

Türkiye’de Sektörel Teknolojik Gelişmelerin Makroekonomi Üzerindeki Etkisi: İnşaat Sektöründe Yapay Zeka Kullanımına Yönelik Bir İnceleme

Ayça DOĞANER¹



Öz

Makale Türü Araştırma Makalesi
Başvuru Tarihi 21.09.2021
Kabul Tarihi 22.12.2021
DOI 10.47140/kusbder.998410

İnşaat sektörü ekonomi için oldukça önemli sektörlerden birisidir. Ülke ekonomisinde makro dengelere olumlu etkileriyle Gayri Safi Milli Hasılayı artırma, istihdam yaratma, sosyo-ekonomik refahı geliştirme ile ekonomik kalkınmayı sağlamada etkindir. Özellikle lokomotif sektörlerden birisi olma özelliğiyle ve yüksek işgücü kapasitesiyle, diğer ana ve alt sektörlerin de büyümesine ve gelişmesine sağladığı katkılarla ekonomiyi en çok etkileyen sektörlerden birisidir. Son dönemlerde yaşanan teknolojik gelişmelerin ve Endüstri 4.0 gibi kavramların faydalarının oldukça konuşulduğu değerlendirildiğinde, inşaat sektörünün de bu gelişmelerin dışında kalmaması gerektiği açıktır. Bu amaçlarla bu çalışmada son günlerde oldukça güncel olan yapay zeka uygulamalarının inşaat sektörü üzerindeki etkileri ekonomik boyutu ile ele alınmıştır. İstanbul’da faaliyet gösteren ve İstanbul Ticaret Odası’na kayıtlı olan inşaat firmaları üzerinde yapay zekanın inşaat sektörüne etkisi konusunda hazırlanan anket çalışması yapılarak, elde edilen verilere faktör analizi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda yapay zeka modellerinin inşaat sektöründe uygulanmasıyla daha hızlı, verimli, hatasız sonuçlar elde edilebilecek ve maliyet ve zamandan tasarruf sağlanacağı tespit edilmiştir. Bu nedenle inşaat sektöründe yapay zekanın kullanılmasının yaygınlaştırılmasının birçok açıdan faydalı olduğu görülmektedir.

Anahtar sözcükler: yapay zeka, makine öğrenmesi, inşaat sektörü, teknolojik gelişme, makroekonomi

¹ Sorumlu Yazar: Dr., İstanbul Ticaret Odası, E-posta: ayca.doganer@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4277-9326>

The Effect Of Sectoral Technological Developments on Macroeconomic in Turkey: A Review On The Use Of Artificial Intelligence In The Construction Sector

Ayça DOĞANER²



Abstract

Article Type Research Article
Submit Date 2021-09-21
Acceptance Date 2021-12-22
DOI 10.47140/kusbder.998410

The construction sector is one of the most important sectors for the economy. It is effective in increasing Gross National Product, creating employment, improving socio-economic welfare and providing economic development with its positive effects on the macro balances in the country's economy. It is one of the sectors that most affect the economy, especially with its feature of being one of the locomotive sectors and its high workforce capacity, and its contributions to the growth and development of other main and sub-sectors. Considering that the benefits of recent technological developments and concepts such as Industry 4.0 have been discussed, it is clear that the construction industry should not be left out of these developments. For these purposes, in the study, the effects of artificial intelligence applications, which are quite up-to-date in recent days, on the construction sector are discussed with their economic dimension. A survey study prepared on the effect of artificial intelligence on the construction sector companies operating in Istanbul and registered with the Istanbul Chamber of Commerce was conducted and factor analysis was applied to the obtained data. As a result of the study, it has been determined that faster, more efficient, error-free results can be obtained and cost and time savings will be achieved by applying artificial intelligence models in the construction industry. For this reason, it has been seen that widespread use of artificial intelligence in the construction sector is beneficial in many ways.

Key words: artificial intelligence, machine learning, construction sector, technological development, macroeconomy

²Corresponding Author: Ph.D., Istanbul Chamber of Commerce, E-mail: ayca.doganer@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4277-9326>

Giriş

Teknolojik ilerleme ile günümüzde yalnızca insanların yapabileceğini düşündüğümüz işlerin değişime uğrayarak aynı işlerin insanlardan daha iyi yapılabileceği bir dijital çağın gelecekte karşımıza çıkacağı beklentisini taşımaktayız. Otomasyon uygulamaları, yapay zeka ve dijital teknolojilerin her geçen gün hızla geliştiği, bu süreçte insan müdahalesine olan ihtiyacın azalarak ya da tamamen ortadan kaldırılarak süreçlerin ilerletileceği beklenmektedir (McKinsey, 2020:9,10). Teknolojik ilerleme, kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) artışının ana itici gücüdür. Aynı zamanda verimlilik artışına da neden olmaktadır. 20. yüzyılın sonlarında bilgisayarların ve internetin ortaya çıkışıyla gelişen teknoloji, üretkenliği artırmış, ekonomileri dönüştürmüş, toplumsal ve çevresel değerleri daha da önemli hale getirmiştir.

Yapay zeka ekonomik olarak gelişime olumlu anlamda katkılar sağlayacaktır. PricewaterhouseCoopers-PwC tarafından yapılan Küresel Yapay Zeka çalışmasında, küresel GSYİH’de 2030 yılına kadar yapay zeka sayesinde tahmini 15,7 trilyon dolar yani yaklaşık %26 oranında bir artış gerçekleşeceği belirtilmektedir. Söz konusu rakam hem Çin hem de Hindistan’ın mevcut GSYİH’den daha büyük bir orana tekabül etmektedir. Yapay zekanın küresel ekonominin üretkenliğini ve GSYİH potansiyelini değiştirebileceği, ülkelerin söz konusu teknolojilere stratejik yatırımlar gerçekleştirilmesi gerektiği de ayrıca belirtilmektedir. Bazı sektörler ve piyasalar için yapay zeka alanında gelişimlerin erken aşamasında olduğu, bunun özellikle pazar lideri olmak adına bir fırsat olarak değerlendirilebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır (PricewaterhouseCoopers, 2017:s.3).

Yapay zeka, bilgisayarların insan gibi davranışlar göstermesi olarak tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda yapay zeka denildiğinde, sayısal mantık yürütme, analitik düşünme, hareket etme, ses algılama ve konuşma özelliklerine sahip olma gibi unsurların bir arada bulunduğu yazılımsal ve donanımsal sistemler akla gelmektedir.

2020 yılında inşaat sektörünün GSYİH içindeki payı %5,4 olmuştur. Gayrimenkulle alakalı aktivitelerin payı ise %6,2 oranındadır. Ayrıca bağlantılı olduğu ve sayısı 200’den fazla olan sektörleri de dahil ettiğimizde ekonomi içerisindeki payının %30’lara ulaştığı tahmin edilmektedir. İstihdamdaki payı da %5,7 olarak belirtilmektedir (TMB, 2021:s.19,20). Bu veriler inşaat sektörü ve bağlantılı sektörlerin ekonomi üzerindeki önemini göstermektedir. Ekonomi içerisinde bu kadar önemli olan bir sektörün gelişmesi ve büyümesi için verimlilik artışlarının yapay zeka ile desteklenmesi sağlanmalıdır.

Bu çalışmada İstanbul’da faaliyet gösteren inşaat firmalarının yapay zekanın inşaat sektöründe kullanımının ekonomiye olan yansımaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda İstanbul Ticaret Odası’na kayıtlı olan inşaat sektöründe

faaliyet gösteren firmalar ile görüşülmesi planlanmış, böylelikle sektörde birebir faaliyet gösteren firmaların bu konuda neler düşündüğü de ortaya çıkartılmak istenmiştir.

Yapay Zeka

Yapay zekanın (AI-“Artificial Intelligence”) ne anlama geldiğini gözden geçirmek gerektiğinde, öncelikle kelime dizisinin kökeninde olan zeka kelimesine dikkat etmek gerekmektedir. Intelligence kelimesi Latince’den gelmekte olup, bir seçim yapmak anlamına gelmektedir. Bu nedenle “intelligence” kelimesi, rasyonel bir anlayışa ulaşmak için nesnelere ve gerçekleri anlamak ve onlar arasındaki bağlantıları keşfetmeyi mümkün kılan zihinsel yetkinlik olarak tanımlanmaktadır. Bu, yeni durumları anlamayı ve adapte olmayı mümkün kılar, intelligence yani zeka bir hedefe ulaşmak için bilgiyi işleme yeteneği olarak gibi de görülebilir (Lafate, 2018: 1,2).

Yapay zeka (AI) kavramının ilk kez ortaya çıkışına bakıldığında, bazı kaynaklara göre 1955, bazılarının göre ise 1956 yılları dile getirilmektedir. Dartmouth kolejinde yapılan atölye çalışmalarında yeni bir araştırma disiplini olarak kabul edildiği ve 1955 yılında John McCarthy tarafından proje başvurusunda bulunulduğu ifade edilmektedir. Bu süre zarfından beri bilim dünyası tarafından farklı açıklamalar ve çalışmalar yapılırken, yapay zekanın hem yararlarından hem de zararlarından bahsedilmektedir (Değirmenci ve Aydın, 2018:6).

Son yıllarda, Endüstri 4.0, üretim firmaları ve servis sistemleri büyük ilgi görmektedir. Öte yandan, Endüstri 4.0’ın kesin bir tanımı bulunmamakta ve doğal olarak, ortaya çıkan teknolojilerin kesin bir kullanımı da bulunmamaktadır. Temel olarak Endüstri 4.0, katma değerli ağların kurulmasını sağlayan sistemler olan üretim tesislerinin, tedarik zincirlerinin ve hizmetlerin entegrasyonundan oluşmaktadır. Böylece, büyük veri analitiği, özerk (kendi kendini idare eden) robotlar, siber fiziksel altyapı, simülasyon, yatay ve dikey entegrasyon, Endüstriyel İnternet, bulut sistemleri, ek üretim ve artırılmış gerçeklik gibi yeni geliştirilen teknolojilere başarılı bir adaptasyon için gereklidir (Salkin ve diğerleri, 2017: 5,6).

Yapay zeka (AI) insanlar tarafından bir yapay olgu gibi geliştirilen bir zeka olarak belirtilmektedir. Alan Turing’in ünlü testinin (1950) [sıradan (aptalca) insanları, diyalogun diğer ucunun bir insan tarafından mı yoksa bir bilgisayar tarafından mı yürütüldüğü konusunda kandırma yeteneği] talep ettiği istihbarat seviyesi AI araştırmacılarının neyi amaçladıklarının bir göstergesidir. Böyle bir AI’nin kesinlikle teknolojiyi ve ekonomiyi dönüştüreceği belirtilmektedir. Bu yolla, çok sayıda insan kaçakçılığı ve evrak işi otomatikleşebilir. Bilgisayarlar evrensel olduğundan, programlar zahmetsizce bir sistemden diğerine kopyalanabilir (fikri mülkiyet haklarından endişe duyulur) ve eğer ciddi bir AI gelişirse, bürokratik kural uygulamaları, tıbbi teşhis, araştırma yardımı, üretim kontrolü vb. için işgücü tasarrufları sağlanabilir (Korn ve Nicholson, 2011, s.3).

Bir yapay zeka (AI) sistemi, gerçek veya sanal ortamları etkileyen tahminler, öneriler veya kararlar verilen bir dizi insan tarafından tanımlanmış hedefler için makine tabanlı bir sistemdir. Bunu, makine ve / veya insan bazlı girişleri kullanarak yapmaktadır. Yapay zeka, ekonomileri yeniden şekillendirmekte, verimlilik kazancı üretmeyi, verimliliği arttırmayı ve maliyetleri düşürmeyi vaat etmektedir. Daha iyi yaşamlara katkıda bulunmakta, insanların daha iyi tahminler yapmalarına ve daha bilinçli kararlar vermelerine yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte, bu teknolojiler halen başlangıç aşamasındadır ve AI'nın küresel zorlukları ele alma, inovasyonu ve büyümeyi destekleme konusunda çok fazla vaadi bulunmaktadır. AI'nın etkileri toplumumuza nüfuz ettiğinden, dönüşümsel gücünün insanların ve gezegenin hizmetine sunulması gerekmektedir (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü, 2019: 3,24-25).

Çoğu AI sistemi, verilerin, işlemlerin ve kontrolün standart işlemsel bileşenleri arasında az çok katı bir ayırım gösterir. Diğer bir deyişle, eğer bu sistemler uygun bir seviyede tanımlanırsa, bazıları genellikle tüm küresel kontrol stratejisinin kontrolü altında, iyi tanımlanmış belirli işlemlerle manipüle edilen bir global veritabanı olarak adlandırılabilir (Nilsson, 2014:17).

İnşaat sektöründe yapay zeka

İnsanlığın başlangıcından beri teknolojinin var olduğu, çarkın 4.000 yıldan daha uzun bir süre önce icat edildiği ve Mısırlıların piramitleri inşa ederken nakliyyede devrim yarattığı düşünülmektedir. 21. yüzyılda, teknolojik ilerleme her zamankinden daha da hızlıdır. Yapay zeka (AI), küresel ekonomilerde giderek artan bir rol oynamakta ve yeni bir sanayi devriminden daha azını yaratmamaktadır. İnşaat sektörü bu yıkıcı değişime karşı değildir, bu açıdan hem zorlukları hem de fırsatları ortaya çıkarmaktadır. Yapı malzemeleri, yüzlerce yıldır halatlar ve makaralarla kaldırılmıştır. Ekskavatörler, bir asırdan fazla bir süre önce kas ve kürekleri birçok amaç için değiştirmiştir. Fakat AI farklı bir düzendedir. AI, bilgisayar sistemlerinin normalde akıllı insan müdahalesi gerektiren işleri yapabilme becerisi olarak tanımlanmakta olup, bu robotların ötesine geçen çok geniş bir tanımdır (Currie&Brown, 2018).

Reports And Data tarafından yayınlanan bir rapora göre, yapı pazarındaki küresel yapay zekanın (AI) 2026'ya kadar 4,51 Milyar Dolar'a ulaşması beklenmektedir. İnşaat sektörünün zaman ve maliyet tüketimi gereklilikleriyle birlikte kalitenin ve güvenliğin kolay azaltılması, pazarın büyümesini hızlandıracaktır. Yapay zeka inşaat maliyetlerini birçok yönden azaltmaya yardımcı olabilir. Sanal gerçeklik kullanımı ve mini robotların inşaatı devam eden işleri takip etmek için yapım aşamasında olan binalara yerleştirilmesi gibi hususlar sayılabilir. AI, günümüzde modern binalarda elektrik ve sıhhi tesisat sistemlerinin güzergahlarını tasarlamak için kullanılmaktadır. Yapay zeka, iş yerlerinde

güvenlik sistemlerinin gelişmesi için de faydalı olup, tehlike ve kaza risklerini azaltır. Teknoloji, pek çok firma tarafından sahadaki makine, işçi ve nesnelerin gerçek zamanlı etkileşimlerini takip etmek ve potansiyel güvenlik sorunları, verimlilik sorunları ve inşaat hataları hakkında denetçileri uyararak için kullanılmaktadır. Yapay zekanın ayrıca insan işgücünü azaltması, pahalı hataları azaltması, şantiye yaralanmalarını azaltması ve bina operasyonlarını daha verimli hale getirmesi beklenmektedir (Globalnewswire, 2019).

İnşaat sektörü dijital devrime nüfuz eden bir aykırılık değildir. Bu sektör bir tesisin yaşam döngüsü boyunca çeşitli disiplinlerden kaynaklanan önemli verilerle ilgilenmektedir (Bilal ve diğerleri, 2016:2).

Tüm bu açıklamalar değerlendirildiğinde, yapay zeka ve uygulamalarının maliyeti ya da ekonomiye katkıları da oldukça yüksek oranlarda olacaktır. İnşaat sektörünün bu denli yüksek katma değerinin olması sektörde aktif rol oynayacak olan yapay zeka çalışmalarının finansal boyutunun da önemli olduğunu kanıtlamaktadır. Bu çalışmada istatistiksel olarak yapay zeka uygulamalarına inşaat firmalarının bakış açısını belirlemek, finansmanını ve yansımaları değerlendirebilmek amacıyla 121 firma ile gerçekleştirilen anket çalışması neticesinde ulaşılan verilere faktör analizi uygulanmıştır.

Faktör analizi, birbirleriyle ilişkili olan değişkenleri, az sayıda bağımsız değişken kümeleri elde etmek amacıyla değiştirerek kullanan bir tekniktir. Birden fazla değişkenin birkaç kümeye ya da boyuta indirilmesi olarak da nitelendirilebilir. Bu kümelerden veya boyutlardan her birine faktör adı verilmektedir. Faktör analizinin inceleme alanı değişkenlerin birbirleriyle olan karşılıklı ilişkileridir. Bu şekilde, değişkenlerin daha anlamlı ve özetlenmiş bir şekilde oluşturulmasını sağlamaktadır. Analiz edilecek olan veri grubundaki ilişkilerin ortak hangi faktörler içinde tanımlanacağı hakkında basit açıklamalarda bulunmaktadır (Bayram, 2015, 199). Faktör analizinde amaçlanan değişken sayısının azaltılması ve değişkenler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkartılmasıdır. Bunun sonucunda ise değişkenler sınıflandırılmaktadır.

Literatürde, inşaat sektöründe yapay zeka uygulamalarına yönelik çok sayıda çalışma bulunmamaktadır. Yapay zeka ile ilgili çalışmalar ise literatürde son yıllarda oldukça yer bulmaya başlamıştır. Bu çalışma Faktör Analizi ile İstanbul’da faaliyet gösteren inşaat firmalarının yapay zeka uygulamalarına bakış açısı ve inşaat sektöründe yapay zeka kullanılması durumunda ekonomiye yönelik etkilerin neler olabileceğini değerlendiren ilk çalışmalardan bir tanesidir.

Yöntem

Araştırmanın verilerine, İstanbul Ticaret Odası’na kayıtlı olan inşaat firmalarına gerçekleştirilen anket formu ile ulaşılmıştır. Anket formunu (11 soru) katılımcılardan 121

kişi yanıtlamıştır. Anket soruları katılımcıların e-posta bilgilerine gönderilerek, alınan cevaplar neticesinde sonuçlara ulaşılmıştır.

Anket formunda firma ismi, kişi ismi, yaş aralığı, eğitim durumu, firmanın ana faaliyet alanı, firmadaki pozisyon bilgisinin sorulmasının yanı sıra yapay zeka hakkında bir takım sorular sorulmuştur. Ayrıca, katılımcıların yapay zeka hakkındaki görüşlerinin detaylı alınması amacıyla oluşturulan sorularda, soruların ölçeği için “En az” ile “En çok” arasında 5 seçeneikli cevap dereceleri olan “Likert” ölçeği kullanılmıştır. Likert tipi soruların içerdiği seçenekler, araştırılması yapılan konu ile ilgili tutum veya görüş içeren bir ifade ve ifadeye katılım düzeyini belirtmektedir. Bu nedenle, Likert tipi sorularda iki aşırı uç arasında yer alan birden çok seçenek sunularak katılım düzeyi belirlenmektedir. Analizin yapılması sürecinde bu seçenekler derecelerine göre birer sayısal değer verilerek kodlanmaktadır. Bu şekilde nitel veri, nicel veriye dönüştürülmektedir (Turan ve diğerleri, 2015: 188)

Araştırma sorularında genel eğilim belirlenmeye çalışılmıştır. Bu nedenle tuzak sorular bulunmamaktadır. Anket formu sonucunda elde edilen verilere faktör analizi uygulanmıştır.

Faktör analizinin en temel varsayımı değişkenler arasındaki korelasyon matrisinin birim matristen farklı olması durumudur. Eğer korelasyon matrisi birim matris ise boyutlar indirgenememekte ve faktörler elde edilememektedir. Yani, ilgilenilen değişkenler arasında hiçbir şekilde anlamlı korelasyonlar bulunmamaktadır. Bu nedenle, korelasyon matrisinin birim matrise olan eşitliği ölçülmelidir.

Söz konusu sıfır hipotezi Bartlett küresellik testi ile test edilmektedir. Hipotezin reddedilmesi verilerin faktör analizi yapılmasına uygundur anlamına gelmektedir (Mert, 2016:113). Verilerin faktör analizine uygunluğunu ölçmek için kullanılan bir diğer istatistik de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) istatistiğidir. Değişkenler arasındaki korelasyon katsayılarının kısmi korelasyon katsayılarına oranlanması sonucunda elde edilmektedir. 0 ve 1 sayılarının aralığında yer almaktadır. KMO değeri 1’e yakınsa verilerin faktör analizi için uygun olduğu anlamına gelmektedir. 0.5’in altında olan KMO değeri ise verilerin faktör analizine uygun olmadığı anlamına gelmektedir. Bu nedenle öncelikle Bartlett küresellik testi ve KMO değerinin sonuçlarının incelenmesi ve verilerin faktör analizine uygun olup olmadığı değerlendirilmesi yapılmalıdır (Mert, 2016:113). Faktör analizinde 4 adet temel aşama bulunmaktadır. Bu aşamalar (Kalaycı, 2016:321-323);

- Veri setinin faktör analizine uygunluğunun saptanması aşaması: Veri setinin faktör analizine uygunluğunun saptanması da 3 aşamada gerçekleştirilmektedir. Bu aşamalar, korelasyon matrisinin oluşturulması, Bartlett testinin yapılması ve Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testinin yapılmasıdır.

- Faktörlerin elde edilmesi aşaması: Faktörlerin elde edilmesi aşamasında, değişkenler arasındaki ilişkilerin temsil edilmesinde en yüksek dereceye sahip olan az sayıda faktörün bulunması hedeflenmektedir.
- Faktörlerin rotasyonu aşaması: Faktörlerin rotasyonu aşamasında, isimlendirilebilir ve yorumlanabilir faktörlerin elde edilmesi hedeflenmektedir.
- Faktörlerin isimlendirilmesi aşaması: Faktörlerin isimlendirilmesi aşamasında, ilgili bilgiler SPSS çıktıları ile yorumlanmaktadır.

Bulgular

Bu çalışmada anket formundan elde edilen verilere faktör analizi uygulanmıştır. SPSS 20 programının kullanıldığı çalışmada katılımcılara, yapay zekanın inşaat sektörünün geleceğini nasıl etkileyeceği, yapay zeka ve makine öğrenmesinin inşaat sektöründe kullanılıp kullanılmayacağını içeren maddelerde belirtilen seçeneklerden birisinin seçilmesi, yapay zeka ile ilgili görüşler, yapay zeka ve makine öğrenmesi modellerinin inşaat sektöründe uygulanması halinde gerçekleşecekler ve maliyet açısından değerlendirme yapıldığında yapay zekanın inşaat sektöründe en çok hangi alanı etkileyeceği sorularına önem sırasına göre belirlemeleri talep edilmiştir. Anket formuna “sizin için en uygun gelen seçeneği işaretleyiniz” cümlesi eklenmiş olduğundan, bir katılımcı birden çok seçeneği işaretleyememiştir.

Anket formunda Soru 9’da yapay zeka ile ilgili görüşler ölçülmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda, KMO testi ve Bartlett Analizi sonuçları Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. KMO ve Bartlett Testi

Kaiser-Meyer-Olkin Measure Sampling Adequacy		.817
Bartlett’s Test of Sphericity	Approx.Chi-Square	357.497
	Df	28
	Sig.	.000

Tablo 3. Güvenilirlik Analizi

Cronbach’s Alpha Based on Standardized Items	N of Items	Cronbach’s Alfa
.846	8	.846

KMO (Kaiser-Mayer-Olkin) testi ile araştırma örnekleme yeterliliği ölçülmektedir. Söz konusu test ile örneklem büyüklüğü sonuçları bulunmaktadır. Faktör analizi uygulamalarının yapılması için söz konusu oranın 0.50’den büyük olması beklenmektedir. Bartlett analizinin oranlarının da 0’a yakın çıkması anlamlı sonuçları işaret etmektedir. Aynı

zamanda ki-kare değerinin istatistiğinin de anlamlı çıkması, araştırma verilerinin uygun bir şekilde yapılandırıldığını göstermektedir (Büyüköztürk: 2002, 479).

Tablo 2’de görüldüğü üzere, KMO testi 0.817 çıkmıştır. Bu sonuç analiz için iyi bir sonuçtur. $0.817 > 0.60$ olduğundan veri setinin faktör analizi için uygun olduğu görülmektedir. Barlett analizinde de $p < 0.05$ olmalıdır. Bu koşul da sağlanmaktadır. Veriler faktör analizi için uygundur. Bu istatistik testlerinin faktör analize uygun çıkmış olması nedeniyle, değişkenler arasında korelasyonların yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Faktör sayısının belirlenmesi için “Açıklanan Toplam Varyans” yöntemi kullanılmaktadır.

Tablo 3’te görüldüğü üzere, Cronbach’s Alfa değeri ise 0.846 çıkmıştır. Bu değer yüksek derecede güvenilir ölçek olarak nitelendirilmektedir.

Tablo 4. Anti-Images Matrisleri

		S9A	S9D	S9F
Anti-image Covariance	S9A	.687	-.133	-.141
	S9D	0.35	-.151	-.130
	S9F	-.141	-.012	.551
Anti-image Correlation	S9A	.795 ^a	-.262	-.229
	S9D	-.262	.823 ^a	-.027
	S9F	-.229	-.027	.874 ^a

Tablo 4’te görüleceği üzere, oluşturulan anti-image correlation matrislerinde bileşenlerin örneklem uygunluğu ölçütünün kabul edilebilirlik sınırı olan 0.5 değerinden yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 5. Ortak Varyans Tablosu

	Initial	Extraction
S9A	1.000	.702
S9D	1.000	.710
S9F	1.000	.615

Tablo 5’te, her bir faktörün toplam faktörün ne kadarını etkilediği gösterilmektedir. Bu tabloda yer alan “Extraction” değerlerinin, 30 değerinin üzerinde olması beklenmektedir. “İş ve işçi güvenliğine olumlu etkileri var” faktörü %71 oranı ile toplam faktörü şekillendirmedi en çok etkisi olan faktördür.

Tablo 6. Özdeğer İstatistiğine Bağlı Faktör Sayısı ve Açıklanan Varyans Yüzdesi

Faktörler	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Toplam	(%) Varyans	Birikimli (%)	Toplam	(%) Varyans	Birikimli (%)	Toplam	(%) Varyans	Birikimli (%)
1	3.906	48.822	48.822	3.906	48.822	48.822	2.818	35.231	35.231
2	1.008	12.603	61.425	1.008	12.603	61.425	2.096	26.194	61.425
3	.838	10.480	71.905						
4	.636	7.946	79.851						
5	.561	7.018	86.869						
6	.482	6.021	92.890						
7	.318	3.975	96.865						
8	.251	3.135	100.00						

Extraction Method: Principal Component Analiz

Birikimli (%) sütununda faktörlerin yüzde kaç açıkladığı verilmektedir. Tablo 6’da toplam sütununda yer alan ve özdeğeri 1’den büyük olan faktörler, faktör sayısı olmaktadır. Tablo 6’da verilen değerlerden, faktör sayısının 2 olduğu görülmektedir. 2 adet faktörün varyansa yaptığı katkı %61.425 oranındadır.

Tablo 7. Faktör Matrisi^a

	Faktörler	
	1	2
S9D	.730	
S9C	.711	
S9A	.626	.445
S9F	.576	-.423
S9G	.561	.622

Extraction Method: Principal Component Analiz. a. 2 components extracted

Tablo 8. Döndürülmüş Faktör Matrisi

	Faktörler	
	1	2
S9E	.747	
S9C	.733	
S9F	.449	.643
S9D	.675	.504
S9G		.835
S9A		.735

Extraction Method: Principal Component Analiz. Rotation Method:Varimax with Kaiser Normalization. a. Rotation converged in 3 iterations

Tablo 9. Component Transformation Matrix

Faktörler	1	2
1	.790	.613
2	-.613	.790

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method:Varimax with Kaiser Normalization.

Anket formunda soru 10’da katılımcılara yapay zeka ve makine öğrenmesi modellerinin inşaat sektöründe uygulanması halinde gerçekleşeceklerin neler olabileceği sorulmuştur. Bu kapsamda, KMO testi ve Barlett Analizi sonuçları Tablo 10’da gösterilmektedir.

Tablo 10. KMO ve Bartlett Testi

Kaiser-Meyer-Olkin Measure Sampling Adequacy		.927
Bartlett’s Test of Sphericity	Approx.Chi-Square	781.296
	Df	36
	Sig.	.000

Tablo 11. Güvenilirlik Analizi

Cronbach’s Alpha Based on Standardized Items	N of Items	Cronbach’s Alfa
.929	9	.928

Tablo 10’da görüldüğü üzere, KMO testi 0.927 çıkmıştır. Bu sonuç analiz için iyi bir sonuçtur. $0.927 > 0.60$ olduğundan veri setinin faktör analizi için uygun olduğu görülmektedir. Barlett analizi koşulu da sağlanmaktadır. Veriler faktör analizi için uygundur. Bu istatistik testlerinin faktör analize uygun çıkmış olması nedeniyle, değişkenler arasında korelasyonların yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Faktör sayısının belirlenmesi için “Açıklanan Toplam Varyans” yöntemi kullanılmaktadır.

Tablo 11’de görüldüğü üzere, Cronbach’s Alfa değeri ise 0.928 çıkmıştır. Bu değer yüksek derecede güvenilir ölçek olarak nitelendirilmektedir.

Tablo 12. Anti-Images Matrisleri

		S10A	S10C	S10D	S10F	S10G	S10İ
Anti-image Covariance	S10A	.276	-.023	-.013	-.073	.020	-.038
	S10C	-.023	.215	.005	.011	-.042	-.018
	S10D	-.013	.005	.574	-.037	-.199	-.045
	S10F	-.073	.011	-.037	.435	.006	-.073
	S10G	.020	-.042	-.199	.066	.498	-.145
	S10İ	-.038	-.018	-.045	-.073	-.145	.525
Anti-image Correlation	S10A	.932 ^a	-.096	-.033	-.211	.054	-.099
	S10C	-.096	.911 ^a	.015	.035	-.130	-.053
	S10D	-.033	.015	.918 ^a	-.074	-.373	-.082
	S10F	-.211	.035	-.074	.957 ^a	.012	-.152
	S10G	.054	-.130	-.373	.012	.894 ^a	-.284
	S10İ	-.099	-.053	-.082	-.152	-.284	.948 ^a

Tablo 12’te görüleceği üzere, oluşturulan anti-image correlation matrislerinde bileşenlerin örneklem uygunluğu ölçütünün kabul edilebilirlik sınırı olan 0.5 değerinden yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 13. Ortak Varyans Tablosu

	Initial	Extraction
S10A	1.000	.753
S10C	1.000	.799
S10D	1.000	.429
S10F	1.000	.632
S10G	1.000	.478
S10İ	1.000	.528

Extraction Method: Principal Component Analiz

Tablo 13’te, her bir faktörün toplam faktörün ne kadarını etkilediği gösterilmektedir. Bu tabloda yer alan “Extraction” değerlerinin, 30 değerinin üzerinde olması beklenmektedir. “İnşaat süreçlerinde oluşan kalite, güvenlik, zaman ve maliyet gibi risklerin azaltılmasını sağlar” faktörü %79.9 oranı ile toplam faktörü şekillendirmede en çok etkisi olan faktördür.

Tablo 14. Özdeğer İstatistiğine Bağlı Faktör Sayısı ve Açıklanan Varyans Yüzdesi

Faktörler	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Toplam	(%) Varyans	Birikimli (%)	Toplam	(%) Varyans	Birikimli (%)
1	5.806	64.509	64.509	5.806	64.509	64.509
2	.934	10.374	74.883			
3	.515	5.717	80.600			
4	.443	4.923	85.523			
5	.361	4.011	89.535			
6	.341	3.792	93.327			
7	.255	2.831	96.159			
8	.200	2.219	98.377			
9	.146	1.623	100.000			

Extraction Method: Principal Component Analiz

Birikimli (%) sütununda faktörlerin yüzde kaç açıkladığı verilmektedir. Tablo 14’te toplam sütununda yer alan ve özdeğeri 1’den büyük olan faktörler, faktör sayısı olmaktadır. Tablo 14’te verilen değerlerden, faktör sayısının 1 olduğu görülmektedir. 1 adet faktörün varyansa yaptığı katkı %64.509 oranındadır.

Tablo 14. Faktör Matrisi^a

	Faktörler
	1
S10D	.655
S10C	.894
S10E	.868
S10A	.813
S10F	.795
S10İ	.727
S10G	.691

Extraction Method: Principal Component Analiz. a. 1 Components extracted

Anket formunda soru 11’de katılımcılara maliyet açısından değerlendirme yapıldığında, yapay zekanın inşaat sektöründeki hangi alanı en çok etkilediği sorulmuştur. Bu kapsamda, KMO testi ve Barlett Analizi sonuçları Tablo 15’te gösterilmektedir.

Tablo 15. KMO ve Bartlett Testi

Kaiser-Meyer-Olkin Measure Sampling Adequacy		.901
Bartlett’s Test of Sphericity	Approx.Chi-Square	515.508
	Df	28
	Sig.	.000

Tablo 15’te görüldüğü üzere, KMO testi 0.901 çıkmıştır. Bu sonuç analiz için iyi bir sonuçtur. $0.901 > 0.60$ olduğundan veri setinin faktör analizi için uygun olduğu görülmektedir. Bartlett analizi koşulu da sağlanmaktadır. Veriler faktör analizi için uygundur. Bu istatistik testlerinin faktör analize uygun çıkmış olması nedeniyle, değişkenler arasında korelasyonların yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Faktör sayısının belirlenmesi için “Açıklanan Toplam Varyans” yöntemi kullanılmaktadır.

Tablo 16. Güvenilirlik Analizi

Cronbach’s Alpha Based on Standardized Items	N of Items	Cronbach’s Alfa
.904	8	.903

Tablo 16’da görüldüğü üzere, Cronbach’s Alfa değeri ise 0.903 çıkmıştır. Bu değer yüksek derecede güvenilir ölçek olarak nitelendirilmektedir.

Tablo 17. Anti-Images Matrisleri

	S11A	S11B	S11C	S11D	S11E	S11F	S11G	S11H	
Anti-image Covariance	S11A	.636	-.022	-.063	-.092	.058	-.042	-.126	-.056
	S11B	-.022	.505	-.106	-.048	-.040	-.101	.029	-.020
	S11C	-.063	-.106	.397	-.132	.001	-.020	-.088	-.079
	S11D	-.092	-.048	-.132	.440	-.099	.020	.010	-.076
	S11E	.058	-.040	.001	-.099	.345	-.181	-.068	-.005
	S11F	-.042	-.101	-.020	.020	-.181	.321	-.035	-.067
	S11G	-.126	.029	-.088	.010	-.068	-.035	.540	-.096
	S11H	-.056	-.020	-.079	-.076	-.005	-.067	-.096	.490
Anti-image Correlation	S11A	.918 ^a	-.039	-.126	-.173	.124	-.093	-.216	-.100
	S11B	-.039	.932 ^a	-.236	-.101	-.097	-.251	.056	-.040
	S11C	-.126	-.236	.909 ^a	-.315	.002	-.057	-.190	-.178
	S11D	-.173	-.101	-.315	.905 ^a	-.253	.053	.021	-.163
	S11E	.124	-.097	.002	-.253	.849 ^a	-.543	-.158	-.012
	S11F	-.093	-.251	-.057	.053	-.543	.858 ^a	-.084	-.168
	S11G	-.216	.056	-.190	.021	-.158	-.084	.924 ^a	-.187
	S11H	-.100	-.040	-.178	-.163	-.012	-.168	-.187	.941 ^a

Tablo 17’de görüleceği üzere, oluşturulan anti-image correlation matrislerinde bileşenlerin örneklem uygunluğu ölçütünün kabul edilebilirlik sınırı olan 0.5 değerinden yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 18. Ortak Varyans Tablosu

	Initial	Extraction
S11A	1.000	.425
S11B	1.000	.571
S11C	1.000	.683
S11D	1.000	.635
S11E	1.000	.648
S11F	1.000	.691
S11G	1.000	.543
S11H	1.000	.612

Extraction Method: Principal Component Analiz

Tablo 18’de, her bir faktörün toplam faktörün ne kadarını etkilediği gösterilmektedir. Bu tabloda yer alan “Extraction” değerlerinin, 30 değerinin üzerinde olması beklenmektedir. “İnşaat risklerini azaltır (kalite, güvenlik, zaman vb)” faktörü %69.1 oranı ile toplam faktörü şekillendirmede en çok etkisi olan faktördür.

Tablo 19. Özdeğer İstatistiğine Bağlı Faktör Sayısı ve Açıklanan Varyans Yüzdesi

Faktörler	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Toplam	(%) Varyans	Birikimli (%)	Toplam	(%) Varyans	Birikimli (%)
1	4.808	60.099	60.099	4.808	60.099	60.099
2	.773	9.663	69.763			
3	.574	7.178	76.941			
4	.495	6.191	83.132			
5	.432	5.395	88.527			
6	.416	5.198	93.725			
7	.298	3.731	97.456			
8	.203	2.544	100.000			

Extraction Method: Principal Component Analiz

Birikimli (%) sütununda faktörlerin yüzde kaç açıkladığı verilmektedir. Tablo 19’da toplam sütununda yer alan ve özdeğeri 1’den büyük olan faktörler, faktör sayısı olmaktadır. Tablo

19’da verilen değerlerden, faktör sayısının 1 olduğu görülmektedir. 1 adet faktörün varyansa yaptığı katkı %60.099 oranındadır.

Tablo 20. Faktör Matrisi^a

	Faktörler
	1
S11F	.827
S11E	.652
S11D	.797
S11H	.783
S11G	.737

Extraction Method: Principal Component Analiz. a. 1 Components extracted

İnşaat sektöründe faaliyet gösteren firmaların yapay zeka kavramına bakış açısının belirlenmesi amacıyla oluşturulan örneklem, uygulanan faktör analizi sonucunda aşağıdaki şekilde yorumlanmaktadır. (*) işareti analiz yapılırken faktör yükü 0.30 değerinin altında kalan faktörlerin dışlanması nedeniyle değer oluşmadığı için kullanılmaktadır.

Yapay zeka ile ilgili görüşler

KMO= 0.817

Bartlett testi için Ki-kare= 357.497, P=0.000

Cronbach’s Alpha= .846

Toplam varyans açıklama oranı= %61.425

S9A – Ülkemizde çok yeni **(.702)**

S9B – İnşaat sektörü için uygun değil **(*)**

S9C – Maliyet açısından avantaj sağlar **(.733)**

S9D – İş ve işçi güvenliğine olumlu etkiler sağlar **(.710)**

S9E – Daha az işçiyle daha çok iş yapılacağından, üretkenlik sağlar **(.747)**

S9F – İşçilerin yaptıklarıyla aynı etkiyi yaratmaz **(.615)**

S9G – Kurulumu, bakımı ve onarımı maliyetlidir **(.835)**

S9H – Etik ve ahlaki değerlere uygun değildir **(*)**

S9i – Diğer **(*)**

Yapay zeka ve makine öğrenmesi modellerinin inşaat sektöründe uygulanması halinde gerçekleşecekler

KMO= 0.927

Bartlett testi için Ki-kare= 728.296 P=0.000

Cronbach’s Alpha= .928

Toplam varyans açıklama oranı= %64.509

S10A – Öngörülen bütçenin hesaplanmasında ve aşılmasında kolaylıklar sağlar **(.753)**

S10B – Bina vb diğer inşaatların planlama, tasarlama, inşa etme ve yönetme konularında kolaylıklar sağlar **(*)**

S10C – İnşaat süreçlerinde oluşan kalite, güvenlik, zaman ve maliyet gibi risklerin azaltılmasını sağlar **(.799)**

S10D – İnşaat alanında/şantiyelerde üretken olunması sağlanır (inşaat makinelerinin kullanımı vb konularda) **(.429)**

S10E – Kaynakların en etkin şekilde kullanılmasını sağlar **(*)**

S10F – İnşaat güvenliği sağlanır (yapay zeka uygulamaları ile şantiyelerde iş güvenliğine uymayan konular erkenden saptanır **(.632)**

S10G – İşgücü sıkıntısının çözülmesini sağlar **(.478)**

S10H – İnsan kaynaklı tüm hata ve aksaklıkların önlenmesini sağlar **(*)**

S10i – Şantiye dışında makineler tarafından inşaatın yapılması, şantiyede montaj yapılması sağlanır **(.528)**

S10J – Diğer **(*)**

KMO= 0.915

Bartlett testi için Ki-kare= 3261.119 P=0.000

Cronbach’s Alpha= .940

Toplam varyans açıklama oranı= %68.306

S11A – Kullanılan malzemeler, ekipmanlar, bileşenler azalır **(.425)**

S11B – Proje ve tasarımı kolaylaştırır **(.571)**

S11C – Elektrik ve sıhhi tesisat gibi yapım aşaması süreçlerini etkiler(tasarım, yapım ve sonrasındaki süreçlerde, BIM) **(.683)**

S11D – Yapım aşamasındaki anlaşmazlıkları ve aksaklıkları etkiler **(.635)**

S11E – Şantiye güvenliğinde etkilidir **(.648)**

S11F – İnşaat risklerini azaltır (.691)

S11G – İşgücü anlamında sorunları çözer (daha az işgücüne ihtiyaç duyulur) (.543)

S11H – İnşaatı şantiye dışına taşır (.612)

S11i – Diğer (*)

Tartışma ve Sonuç

Günümüzde yapay zeka artık her alanda kendini göstermektedir. Bu nedenle, yapay zekanın inşaat sektöründe kullanımı da oldukça önemli ve elzemdir. Günümüzdeki teknolojik gelişmelere uyum sağlamak adına yeniliklerin ve gelişmelerin halihazırdaki gidişatına göre gerekli güncellemelerin, doğru kurgulanmış teknolojik süreçlerin inşaat sektörüne uyumlandırılması gereklidir. Birçok alanda verimlik ve üretkenlik sağlama imkanı olan yapay zeka uygulamalarıyla inşaat sektörünün tanışması ve yaygın olarak kullanımının sağlanması hızlı bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Ancak süreçlerin inşaat sektörüne uygunluğunun dikkatlice değerlendirilip, nasıl uygun hale getirileceğine dair politikalar da mutlaka önceden düşünülmelidir.

Anket çalışmasında sektörde faaliyet gösteren firmalara yapay zeka ile ilgili görüşleri sorulmuş olup, alınan yanıtlarda en çok kurulumunun, bakımının ve onarımının maliyetli olduğu işaretlenmiştir. Daha sonrasında daha az işçiyle daha çok iş yapılacağından üretkenliğin artacağı, maliyet açısından avantaj sağlayacağı ve ülkemizde çok yeni olduğu şıkları işaretlenmiştir. Yapay zekanın ve makine öğrenmesi modellerinin inşaat sektöründe uygulanması halinde gerçekleşeceklerin sorulduğu soruda ise en çok inşaat süreçlerinde oluşan kalite, güvenlik, zaman ve maliyet gibi risklerin azaltılmasının sağlanacağına belirtildiği sık işaretlenmiştir. Daha sonrasında öngörülen bütçenin hesaplanmasında ve aşılmasında kolaylıklar sağlanacağı, inşaat güvenliğinin sağlanacağı yani yapay zeka uygulamaları ile şantiyelerde iş güvenliğine uymayan konuların erkenden saptanacağı ve şantiye dışında makineler tarafından inşaatın yapılması, şantiyede montajın yapılmasının sağlanacağını belirtilen şıklar işaretlenmiştir. Diğer soruda ise maliyet açısından değerlendirme yapıldığında yapay zekanın inşaat sektöründeki alanlardan en çok hangisinin etkileneceği sorulmuş olup, alınan cevaplarda en çok inşaat risklerinin azalacağı şıkkı işaretlenmiştir. Daha sonrasında ise elektrik ve sıhhi tesisat gibi yapım aşaması süreçlerini etkileyeceği, şantiye güvenliğinde etkili olduğu, yapım aşamasındaki anlaşmazlıkları ve aksaklıkları etkilediği ve inşaatı şantiye dışına taşıdığını belirten şıklar işaretlenmiştir.

Ülkemizde inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmaların büyük çoğunluğu küçük ölçekli ‘müteahhit’ olarak nitelendirebileceğimiz firmalardan oluşmaktadır. Bu nedenle özellikle

nitelik anlamında yapay zeka uygulamalarının fayda sağlayacağı, nitelikli elemanlara ihtiyaç duyulacağı da açıktır.

Anket sonuçlarında da görüldüğü gibi, yapay zeka uygulamalarının inşaat sektöründe kullanılmasıyla işlerin daha hızlı, verimli, hatasız olması ve maliyet ve zamandan tasarruf sağlanması mümkün olabilir. Bu nedenle inşaat sektöründe yapay zeka uygulamalarının diğer sektörlerde olduğu gibi kullanılmasının yaygınlaştırılması faydalıdır. Yapay zekanın inşaat sektöründe kullanılması ile daha planlı iş modelleri geliştirilebilecek, üretkenlik artacaktır. Aynı zamanda iş kazalarının oluşma riski azalacak, maliyetler planlı bir şekilde yürütülecektir.

Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) yoluyla mimarlar, mühendisler ve diğer projeye alakalı iş kollarında daha verimli bir tasarım, planlama yapılması sağlanmakta, makine öğrenmesi kullanılarak oluşturulan algoritmalar ile oluşan ya da oluşma ihtimali olan hatalar önceden farkedilebilecektir.

Makalenin Araştırma ve Etik Beyanı Bilgileri

Yazar Çıkar Çatışması Beyanı	Araştırmaya konu olan durum ve olgular ile yazar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.
Yazar Katkı Oranı Beyanı	Türkiye’de Sektörel Teknolojik Gelişmelerin Makroekonomi Üzerindeki Etkisi:İnşaat Sektöründe Yapay Zeka Kullanımına Yönelik Bir İnceleme isimli makalenin tüm bölümleri tarafımda yazılmıştır.
Etik Kurul Onay Belgesi	Araştırmada kullanılan firma verileri İstanbul Ticaret Odası Meslek Komiteleri Müdürlüğü’nün 1474 sayı ve 22/01/2020 tarihli müzekkeresi ile elde edilmiştir.

Kaynakça

- Bayram, N. (2015). Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi. 5.baskı. Ezgi Kitabevi.
- Bilal, M., Oyedele, O. L., Qadir, J., Munir, K., Ajayi, O. S., Akinade, O. O., Oxolabi, A. H. Alaka, A. H., Pasha, M. (2016). “Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends”. Advanced Engineering Informatics. Vol:30. Issue:3. s.500-521.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı. 28. Ankara: Pegem Akademi yayınları
- Currie&Brown (2018). “Artificial Intelligence in the Construction Industry”. Erişim adresi:<https://www.curriebrown.com/media/1666/thought-leadership-artificial-intelligence-by-jeremy-newton.pdf>.
- Değirmenci, C. H., Aydın, İ. H. (2018). “Yapay Zeka”. 1. Baskı Girdap Kitabevi.

- Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (2019). “Artificial Intelligence in Society”. Erişim adresi: <https://ec.europa.eu/jrc/communities/sites/jrccties/files/eedfee77-en.pdf>.
- Globalnewswire (2019). “Artificial Intelligence (AI) in Construction Market to Reach USD 4.51 Billion By 2026:Reports And Data”. Erişim adresi: <https://www.globenewswire.com/news-release/2019/07/23/1886563/0/en/Artificial-Intelligence-AI-in-Construction-Market-to-Reach-USD-4-51-Billion-By-2026-Reports-And-Data.html>.
- Kalaycı, Ş. (2016). Spss Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. 7. Baskı. Ankara: Asil Kitabevi.
- Korb, K. B., Nicholson, A. E. (2011). “Bayesian Artificial Intelligence”. CRS Press. USA.
- Lafrate, Fernando (2018). “Artificial Intelligence and Big Data, The Birth of a New: Intelligence”. Iste Ltd.
- McKinsey ve Company Türkiye (2020). “Dijital Çağda Türkiye’nin Yetenek Dönüşümü”. Erişim adresi: <https://www.mckinsey.com/tr/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Turkey/Our%20Insights/Future%20of%20Work%20Turkey/1simizin-Gelecegi-McKinsey-Turkiye-Raporu-Ocak-2020.ashx>.
- Mert, M. (2016). Spss, Stata Yatay Kesit Veri Analizi Bilgisayar Uygulamaları. Ankara: Detay Yayınları.
- Nilsson, J. N. (2014). “Principles of Artificial Intelligence”. Morgan Kaufmann Publishers.
- PricewaterhouseCoopers PwC (2017). “Sizing the Prize:What’s the Real Value of AI for Your Business and How Can You Capitalise?”. Erişim adresi: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>
- Salkin, C., Oner, M., Ustündağ A., Cevikcan E. (2017). A Conceptual Framework for Industry 4.0. *Industry 4.0:Managing The Digital Transformation*. Springer Series in Advanced Manufacturing.
- Turan, İ., Şimşek, Ü., Aslan, H. (2015). “Eğitim Araştırmalarında Likert Ölçeği ve Likert Tipi Soruların Kullanımı ve Analizi”. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. Sayı:30.
- Türkiye Müteahhitler Birliği (2021). “İnşaat Sektörü Analizi:Salgında Ortak Kaygı;Ekonomi”. Erişim adresi: https://www.tmb.org.tr/arastirma_yayinlar/tmb_bulten_nisan2021.pdf

The Effect Of Sectoral Technological Developments on Macroeconomic in Turkey: A Review On The Use Of Artificial Intelligence In The Construction Sector

Extended Abstract

The construction sector is an important sector which forms infrastructure of the future by directing our country. The construction sector has a positive effect on the economy in terms of macroeconomics as well as being effective in its growth by developing many sub-sectors to which it belongs. Artificial intelligence shows itself in every field. The use of artificial intelligence in the construction sector is very important and essential. In order to adapt to today's technological developments, it is necessary updates and correctly designed technological processes to the current of innovations and developments.

Purpose and Significance

The construction sector has positive effects on macroeconomic balances, especially on economic growth and employment, by positively affecting many sub-sectors to which it is connected. Nowadays, when the benefits of technological developments and concepts such as Industry 4.0 are widely discussed, it is clear that the construction industry should also keep up with innovations and not be left out of the developments. In this study, the effects of artificial intelligence applications, which are quite up-to-date in almost every field, on the construction sector are discussed with their economic dimension.

Method

In this study, factor analysis was applied to the data obtained as a result of the servuey conducted with companies in order to determine the perspective of construction companies on artificial intelligence aplications and to evaluate their financing and reflections. The survey form (11 questions) of the construction companies registered with the Istanbul Chamber of Commerce was applied to 121 participants. In the questions created in order to get detailed opinions of the participants about artificial intelligence, the "Likert" scale, which has 5 choice answer degrees between "minimum" and "most", was used fort he scale of the questions. It was tried to determine the general tendency in the research questions.

Findings

In the survey study, the companies operating in the sector were asked their opinions about artificial intelligence, and it was pointed out that the most costly installation, maintenance

and repair was in the answers received. Then, it is marked that productivity will increase as more work will be done with fewer workers, provide a cost advantage and it is very new in our country. In the questions asking what will happen if artificial intelligence and machine learning models are applied in the construction sector, it is marked that it is stated that the risks such as quality, safety, time and cost that occur mostly in the construction processes will be reduced. Indicated options are marked that it will be facilitated in calculating and not exceeding the foreseen budget, construction safety will be ensured, that is, issues that do not comply with occupational safety in construction sites will be detected early with artificial intelligence applications, the construction is done by the machines outside the construction site and the assembly is done on the construction site. In the other question, when evaluating in terms of cost, it was asked which of the fields in the construction sector would be most affected by artificial intelligence, and in the answers received, the option that construction risks would decrease the most was marked. And then, indicated options are marked that it will affect construction phase processes such as electrical and plumbing, effective in construction site safety, affecting conflicts and disruptions under construction and moving the construction out of the construction site.

Discussion and Conclusions

The majority of the companies operating in the construction sector in our country consist of companies that we can describe as small-scale “contractors”. For this reason, it is clear that artificial intelligence applications will benefit especially in terms of quality and qualified personnel will be needed. With the use of artificial intelligence applications in the construction industry, it may be possible to make work faster, more efficient, error-free, and to save cost and time. For this reason, it is beneficial to expand the use of artificial intelligence applications in the construction sector as in other sectors. With the use of artificial intelligence in the construction sector, more planned business models will be developed and productivity will increase. At the same time, the occurrence of occupational accidents will be reduced and costs will be carried out in a planned manner.