rağmen, 2013 tarihli ve 28695 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik’te herhangi bir güncelleme yapılmamış ve bu yönetmelikte hâlâ yürürlükten kalkmış olan 2006 tarihli yönetmeliğe atıf yapılmaya devam edilmiştir. Yönetmeliğin tanımlar bölümünde, “*Kişisel koruyucu donanım*” tanımı yapılırken “*2006 tarihli Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği esas alınarak*” ifadesi yer almaktadır. Bu durum, iş sağlığı ve güvenliği mevzuatında güncellik ve bütünlük açısından bir uyumsuzluk yaratmakta; uygulamada kafa karışıklığına neden olabilecek hukuki bir boşluk ortaya çıkarmaktadır. Yeni yönetmelik yürürlüğe girmesine rağmen, ilgili uygulama yönetmeliğinde gerekli güncellemelerin yapılmamış olması, hem işveren yükümlülüklerinin doğru anlaşılmasını hem de denetim süreçlerinde birliği zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla, işyerlerinde KKD kullanımına ilişkin düzenlemelerde güncel tanım ve atıfların yapılması, uygulamada netlik sağlanması açısından oldukça önemlidir.

2019 tarihli ve 30761 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği’ne göre ise

- 1) Kişilerce bir veya birden fazla sağlık ve güvenlik riskine karşı korunmak amacıyla giyilmek veya tutulmak üzere tasarlanmış ve imal edilmiş donanım,
- 2) Koruma işlevi için gerekli olan, (1) numaralı alt bentte belirtilen donanıma ait değiştirilebilir parçalar,
- 3) (1) numaralı alt bentte belirtilen donanımlara ait, kişilerce giyilmeyen veya tutulmayan, donanımı bir dış cihaza veya uygun bir ankraj noktasına bağlamak amacıyla tasarlanmış, bir yapıya kalıcı olarak bağlanmayan ve kullanım öncesinde sabitlenmesine gerek duyulmayan bağlantı sistemleri kişisel koruyucu donanımdır şeklinde tanımlanmaktadır.

Kişisel koruyucu donanımlar, Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik “Ek 1 Kişisel Koruyucu Donanım Listesi”nde

- Baş koruyucuları

- Kulak koruyucuları
- Göz ve yüz koruyucuları
- Solunum sistemi koruyucuları
- El ve kol koruyucuları
- Ayak ve bacak koruyucuları
- Cilt koruyucuları
- Gövde ve karın bölgesi koruyucuları
- Vücut koruyucuları

olarak 9 ana başlıkta ele alınmaktadır. Bu 9 ana başlığın içerdiklerini de (örneğin baş koruyucuları endüstride kullanılmakta olan koruyucu baretler, kepler-boneler gibi saçlı derinin korunması için olan ekipmanlar ve koruyucu başlıklar gibi) belirtmektedir.

2012 tarihli ve 28230 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanımların Kategorizasyon Rehberine Dair Tebliğ, Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği kapsamında yer alan kişisel koruyucu donanımların CE belgelendirme işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi amacıyla hangi kategoriye dahil olduklarının belirlenmesini sağlamaktadır. Bu tebliğ, farklı tipteki kişisel koruyucu donanımların risk seviyelerine göre sınıflandırılmasını ve uygun belgelendirme süreçlerine tabi tutulmasını düzenleyerek, piyasaya arz edilen KKD’lerin güvenlik ve kalite standartlarına uygunluğunu garanti altına almayı hedeflemektedir. Böylece hem üretici hem de kullanıcı açısından KKD’lerin standartlara uygunluğu ve güvenilirliği sağlanmış olmaktadır. Tebliğe göre;

- Kategori-0: Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği kapsamına girmeyen KKD’lerdir.
- Kategori-I: Tasarımcı tarafından, kullanıcının kendisinin değerlendirebileceği kabul edilen, tedrici olarak ortaya çıkan ve zamanında fark edilebilir derecede düşük düzeydeki risklere karşı koruma sağlayan basit yapıdaki KKD’lerdir.
- Kategori-II: Kategori-I ve kategori-III’ün dışında kalan tüm KKD’lerdir.
- Kategori-III: Tasarımcı tarafından, ani olarak ortaya çıkabilecek tehlikeleri, kullanıcının zamanında fark edemeyeceği düşünülen durumlarda ve hayati tehlike oluşturarak, sağlığa ciddi şekilde ve

geriye dönüşü mümkün olmayacak derecede zarar verebilecek risklere karşı koruma sağlayan, karmaşık yapıdaki KKD'lerdir.

2. İşveren Sorumlulukları

Türkiye'de kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımına ve yönetimine ilişkin düzenlemeler, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (T.C. Resmi Gazete, 2012) ile Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik kapsamında yürütülmektedir. Söz konusu yükümlülük, yalnızca yasal bir zorunluluğun yerine getirilmesiyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda iş sağlığı ve güvenliği kültürünün kurumsallaştırılması bakımından da stratejik bir önem taşımaktadır. Etkin bir KKD yönetimi, iş kazaları ile meslek hastalıklarının önlenmesinde kritik bir rol oynamakta; aynı zamanda çalışanların işyerine yönelik güven duygusunu ve motivasyon düzeyini artırarak işyeri ortamının genel güvenlik algısını pekiştirmektedir.

Yönetmelik'in 1. ve 5. maddelerinde açıkça ifade edildiği üzere, kişisel koruyucu donanımlar (KKD), teknik önlemler, toplu korunma tedbirleri veya iş organizasyonu aracılığıyla tamamen ortadan kaldırılamayan ya da yeterince sınırlandırılmayan risklerin mevcut olduğu durumlarda devreye girmektedir. Bu bağlamda KKD'ler, yalnızca ani tehlike anlarında değil, aynı zamanda artık risklerin azaltılmasında ve çalışma koşullarının sürekli iyileştirilmesinde de kritik bir işlev üstlenmektedir. Mevzuatta, risklerle mücadelede önceliğin toplu korunma önlemlerine verilmesi gerektiği belirtilmekle birlikte, KKD'lerin iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesine, çalışan sağlığının korunmasına ve işyerindeki güvenlik standartlarının sürekli geliştirilmesine katkı sağlayan tamamlayıcı bir unsur olduğu da vurgulanmaktadır. Bu doğrultuda, KKD kullanımı yalnızca fiziksel bir koruma aracı değil; aynı zamanda iş sağlığı ve güvenliği kültürünün temel bir bileşeni olarak, çalışan refahını sürdürülebilir biçimde destekleyen stratejik bir uygulama niteliği taşımaktadır.

2.1. Risk Değerlendirmesi Yapma ve KKD İhtiyacını Belirleme

İşveren, işyerinde var olan tehlikelerin belirlenmesine yönelik kapsamlı bir risk değerlendirmesi gerçekleştirmekle yükümlüdür. Bu değerlendirme süreci sonucunda, gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemleri ile birlikte kullanılacak kişisel koruyucu donanım (KKD) türleri de saptanmalıdır. Yönetmelik kapsamında yer alan Ek-2 listesinde belirtilen KKD türleri esas alınarak, işyerindeki spesifik risklere uygun koruyucu donanımların temini sağlanmalıdır. İşveren, işyerinde yürütülen tüm faaliyetlerin risk düzeylerini analiz ederek, çalışanların maruz kalabileceği tehlikeleri belirlemek ve bu doğrultuda uygun KKD'lerin kullanımını sağlamakla yükümlüdür. Bu süreç,

hem tehlikelerin sistematik biçimde analiz edilmesi hem de bu tehlikeler karşısında alınacak koruyucu önlemlerin etkinliğinin artırılması bakımından kritik bir öneme sahiptir.

2.2. Uygun KKD Temini ve Maliyetin Karşılanması

İşveren, çalışanlara gerekli kişisel koruyucu donanımları (KKD) ücretsiz olarak temin etmekle yükümlüdür. Bu yükümlülük yalnızca donanımların sağlanmasıyla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda KKD'lerin bakım, onarım ve gerektiğinde yenilenmesine ilişkin tüm maliyetlerin işverence karşılanmasını da kapsamaktadır. Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik'in 6. maddesi uyarınca, temin edilen KKD'lerin, işyerinin mevcut koşullarına, çalışanın ergonomik gereksinimlerine ve yürütülen işin niteliğine uygun olması gerekmektedir. Bununla birlikte, KKD'lerin CE işareti taşıması ve Türkçe kullanım kılavuzu ile birlikte sunulması da zorunlu tutulmuştur. Bu düzenlemeler, çalışanların KKD'leri doğru, etkin ve güvenli bir biçimde kullanabilmelerini sağlamayı ve iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının etkinliğini artırmayı amaçlamaktadır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013).

2.3. KKD Eğitimi ve Bilgilendirme Yükümlülüğü

İşverenin sorumluluğu yalnızca kişisel koruyucu donanım (KKD) temini ile sınırlı değildir; çalışanların bu donanımları doğru ve etkili biçimde kullanmalarını sağlamak amacıyla gerekli tüm önleyici ve destekleyici tedbirleri de hayata geçirmesi gerekmektedir. Bu çerçevede, çalışanlara KKD kullanımına ilişkin sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında kapsamlı bilgi verilmeli ve uygulamalı eğitimler sağlanmalıdır. Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik'in 6. maddesi uyarınca, işveren; KKD'nin koruma sağladığı riskler hakkında çalışanları bilgilendirmek [6(1)(f)] ve KKD'nin doğru kullanımı, bakımı ve muhafazası konularında uygulamalı eğitim vermekle [6(1)(g)] yükümlüdür. Söz konusu eğitimlerin düzenli aralıklarla tekrarlanması ve belgeye dayalı olarak kayıt altına alınması esastır. Çalışanların, kullandıkları KKD'nin hangi risklere karşı koruma sağladığını ve bu donanımların nasıl kullanılacağına dair bilgi sahibi olmaları, işyerindeki genel güvenlik kültürünün geliştirilmesi ve korunması açısından hayati öneme sahiptir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013).

2.4. Denetim ve Gözetim Sorumluluğu

İşveren, kişisel koruyucu donanımların (KKD) işyerinde doğru ve etkin bir biçimde kullanılmasını denetlemek ve bu süreci sürekli olarak izlemekle

yükümlüdür. Bu doğrultuda, iç denetim mekanizmalarının oluşturulması, tespit edilen uygunsuzlukların giderilmesi ve çalışanların KKD kullanımına ilişkin davranışlarının düzenli olarak gözlemlenmesi gerekmektedir. Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik'in 8. maddesi uyarınca, işveren, KKD'lerin uygun şekilde kullanıldığını temin etmeli ve uyumu sağlamak amacıyla gerekli önlemleri almakla sorumludur. Ayrıca, KKD'lerin yalnızca amacına uygun olarak kullanılmasının ve uygun koşullarda muhafaza edilmesinin sağlanması zorunludur. Bu denetim ve izleme süreçleri, iş sağlığı ve güvenliği kültürünün kurumsallaşması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından temel bir rol üstlenmektedir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013).

2.5. KKD'nin Bakım, Onarım ve Değiştirilme Sorumluluğu

Kişisel koruyucu donanımların (KKD) işlevselliğinin sürdürülebilmesi için düzenli bakım ve gerekli durumlarda onarım süreçlerinin eksiksiz bir biçimde yürütülmesi gerekmektedir. İşveren, hasar görmüş, işlevini yitirmiş ya da kullanım ömrü sona ermiş KKD'leri, uygun ve yeni ekipmanlarla değiştirmekle yükümlüdür. Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik'in 6(1)(c) ve 8(3) maddeleri uyarınca, KKD'lerin üretici firma talimatlarına uygun biçimde bakımı yapılmalı; arızalı donanımlar onarılmalı veya derhal yenileriyle değiştirilmelidir. Ayrıca, söz konusu ekipmanların hijyenik koşullarda muhafaza edilmesi sağlanmalı ve bakım ya da onarım işlemi gerçekleştirilmemiş KKD'lerin tekrar kullanıma sunulmasına kesinlikle izin verilmemelidir. Bu uygulamalar, KKD'nin koruyucu işlevinin devamlılığını güvence altına almanın yanı sıra, çalışanların güvenliğinin sürdürülebilir biçimde sağlanmasına da doğrudan katkı sunmaktadır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013). Bununla birlikte, işverenin sorumluluk alanı yalnızca teknik tedbirlerle sınırlı olmayıp, çalışanların ve çalışan temsilcilerinin kişisel koruyucu donanımlara ilişkin karar süreçlerine aktif katılımını sağlamayı da içermektedir. Bu kapsamda, KKD ile ilgili alınacak önlemler konusunda çalışanların ve destek elemanlarının görüşlerinin alınması ve karar alma süreçlerinin katılımcı bir anlayışla yürütülmesi gerekmektedir. Bu tür katılımcı yaklaşımlar, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarına olan bağlılıklarını artırmakta ve işyerinde güvenlik kültürünün kurumsal düzeyde yerleşmesine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

3. Çalışan Sorumlulukları

Kişisel koruyucu donanımların (KKD) işyerlerinde etkin ve sürdürülebilir bir biçimde kullanılabilmesi, yalnızca işverenin yasal ve idari yükümlülüklerini

eksiksiz olarak yerine getirmesine bağlı değildir; aynı zamanda çalışanların da kendilerine düşen görev ve sorumlulukları bilinçli ve sistematik bir şekilde yerine getirmesi gerekmektedir. KKD kullanımında işverenin sağladığı fiziksel imkânlar kadar, çalışanların bu donanımları doğru, düzenli ve bilinçli biçimde kullanmaya yönelik tutum ve davranışları da kritik bir rol oynamaktadır. Bu çerçevede, Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik, sadece işverene yönelik yükümlülükler getirmekle kalmamış; çalışanlara da açık, tanımlı ve bağlayıcı sorumluluklar yüklemiştir. Yönetmelik'e göre çalışanlar, kendilerine verilen KKD'leri talimatlara uygun biçimde kullanmak, bu ekipmanların bakımını sağlamak, kaybolmasını veya hasar görmesini önlemek ve uygunsuzlukları zamanında bildirmekle yükümlüdür. Ayrıca, KKD'nin etkinliğini azaltacak her türlü yanlış kullanım, yalnızca bireysel değil kurumsal düzeyde iş sağlığı ve güvenliğini de riske atmaktadır. Bu nedenle, çalışanların bilinçlendirilmesi, eğitimlerle desteklenmesi ve sorumluluklarını içselleştirmesi, işyerinde güvenli bir çalışma ortamının oluşturulması açısından hayati öneme sahiptir.

3.1. KKD'yi Verilen Talimatlara Uygun Kullanma Yükümlülüğü

Çalışanların, kendilerine temin edilen kişisel koruyucu donanımları (KKD) etkin bir biçimde kullanmaları, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanmasında temel unsurlardan biridir. Bu bağlamda, çalışanların yükümlülükleri yalnızca etik bir sorumluluk değil, aynı zamanda yasal bir zorunluluk olarak da düzenlenmiştir. Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik'in 8(2) maddesi ile 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 19. maddesi, çalışanların KKD'yi işveren tarafından verilen eğitimler ve talimatlar doğrultusunda doğru, düzenli ve amacına uygun bir şekilde kullanmasını açıkça hükme bağlamaktadır. Bu düzenlemeler uyarınca, çalışanlar, KKD'yi yalnızca koruma amacıyla ve belirtilen risklere karşı kullanmak; işverenin uyarılarına, kullanım kılavuzlarına ve eğitim içeriklerine uygun davranmak zorundadır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013; T.C. Resmi Gazete, 2012). Bu yükümlülüklerin yerine getirilmesi, yalnızca bireysel güvenliğin korunmasına hizmet etmemekte; aynı zamanda toplu iş güvenliği kültürünün oluşturulması ve sürdürülmesi açısından da stratejik bir önem taşımaktadır. Zira KKD'nin hatalı kullanımı veya ihmali, yalnızca ilgili çalışanın değil, diğer çalışanların ve iş sürecinin tamamının güvenliğini olumsuz etkileyebilecek sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle, çalışanların bilinç düzeylerinin artırılması, sorumluluklarının farkında olmaları ve işverenle iş birliği içinde hareket etmeleri, etkin bir iş sağlığı ve güvenliği sisteminin işlerinin sağlanması bakımından vazgeçilmezdir.

3.2. KKD'yi Koruma ve Uygun Şekilde Muhafaza Etme Sorumluluğu

Çalışanlar, kendilerine sağlanan kişisel koruyucu donanımların (KKD) zarar görmemesi ve işlevselliğini yitirmemesi için büyük bir titizlikle kullanmak ve uygun koşullarda muhafaza etmekle yükümlüdür. Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik'in 8(2) maddesi uyarınca, çalışanların KKD'leri koruma sorumluluğu yalnızca kullanım anıyla sınırlı olmayıp, kullanım dışı kaldığı dönemlerde de söz konusu ekipmanların üretici tarafından belirlenen koşullara uygun olarak saklanması gerekmektedir. Bu uygulama, KKD'nin etkinliğinin ve dayanıklılığının korunmasında temel bir öneme sahiptir. Örneğin, koruyucu gözlükler, eldivenler ve diğer benzeri ekipmanlar uygun ortamda muhafaza edilmediğinde mekanik hasara, deformasyona veya hijyenik problemlere maruz kalabilir; bu da donanımın koruyucu işlevini olumsuz yönde etkileyerek tekrar kullanımını riskli hale getirebilir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013). Dolayısıyla, çalışanların KKD'lere yönelik gösterdiği özen, iş sağlığı ve güvenliği kapsamında alınan tüm önlemlerin etkinliğini doğrudan etkileyen kritik bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

3.3. Arıza veya Eksiklikleri Bildirme Yükümlülüğü

Çalışanlar, kullandıkları kişisel koruyucu donanımlarda (KKD) herhangi bir arıza, kusur veya eksiklik tespit ettiklerinde, bu durumu derhal işverene bildirmekle yasal olarak yükümlüdür. Bu sorumluluk, yalnızca bireysel iş güvenliğinin sağlanması açısından değil, aynı zamanda işyerindeki genel güvenlik ortamının korunması ve potansiyel iş kazalarının önlenmesi bakımından da büyük bir öneme sahiptir. Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik'in 8(2) maddesi, çalışanların KKD'lerdeki tüm kusur ve eksiklikleri zaman kaybetmeden rapor etmelerini ve arızalı donanımların kullanımını engellemelerini açıkça hükme bağlamaktadır. Böylece, hatalı veya fonksiyonunu yitirmiş KKD'lerin kullanımı engellenerek, risklerin minimize edilmesi ve iş sağlığı ve güvenliği standartlarının sürdürülebilir biçimde korunması sağlanmaktadır. Bu yükümlülüğün etkin şekilde yerine getirilmesi, işyerinde güvenlik bilincinin pekiştirilmesine ve güvenlik kültürünün kalıcı hale getirilmesine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013).

Tablo 3.1. İşveren ve Çalışanların KKD Sorumlulukları

Sorumluluk	İşverenin Sorumlulukları	Çalışanın Sorumlulukları
Risk Değerlendirmesi & KKD Belirleme	1. İşyerindeki tehlikeleri tespit edip kapsamlı risk değerlendirmesi yapar. 2. Ek-2 listesine göre uygun KKD ihtiyacını belirler.	1. İşverenin belirlediği donanım gereksinimleri doğrultusunda hareket eder.
KKD Temini & Maliyetlerin Karşılanması	1. Çalışanlara gerekli KKD'leri ücretsiz temin eder. 2. Bakım, onarım ve yenileme maliyetlerini karşılar. 3. Donanımın ergonomik, CE uyumlu ve kılavuzlu olmasını temin eder.	1. Temin edilen donanımı özenle ve talimatlara uygun kullanır.
Eğitim ve Bilgilendirme	1. KKD'nin doğru kullanımı, bakımı ve saklanması konusunda uygulamalı eğitimler verir. 2. Eğitim faaliyetlerini düzenli denetler.	1. Verilen eğitim ve talimatlara tam uyum gösterir.
Denetim ve Gözetim	1. KKD'nin etkin ve sürekli kullanımını iç denetim mekanizmalarıyla izler. 2. Tespit edilen uygunsuzlukları giderir.	1. Kullanım sırasında uygunsuzluk veya eksiklik tespit ettiğinde derhal bildirir.
Bakım, Onarım & Değiştirilme	1. KKD'nin düzenli bakım, onarım ve yenileme işlemlerini yürütür. 2. Eskimiş veya hasarlı donanımı zamanında yeniler. 3. Hijyenik saklama koşullarını temin eder.	1. Kullanım öncesi ve sırasında donanımın kontrolünü yapar. 2. Herhangi bir arıza veya eksiklik durumunu anında bildirir.
Kullanım Talimatlarına Uyunluk	1. KKD ile ilgili net kullanım talimatlarını, yönergeleri ve prosedürleri belirler ve çalışanlarla paylaşır.	1. İşveren tarafından belirlenen talimatlara uygun biçimde donanımı kullanır.
Koruma & Muhafaza	1. KKD'nin uygun saklama ve muhafaza koşullarını sağlayacak düzenlemeleri yapar.	1. Donanımın zarar görmemesi için uygun saklama koşullarını uygular.
Arıza/Eksiklik Bildirimi	1. Arızalı veya eksik donanımın tespitini yapar, onarım sürecini takip eder.	1. Donanımda oluşan arıza veya eksiklikleri derhal işverene bildirir.

4. İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı Kapsamında Sorumluluklar, İhlaller ve KKD Uygulamalarındaki Zorluklar

4.1. İşverenin Yükümlülüklerini Yerine Getirmemesinin Sonuçları

2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, çalışanların sağlık ve güvenlik koşullarının iyileştirilmesine yönelik olarak işverenlere bir dizi yükümlülük getirmiştir. Kanunun 4. maddesi uyarınca, işverenin temel yükümlülükleri arasında mesleki risklerin önlenmesi, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konularında bilgilendirilmesi ve eğitilmesi, gerekli organizasyonel ve teknik önlemlerin alınması, kişisel koruyucu donanımların (KKD) temin edilmesi ve etkin biçimde kullanımının sağlanması ile işyerine özgü risk değerlendirmesi çalışmalarının gerçekleştirilmesi yer almaktadır. Bu yükümlülüklerin yerine getirilmesi, yalnızca yasal bir zorunluluk değil, aynı zamanda iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi açısından da hayati öneme sahiptir. İşverenin söz konusu yükümlülükleri ihlal etmesi durumunda, 6331 sayılı Kanun çerçevesinde çeşitli idari yaptırımlar uygulanmaktadır. Örneğin, risk değerlendirmesi yapılmaması, acil durum planı hazırlanmasının ihmal edilmesi, çalışanlara iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmemesi veya KKD temin edilmemesi gibi durumlarda idari para cezaları gibi yaptırımlar devreye girmektedir. Ancak bu yaptırımlar yalnızca idari nitelikte kalmamakta, ihlalin niteliğine ve sonuçlarına bağlı olarak ceza hukuku bağlamında da sorumluluk doğabilmektedir. Nitekim, 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu'nun 85. maddesi uyarınca, işyerinde meydana gelen bir iş kazası sonucunda ölüm veya yaralanma gerçekleşmesi halinde, işverenin “taksirle ölüme veya yaralanmaya neden olma” suçundan cezai sorumluluğu gündeme gelmektedir. Yargı kararları da bu konuda önemli bir içtihat oluşturmaktadır. Özellikle Yargıtay Ceza Genel Kurulu'nun kararları, iş sağlığı ve güvenliği yükümlülüklerini yerine getirmeyen işverenler hakkında ağır cezai yaptırımlar öngörmekte; ihmallerin ölüm veya yaralanmayla sonuçlanması durumunda hapis cezası dahil olmak üzere ciddi hukuki sonuçlar doğurabilmektedir. Bu kapsamda, yargı organlarının işveren yükümlülüklerine ilişkin yaklaşımı, iş sağlığı ve güvenliği kurallarının uygulanmasının yalnızca idari değil, aynı zamanda cezai yaptırımlar yoluyla da denetlendiğini açıkça ortaya koymaktadır.

4.2. Çalışanın Yükümlülüklerini İhlal Etmesinin Sonuçları

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, iş sağlığı ve güvenliğinin yalnızca işverenin değil, aynı zamanda çalışanın da sorumluluğunda olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Kanunun 19. maddesi, çalışanlara yönelik temel yükümlülükleri düzenlemekte olup, bu çerçevede çalışanların

işyerinde alınan sağlık ve güvenlik önlemlerine uymaları, kişisel koruyucu donanımları (KKD) amacına uygun şekilde kullanmaları, kendilerine sunulan iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerine katılmaları ve işyerinde karşılaştıkları tehlikeleri gecikmeksizin bildirmeleri gerekmektedir. Çalışanların bu yükümlülüklere uymaması, yalnızca kendi sağlık ve güvenliklerini riske atmakla kalmamakta, aynı zamanda işyerindeki diğer çalışanların da güvenliğini tehlikeye sokmaktadır. Bu nedenle, söz konusu yükümlülüklerin ihlali, iş hukuku açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır. Nitekim 4857 sayılı İş Kanunu'nun 25. maddesinin II. fıkrası, işçinin iş sağlığı ve güvenliği kurallarına aykırı davranışlarını işveren açısından "haklı nedenle derhal fesih" sebebi olarak kabul etmektedir. Özellikle aşağıda sıralanan emniyetsiz tutum ve davranışlar, bu kapsamda ciddi ihlaller olarak değerlendirilmektedir: Kişisel koruyucu donanım kullanımını reddetmek, İşverenin veya iş sağlığı ve güvenliği profesyonellerinin uyarılarına rağmen tedbirsiz davranışlarını sürdürmek, Karşılaşılan tehlikeleri işverene bildirmemek. Bu tür davranışların tekrarlanması, yalnızca bireysel güvenlik açısından değil, aynı zamanda işyerindeki tüm çalışanların sağlığı ve güvenliği bakımından ciddi tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle işverenlerin, iş sağlığı ve güvenliği kültürünün sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla, disiplin yönetmeliklerinde bu yükümlülüklerin ihlaline yönelik açık ve caydırıcı yaptırımlara yer vermesi büyük önem taşımaktadır. Böylece, çalışanların bilinç düzeyinin artırılması ve kurallara uyumun sağlanması yoluyla, güvenli bir çalışma ortamı oluşturulması hedeflenmektedir.

5. KKD Uygulamalarında Karşılaşılan Zorluklar ve Çözüm Önerileri

Kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde etkin kullanımı, iş sağlığı ve güvenliği açısından hayati önem taşımakla birlikte, uygulama sürecinde çeşitli zorluklar da ortaya çıkabilmektedir. Bu zorluklar, hem işverenlerin hem de çalışanların bilinç düzeyi, donanımların ergonomik uygunluğu, temin edilen KKD'nin kalitesi, eğitim yetersizlikleri ve işyerindeki organizasyonel faktörler gibi çok boyutlu unsurlardan kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda, KKD uygulamalarında karşılaşılan temel sorunların doğru tespiti ve bu sorunlara yönelik stratejik çözüm önerilerinin geliştirilmesi, iş sağlığı ve güvenliği kültürünün güçlendirilmesi ve iş kazalarının önlenmesi açısından kritik önem arz etmektedir. Aşağıda, KKD uygulamalarında sıkça karşılaşılan başlıca zorluklar ile bunlara yönelik öneriler sistematik bir şekilde ele alınmaktadır.

5.1. Davranışsal Dirençler

İşyerlerinde çalışanların kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımına yönelik davranışsal dirençleri, iş sağlığı ve güvenliği açısından ciddi riskler ve güvenlik açıkları oluşturabilmektedir. Bu dirençlerin temelinde genellikle “bana bir şey olmaz” algısı, KKD’nin sağladığı koruma ile birlikte getirdiği rahatsızlıklar (örneğin, iş yapımına engel olması, görüşün kısıtlanması, terleme gibi fizyolojik etkiler) ile çalışanların alışkanlık eksikliği ve bilgi yetersizliği gibi faktörler yer almaktadır. Bu etkenler, çalışanların KKD’yi doğru ve sürekli kullanmalarını engellemekte, dolayısıyla işyerindeki risklerin artmasına zemin hazırlamaktadır. Bu sorunların üstesinden gelmek için çok boyutlu ve kapsamlı çözüm önerileri geliştirilmelidir. İlk aşamada, çalışanların davranışlarını olumlu yönde etkileyebilmek amacıyla iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin düzenli ve etkili bir şekilde verilmesi büyük önem taşımaktadır. Eğitimler yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı kalmayıp, uygulamalı ve katılımcı yöntemlerle desteklenmeli, çalışanların KKD kullanımının önemi ve gerekliliği konusunda bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır. Bunun yanı sıra, yöneticilerin rol model olarak bu süreçte aktif katılımı, çalışanların KKD kullanımına ilişkin tutumlarını olumlu yönde etkileyebilir. Yöneticilerin bu konuda sergileyeceği etkin davranışlar, organizasyon kültürünün güvenlik odaklı biçimde gelişmesine katkıda bulunacaktır. Ödül-ceza mekanizmalarının geliştirilmesi de motivasyonu artıran etkili yöntemlerdendir. Özellikle pozitif pekiştirme yolu ile, KKD kullanımına özen gösteren ve kurallara uyan çalışanların performansına dayalı ödüllendirilmesi, hem bireysel motivasyonu yükseltmekte hem de genel iş güvenliği kültürünü güçlendirmektedir. Ayrıca, mevcut durumların kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi ve risk değerlendirme çalışmalarının eksiksiz yapılması, işyerinde var olan tehlikelerin ve risklerin yanı sıra bu risklerden etkilenen kişilerin belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu analizler doğrultusunda geliştirilecek önlem planları, çalışanların davranışsal dirençlerinin nedenlerine yönelik özel stratejiler içermelidir. Özellikle bu dirençler, psikososyal risk etmenleri arasında değerlendirilebileceğinden, çalışanların psikolojik ve sosyal ihtiyaçlarını da gözeten kapsamlı yaklaşımlar benimsenmelidir. Sonuç olarak, KKD kullanımına yönelik davranışsal dirençlerin aşılması, yalnızca bireysel farkındalık ve disiplinle değil, aynı zamanda kurumsal düzeyde sistematik planlama, eğitim ve motivasyon mekanizmalarının entegrasyonu ile mümkün olmaktadır. Bu sayede işyerinde güvenlik kültürünün sürdürülebilirliği ve çalışanların sağlıklarının korunması sağlanabilecektir.

5.2. Tedarik ve Uygunluk Sorunları

Piyasada yaygın olarak bulunan kalitesiz veya standart dışı kişisel koruyucu donanımların (KKD) kullanımı, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının etkinliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle CE belgesi taşımayan ürünler, çalışanların antropometrik özelliklerine uygun olmayan ekipmanlar, kullanım süreleri geçmiş donanımlar ve kullanıcıların görsel, dilsel veya kültürel farklılıklarını göz önünde bulundurmeyen tasarımlar, KKD kullanım oranlarının azalmasına sebep olmaktadır. Bu durum, yalnızca donanımların koruyuculuk işlevini zayıflatmakla kalmayıp, aynı zamanda çalışanların güvenlik önlemlerine olan güvenini de sarsmaktadır. Dolayısıyla, KKD'nin etkinliği ve işyerindeki güvenlik kültürünün geliştirilmesi açısından bu sorunların çözülmesi elzemdir. Bu kapsamda önerilen temel yaklaşımlar arasında öncelikle, çalışanların geri bildirimlerine dayalı kullanıcı deneyiminin dikkate alınması yer almaktadır. Sahadaki pratik sorunların tespiti ve çözümü, donanımların işlevselliğinin artırılmasında kritik rol oynamaktadır. Ayrıca, KKD ürünlerinin Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ile Avrupa Birliği normları (EN ISO) gibi uluslararası ve ulusal standartlara uygunluğunun sağlanması ve bu standardizasyon süreçlerinin titizlikle uygulanması gerekmektedir. Bununla birlikte, çalışanların bireysel fizyolojik özellikleri ve özel ihtiyaçlarına göre, örneğin numaralı koruyucu gözlükler gibi kişiye özel KKD temin edilmesi, kullanım konforunu artırmakta ve koruyucu donanımların sürekliliğini sağlamaktadır. Ayrıca, KKD envanterinin ve stoklarının yönetimi için dijital takip sistemlerinin kullanılması, donanımların kullanım ömrü ve bakım süreçlerinin etkin takibini mümkün kılarak, zamanında yenilenmelerin yapılmasını kolaylaştırmaktadır. Sonuç olarak, bu bütüncül yaklaşım; kalite ve standartlara uygun KKD temini, çalışan odaklı ürün seçimi ve etkin stok yönetimi ile birleştğinde, işyerinde KKD kullanımının yaygınlaşmasını ve çalışanların korunma düzeyinin yükselmesini sağlamaktadır. Böylece hem bireysel hem de kurumsal düzeyde iş sağlığı ve güvenliği performansı olumlu yönde etkilenmektedir.

5.3. Eğitim Eksikliği

Kişisel koruyucu donanımların (KKD) işyerlerinde yalnızca temin edilmesi yeterli olmayıp, bu donanımların doğru şekilde takılması, düzenli temizliği, uygun koşullarda saklanması ve değiştirilme zamanlarının bilinmesi de iş sağlığı ve güvenliği açısından büyük önem arz etmektedir. Ancak, saha uygulamaları incelendiğinde, pek çok işletmede KKD eğitimlerinin yüzeysel ve teorik düzeyde kaldığı, uygulamalı eğitimlerin ise yetersiz olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, çalışanların KKD'yi doğru ve etkili kullanma becerilerinin gelişmesini engellemekte, dolayısıyla alınan koruyucu

önlemlerin etkinliğini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu sorunun çözümüne yönelik olarak çeşitli öneriler geliştirilebilir. Öncelikle, tüm personelin aktif katılımıyla iş yerinde bire bir gerçekleştirilecek uygulamalı eğitimler, bilgi ve becerilerin kalıcı olmasını sağlamada kritik bir rol oynayacaktır. Uygulamalı eğitimler, çalışanların KKD'yi gerçek çalışma koşullarında nasıl kullanacaklarını deneyimlemelerine ve olası yanlış uygulamaları düzeltmelerine olanak tanır. Bunun yanında, teknolojik gelişmelerin sunduğu olanaklardan faydalananarak, mobil cihazlar üzerinden erişilebilen eğitim modüllerinin geliştirilmesi ve KKD kullanımıyla ilgili hatırlatma ve takip sistemlerinin kurulması, eğitimlerin sürekliliğini ve erişilebilirliğini artıracaktır. Bu sayede, çalışanlar herhangi bir zamanda bilgilerini tazeleyebilir ve uygulamada karşılaştıkları sorunlar için hızlı çözümlere ulaşabilirler. Eğitimlerin etkinliğini ölçmek amacıyla, eğitim sonunda interaktif testler ve simülasyon uygulamalarının yapılması, katılımcıların edindikleri bilgi düzeyini değerlendirmek açısından faydalı olacaktır. Bu tür ölçme araçları, hangi konularda eksikliklerin olduğunu belirlemeye ve eğitim programlarını bu doğrultuda geliştirmeye imkân tanır. Son olarak, eğitimlerin ardından saha gözlemleri yapılması ve çalışanlara anketler uygulanması, öğrenme çıktılarını analiz etmek ve gerçek davranış değişimlerini tespit etmek için gereklidir. Bu değerlendirmeler, KKD kullanımının yalnızca bir zorunluluk olarak kalmayıp, işyerinde içselleştirilmiş ve sürekli gelişen bir güvenlik kültürünün unsuru haline gelmesini destekleyecektir. Özetle, KKD eğitimlerinin teorik bilgilerle sınırlı kalmayıp, kapsamlı uygulamalı eğitimlerle desteklenmesi, teknolojik araçlarla sürekli öğrenme süreçlerinin sağlanması ve etkin değerlendirme yöntemlerinin kullanılması, iş sağlığı ve güvenliği performansının artırılmasında temel bir rol oynamaktadır.

Kaynaklar

- Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik. (2013, 15 Mayıs). *T.C. Resmî Gazete*, (28648).
- International Labour Organization. (1981). *Convention No. 155 – Occupational Safety and Health Convention*.
- International Labour Organization. (1985). *Convention No. 161 – Occupational Health Services Convention*.
- International Labour Organization. (2023). *Safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience*. <https://www.ilo.org>
- Kale, Ö., & Eskişar, T. (2021). Kişisel koruyucu donanım kullanımının önemi ve gelişim planlaması için bir alan çalışması. *Çalışma ve Toplum Dergisi*, (4).
- Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği. (2019, 1 Mayıs). *T.C. Resmî Gazete*, (30761).
- Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik. (2013, 2 Temmuz). *T.C. Resmî Gazete*, (28695).
- Malta, G., Matera, S., Plescial, F., Calascibetta, A., Argo, A., & Cannizzaro, E. (2024). Occupational accidents and the use of PPE: A global meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1368991>
- Öymez, Y. (2020). Kişisel koruyucu donanımların kullanımı. In Hacettepe Üniversitesi (Ed.), *İş Sağlığı ve Güvenliği El Kitabı* (Bölüm 44, s. 737).
- Rahman, P. N., Kam, A., Azmi, A., & Zasra, R. (2022). History of PPE: Special reference to beaked masks during the Black Death and its aftermath. *Akademika*, 92(1), 137–150. <https://doi.org/10.17576/akad-2022-9201-11>
- Türk Borçlar Kanunu. (2011, 4 Şubat). *T.C. Resmî Gazete*, (27836).
- Türk Standartları Enstitüsü. (2001). *TS EN 149: Solunumla ilgili koruyucular – Parçacık filtreli maskeler*.
- Türk Standartları Enstitüsü. (2002a). *TS EN 166: Kişisel göz koruyucuları*.
- Türk Standartları Enstitüsü. (2002b). *TS EN 397: Endüstriyel güvenlik baretleri*.
- Yargıtay Ceza Genel Kurulu. (2020). 2020/49 E.
- Yargıtay Ceza Genel Kurulu. (2021). 2021/98 K.
- Yüksel, A. (2021). Sağlık hizmetlerinde kişisel koruyucu donanım kullanımının önemi. *Aile Sağlığı Dergisi*, 19(2), 44–50.
- 2016/425/AB Kişisel Koruyucu Donanımlar Yönetmeliği. (2016). *Avrupa Birliği Resmî Gazetesi*.
- 4857 sayılı İş Kanunu. (2003, 10 Haziran). *T.C. Resmî Gazete*, (25134).
- 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. (2012, 30 Haziran). *T.C. Resmî Gazete*, (28339).

Sağlık Sektöründe Kimyasal Maruziyetin Yönetimi: Sosyal Politikalar ve Mevzuat Perspektifi

Gökay Taşkaya¹

Özet

Sağlık sektörü, çalışanların birçok fiziksel, biyolojik ve kimyasal risk faktörüne maruz kaldığı karmaşık bir çalışma ortamıdır. Bu faktörler arasında kimyasal ajanlar, hem yaygın kullanımları hem de potansiyel sağlık riskleri nedeniyle özel bir öneme sahiptir. Sağlık çalışanları, işlerinin doğası gereği; dezenfektanlar, sterilizatörler, anestezi gazları, antineoplastik (sitotoksik) ilaçlar, formaldehit ve etilen oksit gibi birçok toksik veya kanserojen kimyasal maddeyle doğrudan ya da dolaylı olarak temas hâlinindedir. Bu kimyasallara mesleki maruziyet, yalnızca akut toksik etkiler değil, aynı zamanda kronik hastalıklar, üreme sağlığı bozuklukları, nörotoksik etkiler ve kanser gibi ciddi uzun vadeli sağlık sorunlarına yol açabilmektedir.

Bu çalışmada, sağlık çalışanlarının kimyasal ajanlara maruz kalma yolları, bu maruziyetin neden olduğu sağlık riskleri ve koruyucu önlem stratejileri sistematik biçimde ele alınmıştır. Solunum yoluyla maruziyet, cilt teması, göz sıçramaları, kesici-delici alet yaralanmaları ve yutma gibi maruziyet yolları detaylandırılmış; her bir risk türü için mühendislik kontrolleri, kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanımı ve organizasyonel önlemler gibi koruyucu yaklaşımlar açıklanmıştır. Özellikle nanomalzemeler gibi yeni nesil kimyasalların sağlık çalışanları üzerindeki etkileri, güncel literatür doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Bunun yanı sıra, çalışmada mesleki kimyasal maruziyetin yalnızca tıbbi bir sorun olmadığı; aynı zamanda sosyal politika boyutları olan, çok yönlü bir yapıya sahip olduğu vurgulanmıştır. İş gücü kaybı, sosyal güvenlik sistemlerine artan yük, meslek hastalıklarının tespiti ve tazminiyle ilgili yasal boşluklar ile istihdam güvencesi gibi unsurlar, maruziyetin sosyal etkileri

1 Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, gokaytaskaya@sinop.edu.tr, 0000-0003-3916-3352

arasında değerlendirilmiştir. Bu çerçevede, kimyasal güvenlik politikalarının yalnızca teknik önlemlerle sınırlı kalmaması; yasal koruma mekanizmaları, etkin denetim sistemleri, düzenli tıbbi izlem programları ve çalışan temsilciliği gibi sosyal politika araçlarıyla desteklenmesi gerektiği savunulmuştur. Türkiye’de yürürlükte olan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, ilgili yönetmelikler ve uluslararası belgeler (örneğin ILO 170 sayılı sözleşme ve AB’nin REACH Tüzüğü) doğrultusunda mevcut yasal düzenlemeler incelenmiş, mevzuattaki eksiklikler ve uygulanabilir çözüm önerileri ortaya konulmuştur. Antineoplastik ilaçlar gibi özel kimyasallar için maruziyet sınır değerlerinin belirlenmemesi, yasal denetimlerin etkinliğini sınırlayan önemli bir sorun olarak öne çıkmıştır.

Sonuç olarak, sağlık çalışanlarının kimyasal risklerden korunması, yalnızca teknik ve bireysel tedbirler düzeyinde değil; aynı zamanda sosyal adalet, çalışma hakkı ve insan onurunu temel alan bütüncül bir politika anlayışı çerçevesinde ele alınmalıdır. Bu çalışma, karar vericilere, iş sağlığı profesyonellerine ve politika yapıcılara yol gösterici olabilecek öneriler sunarak, sağlık çalışanlarının daha güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamına kavuşmalarına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

1. Giriş

Sağlık çalışanları, küresel sağlık sistemlerinin temel yapı taşları olmalarına rağmen, mesleki kimyasal maruziyetlere bağlı olarak kronik hastalıklar, çeşitli kanser türleri ve üreme sağlığı sorunları gibi ciddi sağlık riskleriyle karşı karşıya bulunmaktadır. Rutin sağlık hizmetlerinin yürütülmesinin yanı sıra, pandemiler, çatışmalar ve iklim kaynaklı felaketler gibi acil durumlarda da ön saflarda görev alarak bakımın sürekliliğini sağlamanın yanı sıra hastalıkların önlenmesi, kaliteli birincil sağlık hizmetlerinin sunumu ve toplum sağlığının geliştirilmesi için savunuculuk faaliyetlerinde bulunmaktadır. Sağlık hizmetleri yalnızca hekim ve hemşirelerden oluşmamakta; multidisipliner bir çalışma profili içermektedir. Bu kapsamda tıp doktorları, hemşireler, psikologlar, laboratuvar teknisyenleri, sağlık teknikerleri, sosyal hizmet uzmanları ve müdahale ekipleri ile birlikte; bakım personeli, temizlik ve yemek hizmetleri çalışanları, güvenlik görevlileri ve morg personeli gibi çeşitli meslek grupları da sağlık hizmet sunumunda yer almaktadır. Bu meslek gruplarında çalışan personel, hasta bireylerle doğrudan veya dolaylı temas hâlinde bulunmakta ve vücut sıvıları, kontamine tıbbi araçlar, kirli çevresel yüzeyler ile enfekte aerosoller gibi bulaşıcı ajanlara maruz kalma riski taşımaktadır. Sağlık çalışanları, tehlikeli biyolojik ajanların yanı sıra toksik kimyasal maddeler ve yüksek düzeyde zihinsel-fiziksel stres faktörlerine maruz kalmaları nedeniyle, çalışma koşulları açısından en zorlu ve riskli

meslek gruplarından birini teşkil etmektedir (World Health Organization, 2024).

Sağlık kurumlarında, hem çalışanlar hem de hastalar için potansiyel risk oluşturabilen çeşitli kimyasal maddeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kimyasallar, hasta tedavisi, biyolojik örneklerin sabitlenmesi, yüzey ve ekipman dezenfeksiyonu gibi farklı amaçlarla görev almaktadır. Klinik uygulamalarda sıkça karşılaşılan ve sağlık açısından yüksek risk taşıyan kimyasallar arasında aerosolize ilaçlar, anestezi gazlar, kimyasal sterilizanlar ve dezenfektanlar bulunmaktadır. Bu maddelere uzun süreli maruziyet, solunum sistemi, deri, üreme sistemi ve sinir sistemi üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. ABD Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH), sağlık çalışanlarının düzenli olarak maruz kaldığı dezenfektanlar, anestezi gazlar, temizlik ürünleri, laboratuvar reaktifleri ve antineoplastik ajanların büyük bir kısmını tehlikeli kimyasal maddeler sınıfına dahil etmektedir. Bu kimyasallar, kısa dönemde zehirlenme belirtilerinden uzun dönemde kanser gibi ciddi hastalıklara kadar çeşitli sağlık etkileri ortaya çıkarabilmektedir.

Bu çalışmada, sağlık hizmeti sunumu sırasında karşılaşılan başlıca kimyasal risk türleri, bu risklerin potansiyel sağlık etkileri ve maruziyetin azaltılmasına yönelik sistematik önlemler ayrıntılı bir biçimde ele alınmaktadır.

2020 yılı itibarıyla küresel sağlık iş gücü, 29,1 milyon hemşire, 12,7 milyon tıp doktoru, 3,7 milyon eczacı, 2,5 milyon diş hekimi, 2,2 milyon ebe ve 14,9 milyon diğer sağlık çalışanı olmak üzere toplamda yaklaşık 65,1 milyon kişiden oluşmaktadır. Bu sayının, 2030 yılına kadar %29 oranında artarak yaklaşık 84 milyona ulaşması beklenmektedir (Boniol ve ark., 2022). Türkiye özelinde, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) Ulusal Sağlık İşgücü Hesapları veri portalına göre sağlık sektöründe yaklaşık 1,35 milyon kişi görev yapmakta olup; bu kapsamda yaklaşık 195 bin hekim, 244 bin hemşire, 60 bin ebe, 39 bin eczacı ve 539 bin destek personeli bulunmaktadır (Taşkingül ve ark., 2024). Bu veriler, sağlık sektöründeki insan kaynağının hem niceliksel hem de niteliksel çeşitliliğini açıkça ortaya koymaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinde insan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri sektörü, sadece toplumsal refah açısından değil, aynı zamanda ekonomik yapıya olan katkısı bakımından da stratejik bir öneme sahiptir. 2022 yılı verilerine göre, bu alanda faaliyet gösteren yaklaşık 2,3 milyon işletme, AB'deki toplam işletmelerin %7,3'ünü oluşturmaktadır. Sektör, 13,3 milyon kişiye istihdam sağlamakta ve AB iş gücünün %8,3'ünü barındırmaktadır. Yaratılan 590,4 milyar avro tutarındaki katma değer, toplam ekonomik katma değerinin %5,9'unu temsil etmektedir. Ancak sektör, ölümcül olmayan iş kazası oranları açısından %15,8 ile AB genelinde ikinci sırada yer almakta olup,

bu durum iş yükünün fazlalığı, vardiyalı çalışma ve psiko-sosyal risklerin yüksekliğine işaret etmektedir (Eurostat, 2024).

2. Sağlık Çalışanlarının Kimyasal Maddelere Maruziyeti ve Sağlık Üzerindeki Etkileri

Bu bölümde, sağlık çalışanlarının mesleki ortamlarında maruz kaldıkları çeşitli kimyasal ajanlar ve bu maruziyetin olası sağlık sonuçları, multidisipliner bir perspektifle ele alınmaktadır. Kimyasal maruziyetin etkileri yalnızca bireysel sağlık üzerinde sınırlı kalmayıp, aynı zamanda kurumsal işleyiş, hizmet kalitesi ve toplumsal sağlık çıktıları üzerinde de belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, kimyasal maddelere maruziyet yolları, maruziyeti etkileyen faktörler, akut ve kronik toksisite örnekleri, biyolojik etkilenme düzeyleri ile korunma stratejileri kapsamlı bir biçimde incelenecektir.

Kimyasal risk faktörlerinin yönetimi, yalnızca iş sağlığı ve güvenliği açısından değil; etik sorumluluklar, sürdürülebilirlik ve sosyal politika boyutları bakımından da büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, sağlık kuruluşlarında görev yapan tüm meslek gruplarının, karşı karşıya oldukları kimyasal ajanlar hakkında yeterli bilgiye sahip olmaları, uygun koruyucu önlemleri eksiksiz uygulamaları ve maruziyet etkilerinin düzenli izlenmesi zorunludur.

Sağlık hizmeti sunan personel, çalışma ortamlarında kullanılan çeşitli kimyasal maddelere deri teması, inhalasyon (solunum yoluyla) veya oral yolla (yutma) maruz kalabilmektedir. Bu maruziyetin sonuçları, hiçbir belirti vermemekten başlayarak akut toksik etkiler veya uzun dönemde ortaya çıkan kronik sağlık sorunlarına kadar geniş bir yelpazede değerlendirilebilir. Maruz kalınan kimyasallar, hafif tahriş edici etkiler gösterebileceği gibi, mutajenik, teratojenik veya karsinojenik özelliklere de sahip olabilir. Bu tür kimyasallar, genetik bozulmalar, doğumsal anomaliler veya malign neoplazmlar (kanser türleri) gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir.

Kimyasal maruziyetin sağlık üzerindeki etkilerini belirleyen temel faktörler arasında maruziyetin süresi ve yoğunluğu, maruz kalma yolu (örneğin solunum, deri teması, yutma), kimyasalın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bireysel duyarlılık düzeyleri yer almaktadır. Ayrıca, bir sağlık çalışanının aynı anda birden fazla kimyasal maddeye maruz kalması durumunda, bu maddeler arasındaki etkileşimler sinerjistik (etkinin artması) veya antagonistik (etkinin azalması) sonuçlar doğurabilir. Pratikte, sağlık kurumlarında meydana gelen ani kimyasal kazalar —örneğin kimyasal dökülmeleri, sızıntılar, yangınlar veya havalandırma sistemlerindeki yetersizlikler sonucu oluşan emisyonlar—

akut ve yoğun maruziyet riski yaratmaktadır. Bu tür olaylarda ortamda bulunan kimyasal maddelerin konsantrasyonunun önemli ölçüde artması nedeniyle, ani ve yüksek dozlu maruziyetler genellikle kronik, düşük düzeyli maruziyetten daha ağır sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Eurostat, 2024).

2.1. Aerosol İlaçlar

Aerosol formundaki ilaçlar, solunum yolu hastalıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ilaçlar, nebulizatör veya aerosol jeneratörleri aracılığıyla hastaya uygulanırken, sağlık çalışanları istem dışı olarak ilaç partiküllerine maruz kalabilmektedir. Maruziyetin solunum yolu ve cilt teması yoluyla gerçekleşmesi nedeniyle, kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı ile birlikte cihazlarda tek yönlü valf veya filtrelerin tercih edilmesi maruziyetin önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (McDiarmid, 2019). Son yıllarda sağlık hizmetlerinde görev yapan personelin, mesleki ortamdaki kimyasal maruziyetlerin olası sağlık etkilerine yönelik farkındalığında belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Özellikle hastane ortamında kullanılan dezenfektanlar, sterilizasyon ajanları, anestezi gazları, laboratuvar reaktifleri, temizlik ürünleri, farmasötik bileşikler ve kemoterapi ilaçları, sağlık çalışanları için başlıca kimyasal tehlike kaynaklarını teşkil etmektedir (National Institute for Occupational Safety and Health, 2025a)..

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH) tarafından yapılan değerlendirmeler (2025a; 2025b), sağlık çalışanlarının mesleki yaşamları boyunca çok sayıda kimyasal tehlikeye maruz kaldıklarını ortaya koymaktadır. Bu durum, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının kapsamlı bir biçimde ele alınmasını ve kimyasal risklerin sistematik olarak kontrol altına alınmasını zorunlu kılmaktadır. Evde sağlık hizmetleri alanında yapılan çalışmalarda, ilaç uygulamasından kaynaklanan ilaç kalıntılarına maruz kalmanın yılda ortalama 126 kez gerçekleşen en sık karşılaşılan risklerden biri olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, sağlık çalışanlarının temizlik maddelerine maruziyeti nedeniyle iş kaynaklı astım gelişme riski altında oldukları rapor edilmiştir (Agbonifo ve ark. 2017). Temizlik ve dezenfektan maddeleri, aerosol haline getirilmiş ilaçların uygulanması, kimyasal sızıntı maruziyeti ve lateks temasının, sağlık çalışanları arasında mesleki astımla ilişkili olduğu saptanmıştır (Arif ve Delclos, 2012).

2.2. Metil Metakrilat

Metil metakrilat (MMA), polimetil metakrilat (PMMA) tozu ile MMA monomeri içeren sıvının karıştırılmasıyla elde edilen, tıbbi uygulamalarda yaygın olarak kullanılan bir akrilik çimentodur. Bu materyal, özellikle

ortopedi ve diş hekimliği alanlarında protez sabitleme amacıyla ameliyat öncesinde veya sırasında hazırlanarak kullanılmaktadır. Sağlık çalışanları, metil metakrilata başlıca solunum yoluyla (inhalasyon) ve deri teması ile maruz kalmaktadır. Bu risk, özellikle diş protez teknisyenleri, işitme cihazları üretiminde görev alan laboratuvar personeli, ortopedik cerrahi ekibi ve patoloji laboratuvarlarında histolojik kesit hazırlayan çalışanlar açısından önem arz etmektedir. MMA, göz, deri ve solunum yollarında tahrişe neden olabilen bir kimyasaldır. Uzun süreli veya yoğun maruziyet, temas dermatiti, pulmoner aşırı duyarlılık reaksiyonları ve mesleki astım gibi sağlık sorunlarını tetikleyebilmektedir. Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH) verilerine göre, 50 ppm seviyesinin altında MMA maruziyeti yaşayan bireylerde dahi dermatolojik, genitoüriner ve solunum sistemi ile ilişkili şikâyetler sıkça raporlanmıştır. Maruziyetin azaltılmasında temel stratejiler arasında, MMA'nın yerel egzoz havalandırma sistemleri ile donatılmış aspirasyon kabinleri altında hazırlanması, kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımının yaygınlaştırılması (koruyucu gözlük, kimyasal geçirmez eldivenler ve önlükler), kişisel hijyen uygulamalarının titizlikle sürdürülmesi ve çalışanlara düzenli olarak kimyasal tehlikeler konusunda eğitim verilmesi yer almaktadır (Eurostat, 2024).

2.3. Antineoplastik İlaçlar

Sağlık çalışanlarının antineoplastik ilaçlara mesleki düzeyde maruziyeti ve bu maruziyetin bireysel sağlık üzerindeki etkileri, son otuz yılı aşkın süredir literatürde geniş kapsamda incelenmekte ve belgelenmektedir. Bu bağlamda, özellikle eczacılar ve onkoloji hemşireleri arasında farkındalık düzeyinde belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Antineoplastik ilaçların önemli bir kısmı, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) tarafından insanlarda kanserojen olduğu kesinleşmiş ya da kanserojen olabileceği şüphe edilen maddeler arasında sınıflandırılmıştır (Delclos ve ark., 2007).

Sağlık çalışanlarının sitotoksik ilaçlara maruziyet riski, bu ilaçların hazırlanması, uygulanması, taşınması, depolanması ve atık yönetimi süreçlerinde ortaya çıkabilmektedir. Özellikle sitotoksik atıkların taşınması, bertaraf edilmesi ve döküntülerin temizliği aşamalarında mesleki maruziyetin arttığı bildirilmektedir. Maruziyet yolları oldukça çeşitlilik göstermektedir. Başlıca maruziyet biçimleri; cilt teması yoluyla emilim, aerosolize olmuş ilaç partiküllerinin solunması, kontamine sıvıların gözlerle sıçraması, kontamine materyallerin kazara yutulması ve iğne ya da kesici-delici alet yaralanmalarıdır. Bu durum, maruziyetin önlenmesi için çok aşamalı ve entegre kontrol önlemlerinin zorunluluğunu ortaya koymaktadır (Yu, 2020).

Kanser tedavisinde antineoplastik ilaçların kullanım sıklığının artması, sağlık çalışanlarının bu maddelere maruz kalma riskini de orantılı biçimde yükseltmektedir. Hemşireler ve eczane personeli, genellikle düşük dozlarda olmakla birlikte uzun süreli ve çoklu kimyasallara maruziyet yaşamaktadır. Bu maruziyetin biyolojik etkileri sıklıkla belirsiz kalmakla birlikte, akut etkiler arasında cilt ve göz irritasyonları, saç dökülmesi, baş ağrısı, bulantı, kusma ve solunum yolu tahrişleri yer almaktadır. Kronik etkiler ise; lösemi gibi malign hastalıklar, infertilite, düşük, erken doğum, doğumsal anomaliler ve öğrenme bozuklukları gibi ciddi üreme sağlığı sorunlarını içermektedir. Bu toksik etkilerin çoğunlukla minimum dozdan ziyade, uzun süreli ve tekrarlayan maruziyetlerle ilişkili olduğu belirtilmektedir. Antineoplastik ilaçlarla temas, havaya karışan ilaç partiküllerinin solunması, kontamine yüzey veya materyallere temas sonucu deri yoluyla emilim veya yetersiz hijyen uygulamalarına bağlı oral yolla alım gibi çeşitli yollarla gerçekleşebilmektedir. Mevcut araştırmalar, uygunsuz çalışma uygulamaları nedeniyle iş yerlerinde kimyasal kontaminasyonun sıkça görüldüğünü göstermektedir. (Dalclos ve ark., 2007).

Antineoplastik ajanlara maruz kalan sağlık personelinde, idrar örnekleri üzerinden yapılan analizler mesleki maruziyetin biyolojik doğrulamasını sağlamaktadır. Literatürdeki çeşitli çalışmalarda, koruyucu önlemlerin yetersiz olduğu ortamlarda idrarda antineoplastik ilaç kalıntılarına daha sık rastlandığı bildirilmiştir. Bu durum, maruziyetin sadece çevresel değil, sistemik düzeyde de değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Asefa ve ark., 2021).

Ratner tarafından yürütülen bir çalışmada, onkoloji hemşireliği birimi veya kanser merkezlerinde görev yapan hemşirelerin sağlık durumları incelenmiş; meme kanseri riskinin bu hemşirelerde anlamlı şekilde arttığı ortaya konmuştur. Ayrıca, bu hemşirelerin doğan bebeklerinde konjenital anomalilerin daha yüksek oranda görüldüğü saptanmıştır. Bu bulgular, antineoplastik ilaçlara mesleki maruziyetin yalnızca bireyin değil, gelecek nesillerin sağlığı üzerinde de potansiyel olumsuz etkiler yaratabileceğine işaret etmektedir. Aynı çalışmada, antineoplastik ajanlara maruz kalma süresi yüksek olan ve yoğun maruziyet grubunda yer alan hemşirelerin rektum kanseri riski açısından da ciddi risk altında oldukları belirlenmiştir. Bu da maruziyet düzeyinin sağlık etkilerinde belirleyici bir faktör olduğunu göstermektedir (Borghini ve ark., 2024).

Çin'in Shenzhen kentinde gerçekleştirilen kesitsel bir çalışmada, antineoplastik ilaçlara mesleki düzeyde maruz kalan sağlık çalışanlarında DNA hasarı riski araştırılmıştır. Yedi kamu hastanesinde görev yapan ve

antineoplastik ajanlarla çalışan 305 hemşirelik personeli ile bu ajanlara maruz kalmayan 150 hemşirelik personeli kontrol grubu olarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, maruziyet grubunda DNA hasarı belirteçlerinin anlamlı şekilde arttığını göstermiştir. Çalışma, antineoplastik ajanların mesleki maruziyyetinin sağlık çalışanlarında DNA düzeyinde hasara yol açabileceğini ortaya koyarak, bu personelin maruziyyetinin azaltılması ve düzenli sağlık izlemlerinin önemi konusunda güçlü kanıtlar sunmaktadır (Ratner ve ark., 2010).

Mısır'da yapılan bir araştırmada, sağlık çalışanlarının antineoplastik ilaçlara yönelik tıbbi gözetim programlarına erişimlerinin sınırlı olduğu, eğitimlerin yetersiz kaldığı ve kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanım oranlarının düşük seviyelerde seyrettiği bildirilmiştir. Türkiye'de yürütülen iki ayrı çalışmada ise katılımcıların yalnızca yaklaşık %40'ının biyolojik güvenlik kabinlerini kullandığı ve KKE kullanımının istikrarlı biçimde sağlanamadığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde İran'da gerçekleştirilen iki çalışmada da antineoplastik ilaçların hazırlanması ve uygulanmasına ilişkin uygulamaların ulusal ve uluslararası standart prosedürlerle her zaman uyumlu olmadığı rapor edilmiştir. Bu bulgular, bölgesel farklılıklar olmakla birlikte, genel olarak sağlık çalışanlarının antineoplastik ajanlara yönelik maruziyet riskini azaltmaya yönelik güvenlik protokollerine tam uyum sağlamadığını göstermektedir (Huang ve ark., 2022).

Bu bağlamda, sağlık sisteminde görev yapan hemşirelerin özellikle onkolojik tedavi süreçlerinde kullanılan tehlikeli ilaçlara karşı korunmasına yönelik etkili önlemlerin alınması; politika yapıcılar, iş sağlığı uzmanları ve sağlık yöneticileri için öncelikli sorumluluk alanlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Antineoplastik ilaçların tedavi edici etkileri çoğu zaman yan etkilerin önüne geçse de, bu maddelere maruziyyetin sağlık personeli üzerindeki uzun vadeli etkileri göz ardı edilmemelidir. Hastanelerde tehlikeli ilaçlara yönelik mesleki maruziyet tamamen ortadan kaldırılamasa da, riski mümkün olan en düşük seviyeye indirmek hem etik hem de mesleki bir zorunluluktur.

2.4. Kimyasal Sterilizatörler

Etilen oksit (EtO), hidrojen peroksit gaz plazması (HPGP) ve perasetik asit (PAA) gibi kimyasallar, sterilizasyon amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu kimyasallara akut maruziyet, solunum yolu ve cilt tahrişlerine yol açarken; kronik maruziyetler ise kanser, nörotoksisite ve üreme sorunları gibi ciddi sağlık problemlerine neden olabilmektedir. Eğitim programları, güvenli iş prosedürlerinin uygulanması ve tek bölmeli

sterilizasyon sistemlerinin kullanılması, maruziyet riskini azaltmada etkili yöntemler arasında yer almaktadır (McDiarmid, 2019).

EtO, tıbbi cihazların ve çeşitli ürünlerin sterilizasyonunda en sık tercih edilen kimyasal ajanlardan biridir. Ancak EtO'nun potansiyel sağlık riskleri, özellikle uzun süreli ve yüksek dozda maruziyetlerde önemli endişelere yol açmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA) ile yerel yönetim organları, EtO maruziyetini minimize etmek amacıyla sorumluluğu paylaşmakta ve çeşitli düzenleyici mekanizmalar geliştirmektedir. Uzun süreli EtO maruziyetinin meme kanseri, non-Hodgkin lenfoma, multipl miyelom ve lenfositik lösemi gibi kanser türleriyle ilişkili olduğu bilimsel olarak ortaya konmuştur. Maruziyet riski, EtO konsantrasyonu, bireyin maruz kaldığı ortamın yakınlığı ve maruziyet süresi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

EPA'nın risk değerlendirmeleri, bireylerin haftada yedi gün, günde 24 saat EtO'ya maruz kaldığı varsayımına dayanmaktadır. Buna göre, EtO ile doğrudan çalışan sağlık personeli ve sterilizasyon tesislerindeki işçiler, 35 yıllık bir meslek yaşamı boyunca (günde 8 saat, yılda 240 gün) önemli bir kanser riski taşımaktadır. Özellikle tıbbi cihaz ve ürünlerin sterilizasyonunu doğrudan gerçekleştiren çalışanlar, bu risk grubunda yer almaktadır. EPA'nın tahminlerine göre:

- EtO uygulayan her 17 sterilizasyon çalışanından biri,
- Sağlık kuruluşlarında EtO uygulayan her 25 çalışandan biri,

ciddi düzeyde kanser riski altındadır. Bu tahminler, koruyucu önlemlerin hiç uygulanmadığı senaryoya dayanmaktadır. Gerçek risk ise, kişisel koruyucu ekipmanların (KKE) etkin kullanımı, uygun havalandırma sistemleri ve maruziyeti azaltmaya yönelik güvenlik protokollerinin uygulanması ile önemli ölçüde düşürülebilir. EtO ile sterilize edilen ürünleri kullanan hastalar ya da bu ürünlerle dolaylı temas eden sağlık personeli için mevcut bilimsel kanıtlar, riskin oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca, hastanelerde kullanılan EtO miktarının ticari sterilizasyon tesislerine kıyasla daha az olması da bu düşük risk seviyesine katkıda bulunmaktadır (Rai ve ark., 2021).

Sonuç olarak, EtO etkin bir sterilizasyon ajanı olmasına karşın, hem çevresel hem de mesleki açıdan önemli sağlık riskleri barındırmaktadır. Bu nedenle, sağlık çalışanları ve sterilizasyon tesisleri çevresinde yaşayan bireyler için EtO maruziyetinin bilimsel temele dayalı şekilde izlenmesi, kontrol altına alınması ve sosyal politika düzeyinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Ulusal

ve uluslararası düzeyde geliştirilecek kapsamlı düzenlemeler, halk sağlığının korunması ve iş güvenliğinin sağlanmasında kritik bir rol oynayacaktır.

2.5. Yüksek Düzey Dezenfektanlar

Yüksek düzey dezenfektanlar (HLD'ler), tıbbi aletlerin yeniden kullanımı öncesinde kimyasal dezenfeksiyonu amacıyla kullanılmaktadır. Bu dezenfektanlar arasında glutaraldehit, orto-ftaldehit (OPA) ve hidrojen peroksit gibi maddeler yer almaktadır. Bu ajanlara mesleki düzeyde maruziyet; cilt tahrişi, solunum yolu irritasyonları ve astım gelişimi gibi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Etkin eğitim programları, uygun kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı ve olası döküntülere müdahale için hazırlanan kitlerin hazır bulundurulması, maruziyetin önlenmesine yönelik temel önleyici stratejiler arasında yer almaktadır (McDiarmid, 2019).

Yüksek konsantrasyonlardaki dezenfektanlara sürekli maruz kalınması durumunda; göz, deri ve solunum yollarında tahriş, ciltte alerjik reaksiyonlar, santral sinir sistemi etkilenimleri, doku ve organlarda oksidatif hasar ile üreme sağlığı bozuklukları ve kanser gibi ciddi sağlık problemleri ortaya çıkabilmektedir [17]. Bu durum, sağlık çalışanlarının mesleki sorumlulukları kapsamında kimyasal maruziyeti en aza indirecek uygulamaları benimsemelerini gerekli kılmaktadır.

Bu bağlamda, dezenfektanların toksik etkilerine ilişkin farkındalık oluşturulması, hem sağlık çalışanları hem de genel kamuoyu açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle yüksek konsantrasyonlu uygulamalar ya da birden fazla kimyasalın eş zamanlı kullanımı, toksisite riskini artırmakta ve bu nedenle ek koruyucu önlemleri zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, sık dezenfeksiyon işlemlerinin gerçekleştirildiği alanlarda yeterli ve etkin havalandırma sistemlerinin sağlanması, kimyasal maruziyetin azaltılmasında kilit rol oynamaktadır.

2.5. Nitröz Oksit

Nitröz oksit (N_2O), başta diş hekimliği olmak üzere çeşitli sağlık alanlarında sedasyon amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu gaz, düşük doku çözünürlüğü nedeniyle hızlı etki başlatıp kısa sürede etkisini yitirmekte; santral sinir sistemi depresyonu, öfori ve kas gevşemesi gibi etkiler göstermektedir. Her ne kadar solunum fonksiyonları üzerinde doğrudan olumsuz etkisi bildirilmemiş olsa da, uygulama sırasında yeterli mühendislik kontrollerinin sağlanmaması durumunda, sağlık çalışanları için ciddi mesleki riskler söz konusu olabilmektedir (McDiarmid, 2019; Yirun ve ark., 2021).

Uzun süreli ve kontrolsüz maruziyet; nörolojik hasar, doğurganlık problemleri ve solunum sistemi rahatsızlıkları gibi önemli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Bu riskler özellikle yetersiz havalandırmaya sahip ortamlarda, gaz sızıntısı yapan ekipmanların kullanımıyla veya bakım eksiklikleriyle artmaktadır. Literatürde nadir görülmekle birlikte nitroz oksite bağlı malin hipertermi olguları da bildirilmiştir (Yirun ve ark., 2021).

Nitroz oksit/oksijen karışımlarının kullanıldığı sistemlerin en az %30 oksijen içerecek şekilde tasarlanması, gaz sızıntısını önleyen sızdırmaz cihazların tercih edilmesi, sedasyon uygulamalarının yalnızca bu konuda eğitilmiş personel tarafından gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, etkin havalandırma sistemleri ve gaz emici cihazların bulunması maruziyeti en aza indiren temel mühendislik kontrolleri arasında yer almaktadır.

Günlük sızıntı kontrolleri, uygun maske kullanımı, ekipmanların düzenli bakım ve kalibrasyonu ile sağlık personelinin sürekli eğitimi bu bağlamda kritik önlemler olarak öne çıkmaktadır (McDiarmid, 2019; Yirun ve ark., 2021). Sedasyon öncesinde kontrendikasyonların (örn. üst solunum yolu enfeksiyonu, gebelik, porfiri) dikkatle değerlendirilmesi, acil durumlara yönelik hazırlık yapılması ve uygulama alanlarının tıbbi müdahaleye elverişli şekilde yapılandırılması gerekmektedir. Uygulama süresince hastanın vital bulgularının (SpO_2 , $EtCO_2$, EKG) eksiksiz monitörizasyonu sağlanmalı; potansiyel komplikasyonlara yönelik sağlık çalışanlarının bilgi düzeyi ve müdahale yetkinliği yüksek olmalıdır. Bu yaklaşım, hem hasta güvenliğini artırmakta hem de uygulayıcı personelin mesleki maruziyet kaynaklı sağlık risklerini minimize etmektedir.

2.6. Uçucu Anestezik Maddeler

Uçucu anestezik maddelere düşük düzeyde ve uzun süreli mesleki maruziyetin, sağlık çalışanlarının sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceği düşünülmektedir. Bu maddelere ilişkin riskler; nörotoksik, hepatotoksik, mutajenik ve teratojenik etkiler açısından değerlendirilmiştir. Halotan, yüksek mutajenik potansiyeli ve teratojenik etkileri bilimsel olarak ortaya konmuş, günümüzde kullanımı azalmış eski bir ajan olarak öne çıkmaktadır. Sevofluran ve desfluran gibi modern ajanlara ilişkin veriler ise halen sınırlıdır ve uzun dönem etkileri hakkında net sonuçlara ulaşılmamıştır. İnhalasyon anesteziklerine maruz kalmanın sağlık üzerindeki potansiyel zararları kesin olarak dışlanamamış olduğundan, birçok yüksek gelirli ülke bu maddeler için mesleki maruziyet sınırları tanımlamıştır. Genellikle zaman ağırlıklı ortalama (TWA) şeklinde belirlenen bu sınırlar, 2 ila 10

ppm aralığında değişmektedir. Modern iklimlendirme ve atık anestezi gaz arıtma sistemlerine sahip ameliyathanelerde bu eşik değerlerin çoğunlukla aşılmadığı bildirilmektedir. Ancak, uygun havalandırma sistemlerinin bulunmadığı ortamlarda — özellikle pediatrik bronkoskopi gibi inhalasyonla indüksiyon yapılan işlemlerde — mesleki maruziyet önemli bir risk olarak varlığını sürdürmektedir. Benzer şekilde, anestezi sonrası bakım (PACU) ve yoğun bakım ünitelerinde de atık gaz tahliyesi ve iklimlendirme sistemlerinin yetersiz olması durumunda risk artmaktadır. Bu bağlamda, mesleki maruziyeti azaltmak amacıyla aşağıdaki önlemlerin alınması önerilmektedir:

- Etkin havalandırma sistemlerinin kurulması ve düzenli bakımı,
- Atık gaz eliminasyon ekipmanlarının kullanımı,
- Anestezi uygulayıcılarının teknik bilgi ve becerilerinin artırılması,
- Özellikle inhalasyon indüksiyonlarında doğru tekniklerin kullanılması, Mümkün olan durumlarda düşük akımlı anestezi yöntemlerinin tercih edilmesi.

Alternatif olarak, yalnızca intravenöz ajanlarla (örneğin propofol) sağlanan anestezi uygulamaları mesleki maruziyeti ortadan kaldıracak şekilde tasarlanmalıdır. Bununla birlikte, bazı intravenöz ajanların metabolitleri (örneğin fenol) çevresel toksisite potansiyeline sahip olabilir. Bu nedenle, anestezi madde seçimi yapılırken sadece klinik etkinlik değil, mesleki maruziyet ve çevresel etki faktörleri de göz önünde bulundurulmalıdır (Işık, 2021).

2.7. Ksilen

Ksilenin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri arasında akciğer ödemi, karın ağrısı, bulantı, karaciğer ve böbrek hasarları yer almaktadır. Benzen gibi narkotik özellikler taşıyan ksilen, uzun süreli maruziyetlerde hematopoetik sistem üzerinde zararlı etkilere ve sinir sistemi bozukluklarına neden olabilir. Ksilenin akut toksik etkileri benzenle benzerlik göstermekte olup; baş dönmesi, halsizlik, sarhoşluk hissi, titreme, nefes darlığı ve zaman zaman mide bulantısı ile kusma gibi belirtiler ortaya çıkabilir. Ciddi olgularda bilinç kaybı da gözlemlenebilir. Ayrıca, ksilen göz ve böbrek mukozasında irritasyona yol açabilir.

Kronik maruziyet durumunda bireylerde halsizlik, bitkinlik, baş dönmesi, baş ağrısı, sinirlilik, uyku bozuklukları, hafıza zayıflığı ve kulak çınlaması gibi nörolojik belirtiler gelişebilir. En dikkat çekici semptomlar arasında kalp ritim bozuklukları, ağızda tat değişiklikleri (şekerimsi tat), iştah kaybı, mide bulantısı, ateş basması, gözlerde yanma ve burun akıntısı yer almaktadır. Merkezi sinir sistemi üzerinde belirgin nörolojik etkiler

gözlemlenebilirken, kan değerlerinde anemi, lökopeni ve trombositopeni gibi hematolojik değişiklikler de meydana gelebilir. Ksilenin etkilerine karşı bireyler arasında duyarlılık farklılıkları olabileceğine dair bulgular mevcuttur. Uzun süreli maruziyet organizmanın genel direncini azaltmaktadır. Ksilenin toksik etkileri maruziyet düzeyine göre değişmektedir. Örneğin, 100 ppm düzeyinde 30 dakikalık maruziyet hafif üst solunum yolu tahrişine neden olurken, 300 ppm seviyesinde denge kaybı, görme keskinliğinde azalma ve reflekslerde yavaşlama görülebilir. 700 ppm düzeyinde ise 1 saatlik maruziyetin ardından baş ağrısı, vertigo ve mide bulantısı gibi etkiler ortaya çıkmaktadır (Byhahn ve ark., 2001).

Sağlık Bakanlığı'nın Formaldehit ve Ksilen Ölçüm Standartları Hakkındaki Genelgesine göre; ksilen ölçümleri, boyama ve kapama işlemleri ile frozen kesit boyaması yapan personel için 15 dakika ve 8 saatlik zaman dilimlerinde yapılmalıdır. Doku takibi sırasında kullanılan kaplardaki solüsyonları değiştiren personel için ise 15 dakikalık maruziyet ölçümleri gereklidir. Ayrıca, *Sağlıkta Kalite Standartları* (SKS) 6.1 kapsamında, entellan vb. maddelerle kaplanmış lamaları inceleyen patologlar için de 15 dakikalık ksilen maruziyet ölçümü yapılması gerektiği açıkça belirtilmiştir (Şentürk ve Karahilal, 2004). Bu ölçümlerin yenilenme sıklığı ve yöntemleri, formaldehit için belirlenen esaslarla paralellik göstermektedir.

2.8. Formaldehit

Formaldehit (CH_2O), oda sıcaklığında gaz hâlinde bulunan, renksiz, yüksek düzeyde toksik ve yanıcı bir kimyasal bileşiktir. Bu maddeye maruziyet; deri, solunum yolları, akciğerler ve oküler dokular üzerinde tahriş edici etkiler yaratabilir. Formaldehite kronik ve tekrarlayan şekilde maruz kalmak, potansiyel olarak kanser gelişimine yol açabilmektedir. Maruziyetin bireyler üzerindeki sağlık etkileri, büyük ölçüde maruz kalma süresi, yoğunluğu ve yapılan işlemlerin türüne bağlıdır (Sağlık Bakanlığı, 2025).

Formaldehit, özellikle kimya endüstrisinde yaygın olarak kullanılmakta olup, tıbbi laboratuvarlarda koruyucu ajan, mumyalama solüsyonu ve sterilizasyon amacıyla sıklıkla tercih edilmektedir. Bu bağlamda, patoloji ve histoloji teknisyenleri ile korunmuş biyolojik örnekler üzerinde çalışan öğretim elemanları ve öğrenciler, yüksek risk grubunu oluşturmaktadır (National Institute for Occupational Safety and Health, 2019). Formaldehit buharlarına tekrarlayan şekilde maruz kalınması, bazı sağlık çalışanlarında geç başlangıçlı duyarlılık tepkilerine neden olabilir. Bu immünojenik yanıtlar; gözlerde iritasyon, üst solunum yollarında tahriş ya da düşük düzeyde maruziyette dahi astmatik reaksiyonlar şeklinde kendini gösterebilir. Söz

konusu reaksiyonlar; ödem, kaşıntı, hırıltılı solunum ve göğüs sıkışması gibi ciddi semptomlarla seyredebilir (Eurostat, 2024). Özellikle yüksek düzeyde formaldehit maruziyeti ciddi toksikolojik etkiler doğurabilmektedir. Bu kapsamda yapılan bazı epidemiyolojik çalışmalar, patoloji laboratuvarı çalışanları arasında genel popülasyona kıyasla lösemi ve beyin tümörleri görülme sıklığının arttığını ortaya koymuştur (Occupational Safety and Health Administration, 2025).

Bununla birlikte, formaldehit maruziyetinin patologlar ve laboratuvar teknisyenlerinde bilişsel işlev bozukluklarına yol açabileceğini gösteren çalışmalar da mevcuttur (Hauptmann, 2009). Butan'ın batı bölgesinde yer alan üç farklı hastanede görev yapan 370 sağlık çalışanı üzerinde gerçekleştirilen bir araştırmada; astım etkenleri, kanserojenler, ototoksik maddeler ve diğer toksik ajanlara yönelik mesleki maruziyet durumu çevrim içi bir değerlendirme aracı ile analiz edilmiştir. Çalışma bulgularına göre, sağlık çalışanlarının %98'i en az bir astım yapıcı maddeye maruz kalmaktadır. Bu oranı sırasıyla kanserojenlere maruziyet (%28,1), ototoksik ajanlara maruziyet (%7,6), anestezi gazlarına maruziyet (%6,2) ve antineoplastik ilaçlara maruziyet (%2,2) takip etmektedir. Astım yapıcı ajanlar grubunda lateks, temizlik ve dezenfektan maddeleri; kanserojenler arasında formaldehit ve ototoksik ajanlar içerisinde ise p-ksilen öne çıkmaktadır. Söz konusu çalışmada, Butan'da görev yapan sağlık profesyonellerinin, yüksek gelirli ülkelere kıyasla mesleki olarak kronik hastalıklarla ilişkili kimyasal maddelere daha yüksek oranda maruz kaldıkları belirlenmiştir (Aktaş ve ark., 2022).

Patoloji laboratuvarlarında formaldehit maruziyetinin önlenmesi açısından, uygun şekilde tasarlanmış havalandırma sistemleri gibi mühendislik kontrolleri büyük önem taşımaktadır. Özellikle makroskobik biriminde bulunması zorunlu olan havalandırma sistemlerinin, yalnızca bu alanla sınırlı kalmayıp, laboratuvarın diğer bölümleri ile doku arşivlerinin bulunduğu alanları da kapsayacak şekilde planlanması gerekmektedir (Won, 2010).

Formaldehit ölçüm standartlarına ilişkin yayımlanan genelgede, laboratuvar personeline yönelik ölçümlerin yöntemi ve kapsamı açık biçimde tanımlanmıştır. Buna göre; formaldehit ölçümleri solunum seviyesinde yapılmalı, makroskobik odasında 8 saatlik ortam ölçümü ile makroskobik materyalleri işleyen personel için 15 dakikalık kısa süreli ölçüm gerçekleştirilmelidir. Benzer şekilde, formaldehit solüsyonlarını hazırlayan ve doku takip solüsyonlarını değiştiren personel için de 15 dakikalık ölçüm yapılması gerektiği belirtilmiştir. Ölçüm sonuçlarının genelgede belirtilen sınır değerleri aşması durumunda, gerekli düzenleme ve iyileştirmelerin

yapılması ve ardından yeniden ölçüm gerçekleştirilmesi zorunludur. Ayrıca, laboratuvarın fiziksel yapısında ya da iş akışında herhangi bir değişiklik yapılması halinde formaldehit maruziyetine ilişkin ölçümlerin tekrarlanması gerekmektedir. *Sağlıkta Kalite Standartları* (SKS) 6.1 Hastane Seti kapsamında, patoloji laboratuvarları için belirlenen standartlar doğrultusunda, genelgede belirtilen koşullara ek olarak, laboratuvarda kullanılan cihazlarda veya görevli personelde değişiklik olması halinde maruziyet ölçümlerinin yeniden yapılması gerektiği açıkça ifade edilmiştir. Eğer herhangi bir değişiklik söz konusu değilse, ölçümlerin üç yılda bir düzenli olarak tekrarlanması gerekmektedir (Şentürk ve Karahalil, 2024).

Formaldehit maruziyeti ile ilgili olarak gebelere yönelik literatürde yeterli sayıda çalışma bulunmamakla birlikte, mevcut bilgiler ışığında gebelerin formaldehit içeren alanlarda çalışmamaları önerilmektedir (d'Ettorre ve ark., 2017).

2.9. Lateks

Doğal kauçuk lateks, başta astım ve kontakt dermatit olmak üzere çeşitli alerjik reaksiyonlara neden olabilen bir maddedir. Tıbbi eldivenlerde yaygın olarak kullanılmakla birlikte, elastik bandajlar, pansuman malzemeleri, kauçuk baraj ekipmanları gibi birçok tıbbi üründe de bulunmaktadır. Belirli lateks proteinlerine karşı gelişen alerjik reaksiyonlar ilk olarak 1980'li yıllarda meslek hastalığı olarak tanımlanmış; sağlık sektöründe doğal kauçuk lateks ürünlerinin yaygınlaşması ile birlikte küresel ölçekte önemli bir mesleki sağlık sorunu haline gelmiştir. Lateks alerjisi, maruz kalma şekline ve bireysel duyarlılığa bağlı olarak farklı klinik tablolarla ortaya çıkabilir. Semptomlar hafif cilt döküntüleri, göz ve burun akıntısı, kaşıntı, hapsirik ve öksürük gibi bulgulardan başlayarak; göğüste sıkışma, nefes darlığı ve nadiren anafilaktik şoka kadar ilerleyebilir. Maruziyet, doğrudan deri temasıyla olabileceği gibi solunum yolu aracılığıyla da gerçekleşebilmektedir. Lateks alerjileri başlıca iki grupta sınıflandırılmaktadır: Tip I (ani aşırı duyarlılık) ve Tip IV (gecikmiş aşırı duyarlılık). Tip I reaksiyonlar, IgE aracılı olup sistemik belirtilere (ürtiker, rinit, astım, anafilaksi) neden olabilirken; Tip IV reaksiyonlar, genellikle eldivenlerdeki kimyasal katkı maddelerine karşı gelişen kontakt dermatit şeklinde görülmektedir. Pudralı eldivenler, alerjen proteinlerin taşınmasında önemli rol oynamaktadır. Eldivenlerin giyilip çıkarılmasını kolaylaştırmak için kullanılan pudra (örneğin mısır nişastası), lateks proteinlerini taşıyarak hem deri yoluyla hem de solunum yoluyla maruziyeti artırmaktadır. Bu nedenle Avrupa Birliği mevzuatlarında pudrasız ve düşük protein içeriğine sahip eldivenlerin kullanımı teşvik edilmekte, ürün etiketlemelerinde bu doğrultuda düzenlemelere gidilmektedir (EN

ISO 15223-1). Genel popülasyonda lateks alerjisi prevalansı %1–6 arasında değişirken, sağlık çalışanlarında bu oran %8–12’ye kadar çıkabilmektedir. Duyarlılık geliştikten sonra, çok düşük düzeydeki maruziyet dahi ciddi reaksiyonlara neden olabilmektedir. Modern eldiven üretim teknikleri sayesinde, ürünlerin protein içerikleri anlamlı ölçüde azaltılmıştır. Örneğin, 1996 yılında pudralı lateks eldivenlerde eldiven başına ortalama 515 $\mu\text{g/g}$ protein bulunurken, 2003 yılında üretilen pudrasız muayene eldivenlerinde bu değer 35 $\mu\text{g/g}$ seviyesine gerilemiştir (Yörükoğlu ve Üner, 2019).

2.10. Tıbbi Gazlar

Tıbbi gazlar, sağlık ve sosyal bakım hizmetlerinde hayati öneme sahip olup; oksijen tedavisi, anestezi uygulamaları ve solunum desteği gibi birçok kritik süreçte yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle bu gazların güvenli kullanımı, depolanması ve taşınması özenli bir şekilde yönetilmelidir. Hastanelerde yaygın olarak kullanılan anestezi gazlarına yalnızca anestezi uzmanları değil; hemşireler, cerrahlar, diş hekimleri ile yoğun bakım ve postoperatif bakım ünitelerinde çalışan diğer sağlık personeli de maruz kalabilmektedir. Bu gazlara uzun süreli maruziyetin, ciddi sağlık sonuçlarına yol açtığı bilinmektedir. Spontan düşükler, konjenital malformasyonlarda artış, prematüre doğum gibi üreme sağlığına yönelik etkilerin yanı sıra; kanser gelişimi, karaciğer ve böbrek fonksiyonlarında bozulma, bilişsel gerileme, kronik yorgunluk, baş ağrısı ve dış uyaranlara karşı aşırı duyarlılık gibi çok çeşitli sağlık sorunları bildirilmiştir. Oksijen, nitroz oksit, Entonox ve helyum gibi gazlar yalnızca kimyasal içerikleriyle değil, aynı zamanda yanıcılık ve yüksek basınç gibi fiziksel risk faktörleriyle de potansiyel tehlike oluşturur. Bu nedenle işverenin sorumluluğu yalnızca bu maddeleri temin etmekle sınırlı olmayıp; aynı zamanda bunların güvenli kullanımına ilişkin sağlık ve güvenlik standartlarının eksiksiz uygulanmasını sağlamak ve bu kapsamda etkili bir risk yönetimi ve eğitim sistemi geliştirmekle yükümlüdür (Health and Safety Authority, 2025a; 2025b).

Tıbbi gazların hatalı yönetimi, hem çalışanlar hem de hastalar açısından ciddi güvenlik risklerine yol açabilir. Bu bağlamda, tıbbi gazlara ilişkin tüm süreçlerin iş sağlığı ve güvenliği sistemlerinin temel bileşenlerinden biri olarak ele alınması; çalışan güvenliğini sağlamak ve hasta bakım kalitesini sürdürülebilir kılmak adına kritik öneme sahiptir.

2.11. Genotoksosite ve Oksidatif Stres Göstergeleri

Sağlık çalışanları, mesleki faaliyetleri sırasında uçucu organik bileşikler (VOC’ler) gibi kimyasal ajanlara subkronik veya kronik düzeyde maruz kalabilmektedir. Bu tür maruziyetin potansiyel genotoksik etkileri ile

hücresel düzeyde oksidatif stres üzerindeki etkileri, iş sağlığı açısından dikkate değer bir araştırma konusudur. Patoloji laboratuvarı çalışanları, temizlik personeli ve tıbbi sekreterler üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, VOC maruziyetinin genotoksisite ve oksidatif stres göstergeleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, maruziyete açık gruplarda bu biyobelirteçlerde hafif düzeyde artışlar olduğunu, ancak istatistiksel olarak anlamlı farkların büyük ölçüde bulunmadığını ortaya koymuştur. Bu durum, maruziyetin yürürlükteki sınır değerlerin altında gerçekleştiğini ve mesleki hijyen önlemlerinin etkili bir şekilde uygulandığını göstermektedir. Araştırmada, maruz kalan gruplarla kontrol grubunu oluşturan tıbbi sekreterler arasında genotoksisite ve oksidatif stres parametreleri açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu sonuç, mevcut maruziyet sınır değerlerinin insan sağlığı açısından güvenli kabul edilebileceğini desteklemektedir. Ayrıca, sağlık hizmeti sunulan ortamlarda kimyasal ajanlara ilişkin risklerin kontrol altına alınmasında yürürlükteki iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının yeterli düzeyde koruma sağladığına işaret etmektedir. Söz konusu bulgular, sağlık sektöründe kimyasal güvenlik politikalarının önemini bir kez daha ortaya koymakta ve bu politikaların sürdürülebilirliğinin sağlanması ile bilimsel gelişmeler doğrultusunda güncellenmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır (Oral ve Bekman, 2021).

2.12. Nanomalzemeler

Sağlık sektöründe kullanılan nanoyapılı malzemelere maruz kalan çalışan grupları arasında, nanoilaçların hazırlanması, uygulanması ve bu ilaçların kullanıldığı ortamlarda bulunan eczacılar, hekimler, hemşireler ile çevre temizlik personeli yer almaktadır. Nanomalzemelere maruziyet sonucu gelişebilecek başlıca sağlık sorunları arasında akciğer iltihabı, oksidatif stres, doku hasarı, kronik toksisite, sitotoksik etkiler, tümör oluşumu ve fibrozis gibi patolojik durumlar bulunmaktadır. Ayrıca, bazı nanoyapılı maddelerin kardiyovasküler sistem üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği de rapor edilmiştir. Örneğin, cerrahi implantlar ve protezlerde kullanılan karbon bazlı nanokaplamalar bu tür malzemelere örnek teşkil etmektedir. Nanomalzemelerin taşıdığı potansiyel sağlık riskleri günümüzde halen aktif olarak araştırılmakta olan önemli bir konu başlığını oluşturmaktadır (Beyan ve ark., 2025).

3. Sağlık Çalışanlarında Kimyasal Maruziyetin Sosyal Politika Perspektifi

Sağlık çalışanlarının işyerinde yaralanma ve hastalanmalarının önlenmesi, sağlık sektörünün temel önceliklerinden biridir. Bu kapsamda, sağlık

çalışanları arasında temizlik maddesi olarak çamaşır suyunun kullanımı yaygın olmakla birlikte, bu uygulamanın yaygınlığı gelişmiş ülkelerde daha yüksek, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde ise daha düşüktür (Aktaş ve ark., 2022).

Alet sterilizasyonunda kullanılan glutaraldehit kaynaklı kimyasal maruziyetin azaltılması amacıyla, kapalı devre otomatik dezenfeksiyon sistemlerinin tercih edilmesi iş sağlığı ve güvenliği açısından etkili bir mühendislik kontrol önlemi olarak öne çıkmaktadır. Gelişmiş ülkelerde yaygın biçimde kullanılan bu sistemler, glutaraldehitin manuel kullanımını minimize ederek çalışanların zararlı kimyasal buharlara maruz kalma riskini önemli ölçüde azaltmakta ve böylece hem çalışan sağlığının korunmasına hem de güvenli çalışma ortamlarının tesisine katkı sağlamaktadır.

Formaldehit maruziyeti, sağlık çalışanları arasında en yaygın bildirilen kanserojen maruziyet türü olup, özellikle alet sterilizasyonu ve laboratuvar uygulamaları sırasında gerçekleşmektedir. Gelişmiş ülkelerde formaldehit maruziyetine ilişkin mesleki sınır değerleri ve yasal düzenlemeler bulunmasına karşın, düşük ve orta gelirli ülkelerde bu tür standartların eksikliği dikkat çekmektedir. Sosyal politika perspektifinden değerlendirildiğinde, çalışan sağlığının etkin biçimde korunabilmesi için tehlikeli kimyasallara yönelik kapsamlı ve uygulanabilir düzenleyici çerçevelerin oluşturulması gereklidir. Ayrıca, maruziyetin azaltılmasına yönelik kimyasal ikame yöntemlerinin yaygınlaştırılması, uygun havalandırma sistemlerinin kurulması ve güvenli çalışma uygulamalarının etkin şekilde uygulanması, iş sağlığı politikalarının vazgeçilmez unsurları arasında yer almaktadır.

Laboratuvar ortamında yaygın olarak kullanılan ksilen, en sık maruz kalınan ototoksik ajanlardan biri olarak ön plana çıkmaktadır. Mevcut bilimsel bulgular, ksilen gibi ototoksik kimyasalların, gürültüyle etkileşim halinde sinerjistik etkiler göstererek işitme sağlığı üzerinde olumsuz sonuçlara yol açabileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, ilgili meslek grubunda ototoksik ajanlara maruziyetin kapsamlı bir biçimde araştırılması ve buna bağlı iş sağlığı politikalarının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Kanser ve bazı otoimmün hastalıkların tedavisinde kullanılan antineoplastik ajanlar ise, ilaç hazırlama, uygulama, temizlik ve atık yönetimi süreçlerinde maruz kalan sağlık çalışanlarında lösemi, üreme sağlığı sorunları ve genetik hasar gibi ciddi sağlık risklerine yol açabilmektedir. Bu bağlamda, kapalı sistem transfer cihazları, biyolojik güvenlik kabinleri ve kişisel koruyucu ekipmanların (KKE) etkin kullanımı, maruziyetin azaltılmasında kritik öneme sahiptir. Ayrıca, kimyasal sterilizatörlerin kullanıldığı alanlarda personelin eğitilmesi, güvenli iş prosedürlerinin uygulanması ve tek bölmeli

sterilizasyon sistemlerinin tercih edilmesi, maruziyet riskinin minimize edilmesine katkı sağlamaktadır.

Sağlık çalışanlarının kimyasal maddelere maruziyeti, yalnızca biyolojik veya çevresel bir risk olarak değil; aynı zamanda sosyal politika bağlamında ele alınması gereken çok boyutlu bir sorundur. Kimyasal ajanlara maruz kalan çalışanlarda geçici veya kalıcı iş gücü kayıpları yaşanabilmekte, bu durum hem bireysel refahı hem de sosyal güvenlik sistemlerinin sürdürülebilirliğini doğrudan etkilemektedir. Türkiye’de 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamında, işverenin çalışanı kimyasal risklere karşı koruma ve riskleri değerlendirme yükümlülüğü açıkça belirtilmiştir. Ancak uygulamada işveren denetimi, risk bildirimi ve kişisel koruyucu donanım sağlanması gibi alanlarda önemli eksiklikler gözlemlenmektedir. Özellikle kadın çalışanların üreme sağlığı ve gebelik dönemi koruma hükümleri (İş Kanunu Md. 74) çoğu zaman yeterince dikkate alınmamaktadır. Bu nedenle, kimyasal maruziyet riskine karşı alınacak önlemler sadece teknik tedbirlerle sınırlı kalmamalı; sosyal güvenlik, istihdam güvencesi, sendikal denetim ve işyeri kültürü gibi çok boyutlu politikalarla desteklenmelidir.

Bu bölümde sunulan bulgular, sağlık çalışanlarının kimyasal ajanlara mesleki maruziyetinin çok boyutlu etkilerini ortaya koymaktadır. Maruziyet, yalnızca fiziksel ve biyolojik sağlık sorunları ile sınırlı kalmayıp, aynı zamanda iş güvencesi kaybı, sosyal hakların ihlali ve psiko-sosyal yüklenme gibi önemli sonuçlara da neden olmaktadır. Bu nedenle, kimyasal güvenlik politikalarının geliştirilmesinde teknik önlemler tek başına yeterli değildir; yasal koruma mekanizmaları, etkin denetim sistemleri, tıbbi izlem programları ve çalışan temsilciliği gibi sosyal politika araçlarının da bütüncül biçimde uygulanması gerekmektedir. Böylelikle, kimyasal maruziyete karşı verilen mücadele; sadece iş sağlığı ve güvenliği sorunu değil, aynı zamanda çalışma hakkı ve insan onurunun korunması mücadelesi olarak da değerlendirilmelidir.

Sağlık çalışanlarının karşılaştığı başlıca kimyasal ajanlar, bu maddelerin kullanım alanları ve kısa-uzun vadeli sağlık etkileri Tablo 1’de özetlenmiştir. Özellikle etilen oksit (EtO), antineoplastik ilaçlar ve formaldehit gibi kimyasallar, kanser riski ve üreme sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle dikkat çekmektedir. Söz konusu kimyasalların çoğu, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) tarafından kanserojen veya muhtemel kanserojen olarak sınıflandırılmış olup, bu durum sağlık hizmeti ortamlarında yüksek risk faktörleri olarak değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Tablo 1, bu kimyasalların neden öncelikli kontrol ve koruma tedbirlerinin hedefinde olduğunu açıkça göstermektedir.

Tablo 1. Sağlık Kurumlarında Yaygın Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Etkileri

Kimyasal Madde	Kullanım Alanı	Akut Etkiler	Kronik Etkiler
Etilen Oksit (EtO)	Sterilizasyon (tıbbi cihazlar)	Göz, burun ve boğazda tahriş, baş ağrısı	Kanserojen etki, infertilite, sinir sistemi bozuklukları
Formaldehit	Histopatoloji laboratuvarları	Solunum yolu tahrişi, cilt irritasyonu	Nazofarengeal kanser, astım, DNA hasarı
Antineoplastik ilaçlar	Kemoterapi uygulamaları	Cilt döküntüsü, baş dönmesi, baş ağrısı	Genotoksosite, infertilite, lösemi, düşük, fetal gelişim bozuklukları
Ksilen / Toluen	Boyama çözücüler, laboratuvar	Baş ağrısı, baş dönmesi, göz yanması	Karaciğer ve böbrek hasarı, nörotoksosite
Glutaraldehit	Endoskop sterilizasyonu	Gözde sulanma, bronkospazm	Astım, kronik solunum yolu hastalıkları

Sağlık çalışanlarının kimyasal ajanlara maruz kalma başlıca yolları ve bu maruziyet türlerine karşı önerilen koruyucu önlemler sistematik olarak Tablo 2’de sunulmuştur. Solunum yoluyla maruziyet en yaygın risk olmasının yanı sıra, cilt teması, göz sıçramaları, kesici alet yaralanmaları ve yutma gibi maruziyet yolları da klinik ortamlarda sıkça karşılaşılan tehlikeler arasında yer almaktadır. Her bir maruziyet biçimi için önerilen mühendislik kontrol önlemleri ile kişisel koruyucu ekipmanların (KKE) kullanımı, maruziyet riskinin minimize edilmesinde temel ve etkili stratejiler olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 2. Maruziyet Yolları ve Önerilen Korunma Yöntemleri

Maruziyet Yolu	Örnek Durum	Korunma Önlemleri
Solunma (inhalasyon)	EtO gazına kapalı ortamlarda uzun süre maruziyet	Lokal havalandırma sistemleri, tam yüz maskesi, gaz dedektörleri
Cilt teması	Kemoterapi ilacı dökülmesi	Çift eldiven, sıvı geçirmez önlük, hızlı müdahale kitleri
Gözle temas	Sıçrayan steril solüsyonlar	Koruyucu gözlük veya yüz siperi
Yutma (oral)	Kontamine elle yemek yeme	El hijyeni, yemekhane alanlarında PPE çıkarılması
Kesici alet yaralanması	Enjeksiyon sırasında iğne batması	İğnesiz sistemler, kesici alet kutuları, güvenli enjeksiyon protokolü

Sağlık sektöründe çalışanların kimyasal maddelere maruz kalmalarıyla ilgili düzenlemeler hem ülke içindeki mevzuatlarda hem de uluslararası standartlarda yer almaktadır. Türkiye’de, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’nun 10. ve 11. maddeleri, işverenlere risk değerlendirmesi yapma ve gerekli önlemleri alma yükümlülüğü getirmektedir (Beyan ve ark., 2025). Kimyasal maddelerle çalışma ortamlarında ise “*Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik*” temel esaslar doğrultusunda uygulanmaktadır. Uluslararası platformda ise Avrupa Birliği’nin REACH Yönetmeliği (*Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzin Verilmesi ve Kısıtlanması*) ile ILO’nun 170 sayılı Kimyasal Maddeler Sözleşmesi, kimyasal maddelerle ilgili güvenlik standartlarını belirlemektedir. Bununla birlikte, Türkiye’de birçok ülkede olduğu gibi, antineoplastik ilaçlar ve etilen oksit (EtO) gibi bazı özel kimyasallar için mesleki maruziyet sınır değerleri (OEL) belirlenmemiştir. Bu durum, yasal denetimlerin etkinliğini azaltmakta ve çalışanların sağlık korumasını olumsuz yönde etkilemektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Avrupa Birliği (AB), çalışanların kimyasal tehlikelerden korunması amacıyla kapsamlı düzenleyici çerçeveler oluşturmuştur. AB’nin mesleki güvenlik ve sağlık bilgi ajansı olan Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (EU-OSHA), sağlık hizmetleri ortamları için özel bilgiler de dahil olmak üzere mesleki güvenlik konusunda rehberlik ve kaynaklar sağlamaktadır. Kimyasal güvenliği düzenleyen temel Avrupa yönetmelikleri arasında 1907/2006 sayılı REACH (*Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması*) Yönetmeliği bulunmaktadır. REACH, üretici ve ithalatçıların kimyasalları kaydettirerek ilgili tehlikeleri değerlendirmesini zorunlu kılarak insan sağlığı ve çevrenin korunmasını amaçlamaktadır. Benzer şekilde Güney Kore’de, uluslararası standartlarla uyumlu olan ve ulusal gereklilikleri içeren Kimyasalların Kaydı ve Değerlendirilmesine Dair Kanun (K-REACH) yürürlüktedir (European Agency for Safety and Health at Work, 2025).

Amerika Birleşik Devletleri’nde hastanelerdeki kimyasal güvenlik, 1970 yılında kurulan Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi (OSHA) ve diğer düzenleyici kurumlar tarafından yönetilmektedir. OSHA, kimyasal tehlikeler için işyeri güvenlik standartlarını geliştirip uygular ve OSH Yasası kapsamında hem özel sektör hem de belirli kamu sektörü çalışanlarını kapsar (Hamar ve ark., 2024). Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH) (1970; 1977) ise kimyasal maruziyetlerin örneklenmesi ve izlenmesi stratejileri de dahil olmak üzere mesleki sağlık alanında araştırmalar yürütmektedir. NIOSH, Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC) bünyesinde faaliyet göstermektedir .

Tıbbi gazların güvenli kullanımına ilişkin uygulamalar, sistematik bir risk değerlendirmesi çerçevesinde ele alınmalıdır. Gazların fiziksel ve kimyasal özellikleri, kullanım miktarları, depolama koşulları ve potansiyel etkileşimleri dikkate alınarak düzenli aralıklarla güncellenen risk analizleri yapılması önerilmektedir. Her gaz türü için Güvenlik Bilgi Formları (Safety Data Sheets, SDS) ve üretici talimatları, sağlık personelinin kolayca erişebileceği ve anlayabileceği biçimde sağlanmalıdır. Gaz silindirlerinin depolandığı alanlar; iyi havalandırılan, yanıcı maddelerden uzak, tehlike işaretlemeleri yapılmış ve sadece bu amaçla ayrılmış bölümler olmalıdır. Taşıma sırasında uygun ekipmanların kullanılması ve silindir ağırlıklarına yönelik güvenlik sınırlarının aşılmaması önem arz etmektedir. Gazlarla çalışan personelin, gazların kullanımı, depolanması ve taşınmasına ilişkin uygulamalı eğitimlerden geçirilmesi, bu eğitimlerin belgelenmesi ve yetkinliklerinin düzenli değerlendirilmesi gerekmektedir. Olası gaz sızıntısı, yangın veya cihaz arızalarına karşı yazılı acil durum planlarının oluşturulması, tatbikatlarla test edilmesi ve personele periyodik olarak hatırlatılması önerilmektedir. Ayrıca, tüm cihaz ve tesisatların bakım ve kalibrasyon işlemlerinin belirlenmiş periyotlarla yapılması ve bu işlemlere ilişkin kayıtların düzenli tutulması, izlenebilirlik ve hesap verebilirlik açısından kritik öneme sahiptir.

İşverenlerin, eldiven kullanımına ilişkin risk değerlendirmelerini belgelemeleri ve tedarik süreçlerinde alternatif malzemelerin teminini güvence altına almaları gerekmektedir. Eldiven üretimindeki teknolojik ilerlemeler ve iş yerindeki farkındalığın artması sayesinde, lateks kaynaklı mesleki alerji vakalarının azaltılması mümkündür (Palosuo, 2011). Doğal kauçuk latekse (NRL) karşı gelişen alerjik reaksiyonlar, özellikle sağlık çalışanları arasında yaygın mesleki duyarlılık sorunlarından biridir. Bu nedenle, maruziyetin önlenmesine yönelik bütüncül bir yaklaşım benimsenmelidir. Atopik dermatit veya alerji öyküsü bulunan çalışanlar risk grubu olarak tanımlanmalı ve özel sağlık izlemleri planlanmalıdır. Eldiven seçiminde, pudrasız ve düşük protein içeriğine sahip ürünlerin tercih edilmesi önerilir. Mümkünse NRL eldivenler nitril veya vinil eldivenlerle ikame edilmelidir. Ayrıca, sağlık personeline yönelik eldiven kullanımı, alerji belirtileri ve korunma stratejileri hakkında düzenli ve uygulamalı eğitimlerin verilmesi gerekmektedir. Kurumsal düzeyde oluşturulacak eldiven politikalarının, yalnızca çalışan sağlığını değil, aynı zamanda hasta ve toplum sağlığını da gözetmesi önem taşımaktadır.

SKS Hastane 6.1 standardı kapsamında, laboratuvarlarda uçucu kimyasal maddelere karşı önlemler alınması gerektiği belirtilmiştir. Bu kapsamda havalandırma sistemlerinin kurulması, kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı ve risk değerlendirmelerinde kimyasal faktörlerin dikkate alınması önerilmektedir. Ayrıca, çalışan güvenliği bağlamında kimyasal

madde risklerinin hem bölüm hem de hastane düzeyinde kapsamlı şekilde değerlendirilmesi vurgulanmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerdeki sağlık sistemleri, COVID-19 pandemisi sürecinde dijital teknolojiler ve Endüstri 4.0 araçlarının sağlık hizmeti sunumundaki etkilerini gözlemleme fırsatı bulmuştur (Chandra ve ark., 2022). Pandemi süreci, özellikle kimyasal maruziyetin yüksek olduğu riskli alanlarda robotik sistemlerin ve entegre teknolojik çözümlerin kullanımının önemini ortaya koymuştur. Bu ileri teknolojiler, sağlık çalışanlarının doğrudan maruziyetini azaltarak iş sağlığı ve güvenliğini artırmada stratejik bir rol oynayabilir.

Kaynakça

- Agbonifo, N., Hittle, B., Suarez, R., & Davis, K. (2017). Occupational exposures of home healthcare workers. *Home Healthcare Now*, 35(3), 150–159. <https://doi.org/10.1097/nhh.0000000000000509>
- Aktaş, H., Kurt, A. Ö., & Kalaçağı, Ş. H. (2022). Patoloji laboratuvarı çalışanlarında formaldehit maruziyeti ile bellek bozukluğu arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Public Health*, 20(3), 346–357.
- Arif, A. A., & Deltos, G. L. (2012). Association between cleaning-related chemicals and work-related asthma and asthma symptoms among healthcare professionals. *Occupational and Environmental Medicine*, 69(1), 35–40.
- Asefa, S., Aga, F., Dinegde, N. G., & Demie, T. G. (2021). Knowledge and practices on the safe handling of cytotoxic drugs among oncology nurses working at tertiary teaching hospitals in Addis Ababa, Ethiopia. *Drug, Healthcare and Patient Safety*, 13, 71–78.
- Beyan, A. C., Emerce, E., Tuna, G., & İşlekel, G. H. (2025). Chemical risks, genotoxicity, and oxidative stress in healthcare workers. *Toxics*, 13(3), 189. <https://doi.org/10.3390/toxics13030189>
- Boniol, M., Kunjumen, T., Nair, T. S., Siyam, A., Campbell, J., & Diallo, K. (2022). The global health workforce stock and distribution in 2020 and 2030: A threat to equity and ‘universal’ health coverage? *BMJ Global Health*, 7(6), e009316. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2022-009316>
- Borghi, F., Zellino, C., Zago, A., De Vito, G., Del Vecchio, R. L., Cattaneo, A., ... & Cavallo, D. M. (2024). Exposure assessment and monitoring of antineoplastic drugs preparation in health care settings: A systematic review. *Med Lav*, 115(2), e2024012. <https://doi.org/10.23749/mdl.v115i2.15609>
- Byhahn, C., Wilke, H. J., & Westphal, K. (2001). Occupational exposure to volatile anaesthetics – Epidemiology and approaches to reducing the problem. *CNS Drugs*, 15(3), 197–215.
- Chandra, M., Kumar, K., Thakur, P., Chattopadhyaya, S., Alam, F., & Kumar, S. (2022). Digital technologies, healthcare and Covid-19: Insights from developing and emerging nations. *Health and Technology*, 12(2), 547–568. <https://doi.org/10.1007/s12553-022-00650-1>
- d’Ettorre, G., Criscuolo, M., & Mazzotta, M. (2017). Managing formaldehyde indoor pollution in anatomy pathology departments. *Work*, 56(3), 397–402.
- Deltos, G. L., Gimeno, D., Arif, A. A., Burau, K. D., Carson, A., Lusk, C., ... & Antó, J. M. (2007). Occupational risk factors and asthma among health care professionals. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 175(7), 667–675. <https://doi.org/10.1164/rccm.200609-1331OC>

- European Agency for Safety and Health at Work [EU-OSHA]. (2025). *About EU-OSHA*. <https://osha.europa.eu/cn/about-cu-osha> (Erişim tarihi: 23.05.2025)
- Eurostat. (2024). *Accidents at work statistics*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents_at_work_statistics (Erişim tarihi: 18.05.2025)
- Hamar, Z. A. H. A., Alrashidi, T. H., Alqatani, T. D., Alotaibi, S. J., Al Samra, S. M., mansour saced Alqahtani, W., ... & Alqahtani, M. (2024). Chemical hazards in hospitals: Risks, regulations, and protective measures. *Metallurgical and Materials Engineering*. 30(4), 699-709.
- Hauptmann, M., Stewart, P. A., Lubin, J. H., Beane Freeman, L. E., Hornung, R. W., Herrick, R. F., ... & Hayes, R. B. (2009). Mortality from lymphohematopoietic malignancies and brain cancer among embalmers exposed to formaldehyde. *Journal of the National Cancer Institute*, 101(24), 1696–1708.
- Health and Safety Authority [HSA]. (2025a). *Health and social care sector glove-related latex allergy*. https://www.hsa.ie/eng/your_industry/health_and_social_care_sector/Latex_Gloves_Information_Sheet.pdf (Erişim tarihi: 18.05.2025)
- Health and Safety Authority [HSA]. (2025b). *Health and social care sector medical gases*. https://www.hsa.ie/eng/your_industry/health_and_social_care_sector/medical_gases/medical_gases.html (Erişim tarihi: 18.05.2025)
- Huang, X., Gao, C., Cai, W., Tao, Y., Zhong, X., Liu, H., ... & Gu, Y. (2022). Effect of occupational exposure to antineoplastic drugs on DNA damage in nurses: A cross-sectional study. *Occupational and Environmental Medicine*, 79(4), 253–258. <https://doi.org/10.1136/oemed-2021-107913>
- Işık, B. (2021). Diş hekimliğinde sedasyon. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 10(3), 150–158.
- McDiarmid, M. A. (2019). Health hazards to healthcare workers. In T. M. Mallon (Ed.), *Occupational health and the service member* (pp. 171–198). Government Printing Office.
- National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. (1977). *About NIOSH*. <https://www.cdc.gov/niosh/about/index.html> (Erişim tarihi: 23.05.2025)
- National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. (2025a). *Chemical hazards risk factors*. <https://www.cdc.gov/niosh/healthcare/risk-factors/chemical-hazards.html> (Erişim tarihi: 14.05.2025)
- National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. (2025b). *Chemical hazards for healthcare workers*. <https://www.cdc.gov/niosh/healthcare/index.html> (Erişim tarihi: 14.05.2025)

- National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. (2019). *Formaldehyde*. https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/niosh/topics/formaldehyde/default.html (Erişim tarihi: 15.05.2025)
- Occupational Safety and Health Administration [OSHA]. (1970). *About OSHA*. <https://www.osha.gov/aboutosha> (Erişim tarihi: 23.05.2025)
- Occupational Safety and Health Administration [OSHA]. (2025). *Formaldehyde*. <https://www.osha.gov/formaldehyde> (Erişim tarihi: 15.05.2025)
- Oral, T., & Bekman, F. (2021). İnsan sağlığı hizmetleri çalışanlarının maruz kaldığı meslek hastalığı etkenlerinin iş sağlığı ve güvenliği kapsamında incelenmesi. *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(2), 160–178.
- Palosuo, T., Antoniadou, I., Gottrup, F., & Phillips, P. (2011). Latex medical gloves: Time for a reappraisal. *International Archives of Allergy and Immunology*, 156(3), 234–246. <https://doi.org/10.1159/000323892>
- Rai, R., El-Zaemey, S., Dorji, N., Rai, B. D., & Fritschi, L. (2021). Exposure to occupational hazards among health care workers in low- and middle-income countries: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2063. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052603>
- Ratner, P. A., Spinelli, J. J., Beking, K., Lorenzi, M., Chow, Y., Teschke, K., ... & Dimich-Ward, H. (2010). Cancer incidence and adverse pregnancy outcome in registered nurses potentially exposed to antineoplastic drugs. *BMC Nursing*, 9, 1–11.
- Sağlık Bakanlığı. (2025). *SKS Hastane 6.1*. <https://dosyamerkez.saglik.gov.tr/Eklenti/41258/0/skshastane-seti-s-61--09082021pdf.pdf> (Erişim tarihi: 25.05.2025)
- Şentürk, K., & Karahalil, B. (2024). Akaryakıt istasyonunda çalışanların kimyasallara maruziyeti. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 48(1), 251–258.
- Taskingul, A. B., Kiran, S., & Emerce, E. (2024). Comparison of health complaints, occupational risks, and occupational health practices of healthcare workers according to professions and departments in the hospital. *Cureus*, 16(7). <https://doi.org/10.7759/cureus.65614>
- U.S. Environmental Protection Agency [EPA]. (2025). *Ethylene oxide (EtO) risks and your health*. <https://www.epa.gov/hazardous-air-pollutants-ethylene-oxide/ethylene-oxide-eto-risks-and-your-health> (Erişim tarihi: 26.05.2025)
- Won, J. U. (2010). Health effects of chemicals used in hospitals among health-care workers. *Journal of the Korean Medical Association*, 53(6), 474–482.
- World Health Organization. (2024). *Working for health*. https://cdn.who.int/media/docs/default-source/health-workforce/hlm/w4h_brochure_web_spread.pdf (Erişim tarihi: 16.05.2025)

- Yirün, A., Köse, S. B. E., & Erkekoğlu, P. (2021). COVID-19'a karşı kullanılan dezenfektanlar ve toksik etkileri. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 41(4), 243–253.
- Yörükoğlu, K., & Üner, H. (2019). Formaldehit maruziyeti ile ilgili güncel durum. *Journal of Current Pathology*, 1, 60–61. <https://doi.org/10.5146/jcpath.2019.47>
- Yu, E. (2020). Occupational exposure in health care personnel to antineoplastic drugs and initiation of safe handling in Hong Kong: A literature review. *Journal of Infusion Nursing*, 43(3), 121–133. <https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000361>

Algoritmaların Gölgesinde Güvencesiz Emek: Platform Çalışanlarının Sağlık ve Güvenlik Hakları

Eray Karagöz¹

Özet

Bu çalışma, dijitalleşmenin iş gücü piyasasında ortaya çıkardığı yeni istihdam biçimlerinden biri olan platform çalışmasını, hukuki ve iş sağlığı ve güvenliği (İSG) boyutlarıyla kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Platform çalışması, dijital uygulamalar veya web tabanlı platformlar aracılığıyla kısa süreli, esnek ve görev bazlı işler üzerine kurulu bir çalışma modeli olup, gig ekonomisinin hızlı yükselişiyle birlikte giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak bu yeni çalışma biçimi, klasik iş sözleşmesinin temel unsurları olan “iş görme”, “ücret” ve özellikle “bağımlılık” kavramlarının anlamlarını belirsizleştirmekte; bu da platform çalışanlarının hukuki statülerinin net olarak tanımlanmasında ve sosyal güvenlik haklarına erişiminde önemli sorunlara yol açmaktadır.

Türk çalışma mevzuatı çerçevesinde yapılan değerlendirmelerde, platform çalışanlarının büyük çoğunluğunun “bağımsız yüklenici” veya “kendi hesabına çalışan” olarak sınıflandırıldığı ve dolayısıyla 4857 sayılı İş Kanunu ile 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu’nun sağladığı korumalardan büyük ölçüde yoksun bırakıldığı tespit edilmiştir. Bu durum, platform çalışanlarının sosyal güvenlik sistemine entegrasyonunu ve iş güvencesi gibi temel haklardan yararlanmasını engelleyen yapısal boşluklara işaret etmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği perspektifinden bakıldığında ise, platform çalışanlarının 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamına teknik olarak dâhil olmalarına rağmen, işveren konumunun muğlaklığı ve mevcut uygulamadaki statü belirsizlikleri nedeniyle bu yasal hak ve korumalardan fiilen yeterince faydalanamadıkları görülmektedir. Uluslararası mahkeme kararları, Fransa, İngiltere, ABD ve İsviçre örneklerinde Uber ve benzeri platformlarda işçi-işveren ilişkisinin varlığını kabul ederken; Türkiye’deki yargı uygulamalarında,

1 Dr., Herhangi bir Kuruma bağlı değildir, craykaragozz@gmail.com, 0000-0002-0315-2021

bağımlılık unsurunun zayıf olduğu gerekçesiyle platform çalışanları bağımsız çalışanın kapsamına alınmakta ve böylece bu çalışanların iş sağlığı ve güvenliği koruma mekanizmalarından mahrum kalmaları sonucunu doğurmaktadır.

Sonuç olarak, platform çalışanları hem hukuki statü belirsizliği hem de iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli güvencesizliklerle karşı karşıya kalmakta; bu durum, dijitalleşen çalışma hayatında sosyal adalet ve çalışan hakları açısından kritik reform ihtiyaçlarını gündeme getirmektedir.

Giriş

Günümüzde dijitalleşme ve teknolojik yeniliklerin hızla gelişmesiyle birlikte, çalışma yaşamında köklü dönüşümler yaşanmakta; bu dönüşüm süreci, geleneksel istihdam biçimlerinden önemli ölçüde ayrılan yeni çalışma modellerinin ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda, giderek daha fazla yaygınlaşan ve dikkat çeken modellerden biri de “*platform temelli çalışma*”dır. Söz konusu model, hizmet talebinde bulunan bireyler ile bu hizmeti sunan çalışanları dijital bir altyapı aracılığıyla buluşturan bir platform yapısına dayanmaktadır.

Platform temelli çalışma modeli, dijital uygulamalar, internet siteleri ya da mobil platformlar aracılığıyla belirli hizmetlerin yürütülmesini sağlayan; iş gücü arzı ile talebini bir araya getiren ve iş süreçlerini platform, müşteri ve çalışan arasında üçlü bir yapı içerisinde organize eden bir istihdam biçimi olarak tanımlanabilir. Bu yapı, çoğunlukla sürekli ve tam zamanlı iş ilişkilerine değil; görev bazlı ve kısa süreli işlere dayalıdır. Konum tabanlı hizmet sunumlarından (örneğin Uber, Getir) çevrim içi yürütülen bilişsel işlere (örneğin Upwork, Bionluk) kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Her ne kadar “gig çalışma” kavramıyla benzerlik gösterse de, platform temelli çalışma; dijital teknolojilerle bütünleşik yapısı sayesinde daha özgün ve kendine has özellikler taşımaktadır. Bununla birlikte, bu modelin giderek yaygınlaşması, çalışanların hukuki statülerine ilişkin belirsizlikleri, iş güvencesinden yoksunluk durumunu, algoritmik yönetim uygulamalarını ve sendikal örgütlenme gibi temel haklara erişimde yaşanan zorlukları gündeme getirmektedir. Bu unsurlar, platform temelli çalışma modelinin iş hukuku ve iş sağlığı ve güvenliği bağlamında ele alınması gereken temel tartışma alanlarını oluşturmaktadır (Gündoğdu, Başaran ve Ulukaya, 2024).

Platform ekonomisi, dijital çağın iş yapma biçimlerine dair çarpıcı bir örnek sunmakta olup; bu yapı içerisinde işveren, çalışan ve müşteri olmak üzere üç temel aktör yer almaktadır. Platform temelli sistemlerde yürütülen görevler genellikle kısa süreli, mikro ölçekli ve talep odaklı işler şeklinde organize edilmektedir. Bu sistemde faaliyet gösteren bireyler çoğunlukla

“bağımsız çalışan” statüsünde değerlendirildiğinden, geleneksel işçi haklarından yararlanamamakta ve çoğu durumda sosyal güvenlik sisteminin dışında bırakılmaktadır. Bu durum, iş güvencesi, sendikal örgütlenme hakkı ve iş sağlığı ve güvenliği gibi temel haklar açısından ciddi sorunlar doğurmaktadır (Kabakçı, 2023).

Platform temelli çalışma modeli, dijitalleşme süreciyle birlikte esnek istihdam eğilimlerinin kesişiminde konumlanmakta; çoğu zaman algoritmik sistemlerle yönlendirilen, esnek zamanlı ve çoğunlukla sözleşmesiz bir yapıya sahip bulunmaktadır. Gig ekonomisinin yükselişle birlikte mobil uygulamalar aracılığıyla anlık iş temini mümkün hale gelmiş; bu gelişme özellikle gençler, göçmenler ve düşük vasıflı bireyler için düşük giriş engelleri sayesinde yeni istihdam olanakları sunmuştur. Ancak söz konusu model, düzensiz gelir yapısı, belirsiz çalışma saatleri, sosyal güvence eksikliği ve algoritmik denetim gibi pek çok yapısal sorunu da beraberinde getirmiştir. Dahası, platform çalışanlarının coğrafi olarak dağınık ve bireysel hareket eden bir yapıda olması, onları hem toplu hak arayışı hem de iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları açısından daha kırılgan bir konuma taşımaktadır (Bunders, 2021).

Bu yeni çalışma biçiminin hukuki zeminde net bir şekilde tanımlanamaması, özellikle sosyal güvenlik ile iş sağlığı ve güvenliği alanlarında ciddi boşluklara yol açmaktadır. Platform temelli çalışanların hangi hukuki statüde değerlendirileceğine dair süregelen belirsizlik, bu bireylerin sosyal haklara erişimini sınırlamakta ve güvencesizlik riskini artırmaktadır. Bu bağlamda, platform ekonomisinin gelişimine paralel olarak iş hukuku ve sosyal güvenlik normlarının yeniden yorumlanması ve güncellenmesi gerekliliği açık biçimde ortaya çıkmaktadır.

1. Platform Çalışması ve Yarattığı Sorunların Tanımlanması

Dijital teknolojilerin işgücü piyasaları üzerindeki etkisiyle birlikte, çalışma yaşamında köklü ve kapsamlı dönüşümler meydana gelmektedir. Bu dönüşümün en dikkat çekici örneklerinden biri, esnek, görev bazlı ve büyük ölçüde fiziksel mekândan bağımsız biçimde dijital ortamda organize edilen yeni bir istihdam biçimi olan platform temelli çalışmadır. Bu model, geleneksel iş sözleşmesinin süreklilik, belirli bir zaman-mekân ilişkisinin varlığı ve bağımlılık gibi temel unsurlarını önemli ölçüde aşındırmakta; çalışma ilişkilerinin doğasını yeniden şekillendirmektedir. Platform temelli çalışma modeli, gig ekonomisinin gelişimi doğrultusunda ortaya çıkmış olup, dijital altyapılar aracılığıyla işveren, müşteri ve çalışan arasında üçlü bir ilişki kuran alternatif bir istihdam biçimidir. Bu yapı, klasik “işçi–işveren–

işyeri” üçlemesi yerine; “platform–müşteri–platform çalışanı” bileşenlerinden oluşan yeni bir etkileşim düzenini ortaya koymaktadır (Bakin, 2023).

Dijitalleşme süreciyle şekillenen bu yeni ekonomik anlayış; altyapı, veri, hizmet ve yazılım gibi bileşenleri kapsayan bütüncül bir dijital ekosistemi tanımlamaktadır. Bu kapsamda dijital emek platformları, faaliyetlerini iki temel kategoride sürdürmektedir: çevrim içi (web tabanlı) platformlar ve konum tabanlı hizmet sunan platformlar. Her iki kategori de çalışmaya dijital aracılık eden merkezi aktörler olarak konumlanmaktadır (Metin, 2022). Bu yeni çalışma biçiminin temel özellikleri arasında; platformlar aracılığıyla organize edilen ücretli işler, üç taraflı ilişki yapısı (platform–çalışan–müşteri), dış kaynak kullanımının yaygınlaşması, işlerin görev bazında parçalanması ve hizmetlerin talep üzerine sunulması yer almaktadır. Literatürde bu modele ilişkin farklı türler de tanımlanmıştır. Bunlar arasında en öne çıkanlar, “kalabalık çalışma (*crowdwork*)” ve “uygulama aracılığıyla talebe dayalı çalışma (*work on demand via app*)” gibi türlerdir (Kurt ve Aydın, 2022).

2008 küresel ekonomik krizinin ardından alternatif istihdam modellerine yönelik artan ihtiyaç ile dijitalleşme sürecinin ivme kazanması, platform temelli çalışmanın küresel ölçekte hızla yaygınlaşmasına zemin hazırlamıştır. Özellikle Uber örneğinde görüldüğü üzere, yalnızca on yıl içinde dünya genelinde milyonlarca sürücünün bu sistem içerisinde yer bulması, platform ekonomisinin işgücü piyasalarında dikkate değer bir aktör hâline geldiğini açık biçimde ortaya koymaktadır (Joyce, Neumann, Trappmann & Umney, 2020, s. 1–2). Bununla birlikte, platform temelli istihdam genellikle düşük ücret düzeyleri, düzensiz çalışma saatleri, sürekli müşteri memnuniyeti baskısı, algoritmik kontrol mekanizmaları ve ani erişim engelleri gibi güvencesiz ve kırılgan çalışma koşullarıyla ilişkilendirilmektedir. Bu sistemde çalışan bireylerin çoğunlukla “bağımsız yüklenici” statüsünde değerlendirilmesi, onları iş hukuku ve sosyal güvenlik sistemlerinin koruyucu hükümlerinden mahrum bırakmakta; bu durum da güvencesizlik ve sosyal dışlanma risklerini önemli ölçüde artırmaktadır (Beytar, 2023).

Sonuç olarak, platform temelli çalışma, dijital teknolojilerin çalışma yaşamına kazandırdığı en belirgin yeniliklerden biri olarak öne çıkmaktadır. Ancak bu istihdam biçiminin hukuki açıdan açık ve tutarlı bir şekilde tanımlanamaması, işverenlik sorumluluğunun platformlar tarafından üstlenilmemesi ve çalışanların hukuki statülerine ilişkin belirsizlik gibi sorunlar; sosyal güvenlik, iş sağlığı ve iş güvencesi gibi temel haklara erişimi tehdit etmektedir. Bu bağlamda, platform ekonomisinin doğurduğu yeni

çalışma ilişkilerinin düzenlenmesine yönelik kapsamlı ve bütüncül bir yasal çerçevenin oluşturulması gerekliliği giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

2. Platform Çalışmasının Türk Çalışma Mevzuatı Karşısındaki Yeri

Platform çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği bakımından hangi hukuki koruma mekanizmalarına tabi olduklarının belirlenebilmesi için, öncelikle Türk çalışma mevzuatı kapsamında bu kişilerin “işçi” statüsünde değerlendirilip değerlendirilmediklerinin ve 4857 sayılı İş Kanunu ile 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu çerçevesinde sigortalılık niteliği taşıyıp taşımadıklarının açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. Bu değerlendirme, yalnızca mevcut hukuki düzenlemelere dayanarak yapılmamalı, aynı zamanda platform ekonomisinin işleyiş dinamikleri, dijitalleşme eksenli çalışma biçimleri ve bu yapının klasik iş ilişkilerinden ne ölçüde ayrıştığı dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir. Zira platform temelli istihdam modelleri, geleneksel işçi-işveren ilişkisinden farklı olarak, işin organizasyonunda aracı bir dijital yapının aktif rol üstlendiği, çalışma ilişkilerinin büyük ölçüde esneklediği ve taraflar arasındaki hukuki sorumlulukların belirsizleştiği bir yapıya sahiptir. Bu yönüyle platform çalışması, mevcut mevzuatın öngördüğü normatif çerçeve ile tam olarak örtüşmemekte; bu da çalışanların iş sağlığı, iş güvenliği ve sosyal koruma haklarına erişimi açısından ciddi sorunlar doğurmaktadır.

2.1. Hizmet Akdi Bakımından Değerlendirme

Türk çalışma hukukunda işçi ile işveren arasındaki ilişkiyi düzenleyen temel hukuki çerçeve, 4857 sayılı İş Kanunu’nda tanımlanmıştır. Kanunun 2. maddesine göre, bir iş sözleşmesine dayanarak çalışan gerçek kişi “işçi”; işçi çalıştıran gerçek veya tüzel kişiler ya da tüzel kişiliği bulunmayan kamu kurum ve kuruluşları ise “işveren” olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda, taraflar arasında kurulan ilişki, hukuken “iş ilişkisi” olarak adlandırılmaktadır. Bir iş sözleşmesinin varlığından söz edilebilmesi için üç temel unsurun birlikte gerçekleşmesi gerekmektedir: iş görme, ücret ödeme ve bağımlılık (hizmet ilişkisi çerçevesinde çalışanın işverenin yönetim ve denetimi altında bulunması). İş görme borcu, çalışan tarafından üstlenilen edim olup; bu edimin içeriği bedensel, düşünsel, teknik, bilimsel veya sanatsal nitelikte olabilir (Süzek, 2006). İş sözleşmesi, karşılıklı borç yükleyen iki taraflı bir hukukî işlem niteliğindedir. Sözleşme kapsamında işçi, emeğini işverenin emir ve talimatlarına uygun biçimde sunarken; işveren, bu emeğin karşılığı olan ücreti ödeme yükümlülüğü altına girmektedir. Bu çerçevede işverenin en temel sorumluluğu, işçinin sunduğu hizmetin karşılığını oluşturan ücreti zamanında, eksiksiz ve yasal koşullara uygun şekilde ödemektir.

4857 sayılı İş Kanunu'nun 8. maddesinin birinci fıkrasında, iş sözleşmesi; *“bir tarafın (işçinin) bağımlı şekilde iş görmeyi, diğer tarafın (işverenin) ise bu hizmet karşılığında ücret ödemeyi üstlendiği bir hukukî ilişki”* olarak tanımlanmıştır. Bu tanıma göre iş sözleşmesinin varlığından söz edebilmek için üç temel unsurun birlikte bulunması gerekir: iş görme, ücret ve bağımlılık. Bu unsurlar, Yargıtay içtihatlarında da iş ilişkisinin tespiti açısından belirleyici niteliktedir (Yargıtay 9. HD, 2013). Bu unsurlar arasında bağımlılık, iş sözleşmesini diğer borç ilişkilerinden ayıran temel kriter olarak kabul edilmektedir. Hukukî bağımlılık, işçinin işverenin talimatlarına uygun biçimde çalışmasını, işin yürütüm sürecinin ve sonucunun işveren tarafından denetlenmesini ifade eder (Yargıtay 9. HD, 2012). Bu yönüyle bağımlılık, sadece fiilî bir gözetimi değil; aynı zamanda işverenin yönetim hakkı çerçevesinde iş süreci üzerindeki kontrolünü de kapsamaktadır. Hukukî bağımlılık kavramı, özellikle işçi ile bağımsız çalışan arasındaki ayrımın belirlenmesinde önem taşır. Bir çalışan, kendi işini organize ediyor olsa bile; eğer faaliyetlerini iş sahibi adına yürütüyor, süreç içinde düzenli olarak talimat alıyor, performansı izleniyor ve raporlama yükümlülüğü taşıyorsa, bu kişi işverenin yönetim ve denetim yetkisi altında kabul edilir. Böyle bir durumda çalışan, şeklen bağımsız gözükse de fiilen bağımlı çalışan olarak değerlendirilir (Yargıtay 9. HD, 2011). Bu bağlamda, platform çalışanları gibi yeni nesil istihdam biçimlerinde temel sorun; çalışanla platform arasındaki ilişkinin bir hizmet akdi niteliği taşıyıp taşımadığıdır. Eğer iş görme faaliyeti karşılıklı edimlere dayanmakta, çalışan belirli düzeyde denetim altında tutulmakta ve işveren benzeri bir otorite tarafından yönlendiriliyorsa, bu ilişki hukuken bir iş sözleşmesi olarak kabul edilmelidir. Nitekim iş hukukunun amacı da işçiyi ekonomik ve sosyal yönden daha güçlü olan işverene karşı korumaktır.

İşçi, işverenin otoritesi altında, onun emir ve talimatlarına uygun şekilde çalışan kişidir (Çil, 2007). Hizmet akdinin varlığından söz edilebilmesi için öncelikle ekonomik anlamda bir iş görme ediminin üstlenilmiş olması gerekir. Bu tür sözleşmelerde, işçinin ifa etmekle yükümlü olduğu görevler genellikle genel hatlarıyla belirlenirken, işin ne şekilde, nerede ve hangi zaman diliminde yerine getirileceği işveren tarafından tayin edilir. Hizmet sözleşmesi, bireysel iş ilişkisinin temelini oluşturur ve taraflar arasındaki çalışma koşullarını düzenleyen başlıca hukuki kaynak olarak işlev görür. Taraflar, bu sözleşme kapsamında karşılıklı davranışlarını şekillendiren ve kendilerini bağlayıcı nitelikteki hükümleri belirlerler. Ancak, sözleşmenin geçerliliği, içeriğinin yürürlükteki mevzuat hükümlerine aykırı olmaması koşuluna bağlıdır. Anayasa Mahkemesi ise hizmet sözleşmesini; belirli veya belirsiz süreli, ücret karşılığında hizmet sunmayı ve bu hizmetin iş sahibinin yönetimi altında gerçekleştirilmesini üstlenen bir kişi ile iş sahibinin

karşılığında ücret ödeme yükümlülüğü altına girdiği hukuki ilişki olarak tanımlamaktadır. Aynı karar çerçevesinde, hizmet akdine bağlı çalışanların tümünün bu tanım kapsamına girdiği; iş, ücret ve bağımlılık unsurlarının ise sözleşmenin temel yapıtaşlarını oluşturduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, iş ilişkisinde sürenin önemi, işin işyerinde veya işveren tarafından belirlenen bir yerde yapılması gibi unsurların da sözleşmeyi ayırt edici özellikler olduğu ifade edilmiştir (AYMK, 1967).

Hizmet sözleşmesi, işçi ve işverene karşılıklı olarak bir dizi borç yüklemektedir. Bu çerçevede işçinin başlıca borçları şu şekilde sıralanabilir:

- İş görme borcu,
- Bizzat çalışma yükümlülüğü,
- Özenle çalışma borcu,
- İşverene bağlılık (itaat) yükümlülüğü,
- Sadakat borcu (rekabet etmeme yükümlülüğü),
- Çalışma koşullarına ve disiplin kurallarına uyma yükümlülüğü,
- Teslim ve hesap verme borcu,
- Fazla çalışmaya katlanma yükümlülüğü,
- İşverenin düzenlemelerine ve talimatlarına uyma borcu.

Bu borçların somut olarak varlık gösterdiği hukuki ilişkilerde, iş sözleşmesinin temel unsurlarının olduğu ve dolayısıyla ilişkinin hizmet akdi kapsamında değerlendirilebileceği kabul edilmektedir. Böyle bir durumda ilgili kişinin sosyal güvenlik mevzuatı kapsamında sigortalı sayılması da mümkündür. İş hukukunda iş sözleşmesi, taraflar arasında bağımlılık ilişkisi (tabiiyet rabıtası) doğurduğu için, borçlar hukukundaki klasik hizmet sözleşmesinden farklılaşarak özel bir nitelik kazanır. Buna göre, işçi belirli ya da belirsiz bir süre için ücret karşılığında işverenin hizmetinde çalışma yükümlülüğü altına girer. Ancak bu çalışma, diğer iş görme sözleşmelerinden farklı olarak hiyerarşik ve örgütlü bir yapı içinde, işverene bağlı olarak ve onun emir-talimatları doğrultusunda yürütülür. İşçinin işin icrası sırasında işverenin denetimine tabi olması ve verilen talimatlara uygun hareket etmesi, iş ilişkisinin temel koşullarından biridir (Çelik, 2009). Bu noktada, çalışanın kendisine verilen işi işini kaybetme riski olmaksızın reddedebilme hakkına sahip olması, yani iş görme borcunun doğrudan bir otorite ilişkisi içinde doğmaması halinde, bu kişinin bağımsız çalışan statüsünde olduğu kabul edilmelidir. Bağımlılık unsurunun yokluğu, iş sözleşmesinin varlığına ilişkin belirleyici göstergelerden biridir. Kastedilen bağımlılık ise teknik

bir bağılıktan ziyade kişisel bağımlılıktır. Kişisel bağımlılık, işverenin işçi üzerinde kurduğu otorite ilişkisini ifade eder; bu bağlamda işveren, işçinin çalışma biçimi, yeri ve süresi gibi hususlarda yönlendirme ve denetim yetkisine sahiptir.

Yargıtay, bağımlılık ilişkisinin belirlenmesinde işçinin iş koşullarını, işi yaparken kullanacağı araçları, işin yapılacağı yer ve zamanı önceden belirleme serbestisinin bulunup bulunmadığını temel kriter olarak kabul etmektedir. Kararlarda, çalışanın işin yürütümünü kendi organize etmesi durumunda dahi, üzerinde iş sahibinin belirli düzeyde kontrol ve denetiminin varlığı, bilgi ve hesap verme yükümlülüğünün bulunması halinde; işverenin doğrudan otoritesi altında olmasa bile, bu kişinin “*bağımlı çalışan*” olarak değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Buna karşılık, çalışanın kendisine verilen görevi, işini kaybetme riski olmaksızın reddedebilme hakkının bulunduğu hallerde ise, bu kişinin “*bağımsız çalışan*” statüsünde olduğu belirtilmiştir (Yargıtay 9. Hukuk Dairesi, 2012). Bu çerçevede, çalışanın işi reddetme hakkının var olduğu, çalışmanın yürütülmesi için gerekli ekipmanın işveren tarafından sağlanmadığı ve işin yapılacağı yer ile zamanın işveren tarafından belirlenmediği durumlarda bağımsız çalışma ilişkisinden söz etmek mümkündür. İşverenin yalnızca işin sonucuna ilişkin belirli standartları talep etmesi ve iş sürecine doğrudan müdahalesinin olmaması, bağımlılık unsurunun zayıfladığını göstererek iş ilişkisinin hizmet akdi kapsamından çıkmasına yol açmaktadır. İşte bu noktada, platform çalışmasına ilişkin hukuki tartışmalar sadece Türkiye’de değil, gelişmiş birçok ülkede de gündemin önemli bir maddesini teşkil etmektedir.

2.2. Sosyal Güvenlik Kapsamında Değerlendirilmesi

Sosyal güvenlik açısından da benzer bir durum söz konusudur. 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu’nun 2. maddesinde, sigortalı; kısa ve/veya uzun vadeli sigorta kolları kapsamında adına prim ödenmesi gereken ya da kendi adına prim ödemesi gereken kişi olarak tanımlanmıştır. Kanun’un 11. maddesinde ise işyeri, sigortalı sayılan kişilerin maddi veya gayri maddi unsurlar eşliğinde işlerini yürüttükleri yerler olarak ifade edilmektedir.

5510 sayılı Kanun kapsamında sigortalı sayılabilmek için üç temel unsurun bir arada bulunması gerekmektedir:

- (a) Çalışma ilişkisinin kural olarak hizmet akdine dayanması,
- (b) İşin işverene ait bir yerde ifa edilmesi,

(c) Çalışanın, 506 sayılı mülga Kanun'un 3. maddesi ile 5510 sayılı Kanun'un 6. maddesinde sayılan istisnalar arasında olmaması.

Bu üç unsurun birlikte gerçekleşmesi halinde, 5510 sayılı Kanun'un 4/1-a maddesi ve 506 sayılı Kanun çerçevesinde sigortalı kabul edilmek mümkündür.

Her ne kadar Kanun'da bu tanım tam anlamıyla netlik kazandırılmasa da, Sosyal Güvenlik Kurumu'nun genelgesi konuya açıklık getirmektedir. Kurumun 2013/11 sayılı Genelgesi ile 11.12.2014 tarihli ve 2014/32 sayılı Genelgesinde, *"Hizmet akdi iki taraflı akitlerden olup tarafları birbirine taahhütlerle bağladığından, hizmet akdinde hukuki bağımlılık şarttır"* hükmüne yer verilmiştir. Aynı genelgelerde, iş sözleşmesinin ayırt edici unsurunun "bağımlılık" olduğu, bu unsurun ise işçinin işin ifası sırasında işverenin talimatlarına sıkı sıkıya bağlı olması ve işveren tarafından denetlenmesi anlamına geldiği vurgulanmıştır (SGK, 2013/11; 2014/32).

Sosyal Güvenlik Kurumu'nun diğer bir Genelgesinde ise, oldukça açıklayıcı nitelikte bir örnek yer almaktadır. Buna göre: *"Bir inşaat firması yaptığı bir belirsiz süreli iş sözleşmesiyle bir inşaat mühendisini istihdam etmiştir. Söz konusu mühendis belirlenen ücret karşılığında işverenin emir, talimat ve direktifleriyle hareket etmekte olup, bu ilişki hizmet akdi olarak değerlendirilmekte ve sigortalılık-işverenlik ilişkisi kurulmaktadır. Buna karşılık, aynı inşaat firması tarafından bir proje, serbest çalışan bir inşaat mühendisine sipariş edilirse ve bu mühendis projeyi kendi işyerinde tamamlayarak teslim ederse, burada hizmet akdinin bağımlılık unsuru oluşmayacağından, istisna akdi söz konusu olacak ve işverenlik ilişkisi doğmayacaktır"* (SGK, 2020/20). Bu örnekten hareketle, sosyal güvenlik hukuku açısından sigortalı sayılabilmek için "bağımlılık" unsurunun belirleyici bir kıtas olduğu açıkça görülmektedir.

Yargıtay, *"piyasa hamalının sigortalı sayılmayacağı"* hususunu açıkça belirtmiştir. Bu karar doğrultusunda, piyasa hamallığı işinin süreklilik göstermeyen, düzensiz ve talep üzerine yapılan bir çalışma biçimi olduğu; dolayısıyla hizmet akdi kapsamında değerlendirilemeyeceği ifade edilmiştir. Yargıtay kararları ve Sosyal Güvenlik Kurumu'nun benzer uygulamaları dikkate alındığında, bu nitelikteki çalışanların sigortalı sayılmasının mümkün olmadığı sonucuna varılmaktadır. Çünkü bu tür iş ilişkilerinde bağımlılık, süreklilik ve işverene tabi çalışma unsurları yeterli düzeyde gerçekleşmemektedir (Yargıtay 21. HD, 2016). Yargıtay ayrıca, bağımlılık unsurunun hem iş hukuku hem de sosyal güvenlik hukuku açısından temel ilke niteliğinde olduğunu vurgulamıştır. Kararda, hizmetin işverenin gözetimi ve yönetimi altında yürütülmesinin bağımlılık ilişkisinin temel göstergesi olduğu belirtilmekle birlikte, iş hukukunun dinamik yapısı ve gelişen atipik

istihdam modelleri göz önüne alındığında, bağımlılık unsurunun her somut olayın özelliğine göre değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Yargıtay'ın başka bir kararında ise, taraflar arasında sıkı bir bağımlılık ilişkisi olmasa dahi, çalışanın işverenin iş organizasyonu içinde yer alması durumunda bağımlılık unsurunun varlığının kabul edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu bağlamda, işverenin her an denetim ve talimat verme yetkisine sahip olması; çalışanın ise bu talimatlara uyma dışında bağımsız bir iş görme imkânının bulunmaması, teknik ve hukuki anlamda bağımlılığı ortaya koymaktadır. Genel anlamda bağımlı çalışma; işverenin belirlediği zaman ve yerde, işverenin sağladığı teknik destek ve denetim altında gerçekleştirilen faaliyeti ifade eder. İşverenin yönetim hakkı karşısında işçinin itaat yükümlülüğü doğmakta ve işverenin çalışma süreci boyunca işçiye yönelik yönlendirici talimatları, kişisel bağımlılığı pekiştirmektedir. Bu durum, işçi ile işveren arasında hukuki anlamda bir hiyerarşi doğurmakta ve bağımlılığın hem kişisel hem de hukuki düzlemde iş akdinin kurucu unsuru olduğunu ortaya koymaktadır (Yargıtay 10. HD, 2018).

Sonuç olarak, platform çalışanlarının sosyal güvenlik kapsamında bağımlı çalışan olarak kabul edilebilmelerinin temel şartı, hizmet akdine tabi çalışmalarındır.

3. Uluslararası Uygulamalar ve İş Sağlığı ve Güvenliği Karşısındaki Durum

Platform ekonomisinin hızlı yükselişi, geleneksel iş ilişkilerinin sınırlarını bulanıklaştırarak, işçilerin sesinin duyulmasını zorlaştıran yeni bir dijital emek düzeni ortaya çıkarmıştır. Bu yapı, çalışanların çoğunlukla bağımsız yüklenici statüsünde tanımlandığı, ancak platform algoritmaları tarafından yoğun bir şekilde yönlendirildiği karmaşık bir ilişkiyi barındırmaktadır. Özellikle Uber, Deliveroo gibi dijital platformlar, çalışanların müşteri değerlendirmelerine göre cezalandırılabilirdiği ve doğrudan işverene seslerini iletemediği “dijital kafes” olarak adlandırılan kontrol mekanizmalarını geliştirmiştir. Bu bağlamda, platform çalışanlarının hem bireysel hem de kolektif düzeyde seslerini duyurma olanakları büyük ölçüde kısıtlanmakta; yüz yüze iletişimden uzak, yazılı ve algoritmik mesajlaşmalarla sınırlı bir temsil alanı oluşmaktadır. Ayrıca, platform çalışanlarının sosyal diyalog mekanizmalarına erişememesi, çalışma koşulları, ücretler ve haklar gibi temel konularda toplu pazarlık süreçlerinin dışında kalmalarına neden olmaktadır. Bu durum, hem iş sağlığı ve güvenliği hem de demokratik temsil hakkı açısından platform ekonomisinde ciddi bir kurumsal boşluk yaratmaktadır (Wilkinson ve ark., 2021).

İş sağlığı ve güvenliği kapsamının anlaşılabilmesi amacıyla, platform ekonomisinin öncü örneklerinden Uber sürücülerinin statüsüne ilişkin uluslararası ve Türkiye'deki mahkeme kararlarının karşılaştırmalı analizi faydalı olacaktır. Fransa, İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri ve İsviçre'de verilen yargı kararları ile Türkiye'deki mahkeme kararları incelendiğinde, genel eğilimin bu ilişkiyi işçi-işveren ilişkisi olarak tanımlamaya doğru yöneldiği görülmektedir. Fransa Yargıtayı'nın 4 Mart 2020 tarihli ve 19-13.316 sayılı kararında, Uber sürücüsünün çalışma saatlerini ve uygulamaya bağlanma zamanını seçme özgürlüğüne sahip olmasına rağmen, uygulamanın sürücüye dayattığı kurallar ve işin niteliği birlikte değerlendirildiğinde, bağımlılık ilişkisi tespit edilmiştir. Bu nedenle, sürücülerin işçi statüsünde değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. İngiltere Yüksek Mahkemesi, 19 Şubat 2021 tarihli kararında ([2021] UKSC 5; [2018] EWCA Civ 2748), Uber sürücülerine yazılı sözleşmeyle yüklenen bağlayıcı yükümlülükler, araç seçimindeki sınırlamalar, sürücülerin performans ve disiplin süreçlerine tabi tutulmaları gibi unsurları temel alarak, işçi-işveren ilişkisi bulunduğunu hükmetmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde, New York Eyalet Mahkemesi'nin 17 Aralık 2022 tarihli ve 2020 NY Slip Op 07645 sayılı kararında ise Uber'in sürücülere ulaşım taleplerini ataması, müşterilerin belirli bir sürücüye seçmemesi ve Uber'in sürücülerin performansını sürekli izlemesi ve denetim uygulaması gerekçeleriyle, iş ilişkisinin hizmet akdine dayandığı ve sürücülerin işçi statüsünde oldukları kabul edilmiştir. İsviçre Federal Mahkemesi de 30 Mayıs 2022 tarihli 2C_34/2021 sayılı kararında, Uber'in sürücülere yolculuk reddi durumunda yaptırım uygulayabilmesi, belirli oranların üzerinde iptallerde hesapların kapatılması ve ekonomik bağımlılık yaratması gibi faktörleri dikkate alarak, işçi-işveren ilişkisinin varlığına kanaat getirmiştir.

Türkiye'de ise benzer biçimde, mahkemeler platform çalışanlarının çalışma biçimini değerlendirirken, söz konusu çalışanların bağımlılık içinde olup olmadıklarını tespit etmeye çalışmakta ve giderek işçi statüsünü benimsemektedirler. Bu yargı kararları, platform ekonomisi çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı kapsamında değerlendirilmesi gerektiği yönünde önemli bir emsal teşkil etmektedir. Türkiye'de platform ekonomisine ilişkin uyuşmazlıklar, uluslararası uygulamalardan farklı olarak kimi durumlarda farklı değerlendirmelere konu olmaktadır. İstanbul Bölge Adliye Mahkemesi (BAM) 50. Hukuk Dairesi'nin 20 Nisan 2022 tarihli, 2022/934 Esas ve 2022/701 Karar sayılı hükmünde, Uber sürücüsünün çalışma saatlerini serbestçe belirlemesi, sigorta primini kendi adına ödemesi, olağan masraf ve cezaların da sürücüye ait olması gibi unsurlar dikkate alınarak bağımlılık unsurunun mevcut olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, işçi-işveren

ilişkisi kurulmadığı ve hizmet akdi kapsamında değerlendirilmesinin mümkün olmadığı karara bağlanmıştır. Benzer şekilde, İstanbul BAM 25. Hukuk Dairesi'nin 19 Temmuz 2022 tarihli, 2022/984 Esas ve 2022/1408 Karar sayılı dosyasında da Uber'in sadece bir teknoloji sağlayıcısı olduğu, ödeme ve tahsilat süreçlerine doğrudan müdahil olmadığı, taraflar arasında iş ilişkisi kurulmadığı yönünde değerlendirme yapılmıştır. Bu kararlar, platformun işveren olarak değil, sadece dijital bir aracılık hizmeti sunan taraf olduğu görüşünü desteklemektedir. Bu mahkeme kararları, Türkiye'de platform çalışanlarının işçi olarak kabul edilmesine ilişkin tartışmaların devam ettiğini ve hukuki değerlendirmelerin somut olayın özelliklerine göre farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Ancak uluslararası yargı kararlarıyla karşılaştırıldığında, Türkiye'de bağımsızlık ve serbestlik unsurlarının ön planda tutulduğu görülmektedir.

Bu karşılaştırmalı yargı kararları ışığında, Avrupa hukuk sistemlerinde Uber sürücülerinin bağımlı çalışan statüsünde değerlendirildiği, buna karşılık Türk içtihatlarında sürücülerin genellikle bağımsız çalışan olarak kabul edildiği görülmektedir. Bu farklılık, her ülkenin bağımlılık unsuru ve atipik çalışma modellerine ilişkin iç hukuk yorumlarındaki çeşitlilikten kaynaklanmaktadır.

Dijitalleşmenin hız kazanmasıyla birlikte platform ekonomisi gibi yeni istihdam biçimleri yaygınlaşmakta; ancak bu durum, çalışanların temel sosyal haklarından biri olan iş sağlığı ve güvenliğine erişiminde önemli eksiklikler yaratmaktadır. Sağlıksız ve güvencesiz çalışma koşullarının yaygınlaşması, dijitalleşen iş dünyasında iş sağlığı ve güvenliği risklerinin devam ettiğini göstermekte ve mevcut sosyal güvenlik sistemlerinin bu risklere karşı çalışanları koruma ve güvence sağlama noktasında ciddi zorluklarla karşılaştığını ortaya koymaktadır (Gökbayrak ve Çalışır, 2024).

Platform çalışması, çalışanlar açısından iş sağlığı ve güvenliği (İSG) bağlamında önemli riskler ve güvencesizlikler içermektedir. Platform sağlayıcılar, kendilerini işveren olarak görmediklerinden, İSG önlemlerini alma ve bu önlemlerin maliyetini üstlenme sorumluluğundan kaçınma eğilimindedirler. Bu durum, platform çalışanlarının özellikle fiziksel çalışma koşulları, kaza ve yaralanma riskleri ile psikososyal riskler açısından dezavantajlı konuma düşmesine yol açmaktadır. Web tabanlı çalışanlar, uzun süreler boyunca ergonomik olmayan koşullarda bilgisayar başında çalışmaktan kaynaklanan kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları ve göz problemleri yaşarken; konum tabanlı çalışanlar (örneğin kuryeler, şoförler, ev hizmetleri çalışanları) trafik kazaları, müşterilerin evinde veya işyerinde meydana gelebilecek kazalar, kimyasal maddelere maruz kalma, şiddet ve taciz gibi

risklere daha fazla maruz kalmaktadır. Ayrıca, platformların kullandığı derecelendirme ve itibar sistemleri, çalışanlar üzerinde sürekli bir performans baskısı oluşturarak stres, tükenmişlik ve sosyal izolasyona neden olmaktadır. Bu psikososyal sorunlar, hem ruh sağlığını olumsuz etkileyip hem de yorgunluk ve dikkatsizlik yoluyla kaza risklerini artırmaktadır. Platform çalışanlarının çoğunlukla “bağımsız çalışan” olarak sınıflandırılması, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu gibi temel yasal korumalardan ve işverenin gözetme borcundan yararlanamamalarına neden olmaktadır. Bu da İSG eğitimleri, kişisel koruyucu donanım temini ve risk değerlendirmesi gibi önlemlerden mahrum kalmaları sonucunu doğurmaktadır (Arslantaş, 2024). Platform çalışma modeli, çalışanların istihdam statüsündeki belirsizlikler ve yasal düzenleyici çerçevenin eksikliği nedeniyle İSG açısından ciddi sorunlar ve güvencesizlikler ortaya çıkarmaktadır. Çalışanların büyük çoğunluğu “işçi” statüsünde değil, “kendi hesabına çalışan”, “serbest çalışan” ya da “bağımsız yüklenici” olarak kabul edildiğinden, iş ve sosyal güvenlik hukukunun sağladığı temel korumaların, dolayısıyla İSG’ye ilişkin yasal ve sosyal güvencelerin dışında kalmaktadırlar. Bu durum, platform çalışanlarının işverenlerin üstlenmekle yükümlü olduğu İSG önlemlerinden, mesleki risk değerlendirmesinden, gerekli eğitimlerden, denetimlerden ve iş kazaları ile meslek hastalıklarına karşı sigorta gibi temel koruyucu mekanizmalardan mahrum olmalarına yol açmaktadır. Sonuç olarak, platform çalışanları yaptıkları işin niteliği ve çalışma ortamının özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkabilecek fiziksel ve psikososyal risklere karşı yeterli koruma sağlayamamaktadır; bu risklerin getirdiği sorumlulukları ise büyük ölçüde bireysel olarak üstlenmek durumunda kalmaktadırlar (Kovancı, 2020, s. 334–336).

Her ne kadar 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’nun 2. maddesinde, *“kamu ve özel sektöre ait bütün işlere ve işyerlerine, bu işyerlerinin işverenleri ile işveren vekillerine, çırak ve stajyerler de dâhil olmak üzere tüm çalışanlarına faaliyet konularına bakılmaksızın”* uygulanacağı açıkça belirtilmiş olsa da; platform ekonomisinde çalışanların büyük çoğunluğu “bağımsız yüklenici” statüsünde sınıflandırıldıkları ve teknik olarak kendi nam ve hesabına çalışan konumunda oldukları için, bu düzenlemenin koruyucu hükümlerinden pratikte tam olarak faydalanamamaktadırlar. Bu durum, platform çalışanlarını iş sağlığı ve güvenliği yükümlülüklerinin kapsamı dışında bırakmakta ve hem yasal hem de fiili düzeyde önemli bir koruma boşluğu yaratmaktadır. Sonuç olarak, söz konusu çalışanların iş kazaları, meslek hastalıkları, risk analizi ve eğitim gibi temel İSG önlemlerine erişimleri ciddi ölçüde sınırlanmaktadır (6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, m. 2).

Sonuç

Bu çalışma, dijitalleşmenin emek piyasalarında yarattığı derin dönüşümler ışığında platform temelli çalışma biçimlerini kapsamlı bir şekilde incelemiş; bu yeni istihdam modelinin Türk çalışma mevzuatındaki mevcut konumunu ve iş sağlığı ve güvenliği (İSG) alanında oluşturduğu hukuki ve uygulamadaki boşlukları ortaya koymayı amaçlamıştır. Platform ekonomisinin yükselişiyle birlikte, klasik iş sözleşmesinin temel taşlarını oluşturan “iş görme”, “ücret” ve özellikle “bağımlılık” unsurlarının yeniden yorumlanma gerekliliği belirginleşmiştir.

Platformlar aracılığıyla çalışanlar genellikle “bağımsız yüklenici” olarak tanımlanmakta ve bu tanımlama onları sosyal güvenlik sisteminin temel korumalarından, özellikle 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamından fiilen dışlamaktadır. Bu durum, platform çalışanlarının yasal mevzuatın öngördüğü çalışma koşulları ve koruma mekanizmalarından mahrum kalmalarına neden olmakta, dolayısıyla çalışma hayatında önemli bir güvencesizlik yaratmaktadır.

Platform çalışanlarının hukuki statüsüne ilişkin değerlendirmelerde, Yargıtay içtihatları, Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) genelgeleri ve iş hukuku literatüründeki genel eğilimler, “bağımlılık” ölçütünün varlığına yoğunlaşmaktadır. Buna rağmen, uygulamada platformların çalışma zamanının belirlenmesi, çalışma araç ve gereçlerinin sağlanması, algoritmik denetim mekanizmaları gibi unsurlar işverenin dolaylı otoritesini oluşturmakta ve bu da fiili olarak bir işçi-işveren ilişkisi varlığını düşündürmektedir. Uluslararası mahkeme kararları (özellikle Fransa, İngiltere, ABD ve İsviçre örnekleri) platform çalışanlarının bağımlı çalışan olarak değerlendirilmesi yönünde gelişmekteyken, Türkiye’de yargı kararları bağımsız çalışma esasını benimsemekte; bu durum ise platform çalışanlarını İSG tedbirlerinden yoksun bırakmaktadır.

Çalışmada ayrıca, platform çalışanlarının karşı karşıya olduğu hem fiziksel hem de psikososyal riskler ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Konum tabanlı çalışanlar (örneğin Uber sürücüler, kuryeler) trafik kazası, şiddet, taciz ve çalışma ortamına bağlı diğer tehlikeler gibi somut risklerle karşılaşırken, çevrimiçi çalışanlar uzun süreli ekran kullanımı, ergonomik olmayan çalışma koşulları nedeniyle kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları ve görme problemleri yaşamaktadır. Bununla birlikte, platformların kullandığı derecelendirme ve performans algoritmaları çalışanlar üzerinde sürekli bir psikolojik baskı yaratmakta, tükenmişlik, stres ve sosyal izolasyona yol açmakta ve bu da iş kazası risklerini artırmaktadır. Bu psikososyal risklerin, geleneksel iş sağlığı

ve güvenliği yaklaşımında yeterince yer bulmadığı ve mevzuatın bu alanları kapsayacak şekilde güncellenmesinin gerekliliği açıkça ortaya çıkmaktadır.

Türkiye’de platform çalışanlarının çalışma statüsüne ilişkin belirsizlikler, sosyal güvenlik ve iş sağlığı güvenliği uygulamalarında ciddi eksiklikler yaratmaktadır. Platform çalışanlarının önemli bir kesiminin işçi statüsünde olmaması, onların işverenin gözetme ve koruma yükümlülüğünden dışlanmasına, İSG eğitimleri, risk değerlendirmesi, kişisel koruyucu donanım temini gibi önlemlerden faydalanamamalarına neden olmaktadır. Ayrıca, iş kazası ve meslek hastalığı sigortaları gibi temel sosyal güvenlik mekanizmalarına erişimlerinde yaşanan zorluklar, platform çalışanlarının risklere karşı korunmasız kalması sonucunu doğurmaktadır.

Bu bağlamda, Türkiye’de platform temelli çalışma modellerine yönelik hukuki düzenlemelerin ve sosyal güvenlik politikalarının acilen güncellenmesi zorunludur. Çalışmanın bulguları doğrultusunda, platform çalışanlarının “bağımsız yüklenici” olarak sınıflandırılmalarının yeniden gözden geçirilerek, özellikle bağımlılık unsuru çerçevesinde “bağımlı çalışan” olarak kabul edilmeleri, bu kişilerin iş sağlığı ve güvenliği koruma mekanizmalarına dahil edilmesi temel bir gerekliliktir. Bunun yanı sıra, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamının fiilen genişletilerek, platform çalışanlarının da işverenin gözetim yükümlülüğü ve İSG hizmetlerinden faydalanabilmesini sağlamak üzere açık hükümler getirilmelidir.

Ayrıca, platform ekonomisinin özgün niteliklerini dikkate alan yeni bir yasal statü ya da özel bir sigorta modeli geliştirilmesi gerekmektedir. Böylece platform çalışanlarının esnek çalışma koşulları korunurken, sosyal koruma ve iş sağlığı güvenliği alanındaki mevcut boşluklar giderilebilir. Bununla bağlantılı olarak, dijital platformların çalışma koşullarının denetlenmesi, algoritmik yönetim sistemlerinin şeffaflığı ve çalışan haklarının korunmasına ilişkin mekanizmaların oluşturulması da önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, dijitalleşen çalışma yaşamında ortaya çıkan yeni istihdam biçimlerinin mevcut hukuk sistemi ve sosyal güvenlik düzenlemeleriyle uyumlu hale getirilmesi, çalışanların temel hak ve güvencelerinin sağlanması bakımından kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda yapılacak reformlar, hem işçi sağlığı ve güvenliği alanında yaşanan koruma boşluklarını kapatacak hem de Türkiye’nin küresel iş piyasalarındaki rekabet gücünü ve sosyal adalet anlayışını güçlendirecektir.

Kaynakça

- 4857 sayılı İş Kanunu. *Resmî Gazete*, Sayı 25134.
- 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu. *Resmî Gazete*, Sayı 26200.
- 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. *Resmî Gazete*, Sayı 28339.
- Anayasa Mahkemesi. (1967, 26–27 Eylül). E. 1963/336, K. 1967/29. *Resmî Gazete*, 19.10.1968, Sayı 13031.
- Arı Kovancı, Y. (2020). Platform çalışma bağlamında ortaya çıkan sorunlara yönelik sendikalar ve platform çalışanlarının girişimleri. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(20), 325-352. <https://doi.org/10.29029/busbed.732877>
- Arslantaş, S. (2024). *Platform çalışması ve platform çalışanlarının hukuki statüsü* [Yüksek Lisans Tezi, İzmir Ekonomi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Bakin, A. (2023). Platform çalışması ve emeğin artan güvencesizliği. *Memleket Siyaset Yönetim (MSY)*, 18(40), 379-408. <https://doi.org/10.56524/msydergi.1366615>
- Beytar, E. (2023). Platform çalışması: Çalışan statüsünün belirlenmesi sorunu. *İstanbul Medeniyet Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 8(1), 239–266. <https://doi.org/10.58733/imhfd.1267384>
- Bunders, D. J. (2021). Gigs of their own: Reinventing worker cooperativism in the platform economy and its implications for collective action. In J. Drahooupil, A. Piasna, & M. Keune (Eds.), *Work and labour in the digital age* (pp. 188–204). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781839100277.00019>
- Cour de cassation [Fransız Yargıtayı]. (2020, 4 Mart). 19-13.316.
- Çelik, N. (2009). *İş hukuku dersleri* (Yenilenmiş 22. bs.). Beta Yayınları.
- Çil, Ş. (2007). 4857 sayılı İş Kanunu Şerhi (Cilt 1, 2. bs., s. 524). Turhan Kitabevi.
- Gökbayrak, Ş., & Çalışır, Y. C. (2024). Çalışma yaşamında dijital dönüşüm ve sosyal güvenlik. *İş, Güç Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, 26(2), 57-72.
- Gündoğdu, M., Başaran, A., & Ulukaya, H. (2024). Platform çalışma: Bibliyometrik bir inceleme. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 14(ÇEEİ Özel Sayı), 1769-1786. <https://doi.org/10.48146/odusobiad.1526372>
- İstanbul BAM 25. HD. (2022, 19 Temmuz). E. 2022/984, K. 2022/1408.
- İstanbul BAM 50. HD. (2022, 20 Nisan). E. 2022/934, K. 2022/701.

- Joyce, S., Neumann, D., Trappmann, V., & Umney, C. (2020). A global struggle: worker protest in the platform economy (ETUI Policy Brief, European Economic, Employment and Social Policy N° 2/2020). ETUI aisbl.
- Kabakçı, A. (2023). Endüstri 4.0 ve platform çalışma: Niteliği, fırsatları ve zorlukları bağlamında bir değerlendirme. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 13–23. <https://doi.org/10.35247/beusad.1336647>
- Kurt, E., & Aydın, U. (2022). Atipik bir istihdam modeli olarak platform çalışması ve platform çalışmasına ilişkin gelişmeler. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(3), 917-950.
- Metin, B. (2022). Dijitalleşen dünyada değişen istihdam modelleri: Dijital emek platformlarında çalışanlar açısından tehditler ve fırsatlar. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(3), 917-950.
- New York Appellate Division. (2022, 17 December). 2020 NY Slip Op 07645.
- Sosyal Güvenlik Kurumu. (2013). 2013/11 sayılı Genelge.
- Sosyal Güvenlik Kurumu. (2014). 2014/32 sayılı Genelge.
- Sosyal Güvenlik Kurumu. (2020). 2020/20 sayılı Genelge.
- Süzek, S. (2006). *İş hukuku* (3. bs.). Beta Yayıncılık.
- Tribunal fédéral suisse. (2022, 30 May). 2C_34/2021.
- UK Supreme Court. (2021, 19 February). [2021] UKSC 5; [2018] EWCA Civ 2748.
- Wilkinson, A., Dundon, T., Mowbray, P. K., & Brooks, S. (2021). Missing voices? Integrating worker voice and social dialogue in the platform economy. In A. Wilkinson, T. Dundon, P. K. Mowbray, & S. Brooks (Eds.), *Missing voices? Integrating worker voice and social dialogue in the platform economy* (pp. 1–18). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781839105555.00010>
- Yargıtay 10. Hukuk Dairesi. (2018, 5 Temmuz). E. 2016/4522, K. 2018/6454.
- Yargıtay 21. Hukuk Dairesi. (2016, 14 Haziran). E. 2015/17888, K. 2016/9890.
- Yargıtay 9. Hukuk Dairesi. (2011, 3 Mayıs). E. 2009/14995, K. 2011/13117.
- Yargıtay 9. Hukuk Dairesi. (2012, 3 Mayıs). E. 2010/7939, K. 2012/15559.
- Yargıtay 9. Hukuk Dairesi. (2012, 7 Mayıs). E. 2010/2673, K. 2012/15869.
- Yargıtay 9. Hukuk Dairesi. (2013, 30 Ocak). E. 2010/41994, K. 2013/3671.

Topraktan Sağlığa: Tarım ve Hayvancılıkta İş Güvenliğinin İzinde 6

Ali Ağar¹

Özet

Temel gıda ihtiyaçlarının insanlara ulaştırılmasını sağlayan tarım ve hayvancılık sektörü, hızla artan dünya nüfusu ile birlikte en önemli sektörlerden biri haline gelmektedir. Bu sektörlerde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi adına, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinden yararlanmaları ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi gereklidir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre, yaklaşık 1,3 milyar kişiyi istihdam eden tarım sektöründe her yıl 170.000 kişi yaşamını yitirmekte, çok sayıda çalışan çeşitli iş kazalarına maruz kalmakta ve meslek hastalıkları ile karşı karşıya kalmaktadır. Tarım sektöründe meydana gelen ölümlü iş kazalarının başlıca nedenleri arasında; araç kazaları, çarpma, devrilme, yüksekten düşme, hareket eden, dönen veya düşen cisimlerin çarpması ve boğulma gibi durumlar yer almaktadır. Hayvancılık sektörü ise, tüm meslek grupları arasında en tehlikeli iş kollarından biri olarak değerlendirilmektedir. Bu sektörde iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları, çalışanların fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ergonomik risk etmenlerine maruz kalmaları nedeniyle büyük bir önem arz etmektedir. Hayvanların saldırgan davranışları, yanlış taşıma yöntemleri ve hijyen koşullarındaki yetersizlikler iş kazalarına neden olurken; zoonotik hastalıklar ve gübre gazları gibi unsurlar ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Tarım ve hayvancılık sektörü, tüm toplumlar açısından stratejik öneme sahip bir alan olup, bu sektörde istihdam edilen çalışanların sayısı göz ardı edilemeyecek düzeydedir. Dolayısıyla, bu çalışanlara gereken önemin verilmesi, onları iş sağlığı ve güvenliği yönünden korumak ve çalışma koşullarını iyileştirmek açısından hayati bir gereklilik teşkil etmektedir.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, aliagar828@gmail.com, 0000-0003-2771-9587

1. Giriş

Dünya nüfusu her yıl yaklaşık 70 milyon kişi artmakta olup, bu endişe verici artış hızı devam ettiği takdirde, 21. yüzyılın sonunda dünya nüfusunun 10 milyara ulaşacağı öngörülmektedir (Elahi ve ark., 2019). Nüfustaki bu artış, daha fazla gıda ihtiyacını beraberinde getirmekte ve dolayısıyla tarım ve hayvancılık ürünlerine olan talebi artırmaktadır (Cecchini ve ark., 2018). Diğer yandan, yüksek gelir grubuna mensup kesimlerin mevsim dışı dönemlerde de ürün taleplerinin karşılanma beklentisi; üretimin artırılmasını, bazı tarım ürünlerinin üretim periyotlarının erkene çekilmesini, yılın tamamına yayılmasını ve erken pazara sunulmasını, hatta doğal koşullarda yetişmeyen ürünlerin üretimini zorunlu kılmaktadır. Hem hızlı nüfus artışı hem de yüksek gelir gruplarının ürün çeşitliliği ve sürekliliğine yönelik taleplerinin karşılanması gerekliliği, tarım ve hayvancılık sektörlerini hem beslenme hem de istihdam açısından stratejik öneme sahip alanlar haline getirmektedir (Gügerçin Özkan, 2018). Nitekim Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), 2010 yılında yaptığı değerlendirmede, dünya nüfustaki artışın beraberinde getireceği gıda ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla, 2050 yılına kadar küresel gıda üretiminin %70 oranında artırılması gerektiğini ifade etmiştir. Bu bağlamda, artan nüfusun gıda taleplerini karşılayabilmek için daha yoğun tarımsal faaliyetlerin ve modern üretim tekniklerinin yaygın olarak benimsenmesi gerekliliği vurgulanmaktadır (Cecchini ve ark., 2018).

Hızla artan dünya nüfusu, temel gıda maddelerinin insanlara ulaştırılmasını sağlayan tarım ve hayvancılık sektörünü en önemli sektörlerden biri haline getirmektedir. Bu sektörlerde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için çalışanların iş sağlığı ve güvenliği (İSG) hizmetlerinden yararlanması ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi elzemdir.

1.1. Tarım Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği

Tarım iş kolu kavramı yalnızca tarla tarımını ifade etmemektedir. Tarla tarımının yanı sıra; hayvancılık, balıkçılık ve ormancılık-tomrukçuluk faaliyetleri de tarım sektörü kapsamında değerlendirilmektedir. *İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği*'nin ekinde yer alan "*İşyeri Tehlike Sınıfları Listesi*"ne göre, tarım, ormancılık ve balıkçılık ile ilgili faaliyetlerin büyük bir bölümü "tehlikeli" sınıfta yer almaktadır (Ceylan ve ark., 2020).

Günümüzde dünya genelinde çalışan yaklaşık 3,3 milyar kişinin 1,3 milyarı tarım sektöründe istihdam edilmektedir (Gügerçin Özkan, 2018). Tarım sektörü, inşaat sektörü ile birlikte en yüksek iş kazası oranına sahip ve en yüksek risk düzeyine sahip sektörler arasında yer almaktadır. Örneğin,

2011 yılı verilerine göre Avrupa’da tarım sektöründe 165.000 iş kazası meydana gelmiştir. Almanya, 66.000’in üzerinde iş kazası vakası ile en yüksek sayıya sahip ülke olurken, onu 40.000 vakayla İtalya takip etmektedir (Cecchini ve ark., 2018).

Tarım sektöründe çalışan işçiler; ürünün ekim ve dikiminden yetiştirilmesine, hasadından ambalajlanmasına kadar geçen tüm süreçlerde aktif rol üstlenmektedir. Ancak tarım sektöründe iş gücüne ve yüksek çalışma potansiyeline rağmen, işçilerin emeği çoğunlukla görünmez kalmakta; kayıt dışılığın yaygın olması nedeniyle üretimden aldıkları pay oldukça sınırlı kalmaktadır. Özellikle yüksek düzeyde bedensel performans gerektiren ve uzun çalışma saatleri ile karakterize edilen bu sektörde, ücretlendirme, sağlık hizmetlerine erişim, ulaşım, barınma, eğitim ve sosyal haklara yönelik sorunlar ciddi düzeyde görülmektedir (Çamurcu ve Seyhan, 2015).

Tarım iş gücünün sektörel dağılımı ülkeler arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Gelişmiş ülkelerde tarım işçileri toplam iş gücünün yalnızca küçük bir kısmını oluştururken (Uluslararası Çalışma Örgütü [ILO] verilerine göre bu oran %9’a kadar düşmektedir), gelişmekte olan ülkelerde, özellikle Asya kıtasında, tarım işçileri toplam iş gücünün yaklaşık %60’ını temsil etmektedir (Bulat ve ark., 2006). Tarım sektörü, iş kazaları açısından da oldukça olumsuz bir tabloya sahiptir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre, yaklaşık 1,3 milyar kişinin istihdam edildiği tarım sektöründe her yıl 170.000 kişi yaşamını yitirmekte, çok sayıda çalışan çeşitli iş kazalarına maruz kalmakta ve meslek hastalıkları ile karşı karşıya kalmaktadır (Çamurcu ve Seyhan, 2015; Güğərçin Özkan, 2018). Aynı şekilde ILO tarafından paylaşılan veriler, iş kazaları ve meslek hastalıklarının ülkeler ekonomisine olan toplam yıllık maliyetinin yaklaşık 1,25 trilyon Amerikan doları düzeyinde olduğunu ortaya koymaktadır (Güğərçin Özkan, 2018).

Yıllar süren bilimsel araştırmalar, tarım alanında çalışmanın ciddi tehlikeler barındırdığını ortaya koymuştur. Tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörü, hem ölümcül hem de ölümcül olmayan mesleki yaralanma oranları bakımından sürekli olarak yüksek risk grupları arasında yer almaktadır. Çiftlik işçileri; kimyasal maddeler, makineler, hayvanlar, tekrarlayan fiziksel hareketler, aşırı hava koşulları ve uzun çalışma saatleri gibi çeşitli risk etmenlerine sürekli maruz kalmakta olup, bu durum uzun vadede sağlık sorunları yaşama risklerini artırmaktadır. Ayrıca bu çalışanlar, yüksek düzeyde stres altında çalışmakta ve çoğu zaman yeterli sağlık hizmetlerine erişimden yoksun kalmaktadır. Tarım işçileri aynı zamanda zararlı gazlara (örneğin amonyak, metan, karbon dioksit ve hidrojen sülfür), tarım tozlarına

ve yüksek düzeyde gürültüye maruz kalmak gibi ek sağlık ve güvenlik tehditleriyle karşı karşıyadır (Cecchini ve ark., 2018).

Tarımsal faaliyetler, çeşitli sağlık sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Tarım sektöründe çalışan bireyler; kanser türleri, solunum yolu hastalıkları, fiziksel yaralanmalar ve iş kazaları açısından yüksek risk altındadır. Tarım arazilerinin çoğunlukla şehir merkezlerinden uzakta konumlanması, acil sağlık hizmetlerine erişimi güçleştirmekte ve bu durum sağlık bakımından önemli bir dezavantaj yaratmaktadır. Çalışma ortamı; havadan, araziden, yangınlardan ve makinelerden kaynaklanan “fiziksel tehlikeler”, pestisit, gübre ve yakıt gibi kimyasallardan kaynaklanan “toksikolojik tehlikeler” ile tozlardan kaynaklanan solunumsal riskleri aynı anda barındırmaktadır (Demirhan ve ark., 2016). Tarım ortamlarında karşılaşılan mesleki ve çevresel maruziyetlerin, akciğer iltihabı tepkilerine yol açtığı ve çeşitli akciğer hastalıkları riskini artırdığı bilimsel olarak ortaya konmuştur. Farklı tarım ortamlarında bulunan organik aerosol çeşitliliği ile diğer çevresel kirleticiler, bu solunumsal tepkimelerin temel nedenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Maruziyetin zamanlaması ve süresi ise, akciğer sağlığı üzerindeki etkileri belirlemede kritik öneme sahiptir. Ayrıca, tarım işletmelerinin modernizasyonu, çiftçilerin eğitimi ve sağlık riskleri konusundaki farkındalık düzeylerindeki değişim, tarım işçileri başta olmak üzere maruziyete açık bireylerde solunum sağlığına ilişkin sonuçları doğrudan etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, tarımsal faaliyetlere maruz kalma durumları ile solunum yolu hastalıkları riski arasındaki ilişkiye dair genel bir çerçeve sunulmaktadır. Tarımsal üretim süreçleri ve bunlara bağlı sağlık risklerine ilişkin ilk gözlemlerden biri, İsveçli yazar Olaus Magnus tarafından yapılmıştır. Magnus, 1555 yılında yayımlanan eserinde, “tahıl tozlarının solunması sonucu harman makinelerinin hayati organlarında meydana gelen zararları” belgeleyerek bu alandaki erken dönem gözlemlerden birine imza atmıştır (Nordgren ve Charavaryamath, 2018).

Tarım sektöründe iş kazaları yaşanmasında değişken çalışma koşullarının etkisi büyüktür. Bu değişken çalışma koşulları genel olarak;

- Çalışma, açık havada yapılır.
- İş mevsimlidir ve belirli görevler belirli iklim koşullarında yapılır.
- Aynı kişi tarafından çeşitli görevler gerçekleştirilmelidir.
- Çalışma duruşlarında büyük farklılıklar vardır.
- Hayvanlarla ve bitkilerle temas vardır buna bağlı ısırıklar, enfeksiyonlar, alerjiler ve diğer sağlık sorunları görülür.

- Kimyasal ve biyolojik ürünlerle temas vardır.
- Çeşitli makineler kullanılmaktadır.
- Çalışma genellikle gözlerden uzak, izole olarak yapılır.
- Yaşanılan kazaların yüksek bir yüzdesinin çalışma ortamının uzaklığı nedeniyle genellikle kazalara zamanında müdahale edilemez.
- İşçinin barınma yeri genellikle tarım alanlarına yakın yerdedir ve temiz içme suyu ulaşma, hijyen, beslenme gibi ihtiyaçların karşılanamaması nedeniyle çeşitli hastalıklar ve kazalar olabilir.
- Tarım işlerini genellikle geleneksel geniş aileler yaparlar bu nedenle genç ve yaşlı çalışanların oranı yüksektir (Molina-Guzmán ve Ríos-Osorio, 2020).

Tarım sektöründe Türkiye’de meydana gelen ölümlü iş kazalarının başlıca nedenleri arasında; ulaşım kaynaklı kazalar (araç çarpması, devrilme vb.), yüksekten düşme, hareket eden, dönen ya da düşen cisimlerin çarpması, boğulma, hayvancılıkla ilişkili iş kazaları, tarımsal makinelerden kaynaklanan kazalar ve elektrikle ilgili iş kazaları yer almaktadır (Ceylan ve ark., 2020). Tarım sektöründe yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları, yalnızca çalışanların fiziksel ve psikolojik bütünlüğünü tehdit etmekte kalmayıp, aynı zamanda onların geçiminden sorumlu oldukları aile bireylerini de derin biçimde etkilemektedir. Bu durum, toplumsal düzeyde hem sosyal hem de ekonomik sonuçlar doğurmakta ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde dışa bağımlılığı artırmaktadır. Meydana gelen kazalar ve hastalıklar, sağlık sistemleri üzerinde ilave bir yük oluşturarak sağlık harcamalarının artmasına neden olmakta; dolayısıyla bu durum, ülkenin ekonomik gelişimini ve büyüme kapasitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

Artan dünya nüfusunu beslemek ve tarımsal verimliliği artırmak amacıyla tarım alanlarında karşılaşılan önemli tehlikelerden biri de pestisit kullanımının artış göstermesidir. 2030 yılı itibarıyla dünya nüfusunun 8,5 milyara ulaşacağı öngörülmektedir. Bu doğrultuda artan gıda talebi, pestisit kullanımının yoğunlaşmasına neden olmuştur. Pestisit; istenmeyen bitki veya hayvan türleri de dâhil olmak üzere herhangi bir zararlıyı önlemek, yok etmek, uzaklaştırmak ya da kontrol altına almak amacıyla çevreye bilinçli olarak salınan her türlü kimyasal maddeyi ifade etmektedir. Bununla birlikte, pestisitler yalnızca haşere kontrolüyle sınırlı olmayıp, aynı zamanda bitki büyüme düzenleyicileri, yaprak dökücüler, kurutucular, meyve inceltici maddeler, filizlenmeyi önleyici ajanlar gibi çeşitli tarımsal kimyasalları da kapsamaktadır. Ayrıca, ürünlerin hasat öncesi veya sonrası dönemlerinde, nakliye ve depolama süreçlerinde bozulmadan korunmalarını sağlamak

amacıyla uygulanan maddeler de pestisit kategorisine dâhildir. Pestisit kullanımı, tarımsal üretkenliği artırmakta; mahsul verimi, ürün koruma, uygun fiyatlı gıdaya erişim ve çiftçi gelirlerinin artırılması açısından önemli katkılar sunmaktadır. Küresel düzeyde 1990–2010 yılları arasında ortalama insektisit, herbisit ve fungusit kullanımı sırasıyla 342.000 ton, 566.000 ton ve 353.000 ton olarak gerçekleşmiştir. Avrupa, dünya genelinde en yüksek pestisit tüketimine sahip bölge olup, onu Çin ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) izlemektedir (Zikankuba ve ark., 2019).

Pestisit maruziyeti, insan sağlığı açısından önemli riskler taşımaktadır. Güncel verilere göre, pestisit maruziyetine bağlı olarak dünya genelinde her yıl yaklaşık 200 milyon insanın öldüğü ve 3 milyon kişinin zehirlendiği rapor edilmiştir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, her yıl on binlerce çiftçi pestisit maruziyetinden olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca, bazı bölgelerde yasaklanmış olan bu toksik pestisitlerin, birçok gelişmekte olan ülkede hâlen kullanılmaya devam ettiği gözlemlenmektedir. Pestisitlere maruz kalmanın sağlık üzerindeki etkileri arasında cilt ve göz tahrişi, baş ağrısı, mide bulantısı, baş dönmesi, ishal, kusma gibi akut semptomlar yer almakla birlikte; uzun vadede kanser, astım, diyabet ve diğer kronik sağlık sorunları da ortaya çıkabilmektedir (Elahi ve ark., 2019). Pestisitlere mesleki maruziyet, solunum sistemi için de ciddi riskler oluşturmaktadır (Mamane ve ark., 2015). Epidemiyolojik çalışmalar, pestisit maruziyetinin solunum semptomları ile astım, kronik bronşit ve akciğer kanseri arasında ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, pestisit maruziyetinin giderek büyüyen bir halk sağlığı sorunu olduğunu göstermektedir. Dünyanın en büyük pestisit tüketicisi olan Brezilya’da ise, tarım çalışanları arasındaki sağlık etkilerine yönelik sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır (Buralli ve ark., 2018). Bir araştırmada, Brezilyalı tarım işçilerinin düşük risk bilinci ve eğitim düzeyi, kişisel koruyucu donanımların (KKD) eksikliği veya yanlış kullanımı, teknik desteğin yetersizliği, yüksek toksisiteli pestisitlerin yoğun kullanımı, uygulama alanlarına yakın konumda bulunan haneler gibi faktörler nedeniyle yüksek oranda pestisit maruziyetine uğradıkları tespit edilmiştir (Buralli ve ark., 2018). Pestisit kullanımı yalnızca tarım çalışanları arasında değil; çiçekçilik, veteriner hekimlik, ahşap ve yapı malzemeleri işleri ile bahçe işleriyle uğraşan kişiler arasında da yaygın olarak görülmektedir (Nordgren ve Charavaryamath, 2018).

1.2. Hayvancılık Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği

Günümüzün teknolojik yenilikleri, işyerlerini ve iş gücünü dönüştürmekte olup, hayvancılık sektöründe de çeşitli fiziksel görevlerin yerine getirilmesinde artan bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak, bu teknolojilerin

hayvancılık alanında benimsenme süreci; kullanılan teknoloji türüne, hayvan çeşitlerine ve uygulama alanlarına bağılı olarak önemli farklılıklar göstermektedir. İş süreçleri ve iş gücünde meydana gelen bu dönüşümler, “İşin Geleceğı” kavramının şekillenmesine katkı sağlamaktadır. Teknolojik ilerlemeler birçok fırsat sunmakla birlikte, beraberinde bazı zorlukları da getirmektedir. Bu nedenle, hayvancılık sektöründe iş sağığı ve güvenliğini tehdit eden faktörlerin tanımlanması ve potansiyel risklerin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Hayden ve ark., 2022).

Hayvancılık sektöründe çalışmak, tüm meslekler arasında en tehlikeli işler arasında yer almaya devam etmektedir (Mitlochner ve Schenker, 2007). Bu sektörde iş sağığı ve güvenliğı, çalışanların fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ergonomik risklere maruz kalması nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Hayvanların saldırgan davranışları, yanlış taşıma teknikleri ve hijyen eksikliğı iş kazalarına yol açarken, zoonotik hastalıklar ve gübre gazları ciddi sağık sorunlarına neden olabilmektedir. Kimyasal dezenfektanlar ve ilaçların bilinçsiz kullanımı solunum yolu ve cilt hastalıklarına sebep olurken, ağır yük kaldırma ve tekrarlayan hareketler kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının artmasına yol açmaktadır. İş kazalarının büyük bir kısmı, hayvanlarla doğrudan temas, yanlış ekipman kullanımı ve hijyen eksikliğı nedeniyle meydana gelmektedir. Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanımı konusunda bilinçlendirilmesi, ergonomik çalışma ortamlarının sağlanması ve acil durum planlarının oluşturulması hayati öneme sahiptir. Ayrıca, hayvanlarla güvenli çalışma teknikleri, hijyen kuralları ve acil durum prosedürleri hakkında düzenli eğitimler verilerek risklerin en aza indirilmesi sağlanmalıdır (Serap ve İkbāl, 2020).

Bu sektör, özellikle zoonotik hastalıklara yakalanma açısından önemli bir risk faktörüdür. Hayvan, idrar, gübre, yem, toprak ve kontamine su gibi çevresel kaynaklarla temas eden çalışanlar; mantar enfeksiyonları, antibiyotik direnç genlerine sahip patojenler, tüberküloz, kampilobakteriyoz, bruselloz, salmonelloz, at sinekleri aracılığıyla bulaşan hastalıklar, influenza virüsü, *Escherichia coli* ve ilaca dirençli *Staphylococcus* türleri gibi çeşitli etkenlere maruz kalmaktadırlar. Bu ajanların bir kısmı akut veya kronik solunum semptomlarına yol açmakta olup, önemli bir halk sağığı sorunu teşkil etmektedir (Klous ve ark., 2016; Nordgren ve Charavaryamath, 2018). Biyolojik ajanlara bağılı gelişen bu hastalıklar, çalışanlar arasında ciddi iş gücü kayıplarına neden olabilmektedir. İş gücündeki bu azalma, hayvan bakımında ve üretim süreçlerinde aksamalara yol açarak, hayvancılık sektöründe önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Omurgalı hayvanlardan insanlara bulaşan mikroorganizmalar, insan patojenlerinin yaklaşık %60'ını oluşturmaktadır. Bu mikroorganizmalar, solunum, yutma, konjunktiva

teması veya ısırma gibi çeşitli fiziksel yollarla insanlara geğebilmektedir. Hayvanlarla yakın temas, bulaşma sũrecinde kritik bir rol oynamaktadır. Ancak, hayvanlar ile insanlar arasındaki temasın yoğunluğu ve tũrũnũ, hastalıkların bulaşmasındaki etkisi henũz tam olarak aydınlatılamamıştır (Klous ve ark., 2016).

Hayvancılık çiftliklerinin yoğun olarak bulunduğu bũlgelerde yaşamak, bazı çalışmalarda solunum sağlığı ũzerinde olumsuz etkilerle ilişkilendirilmiştir. Kronik obstrũktif akciğer hastalığı (KOAH) ve astımı olan bireyler, halihazırda riskli solunum fonksiyonları ve kronik hava yolu inflamasyonu nedeniyle, bu çevresel etkiler karşısında daha yũksek bir risk altındadırlar (van Dijk ve ark., 2016). Zoonotik hastalıklar, ȳzellikle Hindistan gibi gelişmekte olan ũlkelerde hem sağlık hem de ekonomik açıdan ciddi sorunlar yaratmaktadır. Hindistan'da çiftlik hayvanları ve hayvancılık ile uğraşan kişiler arasında mesleki zoonozlar yaygın olarak gȳrũlmektedir. Hastalık bulaşması konusunda bilgi eksikliği ve yeterli ȳnleme ile kontrol tedbirlerinin alınmaması, çiftlik hayvanları ve çalışanları arasında zoonotik hastalıkların ortaya çıkması için potansiyel bir risk oluşurmaktadır (Singh ve ark., 2019).

Zoonotik hastalıklardan korunmak için çeşitli ȳnlemler alınması gerekmektedir. Hayvanların ve insanların dũzenli olarak aşılanması, çalışma ortamında hijyenin sağlanması ve yiyeceklerin güvenli ve sağlıklı koşullarda kullanılması, zoonoz hastalıkların bulaşma riskini ȳnemli ȳlũde azaltacaktır. Ayrıca, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) eğitimleriyle çalışanların bu hastalıkların bulaş yolları ve korunma yȳntemleri konusunda bilgilendirilmesi bũyũk ȳnem taşımaktadır. Hastalıklardan korunmada kişisel koruyucu donanımların kullanımı, ȳzellikle hayvancılık sektȳrũnde çalışanların sağlık ve refahı açısından kritik bir unsurdur. Bu sektȳrde bulaş yolunun çoğunlukla solunum ve cilt teması olduğu gȳz ȳnũnde bulundurulduğunda, uygun maskeler ve iş kıyafetlerinin temin edilip doğru şekilde kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, kapalı alanlarda çalışanlar için yerel ve genel havalandırma sistemlerinin kurulması, toza maruziyeti ȳnemli ȳlũde azaltarak solunum sağlığını korumaya katkı sağlayacaktır (Demirhan ve ark., 2016).

Sonuç ve ȳneriler

Dũnya nũfusundaki hızlı artış, tarım ve hayvancılık sektȳrlerine artan bir ȳretim baskısı getirmekte, bu durum hem doğal kaynaklar ȳzerinde ciddi tehditler oluşurmakta hem de sektȳr çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği açısından yeni riskleri gũndeme getirmektedir. Sũrdũrũlebilirlik ilkeleri doğrultusunda, verimli tarım arazilerinin ve otlakların korunması; ekosistem

dengelerinin sağlanması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi ve uzun vadeli üretim kapasitesinin devam ettirilmesi açısından hayati önem taşımaktadır. Bu bağlamda, tarım ve hayvancılık alanlarının plansız ve kontrolsüz şekilde ticari ve yerleşim amaçlı kullanıma açılması engellenmeli, kaynak yönetimi politikaları bilimsel veriler ışığında yeniden şekillendirilmelidir.

Öte yandan, sektörde çalışan iş gücünün önemli bir kısmını oluşturan tarım ve hayvancılık çalışanlarının çalışma koşullarının iyileştirilmesi, hem bireysel sağlık hem de sektörel verimlilik açısından kritik bir gerekliliktir. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin etkin bir şekilde uygulanması, eğitim programlarının yaygınlaştırılması ve kişisel koruyucu donanımların temin edilmesi, mesleki hastalıkların ve iş kazalarının azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca, biyolojik, kimyasal ve fiziksel risklerin minimize edilmesi, iş gücünün devamlılığı ve sektörde sürdürülebilir büyümenin sağlanması açısından stratejik bir öncelik olarak ele alınmalıdır.

ILO ve WHO uzmanları ortak komitesi tarafından yapılan tanıtımda da belirtildiği üzere, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) hizmetleri tüm çalışanlar için geçerlidir. Çağdaş yaklaşım, bütün çalışanların İSG hizmetleri kapsamına alınmasını zorunlu kılmaktadır. Ancak, ülkemizde tarım ve hayvancılık sektöründe çalışanlar ne yazık ki İSG hizmetlerinden kapsam dışı bırakılmıştır (Yıldız ve Şahan, 2020). İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi'nde vurgulandığı gibi, tüm çalışanlar eşit haklara sahiptir. Bu doğrultuda, ülkemizdeki İSG hizmetlerinin tüm çalışanları herhangi bir ayırım gözetmeksizin kapsamaması gerekmektedir. Aksi takdirde, bu çalışanlar için etkili İSG hizmet modellerinin geliştirilmesi ve uygulanması zorlaşacaktır.

Sonuç olarak, tarım ve hayvancılık sektörlerinin hem üretim kapasitesini artırmak hem de çalışan sağlığını korumak için çok boyutlu politikaların hayata geçirilmesi zorunludur. Bu politikalar; çevresel sürdürülebilirlik, ekonomik kalkınma ve sosyal refah arasında dengeli bir yaklaşımı benimsemeli, sektörde çalışan tüm bireylerin haklarını ve güvenliğini eşit ve ayırım gözetmeksizin sağlamalıdır. Böylece, artan dünya nüfusu karşısında hem gıda güvenliği sağlanabilir hem de insan kaynaklı riskler minimize edilerek sağlıklı ve sürdürülebilir bir üretim ortamı oluşturulabilir.

Kaynaklar

- Bulat, P., Somaruga, C., & Colosio, C. (2006). Occupational health and safety in agriculture: Situation and priorities at the beginning of the third millennium. *La Medicina del Lavoro*, 97(2), 420–429.
- Buralli, R. J., Ribeiro, H., Mauad, T., et al. (2018). Respiratory condition of family farmers exposed to pesticides in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(6), 1203. <https://doi.org/10.3390/ijerph15061203>
- Çamurcu, S., & Seyhan, T. G. (2015). Tarım sektöründe iş sağlığı ve güvenliği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 549–552.
- Cecchini, M., Bedini, R., Mosetti, D., et al. (2018). Safety knowledge and changing behavior in agricultural workers: An assessment model applied in Central Italy. *Safety and Health at Work*, 9(2), 164–171. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.07.009>
- Ceylan, S., Ovacılı, S., & Sandal, A. (2020). Tarım sektöründe iş sağlığı ve güvenliği. In A. N. Yıldız & A. Sandal (Eds.), *İş sağlığı ve güvenliği meslek hastalıkları* (p. 531). Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Demirhan, S. A., Çelen, B., Çelen, M. F., et al. (2016). Hayvancılıkta iş sağlığı ve güvenliği. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 303–314. <https://doi.org/10.17100/nevbiltek.211015>
- Elahi, E., Weijun, C., Zhang, H., et al. (2019). Agricultural intensification and damages to human health in relation to agrochemicals: Application of artificial intelligence. *Land Use Policy*, 83, 461–474. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.02.023>
- Gügerçin Özkan, B. A. N. (2018). Tarımda iş kazaları ve gerekli önlemler. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(2), 157–168.
- Hayden, M. A., et al. (2022). Occupational safety and health with technological developments in livestock farms: A literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16440. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416440>
- Klous, G., Huss, A., Heederik, D. J. J., et al. (2016). Human-livestock contacts and their relationship to transmission of zoonotic pathogens: A systematic review of literature. *One Health*, 2, 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2016.03.001>
- Mamane, A., Raherison, C., Tessier, J. F., et al. (2015). Environmental exposure to pesticides and respiratory health. *European Respiratory Review*, 24(137), 462–473. <https://doi.org/10.1183/16000617.00006114>
- Mitlochner, F. M., & Schenker, M. B. (2007). Environmental exposure and health effects from concentrated animal feeding operations. *Epidemiology*, 18(3), 309–311. <https://doi.org/10.1097/01.cdc.0000260490.46197.c0>

- Molina-Guzmán, L. P., & Ríos-Osorio, L. A. (2020). Occupational health and safety in agriculture: A systematic review. *Revista Facultad de Medicina*, 68(4), 625–638. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v68n4.76519>
- Nordgren, T. M., & Charavaryamath, C. (2018). Agriculture occupational exposures and factors affecting health effects. *Current Allergy and Asthma Reports*, 18, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s11882-018-0820-8>
- Serap, G., & İkbāl, Y. M. (2022). Sector-specific occupational safety risk factors evaluation in livestock farms. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 11(2), 1161–1168. <https://doi.org/10.21275/SR22221040832>
- Sert, Ö. N. A. (n.d.). Tarımda iş sağlığı ve güvenliği rehberi. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü Politika ve Strateji Daire Başkanlığı, Ankara.
- Singh, B. B., Kaur, R., Gill, G. S., et al. (2019). Knowledge, attitude and practices relating to zoonotic diseases among livestock farmers in Punjab, India. *Acta Tropica*, 189, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.ACTATROPICA.2018.09.021>
- van Dijk, C. E., Garcia-Aymerich, J., Carsin, A. E., et al. (2016). Risk of exacerbations in COPD and asthma patients living in the neighbourhood of livestock farms: Observational study using longitudinal data. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 219(3), 278–287. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.01.002>
- Yıldız, A. N., & Şahan, C. (2020). İş sağlığı ve güvenliği temel kavramlar. In A. N. Yıldız & A. Sandal (Eds.), *İş sağlığı ve güvenliği meslek hastalıkları* (p. 25). Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Zikankuba, V. L., Mwanyika, G., Ntwenya, J. E., et al. (2019). Pesticide regulations and their malpractice implications on food and environment safety. *Cogent Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1601544>

Doğal Boyalarla Sürdürülebilir Gelecek: Yapay Zekâ, Biyokimya ve Yeşil Dönüşümle İş Sağlığı ve Güvenliğinin Yeniden Şekillendirilmesi

Elif Aktürk Bozdemir¹

Yakup Budak²

Özet

Doğal boyalar, tekstil endüstrisinde çevresel etkileri azaltma potansiyeliyle giderek daha fazla ön plana çıkarken, bu alandaki üretim süreçlerinin iş sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından da yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Geleneksel kimyasal boyalara kıyasla daha az toksik olmalarına rağmen, doğal boyaların üretimi ve kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek biyolojik ve fiziksel risklerin göz ardı edilmemesi önemlidir. Bu bağlamda, teknolojik yeniliklerin ve sürdürülebilirlik politikalarının entegrasyonu, İSG'nin doğal boya üretiminde güçlü bir şekilde konumlandırılmasına olanak tanımaktadır.

Bu bölümde, doğal boyaların sürdürülebilir üretim süreçleri, kimyasal özellikleri ve iş sağlığı ve güvenliği (İSG) üzerindeki etkileri kapsamlı bir şekilde incelenmektedir. Araştırma, biyokimya ve yapay zekâ teknolojilerinin entegrasyonunun, doğal boya üretiminde verimliliği artırmak ve İSG standartlarını geliştirmek için sunabileceği katkıları detaylı biçimde ele almaktadır. Ayrıca, Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı ve Türkiye'nin 2053 Net Sıfır karbon emisyonu hedefi gibi önemli yeşil dönüşüm politikalarının, İSG uygulamalarının sosyal politikalarla entegrasyonundaki kritik rolü üzerinde durulmaktadır. Çalışmada, sürdürülebilir doğal boya üretiminin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları bütüncül bir perspektifle değerlendirilmekte; özellikle yapay zekâ destekli risk değerlendirme sistemlerinin, İSG yönetiminde etkinliğin artırılmasındaki potansiyeli ortaya konmaktadır. Bu kapsamda, doğal boya sektöründe hem işçi sağlığının korunması hem de

1 Öğr. Gör. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat Meslek Yüksekokulu, elif.akturkbozdemir@gop.edu.tr, 0000-0001-9228-8635

2 Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, ybudak74@hotmail.com, 0000-0001-7108-5548

çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için teknolojik ve politik stratejilerin entegre edilmesi gerekliliği vurgulanmaktadır.

Doğal boyaların sürdürülebilir üretiminde İSG'nin sağlanması, sadece işçi sağlığı açısından değil, aynı zamanda çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik için de kritik önemdedir. Biyokimya, yapay zekâ ve politika entegrasyonu ile desteklenen yenilikçi yaklaşımlar, bu alanda daha güvenli ve verimli üretim modellerinin önünü açmaktadır.

1. Giriş

Tekstil endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sentetik boyaların çevre üzerindeki olumsuz etkileri ve insan sağlığına yönelik tehditleri, sürdürülebilir ve çevre dostu alternatiflere olan ilgiyi artırmıştır. Bu bağlamda, biyolojik olarak parçalanabilir özellikleri ve düşük toksikolojik profilleriyle ön plana çıkan doğal boyalar, önemli bir çözüm olarak değerlendirilmektedir (Sankari ve ark., 2024). Bununla birlikte, doğal boyaların endüstriyel ölçekte üretimi ve kullanımı; verimlilik, standardizasyon ve maliyet etkinliği gibi önemli zorlukları da beraberinde getirmektedir (Yusuf ve ark., 2017).

Bu bölümde, doğal boyaların sürdürülebilir üretim süreçleri ele alınmakta ve bu süreçlerin iş sağlığı ve güvenliği (İSG) perspektifinden değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Özellikle biyokimya ve yapay zekâ teknolojilerinin doğal boya üretiminde verimliliği artırma potansiyeli ile İSG standartlarının iyileştirilmesindeki işlevi incelenmektedir. Ayrıca Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı ve Türkiye'nin 2053 Net Sıfır emisyon hedefi gibi politikalar çerçevesinde, yeşil dönüşüm sürecinin İSG uygulamalarıyla entegrasyonu değerlendirilerek, bu dönüşümün sosyal politika boyutu da tartışılmaktadır. Günümüzde tekstil endüstrisinin küresel su kirliliğinin yaklaşık %20'sinden sorumlu olduğu bilinmektedir. Bu kirliliğin önemli bir kısmı, sentetik boya üretimi ve kullanımı kaynaklıdır (Das ve Maulik, 2024). Söz konusu çevresel etkiler yalnızca ekolojik sistemleri tehdit etmekle kalmayıp, aynı zamanda çalışan sağlığını da ciddi şekilde riske atmaktadır. Bu çerçevede, doğal boyaların kullanımı çevresel sürdürülebilirlik ve iş sağlığı açısından önemli bir alternatif sunmakla birlikte, bu potansiyelin etkin şekilde kullanılabilmesi için bilimsel ve teknolojik yeniliklerin üretim süreçlerine entegre edilmesi zorunludur.

2. Doğal Boyaların Sürdürülebilir Kalkınmadaki Rolü

2.1. Doğal Boyaların Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

Doğal boyalar; bitkiler, hayvanlar, mineraller ve mikroorganizmalar gibi çeşitli doğal kaynaklardan elde edilen pigmentlerdir. Tarihsel olarak insanlık,

tekstil başta olmak üzere farklı alanlarda bu boyaları uzun süre kullanmıştır. Ancak 19. yüzyılda sentetik boyaların geliştirilmesiyle birlikte doğal boyalar, endüstriyel ölçekteki önemini büyük ölçüde yitirmiştir (Benli ve Bahriyari, 2024). Bununla birlikte, son yıllarda artan çevresel kaygılar, sürdürülebilirlik arayışları ve insan sağlığına yönelik bilinç düzeyinin yükselmesiyle doğal boyalara olan ilgi yeniden artış göstermektedir. Kimyasal yapılarına göre sınıflandırıldığında doğal boyalar; antrakinonlar, indigoidler, flavonoidler ve karotenoidler gibi çeşitli bileşik gruplarına ayrılmaktadır (Li ve ark., 2022). Bu bileşiklerin her biri, kendine özgü renk tonları ve kimyasal özellikler sunmakta olup tekstil endüstrisinde farklı uygulama alanlarına sahiptir. Örneğin; *Rubia tinctorum* (kökboyası) bitkisinden elde edilen alizarin kırmızı tonları sağlarken, *Indigofera tinctoria* (çivit otu) bitkisinden elde edilen indigo mavi tonları üretmektedir. Benzer şekilde, *Rhamnus* türlerinden elde edilen flavonoid bileşikler ise sarı tonlarının elde edilmesinde kullanılmaktadır.

2.2. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve Doğal Boyalar

Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) arasında yer alan “Sorumlu Üretim ve Tüketim” (SKH 12), “Sudaki Yaşam” (SKH 14) ve “Karasal Yaşam” (SKH 15) başlıkları, doğal boyaların üretim ve kullanım süreçleriyle doğrudan ilişkilidir (United Nations, 2022). Sentetik boyaların neden olduğu çevresel kirliliğin azaltılması, ekosistemlerin korunması ve kaynakların daha verimli kullanılması açısından, doğal boyaların yaygınlaştırılması bu hedeflerle uyumlu stratejik bir yaklaşımdır. Doğal boyaların çevre dostu üretim yöntemleri sayesinde su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi (SKH 14), toprağın ve biyolojik çeşitliliğin korunması (SKH 15) ve aynı zamanda üretim süreçlerinde daha az kimyasal girdiye ihtiyaç duyulması yoluyla daha sorumlu bir üretim-tüketim döngüsünün oluşturulması (SKH 12) mümkün hale gelmektedir (Alizadeh-Sani ve ark., 2020; Brudzyńska ve ark., 2021; Aggarwal, 2021; Saha, 2025). Bu yönüyle doğal boyalar, yalnızca endüstriyel uygulamalar açısından değil, aynı zamanda küresel çevre politikaları bağlamında da stratejik bir öneme sahiptir.

Doğal boyaların sürdürülebilir kalkınmaya sunduğu katkılar çok boyutlu olup, hem çevresel hem de sosyoekonomik faydaları içermektedir. Bu katkılar, özellikle biyolojik çeşitliliğin korunması, karbon ayak izinin azaltılması, su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi ve kırsal kalkınmanın desteklenmesi gibi alanlarda somut biçimde gözlemlenebilmektedir:

- Biyolojik çeşitliliğin korunması: Doğal boya üretiminde kullanılan bitkilerin tarımsal üretimi, özellikle yerel ve endemik türlerin

sürdürülebilir biçimde yetiştirilmesini teşvik ederek, ekosistemlerin korunmasına ve biyolojik çeşitliliğin devamlılığına katkı sunmaktadır. Bu durum, özellikle geleneksel tarım bilgi ve yöntemlerinin yeniden değer kazanmasını da beraberinde getirmektedir.

- Karbon ayak izinin azaltılması: Doğal boyaların üretim süreçleri, sentetik boyalara kıyasla daha az enerji gerektirmekte ve fosil yakıt kullanımının minimize edilmesi sayesinde toplam sera gazı emisyonunu önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu yönüyle doğal boyalar, iklim değişikliğiyle mücadelede etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir.
- Su kirliliğinin azaltılması: Doğal boyalar, biyolojik olarak parçalanabilir nitelikleri sayesinde su ekosistemleri üzerinde daha az toksik etki yaratmakta, böylece tatlı su kaynaklarının korunmasına doğrudan katkı sağlamaktadır. Sentetik boyaların aksine, doğal boyaların atıkları çevreye daha az zarar verir ve arıtma süreçlerini daha az zorlayıcı hale getirir.
- Kırsal kalkınma ve istihdam olanakları: Doğal boya bitkilerinin tarımı ve işlenmesi, özellikle kırsal bölgelerde ekonomik çeşitliliği artırarak yerel halk için yeni istihdam fırsatları sunmaktadır. Bu durum, tarımsal üretimin çeşitlendirilmesi ve katma değeri yüksek ürünlerin geliştirilmesi yoluyla yerel kalkınmayı desteklemektedir.

3. Doğal Boya Üretiminde İş Sağlığı ve Güvenliği

3.1. Sentetik Boyaların İSG Riskleri

Sentetik boyaların üretim ve kullanım süreçleri, çalışanlar açısından ciddi iş sağlığı ve güvenliği (İSG) riskleri barındırmaktadır. Bu riskler, hem doğrudan kimyasal maruziyetler hem de süreç kaynaklı fiziksel tehlikeler yoluyla ortaya çıkmaktadır (El-Helaly, 2024; Shah ve Mishra, 2024; Fazlı ve ark., 2025).

- Kimyasal maruziyetler, en yaygın risk kategorilerinden biridir. Sentetik boya üretiminde sıklıkla kullanılan benzen, formaldehit ve çeşitli ağır metaller gibi toksik bileşikler, çalışanlarda solunum yolu hastalıklarına, dermatolojik rahatsızlıklara ve uzun vadede kanser gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu maddelerin uçucu ve reaktif özellikleri, kapalı ortamlarda çalışanlar için ek bir tehdit oluşturmaktadır.
- Patlama ve yangın riskleri, sentetik boya bileşenlerinin yüksek yanıcılık özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Özellikle uçucu organik bileşikler

içeren hammaddelerin uygun olmayan koşullarda depolanması veya taşınması, işyerlerinde ciddi yangın ve patlama tehlikelerine neden olabilmektedir. Bu durum, yalnızca çalışan sağlığını değil, aynı zamanda üretim tesislerinin genel güvenliğini de tehdit etmektedir.

- Atık yönetimi sorunları da İSG açısından önemli bir diğer başlıktır. Sentetik boya üretimi sonucu ortaya çıkan kimyasal atıkların uygun şekilde bertaraf edilmemesi, hem çevre sağlığı hem de çalışanların maruz kalabileceği toksik etkiler açısından ciddi riskler oluşturmaktadır. Bu bağlamda, etkin bir atık yönetimi sisteminin kurulmaması durumunda hem kısa vadeli zehirlenmeler hem de uzun vadeli kronik etkiler kaçınılmaz hale gelebilir.

3.2. Doğal Boyaların İSG Avantajları

Doğal boyaların kullanımı, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından önemli avantajlar sunmakta olup, geleneksel sentetik boyalara kıyasla daha güvenli üretim ve çalışma koşullarının oluşmasına katkı sağlamaktadır (Nanda, 2022; Phys.org, 2022; Textile Value Chain, 2024). Bu avantajlar, üç temel başlık altında değerlendirilebilir:

- **Düşük toksisite:** Doğal boyalar, kimyasal yapıları gereği genellikle sentetik boyalara kıyasla daha düşük toksisiteye sahiptir. Bu durum, çalışanların maruz kaldığı sağlık risklerinin azaltılmasına katkı sağlar. Özellikle solunum yolu hastalıkları, cilt tahrişleri ve uzun vadede oluşabilecek kronik hastalıkların önlenmesi açısından doğal boyalar daha güvenli bir alternatif sunmaktadır.
- **Azaltılmış kimyasal maruziyet:** Doğal boya üretimi süreçlerinde kullanılan hammaddeler, sentetik boyaların üretiminde kullanılan agresif kimyasallara göre daha az zararlı madde içermektedir. Bu da çalışanların toksik kimyasallara doğrudan veya dolaylı maruziyetini azaltmakta, kişisel koruyucu donanım (KKD) gereksinimini hafifletmekte ve maruziyet kaynaklı meslek hastalıklarının önlenmesine katkıda bulunmaktadır.
- **İyileştirilmiş çalışma ortamı:** Doğal boya üretiminde daha az uçucu organik bileşik ve toksik buhar ortaya çıkması, üretim tesislerinde hava kalitesinin korunmasını kolaylaştırmakta ve genel anlamda daha sağlıklı bir çalışma ortamı sunmaktadır. Bu da çalışan konforunu ve işyeri memnuniyetini artırmakla birlikte, İSG standartlarının sürdürülebilirliğine de olumlu katkı sağlamaktadır.

3.3. Doğal Boya Üretiminde Potansiyel İSG Riskleri

Her ne kadar doğal boyalar iş sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından sentetik boyalara göre daha avantajlı bir alternatif sunsa da, üretim süreçlerinde bazı potansiyel risklerin bulunduğu da göz ardı edilmemelidir. Bu riskler, uygun önlemler alınmadığı takdirde çalışan sağlığını olumsuz etkileyebilir (Amogne ve ark., 2020; Pishgar ve ark., 2021; Amorim ve ark., 2022). Başlıca İSG riskleri aşağıda özetlenmiştir:

- **Alerjik reaksiyonlar:** Bazı doğal boya bileşenleri, özellikle bitkisel kökenli pigmentler, hassas bireylerde deri döküntüleri, solunum problemleri gibi alerjik reaksiyonlara yol açabilmektedir. Bu durum, bireysel duyarlılıkların göz önünde bulundurulmasını ve üretim ortamlarında gerekli önleyici tedbirlerin alınmasını gerektirir.
- **Mordan kullanımına bağlı riskler:** Doğal boyaların liflere kalıcı olarak tutunabilmesi için kullanılan mordanlar (örneğin, şap ve demir sülfat gibi metal tuzları), belirli koşullarda toksik etkiler gösterebilir. Mordanların uygun olmayan konsantrasyonlarda veya koruyucu önlemler alınmadan kullanılması durumunda, çalışanlarda cilt ve göz tahrişi gibi sağlık sorunları ortaya çıkabilir. Bu nedenle, mordan kullanımında standart prosedürlerin ve güvenlik yönergelerinin titizlikle uygulanması gerekmektedir.
- **Ergonomik riskler:** Doğal boya bitkilerinin tarımı, hasadı ve işlenmesi süreçleri, özellikle manuel emek yoğunluğu yüksek faaliyetler olduğunda, çalışanlarda kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları gibi ergonomik riskleri artırabilir. Bu bağlamda, çalışma koşullarının iyileştirilmesi, uygun ekipman kullanımı ve iş rotasyonu gibi önlemlerle ergonomik risklerin minimize edilmesi önem taşımaktadır.

4. Biyokimya ve Doğal Boya Üretimi

4.1. Doğal Boyaların Biyokimyasal Özellikleri

Doğal boyaların renk verme kapasiteleri, stabiliteleri ve liflere bağlanma kabiliyetleri, sahip oldukları biyokimyasal yapı ile yakından ilişkilidir. Bu pigmentler, kimyasal yapıları doğrultusunda farklı renk spektrumları sunmakta ve çeşitli tekstil uygulamalarında tercih edilmektedir (Baig, 2011; Boranbayeva ve ark., 2014; Borges ve ark., 2021; Bin-Jumah ve ark., 2021). Başlıca doğal boya sınıfları ve bunların biyokimyasal özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

- Antrakininonlar: Bu grup pigmentler, kökboyası (*Rubia tinctorum*) bitkisi ve köşinil böceği (*Dactylopius coccus*) gibi kaynaklardan elde edilir. Özellikle kırmızı renk tonlarıyla karakterize edilirler. Antrakininon yapısındaki boyar maddeler, tekstil liflerine yüksek bağlanma kapasitesine sahip olup, yıkama ve ışık haslığı açısından dayanıklı sonuçlar verirler. Bu özellikleri, onları doğal boyama uygulamalarında oldukça değerli kılmaktadır.
- İndigoidler: Çivit otu (*Indigofera tinctoria*) ve Murex cinsi deniz salyangozu gibi organizmalardan elde edilen indigoidler, özellikle mavi tonlarıyla tanınır. İndigo, doğrudan çözünmeyen bir pigment olup, boyama sürecinde indirgenmiş (renksiz) forma dönüştürülerek liflere uygulanmakta; daha sonra hava ile temas ederek oksitlenmesiyle karakteristik mavi rengini kazanmaktadır. Bu kimyasal dönüşüm, indigonun boyama sürecindeki özgünlüğünü ortaya koymaktadır.
- Flavonoidler: Papatya (*Anthemis*), cehri (*Rhamnus*) ve soğan kabuğu (*Allium cepa*) gibi çeşitli bitkilerden elde edilen flavonoidler, sarı ve turuncu renk tonlarının elde edilmesinde kullanılır. Flavonoid pigmentleri, doğal ortamda antioksidan özellikler göstermeleriyle bilinir ve boyama işlemlerinde mordan kullanımına bağlı olarak farklı tonlarda renklenme sağlayabilirler.
- Karotenoidler: Başta havuç (*Daucus carota*) ve safran (*Crocus sativus*) olmak üzere bazı sebzelerden ve çiçeklerden elde edilen karotenoid pigmentleri, canlı sarı ve turuncu renkler sunmaktadır. Karotenoidler, yağda çözünebilen pigmentlerdir ve ışığa karşı orta düzeyde stabiliteye sahiptirler. Bu özellikleri, gıda ve kozmetik endüstrisinde de kullanım alanı bulmalarına olanak tanımaktadır.

4.2. Enzim Teknolojisinin Doğal Boya Üretimindeki Rolü

Doğal boya üretim süreçlerinde enzim teknolojisinin kullanımı, hem verimliliğin artırılması hem de çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından önemli katkılar sunmaktadır (Bueno ve ark., 2020; Chen ve ark., 2020; Chandru ve Praveena, 2021). Enzimler, biyokatalizör özellikleri sayesinde, düşük sıcaklık ve nötr pH gibi çevre dostu koşullarda etkili olarak çalışabilmekte ve böylece kimyasal kullanımını azaltarak daha yeşil üretim süreçlerine olanak tanımaktadır. Enzimlerin doğal boyacılık uygulamalarındaki başlıca işlevleri şu şekilde özetlenebilir:

- Ekstraksiyon verimliliğinin artırılması: Bitki materyallerinden boya bileşiklerinin elde edilmesinde, selüloz, pektinaz ve proteaz gibi enzimlerin kullanımı, hücre duvarlarının parçalanmasını

kolaylaştırmakta ve böylece pigmentlerin çözünürlüğünü artırarak ekstraksiyon verimini önemli ölçüde yükseltmektedir. Bu sayede, daha düşük bitkisel hammadde kullanımıyla daha yüksek miktarda boya elde edilebilmektedir.

- Mordanlama alternatifi olarak enzim kullanımı: Geleneksel mordanlama yöntemlerinde kullanılan metal tuzlarının çevresel ve sağlık açısından oluşturduğu risklere alternatif olarak, lakkaz ve peroksidaz gibi oksidatif enzimler, tekstil lifleri ile boya molekülleri arasında kovalent bağlar oluşturarak renk sabitliğini artırabilmektedir. Bu yöntem, hem toksik mordan kullanımını ortadan kaldırmakta hem de çevre dostu bir boyama süreci sağlamaktadır.
- Boya sabitliğinin iyileştirilmesi: Enzimlerin kullanımı, doğal boyaların tekstil liflerine daha etkili biçimde bağlanmasını kolaylaştırmakta ve bu da yıkama, ışık ve sürtünme haslıklarının artırılmasına katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, enzim destekli boyama prosesleri hem renk kalıcılığını iyileştirmekte hem de ürün kalitesini artırmaktadır.

4.3. Biyoteknolojik Yöntemlerle Doğal Boya Üretimi

Biyoteknoloji, doğal boya üretiminde yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler sunarak geleneksel yöntemlere alternatif oluşturmaktadır [27, 28, 29]. Bu alandaki gelişmeler, boya üretiminde verimliliği artırmakta, çevresel etkileri azaltmakta ve hammaddelere erişimdeki sınırlılıkları aşma potansiyeli taşımaktadır (Brauch ve ark., 2016; Chen ve ark., 2020; Bujak ve ark., 2022). Biyoteknolojik uygulamalar kapsamında öne çıkan başlıca yaklaşımlar şunlardır:

- Mikrobiyal pigment üretimi: Bakteri, mantar ve alg gibi mikroorganizmalar, çeşitli doğal pigmentleri biyosentezleme kapasitesine sahiptir. Örneğin, *Monascus purpureus* mantarı kırmızı tonlarda pigment üretirken, *Serratia marcescens* bakterisi tarafından sentezlenen prodigiosin adlı bileşik de kırmızı renklendirici olarak değerlendirilmektedir. Bu mikroorganizmalar, kontrollü fermentasyon koşullarında yüksek verimli boya üretimi sağlayarak tarım alanlarına olan bağımlılığı azaltmaktadır.
- Bitki doku kültürü teknikleri: Doku kültürü, bitki hücre, doku veya organlarının steril koşullarda yapay besiyerlerinde çoğaltılmasını sağlayan bir tekniktir. Bu yöntem, mevsimsel değişkenliklerin ve coğrafi sınırlamaların ortadan kaldırılmasına olanak tanıyarak boya bitkilerinin sürdürülebilir ve sürekli üretimini mümkün kılmaktadır.

Ayrıca, nadir veya nesli tehlike altında olan bitki türlerinin korunması açısından da avantaj sağlamaktadır.

- Genetik mühendisliği uygulamaları: Genetik mühendisliği sayesinde, pigment üretiminden sorumlu genlerin mikroorganizmalara veya kültür bitkilerine transferi yoluyla boya verimi artırılabilir. Bu teknik, hedef pigmentin daha kısa sürede, daha yüksek miktarda ve daha düşük maliyetle üretilebilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda, pigmentlerin kimyasal yapısında modifikasyonlar yapılarak renk tonu, stabilite ve fonksiyonellik gibi özellikler iyileştirilebilir.

5. Yapay Zekâ ve Doğal Boya Üretiminde İSG

5.1. Yapay Zekâ Teknolojilerinin İSG Yönetimindeki Rolü

Yapay zekâ (YZ) teknolojileri, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) yönetiminde giderek artan bir şekilde benimsenmekte ve risk değerlendirmesi, tehlike tanımlama ile kaza önleme gibi kritik süreçlere önemli katkılar sağlamaktadır [30, 31, 32, 33]. Doğal boya üretiminde de YZ uygulamaları, üretim süreçlerinin güvenliğini artırmak ve işyeri risklerini minimize etmek amacıyla çeşitli şekillerde kullanılmaktadır (El Bouchikhi ve ark., 2024; Huber ve ark., 2025; Fiegler-Rudol ve ark., 2025; Cao ve ark., 2025). Bu kapsamda başlıca YZ tabanlı uygulamalar şunlardır:

- Makine öğrenimi tabanlı risk değerlendirmesi: Doğal boya üretim süreçlerindeki potansiyel tehlike ve risk faktörlerinin belirlenmesi için makine öğrenimi algoritmaları etkin bir şekilde kullanılabilir. Bu algoritmalar, üretim verilerini analiz ederek riskli durumları önceden tespit etmekte ve İSG yönetimine proaktif yaklaşım kazandırmaktadır.
- Görüntü işleme ve gerçek zamanlı tehlike tespiti: Bilgisayarlı görü sistemleri ve görüntü işleme teknikleri, üretim sahalarında gerçekleşebilecek tehlikeleri anlık olarak izleyebilmekte ve erken uyarı mekanizmaları oluşturarak iş kazalarının önüne geçilmesine katkı sağlamaktadır.
- Öngörücü bakım (Predictive Maintenance): YZ destekli modeller, üretim ekipmanlarının arıza ve bakım ihtiyaçlarını önceden tahmin ederek, ani arızalardan kaynaklanabilecek iş kazalarını ve üretim kesintilerini minimize etmektedir. Böylece hem iş güvenliği hem de üretim sürekliliği sağlanmaktadır.

5.2. Doğal Boya Üretiminde YZ Destekli İSG Sistemleri

Doğal boya üretim süreçlerinde yapay zekâ (YZ) destekli iş sağlığı ve güvenliği (İSG) sistemleri, çalışanların sağlık ve güvenlik koşullarını iyileştirmek amacıyla çeşitli yenilikçi uygulamalar sunmaktadır [34, 35, 36]. Bu sistemler, teknolojik gelişmelerin İSG alanına entegrasyonu ile risklerin azaltılmasına ve işyeri ortamının güvenli hale getirilmesine katkı sağlamaktadır (Biswas ve ark., 2018; Matyga ve ark., 2023; Avinash ve ark., 2025). Başlıca uygulama alanları şunlardır:

- Akıllı kişisel koruyucu donanımlar (KKD): Sensör teknolojileri ile donatılmış akıllı KKD'ler, çalışanların maruz kaldığı kimyasal ve fiziksel tehlikeleri anlık olarak izleyebilmekte ve potansiyel riskler hakkında gerçek zamanlı uyarılar ile bilinçlendirme sağlamaktadır. Böylece, kazaların önlenmesine yönelik hızlı müdahale imkânı doğmaktadır.
- Çalışan sağlığı izleme sistemleri: Giyilebilir teknolojiler ve Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı cihazlar, çalışanların biyometrik verilerini ve sağlık durumunu sürekli olarak takip ederek erken dönem sağlık problemlerinin tespit edilmesini mümkün kılmaktadır. Bu sayede, iş ortamında sağlık riskleri minimize edilmekte ve çalışan refahı artırılmaktadır.
- Ergonomik risk değerlendirmesi: Yapay zekâ algoritmaları, çalışanların iş sırasında gerçekleştirdiği hareketleri detaylı olarak analiz edebilmekte; bu sayede kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilecek ergonomik riskler belirlenmekte ve iyileştirme önerileri sunulmaktadır. Bu uygulama, iş verimliliğinin artırılması ve meslek hastalıklarının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

5.3. Vaka Çalışması: Doğal Boya Üretiminde YZ Destekli Risk Yönetimi

Hindistan'da bir doğal boya üretim tesisinde gerçekleştirilen vaka çalışması, yapay zekâ (YZ) destekli risk yönetimi sistemlerinin iş sağlığı ve güvenliği (İSG) performansına olumlu etkilerini ortaya koymaktadır (Qi ve ark., 2021). Bu sistemin temel bileşenleri ve işleyişi şu şekilde özetlenebilir:

- Veri toplama: Üretim sahasına yerleştirilen çeşitli sensörler aracılığıyla, sıcaklık, nem, hava kalitesi ve gürültü seviyesi gibi çevresel parametreler sürekli olarak izlenmektedir. Bu sayede, iş ortamındaki kritik değişkenler anlık olarak takip edilebilmektedir.

- Veri analizi: Toplanan çevresel veriler, makine öğrenimi algoritmaları tarafından işlenmekte ve potansiyel risklerin erken dönemde tespit edilmesi sağlanmaktadır. Bu analiz, risklerin önleyici tedbirlerle kontrol altına alınmasına olanak tanımaktadır.
- Uyarı sistemi: Sistem, belirlenen risk eşiklerinin aşılması durumunda, hem yönetici kadroya hem de çalışanlara gerçek zamanlı uyarılar iletilmektedir. Böylece, olası tehlikelere karşı hızlı müdahale imkânı doğmaktadır.

Bu yapay zekâ tabanlı risk yönetimi sisteminin uygulanması sonucunda, tesisin iş kazası oranlarında %45, meslek hastalıklarında ise %30 oranında anlamlı bir azalma kaydedilmiştir. Bu bulgular, YZ destekli İSG uygulamalarının doğal boya üretimi gibi geleneksel sektörlerde dahi etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

6. Yeşil Dönüşüm Politikaları ve İSG Entegrasyonu

6.1. AB Yeşil Mutabakatı ve İSG Etkileri

Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı (*European Green Deal*) (2019), AB'nin 2050 yılına kadar karbon nötr bir kıta olma hedefini destekleyen kapsamlı ve bütüncül bir politika paketidir. Bu mutabakat, tekstil sektörü başta olmak üzere pek çok endüstride sürdürülebilirlik uygulamalarının yaygınlaştırılmasını teşvik etmektedir. Yeşil Mutabakat'ın iş sağlığı ve güvenliği (İSG) alanına olan etkileri şu temel başlıklar altında toplanabilir:

- Kimyasal yönetimi: REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals – Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması*) (European Chemicals Agency, 2022) düzenlemesi kapsamında, tehlikeli kimyasalların kullanımının kısıtlanması ve azaltılması hedeflenmekte; bu da çalışanların maruz kaldığı sağlık risklerinin önemli ölçüde azalmasını sağlamaktadır.
- Döngüsel ekonomi uygulamaları: Atık yönetimi ve geri dönüşüm süreçlerinin iyileştirilmesi yoluyla, işyeri ortamındaki atıklardan kaynaklanan İSG riskleri minimize edilmektedir. Bu kapsamda, kaynakların etkin kullanımı hem çevresel hem de iş sağlığı açısından fayda sağlamaktadır (European Commission, 2020).
- Temiz enerjiye geçiş: Fosil yakıtların kullanımının azaltılarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi, bu enerji dönüşüm sürecine bağlı olarak ortaya çıkabilecek fosil yakıtla ilişkili sağlık ve güvenlik risklerini azaltmaktadır (European Commission, 2021).

6.2. Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Hedefi ve İSG Stratejileri

Türkiye'de Çevre, Şhircilik ve İklim Değışikliği Bakanlığı (2021), Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2021), Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı (2022) ve Milli Eğitim Bakanlığı (2022) tarafından 2053 yılına kadar net sıfır karbon emisyonuna ulaşma hedefleri resmen açıklamış ve bu doğrultuda çeşitli sektörlerde kapsamlı yeşil dönüşüm stratejileri geliştirmektedir. Tekstil sektöründe doğal boya kullanımının artırılması, bu stratejiler arasında önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye'nin yeşil dönüşüm sürecinde iş sağlığı ve güvenliği (İSG) alanında benimsenen başlıca stratejiler şu şekilde özetlenebilir:

- Yasal düzenlemeler: İSG mevzuatının, yeşil dönüşüm politikalarıyla uyumlu hale getirilmesi; böylece çevresel sürdürülebilirlik ve çalışan sağlığı arasında bütünleşik bir yaklaşım sağlanması amaçlanmaktadır.
- Teşvik mekanizmaları: Sürdürülebilir üretim yapan ve İSG standartlarını yükselten işletmelere yönelik mali ve teknik teşviklerin geliştirilmesi, yeşil dönüşümün hızlandırılmasına katkı sağlamaktadır.
- Eğitim ve farkındalık artırma: Yeşil dönüşüm ile İSG konularında işverenler ve çalışanların bilinçlendirilmesi için kapsamlı eğitim programlarının hayata geçirilmesi, sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesini desteklemektedir.

6.3. Sosyal Politikalar ve İSG Entegrasyonu

Yeşil dönüşüm sürecinde iş sağlığı ve güvenliğinin (İSG), sosyal politikalarla entegrasyonu büyük önem taşımaktadır. Bu entegrasyon, özellikle “adil geçiş” (*just transition*) kavramı çerçevesinde ele alınmaktadır (International Labour Organization, 2022). Adil geçiş, yeşil dönüşümün sosyal boyutlarının dikkate alınmasını sağlayarak, sürecin hiçbir çalışanı geride bırakmadan ve dönüşümün sosyal maliyetlerinin adil biçimde paylaşılması amacıyla tasarlanmıştır. Doğal boya sektöründe adil geçiş stratejileri aşağıdaki unsurları içermektedir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2022; İŞKUR, 2023; Sosyal Güvenlik Kurumu, 2023):

- Beceri geliştirme programları: Sentetik boya üretiminden doğal boya üretimine geçiş yapan çalışanların yeni süreçlere uyum sağlamaları için kapsamlı beceri geliştirme ve yeniden eğitim programlarının uygulanması.
- Sosyal diyalog mekanizmaları: İşverenler, çalışan temsilcileri ve sivil toplum kuruluşları arasında yeşil dönüşüm sürecine ilişkin etkili ve sürekli iletişim kanallarının oluşturulması.

- Sosyal koruma önlemleri: Yeşil dönüşüm sürecinde iş kaybı yaşayan çalışanların ekonomik ve sosyal açıdan desteklenmesi için kapsamlı sosyal koruma politikalarının geliştirilmesi.

7. Doğal Boya Üretiminde Sürdürülebilir İSG Uygulamaları

7.1. Risk Değerlendirmesi ve Önleme Stratejileri

Doğal boya üretiminde sürdürülebilir iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarının temelini, kapsamlı ve sistematik bir risk değerlendirmesi ile etkili önleme stratejilerinin geliştirilmesi oluşturmaktadır. Bu süreç, üretim aşamalarında çalışanların ve çevrenin maruz kalabileceği tehlikelerin doğru biçimde tanımlanması, risklerin bilimsel ve metodolojik yaklaşımlarla analiz edilmesi ve bu risklerin minimize edilmesine yönelik uygun kontrol önlemlerinin uygulanmasını içermektedir (International Labour Organization, 2021; Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2021; European Agency for Safety and Health at Work, 2022a).

- **Tehlike Tanımlama:** Risk yönetiminin ilk aşaması olan tehlike tanımlama, doğal boya üretim süreçlerinde karşılaşılabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ergonomik tehlikelerin detaylı ve sistematik bir şekilde belirlenmesini kapsar. Bu aşamada, üretim hattındaki ham maddelerden nihai ürüne kadar tüm aşamalarda potansiyel tehlikelerin envanteri çıkarılır. Özellikle doğal boya hammaddeleri, üretim ekipmanları ve iş süreçleri göz önünde bulundurularak, olası maruziyet kaynakları ve tehlike unsurları ayrıntılı olarak değerlendirilir.
- **Risk Analizi:** Tanımlanan tehlikeler, olasılık ve şiddet boyutları açısından çok boyutlu olarak analiz edilir. Bu analiz, risklerin gerçekleşme ihtimali ve gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkabilecek zararların büyüklüğü dikkate alınarak yapılır. Nicel ve nitel yöntemlerin kullanıldığı bu aşama, önceliklendirme ve kaynakların etkin kullanımını sağlamak amacıyla kritik risklerin belirlenmesine olanak tanır. Ayrıca, üretim sürecine özgü koşullar ve çalışanların maruziyet profilleri risk analizinde dikkate alınır.
- **Kontrol Önlemleri:** Risk analiz sonuçlarına dayanarak, belirlenen tehlikelerle başa çıkmak için çok yönlü kontrol stratejileri geliştirilir ve uygulanır. Teknik önlemler, üretim ekipmanlarının iyileştirilmesi, otomasyon sistemlerinin entegrasyonu ve uygun havalandırma sistemlerinin kurulması gibi fiziksel müdahaleleri kapsar. İdari önlemler ise çalışma prosedürlerinin düzenlenmesi, eğitim programlarının uygulanması ve çalışma saatlerinin optimize edilmesini içerir.

Bunun yanı sıra, çalışanların maruziyetini sınırlandırmak amacıyla kişisel koruyucu donanımların (KKD) doğru seçimi, kullanımı ve bakımı sağlanır. Bu çok katmanlı önlem yapısı, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi, çalışma ortamının iyileştirilmesi ve sürdürülebilir üretim hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Sonuç olarak, doğal boya üretiminde sürdürülebilir İSG uygulamaları, kapsamlı bir risk yönetimi sürecinin sürekli olarak uygulanması ve geliştirilmesine bağlıdır. Bu yaklaşım, çalışan sağlığını ve çevresel korumayı desteklerken, üretim verimliliği ve kalite standartlarının korunmasına da katkı sağlamaktadır.

7.2. Eğitim ve Farkındalık Programları

Sürdürülebilir iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarının başarısında, çalışanların bilinçlendirilmesi ve eğitim süreçlerinin etkin bir şekilde yürütülmesi kritik bir rol oynamaktadır. Doğal boya üretiminde karşılaşılan özgün risklerin ve tehlikelerin anlaşılması, bu risklere yönelik doğru davranış ve uygulamaların benimsenmesi için sistematik ve sürekli eğitim programlarının tasarlanması gerekmektedir. Eğitim ve farkındalık faaliyetleri, iş kazalarının azaltılması ve sağlıklı bir çalışma ortamının oluşturulması için temel bir bileşen olarak ele alınmalıdır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2022; International Labour Organization, 2023; European Agency for Safety and Health at Work, 2023).

- **İSG Eğitimleri:** Doğal boya üretim süreçlerine özgü tehlikeler ve riskler göz önünde bulundurularak, çalışanların bilgi ve becerilerini artırmaya yönelik kapsamlı eğitim programları düzenlenmelidir. Bu eğitimler, kimyasal maruziyet riskleri, ergonomik tehlikeler, biyolojik riskler ve acil durum prosedürleri gibi konuları içermelidir. Ayrıca, eğitim içeriklerinin güncel bilimsel veriler ve mevzuat doğrultusunda sürekli olarak revize edilmesi, eğitimlerin etkinliğini artırmaktadır.
- **Güvenli Çalışma Prosedürleri:** Doğal boya üretiminin her aşamasında, risklerin minimize edilmesi amacıyla detaylı ve uygulanabilir güvenli çalışma prosedürleri geliştirilmelidir. Bu prosedürler, hammaddenin işlenmesinden nihai ürünün paketlenmesine kadar tüm üretim sürecini kapsamalı ve çalışanların bu prosedürlere uygun hareket etmelerini sağlayacak denetim mekanizmaları oluşturulmalıdır. Prosedürlerin açık, anlaşılır ve erişilebilir olması, çalışanların uyumunu artırmaktadır.
- **Davranış Odaklı Güvenlik Programları:** İnsan faktörünün iş kazaları üzerindeki etkisi göz önüne alındığında, çalışanların güvenli

davranışlarını teşvik eden ve destekleyen davranış odaklı güvenlik programları uygulanmalıdır. Bu programlar, pozitif pekiştirme yöntemleri ile güvenli çalışma alışkanlıklarının benimsenmesini sağlamak ve çalışanların katılımını artırarak İSG kültürünün yerleşmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, bu programlar aracılığıyla çalışanların motivasyonları yükselterek, bireysel ve takım olarak İSG performansları güçlendirilmektedir.

Sonuç olarak, doğal boya üretiminde sürdürülebilir İSG uygulamalarının etkinliği, çalışanların bilgi düzeylerinin artırılması ve risklere karşı bilinçlendirilmesi ile doğrudan ilişkilidir. Eğitim ve farkındalık programlarının sürekli ve bütüncül bir yaklaşımla yürütülmesi, güvenli üretim ortamlarının tesis edilmesinde ve iş kazalarının önlenmesinde temel unsurlardan biridir.

7.3. İzleme ve Sürekli İyileştirme

Sürdürülebilir iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarının etkinliğinin sağlanması ve geliştirilmesi, sürekli izleme ve sistematik iyileştirme süreçlerinin etkin bir şekilde yürütülmesine bağlıdır. Bu bağlamda, doğal boya üretim süreçlerinde İSG performansının düzenli olarak izlenmesi ve analiz edilmesi, potansiyel risklerin erken tespiti ve iyileştirme fırsatlarının belirlenmesi açısından kritik önem taşımaktadır (International Labour Organization, 2022; European Agency for Safety and Health at Work, 2022b; Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2023)

- **Performans Göstergeleri:** İSG performansının objektif ve ölçülebilir biçimde değerlendirilmesi için, üretim tesislerinde anahtar performans göstergeleri (KPI) geliştirilmelidir. Bu göstergeler; iş kazası sıklığı, meslek hastalığı oranları, eğitim katılım düzeyleri, risk değerlendirme sayısı ve uyum denetim sonuçları gibi parametreleri içerebilir. KPI'ların düzenli olarak toplanması ve analiz edilmesi, yönetim kararlarının veri temelli alınmasını sağlayarak sürdürülebilir İSG uygulamalarının güçlendirilmesine olanak tanır.
- **İç Denetimler:** İSG yönetim sistemlerinin etkinliğinin sağlanması ve sürdürülebilirliğinin garanti altına alınması amacıyla, periyodik olarak kapsamlı iç denetimler gerçekleştirilmelidir. Bu denetimler, mevcut prosedürlerin ve uygulamaların mevzuat, standartlar ve iç politika ile uyumluluğunu inceleyerek sistemdeki zayıf noktaların tespit edilmesini sağlar. Denetim sonuçları, yönetim ve çalışanlar arasında şeffaf bir şekilde paylaşılmalı ve iyileştirme süreçlerinin temel girdisi olarak kullanılmalıdır.

- **Düzeltilici ve Önleyici Faaliyetler:** İç denetimler ve performans izleme süreçleri sonucunda ortaya çıkan uygunsuzluklar, riskler ve geliştirme alanları için etkin düzeltilici ve önleyici faaliyet planları oluşturulmalıdır. Bu faaliyetler, sadece mevcut sorunların giderilmesine değil, aynı zamanda benzer problemlerin gelecekte oluşmasının önlenmesine yönelik proaktif yaklaşımları da içermelidir. Faaliyetlerin uygulanması, sonuçlarının takip edilmesi ve gerekirse revize edilmesi, sürekli iyileştirme kültürünün tesis edilmesinde merkezi bir rol oynar.

Sonuç olarak, doğal boya üretiminde sürdürülebilir İSG yönetiminin başarısı; sistematik izleme, değerlendirme ve iyileştirme mekanizmalarının kesintisiz işleyişine dayanır. Bu süreçler, iş sağlığı ve güvenliği performansının artmasına, risklerin etkin kontrolüne ve çalışma ortamlarının sürekli iyileştirilmesine imkân tanımaktadır.

8. Vaka Çalışmaları ve Başarı Örnekleri

8.1. Hindistan'da Doğal Boya Kooperatifleri

Hindistan'ın Gujarat eyaletinde faaliyet gösteren doğal boya kooperatifleri, sürdürülebilir üretim ilkeleri ile iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarını başarılı bir biçimde entegre eden önemli örnekler arasında yer almaktadır. Bu kooperatifler, doğal boya üretiminde çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları dengeli bir şekilde ele alarak hem çalışan sağlığının korunmasını hem de yerel toplulukların güçlendirilmesini hedeflemektedir (Takala ve ark., 2023).

- **Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları:** Kooperatifler bünyesinde yetiştirilen doğal boya bitkileri, kimyasal gübre ve pestisit kullanımından kaçınılarak, organik tarım yöntemleri doğrultusunda üretim yapılmaktadır. Bu yaklaşım, toprak sağlığının korunmasına, biyolojik çeşitliliğin desteklenmesine ve ekosistem dengesinin sürdürülmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, organik üretim süreçleri, üreticilerin ve çalışanların kimyasal maruziyet risklerini önemli ölçüde azaltmaktadır.
- **Topluluk Temelli Üretim Modeli:** Doğal boya üretim süreçleri, yerel toplulukların aktif katılımıyla yürütülmekte olup, kooperatif yapısı bu katılımı kurumsallaştırmaktadır. Yerel halkın bilgi ve deneyimlerinden faydalanılırken, üretim süreçlerine dahil edilen eğitim programları ile beceri gelişimi desteklenmektedir. Bu model, üretimin sosyal sürdürülebilirliğini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda ekonomik kalkınmaya ve istihdam yaratmaya da olanak tanımaktadır.

- **İSG Entegrasyonu:** Kooperatiflerde iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları, hem geleneksel bilgi birikimi hem de modern İSG standartları çerçevesinde bütüncül olarak uygulanmaktadır. Üretim alanlarında çalışanların maruz kalabileceği riskler sistematik şekilde değerlendirilmekte, uygun kişisel koruyucu donanımların kullanımı ve ergonomik çalışma koşullarının sağlanması gibi önlemler alınmaktadır. Ayrıca, kooperatif üyelerine yönelik düzenli İSG eğitimleri ve bilinçlendirme çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

Sonuç olarak, Gujarat eyaletindeki bu doğal boya kooperatifleri, sürdürülebilir üretim ve iş sağlığı-güvenliği entegrasyonunun somut ve başarılı bir uygulaması olarak öne çıkmaktadır. Bu model, hem çalışanların sağlığının korunmasına hem yerel ekonominin güçlendirilmesine hem de çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesine katkı sağlamaktadır. Bu kapsamda, kooperatif deneyimi, benzer üretim sistemleri için önemli bir örnek teşkil etmektedir.

8.2. Türkiye’de DOBAG Projesi

Türkiye’de doğal boya üretimi ve kültürel mirasın korunmasına yönelik önemli bir girişim olan *Doğal Boya Araştırma ve Geliştirme Projesi* (DOBAG), sürdürülebilir üretim uygulamaları ve iş sağlığı ve güvenliği (İSG) standartlarının entegrasyonu açısından dikkat çekici bir örnek oluşturmaktadır. Marmara Üniversitesi öncülüğünde başlatılan bu proje, Anadolu’nun zengin doğal boya geleneğini modern bilimsel yöntemlerle harmanlayarak sektöre değer katmayı hedeflemiştir (Yates, 2023).

- **Geleneksel Bilginin Korunması ve Belgelendirilmesi:** DOBAG Projesi’nin temel amaçlarından biri, Anadolu coğrafyasında yüzyıllardır aktarılmış olan doğal boya bilgisi ve tekniklerinin sistematik şekilde araştırılması, belgelenmesi ve gelecek nesillere aktarılmasıdır. Bu bağlamda, el dokuması tekstil ürünlerinde kullanılan doğal boyalarla ilgili uygulamalar kültürel miras kapsamında korunmuş ve yeniden canlandırılmıştır. Böylece, yerel bilgi birikimi ve uygulama kültürü yaşatılırken, sürdürülebilir üretim ilkelerine dayalı yeni bir ekonomik model geliştirilmiştir.
- **Sürdürülebilir Doğal Boya Üretimi:** Proje kapsamında doğal boya bitkilerinin yetiştirilmesi, toprak ve çevre dostu yöntemlerle gerçekleştirilmekte; kimyasal gübre ve zararlı kimyasal maddelerden uzak durulmaktadır. Ayrıca, boya üretim sürecinde çevresel etkilerin minimize edilmesi ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi ön planda tutulmuştur. Bu yaklaşım, doğal boya kullanımının çevresel

sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu şekilde geliştirilmesine olanak sağlamıştır.

- Modern İSG Standartlarının Uygulanması: DOBAG Projesi, üretim süreçlerinde modern iş sağlığı ve güvenliği standartlarının titizlikle uygulanması ile de ön plana çıkmaktadır. Çalışanların kimyasal maruziyetlerinin en aza indirilmesi, ergonomik çalışma koşullarının sağlanması ve güvenli çalışma prosedürlerinin geliştirilmesi gibi alanlarda kapsamlı önlemler alınmıştır. Ayrıca, çalışanlara yönelik İSG eğitim programları düzenlenerek bilinçlendirme faaliyetleri yürütülmüştür.

Sonuç olarak, DOBAG Projesi, doğal boya üretiminde kültürel mirasın korunması ile sürdürülebilirlik ve modern iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının başarılı bir entegrasyonunu sağlamıştır. Bu model, Türkiye’de doğal boya üretiminin hem ekonomik hem de sosyal boyutlarda gelişimine önemli katkılar sunmakta ve benzer girişimler için yol gösterici nitelik taşımaktadır [60].

8.3. Japonya’da Yapay Zekâ Destekli Doğal Boya Üretimi

Japonya’da faaliyet gösteren önde gelen bir tekstil firması, doğal boya üretim süreçlerinde yapay zeka (YZ) teknolojilerinin entegre edilmesiyle iş sağlığı ve güvenliği (İSG) performansını kayda değer ölçüde iyileştirmiştir (Ahmad ve ark., 2017). Söz konusu uygulama, YZ’nin ileri düzey teknikleri ile geleneksel üretim metotlarını harmanlayarak, üretim alanında hem çalışanların güvenliğini artırmayı hem de operasyonel verimliliği yükseltmeyi hedeflemiştir.

- Dijital İkiz Teknolojisi: Projede üretim süreçlerinin dijital ikizi (*digital twin*) oluşturulmuştur. Bu teknoloji sayesinde, gerçek üretim ortamının sanal bir kopyası dijital platformlarda modellenmiş; böylece potansiyel İSG riskleri, fiziksel müdahaleye gerek kalmadan simülasyonlar yoluyla analiz edilmiştir. Bu sayede tehlike senaryoları önceden belirlenmiş ve risklerin ortaya çıkması öncesinde gerekli önlemler alınabilmektedir.
- Öngörücü Analitik ve Makine Öğrenimi: Firma, makine öğrenimi tabanlı algoritmalar kullanarak üretim sürecindeki potansiyel tehlikeleri önceden tahmin etme imkânı sağlamıştır. Toplanan sensör verileri ve geçmiş kaza kayıtları analiz edilerek risk faktörleri tespit edilmiş; böylelikle İSG yönetimi daha proaktif ve etkin bir hale getirilmiştir. Öngörücü analitik sayesinde hem kazaların hem de meslek hastalıklarının önlenmesinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

- Otomasyon ve Robotik Sistemler: Özellikle yüksek risk taşıyan iş adımları, insan müdahalesini en aza indirmek amacıyla robotik otomasyon sistemleriyle gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşım, tehlikeli işlemlerde çalışanların maruziyetini azaltırken, üretim sürecinin kesintisiz ve güvenli şekilde ilerlemesini sağlamıştır.

Yapay zeka destekli bu entegre İSG yönetim sistemi sayesinde, söz konusu tekstil firmasında iş kazası oranlarında %60, meslek hastalıklarında ise %40 oranında önemli azalma sağlanmıştır. Bu sonuçlar, YZ teknolojilerinin doğal boya üretiminde İSG performansını yükseltmek ve sürdürülebilir üretim hedeflerine ulaşmak için etkin bir araç olduğunu göstermektedir. Japonya'daki bu örnek, teknolojik inovasyonların iş sağlığı ve güvenliği alanında uygulanabilirliğine dair değerli bir model sunmaktadır.

9. Gelecek Perspektifleri ve Araştırma Yönelimleri

Doğal boya üretimi alanında teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarının da evrilmesini beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, gelecekteki teknolojik yeniliklerin İSG üzerindeki potansiyel etkilerinin sistematik olarak incelenmesi, sürdürülebilir ve güvenli üretim süreçlerinin tasarlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

9.1. Teknolojik Yenilikler ve İSG Etkileri

Doğal boya üretiminde önümüzdeki dönemde öne çıkması beklenen teknolojik gelişmeler, İSG açısından çeşitli fırsatlar ve zorluklar ortaya koymaktadır (Allam ve Kumar, 2011; Ali, 2018; Alam ve ark., 2022). Bu yenilikler, üretim süreçlerinin daha verimli, güvenli ve çevre dostu hale getirilmesini desteklemektedir:

- Nanoteknoloji: Nanoboyutlu doğal pigmentlerin geliştirilmesi, boya kullanım miktarının önemli ölçüde azaltılmasını mümkün kılmaktadır. Bu durum, kimyasal madde maruziyetini minimize ederek çalışan sağlığını koruma açısından avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, nanoteknolojik uygulamalar sayesinde pigmentlerin daha homojen ve kalıcı bir şekilde uygulanması sağlanmakta, böylece tekrar boya yenileme işlemlerinin azaltılması yoluyla üretim alanındaki riskler azaltılabilmektedir. Ancak, nanoölçekli materyallerin insan sağlığı ve çevre üzerindeki uzun vadeli etkileri henüz tam olarak anlaşılamamış olduğundan, bu alanda kapsamlı risk analizleri yapılması gerekmektedir.
- 3D Biyobasım Teknolojileri: Doğal boya üreten mikroorganizmaların ve biyolojik materyallerin üç boyutlu (3D) biyobasım teknolojileri

kullanılarak üretimi, süreçlerin daha kontrollü ve güvenli ortamda gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu teknolojiler, mikroorganizma tabanlı üretim süreçlerinde çevresel koşulların optimize edilmesini sağlayarak, potansiyel biyolojik risklerin ve üretim kaynaklı tehlikelerin minimize edilmesine katkıda bulunmaktadır. Aynı zamanda, bu yaklaşım üretimde sürdürülebilirliği ve tekrarlanabilirliği artırmaktadır.

- **Blok Zinciri Teknolojisi:** Doğal boya üretim ve tedarik zincirlerinde blok zinciri uygulamalarının kullanılması, ürünlerin kaynağından son kullanıcıya kadar tam bir izlenebilirlik sağlamaktadır. Bu sayede İSG standartlarına uyumun denetlenmesi kolaylaşmakta, üretim süreçlerinde şeffaflık ve hesap verebilirlik artmaktadır. Blok zinciri teknolojisi, özellikle kimyasal kullanımının kayıt altına alınması ve güvenlik sertifikalarının doğrulanması gibi kritik İSG uygulamalarında güvenilirlik sağlamaktadır. Böylelikle, risklerin erken tespiti ve müdahalesi mümkün hale gelmektedir.

Gelecekte doğal boya üretiminde bu ve benzeri teknolojik yeniliklerin İSG alanına entegrasyonu, sürdürülebilir üretim hedefleriyle uyumlu olarak iş kazalarının azaltılması, meslek hastalıklarının önlenmesi ve çalışanların genel sağlık durumlarının iyileştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Bununla birlikte, her yeni teknolojinin beraberinde getirebileceği yeni risklerin de titizlikle değerlendirilmesi ve yönetilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, multidisipliner araştırmaların ve yenilikçi İSG stratejilerinin geliştirilmesi öncelikli araştırma yönelimleri arasında yer almaktadır.

9.2. Politika Önerileri ve Yasal Çerçeve

Doğal boya üretiminde iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarının geliştirilmesi, yalnızca teknolojik yeniliklerle değil, aynı zamanda sağlam bir politika altyapısı ve etkin yasal düzenlemelerle desteklenmelidir. Bu bağlamda, politika yapıcılar, düzenleyici kurumlar ve sektör paydaşları için kapsamlı ve çok boyutlu yaklaşımlar gerekmektedir (Amaya ve Nickell, 2015; Askar ve ark., 2015; Azman ve ark., 2022). Söz konusu politika önerileri ve yasal çerçeve unsurları şu şekilde sıralanabilir:

- **Entegre Politika Yaklaşımı:** İSG'nin etkin bir şekilde geliştirilmesi için çevre koruma, iş sağlığı ve iş güvenliği politikalarının entegre edilmesi gerekmektedir. Bu bütüncül yaklaşım, doğal boya üretiminde çevresel sürdürülebilirlik ve çalışan sağlığı arasında uyum sağlamayı mümkün kılar. Örneğin, kimyasal kullanımına yönelik düzenlemeler yalnızca çevresel etkileri değil, aynı zamanda iş yerindeki maruziyet risklerini

de dikkate alacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu entegrasyon, sektördeki paydaşların koordinasyonunu artırarak politika uygulamalarının etkinliğini yükseltir.

- **Teşvik Mekanizmaları:** Sürdürülebilir ve güvenli doğal boya üretimini teşvik etmek amacıyla finansal destek ve vergi indirimleri gibi mekanizmaların geliştirilmesi kritik öneme sahiptir. Bu tür teşvikler, küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ) İSG yatırımlarını artırmasını destekleyerek sektör genelinde güvenlik standartlarının yükseltilmesine katkıda bulunur. Ayrıca, yeşil ve güvenli üretim yapan işletmeler için kamu destekli sertifikasyon programları oluşturularak pazar avantajları sağlanabilir.
- **Standartlaştırma:** Doğal boya üretimi ve kullanımına ilişkin iş sağlığı ve güvenliği standartlarının geliştirilmesi, uygulama birliğini ve mevzuata uyumu kolaylaştırır. Ulusal ve uluslararası standartların belirlenmesi, üretim süreçlerinde risklerin sistematik olarak yönetilmesini sağlar ve denetim mekanizmalarının etkinliğini artırır. Standartlar, kimyasal madde kullanımından kişisel koruyucu donanım (KKD) gereksinimlerine kadar geniş bir yelpazeyi kapsamalıdır. Ayrıca, bu standartların düzenli olarak güncellenmesi, teknolojik gelişmeler ve sektörel ihtiyaçlar doğrultusunda esnek ve dinamik bir yönetim yaklaşımı gerektirir.

Yukarıda belirtilen politika ve yasal düzenlemeler, doğal boya sektöründe İSG kültürünün yerleşmesine zemin hazırlamakta ve sürdürülebilir üretim hedeflerine ulaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Bunun yanı sıra, bu çerçevenin başarılı olabilmesi için paydaşların katılımını sağlayacak şeffaflık, hesap verebilirlik ve etkin denetim mekanizmalarının oluşturulması gerekmektedir. Bu bağlamda, akademik araştırmalar, politika geliştiriciler ve uygulayıcılar arasında iş birliğinin artırılması da önem arz etmektedir.

9.3. Araştırma ve İnovasyon Öncelikleri

Doğal boya üretiminde iş sağlığı ve güvenliği (İSG) alanının sürdürülebilir şekilde gelişebilmesi için, gelecekteki araştırma ve inovasyon faaliyetlerinin belirli önceliklere odaklanması gerekmektedir. Bu öncelikler, hem mevcut bilgi boşluklarının doldurulması hem de teknolojik ilerlemelerin İSG uygulamalarına entegrasyonunun sağlanması açısından kritik önem taşımaktadır (Bentes ve ark., 2015; Biswal ve ark., 2015; Bhargava ve ark., 2020). Söz konusu öncelikler aşağıdaki gibi detaylandırılabilir:

- **Biyogüvenlik Araştırmaları:** Doğal boya bileşenlerinin insan sağlığı üzerindeki kısa ve uzun vadeli etkileri henüz tam anlamıyla

aydınlatılmış değildir. Bu nedenle, doğal boyaların maruziyet yolları, toksikolojik profilleri ve olası alerjik reaksiyonları gibi biyogüvenlik konuları üzerine kapsamlı ve multidisipliner araştırmaların yapılması gerekmektedir. Böylece, üretim sürecinde çalışanların ve nihai tüketicilerin sağlık riskleri minimize edilebilir. Ayrıca, biyogüvenlik alanında elde edilen bulgular, doğal boya formülasyonlarının daha güvenli hale getirilmesi için rehberlik sağlayacaktır.

- **Akıllı İSG Sistemleri:** Yapay zeka (YZ), makine öğrenimi ve Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerinin doğal boya üretim süreçlerine entegre edilmesiyle akıllı İSG sistemlerinin geliştirilmesi önemli bir inovasyon alanıdır. Bu sistemler, üretim alanındaki tehlikelerin gerçek zamanlı tespiti, risklerin dinamik yönetimi ve çalışan sağlık durumunun sürekli izlenmesi gibi kritik işlevleri yerine getirebilir. Gelecekte, bu teknolojilerin daha geniş ölçekte uygulanması, hem iş kazalarının azaltılmasını hem de İSG yönetiminde etkinlik artışını mümkün kılacaktır.
- **Sürdürülebilir Mordanlama Yöntemleri:** Doğal boya üretiminde renk sabitleyici (mordan) olarak kullanılan metal bazlı maddeler, hem çevresel hem de sağlık açısından riskler barındırabilmektedir. Bu bağlamda, metal mordanların yerine geçebilecek, sürdürülebilir, toksik olmayan ve biyolojik olarak parçalanabilir alternatiflerin araştırılması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Bu tür yenilikçi mordanlama yöntemleri, hem üretim sürecinde hem de nihai ürünlerde İSG risklerini azaltarak sektörde çevresel ve sosyal sürdürülebilirliğin güçlendirilmesine katkıda bulunacaktır.

Bu öncelikler doğrultusunda yapılacak araştırma ve inovasyon faaliyetleri, doğal boya üretiminde İSG kültürünün gelişmesini destekleyecek ve sektörde daha güvenli, verimli ve sürdürülebilir üretim modellerinin ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Ayrıca, akademik çalışmalar ile endüstri uygulamaları arasındaki iş birliğinin artırılması, bu önceliklerin etkin bir şekilde hayata geçirilmesi açısından hayati önem taşımaktadır.

10. Sonuç

Doğal boyaların sürdürülebilir üretimi ve kullanımı, tekstil sektöründe çevresel etkilerin minimize edilmesi ve çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunması açısından önemli bir potansiyel arz etmektedir. Bu çalışmada ele alındığı üzere, biyokimya alanındaki gelişmelerle yapay zekâ teknolojilerinin entegrasyonu, doğal boya üretim süreçlerinde verimliliğin artırılmasının yanı sıra iş sağlığı ve güvenliği (İSG) standartlarının yükseltilmesine de katkı

sağlamaktadır. Bu teknolojik yaklaşımlar, üretim hatlarında risklerin erken tespiti, çalışan sağlığının sürekli izlenmesi ve süreçlerin optimize edilmesi gibi alanlarda yenilikçi çözümler sunmaktadır.

Yeşil dönüşüm politikalarının, özellikle Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı ve Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Karbon Emisyonu hedefi gibi stratejilerin, doğal boyaların yaygınlaştırılması ve sürdürülebilir üretim modellerinin benimsenmesinde itici güç olduğu görülmektedir. Ancak, bu dönüşüm sürecinde İSG'nin politika ve uygulamalara entegre edilmesi, dönüşümün hem çevresel hem de sosyal açıdan başarılı olabilmesi için kritik öneme sahiptir. Yeşil dönüşümün getirdiği yeni üretim biçimleri ve teknolojiler, yeni riskleri ve fırsatları beraberinde getirmekte; dolayısıyla kapsamlı bir İSG yaklaşımıyla yönetilmelidir.

Gelecek perspektifinde, nanoteknoloji, 3D biyobasım, blok zinciri gibi ileri teknolojiler, doğal boya üretiminde hem üretim verimliliğini hem de İSG performansını önemli ölçüde iyileştirme potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, bu teknolojik potansiyelin etkili ve sürdürülebilir bir şekilde kullanımı, entegre politika çerçeveleri, finansal ve yasal teşvik mekanizmaları ile sektörel standartların geliştirilmesine bağlıdır. Böylece, inovasyonların İSG kültürüyle uyumlu hale getirilmesi ve yaygınlaştırılması mümkün olacaktır.

Sonuç olarak, doğal boyalar aracılığıyla gerçekleştirilecek sürdürülebilir tekstil üretimi, biyokimya ve yapay zeka teknolojilerinin yanı sıra yeşil dönüşüm politikalarının iş sağlığı ve güvenliği ile bütüncül entegrasyonunu zorunlu kılmaktadır. Bu çok boyutlu entegrasyon, hem çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasını hem de çalışanların sağlık ve güvenliğinin en üst düzeyde korunmasını sağlayarak, tekstil endüstrisinin daha dirençli, yenilikçi ve sürdürülebilir bir geleceğe doğru evrilmesine katkıda bulunacaktır.

Kaynaklar

- Aggarwal, S. (2021). Indian dye-yielding plants: Efforts and opportunities. *Natural Resources Forum*, 45(1), 63–86.
- Ahmad, M. S., Pandey, A. K., & Abd Rahim, N. (2017). Advancements in the development of TiO₂ photoanodes and its fabrication methods for dye-sensitized solar cell (DSSC) applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 89–108.
- Alam, S. S., Ghosh, J., & Das, D. (2022). The coloration of cotton fabric with natural dye extracted from turmeric powder. *Journal of Textile Engineering and Fashion Technology*, 8(4), 134–138.
- Ali, N. F. (2018). Green strategy for the production of antimicrobial textiles. In *Fashion and Textiles: Breakthroughs in Research and Practice* (pp. 442–461). IGI Global.
- Alizadeh-Sani, M., Mohammadian, E., Rhim, J. W., & Jafari, S. (2020). pH-sensitive (halochromic) innovative packaging films based on natural food colourants for the monitoring of food quality and safety. *Trends in Food Science and Technology*, 105, 93–144.
- Allam, K., & Kumar, G. (2011). Colourants the cosmetics for the pharmaceutical dosage forms. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(3), 13–21.
- Amaya, E., & Nickell, D. (2015). Using feed to enhance the colour quality of fish and crustaceans. In I. D. A. Davis (Ed.), *Feed and feeding practices in aquaculture* (pp. 269–298). Woodhead Publishing.
- Amogne, N., Ayle, D., & Tsigie, Y. (2020). Recent advances in anthocyanin dyes extracted from plants for dyeing. *Materials for Renewable and Sustainable Energy*, 9(23), 1–16.
- Amorim, L., Mouro, C., Riool, M., & Gouvêia, I. (2022). Antimicrobial food packaging based on prodigiosin-incorporated double-layered bacterial cellulose and chitosan composites. *Polymers*, 14(2), 315. <https://doi.org/10.3390/polym14020315>
- Askar, K., Alsawad, Z., & Khalaf, M. (2015). Evaluation of rosella anthocyanin extracts' pH and thermal stabilities under solar light. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(3), 262–268.
- Avinash, G., Pachori, H., Sharma, A., & Mishra, S. (2025). Time series forecasting of bed occupancy in mental health facilities in India using machine learning. *Scientific Reports*, 15(1), 2686.
- Azman, N., Khairul, W., & Sarbon, N. (2022). A comprehensive review on biocompatible film sensor containing natural extract: Active/intelligent food packaging. *Food Control*, 141, 109189.

- Baig, G. A. (2011). Dyeing of polyester fabrics with indigo. *Research Journal of Textile and Apparel*, 15(4), 19–25.
- Benli, H., & Bahtiyari, M. İ. (2015). Combination of ozone and ultrasound in the pretreatment of cotton fabrics before natural dyeing. *Journal of Cleaner Production*, 89, 116–124.
- Bentes, A., de Souza, A. L., Amaya-Farfan, H., Lopes, J., & Faria, A. (2015). Influence of the composition of unripe genipap (*Genipa americana* L.) fruit on the formation of blue pigment. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 3919–3924.
- Bhargava, N., Sharanagat, V., Mor, R., & Kumar, K. (2020). Active and intelligent biodegradable packaging films using food and food waste-derived bioactive compounds: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 105, 385–401.
- Bin-Jumah, M., Alwakeel, S. S., Moga, M., Buvnariu, L., Bigiu, N., & Zia-Ul-Haq, M. (2021). Application of carotenoids in cosmetics. In *Carotenoids: Structure and Function in the Human Body* (pp. 747–756).
- Biswal, P., Mishar, M., Bhadouriya, A., & Yadav, V. (2015). An updated review on colorants as pharmaceutical excipients. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences*, 5(4), 1004–1017.
- Biswas, A., Severin, C. N., Smith, P. M., Steenstra, I. A., Robson, L. S., & Amick, B. C. (2018). Larger workplaces, people-oriented culture, and specific industry sectors are associated with co-occurring health protection and wellness activities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2739.
- Boranbayeva, T., Karadeniz, F., & Yılmaz, E. (2014). Effect of storage on anthocyanin degradation in black mulberry juice and concentrates. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 1894–1902.
- Borges, M., Tejera, R., Díaz, L., Esparza, P., & Ibáñez, E. (2012). Natural dyes extraction from cochineal (*Dactylopius coccus*): New extraction methods. *Food Chemistry*, 132(4), 1855–1860.
- Brauch, J., Zapata-Porras, S., Buchweitz, M., Aschoff, J., & Carle, R. (2016). Jagua blue derived from *Genipa americana* L. fruit: A natural alternative to commonly used blue food colorants? *Food Research International*, 89(1), 391–398.
- Brudzyńska, P., Sionkowska, A., & Grisel, M. (2021). Plant-derived colorants for food, cosmetic, and textile industries: A review. *Materials*, 14(13), 3484. <https://doi.org/10.3390/ma14133484>
- Bueno, A., Hoffmann, T., Souza, C., Carvalho, L., Bertoli, S., Barcellos, I., & Gonçalves, M. (2022). Optimal process conditions for recycled polyester dyeing using natural annatto dye. *Journal of Cleaner Production*, 370, Article 133419.

- Bujak, T., Zagórska-Dziok, M., Ziemlewska, A., Nizioł-Łukaszewska, Z., Lal, K., Wasilewski, T., & Hordyjewicz-Baran, Z. (2022). Flower extracts are multifunctional dyes in the cosmetics industry. *Molecules*, 27(3), 922. <https://doi.org/10.3390/molecules27030922>
- Cao, Z., Zhou, T., Miao, S., Wang, L., & Wang, Z. (2025). Exploring the economic occupational health, safety, and fatal accidents in high-risk industries. *BMC Public Health*, 25(1), 433.
- Chandru, P., & Praveena, R. (2021). Organic hybrid pigments from *Crotalaria globosa* for cotton dyeing – A sustainable approach. *Materials Today: Proceedings*, 47(9), 1773–1776.
- Chen, H.-Z., Zhang, M., Bhandari, B., & Yang, C.-H. (2020). Novel pH-sensitive films containing curcumin and anthocyanins to monitor fish freshness. *Food Hydrocolloids*, 100, 105438.
- Chen, S., Wu, M., Lu, P., Gao, L., Yan, S., & Wang, S. (2020). Development of pH indicator and antimicrobial cellulose nanofibre packaging film based on purple sweet potato anthocyanin and oregano essential oil. *International Journal of Biological Macromolecules*, 149, 271–280.
- Das, S., & Maulik, S. R. (2024). Recent approaches and advancements in natural dyes. In S. S. Muthu (Ed.), *Natural dyes and sustainability* (pp. 63–78). Springer, Cham.
- El Bouchikhi, M., Weerts, S., & Clavien, C. (2024). Behind the good of digital tools for occupational safety and health: A scoping review of ethical issues surrounding the use of the internet of things. *Frontiers in Public Health*, 12, 1468646.
- El-Helaly, M. (2024). Artificial intelligence and occupational health and safety: Benefits and drawbacks. *Medicina del Lavoro*, 115(2), e2024014.
- European Agency for Safety and Health at Work. (2022a). *Corrective and preventive actions in OSH management systems*. EU-OSHA.
- European Agency for Safety and Health at Work. (2022b). *OSH in the textile sector*. EU-OSHA.
- European Agency for Safety and Health at Work. (2023). *Behaviour-based safety in the textile industry*. EU-OSHA.
- European Chemicals Agency. (2022). *REACH regulation*. ECHA.
- European Commission. (2019). *The European Green Deal* (COM(2019) 640 final).
- European Commission. (2020). *Circular Economy Action Plan* (COM(2020) 98 final).
- European Commission. (2021). *Fit for 55 package* (COM(2021) 550 final).
- Fazli, Z., Sadeghi, M., Vali, M., & Ahmadinejad, P. (2025). The role of artificial intelligence in occupational health in radiation exposure: A scoping review of the literature. *Environmental Health*, 24(1), 32.

- Fiegler-Rudol, J., Lau, K., Mroczek, A., & Kasperczyk, J. (2025). Exploring human-AI dynamics in enhancing workplace health and safety: A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(2), 199.
- Huber, J., Anzengruber-Tanase, B., Schobesberger, M., Haslgrübler, M., Fischer-Schwarz, R., & Ferscha, A. (2025). Evaluating user safety aspects of AI-based systems in industrial occupational safety: A critical review of research literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(5), 705.
- International Labour Organization. (2021). *Occupational Safety and Health in the Textiles, Clothing, Leather, and Footwear Sector*. ILO.
- International Labour Organization. (2022). *Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all*. ILO.
- International Labour Organization. (2022). *Key performance indicators for OSH in the textile industry*. ILO.
- International Labour Organization. (2023). *Safe work procedures in natural dye production*. ILO.
- Li, N., Wang, Q., Zhou, J., & Li, S. (2022). Insight into the progress on natural dyes: Sources, structural features, health effects, challenges, and potential. *Molecules*, 27(10), 3291. <https://doi.org/10.3390/molecules27103291>
- Matyga, A. W., Chelala, L., & Chung, J. H. (2023). Occupational lung diseases: Spectrum of common imaging manifestations. *Korean Journal of Radiology*, 24(8), 795–806.
- Nanda, G. (2022). *Natural dyes: Sources, chemistry, application, and sustainability issues* [Unpublished manuscript]. Academia.edu.
- Phys.org. (2022). Lab-grown pigments and food by-products: The future of natural textile dyes. *Phys.org*. (Erişim tarihi: 15.05.2025)
- Pishgar, M., Issa, S. F., Sietsma, M., Pratap, P., & Darabi, H. (2021). REDE-CA: A novel framework to review artificial intelligence and its occupational safety and health applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 6705.
- Qi, X.-M., Luo, Y., Song, M.-Y., et al. (2021). Pneumoconiosis: Current status and future prospects. *Chinese Medical Journal*, 134(8), 898–907.
- Saha, J. (2025). Eco-friendly dyeing and finishing techniques. *Textile Learner*. <https://www.textilelearner.com/eco-friendly-dyeing-finishing>
- Sankari, M., Anjum, M. R., Sravya, B., Sowmika, S., Ilakkia, S., & Narasimha, G. (2024). Ecofriendly dyes: Extraction, characterization, and potential applications. *Journal of Advanced Zoology*, 45(1), 1067–1083.

- Shah, I. A., & Mishra, S. (2024). Artificial intelligence in advancing occupational health and safety: An encapsulation of developments. *Journal of Occupational Health*, 66(1), uia017.
- T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2022). *Ulusal iş sağlığı ve güvenliği politika belgesi*.
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2021). *Tekstil sektöründe risk değerlendirme rehberi*.
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2022). *Doğal boya üretiminde İSG eğitim programı*.
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2022). *Yeşil dönüşüm sosyal diyalog platformu*.
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2023). *İSG yönetim sistemleri denetim rehberi*.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2021). *Türkiye'nin 2053 net sıfır emisyon hedefi*.
- T.C. İŞKUR. (2023). *Yeşil işler beceri geliştirme programı*.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (2022). *Yeşil dönüşüm ve İSG eğitim programı*.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2021). *Yeşil dönüşüm destek programı*.
- T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu. (2023). *Yeşil dönüşüm sosyal koruma programı*.
- Takala, J., Hämäläinen, P., Sauni, R., Nygård, C. H., Gagliardi, D., & Neupane, S. (2023). Global-, regional- and country-level estimates of the work-related burden of diseases and accidents in 2019. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*.
- Textile Value Chain. (2024). *Textile industry innovations in dyeing and finishing processes: Minimizing environmental impact*.
- United Nations. (2022). *Sustainable Development Goals Report 2022*. United Nations Publications.
- Yates, D. H., Perret, J. L., Davidson, M., Miles, S. E., & Musk, A. W. (2023). Dust diseases in modern Australia: A discussion of the new T. *Journal of Occupational Health*.
- Yusuf, M., Shabbir, M., & Mohammad, F. (2017). Natural colorants: Historical, processing and sustainable prospects. *Natural Products and Bioprospecting*, 7(1), 123–145.

Kimyasal Riskten Toplumsal Refaha: Tekstil ve Ahşap Boyama Sektörlerinde Kimya Teknolojisi, İSG ve Sürdürülebilirlik

Elif Aktürk Bozdemir¹

Özet

Kimyasal riskler, endüstriyel üretim süreçlerinde çalışan sağlığı ve çevresel sürdürülebilirlik açısından en kritik tehditlerden birini oluşturmaktadır. Özellikle tekstil ve ahşap boyama gibi kimyasal kullanımının yoğun olduğu sektörlerde bu risklerin etkili bir şekilde yönetilmesi, hem iş güvenliği politikalarının başarısı hem de işletmelerin uzun vadeli verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ) bu alandaki yapısal eksiklikleri, maruziyetin kontrolünü zorlaştırmakta ve hem çalışanlar hem de çevre üzerinde geri dönüşü zor etkiler yaratabilmektedir. Bu bağlamda, kimyasal risk yönetiminin sadece teknik önlemlerle sınırlı kalmayan, aynı zamanda sürdürülebilir ve yenilikçi çözümleri içeren çok boyutlu bir yaklaşım çerçevesinde ele alınması gerekmektedir.

Bu bölümde, kimyasal risklerin yönetimi bağlamında özellikle tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde karşılaşılan özgül risk faktörleri ele alınmaktadır. Bu sektörlerde faaliyet gösteren küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler), üretim süreçlerinde sıklıkla ağır metaller, uçucu organik bileşikler (VOC'ler) ve sentetik bazlı boyalar gibi toksik kimyasallar kullanmaktadır. Söz konusu kimyasallar, yalnızca çalışanların sağlığı açısından değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik açısından da ciddi tehditler oluşturmaktadır.

Çalışmada, bu risklerin sistematik bir şekilde analiz edilmesi ve etkin biçimde yönetilebilmesi amacıyla “Kimyasal Riskten Refaha Modeli” başlıklı bütüncül bir yaklaşım önerilmiştir. Bu model; risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve kontrol altına alınmasını sağlayan yapısal adımları içermekte, aynı zamanda işverenler ve çalışanlar arasında bilinç düzeyini artırmaya yönelik politikaları da kapsamaktadır.

1 Öğr. Gör. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat Meslek Yüksekokulu, elif.akturkbozdemir@gop.edu.tr, 0000-0001-9228-8635

Geleneksel toksik kimyasalların yerine geçebilecek alternatif çözümler olarak; doğal boyalar, su bazlı boyalar ve biyolojik kökenli kimyasal maddelerin kullanımına ilişkin uygulamalar değerlendirilmiştir. Bu yenilikçi ürünler, üretim süreçlerinde maruziyeti azaltmakta ve çevresel etkilerin minimize edilmesine katkı sunmaktadır. Bununla birlikte, mühendislik kontrolleri (havalandırma sistemleri, izolasyon teknikleri vb.), kişisel koruyucu donanım kullanımı ve sürekli mesleki eğitim faaliyetleri gibi iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin, kimyasal risklere karşı çalışanların korunmasında kritik öneme sahip olduğu vurgulanmıştır.

Sonuç olarak, kimyasal risklerin yönetimi yalnızca yasal bir zorunluluk değil, aynı zamanda iş sağlığı, çevresel sorumluluk ve ekonomik sürdürülebilirlik arasında bir denge kurulmasını gerektiren stratejik bir yaklaşımdır. Bu bağlamda çalışma, KOBİ'lerin mevcut üretim yapıları içerisinde uygulanabilir, maliyet-etkin ve sürdürülebilir çözümler geliştirmelerine katkı sunabilecek pratik politika önerileri ve uygulama rehberleri ortaya koymaktadır.

1. Giriş

Türkiye ekonomisinde hem tekstil hem de ahşap boyama sektörleri stratejik bir öneme sahiptir. Tekstil sektörü, 2022 yılı itibarıyla Türkiye'nin toplam ihracat hacminin yaklaşık %10'unu oluşturarak 16,2 milyar dolarlık dış ticaret değeri yaratmış ve ülke ekonomisinin dinamik sektörlerinden biri olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur (TÜİK, 2023). Öte yandan, ahşap işleme ve mobilya endüstrisi özellikle iç pazarda istikrarlı bir büyüme göstermiş; 2023 yılında yaklaşık 4,5 milyar dolarlık ekonomik değer ile önemli bir katma değer üretmiştir (Özkan, 2016). Her iki sektörün ortak özelliği ise üretim süreçlerinde yüksek oranda kimyasal madde kullanımudur. Bu durum, iş sağlığı ve güvenliği açısından ciddi tehlikeler yaratmakta; aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik açısından da dikkate değer riskleri beraberinde getirmektedir (Sudarshan et al., 2023; Dutta et al., 2024). Özellikle boyama ve yüzey işlem aşamalarında kullanılan kimyasalların toksik etkileri, hem çalışan sağlığını tehdit etmekte hem de doğal kaynakların kirlenmesine yol açmaktadır. Bu nedenle söz konusu sektörlerde, kimya teknolojisinin güvenli kullanımı, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının güçlendirilmesi ve çevresel etkilerin minimize edilmesi, sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle doğrudan ilişkili hale gelmiştir.

Tekstil boyama ve ahşap kaplama süreçlerinde yaygın olarak kullanılan kimyasal maddeler—özellikle ağır metaller, uçucu organik bileşikler (VOC'ler) ve sentetik boyar maddeler—çalışan sağlığı açısından önemli tehditler barındırmaktadır. Bu kimyasallar, kısa vadede solunum yolu irritasyonları, ciltte tahriş ve alerjik reaksiyonlar gibi akut etkiler yaratırken;

uzun vadede maruz kalma durumunda kansere kadar varan ciddi sağlık problemlerine yol açabilmektedir (Adamova et al., 2020). Üstelik bu maddelerin üretim ve kullanım süreçlerinden sonra uygun şekilde bertaraf edilmemesi, çevresel düzeyde ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Özellikle atık su yoluyla doğaya karışan toksik bileşenler, su ve toprak ekosistemlerinin bozulmasına neden olmakta; bu durum yalnızca çevresel sürdürülebilirliği değil, aynı zamanda insan sağlığını da dolaylı olarak tehdit etmektedir (Aachimi et al., 2023).

Bu bölümde, tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde kimyasal risklerin sistematik biçimde nasıl yönetilebileceği, bu risklere karşı kimya teknolojisi aracılığıyla geliştirilen yenilikçi ve çevre dostu çözümlerin neler olduğu, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarının mevcut durumu ile sürdürülebilirlik ilkeleri arasındaki karşılıklı etkileşimler bilimsel bir bakış açısıyla analiz edilmektedir. Ayrıca, özellikle Türkiye’de faaliyet gösteren küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ) bu bağlamda karşılaştığı yapısal zorluklar ve sahip olduğu potansiyel fırsatlar detaylı biçimde ele alınmaktadır. Çalışma, kimyasal risklerin azaltılmasını yalnızca bir iş sağlığı meselesi olarak değil, aynı zamanda toplumsal refahı artırmaya yönelik bütüncül bir strateji olarak değerlendirmekte ve bu kapsamda “*Kimyasal Riskten Refaha Modeli*” başlığı altında özgün bir çözüm önerisi sunmaktadır.

1.1. Sektörel Bağlam ve Önem

Türkiye’de tekstil ve ahşap boyama sektörleri, hem ekonomik büyümeye sağladıkları katkı hem de istihdam yaratma potansiyelleri bakımından stratejik bir konumda yer almaktadır. Bu sektörlerin üretim yapıları büyük ölçüde küçük ve orta ölçekli işletmelere (KOBİ) dayanmaktadır. Bu durum, yerel ekonomilerin canlılığını artırmakta; aynı zamanda esnek üretim yapıları ve düşük yatırım maliyetleri sayesinde bölgesel kalkınmaya da olumlu katkılar sunmaktadır (Yılmaz, 2009; Ceylan & Demir, 2020). Nitekim Türkiye’de faaliyet gösteren tekstil işletmelerinin yaklaşık %78’i ve ahşap işleme tesislerinin %85’i KOBİ niteliğindedir. Bu işletmelerin büyük bir kısmı ise organize sanayi bölgelerinde (OSB) konumlanmış durumdadır (TÜİK, 2023). Ancak bu KOBİ ağırlıklı yapılanma, beraberinde bazı yapısal sorunları da getirmektedir. Özellikle iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarında kurumsal yetersizlikler, teknolojik altyapı eksiklikleri ve insan kaynağı niteliği açısından yaşanan sınırlılıklar, kimyasal risklerin etkin yönetimini zorlaştırmaktadır.

Bu bağlamda, kimya teknolojisinde yaşanan gelişmeler—örneğin su bazlı boyalar, doğal boyar maddeler ve biyobazlı kimyasal bileşikler gibi

çevre dostu alternatiflerin geliştirilmesi—bu sektörlerdeki kimyasal risklerin azaltılması için önemli fırsatlar sunmaktadır (Bechtold et al., 2019; Jordeva et al., 2020). Ancak bu yenilikçi teknolojilerin KOBİ ölçeğindeki işletmelere entegre edilebilmesi, yalnızca teknik kapasiteyle sınırlı değildir; aynı zamanda finansal kaynaklara erişim, çalışanların eğitimi ve yöneticilerin farkındalık düzeyi gibi faktörlerle doğrudan ilişkilidir (Aktürk-Bozdemir et al., 2024). Bu nedenle kamu destekleri, sektörel rehberlik faaliyetleri ve yaygınlaştırıcı eğitim programları, sürdürülebilir ve güvenli üretim ortamlarının sağlanması için kritik öneme sahiptir.

1.2. Kimyasal Riskten Refaha Modeli

Bu çalışma, tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde kimyasal risklerin bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesini ve bu yönetimin toplumsal refah üzerindeki etkisinin sistematik biçimde değerlendirilmesini amaçlayan özgün bir çerçeve önermektedir. Söz konusu model, dört temel bileşenin entegrasyonu üzerine kuruludur:

- **Risk Tanımlama ve Değerlendirme:** Bu aşama, işletmelerde kullanılan kimyasalların detaylı envanterinin oluşturulması, maruziyet düzeylerinin ölçülmesi ve sistematik risk değerlendirme süreçlerinin yürütülmesini kapsamaktadır. Bu adım, hem çalışan sağlığı açısından tehdit oluşturan unsurların belirlenmesi hem de önleyici stratejilerin temellendirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.
- **İSG Uygulamaları:** Belirlenen risklerin kontrol altına alınabilmesi için mühendislik kontrolleri, uygun kişisel koruyucu donanımların (KKD) kullanımı ve çalışanlara yönelik sürekli eğitim programları gibi temel iş sağlığı ve güvenliği araçlarının etkin biçimde uygulanması gerekmektedir. Bu kapsamda alınacak önlemler, doğrudan çalışan sağlığının korunmasına katkı sunmaktadır.
- **Sürdürülebilir Teknolojiler:** Kimyasal risklerin azaltılmasında çevre dostu ve yenilikçi teknolojilerin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda su bazlı boyalar, doğal boyar maddeler ve biyobazlı kimyasallar gibi sürdürülebilir üretim bileşenleri, hem insan sağlığını hem de çevreyi koruma potansiyeliyle öne çıkmaktadır.
- **Toplumsal Refah Katkısı:** Modelin son bileşeni, kimyasal risklerin etkin yönetiminin sadece işyeri düzeyinde değil, aynı zamanda toplumsal düzeyde de fayda üreteceğini varsaymaktadır. Bu faydalar; sağlık göstergelerinde iyileşme, çevresel tahribatın azalması ve ekonomik performansta artış gibi çok yönlü çıktılarla somutlaşmaktadır.

Bu çerçevede geliştirilen Kimyasal Riskten Refaha Modeli, kimyasal risklerin yönetimini yalnızca bir iş sağlığı ve güvenliği meselesi olarak değil; aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma ve toplumsal refah bağlamında ele almaktadır. Modelin sektörel düzeyde uygulanması, çalışan sağlığının korunması, çevresel etkilerin minimize edilmesi ve üretim süreçlerinin verimliliğinin artırılması gibi çok boyutlu kazanımlar sağlayarak sanayi-toplum-çevre etkileşimini dengelemeye yönelik stratejik bir araç işlevi görebilir (Bozkurt & Değirmenci, 2018).

2. Kimyasal Riskler ve Sektörel Maruziyet

Kimyasal riskler, toksik, kanserojen, korozif ya da yanıcı özelliklere sahip maddelerin insan sağlığına ve çevreye yönelik oluşturduğu potansiyel tehditler olarak tanımlanmaktadır (Sudarshan et al., 2023; Dutta et al., 2024). Bu riskler, maruziyet süresi, kimyasalın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile temas yollarına bağlı olarak farklı düzeylerde etkili olabilmektedir. Özellikle endüstriyel üretim süreçlerinde yaygın biçimde kullanılan kimyasal maddeler, kontrolsüz ya da yetersiz önlemler altında kullanıldığında ciddi sağlık ve güvenlik sorunlarına yol açmaktadır.

Tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde üretim süreçlerinin doğası gereği, çalışanlar başta boyar maddeler, çözücüler, reçineler ve yüzey işlem kimyasalları olmak üzere çok sayıda tehlikeli kimyasal ajanla doğrudan ya da dolaylı olarak karşı karşıya kalmaktadır. Bu maruziyet, genellikle solunum yolu, deri teması ve nadiren sindirim yolu ile gerçekleşmekte; akut etkilerin yanı sıra uzun vadede mesleki hastalıkların gelişme riskini de artırmaktadır. Özellikle uygun havalandırma sistemlerinin yetersizliği, kişisel koruyucu donanım kullanımındaki eksiklikler ve eğitim düzeyinin düşüklüğü, bu risklerin ciddiyetini artıran başlıca faktörler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, kimyasal risklerin etkin şekilde tanımlanması ve değerlendirilmesi, yalnızca çalışan sağlığı ve güvenliği açısından değil, aynı zamanda çevresel koruma ve sürdürülebilir üretim politikalarının geliştirilmesi açısından da büyük önem arz etmektedir.

2.1. Tanım ve Kategoriler

Tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde ortaya çıkan kimyasal riskler, literatürde genel olarak aşağıdaki ana kategoriler altında sınıflandırılmaktadır (Bozkurt & Değirmenci, 2018; Adamova et al., 2020; Aachimi et al., 2023):

- Toksik ve Kanserojen Maddeler: Krom, kadmiyum ve kurşun gibi ağır metaller, hem akut hem de kronik maruziyet durumlarında organ hasarına ve kanser gelişimine yol açabilen yüksek toksisiteye

sahiptir. Özellikle tekstil boyama süreçlerinde yaygın olarak kullanılan azo boyar maddeler, metabolik dönüşümleri sonucunda kanserojen özellik taşıyan aromatik aminlere dönüşebilme potansiyeline sahiptir. Bu durum, iş sağlığı açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.

- **Uçucu Organik Bileşikler (VOC'ler):** Solvent bazlı boyaların başlıca bileşenleri arasında yer alan toluen, ksilen ve benzen gibi uçucu organik bileşikler, çalışanların solunum yollarını tahriş ederek astım ve kronik bronşit gibi hastalıklara neden olabilmektedir. Ayrıca bu bileşikler, havaya yayılarak çevresel hava kirliliğine katkıda bulunmakta ve ekosistemler üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Ahşap boyama ve kaplama işlemlerinde yaygın kullanılan vernikler ise yüksek oranda VOC içermekte olup, bu risklerin artmasına neden olmaktadır.
- **Alerjen ve İrritan Maddeler:** Tekstil boyamada tercih edilen reaktif boyar maddeler ile ahşap koruyucu kimyasallar arasında bulunan formaldehit gibi bileşenler, dermatit, astım ve diğer alerjik reaksiyonların gelişiminde rol oynamaktadır. Bu kimyasalların maruziyeti, özellikle uygun koruyucu önlemlerin alınmadığı iş ortamlarında, çalışanların sağlık durumunu olumsuz yönde etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır.

2.2. Risk Belirleme ve Değerlendirme

Kimyasal risklerin etkin bir şekilde yönetilebilmesi için öncelikli adım, işyerinde kullanılan kimyasal maddelerin kapsamlı bir envanterinin oluşturulmasıdır. Bu süreç, kimyasalların türü, miktarı ve kullanım şekillerine ilişkin bilgilerin sistematik olarak toplanmasını içermektedir. Takip eden aşamada, çalışanların maruziyet düzeylerinin ölçülmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. Bu ölçümler, solunum havası kalitesi, deri teması ve çevresel kirlleticilerin konsantrasyonları gibi parametreleri kapsar. Elde edilen veriler ışığında gerçekleştirilen risk değerlendirmesi, kimyasal maddelerin sağlık üzerindeki potansiyel tehlikelerinin belirlenmesi ve önceliklendirilmesini sağlamaktadır (Fatemi et al., 2022; Aachimi et al., 2023).

Türkiye'deki organize sanayi bölgelerinde yürütülen araştırmalar, tekstil boyama tesislerinde özellikle uçucu organik bileşiklerin (VOC) konsantrasyonlarının, yetersiz havalandırma sistemleri nedeniyle ulusal ve uluslararası sınır değerlerin üzerinde seyretmekte olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, hem işyeri ortam kalitesi açısından ciddi bir risk oluşturmakta hem de çalışanların solunum yolu hastalıklarına yakalanma olasılığını artırmaktadır (Yılmaz, 2009; Ceylan & Demir, 2020).

Uluslararası alanda, kimyasal maddelerin güvenli kullanımına yönelik standartlar ve düzenlemeler, Avrupa Birliği'nin REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals – Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması*) ve CLP (*Classification, Labelling and Packaging – Sınıflandırma, Etiketleme ve Ambalajlama*) düzenlemeleri ile belirlenmiştir. Bu mevzuatlar, kimyasalların insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmeye yönelik kapsamlı gereklilikler içermekte ve üreticilere, ithalatçılara ve kullanıcılarına yükümlülükler getirmektedir (ECHA, 2018). Türkiye’de ise, kimyasal risklerin yönetimi ve iş sağlığı güvenliği uygulamalarının standartlaştırılması amacıyla 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile “*Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik*” yürürlüğe konmuştur. Bu yasal düzenlemeler, işyerlerinde kimyasal risklerin tespiti, değerlendirilmesi ve kontrolü için çerçeve sunmakta, işverenlerin ve çalışanların sorumluluklarını açıkça tanımlamaktadır. Tablo 1’de başlıca kimyasal riskler ve etkileri sunulmuştur.

Tablo 1: Başlıca Kimyasal Riskler ve Etkileri

Kimyasal Türü	Maruziyet Yolu	Sağlık Riski	Çevresel Etki
Boyar Maddeler	Solunum, Deri	Alerji, Astım, Kanser	Su/Hava Kirliliği
Ağır Metaller	Deri, Solunum	Toksosite, Organ Hasarı	Toprak/Su Kirliliği
VOC’ler	Solunum	Solunum Hastalıkları	Hava Kirliliği
Sentetik Reçineler	Deri, Solunum	İrritasyon, Alerji	Atık Problemi

3. Tekstil Sektöründe Kimya Teknolojisi ve Sürdürülebilirlik

Tekstil sektörü, özellikle boyama ve apre işlemleri sırasında yoğun kimyasal kullanımına dayanan karmaşık üretim süreçlerine sahiptir. Bu kimyasal teknolojiler, ürünlerin estetik ve fonksiyonel özelliklerini geliştirmede kritik bir rol oynamaktadır. Boyama işlemleri, tekstil ürünlerine renk ve dayanıklılık kazandırırken, apre uygulamaları ise kumaşın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirerek ürün performansını artırmaktadır. Ancak, bu işlemlerde kullanılan kimyasalların çeşitliliği ve miktarı, beraberinde önemli çevresel ve sağlık sorunlarını da gündeme getirmektedir. Sektörde yaygın kullanılan boyar maddeler, çözücüler, yardımcı kimyasallar ve ağır metaller, çalışanların maruziyeti ile ekosistem üzerinde ciddi riskler oluşturabilmektedir. Özellikle su bazlı olmayan solventler ve sentetik boyar maddeler, hem atık su kaynaklarının kirlenmesine hem de hava kalitesinin

bozulmasına sebep olmaktadır. Bu durum, sürdürülebilir üretim anlayışıyla çelişmekte ve sektörün çevresel etkilerinin azaltılması yönünde acil önlemler alınmasını gerektirmektedir (Muthu, 2020).

Son yıllarda, kimya teknolojisinde yaşanan gelişmeler sayesinde, tekstil sektöründe çevre dostu ve sürdürülebilir çözümler giderek önem kazanmaktadır. Su bazlı boyalar, doğal kökenli boyar maddeler ve biyobazlı kimyasallar, hem üretim süreçlerinde kimyasal risklerin azaltılmasına hem de ürünlerin çevresel ayak izinin küçültülmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, proses optimizasyonu ve atık yönetimi gibi tekniklerle, enerji ve su kullanımının minimize edilmesi sektörün sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında kilit rol oynamaktadır.

Bu çerçevede, tekstil sektöründe kimya teknolojisinin sürdürülebilirlik ilkeleriyle bütünleşmesi, sadece çevre koruması açısından değil, aynı zamanda iş sağlığı ve güvenliği standartlarının iyileştirilmesi ve ekonomik verimliliğin artırılması açısından da stratejik bir öncelik olarak ortaya çıkmaktadır.

3.1. Kimyasal Maddelerin Kullanımı

Tekstil boyama süreçlerinde reaktif, dispers ve asit boyalar en yaygın olarak tercih edilen kimyasal maddeler arasında yer almaktadır. Bu boyar maddeler, tekstil ürünlerine yüksek düzeyde renk haslığı, parlaklık ve geniş renk çeşitliliği kazandırmakla birlikte, üretim süreçlerinde su kaynaklarının kirlenmesine ve toksik kimyasal atıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Sudarshan et al., 2023; Dutta et al., 2024). Özellikle reaktif boyalar, kumaş ile kimyasal bağlar oluşturarak dayanıklı renkler sağlasa da, kullanım sonrası atık sularında yüksek miktarda organik ve inorganik kirleticiler bırakmaktadır.

Türkiye’de yapılan saha araştırmaları, tekstil sektöründe faaliyet gösteren küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ) yaklaşık %60’ında etkili atık su arıtma sistemlerinin bulunmadığını ortaya koymuştur. Bu durum, kimyasal atıkların işlenmeden doğrudan çevresel su kaynaklarına deşarj edilmesine ve sonuç olarak su kirliliğinin artmasına yol açmaktadır (Yılmaz, 2009; Ceylan & Demir, 2020). Atık suyun içeriğinde bulunan boyar maddeler ve diğer kimyasallar, su ekosistemlerinde biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve su kalitesinin bozulmasına sebep olmaktadır.

Bu bağlamda, tekstil sektöründe kimyasal madde kullanımının çevresel etkilerinin azaltılması amacıyla, hem teknolojik altyapının güçlendirilmesi hem de çevre dostu boyar maddelerin tercih edilmesi kritik önem taşımaktadır. Ayrıca, atık su arıtma sistemlerinin yaygınlaştırılması ve etkinliğinin artırılması, sürdürülebilir üretim ve çevre koruma hedeflerine ulaşmak için gereklidir.

3.2. Sürdürülebilir Uygulamalar ve Yenilikçi Teknolojiler

Tekstil sektöründe sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için çeşitli yenilikçi uygulamalar ve teknolojik çözümler ön plana çıkmaktadır. Bu yaklaşımlar, hem çevresel etkilerin azaltılmasına hem de iş sağlığı ve güvenliği koşullarının iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır. Öne çıkan uygulamalar şunlardır:

- **Su Bazlı Boyalar:** Geleneksel solvent bazlı boyaların aksine, su bazlı boyalar uçucu organik bileşik (VOC) emisyonlarını yaklaşık %50 oranında azaltma potansiyeline sahiptir. Bu özellikleri sayesinde, hem çevre kirliliği önemli ölçüde düşürülmekte hem de çalışanların kimyasal maruziyet kaynaklı sağlık riskleri minimize edilmektedir. Su bazlı boyaların kullanımı, kimyasal risklerin yönetiminde sürdürülebilir ve güvenli bir alternatif sunmaktadır (Bechtold et al., 2019; Jordeva et al., 2020; Muthu, 2020).
- **Doğal Boyar Maddeler:** Bitkisel kaynaklı ekstraktların, özellikle *Morus alba* (dudun yaprağı), ceviz kabuğu ve nar kabuğu gibi doğal maddelerin boyamada kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu doğal boyar maddeler, biyobozunur özellikleri sayesinde çevresel kirliliği %30'a kadar azaltmakta ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri minimize etmektedir. Aktürk-Bozdemir ve arkadaşlarının (2024) yaptığı araştırma, *Morus alba* ekstraktının özellikle ahşap boyama işlemlerinde etkili ve çevreci bir alternatif olduğunu ortaya koymuştur.
- **Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı:** Tekstil sektöründe atık suyun geri kazanımı ve yeniden kullanımı, su kaynaklarının etkin yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. Modern arıtma teknolojileri sayesinde, tekstil atık sularının %70'e varan oranlarda arıtılarak geri kazanımı mümkün olmaktadır. Bu süreç, su tüketimini önemli ölçüde azaltırken, kimyasal atıkların doğrudan çevreye bırakılmasını engelleyerek çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir. Döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde, atıkların kaynağında azaltılması ve yeniden kullanımı, sektörün ekolojik ayak izini küçültmede etkili bir strateji olarak kabul edilmektedir (Ellen MacArthur Foundation, 2021; Wojciechowska, 2021).

Tekstil sektöründe sürdürülebilir üretimi destekleyen yenilikçi teknolojiler, hem çevresel etkilerin azaltılması hem de üretim verimliliğinin artırılması açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Dijital tekstil baskı teknolojisi, geleneksel boyama yöntemlerine kıyasla su tüketimini yaklaşık %50 oranında azaltmakta ve kimyasal madde kullanımını da %30

seviyesinde düşürmektedir. Bu teknoloji, ihtiyaç duyulan boyar madde miktarını minimize ederek hem kaynak verimliliğini artırmakta hem de çevreye olan olumsuz etkileri sınırlandırmaktadır (Muthu, 2020). Bunun yanı sıra, nano-enzim teknolojileri ile gerçekleştirilen boyama işlemleri, boyama verimliliğini %20'ye kadar artırırken, kullanılan kimyasal atıkların miktarında %25'lik bir azalma sağlamaktadır. Nano-enzimler, hedeflenen reaksiyonları hızlandırarak proseslerin daha çevreci ve ekonomik şekilde yürütülmesini mümkün kılmaktadır. Türkiye'de faaliyet gösteren bir tekstil KOBİ'sinin dijital baskı teknolojisini benimsemesi sonucunda, 2023 yılı itibarıyla su tüketiminde %40, kimyasal atıklarda ise %35 oranında önemli düşüşler kaydedilmiştir. Bu örnek, yenilikçi teknolojilerin KOBİ'ler tarafından benimsenmesinin çevresel sürdürülebilirlik ve iş sağlığı açısından somut faydalar getirdiğini göstermektedir (Yılmaz, 2009; Ceylan & Demir, 2020). Söz konusu teknolojilerin yaygınlaştırılması için finansal destek, teknik eğitim ve farkındalık programlarının artırılması gerekmekte olup, bu alanlarda yapılacak yatırımlar sektörün sürdürülebilir dönüşümünü hızlandıracaktır.

4. Ahşap Boyama Sektöründe Kimya Teknolojisi ve Sürdürülebilirlik

Ahşap boyama sektörü, hem ürünlerin estetik görünümünü artırmak hem de dayanıklılığını ve koruyuculuğunu sağlamak amacıyla çeşitli kimyasal maddelerin kullanımına dayanmaktadır. Bu kimyasallar, ahşabın çürüme, böceklenme ve çevresel etkilere karşı direncini güçlendirmekle birlikte, hem üretim sürecinde çalışanların maruz kaldığı sağlık risklerini hem de çevresel kirliliği beraberinde getirmektedir. Özellikle solvent bazlı vernikler ve koruyucu kimyasallar, yüksek oranda uçucu organik bileşik (VOC) içermesi nedeniyle hava kalitesini olumsuz etkileyebilmekte, çalışanlarda solunum yolu hastalıkları ve dermatolojik rahatsızlıklar gibi mesleki sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Adamova et al., 2020).

Sektörde sürdürülebilirliği artırmaya yönelik çabalar, kimya teknolojisinde geliştirilen çevre dostu alternatiflerin uygulanmasıyla şekillenmektedir. Bu kapsamda, su bazlı vernikler, doğal kaynaklı koruyucular ve biyobazlı kimyasalların kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Bu yenilikçi çözümler, ahşap boyama işlemlerinin çevresel yükünü azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda çalışan sağlığını koruma yönünde de kritik katkılar sağlamaktadır. Sürdürülebilirlik perspektifi doğrultusunda, ahşap boyama sektöründe kimyasal risklerin minimize edilmesi, hem iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının güçlendirilmesi hem de çevresel etkilerin azaltılması açısından vazgeçilmezdir. Bu durum, sektörde yenilikçi kimya

teknolojilerinin benimsenmesini ve kapsamlı risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

4.1. Boya ve Kimyasal Maddeler

Ahşap boyama sektöründe kullanılan kimyasal maddeler, ürün kalitesi, dayanıklılık ve çevresel etkiler açısından çeşitlilik göstermektedir. Bu kimyasalların başlıcaları şu şekilde sınıflandırılabilir:

- **Su Bazlı Boyalar:** Su bazlı boyalar, özellikle uçucu organik bileşikler (VOC) emisyonlarını %60'a kadar azaltma potansiyeline sahip olup, çalışanların maruz kaldığı sağlık risklerini önemli ölçüde düşürmektedir. Bu çevre dostu alternatifler, geleneksel solvent bazlı boyalara göre daha düşük toksisite ve çevresel etkilerle ön plana çıkmaktadır. Ancak, su bazlı boyaların kuruma süresi solvent bazlı olanlara kıyasla daha uzun olmakta ve dayanıklılık açısından bazı sınırlamalar göstermektedir. Bu durum, uygulama süreçlerinde dikkat ve özel tekniklerin kullanılmasını gerektirmektedir (Bechtold et al., 2019; Jordeva et al., 2020).
- **Solvent Bazlı Boyalar:** Solvent bazlı boyalar, yüksek dayanıklılık, parlaklık ve hızlı kuruma özellikleri sebebiyle geleneksel olarak yaygın şekilde tercih edilmektedir. Ancak, yüksek VOC içeriği nedeniyle hem çalışan sağlığı hem de çevre açısından önemli riskler barındırmaktadır. Solvent buharlarına maruziyet, solunum yolu hastalıkları, cilt tahrişi ve merkezi sinir sistemi üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Ayrıca, bu kimyasalların atmosfere salınımı hava kirliliği sorunlarını artırmaktadır (Ulay et al., 2015; Semenzin et al., 2019).
- **Biyobazlı Boyalar:** Son yıllarda sürdürülebilirlik perspektifiyle öne çıkan biyobazlı boyalar, bitkisel yağlar, reçineler ve doğal ekstraktlar kullanılarak geliştirilmektedir. Bu boyalar, ahşap yüzeylerde %85'e varan biyobozunurluk oranı ile çevresel yükü azaltmakta ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri minimize etmektedir. Aktürk-Bozdemir ve arkadaşlarının (2024) gerçekleştirdiği çalışmalar, özellikle *Morus alba* (dut ağacı) ekstraktının çam ahşap numunelerinin boyanmasında etkili ve dayanıklı bir alternatif olduğunu ortaya koymuştur. Bu tür biyobazlı çözümler, ahşap boyama sektöründe kimyasal risklerin yönetilmesinde önemli bir yenilikçi adım olarak değerlendirilmektedir.

4.2. Çevresel Etkiler ve Nano-Teknoloji

Ahşap boyama süreçlerinde kullanılan kimyasallar, özellikle uçucu organik bileşikler (VOC'ler) ve ağır metaller, çevresel kirlilik açısından

önemli riskler teşkil etmektedir. VOC'ler, atmosferde kimyasal reaksiyonlara girerek hava kalitesini olumsuz etkilerken, ağır metaller içeren boyalar ise su ve toprak kirliliğine yol açarak ekosistem sağlığını tehdit etmektedir. Türkiye'deki organize sanayi bölgelerinde gerçekleştirilen saha ölçümleri, su bazlı boyaların kullanımının VOC emisyonlarını yaklaşık %40 oranında azalttığını ortaya koymuştur. Bu bulgu, çevresel sürdürülebilirlik açısından su bazlı boyaların tercih edilmesinin önemini vurgulamaktadır (Yılmaz, 2009; Ceylan ve Demir, 2020).

Son dönemde ahşap boyama sektöründe uygulama alanı bulan nano-teknoloji, çevresel ve sağlık risklerinin azaltılması yönünde umut vadeden bir gelişme olarak ön plana çıkmaktadır. Özellikle nano-bakır oksit (CuO) ve nano-çinko oksit (ZnO) partiküllerinin ahşap koruyucu olarak kullanımı, ahşabın mekanik dayanıklılığını %25 oranında artırırken, aynı zamanda toksik etkileri %30 civarında azaltmaktadır (Ulay et al., 2015; Semenzin et al., 2019). Bu nano-malzeme teknolojileri, geleneksel koruyucu kimyasallara kıyasla çok daha düşük konsantrasyonlarda etkili olmaları sebebiyle, kimyasal kullanımını ve dolayısıyla çevresel yükü önemli ölçüde minimize etmektedir. Ayrıca, nano-partiküllerin hedefe yönelik etkisi, çevre ve insan sağlığı açısından potansiyel risklerin azaltılmasında kritik bir avantaj sağlamaktadır.

Bu bağlamda, nano-teknolojinin ahşap boyama sektöründe yaygınlaştırılması, hem çevresel sürdürülebilirlik hem de iş sağlığı ve güvenliği açısından stratejik bir adım olarak değerlendirilmektedir.

5. İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Uygulamaları

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) uygulamaları, kimyasal maruziyet kaynaklı sağlık risklerinin minimize edilmesi ve çalışanların güvenli çalışma ortamlarında bulunmasının sağlanması açısından hayati önem taşımaktadır. Özellikle tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde, yoğun kimyasal kullanımı nedeniyle solunum yolu hastalıkları, deri rahatsızlıkları ve kronik toksik etkiler gibi çeşitli sağlık sorunları ortaya çıkabilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2016) tarafından da vurgulandığı üzere, etkili İSG uygulamaları, sadece çalışan sağlığını korumakla kalmayıp aynı zamanda iş gücü verimliliğini artırmakta ve iş kazalarının önlenmesine katkıda bulunmaktadır.

İSG çerçevesinde kimyasal risklerin yönetimi, öncelikle risk tanımlaması ve maruziyet değerlendirmesi ile başlamaktadır. Takip eden aşamalarda ise mühendislik kontrol yöntemleri (örneğin, etkin havalandırma sistemleri ve kapalı devre üretim hatları), idari kontroller ve kişisel koruyucu donanımların (KKD) etkin kullanımı kritik rol oynamaktadır. Ayrıca, çalışanların kimyasal

riskler konusunda bilinçlendirilmesi için düzenli eğitim programları ve farkındalık artırıcı faaliyetler, işyerinde güvenli davranışların yerleşmesini sağlamaktadır (Fatemi ve ark., 2022; Aachimi ve ark., 2023).

Türkiye’de özellikle KOBİ’lerde İSG uygulamalarının yaygınlaştırılması ve etkinleştirilmesi, sektörlerin sürdürülebilirliği açısından önemli bir gerekliliktir. Bu bağlamda, mevzuat uyumu, denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi ve teknolojik yeniliklerin İSG süreçlerine entegre edilmesi, kimyasal risklerin etkin şekilde kontrol altına alınmasına olanak tanımaktadır.

Etkili İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) uygulamaları, tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde meslek hastalıklarının ve iş kazalarının önemli ölçüde azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı’nın (EU-OSHA, 2020) verilerine göre, bu sektörlerde kapsamlı ve disiplinlerarası İSG stratejilerinin uygulanması meslek hastalıklarında %60’a varan azalma sağlamaktadır. Kimyasal risklerin sistematik yönetimi kapsamında başvurulmuş temel İSG yaklaşımları şu şekildedir:

- **Mühendislik Kontrolleri:** İşyerinde kimyasal maruziyetin azaltılmasında öncelikli yöntemlerden biri olan mühendislik kontrolleri, özellikle lokal ve genel havalandırma sistemlerinin etkin kullanımı yoluyla uçucu organik bileşiklerin (VOC) konsantrasyonlarını %50’ye kadar düşürebilmektedir. Ayrıca, kapalı sistem tasarımları ve otomasyon uygulamaları, doğrudan kimyasal teması ve maruziyeti önemli ölçüde minimize etmektedir (Aachimi ve ark., 2023).
- **Kişisel Koruyucu Donanım (KKD):** Doğru seçilmiş ve uygun şekilde kullanılan kişisel koruyucu donanımlar, solunum yolu ve deri yoluyla gerçekleşen kimyasal maruziyetleri %70 oranında azaltmaktadır. Bu donanımlar arasında solunum maskeleri, kimyasal dirençli eldivenler, koruyucu giysiler ve gözlükler yer almaktadır (Özkan, 2016).
- **Eğitim ve Farkındalık:** Çalışanların kimyasal riskler, korunma yöntemleri ve güvenli çalışma prosedürleri hakkında bilinçlendirilmesi, işyerinde kazaların ve meslek hastalıklarının %40 oranında azalmasına katkı sağlamaktadır. Sistematik eğitim programları, düzenli güncellemeler ve katılımcı yaklaşım, İSG kültürünün yerleşmesinde etkin rol oynamaktadır (HSE, 2019).

Türkiye’deki organize sanayi bölgelerinde 2023 yılında gerçekleştirilen İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) eğitim programları, kimyasal kaynaklı iş kazalarının %25 oranında azalmasına önemli katkı sağlamıştır (Bozkurt ve Değirmenci, 2018). Bu eğitim programları, çalışanların kimyasal maddelerin güvenli kullanımı, uygun atık yönetimi, acil durum prosedürleri ve kişisel koruyucu

donanım (KKD) kullanımına yönelik bilinçlenmesini hedeflemektedir. Eğitimlerin içeriğinde, risklerin tanımlanması ve azaltılmasına yönelik uygulamalı çalışmalar da yer almakta olup, bu sayede çalışanların pratik bilgi ve becerileri artırılmaktadır.

Buna ek olarak, sosyal medya platformları ve işyeri içi bilgilendirme kampanyaları, kimyasal risklere ilişkin farkındalığın artırılmasında etkin araçlar olarak öne çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar, bu tür kampanyaların çalışanların kimyasal risk algısını %30 oranında iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Özellikle KOBİ'lerde sınırlı kaynak ve altyapı nedeniyle İSG kültürünün gelişimi için sosyal medya tabanlı bilinçlendirme faaliyetleri büyük önem taşımaktadır.

Eğitim ve farkındalık çalışmalarının sürekliliği ve güncellenmesi, risk yönetiminde sürdürülebilirliğin sağlanması açısından kritik olup, işverenlerin ve sektör paydaşlarının aktif katılımı ile desteklenmelidir. Bu yaklaşım, sadece çalışan sağlığını korumakla kalmayıp, aynı zamanda işyerinde güvenlik kültürünün yaygınlaşmasını ve işletmelerin yasal yükümlülüklerini etkin şekilde yerine getirmesini mümkün kılmaktadır.

6. Sürdürülebilirlik ve Çevresel Etkiler

Sürdürülebilirlik, ekonomik büyüme, sosyal gelişme ve çevresel korumanın dengeli bir biçimde ele alındığı bütüncül bir yaklaşımdır. Bu bağlamda, tekstil ve ahşap boyama sektörleri için sürdürülebilirlik, hem üretim süreçlerinde kaynakların daha etkin ve verimli kullanılmasını hem de atık ve kirliliğin minimize edilmesini hedeflemektedir. Bu sektörlerin kimyasal yoğun üretim faaliyetleri, doğal kaynakların aşırı kullanımına ve çevresel kirlenmeye neden olabilmekte olup, sürdürülebilirlik stratejilerinin uygulanması çevresel etkilerin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir. Özellikle su ve enerji tüketimi ile kimyasal atık yönetimi, sürdürülebilirlik kapsamında öncelikli alanlar olarak öne çıkmaktadır. Tekstil ve ahşap boyama süreçlerinde kullanılan kimyasalların çevreye bırakılması, su kirliliği, toprak bozulması ve biyolojik çeşitlilikte azalma gibi ciddi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle, atık suyun arıtılması, geri dönüşüm ve yeniden kullanım uygulamalarının yaygınlaştırılması, doğal ve biyobazlı malzemelerin tercih edilmesi sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada temel unsurlardır. Ayrıca, sürdürülebilirlik uygulamaları sosyal boyutuyla da önemli katkılar sağlamaktadır. Çalışanların sağlığının korunması, güvenli çalışma ortamlarının oluşturulması ve toplumun çevresel risklere karşı bilinçlendirilmesi, sektörde uzun vadeli refahın teminatı olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla, sürdürülebilirlik hem çevresel hem de toplumsal faydaları içeren çok boyutlu

bir süreç olup, tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde stratejik planlama ve teknolojik yeniliklerle desteklenmelidir. Bu bağlamda, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (UN SDG, 2015) kapsamında su ve çevre yönetimi, temiz enerji kullanımı ve sorumlu üretim tüketim kalıplarının benimsenmesi, sektörlerin sürdürülebilirlik performansını artırmak için temel rehberler olarak kabul edilmektedir.

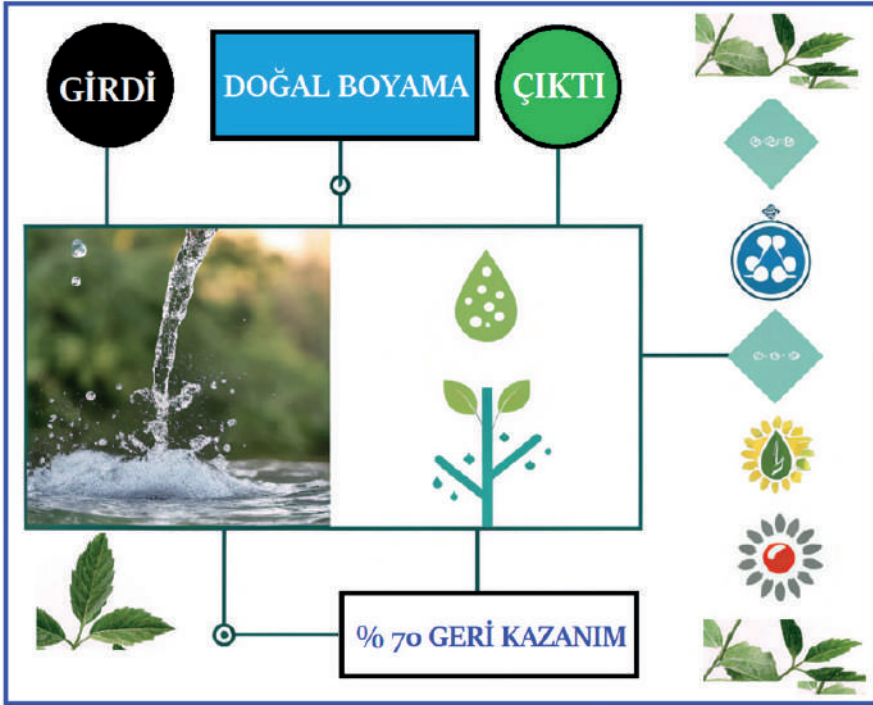
Tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde sürdürülebilirliğin artırılması için aşağıdaki temel ilkeler benimsenmektedir:

- **Döngüsel Ekonomi:** Atıkların mümkün olan en yüksek oranda geri kazanımı ve yeniden kullanımı sağlanarak, doğal kaynak tüketimi ve çevresel etkiler minimize edilmektedir. Özellikle atıkların %70'e kadar geri dönüşüm oranlarına ulaşılması, hem ekonomik hem de ekolojik faydalar yaratmaktadır (Ellen MacArthur Foundation, 2021; Wojciechowska, 2021). Bu yaklaşım, üretim döngülerinin kapatılmasını ve kaynakların etkin kullanımını desteklemektedir.
- **Yaşam Döngüsü Analizi (YDA):** Ürünlerin hammadde temininden kullanım ve atık aşamasına kadar tüm çevresel etkilerinin sistematik olarak değerlendirilmesi, sürdürülebilir üretim stratejilerinin geliştirilmesinde kritik rol oynamaktadır. YDA uygulamaları, çevresel etkilerin yaklaşık %40 oranında azaltılmasına olanak tanımakta ve karar verme süreçlerinde bilimsel bir temel sunmaktadır (Muthu, 2020).
- **Temiz Üretim:** Kirliliği kaynağında önlemeye odaklanan bu yaklaşım, üretim süreçlerinde kimyasal kullanımının azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılması ile çevresel yükü önemli ölçüde düşürmektedir. Özellikle kimyasal maddelerin kullanımında %30'a varan azalma ve enerji tüketiminde %25 oranında tasarruf sağlanabilmektedir (Sudarshan ve ark., 2023; Dutta ve ark., 2024). Bu yöntem, hem işletme maliyetlerini düşürmekte hem de iş sağlığı ve güvenliği koşullarını iyileştirmektedir.

Tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde çevresel etkilerin minimize edilmesi amacıyla (Şekil 1) aşağıdaki uygulamalar ön plana çıkmaktadır:

- **Biyobozunur Boyalar:** Doğal kaynaklı boyar maddeler ve biyobazlı kimyasalların kullanımı, su ve toprak kirliliğini yaklaşık %50 oranında azaltmaktadır. Bu tür boyalar, çevre dostu yapıları sayesinde ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri önemli ölçüde sınırlandırmaktadır (Jordeva ve ark., 2020; Bechtold ve ark., 2019).

- Atık Su Arıtma: Organize sanayi bölgelerinde uygulanan ileri atık su arıtma teknolojileri, atık suyun %60'ını yeniden kullanılabilir hale getirmekte ve böylece su kaynaklarının korunmasına önemli katkı sağlamaktadır. Bu uygulamalar, hem çevresel sürdürülebilirliği desteklemekte hem de işletmelerin su maliyetlerini azaltmaktadır (Yılmaz, 2009; Ceylan ve Demir, 2020).
- Nano-Teknoloji: Nano-malzemelerin boyalarda kullanılması, ürünlerin dayanıklılığını %30 oranında artırarak, tekrar boyama gereksinimini ve dolayısıyla kimyasal madde tüketimini azaltmaktadır. Bu sayede, hem ekonomik tasarruf sağlanmakta hem de çevresel kimyasal yük azaltılmaktadır (Ulay ve ark., 2015; Semenzin ve ark., 2019).



Şekil 1: Sürdürülebilir Boyama Yöntemlerinin Çevresel Etkileri

7. Toplumsal Refah ve Kimyasal Riskler

Toplumsal refah, ekonomik büyüme, sağlık hizmetlerine erişim, eğitim düzeyi, çevre kalitesi ve sosyal adalet gibi çok yönlü faktörlerin iyileştirilmesi ile sağlanan bütünsel bir kavramdır. Kimyasal risklerin etkin şekilde azaltılması, çalışanların sağlık durumunun korunmasını sağlayarak

hem sağlık harcamalarının azalmasına hem de bireylerin yaşam kalitesinin yükselmesine önemli katkılar sunmaktadır (Bozkurt ve Değirmenci, 2018). Toplumsal refah, bireylerin ve toplumun genel yaşam kalitesini, sağlık düzeyini ve çevresel koşullarını kapsamlı bir biçimde ifade etmektedir. Kimyasal risklerin etkin bir şekilde yönetilmesi, sadece çalışanların sağlığını korumakla kalmayıp aynı zamanda toplumun geniş kesimlerinin yaşam kalitesini de olumlu yönde etkilemektedir (WHO, 2016).

Tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde kimyasal maruziyetlerin azaltılması, kronik hastalıkların ve meslek hastalıklarının önlenmesini sağlayarak sağlık harcamalarını düşürmekte ve iş gücü verimliliğini artırmaktadır. Ayrıca, çevresel kirliliğin azaltılması sayesinde doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir çevre sağlanması, toplumun genel refahına katkı sağlamaktadır (Bozkurt ve Değirmenci, 2018). Bu bağlamda, kimyasal risklerin yönetimi; ekonomik kalkınma, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal adaletin bir arada ele alındığı bütüncül bir yaklaşımı gerektirmektedir. Böylece, sadece işyeri ortamındaki sağlık ve güvenlik değil, aynı zamanda geniş toplumsal faydalar da sağlanmış olmaktadır.

Kimyasal riskler, toplumun farklı sosyoekonomik kesimlerini eşit olmayan biçimde etkilemektedir. Özellikle düşük gelirli gruplar ve kadın işçiler, daha yüksek düzeyde kimyasal maruziyetle karşı karşıya kalmaktadırlar (Emmanuel Thomas ve ark., 2023). Türkiye'deki tekstil sektöründe çalışan kadınların yaklaşık %40'ının, kimyasal kaynaklı dermatit gibi meslek hastalıkları riski altında olduğu tespit edilmiştir (Yılmaz, 2009; Ceylan ve Demir, 2020). Bu eşitsizliklerin azaltılmasında sürdürülebilir kimya teknolojilerinin benimsenmesi ve etkili iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarının yaygınlaştırılması kritik bir rol oynamaktadır. Doğal boyar maddelerin kullanımı, hem çalışan sağlığını korumakta hem de çevresel etkilerin minimize edilmesine katkı sağlamaktadır (Aktürk-Bozdemir ve ark., 2024). Böylece, kimyasal risklerin toplumsal etkileri azaltılarak, genel toplumsal refahın iyileştirilmesi desteklenmektedir.

8. Politikalar ve Düzenlemeler

Kimyasal risklerin etkin bir şekilde yönetilmesi, ulusal ve uluslararası düzeyde benimsenen politika ve düzenlemelerle desteklenmektedir. Bu düzenlemeler, iş sağlığı ve güvenliği standartlarının yükseltilmesi, çevresel korumanın sağlanması ve kimyasal maddelerin güvenli kullanımının teşvik edilmesini amaçlamaktadır (WHO, 2016; ECHA, 2018).

Türkiye'de kimyasal risklerin yönetimini düzenleyen başlıca yasal çerçeveler şunlardır:

- 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu: İşverenlere, kimyasal riskleri değerlendirme ve önlem alma yükümlülüğü getirmektedir.
- Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik: Kimyasal maddelerin güvenli kullanımı için standartlar belirlemektedir.
- Atık Yönetimi Yönetmeliği: Kimyasal atıkların bertarafı ve geri dönüşümü için kurallar koymaktadır.
- Ancak, KOBİ'lerde denetim eksiklikleri ve uygulama zorlukları, bu düzenlemelerin etkinliğini sınırlamaktadır (Özkan, 2016).

Kimyasal risklerin yönetimini düzenleyen başlıca uluslararası anlaşmalar şunlardır:

- Stockholm Sözleşmesi: Kalıcı organik kirleticilerin kullanımını kısıtlamaktadır.
- Rotterdam Sözleşmesi: Tehlikeli kimyasalların uluslararası ticaretini düzenlemektedir.
- REACH: Avrupa Birliği'nin kimyasalların kaydı, değerlendirilmesi, izni ve kısıtlanması için oluşturduğu düzenlemedir (ECHA, 2018).

Uluslararası alanda, Avrupa Birliği'nin REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*) ve CLP (*Classification, Labelling and Packaging*) yönetmelikleri, kimyasalların güvenli kullanımına ilişkin kapsamlı rehberlik ve zorunluluklar getirmektedir (ECHA, 2018). Bu düzenlemeler, üreticilerin ve ithalatçıların kimyasal maddelerin risklerini belirlemesini ve kontrol altına almasını zorunlu kılarak, işyerlerinde ve çevrede maruziyetin azaltılmasını hedeflemektedir.

Türkiye'de ise, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, kimyasal risklerin önlenmesine yönelik yasal çerçeveyi oluşturmaktadır. Bu mevzuatlar, işverenlere risk değerlendirmesi yapma, uygun önlemleri alma ve çalışanları bilinçlendirme yükümlülüğü getirmektedir.

Ayrıca, sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda geliştirilen ulusal stratejiler ve çevre politikaları, kimyasal maddelerin kullanımında çevresel etkilerin azaltılmasını da hedeflemektedir. Bu kapsamda, politika yapımcıların, sektör paydaşlarının ve toplumun katılımını teşvik eden çok paydaşlı yaklaşımlar giderek önem kazanmaktadır.

9. Yenilikçi Yaklaşımlar ve Örnek Uygulamalar

Tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde kimyasal risklerin yönetimine yönelik gelecek perspektifleri, teknolojik yenilikler ve sürdürülebilirlik trendleri doğrultusunda şekillenmektedir. Bu alanlarda ortaya çıkan yenilikçi yaklaşımlar, çevresel etkileri minimize ederken aynı zamanda iş sağlığı ve güvenliği standartlarını iyileştirmeye odaklanmaktadır.

Yeni teknolojiler arasında özellikle dijital tekstil baskı yöntemleri dikkat çekmektedir. Geleneksel boyama tekniklerine kıyasla dijital baskı, su tüketimini %50, kimyasal madde kullanımını ise %30 oranında azaltarak hem çevresel hem de ekonomik açıdan önemli kazanımlar sağlamaktadır (Muthu, 2020). Ayrıca, akıllı tekstil ürünleri kimyasal maruziyetin anlık takibini mümkün kılan sensör teknolojileriyle donatılmakta, bu sayede kullanıcıların güvenliği %20 oranında artırılabilir (Ulay ve ark., 2015; Semenzin ve ark., 2019). Biyobazlı boyalar ise, bitkisel yağlar ve doğal ekstraktlardan üretilerek toksisiteyi %40 azaltırken, üretim maliyetlerinde de %15'e varan düşüşler sağlamaktadır (Aktürk-Bozdemir ve ark., 2024). Bu yenilikçi malzemeler, sürdürülebilir kimya uygulamalarının temel taşlarını oluşturmaktadır.

Araştırma ve geliştirme (AR-GE) faaliyetleri ise sektörlerin dönüşümünde kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle doğal pigmentlerin formülasyonu, nano-teknoloji tabanlı koruyucu malzemelerin geliştirilmesi ve etkili atık yönetimi sistemlerinin oluşturulması üzerine yoğunlaşan çalışmalar, çevresel etkilerin azaltılması ve kaynak verimliliğinin artırılması yönünde önemli ilerlemeler kaydetmektedir. Türkiye'de üniversite-sanayi iş birlikleriyle yürütülen projeler, biyobazlı boyaların kullanım oranını %10 artırarak sektörde somut gelişmelere öncülük etmiştir (Yılmaz, 2009; Ceylan ve Demir, 2020). Ayrıca, yerel bitki türlerinden biri olan *Morus alba* gibi kaynakların boyar madde üretiminde değerlendirilmesi, hem ekonomik açıdan katma değer yaratmakta hem de çevresel sürdürülebilirliğe önemli katkılar sunmaktadır (Aktürk-Bozdemir ve ark., 2024).

Geleceğe dönük bu yenilikçi yaklaşımlar, sadece kimyasal risklerin etkin yönetimiyle sınırlı kalmayıp, sektörlerin daha sağlıklı, çevreci ve verimli üretim süreçlerine dönüşümünü de desteklemektedir. Böylece, hem çalışan sağlığı korunmakta hem de ekosistem üzerindeki olumsuz etkiler asgariye indirilmektedir.

Kimyasal risklerin yönetimi ve sürdürülebilir uygulamaların hayata geçirilmesi, tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde hem çevresel hem de iş sağlığı açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, Türkiye'de

gerçekleştirilen bazı örnek uygulamalar, sektörün dönüşüm potansiyelini ve karşılaşılan zorlukları ortaya koymaktadır. Türkiye’de faaliyet gösteren bir tekstil KOBİ’si, bitkisel ekstraktlar kullanarak geliştirdiği doğal boyama yöntemini uygulamaya koymuştur. Bu yenilikçi yaklaşım, VOC (Uçucu Organik Bileşik) emisyonlarında %30 oranında önemli bir azalma sağlamış; 2023 yılında yapılan saha ölçümleri ise su kirliliğinde %25, çalışanların mesleki sağlık şikayetlerinde ise %20 oranında düşüş olduğunu ortaya koymuştur (Aktürk-Bozdemir ve ark., 2024). Bu örnek, biyobazlı malzemelerin çevresel ve sağlık açısından etkinliğini göstermesi bakımından yol göstericidir. Benzer şekilde, ahşap mobilya üretimi yapan bir başka KOBİ, solvent bazlı boyalardan su bazlı boyalara geçiş yaparak hem çevresel hem de iş sağlığı boyutunda pozitif etkiler yaratmıştır. Bu değişim sonucunda, çalışanların solunum yolu rahatsızlıkları %35 oranında azalmış ve enerji tüketimi %15 düşürülmüştür. Bu vaka, sürdürülebilir malzeme seçimlerinin işyeri sağlığına ve enerji verimliliğine doğrudan katkısını gözler önüne sermektedir. Öte yandan, tüm bu gelişmelere rağmen, kimyasal risk yönetimi konusunda yetersiz uygulamalar da ciddi sonuçlar doğurmaktadır. 2019 yılında Denizli’de faaliyet gösteren bir ahşap boyama atölyesinde, solvent bazlı boyaların uygunsuz depolanması ve atık yönetimindeki eksiklikler nedeniyle yer altı su kaynaklarında kirlenme meydana gelmiştir. Bu durum, çevresel zararların yanı sıra işletmeye 500.000 TL tutarında idari para cezası ile sonuçlanmış ve ekonomik kayıplara yol açmıştır. Bu vaka, kimyasal risklerin yönetiminde yeterli önlemlerin alınmamasının hem çevresel hem de finansal açıdan ciddi maliyetler doğurabileceğini açıkça göstermektedir.

11. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde kimyasal risklerin yönetimi ile kimya teknolojileri, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamaları ve sürdürülebilirlik arasındaki karşılıklı ilişkiyi kapsamlı bir biçimde ele almıştır. Önerilen “*Kimyasal Riskten Refaha Modeli*” çerçevesinde, kimyasal risklerin sistematik olarak tanımlanması, kontrol edilmesi ve izlenmesi sürecinin toplumsal refah üzerindeki olumlu etkileri vurgulanmıştır. Çalışmanın temel bulguları şu şekilde özetlenebilir:

- Kimyasal riskler, özellikle tekstil ve ahşap boyama sektörlerinde çalışan sağlığı üzerinde doğrudan ve ciddi olumsuz etkiler yaratmakta; aynı zamanda çevresel kirlilik yoluyla toplumun genel yaşam kalitesini de olumsuz yönde etkilemektedir.
- Doğal boyar maddeler, özellikle *Morus alba* gibi yerel bitki ekstraktları ve su bazlı boyalar, kimyasal risklerin azaltılmasında hem çevresel

hem de sağlık açısından etkili ve sürdürülebilir alternatifler olarak öne çıkmaktadır.

- İSG uygulamaları, kimyasal maruziyetin minimize edilmesinde kritik bir rol oynamakta; düzenli eğitimler, farkındalık artırıcı kampanyalar ve kişisel koruyucu donanım kullanımı, çalışan sağlığının korunmasına ve iş kazalarının azalmasına katkı sağlamaktadır.
- Sürdürülebilir üretim yaklaşımları, çevresel etkileri azaltırken aynı zamanda ekonomik verimliliği ve rekabet gücünü artırmakta; döngüsel ekonomi ilkelerinin benimsenmesi, kaynak kullanımını optimize etmekte ve atık miktarını önemli ölçüde düşürmektedir.

Bu bağlamda, çalışmanın çıktıları ışığında aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- Sürdürülebilir Teknolojilerin Yaygınlaştırılması: Bitkisel bazlı boyalar ve su bazlı kimyasalların kullanımının teşvik edilmesi, özellikle yerel bitki kaynaklarının (örneğin *Morus alba*) endüstriyel ölçekte değerlendirilmesi ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği güçlendirecektir. Bu süreçte, üniversite-sanayi iş birliklerinin artırılması ve Ar-Ge yatırımlarının desteklenmesi önem arz etmektedir.
- İSG Uygulamalarının Güçlendirilmesi: Kimyasal risklere karşı düzenlenen eğitim programları ve farkındalık kampanyalarının etkinliği kanıtlanmış olup (%25 kaza azalma oranı), bu çalışmaların özellikle KOBİ ölçeğindeki işletmelerde yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ayrıca, periyodik denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi, mevzuat uygulamalarının etkinliğini artıracaktır.
- Finansal ve Teknik Destek Mekanizmaları: KOBİ'lerin sürdürülebilir teknolojiye geçişlerini kolaylaştırmak amacıyla devlet ve özel sektör iş birlikleriyle finansal teşvikler, hibe programları ve teknik danışmanlık hizmetleri sunulmalıdır. Bu destekler, dönüşüm sürecinin hızlanmasına ve maliyetlerin düşürülmesine katkı sağlayacaktır.
- Döngüsel Ekonomi Uygulamalarının Teşviki: Atıkların geri kazanımı ve yeniden kullanımı oranlarının %70 seviyelerine çıkarılması, kimyasal atık yönetiminde sürdürülebilirliği artıracaktır. Bu kapsamda, geri dönüşüm teknolojilerinin iyileştirilmesi ve işletmelerde atık azaltım stratejilerinin uygulanması teşvik edilmelidir (Ellen MacArthur Foundation, 2021; Wojciechowska, 2021).

Son olarak, gelecekte yapılacak araştırmaların aşağıdaki alanlara odaklanması önerilmektedir:

- Doğal boyar maddelerin endüstriyel ölçekte uygulanabilirliği, performans optimizasyonu ve ekonomik analizleri,
- Nano-teknoloji tabanlı kimyasal risk azaltıcı çözümler ve bunların iş sağlığına katkıları,
- Kimyasal risk yönetimi stratejilerinin uzun vadede toplumsal refah ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerinin nicel ve nitel değerlendirilmesi.

Bu yaklaşımlar, hem sektörel gelişim hem de ulusal düzeyde kimyasal risklerin etkin yönetimi açısından kritik önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Aachimi, A., Marc, F., Bonvallot, N., & Clerc, F. (2023). A control banding method for chemical risk assessment in occupational settings in France. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 20(3), 123–135.
- Adamová, T., Hradeckí, J., & Pánek, M. (2020). Volatile organic compounds (VOCs) from wood and wood-based panels: Methods for evaluation, potential health risks, and mitigation. *Polymers*, 12(10), 2289.
- Aktürk Bozdemir, E., Önal, A., & Eser, F. (2024). Beyaz dut (*Morus alba*) yaprağı ekstraktıyla çam ahşap numunelerin boyanabilirliğinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 5(1), 52–62.
- Bechtold, T., Turcanu, A., Ganglberger, E., & Geissler, S. (2003). Natural dyes in modern textile dychouses – How can we combine the experiences of two centuries to meet the demands of the future? *Journal of Cleaner Production*, 11(5), 499–509.
- Bechtold, T., & Mussak, R. (Eds.). (2019). *Handbook of natural colorants*. Wiley.
- Bozkurt, M. İ., & Değirmenci, Z. (2018). Tekstil sektöründe iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(1), 1–10.
- Ceylan, H., & Demir, G. (2020). Occupational health and safety performance of Turkey: An overview of current trends. *İSG Akademik – OHS Academic*, 2(2), 123–136.
- Dutta, S., Adhikary, S., Bhattacharya, S., Roy, D., Chatterjee, S., Chakraborty, A., Banerjee, D., Ganguly, A., Nanda, S., & Rajak, P. (2024). Contamination of textile dyes in the aquatic environment: Adverse impacts on marine ecosystem and human health, and its management using bioremediation. *Journal of Environmental Management*, 353, 120103.
- ECHA. (2018). *REACH and CLP regulations: Guidance on chemical safety*. European Chemicals Agency.
- Ellen MacArthur Foundation. (2021). *Circular economy in textiles*.
- Emmanuel Thomas, O., Adefolarin, A., Ana, G., & Odaibo, G. (2023). Determinants of knowledge about occupational hazards and perceived health problems among dyeing workers in Abeokuta, Nigeria. *Journal of Occupational Health*, 65(1), 45–56.
- EU-OSHA. (2020). *Occupational health and safety in chemical industries*. European Agency for Safety and Health at Work.
- Fatemi, F., Dehdashti, A., & Jannati, M. (2022). Implementing chemical health, safety, and environmental risk assessment in laboratories: A case-series study. *Frontiers in Public Health*, 10, 898826.
- Health and Safety Executive. (2019). *Training and competence in the safe use of hazardous substances*. HSE Books.

- Jordeva, S., Kertakova, M., Jezhova, S., Golomecova-Longurova, S., & [Diğer yazar]. (2020). Tekstil ürünlerinin doğal boyalarla boyanması. *Tekstil Endüstrisi*, 68(4), 12–21.
- Muthu, S. S. (2020). *Sustainable textiles: Production, processing, and recycling*. Springer.
- Özkan, N. (2016). Tekstil ürünlerinin boyama ve bitim işlemlerinde kimyasallara deri ve solunum yoluyla maruziyetin değerlendirilmesi [İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü]. Ankara.
- Semenzin, E., Subramanian, V., Pizzol, L., Zabeo, A., Fransman, W., Oksel, C., Hristozov, D., & Marcomini, A. (2019). Controlling risks of nano-enabled products through the life cycle: The case of nano copper oxide paint for wood protection and nano pigments used in the automotive industry. *Environment International*, 131, 104901.
- Sudarshan, S., Harikrishnan, S., Rathi Bhuvaneswari, G., Alamelu, V., Aanand, S., Rajasekar, A., & Govarthan, M. (2023). Impact of textile dyes on human health and bioremediation of textile industry effluent using microorganisms: Current status and prospects. *Journal of Applied Microbiology*, 134(2), lxac064.
- TÜİK. (2023). *Türkiye sanayi istatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu.
- Ulay, G., & Budakçı, M. (2015). Ahşap yüzeylerde kullanılan su bazlı vernikler ile ilgili Türkiye’de yapılan çalışmalar. *Düzce University Journal of Science and Technology*, 3(2), 470–480.
- UN SDG. (2015). *Sustainable Development Goals*. United Nations.
- UNEP. (2019). *Stockholm and Rotterdam Conventions*. United Nations Environment Programme.
- Wojciechowska, P. (2021). Fibres and textiles in the circular economy. In M. I. H. Mondal (Ed.), *Fundamentals of natural fibres and textiles* (pp. 691–717). Woodhead Publishing.
- World Health Organization. (2016). *Chemical safety and public health*.
- World Health Organization. (2018). *Managing chemical risks for human health*.
- Yılmaz, F. (2009). Occupational health and safety in developing countries and Turkey in the globalization process. *Journal of Human Sciences*, 6(1), 1–18

İş Sağlığı ve Güvenliğinin Sosyal Politika İncelemeleri

Editör:
Kaan Koçali