

İŞLETMELERDEKİ RİSK FAKTÖRLERİNİN SANAL GERÇEKLIK TABANLI  
UYGULAMALARLA TESPİTİ

Öznur Demir\* 

Serap Tepe\*\* 

Bülent Mertoğlu\*\*\* 

Gönderim Tarihi: 29.07.2023

Kabul Tarihi: 27.08.2023

Araştırma Makalesi/ Research Article

Doi: <https://doi.org/10.38009/ekimad.1334474>

Öz

Sanayi, teknoloji, iş yapış şekilleri ve iş yönetimi günümüzde hızlı bir değişim geçirmekte ve buna bağlı olarak işletmelerde tehlikeler farklılaşmakta, risklerin boyutları değişmekte tüm bu nedenlerle insan hayatı ve ekonomik açıdan kayıplara neden olan riskler giderek artmaktadır. Yapay Zekâ teknolojisinin hızla gelişmesi, işletmeler için pek çok alanda büyük fırsatlar sunmaktadır. Bu alanda en önemli konulardan biri, risk analizidir. Yapay Zekâ 'nın hassas tahminleri ve geleceğe yönelik senaryo oluşturma yeteneği, karar vericilere stratejik planlama ve kaynak yönetimi açısından değerli bir rehberlik sunar. Ayrıca, işletmelerin beklenmedik durumlar ve belirsizliklerle başa çıkma yeteneklerini arttırarak risklerle baş etme stratejilerini geliştirme konusunda da katkı sağlar. Bu nedenle, işletmelerin yapay zekâ tabanlı risk analizi yöntemlerini benimsemesi, uzun vadeli başarıları için kritik bir unsurdur. Çalışmanın amacı, gerçek yaşam temelli eğitim materyalleri geliştirerek analitik düşünme, problem çözme, yaratıcılık, girişimcilik gibi eğitim-öğretim programlarının çıktuları arasında olması gereken becerilerin bireye kazandırılmasını sağlamaktır. Çalışma ile sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik tabanlı simülasyon üretmek risk analizi eğitimi ile muhatap olacak bireylere çoklu sistem ile yeni ve özgün bir öğrenme ortamı oluşturulması, bireyin öğrenme düzeyinin iyileştirilmesi ve nihai hedef olan "tam öğrenmenin" gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Bu motivasyonu gerçekleştirilme adına kullanıcıların buldukları ortamlardaki riskleri algılayabilmeleri için bir simülasyon hazırlanmıştır. Hazırlanan simülasyona bir ortamda iş güvenliği açısından bulunan risk faktörleri yerleştirilmiş ve kullanıcıların bunları bulması istenmiştir. Bu vesile ile kullanıcı olaya dahil edilerek eğitimde pasif halden aktif hale getirilmiştir. Kullanıcıda farkındalık oluşturulmuştur ve tam öğrenme sağlanmıştır. Böylece işletmelerdeki risk faktörlerinin tespitinde ve yorumlanmasında alana katkı sağlanması planlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** İş Sağlığı ve Güvenliği, Risk Analizi, Sanal Gerçeklik

**JEL Sınıflandırması:**M15, E17

DETECTION OF RISK FACTORS IN BUSINESSES THROUGH VIRTUAL REALITY-BASED APPLICATIONS

Abstract

Industry, technology, business structure and business management are experiencing a rapid change today, and accordingly, the dangers in the conditions are different, the dimensions of the risks are changing, and all these risks that cause loss of human life and economy are gradually increasing. Artificial Intelligence technology is developing rapidly, offering great opportunities for its activities in many areas. One of the most important units in this field is risk analysis. Artificial Intelligence's precise predictions and ability to create scenarios for the future provide decision makers with valuable guidance in planning planning and resource management. It also contributes to developing strategies to start with risks by increasing coping with possible events and incidents. Therefore, adopting artificial intelligence-based risk analysis methods is critical for their long-term success. The aim of the study is to provide the individual with the education that should be among the outputs of educational programs such as analytical thinking, problem solving, creativity and entrepreneurship by developing education in real life. With the study, it is aimed to realize the "full learning", which is the type of learning of the individual and the determined target, in a new and unique learning environment with a multi-system, for the individuals who will be dealing with risk analysis training by producing virtual reality and augmented reality-based production. In order to realize this motivation, a simulation has been prepared so that users can perceive the risks in their locations. In the prepared heating, the risk features found in terms of protection work safety were placed and users were asked to find them. On this occasion, including the user event, it has been activated from the passive state in the training. Limited time of the user and full learning provided. Thus, it is planned to contribute to the field in determining and interpreting the risks of enterprises.

**Keywords:** Occupational Health and Safety, Virtual Reality, Risk Analysis

**JEL Classification:** M15, E17

\* Yüksek Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İş Güvenliği Anabilim Dalı, [oznur.demir@outlook.com.tr](mailto:oznur.demir@outlook.com.tr)

\*\* Doç. Dr., Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, [serap.tepe@sbu.edu.tr](mailto:serap.tepe@sbu.edu.tr)

\*\*\* Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, [bulent.mertoglu@marmara.edu.tr](mailto:bulent.mertoglu@marmara.edu.tr)

## **1. Giriş**

Üretimin tarihte hiç olmadığı kadar hızlı ilerlediği günümüz dünyasında, gelişmelere ayak uydurmak ve değişen teknolojilere uyum sağlamak giderek zorlaşmaktadır. Teknoloji, herhangi bir alanda bilgi, güç vb. oluşturmak, depolamak, işlemek veya iletmek amacıyla oluşturulan tüm yöntemlerdir. Mevcut teknolojinin çok boyutluluğuna ilişkin bu tanımlar, aslında insanların içinde yaşadıkları çevreyi değiştirme ve iyileştirme çabalarının bir sonucudur. Çok boyutlu olan teknoloji ile ilgili bu tanımlamalar aslında insanın yaşam alanlarında yapmayı hedeflediği değişim ve gelişim isteğinden doğmaktadır.

Çalışmanın temel araştırma konusu; akıllı cihazların gündelik hayatın vazgeçilmez bir parçası olduğu; internetin temel ihtiyaçlar arasında sayıldığı, makinelerin birbirleri ile haberleşerek insanoğlunun kurduğu altyapıları ve sistemleri denetleyip, yönettiği bir siber-fiziksel dünyada yetişen nesiller için farklı ve özgün bir eğitim-öğretim ortamı yaratılması gerekliliğinin sorgulanmasıdır. Oluşturulan bu ortamlar farklı alanlarda kullanılabilen, amaca hizmet edebilen, performansı artıran ve hızlı dönüt verebilen ortamlar olmalıdır ki; işletmelerin verimliliğini artırsın. İşletmelerin sürdürülebilirliklerini ve başarılarını etkileyen belirsizliklerin anlaşılması, yönetilmesi ve minimize edilmesi süreci risk analizleri ile gerçekleştirilmektedir. Bu süreç, işletmelerin hedeflerine ulaşmak için gerekli olan stratejik kararları alırken, muhtemel riskleri ve sonuçlarını belirleme amacını taşır. Risk analizi, işletmenin iç ve dış çevresindeki risk faktörlerini tespit etmeye yönelik sistemli bir yaklaşım sunar. Bu faktörler finansal, operasyonel, pazarlama, teknolojik veya stratejik gibi çeşitli alanlarda olabilir. Risk faktörlerinin doğru şekilde tanımlanması, işletmenin gelecekte karşılaşılabileceği olası tehditleri ve fırsatları öngörmesine yardımcı olur.

Risk analizi, işletme yöneticilerinin karar alma süreçlerini bilgi ve verilere dayalı olarak yürütmelerine imkân tanır. Riskleri ve muhtemel sonuçları önceden tahmin etmek, stratejik planlamada daha bilinçli ve sağlam bir temel oluşturur. Böylece, işletme yöneticileri, potansiyel riskleri minimize etmek veya riskleri kabul edilebilir düzeyde tutmak için uygun önlemleri alabilirler. Risk analizi, işletmenin operasyonel süreçlerini daha etkin bir şekilde yönetmesine yardımcı olur. Potansiyel risklerin tespiti, süreçlerdeki zayıf noktaların ve verimsizliklerin belirlenmesine olanak sağlar. Bu sayede işletme, operasyonel süreçlerini iyileştirerek verimliliği artırabilir ve kaynaklarını daha etkin bir şekilde kullanabilir. Risk analizi, işletmenin finansal performansını geliştirmesine de katkıda bulunur. Finansal risklerin tanımlanması ve değerlendirilmesi, maliyet etkinliğinin artırılmasını ve gelirleri artıracak stratejilerin belirlenmesini sağlar. Ayrıca, finansal açıdan kritik durumlarda işletmenin dayanıklılığını ve likidite yönetimini güçlendirebilir. Risk analizine dayalı stratejik planlama, işletmelere rekabet avantajı sağlayabilir. Rekabetçi bir pazarda, riskleri iyi yöneten işletmeler, rakiplerine göre daha esnek ve çevik bir şekilde hareket edebilirler. Bu da işletmelerin pazardaki değişen şartlara hızla uyum sağlamalarını ve fırsatları daha iyi değerlendirmelerini mümkün kılar.

İşletmelerin riskleri doğru bir şekilde yönetmesi ve analiz etmesi, yatırımcılar için güvenilirlik ve itibarın artmasına katkıda bulunur. Yatırımcılar, risklerin farkında olan ve bu riskleri etkin bir şekilde yöneten işletmelere yatırım yapmayı tercih ederler. Bu da işletmelerin finansman ve büyüme açısından daha elverişli şartlarla karşılaşmalarına olanak sağlar. İşletmelerin rekabetçi ve karmaşık iş ortamında ayakta kalabilmeleri için risk analizi yapmaları kaçınılmaz bir gerekliliktir. Bu süreç, işletmelerin geleceği hakkında daha doğru ve bilinçli kararlar almasına olanak tanır, operasyonel etkinliklerini artırır, finansal performanslarını güçlendirir ve rekabet avantajı sağlar. Bu nedenle, işletmelerin risk analizine odaklanmaları, uzun vadeli sürdürülebilirlikleri ve başarıları için kritik bir adımdır. Gerek yasal zorunluluklar gerekse sürdürülebilirlik açısından işletmelerin kendileri ile ilgili tüm konularda risk analizleri yapmaları, yaptırımları önem arz

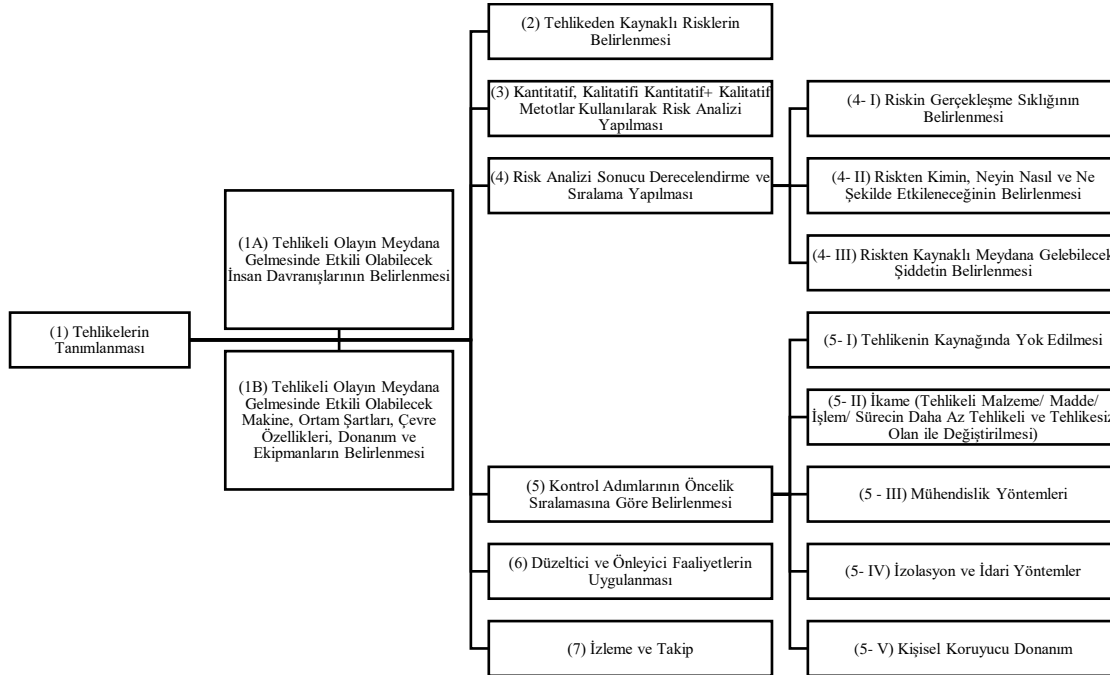
etmektedir. Yapısal konularla ilgili risk analizlerinde de yapay zekâ tabanlı çalışmaların kullanımının giderek artması verimlilik açısından elzem hale gelmektedir.

Bu çalışmada giriş bölümünde çalışmanın amacı ve önemi vurgulandıktan sonra ikinci bölümde literatür taraması yapılmış, üçüncü bölümde yöntem açıklanmış, dördüncü bölümde bulgular değerlendirilmiş ve beşinci bölümde sonuç ve öneriler sunulmuştur.

## 2. Literatür Taraması

Endüstri, teknoloji ve iş yönetimi günümüzde hızlı değişim geçirmekte ve buna bağlı olarak tehlikeler artmakta, değişmekte ve insan hayatı ve ekonomik açıdan kayıplara neden olan riskler artmaktadır (Zio, 2018). Bir sistemdeki tehlikelerin belirlenmesi ve değerlendirilmesinde risk değerlendirmesi önemlidir. Risklerin kontrolü ve yönetimi için önemli bir araç olan risk değerlendirmesine göre düzeltici, önleyici ve sınırlandırıcı faaliyetler belirlenmektedir (Yan & Xu, 2019). Risklerin nasıl yönetildiği ve istenmeyen olayların meydana gelme olasılığının ve sonuçlarının en aza indirilmesi için koruyucu önlemlerin belirlenmesi ve alınması güvenli bir iş yeri oluşturmak konusundaki başarının en temel anahtarı olarak değerlendirilmektedir (Khalil vd., 2012). Ortamda var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, tehlikelerin riske dönüşmesine neden olan faktörler ve tehlikelerden kaynaklı risklerin analiz edilmesi, analiz sonucu elde edilen risk puanlarının önem derecesine göre sıralanması, düzeltici ve önleyici faaliyetlerin belirlenmesi ve kontrol önlemlerinin kararlaştırılması süreci risk değerlendirmesi olarak tanımlanmaktadır İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, (29 Aralık 2012 Tarihli ve 28512 Sayılı Resmî Gazete). Risk değerlendirmesinde, gerekli adımların ve süreçlerin tanımlanması ve belirli sıralamayla ilerlenmesi önemlidir (Alanen vd., 2022).

Şekil 1: Risk Değerlendirmesi Adım ve Süreçleri



Risk analizi, risk değerlendirmesinin bir aşaması olup riskin tespit edilmesinde, kontrol önlemlerinin belirlenmesi ve uygulanmasında önceliğin belirlenmesinde etkilidir. Risk analizinde kullanılan kalitatif, kantitatif, yarı kantitatif ve yarı kalitatif (Kantitatif+ Kalitatif) araç bulunmaktadır. Bu araçlarda kullanılan üç ana parametre bulunmaktadır. Bunlar, oluşabilecek risk, riskin gerçekleşme sıklığı ve meydana getirdiği hasarın ve zararın şiddetidir. (Mili vd., 2022 & Mekhilef vd., 2012).

Bir iletişim aracı olarak zaman ve mekân engellerini aşan ve tıptan bilime ve eğlenceye kadar uzanan geniş bir alanda kullanılan sanal gerçeklik, fikir ve deneyimlerin paylaşılabilceği bir ortam ve bir araçtır. Kişinin gerçekte bulunduğu yerden ve çevresinde olup bitenden farklı bir yer ve olayı deneyimlemesine izin veren bir ortamın simülasyonudur (Craig vd., 2009). Sanal gerçeklik sanal prototip oluşturma, görselleştirme, eğitim ve eğlence gibi uygulama türleri bulunmaktadır. Uygulandığı alanlarda gerçek dünyadaki sorunların çözümüne yardımcı olmakta ve iyileştirmekte, çıkış yolları oluşturmakta ve kişisel deneyimleri geliştirmektedir (Craig vd., 2009).

Sanal gerçeklik uygulamaları madencilik, yangın güvenliği, ulaşım, havacılık, inşaat, sağlık ve eğlence alanlarında eğitim amacıyla kullanılmaktadır. Xu ve ark. Duman tehlikelerinden kaynaklı olası zarar ve hasarları en aza indirmek amacıyla duman tehlikelerinin farklı yönlerini dikkate alan rasyonel bir sanal gerçeklik tabanlı eğitim simülatörü geliştirmiştir (Xu vd., 2014).

Cha ve ark. Sanal gerçeklik tabanlı bir yangın eğitim simülatörü ile deneyimsiz itfaiyecilerin yangın durumunda hızlı karar verebilmesi, güvenli ve organize biçimde hareket ve müdahale edebilmesi için yöntem geliştirmiştir. Bu yöntem, tehlikeli yangın ortamlarını sezgisel olarak deneyimlemek ve eğitim ve değerlendirme gerçekleştirmeye imkân vermektedir (Cha vd., 2012). İşleyen ve Düzgün madencilik alanında çatı düşme tehlikelerinin değerlendirilmesinin iyileştirilmesi ve çatı düşmesi ile ilgili riskin azaltılması için gerekli önlemlerin alınması için geliştirilmiş sanal gerçeklik simülasyonlarını önermiştir. Çalışma tünel açma operasyonlarında çatıdan düşme tehlikesi değerlendirmesi için sanal gerçeklik tabanlı eğitim simülasyonları geliştirmeye yönelik metodoloji sunmaktadır (Isleyen & Duzgun, 2019). Rüppel ve Schatz tahliye sürecinde bina durumunun insan davranışı üzerindeki etkisinin araştırılması için gerçek zamanlı simülasyon hakkında Yapı Bilgisi Moddellemesine dayalı yeni ve ciddi bir oyun kavramını tanıtmıştır (Rüppel & Schatz, 2011). Ying ve Shi yangın esnasında acil durum tahliyelerini simüle etmek için sanal gerçeklik sistemi geliştirmiştir. Alev ve dumanın yayılması, sayısal yangın simülasyonlarına dayalı olarak modellenerek koşulların gerçeğe benzer olması sağlanmıştır (Ren vd., 2008). Manca ve ark. Bilgi ve tecrübe yönünden her seviyedeki operatörlerin becerilerini sabit tutmak, bireysel eksikliklerin zamanında giderilmesi, normal zamanların yanında acil durumlarda hazır olma durumunu iyileştirmek amacıyla kimya endüstrisine yönelik artırılmış ve sanal gerçek tabanlı eğitim önermiştir (Manca vd., 2013). Klempous ve ark. İnşaat sektöründe çalışma ortamındaki mesleki tehlike alanlarının belirlenmesinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanım olanaklarını göstermiştir. (Klempous vd., 2017, September). Bellalouna, müşteriye özel yeni ürünlerin tasarımı sırasında bilişsel Tasarım- İnceleme ve FMEA (Hata Modları ve Etkileri Analizi) ve CA (Kritiklik Analizi) sağlamak için sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımını önermiştir. Kullanıcı deneyiminin ve geri bildiriminin olmadığı yeni yenilikçi ürünlerin geliştirilmesi durumunda, VR tabanlı bilişsel FMEA ve CA yaklaşımı, güvenilir bir FMEA ve CA sağlamak için yüksek bir potansiyele sahip olduğunu belirtmiştir (Bellalouna, 2019, October).

### **3. Yöntem**

Teknolojik değişimin en büyük temalarından biri olan Endüstri 4.0, varlığını her alanda hissettirebilmekte ve farklı alanlarda yeni uygulamaları canlandırabilmektedir. Buradaki temel soru, iş güvenliği gibi multidisipliner ve proaktif alanların, Endüstri 4.0'daki değişim rüzgarlarından nasıl etkileneceğidir. Bu çalışma ile Endüstri 4.0 üzerinden iş güvenliği ve risk analizi için ortak bir bakış açısı geliştirmek ve verimliliği artırma adına karar verme noktasında objektifliği artıracak önlemler üretmek amaçlanmaktadır. Teknolojik gelişmeler, İş Sağlığı ve Güvenliği alanındaki problemlerin içeriğini ve çözüm yollarının çeşitliliğini değiştirmiştir. Risk analizi simülasyonu ile çalışan motivasyonunu yüksek tutarak, riskleri daha dikkat çekici hale getirmek, çalışanı eğitim esnasında pasif durumdan aktif duruma taşımak, yaparak ve yaşayarak öğrenme modelini baz alarak görsellerde bulunan risk öğelerinin kullanıcılar tarafından seçilip risk

kavramı üzerine çalışma yapmalarını sağlamak amaçlanmıştır. Çalışma planlaması yapılırken teknolojinin gelişen yüzü sanal tur, 360 derece görüntüleme, görüntü üzerine bilgilerin kaydedilmesi için uygun yazılımların bulunması yönünde yazılım destek amaçlı araştırmalar yapılmıştır. Çeşitli sosyal platformlarda eğitim, oyun, sınav amaçlı kullanılan simülasyonlardan yola çıkılarak bir rota hazırlanırken birçok görsel ve video uygulaması incelenmiştir. Çalışmaya konu ile ilgili literatür taraması ve saha araştırması yapılması, risk parametrelerinin belirlenmesi, risk analizi yapılması ile başlanmıştır. Bu iş paketi ile çalışmanın tüm aşamalarının en ayrıntılı biçimde ortaya konması, süreçlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmada gerçek ofis görüntüleri kullanılarak sanal tur oluşturulmuştur. Günümüz teknolojisinde sanal tur programları çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada ön görülen aksaklıklar bu adımda tespit edilmiş ve alternatif çözüm yöntemleri belirlenmiştir. Uygulamanın sonraki adımında söz konusu çalışma alanı görsel elde etmek için seçilmiştir. Farklı alanlar değerlendirilmiş ve görsel kullanım izinleri göz önünde bulundurularak tercih yapılmıştır. Sanal görüntü oluşturma yöntemleri yerine gerçek çalışma alanının görüntüleri kullanılarak kullanıcının bulunduğu ortamı tam olarak anlayabilmesi ve gerçek çalışma alanındaki riskleri tespit etmesi hedeflenmiştir. Böylece sanal çalışma alanı görselleri ile eğitim hedeflemek yerine her gün içinde bulunan ortam risklerine farkındalık yaratılması hedeflenmiştir. Görselde birçok çalışma alanında ortak bulunan ve sık rastlanılan riskler olmasına ve kontrol parametrelerinde bu risklerin bulunmasına özen gösterilmiştir. Gerekli saha incelemeleri üzerinden görseller 360 derece görüntülenebilen sanal tur için oluşturulmuştur. Bu iş paketi ile saha görsel çalışması yapılmıştır. Başarılı bir simülasyon gerçekleştirilebilmesi için risklerin ve ortamın görselleri en doğru şekilde oluşturulmuş ve bu noktada çalışan ve uzman görüşlerine başvurulmuştur. Çalışma alanı birçok açıdan fotoğraflanmış ve elde edilen fotoğraflar panoramik hale getirilerek 360 derece görüntülenme sağlanmıştır. Görsel oluşturma yöntemi için farklı alternatifler arasından Google Street View Panorama yazılımı tercih edilmiştir. Panoramik kamera uygulaması olan bu uygulama ile bir veya birden fazla lens ile 180 veya 360 derecede panoramik görüntü elde edilmesi sağlanmaktadır. Sanal tur hedeflenen bu işlem için birçok çekim ve deneme yapılmış en doğru görsel oluşturulması hedeflenmiştir. Tercih edilen bu uygulama ile risklerin ve ortamın görsellerinin oluşturulması denemeler ve düzenlemeler ile gerçekleştirilmiştir. İlerleyen dönemde geliştirilebilir olan bu uygulamada diğer çekim teknikleri değerlendirilecektir. Endüstri 4.0'ın el attığı bir başka sektör olan fotoğrafçılık ve görüntüleme teknikleri de oldukça geniş ve kapsamlı bir teknolojiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 2: Çalışma Alanı Panoramik Görseli

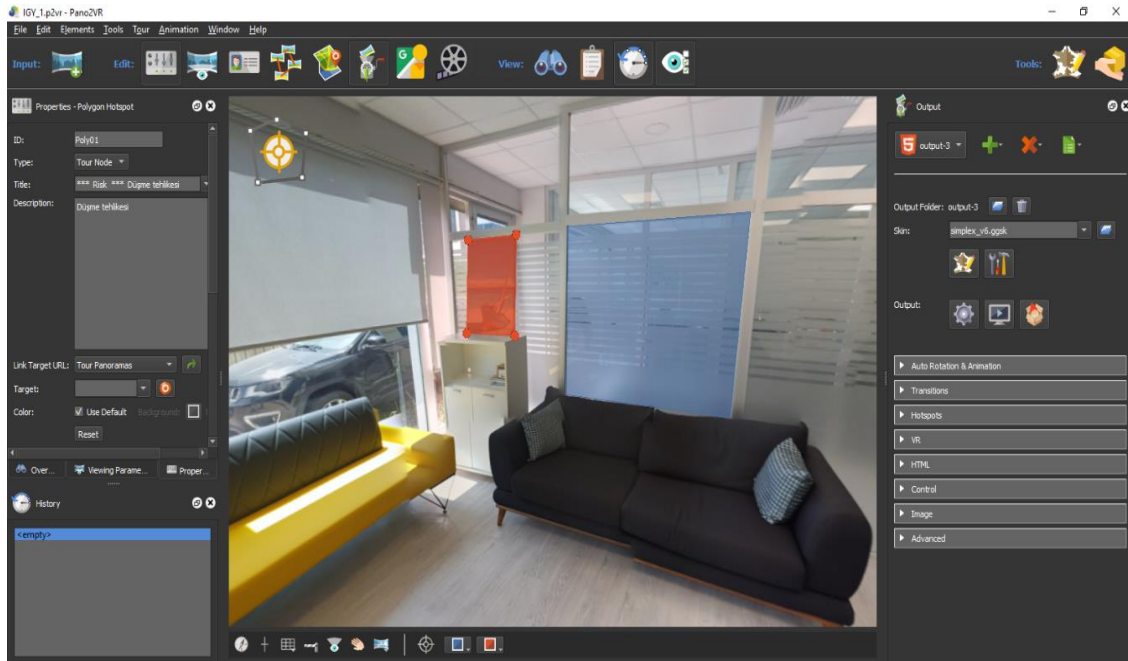


Çalışmanın temel taşı olan risk analizi görüntü oluşturmada sonraki iş paketini oluşturmaktadır. Bu aşamada elde edilen görseller ve saha incelemesi ile risk analizi yapılmış, risk analizi için parametrelerin görselde yer almasına dikkat edilmiştir. Kontrol listesinde olup sahada olmayan başlıklar dikkate alınmamış, bu konular kapsam dışı tutulmuştur. Yapılan risk analizi sonrası oluşturulan görseller üzerine yazılım işlemleri ile açıklama bölümleri görüntüsü oluşturulması

hedeflenmiştir. Bu iş paketi ile model kurgulama yapılması beklenmiştir. Kullanıcılar için rahat anlaşılır, kolay ve dikkat çekici bir tasarım oluşturulması hedeflenmiş ve risk tespiti etkinliğinde çalışan katılımının artırılması beklenmiştir. Kontrol listesindeki parametreler görsel alanda kontrol edilip, görüntü alanında olanlar işaretlenmiştir.

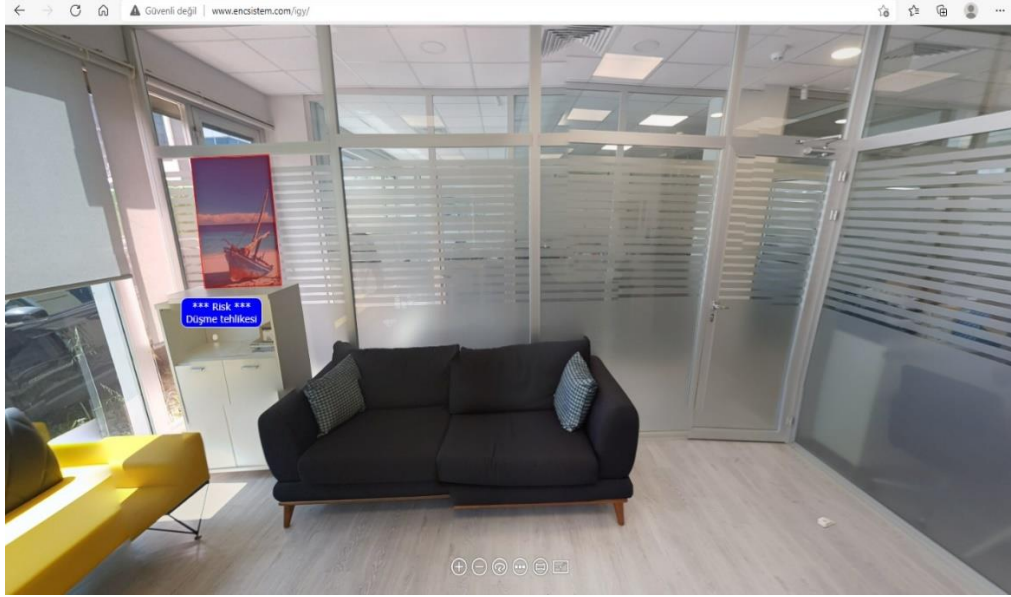
Görsellere metin ekleme ve 360 derece sanal tur uygulaması Pano2VR programı kullanılarak oluşturulmuştur. Pano2VR, Kuula gibi sanal tur yazılımları ile sanal gerçeklik turları oluşturulabilmektedir. Bu yazılımlarda sanal tur görüntüleri oluşturabilmek için 360 derece çekim yapabilen özel kameralar kullanılmaktadır. Bu iş paketinde profesyonel görüşlere başvurulmuştur. Farklı alternatif uygulamalar değerlendirilmesi sonucu ücretsiz olan Pano2VR programı uygun görülmüştür. Pano2VR programı, 360 derece çekilen fotoğraflar ile sanal tur yapmak ve bu turda bir ara yüz oluşturmak amacıyla kullanılmıştır. Bu uygulamalar ilerleyen çalışmada kullanımı hedeflenen VR (virtual reality) yani Sanal Gerçeklik Gözlüklerinin de kullanımına uydundur. Bu yöntem ile kişinin kendisini görselin içinde hissetmesi ve tam bir gerçeklik duygusu yaşanması hedeflenmiştir.

**Şekil 3: Uygulama Arayüzünde Açıklama Kutucukları**



Metin ekleme ve sanal tur seçeneklerine uygun yazılımın tespiti ile açıklamalar yazılarak, uygun parametreler ve riskler belirlenerek görsel işaretlenmiştir. Uygun parametreler yeşil kutucuklar ile, riskler kırmızı kutucuklar ile gizli işaretlenmiştir. Gizli açıklama kutusundaki amaç, kullanıcıların uygun ve uygunsuz durumları tespit etmesinin belirlenmesidir. Görselde yer alan kontrol parametreleri ergonomik risk faktörleri, kimyasal risk faktörleri, fiziksel risk faktörleri ve biyolojik risk faktörleri olarak incelenmiştir. Görselde bulunan ergonomik olmayan bilgisayar monitörün duruşu, çalışma alanı içerisinde sabitlenmemiş tablo ve objelerin bulunması, acil çıkış kapısı ve çıkış yönlerini gösteren işaret levhalarının bulunmaması, yangın söndürücünün ortamda bulunmaması, çalışma alanında kullanılan elektrikli aletlerin kablolarının dağınık bırakılması, acil duruma neden olan olaya ilişkin (yangın, gaz kaçağı, deprem vb.) telefon numaralarının asılmaması, acil durumlarda iletişime geçilecek kişilere ait iletişim bilgilerinin belirlenip listenin asılmaması, masa üzerinde kapağı açık halde duran kolonya şişesinin kontrolsüz bırakılması, yazı tahtasının uygun ve sabitlenmemiş duruşu “risk” olarak belirlenmiştir.

Şekil 4: Risk Tespit Görseli



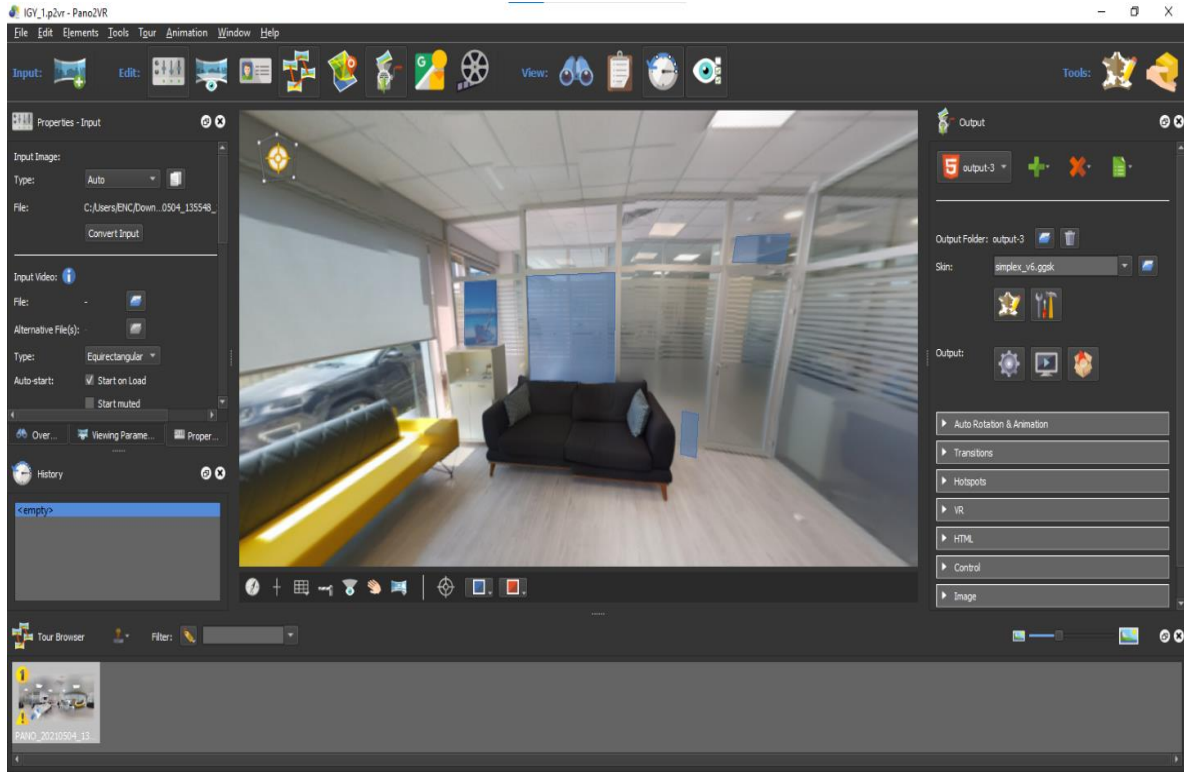
Doğal ve yapay ışık kaynakları, havalandırma sistemi, klima ve duman dedektörü uygun zemin malzemesi kullanımı, zeminde kırık çökük alanlar olmaması, cam yüzeyler üzerinde çatlaklar ve kırıklar olmaması ve uygun monte edilmesi olması “uygun” olarak belirlenmiştir.

Şekil 1: Uygun Olay Tespit Görseli



Son adımda da çalışma sonuçlarının ilgili paydaşlara aktarımı gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan sanal tur görseli metin ekleme ve işaretlemeler yapıldıktan sonra web sunucusuna yüklenerek diğer kullanıcılara erişilebilir kılınmıştır. Hazırlanan simülasyon programının çıktısı html tabanlı olarak oluşturulmuştur. Bu sayede kullanıcıların herhangi bir görüntüleme yazılımı kurmaya ihtiyaç duymadan web ara yüzünde görüntülenmesi hedeflenmiştir. Bunun için html tabanlı simülasyon çıktısı bir web sunucusuna yüklenmiştir.

Şekil 6: Uygulama Arayüzü



#### 4. Bulgular

Artırılmış gerçeklik temelde dört farklı çevre biriminden meydana gelmekte, bilgisayar alt yapısı, kamera, işaretleyici ve gerçek dünya olarak sıralanabilecek bu dört farklı çevre biriminin üç boyutlu şekilde gerçek dünyaya konumlandırılması uygulamanın ana prensibini oluşturmaktadır. Mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları gözlemlendiğinde ise söz konusu bütün uygulamaların 2D grafiklere uygun oldukları görülmektedir. Ayrıca mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının sosyal medya hesapları ile aktif bağlantı kurabildikleri, hesap oluşturabildikleri, paylaşım yapmaya olanak verdikleri, dış web sayfaları ile bağlantı kurabildikleri gözlenmekte ve tüm bu faaliyetlerin farklı görüşlere ait bilgi ve yeteneklerin birlikte kullanılmasına olanak verdiği belirtilmektedir.

Elford (2013) çalışmasında artırılmış gerçeklik uygulamasını öğretmen eğitimi için kullanmıştır. Emsallerinden farklı tasarlanan bu çalışmada öğretmenler öğrencilerine beklenmedik anda habersiz gerçekleştirilmiş üç boyutlu profillerle etkileşime girmeleri sağlanmış ve bir ortaokul simülasyonu çalışılmıştır. Mini dersler anlatan öğretmenler anlatım sırasında sınıf yönetim yöntemlerini uygulamışlardır. Öğrenci profilleri Long'un genç profiline göre tasarlanmış ve ders anlatımı sırasında bir ortaokul öğrencisinden beklenen tutum ve davranışlar sergilemişlerdir. Farklı karakterlerden oluşan öğrencilerin canlandırılmasıyla oluşan sanal sınıfta öğretmenler çeşitli senaryolar için yaratılan sahnelerle başa çıkma durumunda kalmışlardır. Bu esnada öğrenci profillerinin önceden kayda alınmış dersi bölerek huzursuzluk çıkaran tutumları karşısında öğretmenlerin sınıf yönetimi yöntemlerini uygulamaları ölçmüştür. Shelton ve Hedley (2002), lisans seviyesinde coğrafya dersi için artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirmişlerdir. Bu çalışmada coğrafyaya ait anlaşılması öğrenciler tarafından zor bulunan, dönme/devir, gündönümü/ekinoks, dünya güneş ilişkisi, ışık ve sıcaklığın mevsimsel değişimi gibi kavramların artırılmış gerçeklik uygulaması ile öğretilmesi hedeflenmiştir. Van Kreveln ve Poelman (2010) artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanım alanları ve sınırlılıkları incelenen bu çalışmada ve



Specht vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada mobil artırılmış gerçekliğin eğitim alanlarında kullanılması için geliştirilen Locatory konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulaması incelenmiştir. Santos vd. (2014), artırılmış gerçekliğin öğrenme tecrübelerine olan katkısı konulu bir meta analiz çalışması yapmıştır. Bu çalışma artırılmış gerçeklik uygulamalarının başarı oranına pozitif etkisi aktarılmıştır. Olsson ve Salo (2014), 90 katılımcı ile oluşturulan bir gruba mobil artırılmış gerçeklik uygulaması sonrası bir anket sunulmuştur. Yapılan ankete göre uygulama dikkat çekici ve merak uyandırıcı ve tekrar kullanım isteği uyandırmış olarak bulunmuştur. Gerçekleştirilen bu çalışma ile rekabetçi ve karmaşık iş ortamında ayakta kalabilmeleri için risk analizi yapmaları kaçınılmaz bir gereklilik olan işletmelerin söz konusu hususta sübjektiflikten uzak, doğru ve efektif bir şekilde teknolojik imkanları da kullanarak risk analizi yapabilmeleri için kurgulanan senaryo başarı ile alana kazandırılmıştır.

## 5. Sonuç

Alışlagelen yöntemlerde risk analizinde riskin tanımı, risk faktörleri genel başlık altında anlatılır ve önlemler sıralanır. Konu ile ilgili yönetmelik ve sorumluluklar tanıtılır, cezai müeyyidelerden bahsedilerek farkındalık oluşturmaya çalışılır. Bu çalışma ile ortamdaki risklerin tespiti çalışana bırakılmakta ve çalışanın belki de her gün farkında olmadan yaptığı davranışların, aslında hangi riskleri içerdiğini bir oyunla tespit etmesi beklenmektedir. Oluşturulan simülasyonda bir ortam ve bu ortamda mevcut riskler kullanıcıya sunulmuştur. Kullanıcı ortama alışkindir, ancak alışkın olduğu bu ortamda rutin halde çalışırken fark etmediği riskler bulunmaktadır. Bulunan bu riskler hem çalışanın iş güvenliği açısından olumsuz olaylar yaşayabilmesine sebep olmakta; hem de iş verimliliğini etkilemektedir. Simülasyon içerisinde öncelikle kullanıcıya yapması gerekenler bir eğitimle gösterilip, sonrasında kullanıcının ortamdaki riskleri tespit etmesi hedeflenir. Kullanıcının her gün içinde bulunduğu çalışma alanındaki riskleri ve dikkat etmesi gereken faktörleri bulması çalışmanın motivasyonunu oluşturmaktadır. Son yıllarda hızla gelişen endüstri 4.0 ile öğrenci veya çalışan eğitim- öğretim sistemlerinde de çok büyük değişim ve gelişimler olmuştur. Bunlardan biri olan bu çalışma ile ortamda oluşan riskleri benzetim yöntemi kullanarak dikkat çekici ve akıcı bir hale getirilmesi amaçlanmıştır. Sanal gerçeklik, son yıllarda pek çok alanda kullanımını artıran bir teknolojidir ve risk analizi süreçlerine de önemli faydalar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu teknolojinin risk analizi alanındaki kullanımı, gerçek dünyada karşılaşılabilecek olası tehlikeleri, kazaları veya olumsuz olayları simüle ederek, potansiyel riskleri önceden belirleme ve önlem alma süreçlerini iyileştirebilir. Sanal gerçeklik ortamında, kullanıcılar, potansiyel riskleri gerçek zamanlı olarak deneyimleyebilir ve bu sayede riskleri daha iyi anlayabilirler. Bu, risk analizinin daha sağlam temellere oturtulmasını ve daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlar. Ayrıca, sanal gerçeklik, risk analiz süreçlerini tekrarlayarak farklı senaryoları test etmeyi mümkün kılar. Bu durum farklı değişkenlerin etkilerini inceleme ve risklerin farklı durumlara nasıl tepki vereceğini anlama açısından oldukça değerlidir. Böylece risk analizinin daha kapsamlı ve geniş bir bakış açısıyla ele alınması sağlanır. Sanal gerçeklik, aynı zamanda risk analizi eğitimlerinde de etkili bir araç olarak kullanılabilir. Çalışanlar, potansiyel riskli durumları sanal gerçeklik simülasyonları sayesinde güvenli bir ortamda deneyimleyebilir ve bu sayede gerçek dünyadaki riskli durumlarla daha iyi başa çıkma becerileri kazanabilirler. Sanal gerçeklik, risk analizi süreçlerini geliştirme, daha gerçekçi sonuçlar elde etme ve çalışanların riskli durumlarla başa çıkma becerilerini artırma açısından önemli faydalar sağlayan değerli bir teknolojidir. Gelecekte bu teknolojinin daha da geliştirilerek, risk analizi süreçlerine daha fazla katkı sağlaması beklenmektedir. Risk analizi, bir olayın olasılığını ve potansiyel etkilerini değerlendirmek ve gelecekteki olumsuz durumları öngörmek için kullanılan önemli bir süreçtir. Gelişen teknoloji ve veri analitiği alanındaki ilerlemeler, risk analizinde daha sofistike ve etkili yöntemlerin kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Benzetim tekniği, gerçek dünyadaki olayların veya süreçlerin modellenmesini ve taklit edilmesini sağlayan bir matematiksel araçtır. Benzetim tekniği, karmaşık sistemleri gerçekçi bir şekilde modelleme yeteneğine sahiptir. Bu özelliği sayesinde risk analizinin yapıldığı süreçler veya olaylar daha iyi anlaşılır ve değerlendirilir.

Örneğin, finansal piyasalardaki risklerin benzetim yoluyla modellenmesi, piyasadaki belirsizlikleri ve potansiyel riskleri daha iyi anlamak için önemli bir araçtır. Risk analizinde, belirsizlik ve rastgele değişkenler önemli bir rol oynar. Benzetim tekniği, bu belirsizlikleri ve rastgele değişkenleri hesaba katarak gelecekteki olası senaryoların değerlendirilmesini sağlar. Sağlık sektöründeki epidemiyolojik analizlerden çevresel risk değerlendirmelerine kadar birçok alanda, rastgele değişkenlerin ve belirsizliğin ele alınması benzetim tekniğinin gücünü ortaya koyar. Benzetim tabanlı risk analizi, büyük miktarda veri ve çeşitli senaryolarla yapıldığında yüksek doğruluk ve güvenilir sonuçlar sağlar. Monte Carlo simülasyonu gibi benzetim teknikleri, risk değerlendirmesinde istatistiksel olarak güçlü sonuçlar elde edilmesini sağlayarak karar alıcıların daha iyi bilgilendirilmesine katkıda bulunur. Finansal piyasalardaki risklerin yönetimi, karar alıcılar için hayati öneme sahiptir. Benzetim tabanlı risk analizi, finansal risk yönetiminde karmaşık portföylerin ve yatırım stratejilerinin değerlendirilmesinde kullanılarak daha etkili risk yönetimi sağlar. Sağlık sektöründe, hastalıkların yayılması, salgınlar ve tıbbi kararlar gibi alanlarda risk analizine ihtiyaç vardır. Benzetim tekniği, bu alanlarda olası senaryoların değerlendirilmesine ve risklerin azaltılmasına yardımcı olur. Üretim süreçlerinde ve operasyonel faaliyetlerdeki riskler, şirketler için önemli bir endişe kaynağıdır. Benzetim tabanlı risk analizi, üretim ve operasyonel süreçlerin optimize edilmesine ve risklerin azaltılmasına yönelik stratejilerin belirlenmesine yardımcı olur.

Özetle; hazırlanan bu çalışma ile kullanıcılardan çalışma ortamındaki riskleri bulmaları hedeflenerek simülasyon deneyimi ile riskleri tanımları beklenmektedir. Gelişen teknoloji ile eğitim sistemlerinde ortaya çıkan değişime benzetim sistemli simülasyon programları en iyi örneklerdendir. Bu çalışma ile işyeri ortam görselinde bulunan riskler kullanıcılarca bulunabilecek ve böylece risk kavramı pekiştirilecektir. Çalışma, risk analizinin tüm aşamalarına uygulanabilir düzeyde olduğundan geliştirilmeye müsaittir. İlerleyen çalışmalarda bu çalışma taban olarak kullanılarak daha detaylı risk analizleri simüle edilebilir, gerçeklik duygusunun yoğun olarak verilebileceği senaryolu yangın, acil durum, ilk yardım gibi başlıklarda VR tabanlı eğitimler gerçekleştirilerek eğitimlerde katılımcıların rolü artırılabilir, böylece yaparak yaşayarak öğrenen katılımcılar kazandıkları bu deneyimlerle kalıcı davranış değişikliğine sahip olabilirler.

## **YAZARLARIN KATKISI**

Bu çalışmanın tüm bölümleri yazarların ortak katkısı ile eşit derecede hazırlanmıştır.

## **ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI**

Herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur ve yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır

## KAYNAKÇA

- Alanen, J., Linnosmaa, J., Malm, T., Papakonstantinou, N., Ahonen, T., Heikkilä, E., & Tiusanen, R. (2022). Hybrid ontology for safety, security, and dependability risk assessments and Security Threat Analysis (STA) method for industrial control systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 220, 108270.
- Bellalouna, F. (2019, October). Virtual-reality-based approach for cognitive design-review and fmea in the industrial and manufacturing engineering. In 2019 10th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom) (pp. 41-46). IEEE.
- Cha, M., Han, S., Lee, J., & Choi, B. (2012). A virtual reality based fire training simulator integrated with fire dynamics data. *Fire safety journal*, 50, 12-24.
- Craig, A. B., Sherman, W. R., & Will, J. D. (2009). Developing virtual reality applications: Foundations of effective design. Morgan Kaufmann.
- Elford, M. D. (2013). Using tele-coaching to increase behavior-specific praise delivered by secondary teachers in an augmented reality learning environment (Doctoral dissertation, University of Kansas).
- Isleyen, E., & Duzgun, H. S. (2019). Use of virtual reality in underground roof fall hazard assessment and risk mitigation. *International Journal of Mining Science and Technology*, 29(4), 603-607.
- Gazete, R. (2012). İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği. Resmi gazete tarihi, 28512.
- Khalil, M., Abdou, M. A., Mansour, M. S., Farag, H. A., & Ossman, M. E. (2012). A cascaded fuzzy-LOPA risk assessment model applied in natural gas industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 25(6), 877-882.
- Klempous, R., Kluwak, K., Idzikowski, R., Nowobilski, T., & Zamojski, T. (2017, September). Possibility analysis of danger factors visualization in the construction environment based on Virtual Reality Model. In 2017 8th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom) (pp. 000363-000368). IEEE.
- Manca, D., Brambilla, S., & Colombo, S. (2013). Bridging between virtual reality and accident simulation for training of process-industry operators. *Advances in Engineering Software*, 55, 1-9.
- Mekhilef, S., Saidur, R., & Kamalisarvestani, M. (2012). Effect of dust, humidity and air velocity on efficiency of photovoltaic cells. *Renewable and sustainable energy reviews*, 16(5), 2920-2925
- Mili, A., Bassetto, S., Siadat, A., & Tollenaere, M. (2009). Dynamic risk management unveil productivity improvements. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22(1), 25-34.
- Olsson, T., & Salo, M. (2011, October). Online user survey on current mobile augmented reality applications. In 2011 10th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (pp. 75-84). IEEE.
- Ren, A., Chen, C., & Luo, Y. (2008). Simulation of emergency evacuation in virtual reality. *Tsinghua Science and Technology*, 13(5), 674-680.
- Rüppel, U., & Schatz, K. (2011). Designing a BIM-based serious game for fire safety evacuation simulations. *Advanced engineering informatics*, 25(4), 600-611.

- Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2013). Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation. *IEEE Transactions on learning technologies*, 7(1), 38-56.
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002, September). Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students. *In The First IEEE International Workshop Augmented Reality Toolkit*, (pp. 8-pp). IEEE.
- Specht, M., Ternier, S., & Greller, W. (2011). Dimensions of mobile augmented reality for learning: a first inventory. *Journal of the Research for Educational Technology (RCET)*, 7(1), 117-127.
- Xu, Z., Lu, X. Z., Guan, H., Chen, C., & Ren, A. Z. (2014). A virtual reality based fire training simulator with smoke hazard assessment capacity. *Advances in engineering software*, 68, 1-8.
- Yan, F., & Xu, K. (2019). Methodology and case study of quantitative preliminary hazard analysis based on cloud model. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 60, 116-124.
- Van Krevelen, D. W. F., & Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *International journal of virtual reality*, 9(2), 1-20.
- Zio, E. (2018). The future of risk assessment. *Reliability Engineering & System Safety*, 177, 176-190.