

DOI: [10.38027/ICCAUA2021TR0054N10](https://doi.org/10.38027/ICCAUA2021TR0054N10)

Risks of Construction Projects and Digital Practices in the COVID-19 Outbreak

Doç Dr. **Tuğçe Şimşekalp Ercan**¹ and MSc **Gizem Günlü**²
Yıldız Teknik University, Faculty of Architecture, Istanbul, Turkey¹
Yıldız Teknik University, Faculty of Architecture, Istanbul, Turkey²
E-mail¹: tugcesim@yahoo.com , E-mail²: gunlugizem@gmail.com

Abstract

As the COVID-19 outbreak affected the whole world, the epidemic had positive and negative effects on the construction industry. Epidemic; Information leakage with working from home conditions, problems of logistics chains for the transportation of materials to the construction site, has brought along special risks according to many new processes. Within the scope of this study, it is aimed to investigate the effects of the COVID-19 epidemic on construction projects, new risks that occur and applications used against these risks together with digital tools. In the literature, the importance of innovative digital technologies for risk management is emphasized. In this study; It reduces the epidemic-specific risks that occur in the construction projects of innovative digital applications; how, why and which actors were involved. In this context, one-to-one interviews and a survey field study were conducted with construction industry experts for data collection. This research; It will guide the future positions of the sector by identifying and classifying new risks that occur specific to the COVID-19 outbreak process in the construction sector, and analyzing which digital tools and methods to be used to cope with these risks. In line with the research, it will be ensured that construction companies are better prepared against the threats and opportunities posed by the risks.

Keywords: Residential Neighbourhood; Aesthetic Quality; Urban Public Space; Cognition Process.

COVID-19 Salgınında Yapım Projelerinde Oluşan Riskler Ve Dijital Uygulamalar

Özet

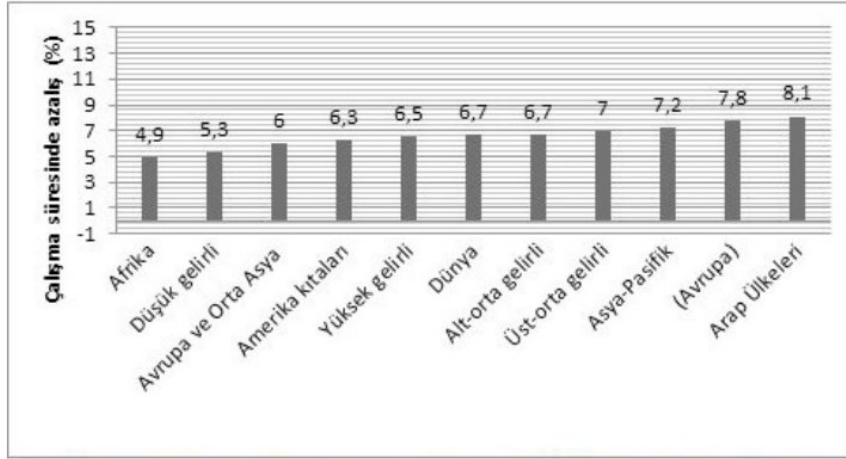
COVID-19 salgını, tüm dünyayı etkilediği gibi, salgının yapım sektörü üzerinde de olumlu ve olumsuz etkileri olmuştur. Salgın; evden çalışma koşullarıyla bilgi sızıntısı meydana gelmesi, malzemelerin şantiyeye taşınması için lojistik zincirleri sorunları gibi birçok yeni sürece göre özelleşmiş riskleri beraberinde getirmiştir. Bu çalışma. Literatürde, inovatif dijital teknolojilerin risk yönetimi için önemi vurgulanmaktadır. Bu araştırmada; inovatif dijital uygulamaların, yapım projelerinde oluşan salgına özgü riskleri indirgemekte nasıl, neden ve hangi aktörlerin katılımı araştırılmıştır. Bu bağlamda, veri toplama amaçlı inşaat sektörü uzmanlarıyla birebir görüşmeler, anket alan çalışması gerçekleştirilmiştir kapsamında, COVID-19 salgınının yapım projeleri üzerindeki etkileri, oluşan yeni risklerle bu risklere karşı kullanılan uygulamaların dijital araçlar üzerinden araştırılması hedeflenmektedir. Bu araştırma; yapım sektöründe COVID-19 salgını sürecine özgü oluşan yeni risklerin tanımlanmasını, sınıflandırılmasını, bu risklerle başa çıkmak konusunda hangi dijital araçlarla hangi yöntemlerin kullanılması gerektiğinin analizlerini yaparak sektörün gelecek pozisyonlarına yön verecektir. Araştırma doğrultusunda, risklerin doğurduğu tehdit ve fırsatlara karşı yapım firmalarının daha hazırlıklı olmaları sağlanacaktır.

Anahtar kelimeler: İnşaat sektörü; yapım projesi; dijital araçlar; inovasyon; COVID-19.

1.Giriş

Çin'in Hubei bölgesinin başkenti olan Vuhan'da 01 Aralık 2019 tarihinde ortaya çıkan virüs salgını olan COVID-19 pandemisinin 2020 Ocak ortasında bulaşıcılık büyüme göstermiştir. İlerleyen zamanlarda Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya-Pasifik'te yer alan çeşitli ülkelerde yaşanan virüs vakaları rapor edilmeye başlanmıştır. 11 Mart 2020'de Dünya Sağlık Örgütü tarafından küresel salgın olarak ilan edilmiştir (WHO, 2021).

Tarihteki pandemilerin sıklığı araştırıldığında yıkıcı küresel salgınlara ve krizlere Dünya'nın yüz yılda bir maruz kaldığı görülmektedir. Örneğin: Birinci Dünya Savaşı (1914), İspanyol Gribi (1918), Büyük Buhran (1929), İkinci Dünya Savaşı (1939), Küba Füze Krizi (1962), OPEC Petrol Ambargosu (1973), ABD -Sovyetler Birliği nükleer saldırı yanlış alarmı (1983), Sovyetler Birliği'nin Çöküşü ve Demir Perde (1989), ABD'de 9-11 Terör Saldırıları (2001), Subprime Mortgage Finansal Krizi (2008) ve COVID-19 Pandemisi (2020) medyada iddia edildiği gibi öngörülemez bir "Black Swan Olayı" değildi. Genel bir pandemiye hazırlıklı olma uyarısı pekçok forumda yakın bir gelecek kesinliği olarak iletilmiştir (Aslan, 2020).



Şekil 1. Bölgelere göre krizin çalışma sürelerine etkisi(%) (Yiğitöl & Sarı, 2020)

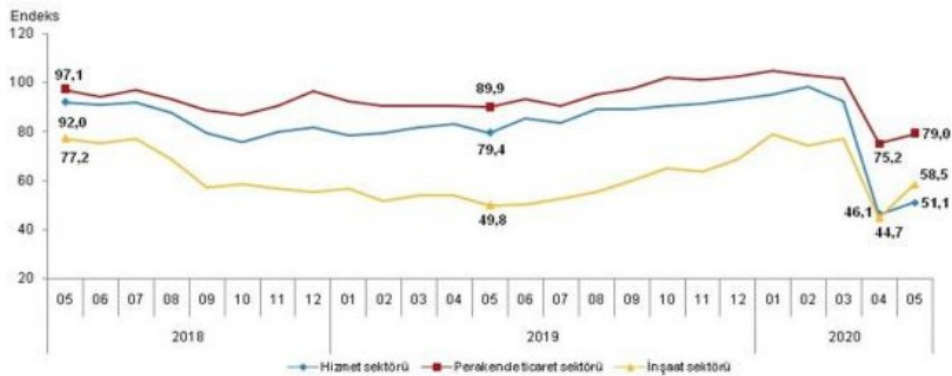
COVID-19 salgını, tüm dünyayı etkilediği gibi (Yiğitöl & Sarı, 2020), salgının yapım sektörü üzerinde de olumlu ve olumsuz etkileri olmuştur. Bu çalışma, 13 Mart 2020'deki ulusal acil durum ilanından bu yana COVID-19 salgınının Türkiye inşaat endüstrisi üzerindeki erken etkilerini araştırmaya odaklanmıştır.

Türkiye de 11 Mart 2020'de ilk vakanın resmi olarak açıklanmasıyla birlikte salgının yayılımını azaltmak amacıyla, eğitimden ulaşım, çalışma hayatından sosyal hayata kadar birçok alanda bir dizi önlemler alınmıştır. Pandemiyle mücadele önlemleri neticesinde ekonomik faaliyetler de aynı şekilde durma noktasına gelmiştir.

Faaliyetlerine devam edebilen sektörler; üretim, nakliye, ve satış hizmetleri gibi işler ile iletişim, elektrik, su, doğal gaz ve belirli ölçüde ulaşım v.b en temel hizmetler olmuştur. Özellikle tam dijitalleşmenin olmadığı sektörlerin çalışma şekli sektöre uğramıştır.

Üretimin düşüşü ile birlikte ekonomilerin büyüme oranlarına dair öngörüler de revize edilmektedir. Türkiye de, çalışma hayatının COVID-19 Pandemisinin neden olduğu ekonomik krizden önemli ölçüde etkilenen ülkeler arasında yer almaktadır. Pandemiyle birlikte Türkiye'ye dair büyüme oranları da aşağı yönlü revize edilmiştir. Daha önce Dünya Bankası tarafından 2020 yılı için %3 olarak belirtilen Türkiye ekonomisinin büyümesine ilişkin oranı "Fighting COVID-19" raporunda %0,5, olarak aşağı yönlü revize edilmiştir. Ayrıca söz konusu rapora göre 2021 ve 2022 yılları için ise Türkiye'ye ilişkin ekonomi büyüme oranının %4 olması beklenmektedir (WORLD BANK, 2020). IMF'in Türkiye'ye ilişkin ekonomi büyüme oranı tahminlerine göre, 2020 yılı için %5 daralma ve 2021 yılı için ise %5 büyüme öngörülmektedir (IMF, 2021).

Sektörel Güven Endeksleri, Mayıs 2020



Şekil 2. Sektörel Güven Endeksleri (SOYLU, 2020)

Şekil1'deki 2020 Sektörel güven endeksleri incelendiğinde pandeminin meydana gelmesiyle inşaat sektöründe ani bir güven kaybı yaşandığı gözlenir.

COVID-19 pandemisinin tüm Dünya'da olduğu gibi Türkiye ekonomisine ve yapım projelerine olumsuz ve olumlu etkileri olmuştur. Yapım projelerinin olağan seyrini değiştiren bu durum beraberinde döneme özgü yeni proje riskleri doğurmuştur. Bu çalışma literatür taramaları üzerinden döneme özgü oluşan yeni riskleri incelemiştir. Teknoloji birçok açıdan hayatımızı kolaylaştırmaktadır. Sağlık, eğitim, iletişim, inşaat, ulaşım, ticaret alanları gibi birçok alanda pek çok işi kısa sürede ve zahmetsizce yapabilmekteyiz. Sanayi devrimiyle hızlanan makineleşme sayesinde elde edilen verimlilik artışı günümüze kadar artarak süregelmiştir (Yiğitöl & Sarı, 2020).

İnşaat sektöründe de diğer sektörlerde olduğu gibi dijitalleşmenin ve inovasyonun verimlilik açısından önemi büyüktür. Bu çalışmada COVID-19'a özgü yeni çıkan yapım riskler ile dijital teknolojiler üzerinden başa çıkabilme yöntemlerinin literatür üzerinden araştırılması hedeflenmiştir.

2. Covid 19 Pandemisi ve Yapım Projelerindeki Yeni Riskler

Covid 19 pandemisi, değişen çalışma koşulları vb. gibi pek çok etkenden dolayı yapım projelerinde de pek çok yeni riski beraberinde getirdiği yapılan araştırmalar sonucu görülmüştür (Alsharef, Banerjee, Uddin, Albert, & Jaselskis, 2021).Yaptıkları araştırmaların sonucu aşağıda başlıklar halinde listelenmiştir.

2.1. Devam Eden Projelerin Askıya Alınması, Yavaşlatılması,Yeni Projelerin Başlangıç Tarihinde Gecikme ve Projelerde Revize İhtiyaçlarıyla Birlikte Maliyet Artışları

Pandeminin beraberinde getirdiği belirsizlik atmosferi, projelerin iptal edilmesine ve askıya alınmasına neden oldu.

İşletmelerin pandemi önlemleri kapsamında kapatılması veya yarı zamanlı açık tutulması,piyasalarda nakit akışı sıkıntısına neden oldu.Piysalardaki nakit akışı sıkıntısı da projelerin yavaşlamasına veya askıya alınmasına neden oldu.

2.2. Fiyat Artışları, Ek Maliyetler, Gelir Kaybı ve Ödeme Gecikmesi

Nakit akışı zorlukları nedeniyle ödemelerde zincirleme sıkıntılar yaşandı. COVID-19 süreci boyunca çalışmalarına devam eden taşeron ekipleri bulmakta zorluk çekildi. Pek çok projede ,daha önce planlanmış mekanik havalandırma sistemlerinin yeniden değerlendirilmesi gibi revizeler gündeme geldi.Projelerin tasarımlarında değişiklik talebi artışları yaşandı.Tedarik zincirlerinde yaşanan problemler maliyet artışına neden oldu (Kelaniya & Lanka, 2020).

2.3. Çalışma Hayatı Koşullarında Oluşan Zorluklar

İzinlerin ve işten çıkarmaların başlatılmasıyla,çalışanların üzerinde oluşan psikolojik baskı ve akabinde getirdiği psikolojik problemler riskini de pandemi sürecinin oluşturduğu yeni riskler arasında sayabiliriz.

2.4. İnşaat Faaliyetlerinin Pandemi Sürecinde Kesintiye Uğramasının Gerekliliğine İlişkin Uygulamalarda Farklılıklar

Sıklıkla değişen pandemi önlemleri kapsamında zaman zaman pek çok ülkede çalışmaları kısıtlama kararları alınmıştır.Bu durumlarda inşaat faaliyetlerinin ne zaman devam edebileceğine dair belirsizlikler,çalışmaları sekteye uğratmıştır.Alınan kısıtlama kararlarının;bazı ülkelerde bölgeden bölgeye değiştiği;bazı ülkelerde ise uygulamalarda bölgesel bazda farklılıklar görüldüğü gözlemlenmiştir.Bu da çalışma sistemini olumsuz yönde etkilemiştir.

2.5 Malzeme Tesliminde Gecikme ve Malzeme Yetersizliği

Tedarik kanalında yaşanan yerel veya uluslararası aksaklıklar nedeni; beraberinde malzeme tesliminde gecikme riskini doğurmuştur. Üretim kanallarının çalışmalarını durdurması ve kısıtlaması sebebiyle de malzeme yetersizliği riski oluşmuştur (Kelaniya & Lanka, 2020).

2.6 Uzaktan Çalışmayla Yaşanan Verimsizlik Riski

Pek çok projede uzaktan çalışmaya geçilmesiyle,hazırlıklı bir altyapının olmamasından kaynaklanan adaptasyon süreci oluşmuş ve verimsizlik yaşanmıştır. Firmalarda yeterli teknolojik altyapı olmadığı gözlemlenmiştir. Dijital altyapı eksiklikleri yüzünden,firma bilgilerinin sızdırılması gibi riskler doğmuştur.

2.7 Kişisel Koruyucu Ekipman (KKD) kıtlığı,Yapım Projelerinin İşbirlikçi Doğası Gereği Virüsün Yayılma Riski

Özellikle pandemi döneminin ilk çeyreğinde kısıtlı sayıdaki koruyucu malzeme miktarı iş akışında kesintilere uğramasına neden oldu. Şekil 2'de görüldüğü gibi yapım projelerinin işbirlikçi doğasından kaynaklanan virüsün yayılma oranı ivme kazandı.



Şekil 3: (Arslan, 2020)

2.8 Yapım Şirketler Arası Anlaşmazlıkların Artması Riski

Mücbir sebepler başlığı altında sözleşme maddeleri yeterince detaylandırılmadığında şirketler arasında ödeme gibi konularda anlaşmazlıklara yol açmıştır (Casady & Baxter, 2020).

3. Risk & Risk Yönetimi Kavramları, Covid-19 Pandemisinin Beraberinde Getirdiği Yeni Riskler Üzerinde Kullanıma Sokulabilecek Dijital Teknolojiler

Risk, sosyal bilimlerin pek çok farklı disiplini ile etkileşim halindedir. Belki de bu nedenle literatürde çeşitli risk tanımlarına rastlanmaktadır (OREL & AKKAN, 2018).

Knight'in (1921) tanımına göre risk; parasal olarak modellenebilen ve ölçülebilen, bir olasılık dağılımı olarak ifade edilebilen belirsizliktir. Bu nedenle, risk, diğer risklere ve fırsatlara karşı etkin bir şekilde sigortalanabilir veya ağırlıklandırılabilir veya takas edilebilir (Oehmen, Locatelli, Wied, & Willumsen, 2021). ISO 31000 standardı riski, daha geniş bir şekilde 'belirsizliklerin hedefler üzerindeki etkisi' olarak tanımlamaktadır (Oehmen, Locatelli, Wied, & Willumsen, 2021). İnsan etkenini de içinde bulundurduğunu ve sürekli bir devingenlik içinde olan problemlerin varlığını düşündüğümüzde risk yönetiminin de devingen ve kendini yenilemeye muhtaç olduğu gerçeği kaçınılmazdır. Bu çalışma Dünya'nın en güncel problemlerinden biri olan COVID-19 salgınının inşaattaki etkilerini risk yönetimi kapsamında incelemeyi amaçlamaktadır. Gelişen teknoloji risk yönetimi kapsamının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir-Risk yönetimini kontrol edilebilirliğini kolaylaştıran teknolojiler arasında; otomatik kural denetimi, bilgi tabanlı sistemler, reaktif ve proaktif BT (bilgi teknolojisi) tabanlı güvenlik sistemleri, ICT; BIM, 4D CAD ve Sanal gerçeklik (VR) gibi teknolojilerden bahsetmek mümkündür.

Bunları inceleyecek olursak;

3.1. BIM

Yapı Bilgi Modellemesi tüm dünyada klasik yöntemlerden daha entegre bir proje yönetimi sağlayan, yapının bütün fiziksel ve fonksiyonel özelliklerini 3 boyutlu bir model üzerinde birleştirerek bilgi olarak depolanayabilen ve yapının tüm yaşam döngüsü boyunca görev alan paydaşların ortak olarak bu sistemden yararlanabilmesini sağlayan Ho ve ark. (2013), larının kurduğu bilgi paylaşım sürecidir (Oehmen, Locatelli, Wied, & Willumsen, 2021).

BIM daha sonraki yıllar geliştirilerek yapı risklerini tasarım aşamasında belirlemek ve riskleri azaltmayı hedeflemek, inşaatta güvenliği incelemek, izlemek ve yönetmek amacıyla kullanılmak hedeflendi. Geçmiş güvenlik kayıtları ve bir projenin risk dağılımını tahmin edebilecek bir teoriyle yola çıkıldı (Sulankivi, 2013). BIM tabanlı bir otomatik güvenlik kuralı kontrol prototipi geliştirildi.

3.2. Veritabanı teknolojisi

Geçmiş kazalardan öğrenilen deneyim ve bilgilerle gelecekteki çalışmalarda tehlikeleri önlemek amacıyla geliştirilen veritabanı teknolojisidir (Forstyn, 2014). Bu da kaza mekanizmasının daha iyi anlaşılmasına ve kazaların önlenabilirlik derecesini artırmıştır.

3.3. Sanal gerçeklik Sanal Gerçeklik (VR)

Kavramsal olarak VR, gerçek dünyada fiziksel varlığı simüle etmek için bir grup ekipman ile kontrol edilen, gerçek zamanlı animasyon yapabilen bir bilgisayardan oluşan sanal bir sistemdir (Steuer, 1992). VR, saha çalışma ortamındaki tehlikeli senaryoları simüle ederek potansiyel tehlikelerin görülmesi ve önlemlerinin alınabilmesinde kullanılabilir.

3.4. 4D CAD

Potansiyel sorunları belirlemek, riskleri azaltmak ve inşaat programını ve süreçlerini optimize etmek için inşaat planlamasına yönelik dört boyutlu bilgisayar destekli tasarım uygulaması olan 4D CAD; bir işbirliği ve iletişim ortamı oluşturmak, inşaat ekibi için inşaatın iç görüntülerini görsel olarak oluşturmak için inşaat programı bilgilerini bir 3B modele eklemektir (Koo, 2000).

3.5. Coğrafi bilgi sistemleri

BIM, nesnelerin geometrik verilerini maksimum ayrıntı düzeyde tanımlarken, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) makro perspektiften çevresel bilgilerin bir koleksiyonudur (Irizarry, 2012). CBS, güvenlik risklerini izlemek ve kontrol etmek için bir Karar Destek Sistemine (DSS) entegre edildi. Son zamanlarda, şantiye güvenliği risk yönetimini ve optimizasyonunu iyileştirmek için BIM ve GIS birbirlerine entegre edildi. (2012)

3.6. Proaktif BT tabanlı güvenlik sistemleri

Önceki bölümlerde açıklandığı gibi, reaktif BT tabanlı güvenlik sistemleri, güvenlik riski tanımlama ve inşaat güvenliği yönetimi planlamasına yardımcı olmak için 4D simülasyon ve sanal prototipleme sağlayabilir. Daha önceki bilgi ve deneyimlerle doğrudan bağlantılı olan inşaat projeleri, proje yaşam döngüsünün dinamik süreçleri boyunca değişme

alışkanlığına sahiptir (Forsythe, 2014) .Bu beklenmedik değişiklikleri ve beklenmedik güvenlik risklerini yönetmek için,tehlikeli alanları takip etmek,gerçek verileri toplamak önemlidir.Daha fazla analiz için sahalardan alınan anlık veriler ve aktif inşaat çalışma alanına acil uyarı veya geri bildirimde bulunulması, bunların gerçek tehlikeler ortaya çıkmadan önce yapılabilmesi; proaktif BT tabanlı güvenlik sistemleri sayesinde mümkündür (Teizer, 2010).

3.7. IOT ve Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti teknolojisi, birbirleri arasında veri aktarımını sağlayıp etkileşim kuran bağımsız makine veya organize olmuş sistemlere verilen genel addır (TMMO, 2021) .Nesnelerin interneti, sorunsuz bir şekilde bağlantı kurma, veri, bilgi paylaşma ve ortamdaki değişikliklere tepki verebilen akıllı nesnelere (şeylere) atıfta bulunur. (Zawra, 2017) ..Küresel salgın ile birlikte insanların evlerine kapanması ve gerek sosyal gerek ise iş hayatından tam ya da kısmi olarak izole edilmesi beraberinde, mevcut düzenin sorunsuz işleyebilmesi için insanların internete her an bağlı olma durumunu önemli hale getirmektedir. Dolayısıyla uzaktan erişim teknolojileri böyle bir dönemde popülerlik kazanmaktadır. Covid-19' un nesnelerin interneti üzerindeki etkisini şu şekilde özetlemek mümkündür (Lueth, 2020).

- Uzaktan varlık erişimi önem kazanmaktadır
- Belirli IoT uygulamalarında artış yaşanmaktadır.
- Dronlar için yeni kullanım alanları oluşmaktadır.
- Takip ve izleme çözümleri daha yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Akıllı şehir veri platformları önemli hale gelmektedir (Yiğitöl & Sarı, 2020).

3.8. 3D BASKI TEKNOLOJİLERİNİN KULLANILMASI

Günlük dilde '3D Baskı' terimi olarak kullanılan katmanlı üretim, katmanın üstüne katman ekleyerek 3D nesneler üretmek için yapılan bir işlem olarak tanımlanabilir.3D baskı teknolojileri ;beton üretimi, uzayda koloni yapılarda, ucuz ve pratik konut yapılarında, cephelerde,duvarlarda,döşemelerde, düzensiz yüzey şekillerinde ve kalıp üretimlerinde, yapısal eleman imalatı gibi alanlarda kullanılır (Straub, 2013).

4. SONUÇLAR

Bu araştırma; yapım sektöründe COVID-19 salgını sürecine özgü oluşan yeni risklerin tanımlanmasını, sınıflandırılmasını, bu risklerle başa çıkmak konusunda hangi dijital araçlarla hangi yöntemlerin kullanılması gerektiğinin sistematik analizlerini yapmıştır.

Öneriler olarak; COVID-19'la başa çıkmada kullanılabilecek yöntemleri;

- Robotik inşaat yapım yöntemlerinin yaygınlaşması
- BIM tabanlı yazılımların(gps sisteminden faydalanılarak) kullanılıp güvenlik sistemlerine covid-19'a yakalanmama önlemi olan en az 1.5 metre sosyal mesafe kuralını işleyip kontrolün kolaylaştırılması
- BIM tabanlı yazılımlar üzerine maliyet hesaplarına covid-19 un girdilerini de dahil edilmesi,maliyet hesaplarının revize edilmesi
- Mekanik ve havalandırma sistemlerinin revizelerinin BIM yazılımları üzerinden yapılması;bu sayede daha hızlı sonuç alınması,iş akışının aksamaması
- Tedarik sıkıntısı yaşandığında 3d baskı teknolojileri kullanılarak üretilen,alternatif yerel malzemelerin kullanılması şeklinde sıralayabiliriz.Bunları çoğaltabilmek mümkündür.

Geleneksel risk yönetiminde değerlendirmeler büyük ölçüde deneyime dayanmaktadır; bu da gerçek ortamda verimliliğin azalmasına yol açmaktadır.BIM tabanlı yazılımlar gibi inovatif teknolojiler kullanılarak öngörülebilir risklerin erken bir aşamada tanımlanması ve azaltılması mümkündür. (Zou & Kiviniemi, 2017)

Araştırma; risklerin doğurduğu tehdit ve fırsatlara karşı yapım firmalarının daha hazırlıklı olmaları sağlayacak olup inşaat firmalarının inovatif teknolojilere geçmesini teşvik eder.Yazılımların yeni risklere karşı geliştirilmesi gereken noktalarını tespit eder.

Kaynaklar

- Alsharef, A., Banerjee, S., Uddin, S. M., Albert, A., & Jaselskis, a. E. (2021). Early Impacts of the COVID-19 Pandemic on the United States Construction Industry. *International Journal of Environmental Research and Public Health* , 1-20.
- Arslan, B. A. (2020, Mayıs-Haziran). *www.santiye.com.tr*. santiye.com.tr: <https://www.santiye.com.tr/edergi/381/74/> adresinden alındı
- Aslan, R. (2020). Tarihteki pandemilerin sıklığı. *ResearchGate*, 35-41.

- Casady, C. B., & Baxter, D. (2020). Pandemics_Public-Private_Partnerships_PPPs_and_Forve_Majeure_COVID-19_Expectations_and_Implications. *COCID-19 Expectations and Implications Article in Construction Management and Economics*.
- Forstnyne, P. (2014). Proactive construction safety systems and human factor. *Proc. Inst. Civ. Eng. Manage.;Procurement Law*, 167,242-252.
- IMF. (2021, 05 15). "World Economic Outlook, April 2020: The Great Lockdown". [www.imf.org: https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/04/14/weo-april-2020](https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/04/14/weo-april-2020) adresinden alındı
- Irizarry, J. (2012). Optimizing location of tower cranes on construction sites through GIS and BIM integration. *Electron. J.Inform.Technol.Constr.*, 17,361-366.
- Kelaniya, W., & Lanka, S. (2020, 07). A Review on Sri Lankan Construction Industry L.P.D.S. Pathirana Kelani Cables PLC. *SSRG International Journal of Economics and Management Studies(SSRG-IJEMS)*, 2393-9125.
- Koo, B. (2000). Feasibility study of 4D CAD in commercial construction. *J. Constr. Eng. Manage*, 126,251-260.
- Lueth, K. (2020, 05 11). *The Impact Of Covid on the Internet of Things-now and beyond the Great Lockdown:Part*. www.iot-analytics.com: <https://www.iot-analytics.com/the-impact-of-covid-19-on-the-internet-of-things/> adresinden alındı
- Oehmen, J., Locatelli, G., Wied, M., & Willumsen, P. (2021). Risk, uncertainty, ignorance and myopia: Their managerial implications for. *Industrial Marketing Management*, 330-338.
- OREL, F. D., & AKKAN, E. (2018). TEDARİK ZİNCİRİNDE RİSK, RİSK YÖNETİMİ VE PERFORMANS İLİŞKİLERİ: BİR LİTERATÜR. *Beykoz Akademi Dergisi*, 6(1), 84-117.
- Pathirana, D. S. (June 2020). Effect of COVID -19 and Strategic Response: A Review on Sri Lankan Construction Industry. *SSRG International Journal of Economics and Management Studies (SSRG-IJEMS) – Volume 7 Issue 6 –*, 73.
- SOYLU, Ö. B. (2020). TÜRKİYE EKONOMİSİNDE COVID-19'UN SEKTÖREL ETKİLERİ. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*.
- Straub, H. (2013). *The potential of Additive Manufacturing for façade construction*.
- Sulankivi, K. Z. (2013). Utilization of BIM-based automated safety checking in construction. *Proceedings of International CIB World Building Congress*, 5–9.
- Teizer, J. (2010). Autonomous pro-active realtime construction worker and equipment operator proximity safety alert system. *Autom.Contr.*, 630-640.
- TMMO. (2021, 05 15). *Endüstri 4.0 ve yeni teknolojinin kavramları*. www.mmo.org.tr: <https://www.mmo.org.tr/istanbul/haber/ayin-makalesi-endustri-40-ve-yeni-teknolojinin-kavramlari> adresinden alındı
- TUIK. (2021, 05 20). data.tuik.gov.tr: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-Agustos-2020-33792> adresinden alındı
- WHO. (2021, 05 2021). <https://www.who.int/>. World Health Organization: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> adresinden alındı
- WORLD BANK. (2020, 05 15). www.worldbank.org: <https://www.worldbank.org/en/who-weare/news/coronavirus-covid19> adresinden alındı
- Yiğitöl, B., & Sarı, T. (2020). Küresel Salgınlar ile Mücadelede Endüstri 4.0. Teknolojilerinin Rolü. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal BİLİMLER ENSTİTÜSÜ DERGİSİ*, 53-73.
- Zawra, L. (2017, 09). Utilizing the internet of things technologies in the implementation of industry 4.0. *In International Conference Advanced Intelligent Systems and Informatics* , 798-808.
- Zou, Y., & Kiviniemi, S. J. (2017). A review of risk management through BIM ve BIM-related technologies . Liverpool, İngiltere.