

Received/Geliş : 2026 July/Temmuz Accepted/Kabul : 2026 August/Ağustos Published/Yayın : 2026 September/Eylül

İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminde Görsel İletişim, Dijital Teknolojiler ve Güvenlik Kültürü: Güncel Yaklaşımlar Üzerine Bir Derleme

İlyas Güngör¹ Sevinç Güngör²

Atıf/Reference: Güngör, İ. ve Güngör, S. (2026). İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminde Görsel İletişim, Dijital Teknolojiler ve Güvenlik Kültürü: Güncel Yaklaşımlar Üzerine Bir Derleme. *Yönetim ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(3), 276-301.

Özet

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) eğitimi, çalışanların riskleri tanınması, güvenli davranış geliştirmesi ve sürdürülebilir bir güvenlik kültürünün oluşturulması açısından temel bir işleve sahiptir. Dijital dönüşümle birlikte görsel iletişim araçları, e-öğrenme, mobil öğrenme, yapay zekâ, sanal ve artırılmış gerçeklik, simülasyon ve diğer dijital teknolojiler İSG eğitiminde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, İSG eğitiminde görsel iletişim, dijital eğitim teknolojileri ve güvenlik kültürü arasındaki ilişkileri bütüncül bir bakış açısıyla incelemek ve bu alanları bütünleştiren kavramsal bir çerçeve ortaya koymaktır. Çalışma, bütünleştirici derleme yaklaşımıyla gerçekleştirilmiş; ulusal ve uluslararası literatürdeki ampirik, kuramsal ve kavramsal çalışmalar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Literatür; İSG eğitiminin kuramsal ve davranışsal temelleri, görsel iletişim ve risk iletişimi, dijital teknolojiler ve teknoloji destekli öğrenme ile mesleki ve teknik eğitimde güvenlik kültürü ve güvenli öğrenme ortamları olmak üzere dört ana tema altında sentezlenmiştir. Bulgular, görsel iletişim araçlarının risklerin fark edilmesini ve güvenlik bilgilerinin anlaşılmasını desteklediğini; dijital teknolojilerin ise etkileşimli, deneyimsel ve kişiselleştirilmiş öğrenme olanaklarını genişlettiğini göstermektedir. Bununla birlikte bu araçların güvenli davranışa dönüşebilmesi, uygun pedagojik tasarım, yönetim desteği ve güçlü bir güvenlik kültürüyle bütünleştirilmelerine bağlıdır. Çalışmada önerilen kavramsal çerçeve, görsel iletişim ve dijital teknolojilerin güvenlik kültürü temelinde bütünleştirilmesinin güvenli öğrenme ortamlarını, güvenli davranış ve mesleki yeterliği destekleyebileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği eğitimi, görsel iletişim, dijital teknolojiler, güvenlik kültürü, mesleki ve teknik eğitim, bütünleştirici derleme.

Visual Communication, Digital Technologies, and Safety Culture in Occupational Health and Safety Training: A Review of Current Approaches

Abstract

Occupational safety and health (OSH) training plays a fundamental role in helping employees identify risks, develop safe behaviors, and foster a sustainable safety culture. With the digital transformation, visual communication tools, e-learning, mobile learning, artificial intelligence, virtual and augmented reality, simulation, and other digital technologies are increasingly being used in OSH training. The purpose of this study is to examine the relationships between visual communication, digital educational technologies, and safety culture in OSH training from a holistic perspective and to present a conceptual framework that integrates these areas. The study was conducted using an integrative review approach; empirical, theoretical, and conceptual studies in the national and international literature were evaluated comparatively. The literature was synthesized under four main themes: the theoretical and behavioral foundations of OSH training; visual communication and risk communication; digital technologies and technology-enhanced learning; and safety culture and safe learning

¹ Elektrik Öğretmeni; Battalgazi/Malatya, <https://orcid.org/0000-0002-7042-0452>; maviyane44@gmail.com;

² Görsel Sanatlar Öğretmeni; Battalgazi/Malatya, <https://orcid.org/0009-0001-2899-4823>; maviyane4444@gmail.com;

environments in vocational and technical education. The findings indicate that visual communication tools support the recognition of risks and the understanding of safety information, while digital technologies expand opportunities for interactive, experiential, and personalized learning. However, the ability of these tools to translate into safe behavior depends on their integration with appropriate pedagogical design, administrative support, and a strong safety culture. The conceptual framework proposed in this study demonstrates that the integration of visual communication and digital technologies within the foundation of a safety culture can support safe learning environments, safe behavior, and vocational competence.

Keywords: Occupational health and safety education, visual communication, digital technologies, safety culture, vocational and technical education, integrative review.

1. Giriş

1.1. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Eğitimin Önemi

İş sağlığı ve güvenliği (İSG), çalışanların sağlık, güvenlik ve refahını korumayı amaçlayan; yaralanmaları, meslek hastalıklarını ve iş kazalarını önlemeye odaklanan çok disiplinli bir alandır. Güvenli tasarım, risk değerlendirmesi, tehlikelerin belirlenmesi ve sürekli eğitim, İSG uygulamalarının temel bileşenlerini oluşturmaktadır (Barker, 2021; Ivaz vd., 2025; Lagoe ve Newcomer, 2023). Buna karşın iş kazaları ve meslek hastalıkları, özellikle inşaat, madencilik ve imalat gibi yüksek riskli sektörlerde küresel ölçekte önemli bir halk sağlığı ve ekonomik yük oluşturmaya devam etmektedir. Uluslararası raporlar ve sistematik derlemeler, mevcut ilerlemelere rağmen güvenlik uygulamalarındaki yetersizliklerin ve eğitim eksikliklerinin iş kazalarının temel nedenleri arasında yer aldığını göstermektedir (Wang vd., 2020; Lagoe ve Newcomer, 2023; Rauh vd., 2021). Türkiye’de yapılan çalışmalar, iş kazalarının önemli bir iş sağlığı ve güvenliği sorunu olmayı sürdürdüğünü ve güvenlik performansının yalnızca mevzuat ve teknik önlemlerle değil, güvenlik kültürü, eğitim, çalışan katılımı ve örgütsel uygulamalarla birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir. Türkiye’de farklı sektör ve çalışma gruplarında yürütülen araştırmalar, güvenlik kültürü ve güvenlik davranışlarının eğitim, güvenlik farkındalığı ve çalışma koşullarıyla ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Dursun, 2011; Olcay vd., 2021; Sezer vd., 2026). Bu bulgular, güvenlik uygulamalarının yalnızca yasal yükümlülüklerin yerine getirilmesiyle sınırlandırılmaması; eğitim, risk farkındalığı ve örgütsel güvenlik kültürünü içeren önleyici bir yönetim anlayışıyla desteklenmesi gerektiğine işaret etmektedir.

İSG alanında son yıllarda yaşanan en önemli değişimlerden biri, olay gerçekleşikten sonra müdahale etmeye dayalı reaktif güvenlik anlayışından, riskleri önceden belirlemeyi ve önlemeyi esas alan proaktif güvenlik yaklaşımına geçiştir. Bu yaklaşım, güvenliği yalnızca kurallara uyum çerçevesinde değerlendirmemekte; risk değerlendirmesi, eğitim, örgütsel öğrenme ve çalışan katılımını güvenlik performansının temel belirleyicileri olarak kabul etmektedir (Wang vd., 2020; Barker, 2021; Badri vd., 2018). Araştırmalar, nitelikli İSG eğitiminin çalışanların risk farkındalığını artırdığını, güvenli davranışları desteklediğini ve güvenlik prosedürlerine uyumu güçlendirdiğini ortaya koymaktadır (Wang vd., 2020; Robson vd., 2022). Bununla birlikte eğitimin etkisi yalnızca içerik kalitesiyle sınırlı değildir; örgütsel destek, güvenlik liderliği, çalışan katılımı ve sürekli geri bildirim mekanizmaları eğitimin davranış değişikliğine dönüşmesinde belirleyici rol oynamaktadır (Wang vd., 2020; Badri vd., 2018; Balta vd., 2021).

Bu çerçevede eğitim, güvenlik bilgisinin çalışan davranışına aktarılmasını sağlayan temel araçlardan biri olarak değerlendirilmektedir. Güvenlik kültürünün gelişmesi, risk okuryazarlığının artması ve güvenli davranışların sürdürülebilir hâle gelmesi ancak eğitim, liderlik ve örgütsel öğrenmenin birlikte ele alınmasıyla mümkündür. Nitekim uluslararası değerlendirmeler, güvenlik eğitiminden kalıcı sonuçlar elde edilebilmesi için eğitimin kurumun yönetim anlayışı ve güvenlik kültürüyle bütünleşik biçimde yürütülmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Wang vd., 2020; Barker, 2021; Badri vd., 2018; Balta vd., 2021).

1.2. Dijital Dönüşüm ve İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi

Dijital dönüşüm, yapay zekâ (AI), Nesnelerin İnterneti (IoT), büyük veri analitiği, dijital ikizler ve sürükleyici teknolojiler (VR, AR, MR) gibi Endüstri 4.0 bileşenlerinin iş süreçlerine entegre edilmesini ifade etmektedir. Bu dönüşüm, iş sağlığı ve güvenliği alanında yalnızca risk yönetimi süreçlerini değil, aynı zamanda eğitim yöntemlerini de yeniden şekillendirmektedir. Akıllı, bağlantılı ve veri temelli çalışma ortamları; risklerin daha doğru belirlenmesine, gerçek zamanlı izlenmesine ve çalışanların güvenlik eğitimlerinin daha etkili biçimde planlanmasına olanak sağlamaktadır (Tang, 2024; Obasi ve Benson, 2025; Badri vd., 2018).

Son yıllarda İSG eğitiminde dijital teknolojilerin kullanımına yönelik ilgi belirgin biçimde artmıştır. Yapay zekâ destekli sistemler öğrenme içeriklerini bireysel gereksinimlere göre uyarlayarak kişiselleştirilmiş eğitim

deneyimi sunarken, sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları çalışanların yüksek riskli durumları güvenli ortamlarda deneyimlemelerine olanak tanımaktadır. Bu teknolojiler; risk farkındalığı, karar verme becerisi, motivasyon ve öz yeterlik üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Benzer şekilde ciddi oyunlar ve simülasyon tabanlı uygulamalar da özellikle inşaat, madencilik ve imalat gibi yüksek riskli sektörlerde uygulamalı öğrenmeyi destekleyen etkili araçlar olarak değerlendirilmektedir (Tang, 2024; Junaini vd., 2022; Strzałkowski vd., 2024; Pireddu vd., 2025; Rivière vd., 2025).

Mobil öğrenme platformları, çevrim içi eğitim sistemleri ve bulut tabanlı öğrenme yönetim sistemleri, çalışanların zamandan ve mekândan bağımsız olarak eğitim alabilmelerini sağlayarak yaşam boyu öğrenmeyi desteklemektedir. Mikro öğrenme uygulamaları ve dijital yetkinlik takibi, güvenlik bilgilerinin sürekli güncellenmesine katkı sağlamaktadır (Kelleci vd., 2025; Akyıldız, 2023; Hoeft ve Trask, 2022). Bununla birlikte dijital eğitim uygulamalarının bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Yüksek teknoloji maliyetleri, dijital okuryazarlık farklılıkları, siber güvenlik ve veri gizliliği sorunları ile uygulamalı deneyimin dijital ortamlarda tam olarak karşılanamaması, bu teknolojilerin yaygın kullanımını sınırlandıran başlıca etmenler arasında gösterilmektedir (Pireddu vd., 2025; Hoeft ve Trask, 2022; Barker, 2021).

Literatürde dijital teknolojilerin İSG eğitimindeki etkisinin yalnızca kısa dönemli bilgi kazanımlarıyla değil, güvenli davranış, risk algısı ve güvenlik kültürü üzerindeki uzun dönemli etkileriyle değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Özellikle VR/AR tabanlı eğitimler, BIM uygulamaları, dijital ikizler ve yapay zekâ destekli karar sistemlerinin gerçek çalışma ortamlarıyla bütünleştirilmesine yönelik araştırmalar giderek artmaktadır. Ancak bu teknolojilerin sürdürülebilir etkilerinin ortaya konulabilmesi için farklı sektörlerde uzun süreli ve standart değerlendirme ölçütlerine dayalı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Pireddu vd., 2025; Hoeft ve Trask, 2022; Tang, 2024; Barker, 2021; Badri vd., 2018).

Genel olarak dijital dönüşüm, İSG eğitiminin erişilebilirliğini, etkileşimini ve öğrenme niteliğini artırma potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte bu potansiyelin etkili biçimde kullanılabilmesi, teknolojik altyapının yanı sıra eğitim tasarımı, kullanıcı gereksinimleri ve örgütsel destek unsurlarının birlikte ele alınmasını gerektirmektedir. Güncel literatür, dijital teknolojilerin tek başına yeterli olmadığını; bunların deneyimsel öğrenme, uygulamalı eğitim ve güvenlik kültürünü destekleyen bütüncül eğitim modelleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Pireddu vd., 2025; Hoeft ve Trask, 2022; Barker, 2021; Badri vd., 2018).

1.3. İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminde Görsel İletişimin Önemi

Görsel iletişim, güvenlik bilgilerinin etkili biçimde aktarılması, tehlikelerin fark edilmesi ve risklerin doğru yorumlanmasının desteklenmesi açısından iş sağlığı ve güvenliği (İSG) eğitiminin önemli bileşenlerinden biridir. Güvenlik işaretleri, renk kodları, piktogramlar, infografikler, posterler, eğitim videoları ve animasyonlar, sözel ve teknik güvenlik bilgilerinin görsel olarak yapılandırılmasına ve çalışanların kritik güvenlik mesajlarını daha kolay anlamasına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte görsel materyallerin etkililiği yalnızca kullanımlarına değil; mesajın açıklığına, tasarımın sadeliğine ve kullanıcıların deneyim, eğitim ve işaretlere aşinalık gibi özelliklerine de bağlıdır (Chan ve Chan, 2011; Kwon vd., 2024).

Görsel bilginin sunuluş biçimi, özellikle tehlikelerin hızlı biçimde fark edilmesi gereken çalışma ortamlarında önem taşımaktadır. Aynı anda çok sayıda işaret veya görsel uyarının sunulması, çalışanların bilgiyi işleme ve hatırlama kapasitesini zorlayarak bilişsel yükü artırabilmektedir. Nitekim Kwon vd. (2024), çoklu güvenlik işaretlerinin oluşturduğu bilişsel yükün güvenlik bilgilerinin hatırlanmasını etkileyebildiğini göstermiştir. Bu nedenle görsel güvenlik materyallerinin gereksiz ayrıntılardan arındırılması, kritik bilgilerin önceliklendirilmesi ve mesajların açık bir görsel hiyerarşi içinde sunulması önem taşımaktadır.

Renk kodları, güvenlik işaretleri ve piktogramlar, tehlikelerin tanınması ve güvenlik mesajlarının kısa sürede aktarılması açısından risk iletişiminin temel araçlarıdır. Bununla birlikte standartlaştırılmış sembollerin bütün kullanıcılar tarafından aynı biçimde anlaşılacağı varsayılmamalıdır. Araştırmalar; eğitim, deneyim, güvenlik kültürü ve kullanıcı özelliklerinin piktogramların doğru yorumlanmasını etkileyebildiğini göstermektedir (Chan ve Chan, 2011; Ramezanifar ve Ramezanifar, 2026). Bu nedenle renk, sembol ve gerektiğinde kısa metinsel açıklamaların birbirini tamamlayacak biçimde kullanılması ve görsel güvenlik iletişiminin eğitimle desteklenmesi gerekmektedir. Nitekim Akkouch vd. (2025), kısa video temelli bir eğitim uygulamasının katılımcıların güvenlik etiketlerindeki renk kodlarını ve piktogramları yorumlama becerilerini geliştirebildiğini göstermiştir.

Görsel iletişim araçlarının dijital teknolojilerle bütünleşmesi, İSG eğitiminde daha etkileşimli öğrenme olanakları da sunmaktadır. Eğitim videoları ve animasyonlar güvenli çalışma süreçlerinin ve riskli davranışların

sonuçlarının görselleştirilmesine olanak sağlarken, sanal gerçeklik uygulamaları çalışanların tehlikeleri risksiz ortamlarda deneyimlemelerini ve güvenli karar verme süreçlerine aktif olarak katılmalarını destekleyebilmektedir (Akkouch vd., 2025; Cavalcanti vd., 2021). Ayrıca görüntü tanıma sistemlerinin çalışma ortamındaki güvenlik işaretlerini otomatik olarak algılayabilmesi, görsel iletişim araçlarının dijital risk izleme ve güvenlik yönetimi sistemleriyle bütünleşmesine yönelik yeni olanaklar ortaya çıkarmaktadır (Román-Gallego vd., 2024).

Literatür birlikte değerlendirildiğinde, görsel iletişimin İSG eğitimindeki etkisinin yalnızca güvenlik mesajlarının görünür hâle getirilmesiyle sınırlı olmadığı; risklerin tanınması, güvenlik bilgilerinin anlaşılması ve öğrenme süreçlerinin desteklenmesi açısından da önem taşıdığı görülmektedir (Chan ve Chan, 2011; Kwon vd., 2024; Akkouch vd., 2025). Bununla birlikte görsel iletişim araçları, dijital eğitim teknolojileri ve güvenlik kültürü literatürünün önemli ölçüde farklı araştırma gelenekleri içinde gelişmesi, bu bileşenlerin ortak bir eğitim çerçevesinde değerlendirilmesi gereksinimini ortaya çıkarmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği eğitimine yönelik güncel literatür genel olarak üç ilişkili araştırma eksenini üzerinden değerlendirilebilir. İlk eksen e-öğrenme, mobil öğrenme, sanal ve artırılmış gerçeklik, yapay zekâ, simülasyon ve diğer dijital teknolojilerin İSG eğitimindeki kullanımı ele alınmaktadır (Pireddu vd., 2025; Hoeft ve Trask, 2022). İkinci eksen güvenlik işaretleri, piktogramlar ve diğer görsel risk iletişimi araçlarının anlaşılabilirliği, tasarımı ve kullanıcı özellikleriyle ilişkisi incelenmektedir (Chan ve Chan, 2011; Kwon vd., 2024; Ramezanifar ve Ramezanifar, 2026). Üçüncü eksen ise güvenlik kültürü, güvenlik davranışı, liderlik, yönetim desteği ve örgütsel öğrenme gibi unsurlar ön plana çıkmaktadır (Wang vd., 2020; Badri vd., 2018; Balta vd., 2021). Bu araştırma alanlarının her biri İSG eğitimine önemli katkılar sağlamakla birlikte, görsel iletişim, dijital eğitim teknolojileri ve güvenlik kültürü arasındaki ilişkilerin ortak bir kavramsal yapı içerisinde ele alınması bütüncül bir değerlendirme açısından önem taşımaktadır.

Bu doğrultuda mevcut derleme, görsel iletişim, dijital eğitim teknolojileri ve güvenlik kültürü arasındaki ilişkileri güncel literatür ışığında bütüncül bir bakış açısıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada dijital dönüşümün İSG eğitimine yansımaları değerlendirilmekte, görsel iletişim araçlarının öğrenme süreçleri ve risk algısı üzerindeki katkıları tartışılmakta ve güvenlik kültürünün oluşumunda eğitim teknolojileri ile görsel iletişimin rolü bütünleştirici bir çerçevede ele alınmaktadır. Böylece farklı araştırma alanlarından elde edilen bulguların sentezlenmesi yoluyla İSG eğitimine ilişkin kavramsal bir çerçeve ortaya konulması ve gelecekteki araştırma ve uygulamalara yönelik çıkarımlar geliştirilmesi hedeflenmektedir.

2. Yöntem

2.1. Derleme Tasarımı

Bu çalışma, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) eğitiminde görsel iletişim, dijital teknolojiler ve güvenlik kültürü arasındaki ilişkileri bütüncül bir çerçevede incelemek amacıyla bütünleştirici derleme (integrative review) yaklaşımıyla gerçekleştirilmiştir. Bütünleştirici derleme, belirli bir araştırma alanında farklı yöntemlerle yürütülmüş ampirik çalışmaların yanı sıra kuramsal ve kavramsal yayınların birlikte değerlendirilmesine ve farklı araştırma geleneklerinden elde edilen bulguların ortak bir kavramsal yapı içerisinde sentezlenmesine olanak sağlayan bir literatür inceleme yöntemidir (Whittemore ve Knafl, 2005). Whittemore ve Knafl'ın yaklaşımı; problemin belirlenmesi, literatürün taranması, kaynakların değerlendirilmesi, verilerin analiz edilmesi ve bulguların bütünleştirilerek sunulması aşamalarından oluşmaktadır. Bu yaklaşım özellikle farklı disiplinlerde gelişen ve birbirinden görece bağımsız araştırma alanlarının ortak bir kavramsal çerçevede değerlendirilmesine elverişlidir.

Bu çalışmada sistematik derlemelerde olduğu gibi belirli bir müdahalenin etkililiğini belirlemek veya nicel etki büyüklüklerini birleştirmek amaçlanmamıştır. Bunun yerine İSG eğitimi, görsel iletişim, dijital öğrenme teknolojileri ve güvenlik kültürüne ilişkin farklı disiplinlerde üretilen araştırmaların bir araya getirilmesi, ortak eğilimlerin ve araştırma boşluklarının belirlenmesi ve bu alanlar arasındaki ilişkilerin kavramsal olarak sentezlenmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle çalışma, sistematik derleme veya meta-analizden ziyade bütünleştirici ve kavramsal bir literatür derlemesi olarak yapılandırılmıştır. Literatür derlemelerinde araştırma amacının açık biçimde belirlenmesi, tarama sürecinin tanımlanması ve elde edilen çalışmaların analitik bir senteze dönüştürülmesi derlemenin bilimsel niteliği açısından önem taşımaktadır (Green vd., 2006; Snyder, 2019).

2.2. Literatür Tarama Stratejisi

Literatür taramasında hem Türkiye’de hem de uluslararası literatürde yayımlanmış araştırmalara ulaşılması amaçlanmıştır. Tarama süreci, çalışmanın üç temel kavramsal eksenini olan (a) iş sağlığı ve güvenliği eğitimi ve

güvenlik kültürü, (b) görsel iletişim ve risk iletişimi ve (c) dijital teknolojiler ve teknoloji destekli güvenlik eğitimi çerçevesinde yürütülmüştür. Böylece yalnızca İSG alanındaki çalışmalar değil; eğitim bilimleri, mesleki ve teknik eğitim, görsel iletişim ve tasarım, ergonomi, örgütsel davranış, mühendislik ve dijital öğrenme alanlarındaki konu ile doğrudan ilişkili çalışmalar da inceleme kapsamına alınmıştır. Bu tercih, bütünleştirici derlemenin farklı disiplinlerden ve farklı araştırma desenlerinden elde edilen kanıtları ortak bir problem çerçevesinde birleştirme özelliğiyle uyumludur (Whittemore ve Knafl, 2005; Snyder, 2019).

Uluslararası literatüre ulaşmak amacıyla Web of Science, Scopus, PubMed ve Google Scholar; Türkiye kaynaklı çalışmalara ulaşmak amacıyla ise TR Dizin, DergiPark ve YÖK Ulusal Tez Merkezi üzerinden taramalar gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ulaşılan çalışmaların kaynakçaları incelenerek konuyla doğrudan ilişkili ek yayınlar belirlenmiş ve gerektiğinde geriye doğru kaynak taraması yapılmıştır.

Tarama terimleri araştırmanın kavramsal yapısına uygun olarak Türkçe ve İngilizce hazırlanmıştır. Türkçe taramalarda “iş sağlığı ve güvenliği”, “İSG eğitimi”, “iş güvenliği eğitimi”, “güvenlik eğitimi”, “güvenlik kültürü”, “güvenlik davranışı”, “risk algısı”, “risk iletişimi”, “görsel iletişim”, “güvenlik işaretleri”, “piktogram”, “infografik”, “dijital öğrenme”, “sanal gerçeklik”, “artırılmış gerçeklik”, “yapay zekâ”, “simülasyon”, “oyunlaştırma”, “dijital ikiz”, “mobil öğrenme” ve “mesleki ve teknik eğitim” terimleri kullanılmıştır.

Uluslararası literatür taramalarında ise “occupational health and safety”, “occupational safety education”, “OHS training”, “safety training”, “safety education”, “safety culture”, “safety behaviour/behavior”, “risk perception”, “risk communication”, “visual communication”, “safety signs”, “pictograms”, “infographics”, “digital learning”, “e-learning”, “mobile learning”, “virtual reality”, “augmented reality”, “artificial intelligence”, “simulation”, “gamification”, “digital twin” ve “vocational education” anahtar sözcüklerinden ve bunların farklı kombinasyonlarından yararlanılmıştır. Arama terimleri veri tabanlarının özelliklerine göre AND ve OR Boolean operatörleri kullanılarak birleştirilmiştir.

Örneğin temel arama mantığı aşağıdaki biçimde oluşturulmuştur:

(“occupational health and safety” OR “OHS” OR “safety training”) AND (“visual communication” OR “safety signs” OR “pictograms” OR “infographics”)

(“occupational health and safety” OR “safety education”) AND (“virtual reality” OR “augmented reality” OR “artificial intelligence” OR “digital learning” OR “simulation”)

(“occupational health and safety” OR “safety training”) AND (“safety culture” OR “safety behaviour” OR “risk perception”)

2.3. Dahil Etme ve Dışlama Ölçütleri

Kaynakların belirlenmesinde araştırmanın amacı ve kavramsal kapsamıyla doğrudan ilişkili olma temel ölçüt olarak benimsenmiştir. İncelemeye; İSG eğitimi, güvenlik kültürü ve güvenlik davranışı; görsel iletişim ve risk iletişimi; güvenlik işaretleri, renk kodları, piktogramlar, infografikler ve eğitim videoları; e-öğrenme, mobil öğrenme, sanal ve artırılmış gerçeklik, yapay zekâ, simülasyon, oyunlaştırma, dijital ikizler ve diğer dijital eğitim teknolojileri ile mesleki ve teknik eğitimde İSG uygulamaları konularından en az biriyle doğrudan ilişkili çalışmalar dahil edilmiştir.

Araştırmanın güncel gelişmeleri değerlendirme amacı doğrultusunda özellikle yakın dönem yayınlarına öncelik verilmiş; bununla birlikte yapılandırmacılık, deneyimsel öğrenme, sosyal öğrenme, yetişkin eğitimi, bilişsel yük, güvenlik kültürü ve güvenlik davranışı gibi çalışmanın kuramsal temelini oluşturan kavramlarda yıl sınırlaması uygulanmadan alanın temel ve kurucu kaynaklarından da yararlanılmıştır. Bu yaklaşım, güncel ampirik kanıtların tarihsel ve kuramsal temellerinden koparılmadan değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

İncelemeye öncelikle hakemli bilimsel dergilerde yayımlanan ampirik araştırmalar ve derleme çalışmaları dahil edilmiş; konuya ilişkin kavramsal çerçevenin oluşturulması açısından gerekli görülen kitaplar, kitap bölümleri, uluslararası standartlar ve kurumsal yayınlardan da yararlanılmıştır.

Güncel teknolojik gelişmelerin henüz hakemli yayınlara sınırlı ölçüde yansıdığı alanlarda preprint çalışmalardan tamamlayıcı kaynak olarak yararlanılmış; ancak temel çıkarımların mümkün olduğunca hakemli yayınlarla desteklenmesine öncelik verilmiştir.

Araştırma konusuyla doğrudan ilişkili olmayan, İSG bağlamı kurulmaksızın yalnızca genel teknoloji kullanımını ele alan, eğitim veya güvenlik çıktılarıyla ilişkilendirilmeyen, yeterli bibliyografik bilgiye ulaşamayan ya da aynı çalışmanın tekrar kaydı niteliğinde olan yayınlar değerlendirme kapsamı dışında bırakılmıştır. İngilizce ve Türkçe yayımlanan çalışmalar değerlendirmeye alınmıştır.

2.4. Kaynakların Seçimi ve Tematik Sentez

Literatür taraması sonucunda ulaşılan çalışmalar öncelikle başlık ve özetleri üzerinden araştırmanın

amacıyla ilişkileri bakımından değerlendirilmiş; uygun bulunan çalışmaların tam metinleri incelenmiştir. Kaynakların değerlendirilmesinde çalışmanın İSG eğitimiyle doğrudan ilişkisi, araştırmanın temel kavramlarından en az birini ele alması, bulgularının derlemenin kavramsal yapısına katkı sağlaması ve kullanılan kaynağın bilimsel niteliği dikkate alınmıştır. Bütünleştirici derlemelerde farklı araştırma türlerinden elde edilen bilgilerin ortak kavram ve örüntüler doğrultusunda karşılaştırılması, sınıflandırılması ve sentezlenmesi önerilmektedir (Whittemore ve Knafl, 2005).

İncelemeye alınan yayınlar içerikleri doğrultusunda önce kavramsal olarak kodlanmış, daha sonra benzer içerikler bir araya getirilerek tematik kategoriler oluşturulmuştur. Sentez sonucunda literatür dört ana tema altında yapılandırılmıştır: (1) İSG eğitiminin kuramsal ve davranışsal temelleri, (2) İSG eğitiminde görsel iletişim ve risk iletişimi, (3) İSG eğitiminde dijital teknolojiler ve teknoloji destekli öğrenme ve (4) mesleki ve teknik eğitimde güvenlik kültürü ve güvenli öğrenme ortamları. Temalar kendi içerisinde karşılaştırılarak ortak bulgular, birbirini tamamlayan yaklaşımlar, uygulamadaki sınırlılıklar ve literatürdeki araştırma boşlukları belirlenmiştir.

Son aşamada temalar birbirlerinden bağımsız alanlar olarak değerlendirilmemiş; aralarındaki ilişkiler karşılaştırmalı biçimde analiz edilmiştir. Bu sentez sonucunda görsel iletişim ve dijital teknolojilerin güvenlik kültürüyle etkileşerek güvenli öğrenme ortamlarını ve güvenli davranışı desteklediği; bu sürecin mesleki yeterliğin geliştirilmesine katkıda bulunabileceği yönünde bütünleştirici bir kavramsal yapı oluşturulmuştur. Böylece derlemenin sonunda sunulan kavramsal model, yalnızca tek tek çalışmaların özetlenmesine değil, literatürde belirlenen ortak örüntülerin ve kavramsal ilişkilerin sentezine dayalı olarak geliştirilmiştir.

3. İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminin Kuramsal Temelleri

3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminin Gelişimi

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) eğitimi, çalışma yaşamındaki teknolojik gelişmeler, üretim süreçlerinin karmaşıklaşması ve iş kazalarının önlenmesine yönelik yaklaşımların değişmesiyle önemli bir dönüşüm geçirmiştir. İlk dönemlerde ağırlıklı olarak yasal yükümlülüklerin yerine getirilmesine ve kaza sonrası önlemlere dayanan İSG eğitimi, günümüzde risklerin önceden belirlenmesini, güvenli davranışların geliştirilmesini ve sürdürülebilir güvenlik kültürünün oluşturulmasını hedefleyen önleyici bir anlayışa yönelmiştir (Greig vd., 2024; Machfudiyanto vd., 2023).

Bu dönüşümde uluslararası standartlar, çalışan katılımı ve sürekli iyileştirme anlayışı etkili olmuş; mesleki ve teknik eğitimde de İSG'nin öğretim programlarıyla bütünleştirilmesi önem kazanmıştır. Dijital öğrenme platformları, harmanlanmış öğrenme ve uygulamalı eğitim yaklaşımları ise güvenlik eğitiminin erişilebilirliğini ve sürekliliğini destekleyen araçlar hâline gelmiştir (Beş ve Strzałkowski, 2024; Abeysiriwardhane, 2020; Pink vd., 2016).

Türkiye'de İSG eğitimi, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve ilgili düzenlemeler çerçevesinde çalışanların bilgilendirilmesi, bilinçlendirilmesi ve güvenli davranışlarının geliştirilmesi açısından temel bir unsur olarak ele alınmaktadır. Eğitimlerin çalışma ortamındaki risklere uygun biçimde planlanması ve etkinliğinin değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Ateş, 2020). Türkiye'deki çalışmalar da İSG eğitiminin yalnızca yasal bir yükümlülük olarak değil, güvenlik bilinci ve güvenlik kültürünü destekleyen sürekli bir öğrenme süreci olarak ele alınması gerektiğine işaret etmektedir (Keskin ve Çavuş, 2020).

3.1.1. Yapılandırımcılık (Constructivism)

Yapılandırımcılık, öğrenmeyi bireyin önceki bilgi ve deneyimleri temelinde aktif olarak anlam oluşturduğu bir süreç olarak ele almaktadır. Sosyal etkileşim, problem çözme ve bağlamsal deneyimler bu sürecin temel bileşenleridir (Ng vd., 2019). İSG eğitiminde bu yaklaşım, çalışanların gerçek çalışma ortamlarında karşılaştıkları riskleri analiz etmelerine ve güvenlik bilgisini uygulamayla ilişkilendirmelerine olanak sağlamaktadır.

Problem temelli etkinlikler, gerçek yaşam senaryoları, görsel materyaller ve etkileşimli dijital içerikler, soyut güvenlik bilgilerinin somutlaştırılmasını ve farklı çalışma ortamlarına aktarılmasını desteklemektedir (Pink vd., 2016; Câmpăan, 2019). Bununla birlikte katılımcıların deneyim ve bilgi düzeylerindeki farklılıklar, özellikle yüksek riskli sektörlerde standartlaştırılmış öğrenme çıktılarının elde edilmesini güçleştirebilir (Beş ve Strzałkowski, 2024). Bu nedenle yapılandırımcı yaklaşımın deneyimsel ve sosyal öğrenme süreçleriyle birlikte kullanılması önem taşımaktadır.

3.1.2. Deneyimsel Öğrenme (Experiential Learning)

Deneyimsel öğrenme, bilginin deneyimlerin dönüştürülmesi yoluyla oluşturulduğunu kabul etmektedir. Kolb'un modelinde öğrenme; somut deneyim, yansıtıcı gözlem, soyut kavramsallaştırma ve aktif deneyimleme aşamalarından oluşan döngüsel bir süreçtir (Kolb, 1984). İSG eğitiminde simülasyonlar, saha uygulamaları, vaka

analizleri ve uygulamalı etkinlikler, teorik güvenlik bilgisinin gerçek çalışma koşullarına aktarılmasını ve güvenli karar verme becerilerinin geliştirilmesini desteklemektedir (Dean vd., 2020; Greig vd., 2024; Machfudiyanto vd., 2023).

Sanal ve artırılmış gerçeklik gibi dijital teknolojiler de çalışanların farklı risk senaryolarını güvenli ortamlarda deneyimlemelerine olanak sağlamaktadır (Kee vd., 2023; Câmpăan, 2019). Bununla birlikte deneyimsel eğitimin uzun dönemli davranışsal etkilerinin değerlendirilmesi ve dijital simülasyonların gerçek çalışma deneyiminin yerini ne ölçüde karşılayabildiğinin belirlenmesi önemli sınırlılıklar arasındadır (Dean vd., 2020; Abeyasiriwardhane, 2020).

3.1.3. Sosyal Öğrenme (Social Learning)

Sosyal öğrenme kuramı, bireylerin davranışları doğrudan deneyimlerinin yanı sıra başkalarının davranışlarını ve bu davranışların sonuçlarını gözlemleyerek de öğrenebildiklerini ileri sürmektedir. Bandura'ya (1977) göre gözlemsel öğrenme ve model alma, davranışların edinilmesinde önemli rol oynamaktadır. İSG açısından çalışma arkadaşlarının, yöneticilerin ve diğer rol modellerinin sergiledikleri davranışlar, güvenli uygulamaların öğrenilmesini ve yaygınlaşmasını etkileyebilmektedir.

Güvenlik liderliği, ekip etkileşimi, rol model davranışları ve yönetim desteği, güvenli davranışların örgütsel düzeyde benimsenmesini ve güvenlik kültürünün gelişmesini desteklemektedir (Dean vd., 2020; Lucchini vd., 2018; Greig vd., 2024). Dijital öğrenme platformları, eğitim videoları ve simülasyonlar da güvenli uygulamaların gözlemlenmesine ve modellenmesine olanak sağlamaktadır (Kee vd., 2023; Pink vd., 2016). Bununla birlikte rol modellerinin güvensiz davranış sergilemesi veya yönetim desteğinin yetersiz olması, sosyal öğrenmenin güvenlik üzerindeki olumlu etkisini sınırlandırabilmektedir.

3.1.4. Yetişkin Eğitimi (Andragogy)

Yetişkin eğitimi yaklaşımı, yetişkinlerin öğrenme sürecine önceki deneyimleri, mesleki gereksinimleri ve yaşam problemleriyle ilişkili beklentilerle katıldıklarını kabul etmektedir. Knowles'in andragoji yaklaşımında yetişkinlerin deneyimlerini öğrenme kaynağı olarak kullanmaları, öğrenme sürecine aktif katılmaları ve öğrendiklerini gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanmaları önem taşımaktadır (Knowles vd., 2015).

İSG eğitiminde gerçek iş problemleri, deneyim paylaşımı ve uygulamalı öğrenme etkinlikleri, güvenlik bilgisinin günlük çalışma yaşamına aktarılmasını desteklemektedir (Dean vd., 2020). Çevrim içi eğitimler, mobil öğrenme ve bireysel ilerlemeye olanak sağlayan dijital ortamlar ise yetişkinlerin kendi hızlarında öğrenmelerine imkân sağlamaktadır (Kee vd., 2023). Bununla birlikte çalışanların deneyim, motivasyon ve öğrenme gereksinimlerindeki farklılıklar ile zaman kısıtları eğitim süreçlerinin uygulanmasını güçleştirebilmektedir. Bu nedenle yetişkin eğitiminin esnek, uygulama odaklı ve farklı öğrenen profillerine uyarlanabilir biçimde tasarlanması önem taşımaktadır.

3.2. Güvenlik Davranışı

Güvenlik davranışı, çalışanların iş ortamında güvenli çalışma uygulamalarını benimsemesi ve sürdürmesine yönelik tüm davranışları kapsayan çok boyutlu bir kavramdır. Bu kavram; güvenli davranış, güvenlik performansı, risk alma davranışı, güvenlik uyumu ve güvenlik katılımı gibi birbirini tamamlayan bileşenlerden oluşmaktadır. Güvenli davranış kişisel koruyucu donanım kullanımı, tehlikelerin raporlanması ve güvenli çalışma prosedürlerine uyumu içerirken; güvenlik performansı bu davranışların örgütsel güvenlik hedeflerine katkısını ifade etmektedir. Buna karşılık kontrolsüz risk alma davranışları güvenlik performansını olumsuz etkilerken, güvenlik katılımı çalışanların güvenlik süreçlerine gönüllü katkılarını ve güvenlik kültürünün gelişimini desteklemektedir (Greig vd., 2024; Machfudiyanto vd., 2023).

Literatür, güvenlik davranışının yalnızca bireysel bilgi düzeyiyle açıklanamayacağını, örgütsel destek, güvenlik liderliği ve güvenlik iklimi gibi çevresel faktörlerden de etkilendiğini göstermektedir. Bu nedenle güvenlik uyumu ile güvenlik katılımının birlikte ele alınması, güvenli davranışların kalıcı hâle gelmesinde kritik öneme sahiptir. Çalışanların güvenlik uygulamalarına aktif katılım göstermeleri, yalnızca kurallara uyumu değil, güvenlik kültürünün örgütsel düzeyde benimsenmesini de kolaylaştırmaktadır (Dean vd., 2020; Greig vd., 2024; Machfudiyanto vd., 2023).

İSG eğitimi, güvenlik davranışlarının geliştirilmesinde temel araçlardan biri olmakla birlikte, etkisi bilgi aktarımının ötesinde davranış değişikliği oluşturabilmesine bağlıdır. Yapılandırmacı, deneyimsel ve sosyal öğrenme yaklaşımları, çalışanların güvenlik bilgilerini uygulamaya dönüştürmelerini desteklerken; geri bildirim, rol model davranışları ve uygulamalı öğrenme etkinlikleri güvenli davranışların pekişmesini sağlamaktadır (Dean vd., 2020). Ancak eğitimin sürdürülebilir sonuçlar üretebilmesi için güvenlik liderliği, yönetim desteği ve olumlu

güvenlik iklimiyle desteklenmesi gerekmektedir (Dean vd., 2020; Greig vd., 2024; Machfudiyanto vd., 2023).

Son yıllarda dijital öğrenme ortamları ve görsel iletişim araçları da güvenlik davranışlarının geliştirilmesinde önemli destekleyici unsurlar hâline gelmiştir. Simülasyonlar, görsel vaka analizleri ve etkileşimli eğitim materyalleri çalışanların riskleri daha doğru değerlendirmelerine ve güvenli karar verme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır (Pink vd., 2016). Bununla birlikte dijital araçların etkisi, uygun pedagojik tasarım ve örgütsel destekle bütünleştirildiğinde daha belirgin hâle gelmektedir.

Sonuç olarak güvenlik davranışı, bireysel bilgi ve becerilerin yanı sıra liderlik, örgütsel öğrenme ve güvenlik kültürüyle şekillenen dinamik bir süreçtir. İSG eğitiminin temel amacı yalnızca güvenlik kurallarını öğretmek değil, çalışanların güvenliği günlük çalışma yaşamının doğal bir parçası hâline getirmelerini sağlamaktır. Bu nedenle güvenlik davranışının geliştirilmesi, kuramsal öğrenme yaklaşımları ile örgütsel uygulamaların bütüncül biçimde ele alınmasını gerektirmektedir.

3.3. Güvenlik Kültürü

Güvenlik kültürü, güvenliğin örgütün temel değerlerinden biri olarak benimsenmesini sağlayan ortak inanç, tutum ve davranışlar bütünüdür ifade etmektedir. Güvenlik iklimi çalışanların belirli bir dönemde güvenliğe ilişkin algılarını yansıtırken, güvenlik kültürü bu algıların örgütsel değerler, liderlik anlayışı ve kurumsal uygulamalarla bütünleşmesini kapsamaktadır. Bu nedenle güvenlik kültürü; güvenlik liderliği, yönetim desteği, risk algısı, örgütsel öğrenme ve çalışan katılımı gibi birbirini tamamlayan unsurların etkileşimiyle şekillenmektedir (Dean vd., 2020).

Literatür, güçlü bir güvenlik kültürünün yalnızca güvenlik kurallarının uygulanmasıyla değil, öğrenmeye açık bir örgütsel yapı oluşturulmasıyla geliştiğini göstermektedir. Güvenli davranışların paylaşılması, deneyimlerden öğrenilmesi ve geri bildirim mekanizmalarının etkin kullanılması, güvenlik kültürünün kurumsallaşmasını desteklemektedir. Bu süreçte risk algısının geliştirilmesi, çalışanların tehlikeleri erken fark etmelerine ve güvenli kararlar almalarına katkı sağlamaktadır (Dean vd., 2020).

Güvenlik liderliği ve yönetim desteği, güvenlik kültürünün en önemli belirleyicileri arasında yer almaktadır. Yöneticilerin güvenli davranışlara model olması, çalışan katılımını teşvik etmesi ve güvenliği kurumsal öncelik hâline getirmesi, güvenlik uygulamalarının sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Buna karşılık yönetim desteğinin yetersiz olduğu ortamlarda güvenlik iklimi zayıflamakta, eğitim programlarının güvenli davranışlara dönüşmesi güçleşmektedir (Dean vd., 2020).

İSG eğitimi, güvenlik kültürünün geliştirilmesinde temel araçlardan biri olarak değerlendirilmektedir. Eğitim yoluyla çalışanlar yalnızca güvenlik bilgisi edinmemekte; aynı zamanda güvenli davranışları iş ortamına uyarlamakta, ortak güvenlik değerlerini benimsemekte ve örgütsel öğrenme süreçlerine katılmaktadır. Özellikle görsel iletişim araçları, vaka temelli uygulamalar ve dijital öğrenme teknolojileri, güvenlik mesajlarının daha anlaşılır ve kalıcı hâle gelmesini sağlayarak güvenlik kültürünün yaygınlaşmasını desteklemektedir (Dean vd., 2020; Pink vd., 2016; Kee vd., 2023).

Sonuç olarak güvenlik kültürü, güvenlik iklimi, liderlik, yönetim desteği, örgütsel öğrenme ve risk algısının karşılıklı etkileşimiyle gelişen dinamik bir yapıdır. Eğitim ise bu yapının bilgi, tutum ve davranış boyutlarını bütünleştiren temel mekanizma olarak öne çıkmaktadır. Dolayısıyla etkili bir İSG eğitimi yalnızca güvenlik kurallarının öğretilmesini değil, güvenli davranışların kurumsal kültürün doğal bir parçası hâline gelmesini de hedeflemelidir. Bu kuramsal çerçeve, sonraki bölümde ele alınacak görsel iletişim araçlarının güvenlik eğitimi ve güvenlik kültürünün geliştirilmesindeki rolünü açıklamak için temel oluşturmaktadır.

Kuramsal değerlendirmeler, İSG eğitiminin yalnızca bilgi aktarımına dayalı bir süreç olmadığını; yapılandırmacı, deneyimsel, sosyal öğrenme ve yetişkin eğitimi yaklaşımlarının güvenlik davranışı ile güvenlik kültürünü bütüncül biçimde desteklediğini göstermektedir. Bu çerçevede görsel iletişim ve dijital teknolojiler, söz konusu kuramsal yaklaşımların uygulamaya aktarılmasını kolaylaştıran tamamlayıcı araçlar olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle sonraki bölümde, güvenlik işaretlerinden eğitim videolarına kadar uzanan görsel iletişim araçlarının İSG eğitimindeki işlevi ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

4. Görsel İletişimin İSG Eğitimindeki Rolü

Görsel iletişim, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) eğitiminde tehlikelerin tanınması, risk bilgilerinin anlaşılması ve güvenli davranışların desteklenmesi açısından önemli bir işleve sahiptir. Güvenlik işaretleri, renk kodları, piktogramlar, infografikler, posterler, animasyonlar ve eğitim videoları; sözel bilgileri görsel öğelerle destekleyerek güvenlik mesajlarının daha hızlı ve anlaşılır biçimde aktarılmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte görsel materyallerin etkililiği yalnızca kullanım sıklığına değil; mesajın açıklığına, görsel tasarımın sadeliğine, bilişsel yükün sınırlandırılmasına ve hedef kullanıcı grubunun özelliklerinin dikkate alınmasına

bağlıdır (Chan ve Chan, 2011; Kwon vd., 2024). Bu nedenle görsel iletişim araçlarının birbirinden bağımsız materyaller olarak değil, İSG eğitiminin pedagojik amaçları doğrultusunda bütünleşik biçimde kullanılması gerekmektedir.

4.1. Güvenlik İşaretleri, Renk Kodları ve Piktogramlar

Güvenlik işaretleri, renk kodları ve piktogramlar, iş ortamındaki tehlike ve güvenlik bilgilerinin kısa sürede aktarılmasını sağlayan temel görsel risk iletişimi araçlarıdır. Standart renk ve sembollerin kullanılması, farklı dil ve eğitim düzeylerine sahip çalışanlar arasında ortak bir görsel güvenlik dili oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte güvenlik işaretlerinin anlaşılabilirliği yalnızca standart bir sembolün kullanılmasına bağlı değildir. Kullanıcının deneyimi, eğitimi ve işarete aşinalığı gibi özellikler de güvenlik mesajının doğru yorumlanmasını etkileyebilmektedir (Chan ve Chan, 2011). Bu nedenle işaret ve piktogramların eğitim programlarıyla desteklenmesi ve kullanıcıların anlamları konusunda bilgilendirilmesi önem taşımaktadır.

Görsel risk iletişiminde bilgi yoğunluğu ayrıca dikkate alınmalıdır. Çok sayıda işaretin aynı anda sunulması, çalışanların bilgiyi işleme ve hatırlama kapasitesini zorlayabilmektedir. Kwon vd. (2024), 513 inşaat çalışanı üzerinde gerçekleştirdikleri araştırmada çoklu güvenlik işaretlerinin bilişsel yük oluşturabildiğini ve işaret sayısı arttıkça özellikle piktogram temelli bilgilerin hatırlanmasının güçleştiğini göstermiştir. Bu bulgu, İSG ortamlarında daha fazla işaret kullanımının her zaman daha etkili iletişim anlamına gelmediğini; görsel bilginin seçici ve yapılandırılmış biçimde sunulması gerektiğini göstermektedir.

Piktogramların anlaşılabilirliği de kullanıcı özelliklerinden ve eğitimden etkilenmektedir. GHS piktogramlarına ilişkin çalışmalar, sembollerin evrensel olarak tasarlanmasının bütün kullanıcılar tarafından aynı doğrulukta yorumlanacağı anlamına gelmediğini; eğitim, güvenlik kültürü ve kullanıcı özelliklerinin kavrama düzeyini etkileyebildiğini göstermektedir (Ramezanifar ve Ramezanifar, 2026). Bu nedenle renk, sembol ve gerektiğinde kısa metinsel açıklamaların birbirini tamamlayacak biçimde kullanılması; özellikle kimyasal tehlikeler ve yüksek riskli çalışma ortamlarında yanlış yorumlama olasılığının azaltılması açısından önemlidir. Eğitimle desteklenen görsel etiketleme uygulamalarının yararı, pestisit güvenliği bağlamında da gösterilmiş; kısa video eğitiminin çiftçilerin renk kodlarını ve piktogramları yorumlama becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir (Akkouch vd., 2025).

Dijital teknolojiler güvenlik işaretlerinin kullanım alanını da genişletmektedir. Görüntü tanıma sistemleri aracılığıyla çalışma ortamındaki güvenlik işaretlerinin otomatik olarak algılanması ve sınıflandırılması mümkün hâle gelmiştir (Román-Gallego vd., 2024). Böylece geleneksel güvenlik işaretleri yalnızca pasif uyarı araçları olmaktan çıkarak dijital risk izleme ve güvenlik yönetimi sistemleriyle bütünleşebilmektedir.

4.2. İnfografikler, Posterler ve Görsel Bilgilendirme Materyalleri

İnfografikler ve posterler, ayrıntılı güvenlik bilgilerinin görsel olarak yapılandırılmasını ve temel mesajların çalışma ortamında sürekli görünür tutulmasını sağlayan tamamlayıcı iletişim araçlarıdır. Acil durum prosedürleri, kişisel koruyucu donanım kullanımı, kimyasal güvenlik, güvenli çalışma basamakları ve risk kontrol süreçleri gibi çok aşamalı bilgilerin metin, sembol ve görsellerle birlikte sunulması, çalışanların bilgiyi daha kolay takip etmesine yardımcı olabilir. Bununla birlikte görsel materyallerde aşırı bilgi yoğunluğu, karmaşık yerleşim ve aynı anda çok sayıda görsel uyarının kullanılması bilişsel yükü artırabileceğinden, içerik önceliklendirilerek sade bir görsel hiyerarşi içinde sunulmalıdır (Kwon vd., 2024).

Bu materyallerin eğitimsel işlevi, güvenlik mesajlarının yalnızca görünür kılınmasıyla sınırlı değildir. Güvenlik işaretleri ve piktogramların kısa açıklamalar ve eğitim içerikleriyle desteklenmesi, sembollerin anlamlarının öğrenilmesine ve çalışma bağlamıyla ilişkilendirilmesine katkı sağlayabilmektedir (Chan ve Chan, 2011). Dolayısıyla poster ve infografiklerin bağımsız birer dekoratif materyal olarak değil, uygulamalı İSG eğitiminin görsel destekleyicileri olarak tasarlanması daha uygundur. Görsel materyallerin içerikleri hedef grubun çalışma koşullarına, karşılaşılan risklere ve bilgi gereksinimlerine göre yapılandırılmalı; aynı güvenlik mesajında kullanılan sembol, renk ve terminolojinin farklı materyaller arasında tutarlı olması sağlanmalıdır.

Dijital ekranlar ve çevrim içi öğrenme ortamları bu materyallerin güncellenmesini ve farklı kullanıcı gruplarına ulaştırılmasını kolaylaştırmaktadır. Ancak materyalin dijital ortamda sunulması tek başına eğitimsel etkililik sağlamamaktadır. Görsel sadelik, mesajın açıklığı, uygun bilgi yoğunluğu ve güvenlik içeriğinin doğruluğu basılı ve dijital materyaller açısından ortak tasarım ilkeleri olarak korunmalıdır.

4.3. Animasyon, Video ve Dijital Görsel Öğrenme

Animasyonlar ve eğitim videoları, statik görsellerden farklı olarak güvenlik süreçlerinin zaman içindeki gelişimini, işlem basamaklarını ve doğru ya da hatalı uygulamaların sonuçlarını gösterebilen görsel öğrenme

araçlarıdır. Bu özellikleri nedeniyle özellikle tehlikeli işlemlerin doğrudan uygulanmasının güç olduğu durumlarda güvenli çalışma prosedürlerinin gösterilmesi ve risk senaryolarının açıklanması açısından işlevsel olabilirler. Video temelli eğitimin İSG alanındaki uygulanabilirliğine ilişkin deneysel kanıtlar da bulunmaktadır. Akkouch vd. (2025), pestisit güvenliği konusunda WhatsApp üzerinden sunulan dört dakikalık bir eğitim videosunun katılımcıların güvenlik bilgisi, pestisit kullanım uygulamaları ve güvenlik etiketlerini yorumlama becerilerinde anlamlı gelişme sağladığını bildirmiştir.

Dijital görsel öğrenmenin daha etkileşimli biçimleri, kullanıcıyı yalnızca görsel içeriği izleyen bir konumdan çıkararak risk senaryolarına aktif olarak katılmasına olanak sağlamaktadır. Cavalcanti vd. (2021), sanal gerçeklik ortamında oyunlaştırılmış tehlike iletişiminin güvenlik eğitimi ve değerlendirmesi açısından kullanılabilirliğini göstermiştir. Bu yaklaşım, görsel iletişim ile deneysel öğrenmenin birleşmesini sağlayarak kullanıcıların tehlikeleri tanımasına, kararlarının sonuçlarını gözlemlemesine ve güvenli davranışları risksiz bir ortamda uygulamasına imkân vermektedir.

Bununla birlikte dijital görsel materyallerde de bilgi miktarının kontrol edilmesi önemlidir. Gereksiz görsel öğeler, yoğun mesajlar veya eş zamanlı çok sayıda uyaran bilişsel yükü artırarak güvenlik açısından kritik bilgilerin gözden kaçmasına neden olabilir (Kwon vd., 2024). Bu nedenle animasyon ve videoların açık bir öğrenme amacı doğrultusunda, temel güvenlik mesajlarını öne çıkaracak ve gereksiz görsel ayrıntıları sınırlandıracak biçimde hazırlanması gerekmektedir.

Genel olarak görsel iletişim araçlarının İSG eğitimindeki katkısı, kullanılan materyallerin sayısından çok bunların eğitim amaçlarıyla ne ölçüde uyumlu ve bütünleşik kullanıldığıyla ilişkilidir. Güvenlik işaretleri ve piktogramlar tehlikelerin hızlı biçimde tanınmasını; infografik ve posterler güvenlik bilgilerinin yapılandırılmasını ve hatırlatılmasını; animasyon, video ve etkileşimli dijital uygulamalar ise süreçlerin ve risk senaryolarının görselleştirilmesini desteklemektedir. Bu araçların açık, sade ve hedef kullanıcıya uygun biçimde tasarlanarak eğitim süreciyle bütünleştirilmesi, görsel iletişimin İSG eğitimindeki işlevini güçlendirmektedir.

5. Dijital Teknolojiler ve İSG Eğitimi

5.1. E-Öğrenme

E-öğrenme, bilgi ve iletişim teknolojileri aracılığıyla gerçekleştirilen, zaman ve mekân sınırlılığını büyük ölçüde ortadan kaldıran dijital öğrenme yaklaşımıdır. İş sağlığı ve güvenliği eğitiminde e-öğrenme sistemleri, çalışanların güvenlik bilgilerine sürekli erişebilmesini sağlamakta; standart eğitim içeriklerinin geniş kitlelere tutarlı biçimde sunulmasına olanak vermektedir. Özellikle hizmet içi eğitimler, mevzuat güncellemeleri ve zorunlu İSG eğitimlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Tang, 2024; Hoeft ve Trask, 2022; Pireddu vd., 2025).

Araştırmalar, e-öğrenmenin öğrenme sürecinde esneklik, erişilebilirlik ve maliyet avantajı sağladığını göstermektedir. Katılımcılar eğitim içeriklerine kendi öğrenme hızlarında ulaşabilmekte, gerektiğinde dersleri tekrar izleyebilmekte ve bireysel öğrenme gereksinimlerine uygun ilerleyebilmektedir. Bu özellikler, özellikle farklı vardiyalarda çalışan personelin eğitim süreçlerine katılımını kolaylaştırmaktadır (Hoeft ve Trask, 2022; Kelleci vd., 2025; Akyıldız, 2023).

E-öğrenme ortamlarının etkililiği yalnızca dijital platformların varlığına değil, içerik tasarımının niteliğine de bağlıdır. Etkileşimli uygulamalar, kısa öğrenme modülleri, görsel materyaller ve ölçme-değerlendirme etkinlikleriyle desteklenen programlar, bilgi kalıcılığı ve güvenli davranışların geliştirilmesinde daha başarılı sonuçlar vermektedir. Buna karşılık yalnızca metin temelli veya pasif içeriklerden oluşan eğitimlerin öğrenme motivasyonu ve bilgi transferi üzerindeki etkisinin sınırlı olduğu belirtilmektedir (Tang, 2024; Pireddu vd., 2025; Hoeft ve Trask, 2022).

Bununla birlikte e-öğrenme uygulamalarının bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Dijital okuryazarlık düzeyindeki farklılıklar, teknolojik altyapı yetersizlikleri, internet erişim sorunları ve uygulamalı becerilerin çevrim içi ortamda sınırlı ölçüde kazandırılabilmesi bu sistemlerin en önemli güçlükleri arasında gösterilmektedir. Özellikle yüksek riskli işlerde yalnızca çevrim içi eğitime dayalı programların uygulamalı eğitimlerle desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Pireddu vd., 2025; Hoeft ve Trask, 2022).

Sonuç olarak e-öğrenme, İSG eğitiminde erişilebilirliği ve öğrenme sürekliliğini artıran önemli bir dijital eğitim yaklaşımıdır. Ancak kalıcı davranış değişikliği oluşturabilmesi; etkileşimli içerikler, görsel öğrenme araçları ve uygulamalı eğitim yöntemleriyle bütünleştirilmesine bağlıdır. Bu gelişim, bir sonraki bölümde ele alınan mobil öğrenme uygulamalarının İSG eğitimine sağladığı katkılar için de önemli bir temel oluşturmaktadır.

5.2. Mobil Öğrenme

Mobil öğrenme, çalışanların güvenlik bilgilerine zaman ve mekândan bağımsız olarak erişmesini sağlayan

dijital öğrenme yaklaşımıdır. Akıllı telefonlar, tabletler ve taşınabilir cihazlar aracılığıyla sunulan eğitim içerikleri; güvenlik talimatları, kontrol listeleri, acil durum prosedürleri ve saha uygulamalarının çalışma sırasında kullanılmasına olanak tanımaktadır. Bu özellikleri sayesinde özellikle inşaat, üretim ve sağlık gibi dinamik çalışma ortamlarında İSG eğitimini iş süreçleriyle bütünleştirmektedir (Laciok vd., 2021; Shannon vd., 2017).

Araştırmalar, mobil öğrenmenin çalışanların ihtiyaç duydukları bilgiye anında ulaşmalarını sağlayarak güvenli karar verme süreçlerini desteklediğini göstermektedir. Konum tabanlı uyarılar, çevrim dışı erişim ve gerçek zamanlı geri bildirim gibi özellikler, güvenlik prosedürlerinin doğru uygulanmasını kolaylaştırırken risk farkındalığını artırmaktadır. Bu durum, özellikle saha koşullarında hızlı müdahale gerektiren durumlarda mobil öğrenmenin önemli bir avantaj sunduğunu ortaya koymaktadır (Laciok vd., 2021).

Mobil öğrenmenin başarısı yalnızca taşınabilir cihazların kullanılmasına değil, içeriklerin kullanıcı odaklı ve uygulamaya yönelik tasarlanmasına bağlıdır. Kısa eğitim modülleri, görsel materyaller, etkileşimli uygulamalar ve anlık değerlendirme araçları öğrenme sürecini desteklerken; artırılmış gerçeklik ve diğer dijital teknolojilerle bütünleşik kullanımı uygulamalı öğrenme deneyimini güçlendirmektedir (Laciok vd., 2021; Shannon vd., 2017).

Bununla birlikte mobil öğrenme; internet erişimi, cihaz uyumluluğu, veri güvenliği ve içerik güncelliği gibi bazı sınırlılıklara sahiptir. Özellikle kişisel cihazların kullanıldığı ortamlarda bilgi güvenliği ve veri gizliliğine ilişkin önlemlerin alınması, sistemlerin sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle mobil öğrenme uygulamalarının güçlü bir teknolojik altyapı ve düzenli içerik yönetimiyle desteklenmesi gerekmektedir (Laciok vd., 2021).

Sonuç olarak mobil öğrenme, İSG eğitimini çalışma ortamına taşıyarak bilgiye anında erişim ve güvenli karar verme süreçlerini destekleyen etkili bir dijital öğrenme yaklaşımıdır. En yüksek etki, mobil uygulamaların e-öğrenme sistemleri ve diğer dijital eğitim teknolojileriyle bütünleşik biçimde kullanılmasıyla elde edilmektedir. Bu gelişim, bir sonraki bölümde ele alınan yapay zekâ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme sistemlerinin anlaşılması için önemli bir temel oluşturmaktadır.

5.3. Yapay Zekâ

Yapay zekâ, iş sağlığı ve güvenliği eğitiminde öğrenme süreçlerini bireyselleştiren, riskleri önceden tahmin eden ve karar destek mekanizmalarını güçlendiren en önemli dijital teknolojilerden biri hâline gelmiştir. Büyük veri analitiği, makine öğrenmesi ve doğal dil işleme gibi teknolojiler sayesinde çalışanların bilgi düzeyi, performansı ve risk profili analiz edilerek kişiye özgü eğitim içerikleri oluşturulabilmektedir. Böylece standart eğitim yaklaşımından, gereksinimlere göre uyarlanabilen dinamik öğrenme modellerine geçiş mümkün olmaktadır (Jia vd., 2024; Iyer vd., 2025; Damilos vd., 2024; Tang, 2024).

Literatürde yapay zekânın en önemli katkılarından biri, uyarlanabilir öğrenme sistemleri ve kişiselleştirilmiş eğitim uygulamalarıdır. Çalışanların eksik olduğu konular belirlenebilmekte, öğrenme süreci bireysel performansa göre güncellenebilmekte ve gereksiz içerik tekrarları azaltılabilmektedir. Bu yaklaşım, öğrenme verimliliğini artırırken güvenlik bilgilerinin uygulamaya aktarılmasını da kolaylaştırmaktadır (Jia vd., 2024; Iyer vd., 2025; Damilos vd., 2024).

Yapay zekâ destekli chatbotlar ve karar destek sistemleri, çalışanlara güvenlik prosedürleri konusunda anlık rehberlik sağlayarak eğitim sürecini sürekli hâle getirmektedir. Aynı zamanda sensör verileri, kamera görüntüleri ve çevresel ölçümlerden yararlanan yapay zekâ tabanlı risk tahmin modelleri, olası tehlikelerin önceden belirlenmesine ve proaktif güvenlik önlemlerinin alınmasına katkı sağlamaktadır. Bu özellikler, güvenlik eğitiminin yalnızca bilgi aktarımına değil, davranış değişikliğine ve risk yönetimine de hizmet etmesini mümkün kılmaktadır (Chebbi vd., 2025; Ogunseiju vd., 2021; Shannon vd., 2017; Abdelalim vd., 2024).

Bununla birlikte yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşması; veri güvenliği, kişisel mahremiyet, algoritmik önyargılar ve kararların açıklanabilirliği gibi önemli etik sorunları da gündeme getirmektedir. Özellikle güvenlik açısından kritik sektörlerde kullanılan sistemlerin güvenilir, şeffaf ve doğrulanabilir olması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle yapay zekâ tabanlı eğitim sistemlerinin yalnızca teknik performans açısından değil, etik ve hukuki boyutlarıyla da değerlendirilmesi gerekmektedir (Abdelalim vd., 2024).

Sonuç olarak yapay zekâ, İSG eğitiminde kişiselleştirilmiş öğrenme, sürekli geri bildirim ve proaktif risk yönetimi sağlayarak dijital dönüşümün merkezinde yer almaktadır. Ancak teknolojinin etkili olabilmesi; güvenilir veri altyapısı, etik ilkeler ve pedagojik tasarım anlayışıyla bütünleştirilmesine bağlıdır. Bu bütüncül yaklaşım, bir sonraki bölümde ele alınan sanal gerçeklik uygulamalarının deneyimsel öğrenmeye sağladığı katkıların anlaşılması için de önemli bir temel oluşturmaktadır.

5.4. Sanal Gerçeklik (VR)

Sanal gerçeklik (VR), yüksek risk içeren çalışma ortamlarını güvenli ve kontrollü biçimde yeniden oluşturarak çalışanlara uygulamalı öğrenme deneyimi sunan sürükleyici bir eğitim teknolojisidir. Özellikle yüksekte çalışma, elektrik güvenliği, makine kullanımı ve acil durum tatbikatları gibi gerçek ortamda uygulanması güç veya tehlikeli senaryoların güvenli biçimde deneyimlenmesini sağlamaktadır. Bu yönüyle VR, deneyimsel öğrenmeyi destekleyerek risk farkındalığını ve durumsal karar verme becerilerini geliştirmektedir (Karakusak vd., 2023; Tang, 2024; Tepe, 2021; Erten vd., 2022).

Araştırmalar, VR tabanlı eğitimlerin güvenlik bilgilerinin uygulamaya aktarılmasını kolaylaştırdığını göstermektedir. Tekrarlanabilir senaryolar sayesinde çalışanlar karmaşık görevleri güvenli koşullarda uygulayabilmekte; motor becerilerini geliştirebilmekte, acil durumlara hazırlık düzeylerini artırabilmekte ve güvenli çalışma alışkanlıklarını pekiştirebilmektedir. Gerçek zamanlı geri bildirim sunabilmesi de öğrenme sürecinin bireysel gereksinimlere göre geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Tang, 2024; Karakusak vd., 2023; Tepe, 2021; Erten vd., 2022).

VR teknolojisinin önemli üstünlüklerinden biri, gerçek iş ortamında oluşturulması mümkün olmayan veya yüksek maliyet gerektiren riskli durumların güvenli biçimde tekrar edilebilmesidir. Bu özellik, çalışanların hata yapma olasılığını azaltırken ekip çalışması, iletişim ve koordinasyon becerilerinin geliştirilmesini de desteklemektedir. Ancak VR sistemlerinin yaygın kullanımını sınırlayan donanım maliyetleri, içerik geliştirme süreci ve teknik altyapı gereksinimleri önemli sınırlılıklar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte tekrar kullanılabilir eğitim senaryoları ve iş kazalarının azaltılmasına sağladığı katkılar, uzun vadede maliyet etkinliğini artırabilmektedir (Karakusak vd., 2023; Tang, 2024; Tepe, 2021; Erten vd., 2022).

Son yıllarda VR uygulamalarının yapay zekâ, dijital ikiz teknolojileri ve çok kullanıcı sanal ortamlarla bütünleşmesi, kişiselleştirilmiş ve etkileşimli öğrenme deneyimlerinin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu bütünleşik yapı, yalnızca bireysel becerilerin değil, ekip temelli güvenlik uygulamalarının ve örgütsel güvenlik kültürünün geliştirilmesi açısından da önemli fırsatlar sunmaktadır (Taylor vd., 2025).

Sonuç olarak sanal gerçeklik, İSG eğitiminde deneyimsel öğrenmeyi güçlendiren ve güvenli davranışların geliştirilmesini destekleyen en etkili dijital teknolojilerden biridir. Ancak sürdürülebilir başarı; teknolojik altyapının yanı sıra pedagojik tasarım, gerçekçi senaryo geliştirme ve diğer dijital öğrenme araçlarıyla bütünleşik kullanımına bağlıdır. Bu yaklaşım, bir sonraki bölümde ele alınan Artırılmış Gerçeklik (AR) uygulamalarının İSG eğitimine sağladığı katkılarının anlaşılması için önemli bir temel oluşturmaktadır.

5.5. Artırılmış Gerçeklik (AR)

Artırılmış gerçeklik (AR), dijital bilgi ve görsel öğelerin gerçek çalışma ortamı üzerine yansıtılmasıyla çalışanlara eş zamanlı rehberlik sağlayan bir eğitim teknolojisidir. Sanal gerçeklikten farklı olarak kullanıcıyı gerçek ortamdan koparmadan dijital içerikle desteklemesi, özellikle saha uygulamalarında İSG eğitimi açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Ekipman kullanımı, bakım-onarım işlemleri, elektrik güvenliği ve acil durum uygulamalarında çalışanlara adım adım yönlendirme sağlayarak güvenli çalışma davranışlarını desteklemektedir (Tang, 2024; Junaini vd., 2022; Strzałkowski vd., 2024; Pireddu vd., 2025).

Araştırmalar, AR tabanlı uygulamaların soyut güvenlik bilgilerinin gerçek çalışma ortamıyla ilişkilendirilmesini kolaylaştırdığını göstermektedir. Üç boyutlu görselleştirmeler, etkileşimli yönlendirmeler ve anlık geri bildirimler sayesinde çalışanlar güvenlik prosedürlerini uygulama sırasında öğrenebilmekte, hata yapma olasılığı azalırken risk algısı ve durumsal farkındalık güçlenmektedir (Junaini vd., 2022; Strzałkowski vd., 2024; Tang, 2024).

AR teknolojisinin önemli üstünlüklerinden biri, öğrenmeyi doğrudan iş süreciyle bütünleştirmesidir. Çalışanlar eğitim için üretim ortamından ayrılmadan dijital talimatlara erişebilmekte, kişisel koruyucu donanım kullanımı, ekipman kontrolleri ve güvenlik prosedürlerini gerçek zamanlı olarak uygulayabilmektedir. Bu özellik, öğrenmenin iş ortamına transferini kolaylaştırırken güvenli davranışların sürekliliğini de desteklemektedir (Tang, 2024; Pireddu vd., 2025; Junaini vd., 2022).

Bununla birlikte AR uygulamalarının yaygınlaştırılmasında donanım maliyetleri, yazılım uyumluluğu, içerik geliştirme gereksinimi ve teknik altyapı önemli sınırlılıklar oluşturmaktadır. Ayrıca kullanıcı deneyiminin olumsuz etkilenmemesi için dijital içeriklerin sade, anlaşılır ve bilişsel yükü artırmayacak biçimde tasarlanması gerekmektedir (Tang, 2024; Strzałkowski vd., 2024; Pireddu vd., 2025).

Sonuç olarak artırılmış gerçeklik, İSG eğitimini gerçek çalışma ortamına taşıyarak uygulamalı öğrenme, anlık geri bildirim ve güvenli karar verme süreçlerini destekleyen etkili bir dijital teknolojidir. En yüksek etki, AR uygulamalarının yapay zekâ, mobil öğrenme ve diğer dijital eğitim araçlarıyla bütünleşik biçimde

kullanılmasıyla elde edilmektedir. Bu bütünleşik yapı, bir sonraki bölümde ele alınan simülasyon teknolojilerinin İSG eğitimindeki rolünü anlamak için önemli bir temel oluşturmaktadır.

5.6. Simülasyonlar

Simülasyonlar, gerçek çalışma ortamındaki tehlikeli veya karmaşık süreçlerin güvenli koşullarda deneyimlenmesini sağlayan uygulamalı öğrenme araçlarıdır. İş sağlığı ve güvenliği eğitiminde çalışanların riskli durumları gerçek sonuçlarla karşılaşmadan deneyimlemelerine olanak tanıyarak güvenli davranışların geliştirilmesini desteklemektedir. Özellikle elektrik, inşaat, madencilik, sağlık ve üretim sektörlerinde acil durum yönetimi, ekipman kullanımı ve risk değerlendirme eğitimlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Tang, 2024; Taylor vd., 2025; Karakusak vd., 2023).

Araştırmalar, simülasyon temelli eğitimlerin teorik bilginin uygulamaya aktarılmasını kolaylaştırdığını ve katılımcıların karar verme, problem çözme ve risk değerlendirme becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Gerçekçi senaryoların tekrar edilebilir olması, çalışanların farklı risk durumlarını karşılaştırmalarına ve güvenli çalışma alışkanlıklarını pekiştirmelerine katkı sağlamaktadır. Ayrıca uygulama sonunda sunulan geri bildirimler, öğrenme eksikliklerinin belirlenmesini ve performansın geliştirilmesini desteklemektedir (Tang, 2024; Karakusak vd., 2023).

Simülasyonların önemli üstünlüklerinden biri, yüksek risk taşıyan olayların güvenli biçimde tekrar edilebilmesidir. Yangın, elektrik çarpması, kimyasal sızıntı veya makine arızası gibi senaryolar kontrollü koşullarda uygulanabilmekte; çalışanlar gerçek iş ortamında karşılaşabilecekleri durumlara önceden hazırlık yapabilmektedir. Bu özellik, güvenlik farkındalığını artırırken hata yapma olasılığını azaltmakta ve ekip koordinasyonunu güçlendirmektedir (Taylor vd., 2025; Karakusak vd., 2023; Tang, 2024).

Bununla birlikte simülasyon uygulamalarının etkililiği, senaryoların gerçekçiliği ve pedagojik tasarımına bağlıdır. Yüksek geliştirme maliyetleri, teknik altyapı gereksinimleri ve senaryoların düzenli güncellenmesi önemli sınırlılıklar arasında yer almaktadır. Ayrıca simülasyonlar, uygulamalı eğitimi büyük ölçüde desteklese de gerçek çalışma deneyiminin tamamen yerine geçememektedir (Tang, 2024; Taylor vd., 2025).

Sonuç olarak simülasyonlar, İSG eğitiminde deneyimsel öğrenmeyi güçlendiren ve çalışanların güvenli karar verme becerilerini geliştiren etkili dijital öğrenme araçlarıdır. Etkililikleri; gerçekçi senaryolar, düzenli geri bildirim ve diğer dijital teknolojilerle bütünleşik kullanımına bağlıdır. Bu bütünleşik yaklaşım, bir sonraki bölümde ele alınan dijital ikiz teknolojilerinin İSG eğitime sağladığı katkıları anlamak için önemli bir temel oluşturmaktadır.

5.7. Dijital İkiz (Digital Twin)

Dijital ikiz teknolojisi, fiziksel sistemlerin gerçek zamanlı dijital kopyalarının oluşturulmasına dayanan ve iş sağlığı ve güvenliği eğitiminde giderek önem kazanan yenilikçi bir yaklaşımdır. Sensörlerden ve bilgi sistemlerinden elde edilen verilerle sürekli güncellenen bu modeller, çalışma ortamlarının güvenli biçimde analiz edilmesine, olası risklerin önceden değerlendirilmesine ve farklı senaryoların test edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yönüyle dijital ikizler, güvenlik eğitimini gerçek iş süreçleriyle bütünleştiren önemli bir karar destek aracı hâline gelmiştir (Taylor vd., 2025; Tang, 2024; Chebbi vd., 2025).

Araştırmalar, dijital ikizlerin çalışanların riskleri gerçek üretim süreçleri üzerinde analiz etmelerine ve olası tehlikeleri oluşmadan önce değerlendirmelerine katkı sağladığını göstermektedir. Gerçek zamanlı veri akışı sayesinde ekipman performansı, çevresel koşullar ve çalışma süreçleri sürekli izlenebilmekte; güvenlik açıkları belirlenerek önleyici uygulamalar geliştirilebilmektedir. Böylece eğitim, yalnızca geçmiş olaylara değil, anlık çalışma koşullarına da dayandırılabilir (Taylor vd., 2025; Chebbi vd., 2025; Tang, 2024).

Dijital ikizlerin önemli avantajlarından biri, farklı risk senaryolarının üretim sürecini aksatmadan denenebilmesidir. Acil durum planları, ekipman arızaları veya çalışma düzenindeki değişiklikler sanal ortamda test edilerek olası sonuçlar önceden değerlendirilebilmektedir. Bu özellik, çalışanların karar verme becerilerini geliştirirken güvenlik kültürünün güçlenmesine ve kurumsal öğrenmenin desteklenmesine katkı sağlamaktadır (Taylor vd., 2025; Tang, 2024).

Bununla birlikte dijital ikiz uygulamalarının yaygınlaştırılması; yüksek kurulum maliyetleri, güçlü veri altyapısı, sensör sistemlerinin sürekliliği ve farklı teknolojilerin entegrasyonu gibi önemli gereksinimler doğurmaktadır. Ayrıca modellerin güvenilirliği, kullanılan verilerin doğruluğu ve güncelliği ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle dijital ikiz sistemlerinin sürdürülebilir biçimde işletilebilmesi için teknik altyapı ve veri yönetimi süreçlerinin birlikte planlanması gerekmektedir (Chebbi vd., 2025; Taylor vd., 2025).

Sonuç olarak dijital ikiz teknolojisi, İSG eğitiminde gerçek zamanlı veri analizi, risk öngörüsü ve senaryo temelli öğrenmeyi bir araya getiren yenilikçi bir yaklaşımdır. Yapay zekâ, simülasyon ve artırılmış gerçeklik

uygulamalarıyla bütünleştğinde çalışanların güvenlik farkındalığını artırmakta ve daha etkili karar verme süreçlerini desteklemektedir. Bu bütünleşik yapı, bir sonraki bölümde ele alınan oyunlaştırma uygulamalarının çalışan katılımını artırmadaki rolü için de önemli bir temel oluşturmaktadır.

5.8. Oyunlaştırma (Gamification)

Oyunlaştırma, oyun tasarım öğelerinin eğitim ortamlarına uyarlanmasıyla öğrenme motivasyonunu, katılımı ve davranış değişikliğini destekleyen dijital bir öğretim yaklaşımıdır. İş sağlığı ve güvenliği eğitiminde puan, rozet, seviye, görev ve geri bildirim gibi oyun mekanikleri kullanılarak çalışanların eğitim sürecine aktif katılımı teşvik edilmektedir. Özellikle güvenlik kurallarının benimsenmesi, risk farkındalığının geliştirilmesi ve güvenli davranışların pekiştirilmesinde etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Tang, 2024; Taylor vd., 2025; Hoeft ve Trask, 2022).

Araştırmalar, oyunlaştırma uygulamalarının geleneksel eğitim yöntemlerine kıyasla öğrenen motivasyonunu artırdığını, dikkat süresini uzattığını ve bilgilerin hatırlanmasını kolaylaştırdığını göstermektedir. Görev temelli ilerleme, anlık geri bildirim ve başarı göstergeleri çalışanların öğrenme sürecini daha ilgi çekici hâle getirirken, güvenlik uygulamalarına gönüllü katılımı da desteklemektedir (Tang, 2024; Hoeft ve Trask, 2022; Taylor vd., 2025).

Oyunlaştırmanın en önemli avantajlarından biri, güvenlik eğitimi pasif bilgi aktarımından çıkararak etkileşimli bir öğrenme deneyimine dönüştürmesidir. Senaryo tabanlı görevler, yarışmalar ve takım çalışmasına dayalı etkinlikler, çalışanların problem çözme, karar verme ve iş birliği becerilerini geliştirirken güvenlik kültürünün güçlenmesine de katkı sağlamaktadır. Yapay zekâ, mobil öğrenme ve sanal gerçeklik uygulamalarıyla bütünleştğinde ise kişiselleştirilmiş ve daha etkili öğrenme deneyimleri sunabilmektedir (Taylor vd., 2025; Tang, 2024).

Bununla birlikte oyunlaştırmanın başarısı, kullanılan oyun öğelerinden çok eğitim tasarımının niteliğine bağlıdır. Aşırı rekabet, ödül odaklı yapı veya eğitsel amaçtan uzaklaşan uygulamalar öğrenme motivasyonunu olumsuz etkileyebilmekte ve güvenlik hedeflerinin geri planda kalmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle oyunlaştırma uygulamalarının İSG kazanımlarını merkeze alan pedagojik ilkeler doğrultusunda planlanması gerekmektedir (Hoeft ve Trask, 2022; Tang, 2024).

Sonuç olarak oyunlaştırma, çalışanların eğitim sürecine aktif katılımını artıran ve güvenli davranışların geliştirilmesini destekleyen etkili bir dijital öğrenme yaklaşımıdır. Ancak sürdürülebilir başarı, oyun mekaniklerinin eğitim hedefleriyle uyumlu biçimde tasarlanmasına ve diğer dijital teknolojilerle bütünleşik kullanılmasına bağlıdır. Bu yaklaşım, bir sonraki bölümde ele alınan akıllı giyilebilir teknolojilerin gerçek zamanlı güvenlik desteğini anlamak için önemli bir temel oluşturmaktadır.

5.9. Akıllı Giyilebilir Teknolojiler

Akıllı giyilebilir teknolojiler, çalışanların fizyolojik durumu, hareketleri ve çalışma ortamına ilişkin verileri gerçek zamanlı izleyerek İSG uygulamalarını destekleyen yenilikçi dijital sistemlerdir. Akıllı baretler, sensörlü yelekler, bileklikler, gözlükler ve benzeri cihazlar; düşme riski, yorgunluk, tehlikeli gaz maruziyeti, vücut sıcaklığı ve çevresel koşullar gibi kritik değişkenleri sürekli izleyebilmektedir. Böylece olası riskler erken belirlenerek çalışanlara ve yöneticilere anlık uyarılar gönderilebilmektedir (Tang, 2024; Chebbi vd., 2025).

Araştırmalar, giyilebilir teknolojilerin yalnızca riskleri izlemekle kalmayıp güvenlik eğitimi de desteklediğini göstermektedir. Gerçek zamanlı geri bildirimler sayesinde çalışanlar güvenli olmayan davranışlarını anında fark edebilmekte, kişisel koruyucu donanım kullanımı ve güvenlik prosedürlerine uyum konusunda sürekli yönlendirilmektedir. Bu durum, teorik eğitimlerin günlük çalışma uygulamalarına aktarılmasını kolaylaştırmakta ve güvenlik farkındalığının sürekliliğini desteklemektedir (Chebbi vd., 2025; Tang, 2024; Shannon vd., 2017).

Akıllı giyilebilir sistemlerin en önemli avantajlarından biri, yapay zekâ ve nesnelerin interneti tabanlı altyapılarla bütünleşerek proaktif risk yönetimine katkı sağlamasıdır. Sensörlerden elde edilen veriler analiz edilerek tehlikeli durumlar önceden tahmin edilebilmekte, yöneticiler riskli çalışma koşulları hakkında anlık bilgi alabilmekte ve gerekli önlemler zaman kaybetmeden uygulanabilmektedir. Bu özellik, bireysel güvenliğin yanı sıra kurumsal güvenlik yönetiminin de güçlenmesine katkı sağlamaktadır (Chebbi vd., 2025; Tang, 2024).

Bununla birlikte bu teknolojilerin yaygınlaştırılmasında veri güvenliği, kişisel mahremiyet, cihaz maliyetleri ve teknik altyapı gereksinimleri önemli sınırlılıklar oluşturmaktadır. Sürekli veri toplanması, çalışan mahremiyetinin korunmasına yönelik etik ve hukuki düzenlemeleri gerekli kılarken, sistemlerin güvenilirliği düzenli bakım ve güncellemelerin yapılmasına bağlıdır. Bu nedenle giyilebilir teknolojilerin yalnızca teknik açıdan değil, insan odaklı ve etik ilkeler doğrultusunda planlanması gerekmektedir (Chebbi vd., 2025; Tang,

2024).

Sonuç olarak akıllı giyilebilir teknolojiler, gerçek zamanlı izleme, erken uyarı ve kişiselleştirilmiş geri bildirim özellikleriyle İSG eğitimini ve güvenlik yönetimini destekleyen önemli dijital araçlar arasında yer almaktadır. Yapay zekâ, mobil öğrenme, artırılmış gerçeklik ve dijital ikiz teknolojileriyle bütünleşik kullanıldığında hem güvenlik davranışlarının geliştirilmesine hem de güvenlik kültürünün güçlendirilmesine önemli katkılar sağlamaktadır.

6. Mesleki ve Teknik Eğitimde İSG Eğitimi

6.1. Atölye Güvenliği

Atölye güvenliği, mesleki ve teknik eğitimde güvenli öğrenme ortamlarının oluşturulmasını sağlayan temel unsurlardan biridir. Bu yaklaşım, fiziksel, mekanik ve çevresel risklerin sistematik biçimde belirlenmesi, değerlendirilmesi ve uygun kontrol önlemleriyle yönetilmesine dayanmaktadır. Mühendislik kontrolleri, idari uygulamalar ve kişisel koruyucu donanımların birlikte kullanılması, güvenli çalışma ortamının temelini oluşturmaktadır (Burke vd., 2006).

Mesleki eğitim atölyeleri, öğrencilerin teorik bilgileri uygulamaya dönüştürdükleri öğrenme ortamlarıdır. Bu nedenle güvenlik uygulamalarının yalnızca kurallara uyulmasını sağlaması değil, güvenli davranışların mesleki alışkanlık hâline gelmesini desteklemesi de önem taşımaktadır. Araştırmalar, katılımcı ve uygulamaya dayalı güvenlik eğitimlerinin bilgi edinimi ve güvenli davranışların geliştirilmesi açısından daha etkili olduğunu; güvenlik iklimi ve güvenliğe ilişkin örgütsel uygulamaların da güvenlik performansı ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Burke vd., 2006; Christian vd., 2009; Clarke, 2006). Bu çerçevede öğretmenin güvenli uygulamalara rehberlik etmesi, örnek davranış sergilemesi ve öğrencileri uygulamalı öğrenme süreçlerine dâhil etmesi güvenli davranışların geliştirilmesini destekleyebilir.

Görsel iletişim araçları da atölye güvenliğinin önemli bileşenlerindendir. Güvenlik işaretleri, renk kodları, uyarı levhaları ve piktogramlar risk ve güvenlik mesajlarının hızlı ve doğru biçimde anlaşılmasını desteklemektedir (Chan ve Chan, 2011). Dijital eğitim uygulamaları ve senaryo temelli sanal ortamlar ise tehlikeli durumların gerçek risk oluşturmadan deneyimlenmesine ve güvenlik bilgilerinin uygulamaya aktarılmasına olanak sağlamaktadır (Man vd., 2024). Bununla birlikte dijital güvenlik eğitiminin etkililiği eğitim bağlamı ve katılımcı özelliklerine göre değişebilmektedir (Man vd., 2024). Bu nedenle atölye güvenliği eğitiminin güvenlik kültürü, uygulamalı öğretim, görsel iletişim ve dijital öğrenme araçlarını bütünleştiren çok boyutlu bir yaklaşımla ele alınması uygun olacaktır.

6.2. Elektrik Atölyelerinde Riskler

Elektrik atölyeleri, mesleki ve teknik eğitimde en yüksek risk düzeyine sahip uygulama alanları arasında yer almaktadır. Elektrik çarpması, ark parlaması, kısa devre ve yangın gibi tehlikeler, öğrencilerin hem teknik bilgiye hem de güvenli çalışma alışkanlıklarına sahip olmalarını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle güvenlik eğitimi yalnızca teknik kuralların öğretilmesini değil, risklerin tanınması, güvenli karar verme ve doğru uygulamaların davranışa dönüştürülmesini de kapsamalıdır.

Literatür, enerji izolasyonu (LOTO), topraklama, uygun yalıtım, ekipman bakımı ve güvenli çalışma prosedürlerinin elektrik kazalarının önlenmesinde temel uygulamalar olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte yalnızca teknik önlemler yeterli görülmemekte; öğrencilerin uyarı işaretlerini doğru yorumlaması, tehlikeleri önceden değerlendirmesi ve uygulamalı çalışmalar sırasında güvenlik kurallarını tutarlı biçimde uygulaması da güvenliğin ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Yetersiz eğitim, dikkatsizlik ve aşırı özgüven gibi bireysel faktörlerin elektrik kaynaklı kazaları artırdığı vurgulanmaktadır.

Dijital teknolojiler, elektrik güvenliği eğitimine önemli katkılar sağlamaktadır. Sanal gerçeklik ve dijital simülasyonlar aracılığıyla ark parlaması, arıza analizi ve güvenli enerji kesme işlemleri gerçek risk oluşturmadan uygulanabilmekte; öğrenciler farklı senaryolar üzerinde tekrar yaparak güvenli çalışma becerilerini geliştirebilmektedir. Bu uygulamalar, teorik bilgilerin uygulamaya aktarılmasını kolaylaştırırken öğretmenlere de öğrenci performansını güvenli koşullarda değerlendirme olanağı sunmaktadır.

Sonuç olarak elektrik atölyelerinde güvenliğin sağlanması; teknik koruma önlemleri, uygulamalı eğitim, öğretmen rehberliği ve dijital öğrenme teknolojilerinin birlikte kullanılmasını gerektirmektedir. Güvenlik kültürünün erken dönemde kazandırılması, öğrencilerin yalnızca eğitim sürecinde değil, gelecekteki mesleki yaşamlarında da güvenli çalışma davranışlarını sürdürebilmeleri açısından kritik önem taşımaktadır.

6.3. Görsel Sanatlar Atölyelerinde Riskler

Görsel sanatlar atölyeleri, yaratıcı üretim süreçlerini desteklemekle birlikte kullanılan malzeme ve

ekipmanlar nedeniyle çeşitli iş sağlığı ve güvenliği riskleri barındırmaktadır. Boya, çözücü ve vernik gibi kimyasal maddeler; kesici ve delici araçlar; seramik, cam ve baskı tekniklerinde kullanılan ekipmanlar, öğrencilerin güvenli çalışma alışkanlıkları geliştirmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle atölye güvenliği yalnızca fiziksel yaralanmaların önlenmesini değil, kimyasal maruziyetin azaltılmasını ve güvenli çalışma kültürünün oluşturulmasını da kapsamaktadır.

Literatür, özellikle havalandırma sistemlerinin yeterliliği, çözücülerin güvenli kullanımı, kesici araçların doğru uygulanması ve atık yönetiminin görsel sanatlar atölyelerinde temel güvenlik bileşenleri olduğunu göstermektedir. Kimyasal atıkların uygun şekilde depolanması ve uzaklaştırılması ile yanıcı maddelerin kontrollü kullanımı, yangın ve sağlık risklerinin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Bu uygulamaların etkili olabilmesi, güvenlik kurallarının düzenli eğitimlerle desteklenmesine bağlıdır.

Görsel iletişim araçları, sanat atölyelerinde güvenlik farkındalığının geliştirilmesinde önemli bir işleve sahiptir. Güvenlik işaretleri, renk kodları ve uyarı levhaları öğrencilerin riskleri hızlı biçimde algılamasını sağlarken, öğretmenlerin uygulamalı gösterimleri ve düzenli geri bildirimleri güvenli çalışma alışkanlıklarının pekiştirilmesine katkı sunmaktadır. Araştırmalar, görsel uyarıların tek başına yeterli olmadığını; atölye uygulamalarıyla bütünleştirildiğinde daha etkili sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Sonuç olarak görsel sanatlar atölyelerinde güvenlik; uygun fiziksel ortam, güvenli malzeme kullanımı, etkili görsel iletişim ve sürekli eğitim uygulamalarının birlikte yürütülmesini gerektirmektedir. Güvenlik kültürünün eğitim sürecinin doğal bir parçası hâline getirilmesi, öğrencilerin yaratıcı çalışmalarını güvenli koşullarda sürdürebilmeleri açısından temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

6.4. Kimyasal Riskler

Kimyasal maddeler, mesleki ve teknik eğitim atölyelerinde çalışanlar ve öğrenciler açısından önemli sağlık ve güvenlik riskleri oluşturmaktadır. Boyalar, vernikler, çözücüler, asitler, bazlar ve laboratuvar kimyasalları; soluma, cilt teması veya yutma yoluyla akut ya da kronik sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Bu nedenle kimyasal risk yönetimi, yalnızca güvenli kullanım uygulamalarını değil, tehlikelerin doğru tanımlanmasını, maruziyetin sınırlandırılmasını ve güvenli çalışma alışkanlıklarının geliştirilmesini de kapsamaktadır.

Literatür, kimyasal güvenliğin temel bileşenleri arasında GHS etiketleme sistemi, Güvenlik Bilgi Formları (SDS), uygun depolama koşulları, yeterli havalandırma ve güvenli atık yönetimini öne çıkarmaktadır. Kimyasal kapların standartlara uygun biçimde etiketlenmesi ve güvenlik bilgi formlarının etkin kullanılması, çalışanların tehlikeleri doğru değerlendirmelerine ve uygun koruyucu önlemleri almalarına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte bu uygulamaların etkili olabilmesi, düzenli eğitimlerle desteklenmesine bağlıdır.

Görsel iletişim araçları, kimyasal risklerin yönetiminde önemli bir işlev üstlenmektedir. Standart tehlike sembolleri, renk kodları ve uyarı etiketleri, risklerin hızlı biçimde tanınmasını kolaylaştırırken güvenli depolama ve kullanım süreçlerini desteklemektedir. Araştırmalar, görsel etiketleme sistemlerinin güvenlik eğitimleriyle birlikte kullanıldığında öğrencilerin kimyasal riskleri daha doğru yorumladığını ve koruyucu davranışları daha tutarlı biçimde benimsediğini göstermektedir. Ancak etiketlerin açık, anlaşılır ve hedef kullanıcı grubuna uygun tasarlanması, bu sistemlerin etkililiği açısından belirleyici olmaktadır.

Sonuç olarak kimyasal risklerin etkili biçimde yönetilebilmesi; güvenli depolama, uygun havalandırma, standart etiketleme, görsel iletişim ve sürekli eğitim uygulamalarının birlikte yürütülmesini gerektirmektedir. Güvenlik kültürünün bu uygulamalarla desteklenmesi, mesleki eğitim ortamlarında kimyasal maruziyetin azaltılmasına ve güvenli çalışma davranışlarının kalıcı hâle gelmesine önemli katkı sağlamaktadır.

6.5. Ergonomik Riskler

Ergonomik riskler, mesleki ve teknik eğitim atölyelerinde öğrencilerin uzun süre uygun olmayan duruşlarda çalışması, ağır yük kaldırması ve tekrarlayan hareketler yapması sonucu ortaya çıkan kas-iskelet sistemi sorunlarının başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Özellikle çalışma tezgâhlarının yüksekliği, ekipman yerleşimi ve iş akışının ergonomik ilkelere uygun planlanmaması, hem fiziksel yorgunluğu artırmakta hem de çalışma verimini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle ergonomi, yalnızca fiziksel konforu değil, güvenli çalışma davranışlarını da destekleyen temel bir İSG bileşeni olarak değerlendirilmektedir.

Literatür, ergonomik düzenlemelerin eğitim ortamlarının tasarımından bağımsız düşünülemeyeceğini göstermektedir. Çalışma istasyonlarının kullanıcı özelliklerine uygun düzenlenmesi, uygun çalışma yüksekliğinin sağlanması ve iş süreçlerinin gereksiz fiziksel yük oluşturmayacak biçimde planlanması, yaralanma riskini azaltmaktadır. Bunun yanında öğrencilere doğru duruş, güvenli kaldırma teknikleri ve çalışma alışkanlıkları konusunda uygulamalı eğitim verilmesi, ergonomik farkındalığın gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Son yıllarda dijital ergonomi uygulamaları da İSG eğitiminde önem kazanmaktadır. Duruş analiz sistemleri,

dijital izleme araçları ve anlık geri bildirim sağlayan teknolojiler, öğrencilerin hatalı çalışma alışkanlıklarını erken dönemde fark etmelerine yardımcı olmaktadır. Ancak bu teknolojilerin etkili olabilmesi, ergonomi ilkelerinin uygulamalı eğitimlerle desteklenmesine ve atölye düzenlemeleriyle bütünleştirilmesine bağlıdır.

Sonuç olarak ergonomik risklerin azaltılması; uygun atölye tasarımı, doğru çalışma teknikleri, ergonomi eğitimi ve dijital destek sistemlerinin birlikte kullanılmasını gerektirmektedir. Ergonomik farkındalığın mesleki eğitim sürecinde kazandırılması, öğrencilerin hem eğitim ortamında hem de meslek yaşamlarında güvenli ve sağlıklı çalışma alışkanlıkları geliştirmelerine önemli katkı sağlamaktadır.

6.6. Kişisel Koruyucu Donanımlar

Kişisel koruyucu donanımlar (KKD), iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında risklerin tamamen ortadan kaldırılamadığı durumlarda çalışanları fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlikelere karşı koruyan temel ekipmanlardır. Güvenlik gözlüğü, baret, eldiven, kulak koruyucuları, maske ve iş ayakkabıları gibi donanımlar, mesleki eğitim atölyelerinde öğrencilerin güvenli çalışma alışkanlıkları geliştirmelerinde önemli rol oynamaktadır. Ancak KKD'nin koruyucu etkisi, yalnızca ekipmanın bulunmasına değil, doğru seçilmesine, uygun kullanılmasına ve düzenli olarak denetlenmesine bağlıdır.

Literatür, KKD kullanımının mühendislik ve idari kontrol önlemlerinin yerine geçen bir uygulama değil, bu önlemleri tamamlayan son koruma basamağı olduğunu vurgulamaktadır. Bu nedenle öğrencilerin hangi risk karşısında hangi koruyucu donanımın kullanılacağını bilmesi, ekipmanı doğru şekilde takıp çıkarması ve bakımını yapabilmesi güvenlik eğitiminin temel hedefleri arasında yer almaktadır. Gerçek çalışma senaryolarına dayalı uygulamalar ve düzenli geri bildirimler, bu becerilerin kalıcı hâle gelmesini desteklemektedir.

Görsel eğitim materyalleri ve dijital öğrenme araçları, KKD eğitiminin etkililiğini artırmaktadır. Posterler, infografikler, eğitim videoları ve dijital modüller; koruyucu ekipmanların doğru kullanımını görsel olarak açıklayarak öğrencilerin güvenli davranış geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte araştırmalar, koruyucu donanım kullanımında bireysel alışkanlıklar, eğitim düzeyi ve çalışma kültürünün belirleyici olduğunu, bu nedenle teknik bilginin güvenlik kültürüyle birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak kişisel koruyucu donanımlar, mesleki ve teknik eğitimde güvenli çalışma ortamının vazgeçilmez unsurlarından biridir. Etkili kullanım; uygun ekipman seçimi, uygulamalı eğitim, görsel iletişim materyalleri ve sürekli geri bildirim süreçlerinin birlikte yürütülmesine bağlıdır. Bu bütüncül yaklaşım, öğrencilerin güvenli davranışları mesleki yaşamlarının doğal bir parçası hâline getirmelerine katkı sağlamaktadır.

6.7. Güvenli Atölye Tasarımı

Güvenli atölye tasarımı, iş sağlığı ve güvenliği ilkelerinin fiziksel öğrenme ortamına sistematik biçimde yansıtılmasını ifade etmektedir. Atölyelerin planlanması; çalışma alanlarının düzenlenmesi, makine yerleşimi, acil çıkışlar, yangın güvenliği, havalandırma, aydınlatma ve ergonomik koşulların birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu unsurların bütüncül biçimde planlanması, hem güvenli çalışma davranışlarının gelişmesini hem de eğitim süreçlerinin daha verimli yürütülmesini desteklemektedir.

Literatür, uygun mekânsal düzenlemenin risklerin azaltılmasında temel belirleyicilerden biri olduğunu göstermektedir. Makine ve ekipmanların güvenli yerleştirilmesi, çalışma alanlarının açık biçimde tanımlanması ve acil durum yollarının engelsiz tutulması, olası kazaların önlenmesine katkı sağlamaktadır. Bunun yanında yeterli havalandırma ve uygun aydınlatma koşulları, hem kimyasal maruziyetin azaltılmasını hem de öğrencilerin çalışma ortamındaki tehlikeleri doğru algılamalarını kolaylaştırmaktadır. Ergonomik tasarım ilkelerinin dikkate alınması ise fiziksel yüklenmeyi azaltarak güvenli çalışma alışkanlıklarını desteklemektedir.

Görsel iletişim sistemleri, güvenli atölye tasarımının tamamlayıcı unsurları arasında yer almaktadır. Güvenlik işaretleri, renk kodları, yönlendirme levhaları ve zemin işaretlemeleri; öğrencilerin çalışma alanlarını güvenli biçimde kullanmalarını, acil durumlarda doğru yönelmelerini ve riskleri hızlı biçimde fark etmelerini sağlamaktadır. Son yıllarda sensör sistemleri, gerçek zamanlı izleme uygulamaları ve akıllı atölye çözümleri de güvenlik yönetimini destekleyen dijital araçlar olarak öne çıkmaktadır. Ancak bu teknolojilerin etkili olabilmesi, fiziksel tasarım ilkeleri ve güvenlik kültürüyle bütünleştirilmesine bağlıdır.

Sonuç olarak güvenli atölye tasarımı, yalnızca fiziksel mekânın düzenlenmesini değil, güvenlik kültürünü destekleyen pedagojik ve teknolojik unsurların birlikte planlanmasını gerektirmektedir. Güvenli öğrenme ortamlarının oluşturulması; mekânsal düzenleme, görsel iletişim, dijital teknolojiler ve sürekli iyileştirme anlayışının bütünlük içinde uygulanmasıyla mümkün olmaktadır. Bu yaklaşım, mesleki ve teknik eğitimde sürdürülebilir iş sağlığı ve güvenliği kültürünün geliştirilmesinin temelini oluşturmaktadır.

7. Bütünleştirici Kavramsal Çerçeve ve Tartışma

İncelenen çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, İSG eğitiminde görsel iletişim, dijital teknolojiler ve güvenlik kültürünün birbirinden bağımsız bileşenler olmaktan çok, güvenli öğrenme ve çalışma davranışlarını destekleyen tamamlayıcı unsurlar olduğu görülmektedir. Literatürün tematik sentezi; görsel iletişim araçlarının risklerin algılanması ve güvenlik mesajlarının anlaşılmasını, dijital teknolojilerin deneyimsel ve etkileşimli öğrenmeyi, güvenlik kültürünün ise öğrenilen güvenli davranışların örgütsel düzeyde desteklenmesini öne çıkardığını göstermektedir. Bu kapsamda derlemede ulaşılan temel temalar, eğitimsel katkıları, güvenlik çıktıları ve uygulamadaki başlıca sınırlılıkları açısından Tablo 1'de bütünleştirilmiştir.

Tablo 1. İSG Eğitiminde Görsel İletişim, Dijital Teknolojiler Ve Güvenlik Kültürüne İlişkin Tematik Sentez

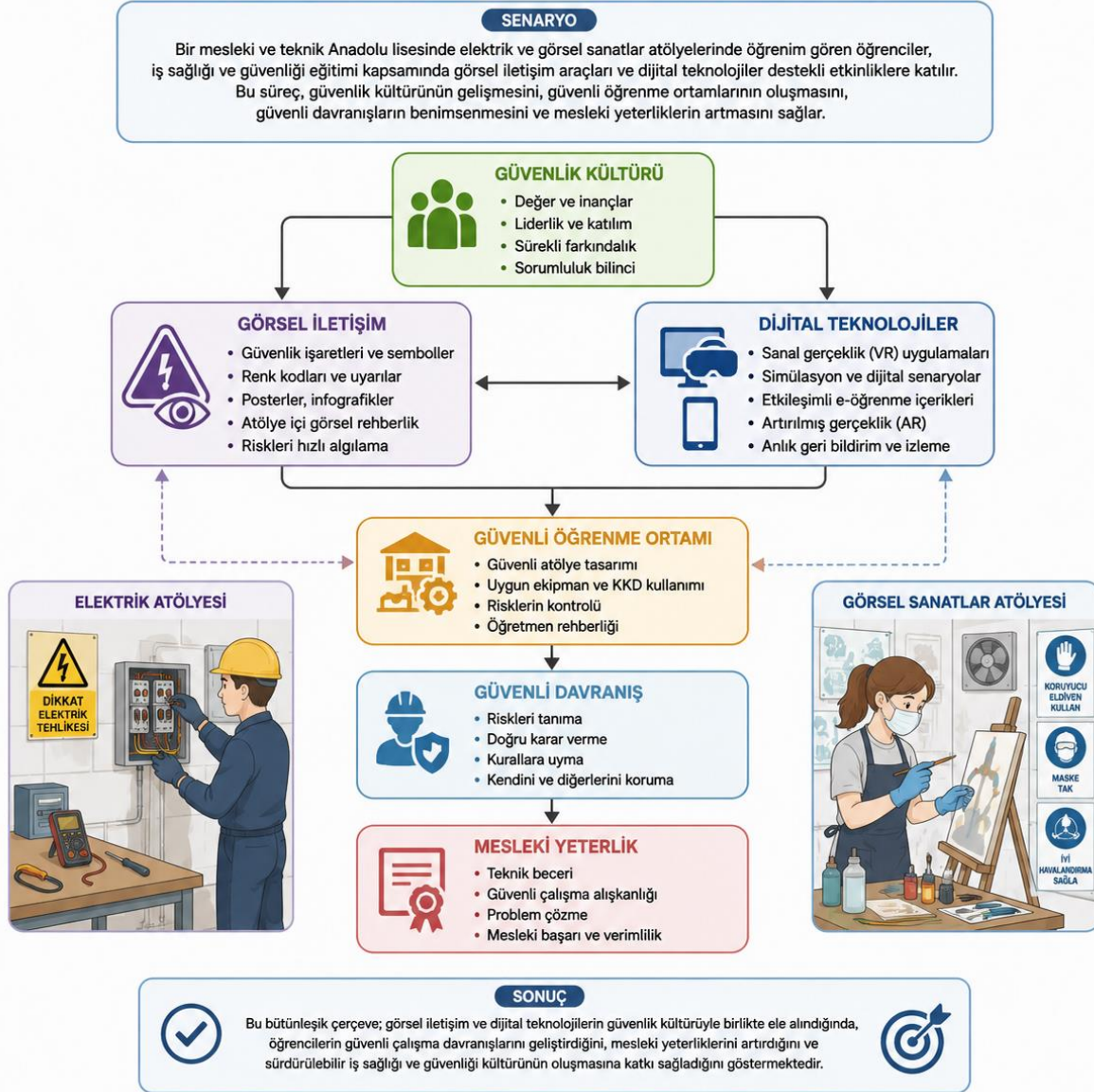
Tema	Başlıca araç/yaklaşım	Temel eğitimsel katkı	Güvenlik açısından katkı	Başlıca sınırlılık
Görsel iletişim	Güvenlik işaretleri, renk kodları, piktogramlar, infografikler ve posterler	Risk bilgisinin hızlı ve anlaşılır biçimde sunulması	Risk farkındalığı ve tehlikelerin tanınması	Bilişsel yük, kullanıcı ve kültürel farklılıklar
VR/AR ve simülasyon	Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, senaryo ve simülasyon uygulamaları	Deneyimsel, etkileşimli ve uygulamalı öğrenme	Tehlikeleri risksiz ortamda deneyimleme ve güvenli karar verme	Maliyet, teknik altyapı ve kullanıcı uyumu
Yapay zekâ ve akıllı sistemler	Kişiselleştirilmiş öğrenme, veri analizi, akıllı geri bildirim ve risk öngörüsü	Uyarlanabilir öğrenme ve kişiselleştirilmiş geri bildirim	Risklerin erken belirlenmesi ve güvenlik kararlarının desteklenmesi	Veri kalitesi, mahremiyet, etik ve algoritmik güvenilirlik
Dijital ikiz ve bağlantılı teknolojiler	Dijital ikiz, sensörler, IoT ve gerçek zamanlı veri sistemleri	Gerçek çalışma koşullarının modellenmesi ve senaryo temelli öğrenme	Gerçek zamanlı izleme, risk öngörüsü ve güvenlik	Kurulum maliyeti, veri entegrasyonu ve sistem
Güvenlik kültürü ve davranışı	Liderlik, çalışan/öğrenci katılımı, geri bildirim ve örgütsel öğrenme	Güvenliğin ortak bir değer ve öğrenme süreci olarak benimsenmesi	Güvenli davranışların geliştirilmesi ve sürdürülmesi	Yönetim desteği, süreklilik ve örgütsel bağlılık
Bütünleşik İSG eğitimi	Görsel iletişim + dijital teknolojiler + güvenlik kültürü	Bilgi, deneyim ve davranış boyutlarının birlikte geliştirilmesi	Güvenli öğrenme ortamı ve sürdürülebilir güvenli davranış	Pedagojik, teknolojik ve örgütsel bileşenlerin eşgüdümü

Not. VR = Sanal Gerçeklik (Virtual Reality); AR = Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality); IoT = Nesnelerin İnterneti (Internet of Things); İSG = İş Sağlığı ve Güvenliği.

Tablo 1, incelenen literatürde İSG eğitiminin yalnızca bilgi aktarımına dayalı tek boyutlu bir süreç olarak ele alınamayacağını göstermektedir. Görsel iletişim risklerin fark edilmesini ve güvenlik bilgilerinin anlaşılmasını kolaylaştırırken, VR/AR, simülasyon, yapay zekâ ve dijital ikiz gibi teknolojiler bu bilgilerin deneyimsel ve etkileşimli öğrenme süreçleriyle desteklenmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte teknolojik araçların güvenli davranışa dönüşebilmesi, güvenliği ortak bir değer olarak destekleyen örgütsel ve eğitsel bir güvenlik kültürünü gerekli kılmaktadır. Bu nedenle derlemede ortaya çıkan temalar arasında doğrusal bir sıralamadan çok, birbirini tamamlayan bütünleşik bir ilişki bulunmaktadır.

Bu tematik sentezden hareketle, mesleki ve teknik eğitim ortamlarında İSG eğitiminin temel bileşenleri arasındaki ilişkileri açıklamak üzere Şekil 1'de sunulan kavramsal çerçeve oluşturulmuştur.

5.8. MESLEKİ VE TEKNİK EĞİTİMDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EĞİTİMİNE İLİŞKİN KAVRAMSAL BİR ÇERÇEVE



Şekil 1. Mesleki ve Teknik Eğitimde İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimine İlişkin Kavramsal Çerçeve

Şekil 1'de sunulan kavramsal model, iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin çok boyutlu yapısını göstermektedir. Modelde güvenlik kültürü temel belirleyici unsur olarak ele alınmış; görsel iletişim ve dijital teknolojiler ise bu kültürü destekleyen iki tamamlayıcı bileşen olarak konumlandırılmıştır. Güvenlik işaretleri, renk kodları, posterler ve diğer görsel iletişim araçları risklerin hızlı algılanmasını kolaylaştırırken; sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, simülasyonlar, yapay zekâ ve diğer dijital teknolojiler uygulamalı öğrenme deneyimlerini zenginleştirmektedir. Bu iki bileşenin etkileşimi, güvenli öğrenme ortamlarının oluşturulmasına katkı sağlamakta; güvenli öğrenme ortamları ise öğrencilerin güvenli davranış geliştirmelerini destekleyerek mesleki yeterliklerini güçlendirmektedir.

8. Sonuç ve Öneriler

Mesleki ve teknik eğitimde iş sağlığı ve güvenliği eğitimi, yalnızca iş kazalarının önlenmesine yönelik bilgi aktarımından ibaret olmayıp güvenli davranışların ve güvenlik kültürünün eğitim sürecinin doğal bir parçası hâline getirilmesini gerektirmektedir. Atölye güvenliği, farklı uygulama alanlarına özgü riskler, ergonomik ve kimyasal tehlikeler, kişisel koruyucu donanım kullanımı ve güvenli çalışma ortamlarının oluşturulması birlikte değerlendirildiğinde, etkili İSG eğitiminin teknik, pedagojik ve davranışsal bileşenleri kapsayan bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerektiği görülmektedir.

Derlemede incelenen çalışmalar, görsel iletişim, dijital teknolojiler ve güvenlik kültürünün bu bütüncül yapının birbirini tamamlayan temel bileşenleri olduğunu göstermektedir. Güvenlik işaretleri, renk kodları, piktogramlar ve diğer görsel materyaller risklerin fark edilmesini ve güvenlik mesajlarının anlaşılmasını desteklerken; sanal ve artırılmış gerçeklik, simülasyon, yapay zekâ ve dijital ikiz gibi teknolojiler deneyimsel, etkileşimli ve kişiselleştirilmiş öğrenme olanaklarını genişletmektedir. Bununla birlikte bu araçların güvenli davranışa dönüşebilmesi, öğretmen rehberliği, uygulamalı öğrenme, geri bildirim ve güvenliği ortak bir değer olarak benimseyen güçlü bir güvenlik kültürüyle desteklenmelerine bağlıdır.

Bu doğrultuda derlemede önerilen kavramsal çerçeve, görsel iletişim ve dijital teknolojileri güvenlik kültürü temelinde bir araya getirerek güvenli öğrenme ortamı, güvenli davranış ve mesleki yeterlik arasındaki ilişkiyi bütüncül biçimde açıklamaktadır. Model, İSG eğitiminde teknolojinin tek başına bir amaç olarak değil, risk iletişimini ve deneyimsel öğrenmeyi güçlendiren pedagojik bir araç olarak değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Bu yönüyle çalışma, mesleki ve teknik eğitim kurumlarında İSG eğitim programlarının tasarlanması ve geliştirilmesi için kavramsal bir çerçeve sunmaktadır.

Uygulamada, İSG eğitim programlarının görsel materyaller, senaryo ve simülasyon temelli etkinlikler ile uygun dijital teknolojileri birlikte içerecek biçimde yapılandırılması; öğretmenlerin bu araçların pedagojik kullanımı konusunda desteklenmesi ve güvenlik uygulamalarının eğitim sürecinin süreklilik gösteren bir bileşeni hâline getirilmesi önerilmektedir. Gelecek araştırmalarda ise önerilen kavramsal çerçevenin farklı mesleki eğitim alanlarında ampirik olarak sınanması; görsel ve dijital eğitim uygulamalarının risk algısı, güvenlik davranışı ve güvenlik kültürü üzerindeki kısa ve uzun dönemli etkilerinin karşılaştırmalı ve boylamsal araştırmalarla incelenmesi yararlı olacaktır.

Araştırmacıların Katkı Oranı (Author Contributions)

Bu çalışma iki yazar tarafından yürütülmüştür.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Bu araştırmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Kurul Onayı (Ethics Approval)

Bu çalışma etik kurul izni gerektirmeyen araştırmalar kapsamındadır.

Finansal Destek (Funding)

Bu çalışma herhangi bir kurum veya kuruluş tarafından desteklenmemiştir.

Kaynakça

- Abdelalim, A. M., Essawy, A., Alnaser, A. A., Shibeika, A., & Шериф, A. (2024). Digital trio: Integration of BIM-EIR-IoT for facilities management of mega construction projects. *Preprints*. doi:10.20944/preprints202405.1754.v1
- Abeyesiriwardhane, A. (2020). Learning and learning-to-learn by doing: An experiential learning approach for integrating human factors into maritime design education. *Maritime Technology and Research*, 3(1). doi:10.33175/mtr.2021.241912
- Akkouch, N. H., Halwani, J., Shaarani, I., & Ziadeh, F. (2025). Randomized controlled trial on improving pesticide label interpretation among farmers in Akkar Governorate, Lebanon: The impact of a WhatsApp-delivered educational video. *PLoS ONE*, 20(9), e0331842. doi:10.1371/journal.pone.0331842
- Akyıldız, C. (2023). Integration of digitalization into occupational health and safety and its applicability: A literature review. *The European Research Journal*, 9(6), 1509–1519. doi:10.18621/eurj.1352743
- Anatoliotakis, N., Paraskevopoulos, G., Michalakakis, G., Michalellis, I., Zacharaki, E. I., Koustoumpardis, P. N., & Μουστακάς, K. (2023). Dynamic human–robot collision risk based on octree representation. *Machines*, 11(8), 793. doi:10.3390/machines11080793
- Ateş, Z. G. (2020). Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği açısından eğitilmeleri. *Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 28(2), 713–744. doi:10.15337/suhfd.738406

- Badri, A., Boudreau-Trudel, B., & Souissi, A. (2018). Occupational health and safety in the Industry 4.0 era: A cause for major concern? *Safety Science*, 109, 403–411. doi:10.1016/j.ssci.2018.06.012
- Balta, M., Valsecchi, R., Παπαδόπουλος, Θ., & Bourne, D. (2021). Digitalization and co-creation of healthcare value: A case study in occupational health. *Technological Forecasting and Social Change*, 168, 120785. doi:10.1016/j.techfore.2021.120785
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Barker, T. (2021). Finding Pluto: An analytics-based approach to safety data ecosystems. *Safety and Health at Work*, 12(1), 1–9. doi:10.1016/j.shaw.2020.09.010
- Beş, P., & Strzałkowski, P. (2024). Analysis of the effectiveness of safety training methods. *Sustainability*, 16(7), 2732. doi:10.3390/su16072732
- Burke, M. J., Sarpy, S. A., Smith-Crowe, K., Chan-Serafin, S., Salvador, R. O., & Islam, G. (2006). Relative effectiveness of worker safety and health training methods. *American Journal of Public Health*, 96(2), 315–324. doi:10.2105/AJPH.2004.059840
- Câmpan, A.-S. (2019). Experiential pedagogy in axiological approach. *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences*, 455–463. doi:10.15405/epsbs.2019.08.03.54
- Cavalcanti, J. F., Valls, V., Contero, M., & Fonseca, D. (2021). Gamification and hazard communication in virtual reality: A qualitative study. *Sensors*, 21(14), 4663. doi:10.3390/s21144663
- Chan, K. L., & Chan, A. H. S. (2011). Understanding industrial safety signs: Implications for occupational safety management. *Industrial Management & Data Systems*, 111(9), 1481–1510. doi:10.1108/02635571111182809
- Chebbi, I., Abidi, S., & Ayed, L. J. B. (2025). *Ensuring safety in clinical AI: Formally verified deep learning for heart failure detection* [Preprint]. doi:10.21203/rs.3.rs-7517125/v1
- Christian, M. S., Bradley, J. C., Wallace, J. C., & Burke, M. J. (2009). Workplace safety: A meta-analysis of the roles of person and situation factors. *Journal of Applied Psychology*, 94(5), 1103–1127. doi:10.1037/a0016172
- Clarke, S. (2006). The relationship between safety climate and safety performance: A meta-analytic review. *Journal of Occupational Health Psychology*, 11(4), 315–327. doi:10.1037/1076-8998.11.4.315
- Damilos, S., Saliakas, S., Karasavvas, D., & Koumoulos, E. P. (2024). An overview of tools and challenges for safety evaluation and exposure assessment in Industry 4.0. *Applied Sciences*, 14(10), 4207. doi:10.3390/app14104207
- Dean, K. L., Wright, S., & Forray, J. M. (2020). Experiential learning and the moral duty of business schools. *Academy of Management Learning & Education*, 19(4), 569–583. doi:10.5465/amle.2018.0335
- Devlin, A. S. (2014). Wayfinding in healthcare facilities: Contributions from environmental psychology. *Behavioral Sciences*, 4(4), 423–436. doi:10.3390/bs4040423
- Dobrucalı, E., Sadikoglu, E., Demirkesen, S., Zhang, C., Tezel, A., & Kırıl, I. A. (2023). A bibliometric analysis of digital technologies use in construction health and safety. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 31(8), 3249–3282. doi:10.1108/ECAM-08-2022-0798
- Duprey, M. D., & Dunker, K. S. (2019). Megacode simulation training in undergraduate nursing education. *Nursing Education Perspectives*, 42(3), 193–194. doi:10.1097/01.NEP.0000000000000589
- Dursun, S. (2011). Türkiye'de iş kazaları ve iş kazalarını önlemede güvenlik kültürünün sağlanması ve geliştirilmesi. *Verimlilik Dergisi*, (2).
- Edmond, V. P., Brannon, D. L., Stewart, A. C., & Williams, J. (2017). Gender differences in entrepreneurial leadership skills training. *Global Journal of Entrepreneurship*, 1(2), 32–52. doi:10.47177/GJE.01.02.2017.032
- Erten, B., Oral, B., & Yakut, M. Z. (2022). The role of virtual and augmented reality in occupational health and

- safety training of employees in PV power systems and evaluation with a sustainability perspective. *Journal of Cleaner Production*, 379, 134499. doi:10.1016/j.jclepro.2022.134499
- Esmaili, S. V., Esmaili, R., Baharlouei, M., Jalali, M., Kavousi, A., & Pouyakian, M. (2025). The mediating role of risk perception in the relationship between chemical safety knowledge, GHS awareness and safety behavior. *Scientific Reports*, 15(1). doi:10.1038/s41598-025-28333-7
- Gabrhelová, G., Matulčíková, M., Dolinská, E., Barnová, S., & Breveníková, D. (2023). Professional corporate employee education from the point of view of the types of education and the applied forms of education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 13(2), 4–19. doi:10.3991/ijep.v13i2.34799
- Gordon, C. (2019). The lifelong learning experience. *IAFOR Journal of Psychology & the Behavioral Sciences*, 5(1), 3–11. doi:10.22492/ijpbs.5.1.01
- Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: Secrets of the trade. *Journal of Chiropractic Medicine*, 5(3), 101–117. doi:10.1016/S0899-3467(07)60142-6
- Greig, J., Colclasure, B. C., Rampold, S., Ruth, T. K., & Granberry, T. (2024). Enhancing agricultural education through virtual reality: Facilitation, application, reflection, and measurement in the classroom. *Advancements in Agricultural Development*, 5(2), 64–80. doi:10.37433/aad.v5i2.353
- Hoeft, M., & Trask, C. (2022). Safety built right in: Exploring the occupational health and safety potential of BIM-based platforms throughout the building lifecycle. *Sustainability*, 14(10), 6104. doi:10.3390/su14106104
- Ivaz, J., Fedajev, A., Petrović, D., Zlatanović, D., & Stojković, P. (2025). Towards safer mines: Analyzing occupational health and safety perceptions and injury patterns in Serbian underground mining. *Work*, 81(2), 2530–2546. doi:10.1177/10519815251314661
- Iyer, H., Eiris, R., & Jeong, H. (2025). Modeling human tasks and motion in 360-degree videos for real-time digital twin application. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 69(1), 759–761. doi:10.1177/10711813251358789
- Jia, J., Wang, X., Xu, Y., Song, Z., Zhang, Z., Wu, J., & Liu, Z. (2024). Digital twin technology and ergonomics for comprehensive improvement of safety in the petrochemical industry. *Process Safety Progress*, 43(3), 507–522. doi:10.1002/prs.12575
- Junaini, S. N., Kamal, A. A., Hashim, A. H., Shaipullah, N. M., & Truna, L. (2022). Augmented and virtual reality games for occupational safety and health training: A systematic review and prospects for the post-pandemic era. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 18(10), 43–63. doi:10.3991/ijoe.v18i10.30879
- Karakusak, M. Z., Kivrak, H., Watson, S., & Özdemir, M. K. (2023). Cyber-WISE: A cyber-physical deep wireless indoor positioning system and digital twin approach. *Sensors*, 23(24), 9903. doi:10.3390/s23249903
- Kee, T., Zhang, H., & King, R. B. (2023). An empirical study on immersive technology in synchronous hybrid learning in design education. *International Journal of Technology and Design Education*, 34(3), 1243–1273. doi:10.1007/s10798-023-09855-5
- Kelleci, S. Ç., Mertoğlu, B., & Engin, M. (2025). The effect of emotional intelligence on the acceptance and use of technologies used in occupational health and safety: A systematic literature review. *Work: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*. doi:10.1177/10519815251401872
- Keskin, R., & Çavuş, Ö. H. (2020). İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin sağlık sektöründe güvenlik kültürü üzerindeki etkilerinin analizi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 27(3), 627–644. doi:10.18657/yonveek.592878
- Knowles, M. S., Holton, E. F., III, & Swanson, R. A. (2015). *The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development* (8th ed.). New York, NY: Routledge.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood

Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Kwon, Y. H., Kwon, Y. B., Nwagbala, D. C., & Park, J. Y. (2024). The cognitive load limits of multiple safety signs. *Buildings*, 14(8), 2391. doi:10.3390/buildings14082391
- Laciok, V., Sikorová, K., Fabiano, B., & Bernatík, A. (2021). Trends and opportunities of tertiary education in safety engineering moving towards Safety 4.0. *Sustainability*, 13(2), 524. doi:10.3390/su13020524
- Lagoë, C., & Newcomer, D. (2023). A systematic review of social marketing interventions promoting occupational health and safety. *Social Marketing Quarterly*, 29(4), 372–389. doi:10.1177/15245004231210854
- Lerner, N., & Collins, B. L. (1980). *Workplace safety symbols* (NBSIR 80-2003). Washington, DC: National Bureau of Standards. doi:10.6028/NBS.IR.80-2003
- Lucchini, R. G., McDiarmid, M. A., van der Laan, G., Rosen, M., Placidi, D., Radon, K., ... Landrigan, P. J. (2018). Education and training: Key factors in global occupational and environmental health. *Annals of Global Health*, 84(3), 436–441. doi:10.29024/aogh.2328
- Machfudiyanto, R. A., Kim, S., Latief, Y., Rachmawati, T. S. N., & Laksono, N. B. (2023). Analysis of design-for-safety implementation factors in the Indonesian construction industry: A two-staged SEM-artificial neural network approach. *Heliyon*, 9(11), e21273. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e21273
- Man, S. S., Wen, H., & So, B. C. L. (2024). Are virtual reality applications effective for construction safety training and education? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Safety Research*, 88, 230–243. doi:10.1016/j.jsr.2023.11.011
- Ng, Y. F., Chan, K. K., Lei, H., Mok, P. Y. C., & Leung, S. Y. (2019). Pedagogy and innovation in science education: A case study of an experiential learning science undergraduate course. *The European Journal of Social & Behavioural Sciences*, 25(2), 156–173. doi:10.15405/ejsbs.254
- Obasi, I. C., & Benson, C. (2025). The impact of digitalization and information and communication technology on the nature and organization of work and the emerging challenges for occupational safety and health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(3), 362. doi:10.3390/ijerph22030362
- Ogunseiju, O., Olayiwola, J., Akanmu, A., & Nnaji, C. (2021). Digital twin-driven framework for improving self-management of ergonomic risks. *Smart and Sustainable Built Environment*, 10(3), 403–419. doi:10.1108/SASBE-03-2021-0035
- Olçay, Z. F., Temur, S., & Sakallı, A. E. (2021). A research on the knowledge level and safety culture of students taking occupational health and safety course. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(1). doi:10.18844/cjes.v16i1.5519
- Pink, S., Lingard, H., & Harley, J. (2016). Digital pedagogy for safety: The construction site as a collaborative learning environment. *Video Journal of Education and Pedagogy*, 1(1). doi:10.1186/s40990-016-0007-y
- Pireddu, A., Giliberti, C., Innocenti, A., Simeoni, C., & Bonafede, M. (2025). A novel macro-level model in evaluating health and safety training based on virtual reality. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(9), 1378. doi:10.3390/ijerph22091378
- Ramezanifar, S., & Ramezanifar, E. (2026). Workplace safety communication: A systematic review of GHS pictogram comprehension in Iranian work settings. *Work*, 84(1), 52–65. doi:10.1177/10519815251398497
- Rauh, S. F., Koller, M., Schäfer, P., Meixner, G., Bogdan, C., & Viberg, O. (2021). MR On-SeT: A mixed reality occupational health and safety training for world-wide distribution. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 163. doi:10.3991/ijet.v16i05.19661
- Rivière, T., Hulin, T., Sasangohar, F., & Zare, M. (2025). Serious games for preventing musculoskeletal disorders in occupational settings: Scoping review. *JMIR Serious Games*, 13, e66913. doi:10.2196/66913
- Robson, L. S., Irvin, E., Padkapayeva, K., Begum, M., & Zukowski, M. (2022). A rapid review of systematic

- reviews on the effectiveness of synchronous online learning in an occupational context. *American Journal of Industrial Medicine*, 65(7), 613–619. doi:10.1002/ajim.23365
- Román-Gallego, J., Pérez-Delgado, M., Conde, M. Á., & Viñuela, M. L. (2024). Machine vision-based recognition of safety signs in work environments. *Frontiers in Public Health*, 12, 1431757. doi:10.3389/fpubh.2024.1431757
- Salleh, M. R. A., Mohd, S., Wen, T. J., Senin, M. S., & Teng, N. C. (2025). A review of building information modelling and digital twin applications in prevention through design. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1577(1), 012015. doi:10.1088/1755-1315/1577/1/012015
- Sezer, F., Tuylu, S., Eker, H., Adiguzel, D., & Demir, I. (2026). Occupational health and safety culture in coal mining: A comparative study of underground and surface workers in Türkiye. *Scientific Reports*, 16, 15694. doi:10.1038/s41598-026-46488-9
- Shannon, J., Kunanusont, C., Rein, J., Petchkrua, W., Rischitelli, G., Leechawengwong, E., ... Denny, J. (2017). Raising the bar for occupational health care through international health alliance: A twinning framework to enhance and expand occupational health services at Bangkok Dusit Medical Services. *The Bangkok Medical Journal*, 13(2), 101–112. doi:10.31524/bkkmedj.2017.09.019
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. doi:10.1016/j.jbusres.2019.07.039
- Strzałkowski, P., Beś, P., Szóstak, M., & Napiórkowski, M. (2024). Application of virtual reality (VR) technology in mining and civil engineering. *Sustainability*, 16(6), 2239. doi:10.3390/su16062239
- Tang, K. H. D. (2024). Artificial intelligence in occupational health and safety risk management of construction, mining, and oil and gas sectors: Advances and prospects. *Journal of Engineering Research and Reports*, 26(6), 241–253. doi:10.9734/JERR/2024/v26i61177
- Taylor, M., Muwaffak, Z., Penny, M. R., Szulc, B. R., Brown, S. R., Merritt, A., & Hilton, S. T. (2025). Optimising digital twin laboratories with conversational AIs: Enhancing immersive training and simulation through virtual reality. *Digital Discovery*, 4(5), 1134–1141. doi:10.1039/D4DD00330F
- Tepe, S. (2021). The impact of Industry 4.0 on occupational health and safety. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 33(1), 122–130. doi:10.7240/jeps.777641
- Wang, Y., Chen, H., Liu, B., Yang, M., & Long, Q. (2020). A systematic review on the research progress and evolving trends of occupational health and safety management: A bibliometric analysis of mapping knowledge domains. *Frontiers in Public Health*, 8. doi:10.3389/fpubh.2020.00081
- Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: Updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52(5), 546–553. doi:10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x
- Wu, H., Nie, R., Zeng, X., Cheng, C., Pan, J., Han, D., & Hosamo, H. (2024). Review of advanced emergency evacuation procedures in hospital buildings: Comprehensive analysis and insights. *Frontiers in Built Environment*, 10. doi:10.3389/fbuil.2024.1381813
- Zhou, J. (2025). Multi-dimensional model and interactive simulation of intelligent construction based on digital twins. *Scientific Reports*, 15(1). doi:10.1038/s41598-025-17100-3

Occupational safety and health (OSH) is a multidisciplinary field focused on protecting the health and safety of workers, preventing workplace accidents and occupational diseases, and creating safe working environments. Today, the understanding of OSH is shifting away from a traditional approach based solely on regulatory compliance and post-accident intervention toward a proactive framework centered on the early identification of risks, the development of safe behaviors, and the establishment of a sustainable safety culture. In this transformation, training has become one of the fundamental mechanisms that enables workers to translate safety knowledge into action and to embrace safety as a natural part of their work life. At the same time, digital transformation is significantly changing the tools and learning environments used in OSH training. Technologies such as e-learning, mobile learning, artificial intelligence, virtual and augmented reality, simulation, gamification, and digital twins have the potential to make traditional safety training more accessible, interactive, and experiential. Visual communication tools, meanwhile, constitute a key component of this transformation in terms of understanding safety information, recognizing hazards, and correctly interpreting risks.

The aim of this study is to comprehensively examine the relationships between visual communication, digital education technologies, and safety culture in OSH training in light of the current literature and to propose an integrative conceptual framework that explains the connections among these areas. Although there is a vast body of research in the literature on digital technologies, visual risk communication, and safety culture, it is evident that these three areas have mostly been examined within distinct research traditions. Therefore, rather than treating technology merely as a technical tool, visual communication merely as a method of presenting information, and safety culture merely as an organizational variable, this study focuses on how these elements can complement one another within OSH training.

The research was conducted using an integrative review approach. This approach allows for the evaluation of empirical studies conducted with different research designs, as well as theoretical and conceptual studies, within a common problem framework. For the literature review, Web of Science, Scopus, PubMed, and Google Scholar were used for international studies, while TR Dizin, DergiPark, and the YÖK National Thesis Center were used for studies originating from Turkey. In both Turkish and English searches, concepts such as OSH training, safety culture, safety behavior, risk communication, visual communication, safety signs, pictograms, digital learning, mobile learning, virtual and augmented reality, artificial intelligence, simulation, gamification, and digital twins were utilized. The studies were coded according to their content, and similar conceptual patterns were grouped together to form four main themes: the theoretical and behavioral foundations of OSH training; visual communication and risk communication in OSH training; digital technologies and technology-enhanced learning; and safety culture and safe learning environments in vocational and technical education.

The theoretical review demonstrates that OSH training cannot be viewed solely as a process based on the transfer of information. Constructivist learning, experiential learning, social learning, and adult education approaches provide complementary theoretical foundations for workers to relate safety knowledge to real-world work problems, learn through experience, model safe behaviors by observation, and take an active role in the learning process. Within this framework, it is understood that effective OSH training must go beyond mere knowledge acquisition and focus on developing risk perception, safe decision-making, and safe behaviors.

Findings related to visual communication indicate that safety signs, color codes, pictograms, infographics, posters, videos, and animations play significant roles in structuring safety messages and in the recognition of risks. However, the effectiveness of visual materials depends not only on their use but also on the clarity of the message, information density, visual hierarchy, the limitation of cognitive load, and consideration of user characteristics. While presenting a large number of visual stimuli simultaneously can increase cognitive load, the comprehensibility of pictograms may vary depending on factors such as education, experience, and familiarity with the symbols. Therefore, visual communication tools must be designed not as standalone materials but as risk communication tools integrated into the educational process.

Findings related to digital technologies indicate that e-learning and mobile learning enhance access to and continuity of education; artificial intelligence provides new opportunities for personalized learning, feedback, and risk assessment; and virtual and augmented reality, along with simulation applications, support the safe experience of high-risk scenarios in controlled environments. However, technological costs, disparities in digital literacy, data security and privacy, technical infrastructure requirements, and the extent to which digital experiences can replicate real-world working conditions represent significant limitations. Therefore, it should not be assumed that digitalization alone constitutes effective safety training.

When the findings of this study are evaluated collectively, it becomes evident that visual communication and digital technologies are not tools independent of safety culture. The transformation of knowledge and skills acquired through training into safe behaviors depends on support from management, safety leadership, employee participation, organizational learning, and continuous feedback mechanisms. In this regard, the integrative conceptual framework developed in this study suggests that integrating visual communication and digital technologies within the foundation of a safety culture can contribute to the development of professional competence by supporting safe learning environments and safe behaviors. In conclusion, it is recommended that technology in OSH training be positioned not as an element that replaces pedagogical objectives, but as a tool that supports visual communication, experiential learning, and organizational safety culture. Future research should empirically test the proposed conceptual relationships across different sectors, examine the long-term behavioral outcomes of digital and visual training applications, and evaluate their effects on safety culture through comparative and longitudinal studies.

Keywords: Occupational safety and health education, visual communication, digital technologies, safety culture, vocational and technical education, integrative review.