

Üretim Yönetiminde Güncel Perspektifler



Editör
GÖNÜL YÜCE AKINCI

BİDGE Yayınları

Üretim Yönetiminde Güncel Perspektifler

Editör: Doç. Dr. Gönül Yüce Akıncı

ISBN: 978-625-6645-36-3

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.12.2023

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



ÖNSÖZ

Ekonomi tarihi, maddi üretim güçlerinin ve üretim yöntemlerinin değişmesine bağlı olarak şekillenmiş ve her yeni şekillenme bir öncekine kıyasla evrimsel yeniden var oluşun temelini oluşturmuştur. Sadece üst yapının değil aynı zamanda alt yapının da değişimine yol açan bu tarihsel materyalizm ve bu süreci tetikleyen diyalektik hareket sosyo-ekonomik fraksiyonların büyük bir devinin içinde hareket etmesine zemin hazırlamıştır. Bu bağlamda tarihsel determinizme bağlı olarak ön plana çıkan devinin süreci ekonomik gelişimin temeli olan üretim güçleri ile üretim araçları arasındaki sınıfsal ilişkileri belirlemiş ve böylece üretim ilişkileri günümüze kadar sürekli şekillenerek sosyo-ekonomik hayatı temelden etkilemiştir. Öyle ki, üretim güçleri ile araçlarının birbirine sıkı biçimde bağlı olan ilkel kabile toplumlarından bu ayrışmaların yaşanmaya başladığı ve dolayısıyla da üretim sistemlerinin de değişim gösterdiği tarım toplumlarına ve buradan da sanayi, hizmet ve bilgi toplumuna olan evrim üretim sistem ve yönetim süreçlerinin dinamik bir organizasyon ile birlikte hareket ettiğini ve bu hareketin de pozitif yönlü bir ivme gösterdiğini ön plana çıkarmıştır. Bu ivme tedarik zincir sistemlerinden karar verme döngülerine, teknolojik gelişim ve dijitalleşmeden dördüncü sanayi devrimine kadar hareketini eksiksiz bir şekilde devam ettirmiştir.

Sahip olduğu önem hem makro ekonomik sistem bütünlüğüne olan yansımalarından hem de mikro ekonomik döngünün en önemli aktörlerinden olan işletmelerin faaliyetlerinden kaynaklanan etkin ve sürüdürülebilir üretim yönetimi, mikro ve makro bazlı optimal büyümenin sözcüsü konumundadır. Özelde işletme ve endüstri devamlılığının ve genelde ise iktisadi gelişimin temeli olan üretim sistemleri ve bu sistemlerin kararlı yürütülmesinde başat role sahip olan üretim yönetimi tüm iktisadi ajanların ve politika yapımcılarının üzerinde sıklıkla durması gereken temel konulardan biridir. Bu mimvalde, söz konusu eserin temel motivasyonu oldukça geniş bir kapsama sahip olan üretim yönetimi alanına katkıda bulunmaktadır.

Hiç şüphesiz ki, üretim yönetimi alanı oldukça geniş kapsamlı ve teorik ve uygulamalı çalışmaları bünyesinde barındırmaktadır. Ancak bu eserin temel amacı ilgili teorik ve uygulamalı araştırmaları bütüncül olarak incelemek değil, belirli bir çerçeve temelinde hazırlanan ve üretim yönetimi alanına giren konuları irdelemektir. Bu bağlamda, eserin oluşturulmasına katkı sağlayan bütün yazarlara emekleri için teşekkür eder, Bidge yayınevi ve ekibine katkılarından dolayı şükranlarımı sunarım.

Eserin konu ile ilgilenen tüm araştırmacılara, sektör uzmanlarına ve okuyuculara katkı sağlamasını temenni ederim.

Editör

Doç. Dr. Gönül YÜCE AKINCI

Ordu Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	3
İÇİNDEKİLER	5
Elektrikli Otomobil Seçimine Yönelik Bir Karar Model Önerisi	7
Emine Elif NEBATİ	7
Türkiye Alanyazında Tedarik Zincirinde Endüstri 4.0	36
Mevhibe AY TÜRKMEN	36
Ayten DEMİREL	36

Döngüsel Ekonomi Bağlamında Tedarik Zinciri Dayanıklılığı: Teorik Çerçeve ve Araştırma Gündemi	76
Zafer DURAN	76
Helal Lojistik ve Helal Değer Zinciri	100
Kemal KAMACI	100
The Potential and Challenges of Augmented Reality in Turkey .	127
Banu Özkeser	127

BÖLÜM I

Elektrikli Otomobil Seçimine Yönelik Bir Karar Model Önerisi

Emine Elif NEBATİ¹

Giriş

Elektrikli otomobil teknolojisi, sürdürülebilir ulaşım alanında önemli bir dönüşümü temsil ederek, geleneksel içten yanmalı motorlu araçlara bir alternatif sunmaktadır (Sierzhula ve diğ., 2014). Bu teknolojinin giderek daha fazla benimsenmesi, küresel düzeyde çevresel etkilerin azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılması hedeflerine önemli bir katkı sağlamaktadır (Yuan, Qu, & Yim, 2020). Elektrikli otomobillerin, küresel ölçekte sürdürülebilir ulaşımın temel taşlarından biri olarak öne çıkması, çevresel etkilerin azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılması adına önemli bir adımı temsil etmektedir (Yuan, ve diğ., 2020).

¹ Dr.Öğr.Üyesi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye., emine.nebati@izu.edu.tr

Elektrikli otomobil teknolojisi, dünya genelinde çeşitli ülkeler ve endüstriler tarafından benimsenerek, karbon ayak izini azaltma hedeflerine katkı sağlamaktadır (Lu, Han, Hong, & Zhang, 2017). Elektrikli otomobil teknolojisine geçişin, karbon emisyonlarını azaltma ve enerji tüketimini optimize etme potansiyeli, tüketicilerin bu teknolojiyi benimsemelerini teşvik etmektedir (Gkritza, Niemeier, & Muratori, 2016). Bu bağlamda, tüketicilerin geleneksel içten yanmalı motorlu araçlardan elektrikli otomobillere geçiş yaparken karşılaştıkları zorluklar ve bu geçişin sürdürülebilirlik açısından sağladığı avantajlar, araştırmacılar ve sektör temsilcileri tarafından büyük bir ilgiyle incelenmektedir. Günümüzde toplumu çevre adına daha duyarlı hale gelmesinin her sektörde yapılan tercihlerde olduğu gibi otomotiv sektöründe de etkili olduğunu görmekteyiz. Öte yandan Amerika Birleşik Devletleri ve kimi Avrupa ülkeleri tarafından elektrikli araçlarla ilgili önayak olduğu teşvik durumları aracılığıyla tüketiciler mümkün olduğunca bu otomobil türlerini edinir duruma gelmiştir. (Gavcar ve Kara, 2020; Karaalp, 2008). Toplumda elektrikli araç alternatifine duyulan ihtiyaç, fosil yakıt kapasitesinin yeterli durumda olmaması ve kullanılan diğer araçların yakıt masraflarının artması gibi sebepler ile artmıştır. Özünde bataryada depolanan enerjiyi hareket etmek için kullanan elektrikli araçlar, mevcut durumda pozitif biçimde diğer otomobil türlerinden ayrılmaktadır.

Elektrikli otomobil teknolojisinin kullanımının yaygınlaşması, tüketicilerin ulaşım araçları seçerken karşılaştığı önemli bir karar sürecini beraberinde getirmektedir. Elektrikli otomobil teknolojisinin benimsenmesi, çeşitli faktörleri içeren karmaşık bir karar sürecini beraberinde getirmektedir (Hidrué, McNerney, Tol, & Jaramillo, 2016). Bu faktörler arasında ekonomik etkenler, çevresel sürdürülebilirlik, teknolojik gelişmeler ve tüketicilerin kişisel ihtiyaçları önemli bir yer tutmaktadır (Gkritza, Niemeier, & Muratori, 2016). Elektrikli otomobil seçimi, bir tüketici için sadece bir ulaşım aracı tercihi değil, aynı zamanda çevresel sorumluluk ve enerji verimliliği gibi büyük ölçekli konulara olan katkısını da içeren stratejik bir karar sürecini ifade etmektedir. Bu

kararın etkili bir şekilde alınabilmesi için tüketicilerin çeşitli faktörleri göz önünde bulundurması gerekmektedir. Menzil, şarj altyapısı, maliyet, çevresel etkiler, teknolojik özellikler ve tüketici ihtiyaçları gibi unsurlar, elektrikli otomobil seçiminde önemli rol oynamaktadır.

Bu çalışmanın motivasyon kaynağını, her insan için farklı öneme sahip olan araç seçimi ile otomotiv ve teknoloji sektörünün en güncel konularından olan elektrikli otomobiller oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı, tüketicilerin elektrikli otomobil seçiminde karşılaştığı zorluklara çözüm sunmak ve çeşitli faktörleri sistematik bir şekilde değerlendirerek bilinçli kararlar almalarına yardımcı olmaktır. Bu bağlamda, çalışmada tüketicilerin elektrikli otomobil seçim sürecinde karşılaştığı zorlukları anlamak, bu zorluklara çözümler sunmak ve sürdürülebilir ulaşımın teşvik edilmesine katkı sağlamak amacıyla bir karar modeli önerilmiştir. Önerilen model ile hem tüketicilere hem de yazına sürdürülebilir ulaşımında elektrikli otomobil seçim süreci ile katkı sağlayacağı umulmaktadır.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde, literatür araştırmasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde önerilen metodolojiler kapsamında, Entropi, CRITIC ve TODIM yöntemlerinin teorik bilgileri paylaşılmıştır. Dördüncü bölümde, uygulama bölümüne yer verilmiştir. Son bölümde ise, sonuç ve öneriler sunulmuştur.

Literatür Araştırması

Son yıllarda, küresel çapta artan çevresel endişeler ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği konularındaki artan bilinç, endüstrilerin ve işletmelerin sürdürülebilir çözümler arayışını hızlandırmıştır. Bu bağlamda, elektrikli otomobiller de taşımacılıkta çevre dostu alternatiflere yönelmeye yardımcı olmaktadır. Çalışma kapsamında, elektrikli araçların ulusal ve uluslararası çalışmalar incelendiğinde öne çıkan çalışmalar paylaşılmıştır.

Güven ve Rende 2017 yılındaki çalışmada, elektrikli araçların tasarımı malzeme seçiminin önemine dair bir analiz

yapmıştır. Ağırlık bir otomobil için menzil açısından sorun olabilmektedir. Menzil artırmak amacıyla daha az yoğunluktaki alternatif malzeme kullanılarak aracın hafifletilebileceği saptanmıştır. Çalışmada bahsi geçen hedef için, elektrikli otomobillerin hafifletilmesinde kullanılabilecek olan malzemeler, malzemelerin seçimi ve temin edilmesinde dikkat gerektiren durumlar incelenmiştir (Güven ve Rende 2017). Sarıkurt ve Balıkçı 2017 yılındaki çalışmada, özgün bir batarya-batarya hibrit enerji sistemini tanıtmıştır. Çalışmada sistem-kontrol mekanizması detaylıca incelenmiştir. Araçta bataryayı dengelemek ve enerjinin yönetim özelliklerini gösterilebilmesi için farklı senaryolarla sistem benzetim yöntemi uygulanmıştır. Sistemdeki bataryanın çalışabilme süresinin yaklaşık iki kat uzatıldığı benzetimlerin sonuçları ile belirtilmiş ve NMC bataryadan LTO bataryaya doğru enerjinin aktarımın yapıldığı sürece verimliliğin yüzde doksan beşin üzerinde olması deneysel sonuçlar ile belgelenmiştir (Sarıkurt ve Balıkçı 2017).

Fazeli ve diğerleri tarafından 2017’de yapılan çalışmada, çok kriterli karar analizi ve bir enerji sistemi modeli birbirine bağlanarak elektrikli araçların benimsenmesine yönelik maliye politikalarının değerlendirilmesi araştırılmıştır. Çalışmada İzlanda’daki enerji sistemi modeli baz alınmış ve 5 kriterde değerlendirilmiştir (Fazeli vd., 2017). Demircioğlu ve Coşkun 2018 yılındaki çalışmada, tüketiciler için mümkün ve kesintisiz olan güç kaynağı hedefiyle MOORA yöntemine başvurulmuştur. Kriterler fiyat, watt değeri, hacim (boyut), ağırlık, gürültü seviyesi, priz çıkış sayısı, yetkili servis sayısı ve yüzde doksan kapasiteye kadar şarj süresi kriterleri altında, 8 tane güç kaynak alternatifi irdelenmiş ve performansları doğrultusunda sıralama yapılmıştır. Kriter ağırlıklandırma işleminde CRITIC yöntemi kullanılmıştır (Demircioğlu ve Coşkun 2018). Demir ve Aküner tarafında 2018 yılında yapılan çalışma elektrikli otomobil teknolojilerinin alanlarından, aracın dinamiği ve asenkron motor parametre değerleri incelenmiştir. Araç dinamiği üzerine yapılmış incelemelerle otomobil motorunun performans gereksinimleri hesaplanmıştır. Arzu edilen motor performans

gereksinimleri elde edilmek amacıyla Taguchi yöntemi kullanılmıştır (Demir ve Aküner tarafında 2018). Keleş tarafından 2019 yılında yapılan B segmenti araçların altı farklı özelliği ve fiyat kriter olarak kullanılmıştır. Bu kriterler: Motor gücü, 0-100 km/s hızlanma süresi, ulaştığı maksimum hız, şehir içi yakıt tüketimi, şehir dışı yakıt tüketimi, CO2 emisyonu ve satış fiyatıdır. Değerlendirme sürecinde kriterleri ağırlıklandırmak için Entropi yöntemi kullanılırken araç alternatiflerinin sıralanması için ELECTRE III yöntemi kullanılmıştır. Değerlendirme sonucunda şehir içi yakıt tüketimi ve fiyat kriterleri en önemli kriterler olurken en düşük önem ulaştığı maksimum hız kriterine aittir (Keleş, 2019).Gavcar ve Kara tarafından 2020 yılında yapılan çalışmada kriter önem dereceleri Entropi yöntemiyle belirlenmiş ve ortaya çıkan veriler ve TOPSIS yöntemi aracılığıyla araç alternatiflerinin sıralaması yapılmıştır. Çalışma on bir model elektrikli araç içermekte ve batarya kapasitesi, beygir gücü, aerodinamik katsayısı, menzil ve satış fiyatı kriterleri karşılaştırılmıştır. Elde edilmiş sonuçlar ışığında elektrikli otomobiller, beygir gücü ve fiyat kriterleri ile ön plandadır (Gavcar ve Kara tarafından 2020).Adhikari ve diğerleri tarafından 2020 yılında çalışma, elektrikli araçların ulaşım sektöründeki sera gazı emisyonlarını azaltmak için alternatif bir teknoloji olarak kabul edilebileceğini ve bu otomobillerin kullanımına karşı engellerin tanımlanmasını ve analizini amaçlamıştır. Zorlukları belirlemek ve araçların Nepal'de yaygınlaşmasına yönelik önem sırasına göre sıralamak için temel kriterler belirlenmiştir. Teknik veriler ve uzmanlarla iletişimlerden ortaya çıkan 17 temel engel kriter olarak belirlendi. Tanımlanan engellerler beş ana kategoride değerlendirildi; politika, ekonomik, teknik, altyapı ve sosyal. Uzman görüşlerini doğru şekilde analiz edebilmek için anketler yapılmış ve analizleri sıralamak için analitik hiyerarşik süreç işlenmiştir (Adhikari vd.,2020). Aktaş, ve diğerleri tarafından 2020 yılında yapılan çalışmada fosil kaynakların tükenmekte olması ve bu yakıtlar ile çalışmakta olan içten yanmalı motorlu araçların sebep olduğu zararlı etkilerle elektrikli araçların değerinin zamanla arttığına değinmişlerdir. Elektrikli araçların

verimlilik ve güvenilirlik şartlarının karşılanması bataryalarla ilişkili bulunmuştur. Elektrikli otomobillerde kullanılmak suretiyle yirmi hücreye sahip olan batarya paketleri için pasif hücre dengeleme adlı metot baz alınarak Batarya Yönetim Sistemi (BYS) tasarlanmış ve üç hücreye sahip BYS uygulaması yapılmıştır (Aktaş vd.,2020).Ünal ve İpekçi Çetin tarafından 2020 yılında yapılan çalışma, Antalya’da faaliyet gösteren beş yıldızlı bir turizm işletmesinin CRM yazılım seçimi incelenmektedir. Delphi tekniğinden yararlanılan çalışmada, DEMATEL yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları TODIM yöntemi ile ele alınmış ve konaklama işletmesinin CRM yazılımları içerisinde en uygun olanının belirlenmesinde kullanılmıştır (Ünal ve İpekçi Çetin, 2020).Ziemba tarafından 2020 yılında Polonya’da, Elektromobilite ve Alternatif Yakıtlar Yasası’nın kabul edilmesi üzerine yapılan bu çalışmada amaç, bir elektrikli araç önerisi sunmaktır. PROSA-C (PROMETHEE for Sustainability Assessment—Criteria) adı verilen çok kriterli karar analizi tekniklerinin Monte Carlo simulasyon yöntemi ile birleştirilmesiyle amaca ulaşılmıştır. En yüksek hız, ivme, toplam güç, tork, bagaj kapasitesi, koltuk kapasitesi, akü kapasitesi, fiyat, hızlı şarj süresi, enerji tüketimi, şarj süresi ve güvenlik kriterler değerlendirilerek incelenmiştir. 12 alternatifin kullanıldığı çalışmada Hyundai Kona ve Nissan Leaf modelleri öne çıkmıştır (Ziemba, 2020).Yousaf, ve diğerleri 2020 yılında hibrit araç seçimi üzerine çok kriterli karar verme tekniği ile çalışmışlardır. Bu çalışmada fiyat, yakıt ekonomisi, performans, konfor ve araç stili kriterlerini kullanan araştırmacılar; fiyat kriterinin ağırlığını en büyük değer olarak saptamışlardır. Tam tutarlılık yöntemi, kriterlerin ağırlıklarını hesaplamak için kullanılırken, alternatifleri seçerken ise Bulanık TOPSIS yaklaşımı ile sıralama oluşturulmuştur. 7 alternatifin bulunduğu çalışmada Toyota Mira modeli en iyi opsiyon olarak seçilmiştir (Yousaf vd.,2020).Sonar ve Kulkarni tarafından 2021 yılında yapılan elektrikli araç seçimi için entegre bir AHP-MABAC yaklaşımı üzerine çalışmışlardır. AHP yöntemi, kriterlerin ağırlık katsayılarını elde etmek için kullanılırken, araç alternatiflerinin seçimi için MABAC yöntemi kullanılmıştır. Çalışma için, altı uygun kriterden

oluşan bir örneklem düşünülmüştür. Menzil, fiyat, pil kapasitesi, şarj süresi, oturma kapasitesi ve tork kriterlerinin bulunduğu çalışmada altı da araç alternatifi bulunmaktadır. Çalışma sonucunda Hyundai Kona aracı en iyi seçenek olarak öne çıkmıştır (Sonar ve Kulkarni, 2021).Demirtaş ve diğerleri tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada, sera gazlarının salınımının büyük oranının ulaşım sektöründeki tüketilen petrol enerjisinin fazlalığına değinilmiş ve şehirlerarası ulaşım için elektrikli otomobillerin şarj kapasitelerinin ve menzillerinin değerlendirilmesinin sağlanması; şarj istasyonlarının konumlandırılması adına gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda bulunan menzil değeri ile meydana getirilen “Eş Mesafe Poligonları” ve “Türkiye Karayolu Ağı” birleştirilerek ulaşım problemi bulunmayacak şekilde önerilmiş bölgelere yerleştirilen istasyon konumları harita görselleri ile belirtilmiştir (Demirtaş vd., 2021) Tepe tarafından 2021 yılında yapılan çalışma, elektrikli otomobil seçimi için altı kriter ve on alternatif bulunmaktadır. Çok kriterli karar verme tekniklerinden olan AHP ve ELECTRE yöntemleri aralık değerlikli küresel bulanık kümeler yöntemiyle beraber kullanılmıştır. Çalışma batarya kapasitesi, otonom sürüş, şarj ağı, fiyat, verimlilik ve performans kriterlerini içerirken kriterlere göre alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Çalışma sonucunda elektrikli otomobil seçiminde fiyat, verimlilik ve performans kriterleri önemli bir yere sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Tepe, 2021).

Hamurcu, ve diğerleri tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada günümüz batarya teknolojilerinin gerekliliğine ve elektrikli otomobiller yaygınlaşmakta olduğu için aynı kriterleri sağlayan araçların daha fazla seçileceğine değinilmiştir. Çok kriterli karar verme teknikleri ile elektrikli araçlar için batarya seçimi anlatılmaktadır. Geleneksel araçlarda iyi performans ve uzun menzilin öne çıktığını ve bu faktörlerde petrolün ön planda olduğu anlatılmıştır. AHP ve MOORA yöntemlerinin ayrı ve bütünleşik olarak uygulandığı bu çalışma sonucunda Li-ion bataryalar en iyi alternatifler olarak belirlenmiştir (Hamurcu vd., 2021).Celen ve Kaba tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada, bir elektrikli aracı

oluşturan en önemli elemanlardan birisinin batarya olduğuna değinilmiş, bu sebeple uygun batarya tipini saptamak adına çalışma yapılmıştır. Farklı batarya tipleri göz önüne alındığında lityum iyon bataryalar yüksek enerji yoğunluğu, yüksek hacimsel enerji yoğunluğu, yüksek özgül ve uygun çalışma sıcaklığı gibi özellikleri ile elektrikli otomobillerde en optimum batarya seçeneğini oluşturmaktadır. Kullanılacak Lityum bataryanın soğutma türüne yönelik yapılan bu çalışmada “Novec 7200” isimli sıvı ile soğutulması durumunda batarya sıcaklık ve basıncının hava soğutmaya karşılık olumlu sonuçlar alındığı görülmüştür (Celen ve Kaba, 2021).

Güleryüz Ergül ve Çokyaşar tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada, ÇKKV yöntemlerinden TOPSİS tekniğini kullanarak kişilerin otomobil seçimlerinde onlara yol göstermeyi hedeflemiştir. Fiyat, ikinci el fiyat, yakıt tüketimi, 0-100km hızlanma, konfor, güvenlik, bakım maliyeti, MTV bedeli ve sevgi derecesi kriterleri kullanılarak yapılan çalışmada en iyi araç sıralaması Toyota Corolla Hybrid X-Pack CVT ve sırasıyla Peugeot 308 Style Tech 1.5 BlueHDi, Ford Focus Trend X 1.5 EcoBlue şeklindedir (Güleryüz Ergül ve Çokyaşar, 2021). Sütçü ve Gülbahar tarafından 2022 yılında yapılan çalışmada şarj istasyonları için optimum konumlandırma hedeflenmiştir. Çalışmalarında insanların sık uğrak yerleri olan şehir merkezlerini, alışveriş bölgelerini, otogarları ve havaalanlarını kriter olarak kabul eden çalışmada, uzun yolda da çok kullanılan güzergahlardaki elektrikli araç şarj istasyonlarının belirlenmesi ile ilgili konulara da değinmişlerdir (Sütçü ve Gülbahar, 2022). Çoşkun 2022 yılında yapılan çalışmada, elektrikli araç seçiminde etkili olan kriterler ele alınarak değerlendirilmiştir. Kriterlerin değerlendirilmesinde ve sıralanmasında çok kriterli karar verme teknikleri kullanılmıştır. Objektif ağırlıklandırma tekniklerinden ENTROPI ve CRITIC, subjektif ağırlıklandırma tekniklerinden ise AHP ve WINGS yöntemleri kullanılmıştır (Çoşkun, 2022). Savari ve arkadaşları 2023 yılındaki çalışmada, mevcut elektrikli araçların şarj teknolojisi ve şarj altyapısının

geliştirilmesine ilişkin ayrıntılı bir inceleme sunmuştur (Savari vd.,2023)

Yöntem

Çalışmanın bu bölümünde önerilen metodolojinin teorik bilgilerine yer verilmiştir. Çalışma kapsamında, kriter ağırlıklandırmasında ENTROPİ ve CRITIC yöntemleri tercih edilmiş, alternatiflerin sıralamasında ise TODIM metodu tercih edilmiştir.

Entropi

Entropi yöntemi çok kriterli karar verme yöntemlerinde kriterlerin objektif ağırlıklarını belirlemek için tercih edilmektedir. İlk kez Shannon (1949) tarafından finansal yatırımların portföy seçiminde kullanılmıştır. Bir belirsizlik ölçüsü olan bu yöntemin en büyük avantajı kriterlerin veya faktörlerin önem derecelerini belirlerken sadece gözlem değerlerini kullanmasıdır. Bundan dolayı belirlenen ağırlıklar objektif olmaktadır. Entropi yönteminin uygulanma adımları aşağıda belirtildiği gibidir. (Gavcar ve Kara, 2020; Huang, 2012; Chen ve diğerleri, 2015).

Adım 1. Karar Matrisinin Normalizasyonu: Gözlem değerlerinin farklı indeks boyutlarını gidermek için fayda ve maliyet özelliklerine göre normalizasyon için kullanılan Eşitlik (1)'de yer almaktadır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_i^j x_{ij}} \quad (1)$$

Adım 2. Entropi Değerlerinin Hesaplanması: Normalizasyon işleminden sonra kriterlere ait entropi değerleri Eşitlik (2) yardımıyla hesaplanır.

$$e_j = \sum_{j=1}^m r_{ij} \ln (r_{ij}) \quad (2)$$

Adım 3. Önem Değerlerinin Hesaplanması: Eşitlik (3) yardımıyla kriterlere ait ağırlık katsayıları hesaplanır. Bu adımlardan sonra her bir kritere ait ağırlık katsayısı (w_j) belirlenir ve bu katsayıların toplamı daima 1'e eşittir.

$$w_j = 1 - e_j / \sum_{i=1}^n (1 - e_j) \quad (3)$$

Critic

Critic yöntemi, karar sürecinde yer alan kriterlerin önem düzeylerinin nesnel olarak belirler. Diakoulaki ve arkadaşları tarafından 1995 yılında yapılan bir çalışma ile literatüre kazandırılmıştır (Diakoulaki vd.,1995). Yöntem, uzman görüşlerinden yola çıkılarak elde edilen öznel sonuçlar yerine, kriterlerin standart sapmaları ve kriterler arası korelasyonu beraber kullanır. Yöntemin aşamaları şu şekildedir; (Demircioğlu ve Coşkun, 2018)

Adım 1. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi: Fayda kriteri için eşitlik (4), maliyet kriteri için ise Eşitlik (5) kullanılarak; karar matrisinin x_i elemanları normalizasyon sonrası r_{ij} şekline dönüştürülür.

$x_{j(max)}$: j. Kriterin alternatifleri arasındaki maksimum değeri

$x_{j(min)}$: j. Kriterin alternatifleri arasındaki minimum değeri

$i = 1, 2, \dots, m$ (alternatifler)

$j = 1, 2, \dots, n$ (kriterler)

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j(min)}}{x_{j(max)} - x_{j(min)}} \quad (4)$$

$$r_{ij} = \frac{x_{j(max)} - x_{ij}}{x_{j(max)} - x_{j(min)}} \quad (5)$$

Adım 2. Kriterler Arası İlişki Derecesinin Belirlenmesi: Normalizasyon sonucu elde edilen r_{ij} değerleriyle eşitlik (6) kullanılarak p_{jk} değerleri, yani herhangi j kriteri ile k kriteri arasındaki korelasyon değerleri hesaplanır

$$P_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - r_j)(r_{ik} - r_k)}{\left\{ \sum_{i=1}^m (r_{ij} - r_j)^2 \right\}^{1/2} \left\{ \sum_{i=1}^m (r_{ik} - r_k)^2 \right\}^{1/2}} \quad (j, k = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

Adım 3. C_j Değerlerinin Hesaplanması:

$a_j = j$. Kriterin standart sapma değeri olmak üzere;

$$a_j = \left[\frac{\left[\sum_{i=1}^m (r_{ij} - r_j)^2 \right]}{m} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$C_j = a_j \sum_{k=1}^n (1 - p_{jk}) \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

Adım 4. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması: Eşitlik (8) ile hesaplanan her j kriterinin C_j değeri, tüm kriterlerin değerlerinin toplamına oranlanarak ağırlıklar hesaplanır.

$$w_j = C_j / \left(\sum_{k=1}^n (C_k) \right) \quad (j, k = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

Todım

TODIM yöntemi Kahneman ve Tverski tarafından 1970'li yıllarda ortaya atılan ve Nobel ödülüne layık görülen “Beklenti Teorisi” üzerine kurulmuştur (Kahneman, ve Tversky, 1979). TODIM yöntemi, alternatiflerin değerlendirilmesi için kriterlere ilişkin sayısal değerler gerektirir. TODIM yönteminde n sayıda alternatifin m kriterine göre sıralandığı bir problemde bu kriterlerden bir tanesinin referans kriter olduğu varsayılır Bu nedenle daha önce belirlenmiş ağırlık değerleri dikkate alınarak kriterlerin arasında bir referans kriteri seçilmelidir. Uygulama adımları;

Adım 1. Kriterlerin göreceli ağırlıkları (10) nolu formül kullanılarak hesaplanır.

$$w_{cr} = \frac{w_c}{w_r}, \quad (c = 1, 2, \dots, n), \quad (10)$$

Burada $w_r = \max\{w_c \mid c = 1, 2, \dots, n\}$ referans kriter ağırlığı, w_{cr} göreceli kriter ağırlığı, w_c kriter ağırlığını göstermektedir.

Adım 2. A_i alternatifin A_j alternatifini üzerinde C_c kriter dikkate alınarak üstünlük derecesini hesaplamak için (11) nolu formül kullanılır.

$$\phi_c(A_i, A_j) = \begin{cases} \sqrt{\frac{w_{cr}}{\sum_{c=1}^m w_{cr}}} (P_{ic} - P_{jc}), & \text{eğer } (P_{ic} - P_{jc}) > 0 \\ 0, & \text{eğer } (P_{ic} - P_{jc}) = 0 \\ -\frac{1}{\theta} \sqrt{\frac{\sum_{c=1}^m w_{cr}}{w_{cr}}} (P_{ic} - P_{jc}), & \text{eğer } (P_{ic} - P_{jc}) < 0 \end{cases} \quad (11)$$

Adım 3. A_i alternatifinin A_j alternatifini üzerinde tüm C_c kriterler için hesaplanan üstünlük derecelerini toplamak için (12) nolu formül kullanılır.

$$\Psi(A_i, A_j) = \sum_{c=1}^m \phi_c(A_i, A_j) \quad (12)$$

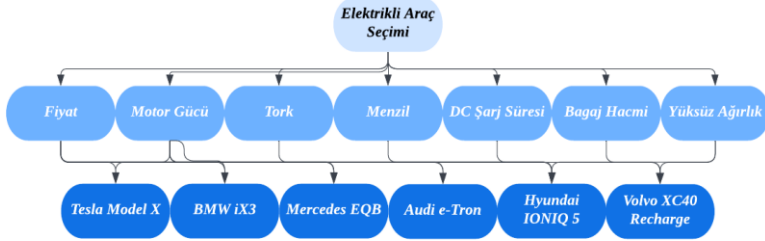
Adım 4. i . alternatifin global değeri için (13) nolu normalizasyon formülü kullanılmaktadır. Burada θ , kayıpları azaltma faktörüdür.

$$\psi_i = \frac{\sum_{j=1}^n \psi(A_i - A_j) - \min_i \{ \sum_{j=1}^n \psi(A_i - A_j) \}}{\max_i \{ \sum_{j=1}^n \psi(A_i - A_j) \} - \min_i \{ \sum_{j=1}^n \psi(A_i - A_j) \}} \quad (13)$$

Uygulama

Çalışmanın bu bölümünde 6 farklı elektrikli otomobil modeli için performans ve donanımsal veriler baz alınarak, “fiyat”, “motor gücü”, “tork”, “menzil”, “DC şarj süresi”, “bagaj hacmi” ve “yüksüz ağırlık” kriterleri yazındaki çeşitli araştırmalar baz alınarak belirlenmiştir ve en uygun seçimin yapılması hedeflenmektedir. Önerilen model Şekil 2’de ve kriter açıklamaları Tablo 1’de verilmiştir. Otomobil alternatifleri ve kriterlerin belirlenmesinde ilgili markanın yazılı katalogları, kullanıcılarla doğrudan paylaştığı veriler göze alınmış ve son olarak, doğrudan Türkiye resmi distribütörü bulunmayan araçlar (Tesla) için, Ekim 2022 dolar kuru kullanılmıştır (TCMB, 2022). Çalışmanın ilk adımında, Entropi,

CRITIC yöntemleri ile kriterlerin önem ağırlıkları belirlenmiştir. İkinci adımda, TODIM yöntemi ile modeller karşılaştırılmış ve en iyi seçenek Tesla Model X olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 2: Elektrikli araç seçimi karar model önerisi

Tablo 1. Kriter Açıklamaları

Kriter	Açıklama	Atıf
Fiyat:	Elektrikli aracın satış fiyatı. Bir elektrikli aracın fiyatının, insanların kullanabilmesi için ekonomik aralıkta olması gerekir. Bu nedenle bu kriter büyük önem taşımaktadır.	(Das et. al., 2019), (Sonar ve Kulkarni, 2021)
Motor Gücü	Bir elektrik motorundan gelen güç çıkışını temsil eder, beygir gücü veya kilovat olarak ölçülebilir.	(Das et. al., 2019)
Tork:	Tork, aracın ne kadar hızlı hızlandığını gösteren kriterdir.	(Das et. al., 2019)
Menzil:	Sürüş menzili, elektrikli araçların şarj olmadan kaç kilometre katedebileceği anlamına geliyor.	(Sonar ve Kulkarni, 2021)
DC Şarj Süresi:	Elektrikli araç bataryasının şarj edilme süresi, ne kadar az zaman alırsa, araç o kadar hızlı biçimde kullanıma hazır olur. Bu çalışmada asgari kullanım için yüksek performans şarj teknolojisi ile uyumlu “Hızlı Şarj Süresi” baz alınmıştır.	(Das et. al., 2019), (Sonar ve Kulkarni, 2021),(Ozdoglu vd., 2022)
Bagaj Hacmi:	Bagaj hacmi, her türlü yükün koyulabileceği alan anlamına gelir. Ayrıca, bir elektrikli araç için, arabanın önünde arkasında olabilir.	(Sonar ve Kulkarni, 2021)
Yüksüz Ağırlık:	Araçlarda fazla ağırlık, boşa harcanmakta olan fazla güç tüketimine sebep olur.	(Das et. al., 2019)

6 farklı model elektrikli otomobil için otomotiv firmalarının internet siteleri ve araç katalogları ile elde edilen veriler; araç alternatifleri ve kriterlere ait saptanan veriler, karar matrisi olan Tablo 2’ de belirtilmiştir. Oluşturulan karar matrisi verileri şirketlerin e-kataloglarından faydalanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Gözlem Değerleri, Karar Matrisi

Otomobil	Fiyat (₺)	Motor Gücü (HP)	Tork (N m)	Menzil (km)	DC Şarj Süresi (HPC) (dk) %5-%80	Bagaj Hacmi (lt)	Yüksüz Ağırlık (kg)
Tesla-Model X	2.080.000	670	660	530	40	2165	2265
BMW-iX3	2.675.000	286	400	480	32	1560	2260
Mercedes- EQB	1.875.000	292	520	405	32	1710	2175
Audi- e-Tron	2.800.000	408	664	440	30	1660	2595
Hyundai- IONIQ 5	1.970.000	342	605	430	18	1585	2095
Volvo- XC40 Recharge	1.633.139	409	660	400	40	1800	2188

ENTROPİ ile Kriter Ağırlıklarının Elde Edilmesi

Çalışmada, Tablo 1’de verilen kriterler belirlendikten öncelikle Entropi yöntemi ile önem ağırlıkları elde edilmiştir. Tablo 2’de verilen karar matrisi Eşitlik 1 kullanılarak, normalize edilmiş ve normalize karar matrisi Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Fiyat	Motor Gücü	Tork	Menzil	DC Şarj Süresi	Bagaj Hacmi	Yüksüz Ağırlık
0,160	0,278	0,188	0,197	0,208	0,207	0,167
0,205	0,119	0,114	0,179	0,167	0,149	0,166
0,144	0,121	0,148	0,151	0,167	0,163	0,160
0,215	0,170	0,189	0,164	0,156	0,158	0,191
0,151	0,142	0,172	0,160	0,094	0,151	0,154
0,125	0,170	0,188	0,149	0,208	0,172	0,161

Normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulmasından sonra elde edilen veriler, Eşitlik 2 kullanılarak entropi değerleri elde edilmiş ve Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Entropi Değerlerinin Bulunması

Kriter	Fiyat	Motor Gücü	Tork	Menzil	DC Şarj Süresi	Bagaj Hacmi	Yüksüz Ağırlık
Entropi	0,990	0,973	0,992	0,997	0,984	0,996	0,999

Eşitlik 3 ile önem değerlerinin hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Önem Değerlerinin Hesaplanması

Kriter	Fiyat	Motor Gücü	Tork	Menzil	DC Şarj Süresi	Bagaj Hacmi	Yüksüz Ağırlık
	0,010	0,027	0,008	0,003	0,016	0,004	0,001

Son adımda, elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 6’ da verilmiştir. Motor gücü (K2) en önemli değere sahipken bu kriteri DC Şarj Süresi (K5) ve Fiyat (K1) takip etmekte; en son sırayı ise aracın Yüksüz Ağırlık (K7) kriteri almaktadır.

Tablo 6. Entropi Yöntemiyle Elde Edilen Kriter Ağırlıkları

Kriter	Fiyat	Motor Gücü	Tork	Menzil	DC Şarj Süresi	Bagaj Hacmi	Yüksüz Ağırlık
K _n	0,151	0,384	0,118	0,040	0,234	0,052	0,019

5.2 CRITIC ile Kriter Ağırlıklarının Elde Edilmesi

Tablo 7’de verilen karar matrisi Eşitlik (4) ve (5) kullanılarak normalize karar matrisi elde edilmiş ve Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 7. Karar Matrisinin Oluşturulması

	Kriterler						
Alternatifler	Fiyat	Motor Gücü	Tork	Menzil	DC Şarj Süresi	Bagaj Hacmi	Yüksüz Ağırlık
A1	2080000	670	660	530	40	2165	2265
A2	2675000	286	400	480	32	1560	2260
A3	1875000	292	520	405	32	1710	2175
A4	2800000	408	664	440	30	1660	2595
A5	1970000	342	605	430	18	1585	2095
A6	1633139	409	660	400	40	1800	2188
En İyi	1633139	670	664	530	18	2165	2095
En Kötü	2800000	286	400	400	40	1560	2595

Tablo 8. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	Kriterler						
Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
A1	0,6170	1,0000	0,9848	1,0000	0,0000	1,0000	0,6600
A2	0,1071	0,0000	0,0000	0,6154	0,3636	0,0000	0,6700
A3	0,7927	0,0156	0,4545	0,0385	0,3636	0,2479	0,8400
A4	0,0000	0,3177	1,0000	0,3077	0,4545	0,1653	0,0000
A5	0,7113	0,1458	0,7765	0,2308	1,0000	0,0413	1,0000
A6	1,0000	0,3203	0,9848	0,0000	0,0000	0,3967	0,8140

Normalize edilmiş karar matrisi oluşturulduktan sonra, kriterlerin standart sapma değerleri ve kriterlerin birbirleri ile olan korelasyon değerleri Eşitlik (6) ile hesaplanır. Hesaplanan değerler ve korelasyon matrisi Tablo 9 ve 10’da verilmiştir.

Tablo 9. Kriterlerin Standart Sapma Değerlerinin Hesaplanması

	Ortalama	Standart Sapma
K1	0,5380	0,3974
K2	0,2999	0,3702
K3	0,7001	0,4021
K4	0,3654	0,3813
K5	0,3636	0,3682
K6	0,3085	0,3679
K7	0,6640	0,3485

Tablo 10. Korelasyon Matrisi

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1	1,00	0,25	0,50	-0,14	0,04	0,44	0,82
K2	0,25	1,00	0,68	0,71	-0,34	0,94	0,06
K3	0,50	0,68	1,00	0,17	0,09	0,60	0,20
K4	-0,14	0,71	0,17	1,00	-0,09	0,61	0,10
K5	0,04	-0,34	0,09	-0,09	1,00	-0,48	0,35
K6	0,44	0,94	0,60	0,61	-0,48	1,00	0,21
K7	0,82	0,06	0,20	0,10	0,35	0,21	1,00

Korelasyon Matrisi aracılığıyla kriterlere ait C_j değerleri hesaplanması adına Eşitlik 7 kullanılmıştır. Hesaplama sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. C_j Değerleri

C1	1,63
C2	1,37
C3	1,51
C4	1,77
C5	2,37
C6	1,36
C7	1,49

Son adımda, Eşitlik 8 ile, C_j değerlerinin toplamına oranlanarak oluşan kriter ağırlıkları Tablo 12’de gösterilmiştir. DC Şarj Süresi (K5) en önemli kriter iken kendisini Menzil (K4) ve Fiyat (K1) takip etmekte öte yandan ise Bagaj Hacmi (K6) kriteri son sırayı almaktadır.

Tablo 12. *CRITIC Yöntemiyle Elde Edilen Kriter Ağırlıklandırma Verileri*

Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K _n	0,142	0,119	0,132	0,154	0,206	0,118	0,129

5.3 TODIM Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

Kriter önem ağırlıkları elde edildikten sonra, belirlenen altı alternatif otomobil markası için Tablo 12’de karar matrisi ve Tablo 13’te normalize karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 12. Veri Matrisi

Karar matrisi		Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
	Alternatif 1	2080000	670	660	530	40	2165	2265
	Alternatif 2	2675000	286	400	480	32	1560	2260
	Alternatif 3	1875000	292	520	405	32	1710	2175
	Alternatif 4	2800000	408	664	440	30	1660	2595
	Alternatif 5	1970000	342	605	430	18	1585	2095
	Alternatif 6	1633139	409	660	400	40	1800	2188
	Max	2800000	670	664	530	40	2165	2595
	Min	1633139	286	400	400	18	1560	2095
	Max-min	1166861	384	264	130	22	605	500

Tablo 13. Normalize Edilmiş Matris

Normalize karar matrisi		Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
	Alternatif 1	0,617	1	0,985	1	0	1	0,66
	Alternatif 2	0,107	0	0	0,615	0,364	0	0,67
	Alternatif 3	0,793	0,016	0,455	0,038	0,364	0,248	0,84
	Alternatif 4	0	0,318	1	0,308	0,455	0,165	0
	Alternatif 5	0,711	0,146	0,777	0,231	1	0,041	1
	Alternatif 6	1	0,32	0,985	0	0	0,397	0,814

Entropi-TODIM Sıralaması

Entropi ile belirlenen kriter ağırlıklıkları kullanılarak TODIM yöntemi ile sıralama yapılmıştır. Kriterlerin göreceliği ağırlıkları Eşitlik (12) ile hesaplanmış Tablo 14’te; alternatiflerin global değerleri ise Eşitlik (13) numaralı denklem ile hesaplanmış,

kriterler için hesaplanan üstünlük dereceleri ve sıralama sonuçları Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 14. Kriter Ağırlıklandırma (Entropi)

Kriter	Tanımı	Fayda / maliyet	Ağırlık	Göreceli kriter ağırlığı
Kriter 1	Fiyat	Maliyet	0,151	0,39
Kriter 2	Motor Gücü	Fayda	0,384	1,00
Kriter 3	Tork	Fayda	0,118	0,31
Kriter 4	Menzil	Fayda	0,040	0,11
Kriter 5	DC Şarj Süresi	Maliyet	0,234	0,61
Kriter 6	Bagaj Hacmi	Fayda	0,052	0,14
Kriter 7	Yüksüz Ağırlık	Maliyet	0,019	0,05
			Toplam	2,60

Elde edilen bulgulara göre, Tesla Model X (A1), Hyundai IONIQ 5 (A5) ve Volvo XC40 Recharge (A6) ilk üç sırayı oluştururken son sırayı Audi e-Tron (A4) modeli almıştır.

Tablo 15. Global Değerler ve Alternatiflerin Sıralanması (Entropi)

Alternatifler	Üstünlük Toplamı	Global Değerler	Sıra
Tesla Model X	-14,35	1	1
BMW iX3	-51,58	0,10	5
Mercedes EQB	-34,76	0,50	4
Audi e-Tron	-55,81	0	6
Hyundai IONIQ 5	-23,75	0,77	2
Volvo XC40 Recharge	-26,45	0,70	3

CRITIC- TODIM Sıralaması

CRITIC yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak TODIM yöntemi ile sıralama yapılmıştır. Kriterlerin göreceli ağırlıkları Eşitlik (12) hesaplanarak Tablo 16’da verilmiştir. Alternatiflerin global değerleri ise Eşitlik (13) ile hesaplanmıştır. Kriterler için hesaplanan üstünlük dereceleri ve sıralama sonuçları aşağıdaki Tablo 17’de belirtilmiştir.

Tablo 16. Kriter Ağırlıklandırma

KRİTER	TANIMI	Fayda / Maliyet	AĞIRLIK	GÖRECELİ KRİTER AĞIRLIĞI
Kriter 1	Fiyat	Maliyet	0,142	0,69
Kriter 2	Motor Gücü	Fayda	0,119	0,58
Kriter 3	Tork	Fayda	0,132	0,64
Kriter 4	Menzil	Fayda	0,154	0,75
Kriter 5	DC Şarj Süresi	Maliyet	0,206	1,00
Kriter 6	Bagaj Hacmi	Fayda	0,118	0,57
Kriter 7	Yüksüz Ağırlık	Maliyet	0,129	0,63
			Toplam	4,85

Tablo 17. Global Değerler ve Alternatiflerin Sıralanması

Alternatifler	Üstünlük Toplamı	Global Değerler	Sıra
Tesla Model X	-7,95	1	1
BMW iX3	-42,53	0	6
Mercedes EQB	-27,05	0,45	4
Audi e-Tron	-32,08	0,30	5
Hyundai IONIQ 5	-17,57	0,72	3
Volvo XC40 Recharge	-16,67	0,75	2

Entropi ve CRITIC yöntemleri kullanılarak elde edilen sıralamada, ilk sıra değişmezken diğerlerinde ufak değişiklikler olmuştur.

TODIM Duyarlılık Analizi

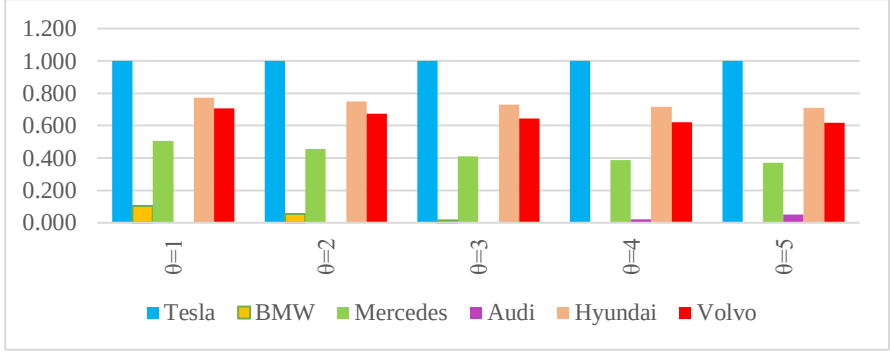
Entropi ve CRITIC yöntemleri sonucu kriter ağırlıkları kullanılarak TODIM yöntemi ile alternatifler sıralanmıştır. Bu bölümde sıralanan alternatiflerin θ değeri 1'den 5'e kadar değerlendirilerek sonuçlar tekrar incelenmiş ve ortaya çıkan sonuçlar Tablo 18 ve Tablo 19'da Entropi ve CRITIC yöntemleri için ayrı ayrı gösterilmiştir. Kayıpların azalma çarpanı olarak adlandırıldığı θ azaltma faktörü, karşılaştırılan elemanların farkının 0'dan küçük olması durumunda $\Phi c (A_i, A_j)$ kısmi baskınlık skorları hesaplanırken devreye girer. θ ayarlanabilir ve karar verme problemlerinde genellikle [1, 5] aralığında seçilir. Entropi yöntemi sonuçları için: $\theta = 3$ ile $\theta = 4$ arasında BMW iX3 (A2) ve Audi e-Tron (A4) alternatiflerinin sırasının değiştiği gözlemlenmektedir. CRITIC yöntemi sonuçları doğrultusunda ise θ değerine göre herhangi bir sıralama değişkenliği görülmemiştir. Alternatiflerin θ 'ya göre eğilimlerini içeren grafikler (her iki yöntem için) Şekil 7 ve Şekil 8'de belirtilmiştir.

Tablo 18. Alternatiflerin θ 'ya Göre Değerleri (Entropi)

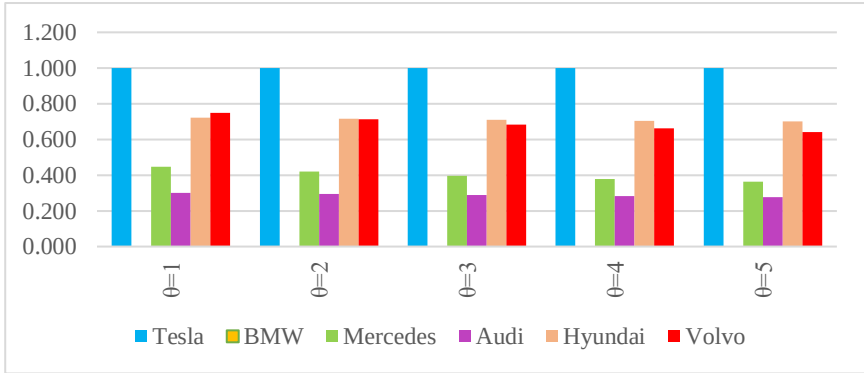
Alternatifler	$\theta=1$	Sıralama	$\theta=2$	Sıralama	$\theta=3$	Sıralama	$\theta=4$	Sıralama	$\theta=5$	Sıralama
Tesla	1,000	1	1,000	1	1,000	1	1,000	1	1,000	1
BMW	0,102	5	0,054	5	0,013	5	0,000	6	0,000	6
Mercedes	0,507	4	0,456	4	0,411	4	0,386	4	0,371	4
Audi	0,000	6	0,000	6	0,000	6	0,022	5	0,052	5
Hyundai	0,773	2	0,749	2	0,729	2	0,717	2	0,710	2
Volvo	0,708	3	0,675	3	0,645	3	0,620	3	0,618	3

Tablo 19: Alternatiflerin θ 'ya Göre Değerleri (CRITIC)

Alternatifler	$\theta=1$	Sıralama	$\theta=2$	Sıralama	$\theta=3$	Sıralama	$\theta=4$	Sıralama	$\theta=5$	Sıralama
Tesla	1,000	1	1,000	1	1,000	1	1,000	1	1,000	1
BMW	0,000	6	0,000	6	0,000	6	0,000	6	0,000	6
Mercedes	0,447	4	0,419	4	0,397	4	0,378	4	0,363	4
Audi	0,302	5	0,294	5	0,288	5	0,283	5	0,278	5
Hyundai	0,721	3	0,715	2	0,709	2	0,705	2	0,701	2
Volvo	0,748	2	0,712	3	0,684	3	0,662	3	0,642	3



Şekil 7. Alternatiflerin θ 'ya Bağlı Grafiği (Entropi)



Şekil 8. Alternatiflerin θ 'ya Bağlı Grafiği (CRITIC)

Şekil 7 ve Şekil 8, karar vericilerin θ seçiminin alternatiflerin sıralamasını etkileyebildiğini, hatta değiştirebildiğini göstermektedir. Bazı sayısal hesaplamalardan yola çıkarak Entropi yöntemi sonuçlarına göre uygulanan TODIM yönteminin $\theta = 3$ ve 4 aralığında bir değerde iken BMW iX3 (A2) ve Audi e-Tron (A4) alternatiflerinin eşit sırada olduğu öngörülebilir. Bu bilgiler doğrultusunda, eğer alternatiflerin global değerleri birbirine yeterince yakınsa, karar vericilerin davranışına bağlı olarak alternatiflerin sırasının değişebileceği sonucuna varılabilmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Elektrikli araçların önemi her geçen gün artmaktadır. Elektrikli araçlar, geleneksel içten yanmalı motorlu araçlara göre daha çevre dostu ve düşük karbon ayak izine sahiptir. Bu süreçte, elektrikli araç seçimi, çevre dostu ve sürdürülebilir bir ulaşım seçeneği arayan bireyler ve kuruluşlar için önemli fırsatlar sunmaktadır. İnsanın hayatının her anında olduğu gibi burada da kararların iyi analiz edilmesi bu karar alma sürecinin önemini ortaya koymuştur (Gavcar ve Kara, 2020). Doğru bir elektrikli araç seçimi yapmak, kullanıcının ihtiyaçlarına ve önceliklerine bağlı olarak çeşitli faktörlere dikkat etmeyi gerektirir.

Bu çalışmada, elektrikli araç seçimi için bir model önerisi sunulmuştur. Yazındaki kaynaklar ve tüketici ihtiyaçları göz önünde bulundurularak 7 kriter (fiyat, menzil, motor gücü, DC şarj süresi, tork, bagaj hacmi, yüksüz ağırlık) ve 6 elektrikli araç alternatifi belirlenmiştir. Analiz aşamasında, ENTROPİ ve CRITIC yöntemleri ile kriter ağırlıklandırması yapılmış; otomotiv sektöründe önde gelen altı markanın, altı farklı elektrikli araç modeli TODIM yöntemi karşılaştırılmıştır. ENTROPİ yönteminde Motor gücü (K2) en önemli değere sahipken bu kriteri DC Şarj Süresi (K5) ve Fiyat (K1) takip etmekte; en son sırayı ise aracın Yüksüz Ağırlık (K7) kriteri almaktadır. CRITIC yönteminde ise, DC Şarj Süresi (K5) en önemli ağırlık sahibi kriteri, Menzil (K4) ve Fiyat (K1) takip etmekte, Bagaj Hacmi (K6) kriteri son sırada yer almaktadır. Alternatif araçların sıralamasında, her iki ağırlıklandırma yönteminde, Tesla Model X

optimum araç seçilmiştir. Buna karşılık en zayıf performans sergileyen araç modeli ENTROPİ yönteminde Audi e-Tron olurken CRITIC yöntemi için BMW iX3 alternatifi olmuştur. Sıralamalar karşılaştırıldığında, her iki yöntem için ilk sıra aynı iken, diğerlerinde ufak sapmalar gözlenmiştir.

Elektrikli araç seçimi, sürdürülebilir ve çevre dostu bir ulaşım alternatifi arayan tüketiciler için önemli bir karardır. Elektrikli araç seçimi, kişisel ihtiyaçlara, bütçeye ve kullanım alışkanlıklarına bağlı olarak değişebilir. Elektrikli araç seçimi yapacak tüketiciler, motor gücüne, şarj süresine ve şarj altyapısına, fiyata, ve menzil gibi faktörleri göz önünde bulundurarak ihtiyaçlarına uygun bir elektrikli araç seçimi yapmalıdır. Çalışmanın, günümüzde Türkiye’de yaşayan kişiler için uzun bir karar verme süreci haline gelen ve tüketici grupları için farklı önceliklere sahip elektrikli otomobil seçimi kararlarında yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

Adhikari, M., Ghimire, L. P., Kim, Y., Aryal, P., & Khadka, S. B. 2020. Identification and analysis of barriers against electric vehicle use, *Sustainability*, 12(12), 4850.

Aktaş, M., Baygüneş, B., Kıvrak, S., Çavuş, B. ve Sözen, F. 2020. Elektrikli araç için düşük maliyetli bir batarya yönetim sistemi tasarımı ve gerçekleştirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Ejosat Özel Sayı 2020 (HORA), 227-238. doi: 10.31590/ejosat.779720

Celen, A. ve Kaba, M. Y. 2021. Elektrikli araçlarda kullanılan silindirik lityum iyon bataryaların soğutulmasının parametrik incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 33 (1), 49-61. doi: 10.35234/fumbd.728143.

Chen, W., Feng, D. and Chu, X. 2015. Study of poverty alleviation effects for chinese fourteen contiguous destitute areas based on Entropy method. *International Journal of Economics and Finance*, 7(4), 89-98.

Çoşkun, İ. T. 2022. Subjektif ve objektif karar verme teknikleri ile elektrikli araç seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26 (2), 173-190.

Das, M.C., Pandey, A., Mahato, A.K. et al. 2019. Comparative performance of electric vehicles using evaluation of mixed data”, *OPSEARCH* 56, 1067–1090.

Demircioğlu, M. ve Coşkun, İ. T. 2018. Critic-Moora yöntemi ve UPS seçimi üzerine bir uygulama. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27 (1), 183-195.

Demir, U. ve Aküner, M. C. 2018. Elektrikli bir araç için tekerlek içi asenkron motorun tasarım ve optimizasyonu. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33 (4), 1517-1530. doi: 10.17341/gazimmfd.416448

Demirtaş, M., Yılmaz, E., Ünal, C., Küçükpehlivan, T., Ağaçasapan, B. ve Aksoy, T. 2021.Elektrikli araçlar ve şarj istasyonlarının konumlandırılması. *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, 4 (1), 11-32.

Gavcar, E. ve Kara, N. 2020. elektrikli otomobil seçiminde Entropi ve TOPSIS yöntemlerinin uygulanması. *İş ve İnsan Dergisi*, 7 (2), 351-359. doi: 10.18394/iid.695702

Gears Educational System, 2014. Battey basics: research, test, measure, analyze and select the optimal battery.

Güven, F. ve Rende, H. 2017. “Elektrikli Araçların Tasarımında Malzeme Seçiminin Önemi”, *Mühendis ve Makina*, 58 (689), 81-95.

Güleryüz Ergül, S. ve Çokyaşar, A. 2021. Otomobil seçimi için TOPSIS temelli bir karar verme yaklaşımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Ejosat 2021 Ek Sayı 1, 713-724. doi: 10.31590/ejosat.1010625.

Hamut, H. S., Javani, N., and Dinçer, I. 2016. “Thermal management of electric vehicle battery systems”. John Wiley & Sons.

Hamurcu, M., Çakır, E. ve Eren, T. 2021. Kullanıcı perspektifli çok kriterli karar verme ile elektrikli araçlarda batarya seçimi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 13 (2), 733-749. doi: 10.29137/umagd.906805.

Huang, X. 2012. “An Entropy method for diversified fuzzy portfolio selection. *International Journal of Fuzzy Systems*”, 14(1).

Karaalp, H. S. 2008. “Sektörel açıdan iklim değişikliği: Tarım, ulaştırma ve sanayi küresel ısınma ve kyoto protokolü iklim değişikliğinin bilimsel, ekonomik ve politik analizi”, (der. E. Karakaya), İstanbul: Bağlam Yayıncılık., 286.

Kahneman, D. ve Tversky, A. (1979). Prospect theory: an analysis of decision under risk. *econometrica: Journal of the Econometric Society*, 263-291

Keleş, M. K. 2019. “Entropi temelli Electre yöntemi ile B segmenti otomobil markalarının sıralanması”, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (33), 29-50.

Ozdoglu, A., Oztas, G. Z., Keles, M. K., & Genc, V. (2022). A comparative bus selection for intercity transportation with an integrated PIPRECIA & COPRAS-G. *Case Studies on Transport Policy*, 10(2), 993-1004.

Pagerit, S., Sharer, P., Rousseau, A. 2006. Fuel economy sensitivity to vehicle mass for advanced vehicle powertrains. *Society of Automotive Engineers Paper*, 1(2006), 0665, doi.org/10.4271/2006-01-0665.

Sarı Kurt, T. ve Balıkcı, A. 2017. Tam elektrikli araçlar için özgün bir enerji yönetim sistemi uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32 (2), 0-0. doi: 10.17341/gazimmfd.322153.

Savari, G. F., Sathik, M. J., Raman, L. A., El-Shahat, A., Hasanien, H. M., Almakhlles, D., & Omar, A. I. (2023). Assessment of charging technologies, infrastructure and charging station recommendation schemes of electric vehicles: A review. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(4), 101938.

Sonar, H. C., & Kulkarni, S. D. (2021). An integrated AHP-MABAC approach for electric vehicle selection. *Research in Transportation Business & Management*, 41, 100665.

Sütçü, M., & Gülbahar, İ. T. (2022). Optimal location determination of electric vehicle charging stations: A case study on Turkey's most preferred highway. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2), 537-543.

Tepe, S. 2021. “The Interval-Valued Spherical Fuzzy based methodology and its application to electric car Selection”, *Düzce*

Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9 (5), 1970-1983. doi: 10.29130/dubited.885954

Ünal, Z. ve İpekçi Çetin, E. 2020. Konaklama işletmelerinde CRM yazılımının bütünlüklük DEMATEL ve TODIM yöntemiyle seçimi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26 (4), 779-788.

Yuan, J., Qu, S., & Yim, W. H. (2020). Will subsidies drive electric vehicle adoption? Assessing consumer preferences in China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 78, 102215.

Ziemba, P. 2020. Multi-Criteria stochastic selection of electric vehicles for the sustainable development of local government and state administration units in poland. *Energies*, 13(23), 6299. doi:10.3390/en13236299

Tesla, Model X Homepage, [Link], Erişim 06.11.2022

BMW, Kataloglar, BMW iX3, [Link], Erişim 06.11.2022

Mercedes, EQB E-Broşür, [Link], Erişim 06.11.2022

Audi, Modeller, E-Tron Teknik Veri, [Link], Erişim 06.11.2022

Hyundai, Türkçe Lansman Broşürü, [Link], Erişim 06.11.2022

Volvo, Cars, XC4 Recharge Technical Data, [Link], Erişim 06.11.2022

TCMB, Merkez Bankası Kurları, [Link], Erişim 06.11.2022

TEHAD, 2021 Satılan Elektrikli ve Hibrid Araç Rakamları, [Link], Erişim 06.11.2022

BÖLÜM II

Türkiye Alanyazında Tedarik Zincirinde Endüstri 4.0

Mevhibe AY TÜRKMEN
Ayten DEMİREL

GİRİŞ

Günümüzde sürekli olarak değişen ve gelişen teknoloji hayatımızın birçok alanında büyük bir öneme sahiptir. Dördüncü Sanayi Devrimi olarak kabul edilen Endüstri 4.0 teknolojisi; nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler, otonom makineler (robotlar) ve akıllı fabrikalar ile endüstriyi bir araya getirmeyi hedeflemektedir. Bu teknolojinin üretimle birlikte tüm faaliyetleri derinden etkileyeceği öngörülmektedir. Bu nedenle Endüstri 4.0'ın, tedarik zinciri ve lojistik süreçlerini yeniden şekillendireceği beklenmektedir.

İlk kez Almanya'da 2011 yılında Hannover Fuarı sırasında tanıtılan Endüstri 4.0 terminolojisi, 4. Sanayi Devrimi'nin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Xu, Xu & Li, 2018). Yeni bir organizasyon düzeyi ve müşteri gereksinimleri olarak tanımlanan

Endüstri 4.0 kavramı, makine ağırlıklı üretimin dijital dönüşümüdür (Öztemel & Gürsev, 2018). Endüstri 4,0'ın amacı, bilgi teknolojisi yeteneklerini kullanarak tüm paydaşlarına katma değeri yüksek, insan odaklı bir organizasyon yaratmaktır (Bayhan, 2021).

Üretici ve dağıtıcıların oluşturduğu bir ağ olan tedarik zinciri, hammaddelerin temin edilmesinden, ara mamul ve mamullere dönüştürülüp bu mamullerin müşterilere ulaştırılmasını kapsayan bir süreçtir (Lee & Billington, 1992). Üretime otomasyonunun getirilmesi ve süreçlerin dijitalleştirilmesiyle Endüstri 4.0'ın tüm tedarik zinciri üzerinde birçok etkisi vardır (Tjahjono & ark., 2017). Tedarik zincirlerinin geleceği olarak adlandırılan Endüstri 4.0, tedarik zinciri faaliyetlerini, iş modellerini ve sürecini büyük ölçüde etkilemektedir (Luthra & Mangla, 2018: 170). Ayrıca tedarikçiler, üreticiler ve müşteriler arasındaki işbirliği, siparişin sevk edilmesinden ürünün kullanım ömrünün sonuna kadar olan tüm adımların şeffaflığını artırmak için çok önemlidir (Tjahjono & ark., 2017).

Nesnelerin internetinin ortaya çıkışı, lojistik alanında yüksek şeffaflık ihtiyacı (tedarik zinciri görünürlüğü), tedarik zincirlerinde bütünlük kontrolü (doğru ürünleri, doğru zamanda, doğru yerde, doğru miktarda ve doğru maliyette bulundurmak) gibi teknolojik değişiklikler gerektirebilecek yeni zorluklar lojistikte Endüstri 4.0'ın kullanımını kaçınılmaz hale getirmiştir (Baretto, Amaral & Pereira, 2017). Endüstri 4.0'da, insanların, makinelerin, ekipmanların, lojistik sistemlerin ve ürünlerin birbirine bağlı olması nedeniyle bunlar birbirleri ile doğrudan iletişim kurabilmekte ve işbirliği yapabilmektedir. Dolayısıyla ürünlerin, ekipmanların ve insanların entegrasyonu, üretim makine ve ekipmanların verimliliğini artırmakta, maliyetleri düşürmekte ve kaynakları korumaktadır. Ayrıca işletme ve lojistik yönetiminin, kendilerine sürekli olarak denetim sağlayan akıllı izleme ve şeffaf süreçleri kullanmaları sayesinde pazar değişikliklerine esnek ve hızlı bir şekilde yanıt verebilmelerini sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı 1960 yılından günümüze kadar lojistik ve tedarik zincirinde endüstri 4.0 uygulamaları konusunda alanyazın taraması yaparak bu alandaki çalışmaların durumunu ortaya koymaktır. Bu amaçla TR Dizin kapsamında yer alan akademik dergilerde odak noktası tedarik zinciri ve lojistik alanında endüstri 4.0 olan bilimsel makaleler sistematik alanyazın taraması yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Tarama sonucunda belirlenen on dokuz adet makale yazar/lar, anahtar kelimeler, araştırma türü, veri toplama ve analizi yöntemleri, örnekleme, örneklem sayısı ve özellikleri, araştırmanın amacı, araştırmada temel alınan teori, konuları ve bulguları itibariyle özetlenmiştir. Webster ve Watson (2002)'ün önerdiği aşamalar ile Henry vd. (2016)'nin kullanmış oldukları yöntem takip edilerek yapılan keşifsel alanyazın taramasının temel amaçları şunlardır:

- Lojistik ve tedarik zincirinde endüstri 4.0 konusunda geçmiş araştırmaların detaylı taramasını yaparak akademik çalışmaların içeriğini tespit edip, eksikliklerini vurgulamak,
- Benzer alanlarda çalışma yapacak akademisyenler için konunun önemli çıkarımlarını ortaya koymak.
- Makaleleri konuları, amaç, teori, sonuçları, analiz yöntemleri, araştırma türü, örneklem türü ve özellikleri, itibariyle sınıflandırmak.

TR Dizin kapsamında yapılan literatür taraması için ele alınan anahtar kelimeler dikkate alındığında, söz konusu anahtar kelimeler ile ilgili ilk akademik çalışmaların sırasıyla; “lojistik” Gürel & Gürel (1998), “tedarik zinciri” Ataman (2002), “Endüstri 4.0” Ovacı (2017), “Tedarik zinciri ve Endüstri 4.0” Yıldız (2018) ve “lojistik ve Endüstri 4.0” Öztemel & Gürsev (2018) tarafından yapıldığı görülmüştür.

2. YÖNTEM

Etkili bir literatür incelemesi ile, bilginin gelişmesi için sağlam bir temel oluşturulur ve çalışma geniş bir bakış açısıyla

değerlendirilerek araştırmanın ihtiyaç duyulan alanları öne çıkarılır (Webster & Watson, 2002). Araştırmanın literatür taraması aşamasında ULAKBİM tarafından oluşturulan Sosyal Bilimler ve Fen Bilimleri temel konularında, Sağlık Bilimleri, Eczacılık, Diş Hekimliği, Mühendislik, Veterinerlik, Temel Bilimler, Sosyal ve Beşeri Bilimler alt konu alanlarında makaleler içeren bibliyografik bilgilerin (makale adı, yazar, öz vs.) yanı sıra tam metinlere de erişilebilen bir veri tabanı olan TR Dizin’de 1960-2022 yılları arasında yer alan akademik makaleler dikkate alınmıştır. Türkiye’de tedarik zinciri ve lojistikte endüstri 4.0 uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmalar farklı dergilerde yayınlanmıştır ancak bu çalışmada dergilerin tamamı değil dizin taraması yapılmıştır. TR Dizin’in seçilme nedenleri arasında Türkiye’de bilimsel bilgi üretimine yardımcı olan akademik bilgiye kolay erişilmesi, belli kriterleri sağlayan bilimsel dergilerin bulunması ve Üniversitelerarası Kurul ile Yüksek Öğretim Kurulu’nun hem atama hem de yükseltmelerde kabul ettiği bir “dizin” olması gelmektedir (Aksay, 2019). Literatür taraması için, TR Dizin’de birkaç anahtar kelime birlikte kullanılmıştır. Birlikte kullanılan anahtar kelimelerin kombinasyonu şu şekildedir: Tedarik Zinciri; Endüstri 4.0, Tedarik Zinciri; Bulut Teknolojileri, Tedarik Zinciri; Akıllı Fabrikalar, Tedarik Zinciri; Nesnelerin İnterneti, Tedarik Zinciri; İnternet Servisleri, Tedarik Zinciri; Öğrenen Robotlar, Tedarik Zinciri; Büyük Veri, Tedarik Zinciri; Sanal Gerçeklik ve Tedarik Zinciri; Üç Boyutlu Yazıcılar. Lojistik; Endüstri 4.0, Lojistik; Bulut Teknolojileri, Lojistik; Akıllı Fabrikalar, Lojistik; Nesnelerin İnterneti, Lojistik; İnternet Servisleri, Lojistik; Öğrenen Robotlar, Lojistik; Büyük Veri, Lojistik; Sanal Gerçeklik ve Lojistik; Üç Boyutlu Yazıcılar. Yapılan taramanın daha homojen olması açısından doküman türü olarak makaleler seçilmiştir. Temel konusu tedarik zinciri ve lojistikte endüstri 4.0 uygulamaları olmayan ve erişime açık olmayan makaleler tarama dışı bırakılmıştır.

2.1. TR Dizin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

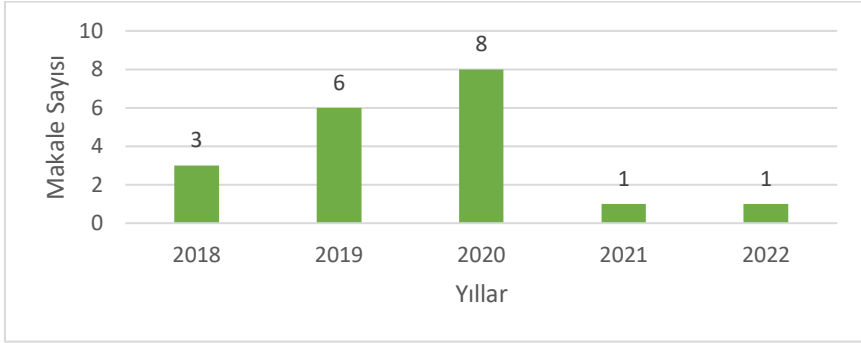
Tarama sonucunda hakem sürecinden geçmiş ve erişime açık olan akademik makaleler çalışmaya dahil edilmiş olup yayın dili olarak Türkçe ve İngilizce yazılmış çalışmalar dikkate alınmıştır. Çalışma kapsamında dikkate alınan anahtar kelimelerin başlıkta, anahtar kelimelerde veya özet kısmında yer almasına dikkat edilmiştir.

Yazın taraması sonucunda anahtar kelimler tek tek aratılmış ve TR Dizin kapsamında 134 makale tespit edilmiştir. Sonuçlar amacına yönelik konuyla ilgili makaleleri tespit etmek amacıyla TR Dizin kapsamında filtreleme yöntemi ile gözden geçirilmiştir. Filtreleme yönteminde ilgisiz yayınların ve tekrarlanan yayınların yer almamasına dikkat edilmiştir. Bu doğrultuda TR Dizin veri tabanı değerlendirilmiş ve konuyla ilgisi olmayan çalışmalar ve erişime açık olmayan bir çalışma çıkarılarak 19 makaleye düşürülmüştür.

3. BULGULAR

3.1. Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

1960-2022 yılları arasında yapılan TR Dizin kapsamında lojistikte endüstri 4.0 ve tedarik zincirinde endüstri 4.0'ı konu alan makaleler izlendiğinde ilk çalışmaların Yıldız, Öztemel ve Gürsev, Karagöz ve Doyduk tarafından 2018 yılında yapıldığı görülmüştür. TR Dizin'deki dergiler dikkate alınarak gerçekleştirilen yazın taraması sonucunda toplamda 19 makalenin yayınlanmış olması, lojistik ve tedarik zincirinde endüstri 4.0 konusunda alanyazında büyük bir boşluk olduğuna dikkat çekmektedir. Konuyla ilgili en fazla makale 2018 ve 2019 yıllarına kıyasla 2020 yılında yayınlanmış olmasına rağmen 2021 ve 2022 yıllarında sadece 1'er çalışma yayınlanmıştır. 19 çalışmanın yıllara göre dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı

TR Dizin kapsamında lojistik ve tedarik zincirinde endüstri 4.0 konulu yayın sayısına bakıldığında 2018 yılında 3, 2019 yılında 6, 2020 yılında 8 ve 2021 ve 2022 yıllarında ise 1'er çalışmaya ulaşılmıştır. Ayrıca dizin kapsamındaki makalelerin farklı akademik dergilerde yayınlandıkları görülmüştür.

3.2. Araştırma Türü, Örnekleme, Veri Toplama ve Analiz Yöntemleri

Tr Dizin kapsamında ele alınan makaleler yazar/lar ve yıl, anahtar kelimeler, araştırma türü, örnekleme, veri toplama ve analiz yöntemleri, örneklem sayısı ve özellikleri, araştırma amacı ve temel bulgular bakımından ayrı ayrı incelenerek Tablo 1'de verilmiştir. Söz konusu makaleler kullanılan yöntem itibariyle incelendiğinde dokuz çalışmada nicel, on çalışmada ise nitel yöntemin kullanıldığı görülmüştür. Araştırma kapsamındaki dört makalenin genel değerlendirme yönteminde, bir makalenin ise sistematik haritalama yöntemiyle tematik ve kavramsal analize dayandığı görülmektedir. Genel değerlendirme yöntemi ile alanyazının durumu derinlemesine incelenerek özellikleri özet halinde sunulur. Özellikle gelecekte yapılacak çalışmalarda araştırmacılara konunun özetini sunması açısından önemlidir (Grant & Booth, 2009). Sistematik haritalama yöntemi, Bir çalışmanın özelliklerinin, bulgularının ve sonuçlarının sistematik bir sunumunu ve sentezini içermesi açısından değerlidir (Güven % Keçeci, 2020).

Tablo 1: Kronolojik Sırada Lojistik ve Tedarik Zinciri'nde Endüstri 4.0 Konusunda Yazılan Makalelerin Özeti

Yazar/lar ve yıl	Anahtar kelimeler	Araştırma türü	Örnekleme, veri toplama ve analiz yöntemleri	Örnekleme sayısı ve özellikleri	Araştırma amacı	Temel bulgular
Yıldız (2018)	Dijital Tedarik Zinciri; Endüstri 4.0; Nesnelerin İnterneti; Bulut Bilişim	Nitel	Genel değerlendirme	-	Dijital tedarik zincirinin genel yapısını anlatmak.	Tedarik zinciri yönetimi bölümlerinin kendi içlerindeki süreçlerinden, tedarikçilere gönderilen sipariş mektubuna ve çalışanlarının talep yönetimine kadar olan süreçlerin tamamının dijital ortama taşınmasından, tedarikçilerle yapılan işbirliğinin dijital ortamda yürütülmesine kadar, mümkün olan süreçlerin tümünün dijital ortamlara taşınması gerektiği tespit edilmiştir.
Öztemel & Gürsev (2018)	Endüstri 4.0, Lojistik 4.0, Stratejik	Nicel	Anket, güvenilirlik, faktör,	Türkiye'de faaliyet gösteren lojistik firmalarından	Türkiye'de yeni toplumsal dönüşüm	Sektör genelinde Endüstri 4.0 yaklaşımının doğru algılanmadığı ve bazı

	Lojistik Yönetimi, İnovasyon,		korelasyon analizi	havayolu ve demiryolu işletmecileri, Ulaştırma Bakanlığı Kara Ulaştırması GenelMüdürlüğü'nden L1 ve L2 hizmet belgelerine sahip firmalar, Lojistik 4.0 üzerine araştırma yapan uzmanlar	sürecinde lojistik sektörünün aktif bir şekilde yol alabilmesinde rehberlik edecek bulguları sunmak.	teknolojik bileşenlerin olumsuz görüşlere neden olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda lojistik sektörü içerisindeki temel ihtiyaçların doğru yatırım ve teknoloji yönetimi yapılması, nitelikli iş gücü, sektöre dair verilerin ve süreçlerin doğru analiz edilmesi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yatırım yapabilmeleri için işletmelere vergi avantajları ve teşviklerin sağlanması, lojistik eğitimlerinin de yeni teknolojiler dikkate alınarak hazırlanması gerektiği görülmüştür.
Karagöz & Doyduk (2018)	Endüstri 4.0, Lojistik 4.0, Lojistik	Nitel	Derinlemesine mülakat, SWOT Analizi	Lojistik hizmeti sunan 10 işletme	Türkiye’de lojistik hizmeti sunan firmaların lojistik 4.0’a bakış açılarını ve uygulama	İstenilen sonuçlar elde edilememiştir. Türkiye’de lojistik hizmeti sunan işletmelerin yeniliğe açık olmadıkları ve teknolojiye yapılan yatırımı büyük maliyet olarak gördükleri

					düzeylerini belirlemek.	tespit edilmiştir. Bununla birlikte Endüstri 4.0 uygulanmasa da bu konuda AR-GE çalışmalarının devam ettiği görülmüştür. Yapılan SWOT analizi sonucunda Endüstri 4.0 ile ilgili yöneticilerin daha derin bakış açısına sahip olmaları gerektiği görülmüştür.
İyigün & Görçün (2019)	Tedarik Zinciri Yönetimi, Lojistik, Endüstri 4.0, Teknoloji, Optimizasyon.	Nitel	Gözlem ve analiz	Lojistik faaliyeti sürdüren işletmeler, lojistik hizmet talebinde bulunan işletmeler	Tedarik zinciri ve lojistik alanında var olan yaklaşımlara ve gelişmelere odaklanmak, lojistik faaliyetlerinin yakın bir gelecekte oynayabileceği yeni rolleri göz önüne sermek.	Ayakta kalmak isteyen işletmelerin, teknoloji ve optimizasyon uygulamalarından en üst düzeyde fayda sağlanacak şekilde sistemlerine entegre etmeleri gerektiği görülmüştür. Lojistik süreçlerinde artan belirsizlik ve karmaşıklık nedeniyle daha hızlı ve yoğun lojistik akış sistemlerinin gerekli olması optimizasyon yaklaşımı ve teknoloji kullanımının lojistik sistemlerde daha

						etkin bir şekilde kullanılması gerekliliğini ortaya koymuştur. İşletmelerin faaliyetlerine yönelik problemlerinin çözümünde kullanabilecekleri alternatiflerin sayısını arttırmaları ve kullanabilecekleri muhtemel çözümler için de bir havuz oluşturmaları gerektiği görülmüştür. Aynı zamanda tedarik zincirlerinin tüm gelişmeleri yakından takip etmesi ve ilgili görünmeyen bir gelişmenin dahi kendilerini doğrudan ya da dolaylı bir şekilde etkileyip etkilemeyeceğinin değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.
Ünal & Saygılı (2019)	3D/4D Baskı, Tedarik Zinciri	Nitel	Birincil ve ikincil veriler, mülakat ve	Tedarik zinciri sürecinde rol alan sektör temsilcileri	Endüstri 4.0 ile gelişen dijital dönüşüm sürecinin	4D baskı kullanımının tedarik zinciri yönetimine olumlu etkileri maliyet tasarrufu sağlanması,

	Yönetimi, Sanayi 4.0,		yüz yüze görüşmeler		bileşenlerinden olan 3D ve 4D baskının tedarik zinciri yönetiminde üretim, tedarik, satın alma, depolama ve taşıma süreçlerine yönelik muhtemel etkilerini belirlemek ve değerlendirmek	karlılığın, hızın, üretimde daha yüksek standartlaşmaya yönelik rekabet ortamının sağlanması ve çalışan verimliliğin artması olarak sıralanabilmektedir. 4D baskı kullanımının tedarik zinciri yönetimine olumsuz etkileri ise karlılığın, hızın azalması ve maliyet artışı olarak sıralanmaktadır.
Abdurahman & Çeken (2019)	Soğuk Zincir Lojistiği, Nesnelerin İnterneti, Kablosuz Algılayıcı Ağlar, Raf Ömrü	Nicel	Riverbed Modeler (ayrık olay ağ simülatörü)	Soğuk zincir lojistiği	Lojistik sağlayıcıların ve müşterilerin karar desteğini artırma potansiyeline sahip, gerçek zamanlı ve sürekli denetim yoluyla operasyonel süreçleri iyileştirebilen, maliyetleri ve riskleri azaltabilen ve IoT destekli bir	Nesnelerin internetiyle destekli soğuk zincir sistemlerinin sıcaklığa duyarlı ürünlerle ilgili olarak yönetmek, izlemek, gerçek zamanlı veri almak ve anormal olayları belirlemek için büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmüştür.

					soğuk zincir lojistik yönetim sistemi tasarlamak, RFID ve WSN gibi IoT sağlayan teknolojileri kullanan sıcaklığa duyarlı ürünlerin raf ömrünü tahmin etmek	
Büyüközkan & Güler (2019)	Dijital Teknolojiler, Teknoloji Analizi, Lojistik 4.0, Bulanık Mantık	Nicel	Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Bulanık Etki Matrisi	Bir lojistik firması	Lojistik 4.0 kapsamındaki ileri teknolojiler ile ilgili bilgi vermek, işletmelerin bu teknolojilere yönelik beklentilerini belirlemek ve teknoloji analizi için etkin bir yöntem sunmak	Lojistik sektörü açısından firma beklentileri dikkate alındığında nesnelerin interneti ve büyük veri teknolojilerinin firmalara önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle lojistik 4.0'ı uygulamak isteyen firmaların bu iki teknolojiye diğer teknolojilerden daha fazla önem vermesi gerekmektedir.

Ömürgönülşen, Çekiç & Ar (2019)	Lojistik, Endüstri 4.0, Bulanık DEMATEL	Nicel	Bulanık DEMATEL	Lojistik konusunda çalışan iki akademisyen ve Lojistik firmasından bir uzman	Lojistik firmalarının Endüstri 4.0'a uyum sürecinde dikkate alacakları faktörleri değerlendirmek.	Etkileyen faktörlerin, diğer faktörlere göre Endüstri 4.0'a uyum sürecini daha çok etkilediği, etkilenen faktörlerin ise uyum sürecinde daha çok etki altında kalan faktörler olarak değerlendirildiği tespit edilmiştir. Öncelik ve toplam etki (D+R), değerleri yüksek olan uyum yeteneği, sistem entegrasyonu ve dijitalleşme düzeyi diğer kriterlere göre lojistik firmalarının Endüstri 4.0'a uyum sürecinde kritik bir öneme sahiptir. Lojistik firmalarında kullanılan teknolojik altyapı ile iletişim ve bilgi teknolojilerinin düzeyi değişikliklere cevap verebilme kabiliyeti Endüstri 4.0'a uyum yeteneğini büyük oranda etkilediği tespit edilmiştir.
---------------------------------	---	-------	-----------------	--	---	--

						Ayrıca işletmeler için en önemli gereklilik, mevcut iş süreçlerini Endüstri 4.0'ın gerektirdiği yeni iş yapma modellerine göre dönüştürebilmeleridir.
İyigün (2019)	Lojistik, Büyük Veri, Tedarik Zinciri Teknolojisi, Nesnelerin İnterneti, Endüstri 4.0,	Nitel	Gözlem, sezgisel yaklaşım	Ulusal ve uluslararası veri tabanları	Büyük verinin tedarik zincirleri ve lojistik süreçleri üzerinde meydana getirebileceği olası etkiler ile yaratacağı fayda ve riskleri analiz etmek	Tedarik zincirlerinin gösterecekleri performans düzeyi ile teknoloji kullanım düzeyi arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Tedarik zincirlerine lojistik faaliyetlerini optimize etmede ihtiyaç duyulan verileri sağlayan büyük veri, aynı zamanda bu veri akışlarını sürekli hale getirerek, her duruma karşı hazırlıklı olmalarına ve anlık optimizasyon yapabilmelerine olanak sağlayabilecektir. Tedarik zincirleri lojistik faaliyetlerinde verimlilik ve etkinliklerini azaltan, kendilerine maliyet yaratan

						bütün süreçleri elimine edebileceklerdir.
Terzi, Gür & Eren (2020)	Endüstri 4.0, Sürdürülebilir TZY, IoT, Nesnelerin İnterneti, AAS, AHP	Nicel	Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Analitik Ağ Süreci	Türkiye’de küçük ve orta ölçekli işletmelerde lojistik ve tedarik zinciri alanlarındaki uzman kişiler	Endüstri 4.0 dönüşümü için nesnelerin internetini kullanarak sürdürülebilir bir tedarik zincirinde bulunan potansiyel fırsatları araştırmak.	İşletmelerin Endüstri 4.0’ a geçerken Ekonomik, Büyük veri, Müşteri yanıtını benimseme, Ortak Geliştirme ve Değer odaklı yatırım gibi kriterlerin ne anlama geldiğini göz önünde bulundurmaları ve bu kriterlerin belirttiği faaliyetleri uygulamaları gerekmektedir.
Taşel (2020)	Tedarik Zinciri Yönetimi, Dijital Tedarik Zinciri Yönetimi, Dijitalleşme, Uluslararası Ticaret, E-ticaret,	Nitel	Genel değerlendirme	-	Kavramsal bir çalışma ile dijital tedarik zinciri yaklaşımının e-ticaret açısından önemini vurgulamaktır.	Dijital Tedarik Zinciri, müşteriler, tedarikçiler ve çalışanlar arasındaki etkileşimi destekler ve zaman kaybını ortadan kaldırır. Tedarik zinciri süreçlerinin dijitalleşmesi, yeni teknolojilerin ve akıllı sistemlerin kullanılması işletmeler için kaynakların daha verimli kullanılması, müşterilerin ihtiyaçlarının

						karşılması ve rekabet edebilmeleri açısından oldukça önemlidir.
Karlı & Tanyaş (2020)	Lojistik Yönetimi, Lojistik 4.0, Endüstri 4.0, Dijital Dönüşüm, Akıllı Lojistik,	Nitel	Sistematiik haritalama	“Scopus” , “Web of Science” ve “Dergipark” veri tabanlarında yer alan 67 makale	2012-2020 yılları arasında akıllı lojistik konusuyla ilgili yapılan çalışmaların sistematiik bir derlemesini sunmak ve literatürdeki boşlukları ortaya koyarak gelecekte bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara önerilerde bulunmak	2015 yılı itibariyle akıllı lojistik ile ilgili yapılan çalışmaların sayısının arttığı, atıf sayısı açısından değerlendirildiğinde ise 2016, 2017 ve 2018 yıllarındaki çalışmalarda belirgin bir artışın olduğu görülmüştür. Çalışmalar türlerine göre değerlendirdiğinde derleme-anket ve tartışma makaleleri yoğunlukta gözlenmiştir. Çalışmalar konularına göre değerlendirildiğinde dijital dönüşüm olarak adlandırılan genel kapsayıcı çalışmaların daha fazla olduğu gözlenmiştir. Son olarak, dijital dönüşümün lojistik süreçlerine önemli

						katkılar sunduğu görülmüştür. Ayrıca şirketler arası tedarik zinciri bazında düşünüldüğünde dijital dönüşüm insan gücünün ne olacağı, siber ve fiziksel riskler, otomasyon hatlarında kimlerin sorumlu olacağı konusunda önemli güvenlik riskleri barındırdığı da gözlenmiştir.
Alkış, Piritini & Ertemel (2020)	Endüstri 4.0, Lojistik 4.0, Operasyonel Verimlilik	Nitel	Kappa Analizi, yarı yapılandırılmış derinlemesine mülakat, gözlem	Bir Alman, 2 Türk sermayeli lojistik işletmesinden üst ve orta düzey yöneticiler	Lojistik sektöründe Endüstri 4.0 uygulamalarının operasyonel verimliliğe etkisini incelemek.	Endüstri 4.0'la birlikte depoların etkin bir şekilde yönetimi sağlanarak depo kapasitesi arttırılabilmektedir. Üç işletme de sipariş yönetiminde etkin yazılımlar kullanarak verimliliklerini arttırmışlardır. Her üç işletmede hizmet kalitesini ve müşteri memnuniyetini arttırmaktadır. Ayrıca Endüstri 4.0 kullanımıyla işgücü maliyetleri, yakıt

						maliyetleri ve hata maliyetleri zalmaktadır.
Tekin, Öztürk & Bahar (2020)	Blokzincir, Akıllı Lojistik, Akıllı Kontratlar	Nitel	Genel değerlendirme	-	Akıllı lojistik faaliyetlerine Blokzincir teknolojisinin getirdiği yenilikleri ve farkındalıkları değerlendirmek.	Akıllı lojistik faaliyetlerinde Blokzincir teknolojisinin finansman aktarımı, ürün takibi, bilgi akışı gibi konularda kullanılmasıyla birlikte önemli değişiklikleri beraberinde getireceği ve farkındalık kazandıracağı düşünülmektedir. Akıllı lojistik işlemlerinin aracı kurumları Blokzincir teknolojisi sayesinde ortadan kalkmaktadır. Böylece işlemler daha kısa zamanda yapılmaktadır. Gelecekte Blokzincir teknolojisi, makine öğrenmesi ve nesnelerin internetinin lojistik alanında birçok yenilikler yapması beklenmektedir.

Göçmen (2020)	Lojistik 4.0, Taşıma Emniyeti ve Güvenliği, Bulanık Yaklaşım, AHP	Nicel	Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Bulanık yaklaşım	Ulaştırma sektöründe faaliyet gösteren bir lojistik firması	Lojistik zincirinde artan talepleri karşılama ve ürün veya hizmet sağlamak için en iyi lojistik hizmet sağlayıcısını seçmek.	Bulanık yaklaşımın sonuçlarına göre güvenlik ve emniyet en iyi kriterler iken, AHP sonuçlarına göre ise güvenlik ve kalite en iyi iki kriter olarak belirlenmiştir. Ayrıca güvenlik ve emniyet kriterleri ile Endüstri 4.0 uygulamalarının birleşimi en iyi lojistik hizmet sağlayıcısının seçilmesine olanak sağlamaktadır.
Karakoç, Eren & Özcan (2020)	Sürdürülebilir Tedarik Zinciri, Endüstri 4.0, Analitik Ağ Süreci,	Nicel	Analitik ağ süreci yöntemi	Medikal sektöründe görev yapan endüstri mühendisi, savunma ve havacılık sektöründe çalışan endüstri yüksek mühendisi, market zincirinde çalışan mağaza müdürü ve depo sorumlusu, tekstil sektöründe çalışan sistem mühendisi	Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde dijitalleşme yolunda karşılaşılan zorlukları analitik ağ süreci ile değerlendirmek.	Endüstri 4.0'a geçişte finansal yükün fazla olduğu, gerekli yatırım ve teşvik ortamının hazırlık sürecinde devlet desteğinin eksikliği, ürünlerin depoda beklemesi, atık yönetiminin yapılamaması, , bilgi paylaşımının yetersizliği, yavaş karar alma süreçleri ve gecikmesi, hedeflerdeki belirsizlikler, nitelikli işgücü istihdamı için finansal olanak sağlama ve

						şirket kültürü ve düzeninin yeni duruma karşı endişe duyması zorluğunun öncelikli olarak ilgilenilmesi gereken engeller arasında yer aldığı belirtilmiştir.
Aylak, Kayıkcı & Taş (2020)	Lojistik, Tedarik Zinciri, Dijitalleşme, Dijital Trend, Büyük Veri, Nesnelerin İnterneti	Nicel	Anket	Türkiye’de çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren 75 firma	Lojistik trendlerini belirlemek	Türkiye’deki firmaların e-ticaretin önemini anlamaları ve bu konuda gerekli yatırımları yapmaları ile birlikte dijital trendleri yakalama konusunda isteksiz oldukları görülmüştür. Endüstri 4.0’ın ne olduğunu tam olarak anlayıp tüm organizasyona yayabilmek için söz konusu organizasyonun dijital trendleri gerçekleştirme konusunda istekli olması gerekmektedir. Bunun için üst yönetimin desteği ve

						işgücü eğitimi de oldukça önemlidir.
Gedik (2021)	Tedarik zinciri, Tedarik zinciri yönetimi, Dijital tedarik zinciri, Endüstri 4.0, Endüstri 4.0 teknolojileri	Nitel	Genel Değerlendirme	-	Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim ve tedarik zinciri kapsamındaki etkilerine odaklanmak ve endüstri 4.0 hakkında teorik bir çerçeve oluşturmak.	Endüstri 4.0'ın tamamen uygulanması 15-20 yıl alacağı ve endüstri 4.0'ın uygulanması işletmelere maliyet, verimlilik, esneklik, kalite ve rekabet avantajı gibi faydalar sağlayacağı tespit edilmiştir. Ayrıca Endüstri 4.0'ın dijitalleştirme, süreç entegrasyonu ve otomasyon sağlayarak ve yeni analitik yetenekler getirerek envanter yönetimi, tedarik, üretim ve perakende gibi bireysel tedarik zinciri süreçlerinde büyük performans iyileştirmeleri sağlayacağı da tespit edilmiştir. Bu nedenle işletmelerin vakit kaybetmeden uygulamaları gerektiği bir konsept olduğu düşünülmektedir.

Demir, Gündüz & Paksoy (2022)	Endüstri 4:0, Akıllı ve Sürdürülebilir Tedarik Zincirleri, Hazırlık ve Olgunluk Düzeyi, Model Önerisi	Nicel	Anket, Örnek olay	Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firma	Sürdürülebilir ve akıllı tedarik zincirlerinin endüstri 4:0'a uyumunu ölçebilen bir olgunluk modeli önermek.	Çalışmada her bir Endüstri 4.0 aracının sürdürülebilirlik boyutlarına ne derece adapte olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Arttırılmış gerçeklik ve eklemeli imalat sürdürülebilirliğin sosyal ve çevresel boyutlarında düşük olgunluk skoru alırken, ekonomik boyutunda daha yüksek skor almıştır. Benzer şekilde, yapay zeka her üç boyut için çok düşük olgunluk seviyesinde iken, yapay ve dikey sistem entegrasyonu yüksek olgunluk seviyesinde kalmıştır.
-------------------------------------	---	-------	----------------------	---	---	---

Makaleler incelendiğinde, 5 makalede çok kriterli karar verme yöntemleri, 4 makalede genel değerlendirme, 2 makalede gözlem, 3 makalede anket, 1 makalede sistematik haritalama ve 3 makalede ise mülakat yönteminin kullanıldığı görülmüştür.

Öztemel & Gürsev (2018)'in Türkiye'de faaliyet gösteren lojistik firmaları üzerinde ve Aylak, Kayıkcı & Taş (2020)'nin Türkiye'de çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren 75 firma üzerinde nicel araştırma yöntemlerinden anket tekniğiyle gerçekleştirdikleri çalışmalar benzer sonuçlar vermiştir. Her iki çalışmanın da araştırma bulgularına göre Endüstri 4.0'ın tam olarak doğru algılanmadığı tespit edilmiştir.

3.3. Yayınların Konulara Göre Dağılımı

Makaleler derleme ve anket çalışması, tartışma çalışmaları, teorik çözümler ve pratik çözümler olmak üzere dört kategoriye göre sınıflandırılmıştır (Liao & ark., 2017):

Derleme ve Anket Çalışmaları: Lojistik ve tedarik zinciri alanında endüstri 4.0 uygulamalarını içeren derleme ve anket çalışmalarını kapsamaktadır.

Tartışma Çalışmaları: Lojistik ve tedarik zinciri alanında endüstri 4.0 uygulamaları ile ilgili zorlukları, sorunları ve trendleri dikkate alan çalışmaları kapsamaktadır.

Teorik Çözümler: Lojistik ve tedarik zinciri alanında endüstri 4.0 uygulamaları ile ilgili araştırma problemlerini tanımlayan ve bazı kavramsal veya teorik çözümler öneren, ancak herhangi bir laboratuvar deneyi veya endüstriyel uygulama içermeyen çalışmaları kapsamaktadır.

Pratik Çözümler: Lojistik ve tedarik zinciri alanında endüstri 4.0 uygulamaları ile ilgili kavramsal veya teorik çözümlerin yanı sıra, katkı kapsamında endüstriyel bir uygulamanın da sunulduğu çalışmaları kapsamaktadır.

Tablo 2: Makalelerin Konulara ve Türlerine Göre Dağılımı

	Dijital Dönüşü m	Endüstri 4.0 Teknolojiler i	Taşımacılı k	Depo Yönetim i	Topla m
Derleme ve Anket	4	3			7
Tartışm a	3	6		2	11
Teorik Çözüm			1		1
Pratik Çözüm	1				1

Tablo 2’ye göre Lojistik ve tedarik zinciri alanında endüstri 4.0 konusu ile ilgili makaleleri türlere göre sıraladığımızda 11 tartışma çalışması, 7 derleme ve anket çalışması, 1 teorik çözüm çalışması ve 1 pratik çözüm çalışması bulunmaktadır. Lojistik ve tedarik zinciri alanında endüstri 4.0 çalışmalarını değerlendirdiğimizde 8 dijital dönüşüm, 1 taşımacılık, 2 depo yönetimi, 8 bilgi iletişim teknolojileri çalışması bulunmaktadır.

Derleme ve Anket Çalışmalarında; Dijital dönüşüm alanında 6 derleme ve anket çalışması bulunmaktadır. Yıldız (2018) Dijital tedarik zincirinin genel yapısını anlatmıştır. Öztemel & Gürsev (2018) yaptıkları anket çalışması ile Türkiye’de yeni toplumsal dönüşüm sürecinde lojistik sektörünün aktif bir şekilde yol alabilmesinde rehberlik edecek bulguları sunmaya çalışmışlardır. Taşel (2020) kavramsal bir çalışma ile dijital tedarik zinciri yaklaşımının e-ticaret açısından önemini vurgulamaya çalışmıştır. Karlı & Tanyaş (2020) yılında yaptıkları çalışmada, 2012-2020 yılları arasında akıllı lojistik konusuyla ilgili yapılan çalışmaların sistematik bir derlemesini sunmuşlardır. Gedik (2021) Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim ve tedarik zinciri kapsamındaki etkilerine odaklanmış ve endüstri 4.0 hakkında teorik bir çerçeve

oluşturmaya çalışmıştır. Demir, Gündüz & Paksoy (2022) sürdürülebilir ve akıllı tedarik zincirlerinin endüstri 4:0'a uyumunu ölçebilen bir olgunluk modeli önerisi sunmaya çalışmışlardır.

Teorik Çözüm Çalışmalarında; Taşımacılık alanında yalnızca 1 teorik çözüm çalışması bulunmaktadır. Göçmen (2020) taşımacılık alanında yaptığı teorik çözüm çalışmasında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Bulanık yaklaşım yöntemleri ile lojistik zincirinde en iyi lojistik hizmet sağlayıcısını seçmiştir.

Pratik Çözüm Çalışmalarında; Dijital dönüşüm alanında yapılan tek pratik çözüm çalışmasında, Ömürgönülşen, Çekiç & Ar (2019) Bulanık DEMATEL yöntemi ile lojistik firmalarının endüstri 4.0'a uyum sürecinde dikkate alacakları faktörleri değerlendirmişlerdir.

Tartışma Çalışmalarında; Dijital dönüşüm alanında 3 tartışma çalışması bulunmaktadır. Ünal ve Saygılı (2019) Endüstri 4.0 ile gelişen dijital dönüşüm sürecinin bileşenlerinden olan 3D ve 4D baskının tedarik zinciri yönetiminde üretim, tedarik, satın alma, depolama ve taşıma süreçlerine yönelik muhtemel etkilerini değerlendirmişlerdir. Karakoç, Eren & Özcan (2020) sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde dijitalleşme yolunda karşılaşılan zorlukları analitik ağ süreci ile değerlendirmişlerdir. Terzi, Gür & Eren (2020) Endüstri 4.0 dönüşümü için nesnelerin internetini kullanarak sürdürülebilir bir tedarik zincirinde bulunan potansiyel fırsatları araştırmışlardır. Endüstri 4.0 teknolojileri alanında 6 tartışma çalışması bulunmaktadır. İyigün & Görçün (2019) Tedarik zinciri ve lojistik alanında var olan yaklaşımlara ve gelişmelere odaklanarak, lojistik faaliyetlerinin yakın bir gelecekte oynayabileceği yeni rolleri belirlemeye çalışmışlardır. Abdurrahman & Çeken (2019) hem IoT destekli bir soğuk zincir lojistik yönetim sistemi tasarlamak hem de RFID ve WSN gibi IoT sağlayan teknolojileri kullanan sıcaklığa duyarlı ürünlerin raf ömrünü tahmin etmeye çalışmışlardır. İyigün (2019) Büyük verinin tedarik zincirleri ve lojistik süreçleri üzerinde meydana getirebileceği olası etkiler ile yaratacağı fayda ve riskleri analiz etmiştir. Büyüközkan & Güler

(2019) lojistik 4.0 kapsamında, işletmelerin ileri teknolojilere yönelik beklentilerini belirleyerek teknoloji analizi için etkin bir yöntem sunmaya çalışmışlardır. Aylak, Kayıkcı & Taş (2020) Lojistik trendlerini belirlemeye çalışmışlardır. Tekin, Öztürk & Bahar, (2020) Akıllı lojistik faaliyetlerine blokzincir teknolojisinin getirdiği yenilikleri ve farkındalıkları değerlendirmişlerdir. Depo yönetimi alanında 2 çalışma bulunmaktadır. Alkış, Piritini & Ertemel (2020) Kappa Analizi, yarı yapılandırılmış derinlemesine mülakat ve gözlem yöntemlerini kullanarak lojistik sektöründe endüstri 4.0 uygulamalarının operasyonel verimliliğe etkisini incelemişlerdir. Karagöz & Doyduk (2018) derinlemesine mülakat ve SWOT Analizini kullanarak Türkiye’de lojistik hizmeti sunan firmaların lojistik 4.0’a bakış açılarını ve uygulama düzeylerini belirlemeye çalışmışlardır.

3.4. Örneklem Sayısı ve Özellikleri

Tedarik zinciri ve lojistik alanında endüstri 4.0 konusundaki makaleler genelde birincil verilerle, sadece bir çalışma (Ünal & Saygılı, 2019) birincil veri ve ikincil veri ile birlikte gerçekleştirilmiştir. Yapılan araştırmalar genel olarak firma bazında yapılmış olup örneklem büyüklükleri 1 ile 75 arasında değişmektedir. Anahtar kelimeler itibariyle araştırmalar incelendiğinde “dijital dönüşüm”ün odak noktası olduğu görülmektedir.

Endüstri 4.0’ın lojistik alanında uygulanması konusunda yapılan çalışmalar ağırlıkta iken, bu araştırma kapsamında firmaların endüstri 4.0’a uyum sürecinde firmalara rehberlik edecek faktörleri değerlendiren iki çalışmaya (Öztemel & Gürsev, 2018; Ömürgönülşen, Çekiç & Ar, 2019) rastlanmıştır. Çalışmaların yedisi görgüldür. Görgül araştırmalar, tipik olarak verilerin sistematik olarak toplanmasını ve analizini içerir. Nicel araştırmalarda sayısal, nitel araştırmalarda ise sayısal olmayan veriler aracılığıyla bilgi toplamak için kullanılır (Dan, 2017). Karagöz & Doyduk (2018) lojistik hizmeti sunan 10 işletme üzerinde derinlemesine mülakat ve SWOT analizi gerçekleştirmiştir. Aylak, Kayıkcı & Taş (2020)

Türkiye’de çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren 75 firmaya anket uygulanmıştır. Kappa analizinin yapıldığı Alkış, Piritini & Ertemel (2020) çalışmasında ise bir Alman, 2 Türk sermayeli lojistik işletmesinde orta ve üst düzey yöneticilere yarı yapılandırılmış derinlemesine mülakat ve gözlem yapılmıştır.

Görgül 7 araştırmadan ikisi hariç örneklem hedefinin hangi kriterlerin dikkate alınarak seçildiği açıkça belirtilmemiştir. Örneklem seçimindeki belirsizlik lojistik ve tedarik zincirinde endüstri 4.0 konusundaki çıkarımların genellenebilirlik özelliğini zedelemektedir.

3.5. Temel Alınan Teoriler

Makaleler incelendiğinde, 1 makale hariç diğerlerinin herhangi bir teoriye atıf yapmadığı görülmüştür. Bu durum Türkiye’de lojistik ve tedarik zincirinde endüstri 4.0 alanyazının başlangıç aşamasında olduğunu göstermektedir. Alkış, Piritini & Ertemel (2020), gömülü teori kapsamında bir Alman, 2 Türk sermayeli lojistik işletmesinden üst ve orta düzey yöneticilere yarı yapılandırılmış derinlemesine mülakat ve gözlem yaparak lojistik sektöründe endüstri 4.0 uygulamalarının operasyonel verimliliğe etkisini incelemiştir. Glaser ve Strauss (1967) tarafından geliştirilen gömülü teori, verilerin sistemli bir şekilde toplanıp analiz edilmesi yoluyla yeni bir teoriye ulaşmayı amaçlayan tümevarımsal bir yöntemdir (Tanyaş, 2014). Bir çalışmada gömülü teoriyi kullanmak hem çalışmanın araştırma sürecini kontrol etmeye hem de çalışmanın analitik gücünü arttırmaya yardımcı olmaktadır (Bulduklu, 2019).

3.6. Araştırmaların Amaçları

Alanyazın kapsamında ele alınan ilk çalışmalar 2018 yılında yapılmıştır. Lojistik ve tedarik zincirinde endüstri 4.0’ı inceleyen çalışmalar, araştırma amaçları itibariyle sınıflandırıldığında aşağıdaki başlıklar ön plana çıkmıştır:

- Dijital tedarik zincirinin genel yapısı (Yıldız, 2018).

- Türkiye’de yeni toplumsal dönüşüm sürecinde lojistik sektörünün aktif bir şekilde yol alabilmesinde rehberlik edecek bulgular (Öztemel & Gürsev, 2018).
- Türkiye’de lojistik hizmeti sunan firmaların lojistik 4.0’a bakış açıları ve uygulama düzeyleri (Karagöz % Doyduk, 2018).
- Endüstri 4.0’ın tedarik zincirleri ve lojistik süreçleri üzerinde meydana getirebileceği olası etkiler (İyigün, 2019).
- Lojistik 4.0 kapsamında, işletmelerin ileri teknolojilere yönelik beklentileri (Büyükożkan & Güler, 2019).
- Lojistik firmalarının endüstri 4.0’a uyum sürecinde dikkate alacakları faktörler (Ömürgönülşen Ömürgönülşen, Çekiç & Ar, 2019).
- Dijital dönüşüm sürecinin tedarik zinciri yönetiminde üretim, tedarik, satın alma, depolama ve taşıma süreçlerine yönelik muhtemel etkileri (Ünal % Saygılı, 2019).
- Lojistik faaliyetlerinin yakın bir gelecekte oynayabileceği yeni roller (İyigün & Görçün, 2019).
- IoT destekli bir soğuk zincir lojistik yönetim sistemi tasarlamak, RFID ve WSN gibi IoT sağlayan teknolojileri kullanan sıcaklığa duyarlı ürünlerin raf ömrünü tahmin etmek (Abdurrahman & Çeken, 2019).
- Dijital tedarik zinciri yaklaşımının e-ticaret açısından önemi (Taşel, 2020).
- 2012-2020 yılları arasında akıllı lojistik konusuyla ilgili yapılan çalışmaların sistematik bir derlemesi (Karlı & Tanyaş, 2020).
- Lojistik zincirinde en iyi lojistik hizmet sağlayıcısını seçmek (Göçmen, 2020).
- Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde dijitalleşme yolunda karşılaşılan zorluklar (Karakoç, Eren & Özcan, 2020).

- Endüstri 4.0 dönüşümü için nesnelerin internetini kullanarak sürdürülebilir bir tedarik zincirinde bulunan potansiyel fırsatları araştırmak (Terzi, Gür & Eren, 2020).
- Lojistik trendlerini belirlemek (Aylak, Kayıkcı & Taş, 2020).
- Akıllı lojistik faaliyetlerine blokzincir teknolojisinin getirdiği yenilikler ve farkındalıklar (Tekin, Öztürk & Bahar, 2020).
- Lojistik sektöründe endüstri 4.0 uygulamalarının operasyonel verimliliğe etkisi (Alkış, Piritini & Ertemel, 2020).
- Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim ve tedarik zinciri kapsamındaki etkileri (Gedik, 2021).
- Sürdürülebilir ve akıllı tedarik zincirlerinin endüstri 4.0'a uyumu (Demir, Gündüz & Paksoy, 2022).

Yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak lojistik süreçlerinde endüstri 4.0 uygulamalarına odaklandığı, tedarik zinciri kapsamında ele alınan çalışmalarda ise dijital dönüşümün odak noktası olduğu görülmektedir.

3.7. Araştırmanın Sonuçları

Öztemel & Gürsev (2018) Türkiye’de faaliyet gösteren lojistik firmalarından havayolu ve demiryolu işletmecileri, Ulaştırma Bakanlığı Kara Ulaştırması Genel Müdürlüğü’nden L1 ve L2 hizmet belgelerine sahip firmalar, Lojistik 4.0 üzerine araştırma yapan uzmanlara uyguladıkları anket çalışması sonucunda sektör genelinde endüstri 4.0 yaklaşımının doğru algılanmadığını ve bazı teknolojik bileşenlerin olumsuz görüşlere neden olduğunu tespit etmişlerdir. Yıldız (2018)’a göre tedarik zinciri yönetimi bölümlerinin kendi içlerindeki süreçlerin tamamının dijital ortama taşınmasından, tedarikçilerle yapılan işbirliğinin dijital ortamda yürütülmesine kadar, mümkün olan süreçlerin tümünün dijital ortamlara taşınması gerekmektedir. Karagöz & Doyduk (2018) lojistik hizmeti sunan 10 işletmeye yaptıkları mülakat sonucunda Türkiye’de lojistik hizmeti sunan işletmelerin yeniliğe açık

olmadıklarını ve teknolojiye yapılan yatırımı büyük maliyet olarak gördüklerini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte endüstri 4.0 uygulanmasa da bu konuda AR-GE çalışmalarının devam ettiğini ve yapılan SWOT analizi sonucunda da endüstri 4.0 ile ilgili yöneticilerin daha derin bir bakış açısına sahip olmaları gerektiğini belirtmişlerdir.

İyigün & Görçün (2019)'e göre ayakta kalmak isteyen işletmelerin, teknoloji ve optimizasyon uygulamalarından en üst düzeyde fayda sağlanacak şekilde sistemlerine entegre etmeleri gerekmektedir. Ünal & Saygılı (2019) 4D baskı kullanımının tedarik zinciri yönetimine; maliyet tasarrufu sağlaması, karlılık, hız, üretimde daha yüksek standartlaşmaya yönelik rekabet ortamı sağlaması ve çalışan verimliliğini artırması gibi olumlu etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. Abdurahman & Çeken (2019) nesnelerin internetiyle destekli soğuk zincir sistemlerinin sıcaklığa duyarlı ürünlerle ilgili olarak yönetmek, izlemek, gerçek zamanlı veri almak ve anormal olayları belirlemek için büyük bir potansiyele sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ömürgönülşen, Çekiç & Ar, (2019) Öncelik ve toplam etki (D+R), değerleri yüksek olan uyum yeteneği, sistem entegrasyonu ve dijitalleşme düzeyi diğer kriterlere göre lojistik firmalarının endüstri 4.0'a uyum sürecinde kritik bir öneme sahiptir. Lojistik firmalarında kullanılan teknolojik altyapı ile iletişim ve bilgi teknolojilerinin düzeyi değişikliklere cevap verebilme kabiliyeti endüstri 4.0'a uyum yeteneğini büyük oranda etkilediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca işletmeler için en önemli gereklilik, mevcut iş süreçlerini endüstri 4.0'ın gerektirdiği yeni iş yapma modellerine göre dönüştürebilmeleridir. Büyükoğkan & Güler (2019) yaptıkları çalışma sonucunda lojistik sektörü açısından firma beklentileri dikkate alındığında nesnelerin interneti ve büyük veri teknolojilerinin firmalara önemli etkilerinin olduğunu tespit etmişlerdir. Bu nedenle de lojistik 4.0'ı uygulamak isteyen firmaların bu iki teknolojiye diğer teknolojilerden daha fazla önem vermesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Karakoç, Eren & Özcan, (2020) endüstri 4.0'a geçişte finansal yükün fazla olduğunu, hazırlık sürecinde devlet desteğinin

eksik olduğunu, atık yönetiminin yapılamadığını, ürünlerin depoda beklemesinin, yavaş karar alma süreçlerinin, bilgi paylaşımının yetersizliğinin ve gecikmesinin, şirket kültürü ve düzeninin yeni duruma karşı endişe duymasının, hedeflerdeki belirsizliklerin, nitelikli işgücü istihdamı için finansal olarak sağlama zorluğunun öncelikli olarak ilgilenilmesi gereken engeller arasında yer aldığını belirtilmişlerdir. Terzi, Gür & Eren, (2020) işletmelerin endüstri 4.0' a geçerken ekonomik, büyük veri, müşteri yanıtını benimseme, ortak geliştirme ve değer odaklı yatırım gibi kriterlerin ne anlama geldiğini göz önünde bulundurmaları ve bu kriterlerin belirttiği faaliyetleri uygulamaları gerektiğini ifade etmişlerdir. Taşel (2020)'e göre dijital tedarik zinciri, müşteriler, tedarikçiler ve çalışanlar arasındaki etkileşimi destekler ve zaman kaybını ortadan kaldırır. Ayrıca tedarik zinciri süreçlerinin dijitalleşmesi, yeni teknolojilerin ve akıllı sistemlerin kullanılması işletmeler için kaynakların daha verimli kullanılması, müşterilerin ihtiyaçlarının karşılanması ve rekabet edebilmeleri açısından oldukça önemlidir.

Karlı & Tanyaş (2020) sistematik haritalama yöntemiyle yaptıkları çalışma sonucunda 2015 yılı itibariyle akıllı lojistik ile ilgili yapılan çalışmaların sayısının arttığını, atıf sayısı açısından değerlendirildiğinde ise 2016, 2017 ve 2018 yıllarındaki çalışmalarda belirgin bir artışın olduğunu görmüşlerdir. Çalışmalar konularına göre değerlendirildiğinde dijital dönüşüm olarak adlandırılan genel kapsayıcı çalışmaların daha fazla olduğunu ve dijital dönüşümün lojistik süreçlerine önemli katkılar sunduğunu tespit etmişlerdir. Alkış, Pitini & Ertemel (2020) bir Alman, 2 Türk sermayeli lojistik işletmesine yaptıkları mülakat ve gözlem sonucunda endüstri 4.0'la birlikte depoların etkin bir şekilde yönetiminin sağlanmasıyla depo kapasitesini arttırabileceğini ve endüstri 4.0 kullanımıyla işgücü maliyetlerinin, hata maliyetlerinin ve yakıt maliyetlerinin azaltılabileceğini tespit etmişlerdir. Üç işletme de hizmet kalitesini, müşteri memnuniyetini ve sipariş yönetiminde etkin yazılımlar kullanarak verimliliklerini arttırmışlardır.

Aylak, Kayıkcı & Taş, (2020) tarafından yapılan çalışma sonucunda Türkiye’deki firmaların e-ticaretin önemini anlamaları ve bu konuda gerekli yatırımları yapmaları ile birlikte dijital trendleri yakalama konusunda isteksiz oldukları görülmüştür. Endüstri 4.0’ın ne olduğunu tam olarak anlayıp tüm organizasyona yayabilmek için söz konusu organizasyonun dijital trendleri gerçekleştirme konusunda istekli olması gerekmektedir. Bunun için üst yönetimin desteği ve işgücü eğitimi de oldukça önemlidir. Göçmen (2020)’in kullandığı bulanık yaklaşımın sonuçlarına göre güvenlik ve emniyet kriterleri ile endüstri 4.0 uygulamalarının birleşimi en iyi lojistik hizmet sağlayıcısının seçilmesine olanak sağlamaktadır. Tekin, Öztürk & Bahar, (2020)’a göre akıllı lojistik faaliyetlerinde blokzincir teknolojisinin finansman aktarımı, ürün takibi, bilgi akışı gibi konularda kullanılmasıyla birlikte önemli değişiklikleri beraberinde getirecek ve farkındalık kazandıracaktır. Akıllı lojistik işlemlerinin aracı kurumları blokzincir teknolojisi sayesinde ortadan kalkmasıyla birlikte işlemler daha kısa zamanda yapılmaktadır.

Gedik (2021)’e göre endüstri 4.0’ın tamamen uygulanması 15-20 yıl alacaktır ve endüstri 4.0’ın uygulanması işletmelere verimlilik, maliyet, kalite, esneklik ve rekabet avantajı gibi faydalar sağlayacaktır. Demir, Gündüz & Paksoy (2022) otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firma üzerinde yaptıkları anket çalışmasında her bir Endüstri 4.0 aracının sürdürülebilirlik boyutlarına ne derece adapte olduğunu belirlemeye çalışmışlar. Sonuç olarak arttırılmış gerçeklik ve eklemeli imalatın sürdürülebilirliğin sosyal ve çevresel boyutlarında düşük olgunluk skoru, ekonomik boyutunda ise daha yüksek skor aldığını bulmuşlardır. Benzer şekilde, yapay zeka her üç boyut için çok düşük olgunluk düzeyinde iken, dikey ve yapay sistem entegrasyonunun yüksek olgunluk seviyesinde kaldığını bulmuşlardır.

5. SONUÇ

Bu çalışmanın amacı lojistik ve tedarik zincirinde endüstri 4.0 konusunda yazın taraması yaparak bu alandaki mevcut çalışmaların durumunu ortaya koymaktır. Bu amaçla TR Dizin

kapsamında yer alan akademik dergilerde odak noktası lojistik ve tedarik zincirinde endüstri 4.0 olan bilimsel makaleler sistematik yazın taraması yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Tarama sonucunda belirlenen 19 adet makale yazar/lar, anahtar kelimeler, araştırma türü, veri toplama ve analizi yöntemleri, örnekleme, örneklem sayısı ve özellikleri, araştırmanın amacı, konuları, bulguları ve araştırmada temel alınan teori itibariyle özetlenmiştir.

Alanyazın kapsamında ele alınan ilk çalışmaların 2018 yılında yapıldığı görülmektedir. Çalışmalar türlerine göre değerlendirildiğinde tartışma çalışmaları yoğunlukta olup bunu derleme-anket çalışmaları takip etmektedir. Bu durumun temel sebebi olarak, endüstri 4.0'ın lojistik ve tedarik zinciri kavramlarıyla bir arada kullanılmasının henüz yeni olması ve bu alanda endüstriyel uygulamalar sunacak kadar yoğun uygulamaların olmadığı düşünülmektedir. Çalışmalar konu bakımından değerlendirildiğinde dijital dönüşüm kavramını odak noktası olarak ele alan makalelerin yoğunlukta olduğu ve bunu bilgi iletişim teknolojilerinin takip ettiği görülmektedir.

Makaleler kullanılan yöntem itibariyle incelendiğinde nitel yöntemlerin ağırlıkta olduğu görülmektedir. Yapılan araştırmalar genel olarak firma bazında yapılmış olup örneklem büyüklükleri 1 ile 75 arasında değişmektedir. Görgül 7 araştırmadan ikisi hariç örneklem hedefinin hangi kriterlerin dikkate alınarak seçildiği açıkça belirtilmemiştir. Örneklem seçimindeki belirsizlik lojistik ve tedarik zincirinde endüstri 4.0 konusundaki çıkarımların genellenebilirlik özelliğini zedelemektedir.

Makaleler temel alınan teori bakımından incelendiğinde, 1 makale hariç diğerlerinin herhangi bir teoriye atıf yapmadığı görülmüştür. Bu durum Türkiye'de lojistik ve tedarik zincirinde endüstri 4.0 alanyazının başlangıç aşamasında olduğunu göstermektedir. Araştırma amaçları izlendiğinde yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak lojistik süreçlerinde endüstri 4.0 uygulamalarına odaklandığı görülmektedir. Tedarik zinciri kapsamında ele alınan çalışmalarda ise dijital dönüşümün odak

noktası olduğu görülmektedir. Araştırma sonuçları itibariyle Türkiye’de lojistik hizmeti sunan işletmelerin yeniliğe açık olmadığı, endüstri 4.0 yaklaşımının doğru algılanmadığı, endüstri 4.0’a geçişte finansal yükün fazla olduğu, hazırlık sürecinde devlet desteğinin eksik olduğu, bazı teknolojik bileşenlerin olumsuz görüşlere neden olduğu ve teknolojiye yapılan yatırımın büyük maliyet olarak görüldüğü gözlenmiştir. Ancak ayakta kalmak isteyen işletmelerin, mümkün olan tüm süreçlerini dijital ortama taşıması gerekmektedir. Lojistik süreçlerine endüstri 4.0’ı entegre etmek isteyen işletmelerin nesnelerin interneti ve büyük veri teknolojilerine diğer teknolojilerden daha fazla önem vermeleri gerektiği görülmüştür. İşletmeler tedarik zinciri ve lojistik süreçlerinde endüstri 4.0’ı uygulayarak maliyet, verimlilik, esneklik, kalite ve rekabet avantajı gibi faydalar sağlayabileceklerdir.

Bu çalışma literatürdeki çalışma alanlarının sistematik bir şekilde sıralanarak boşlukların belirlenmesi ve gelecekte bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara öneriler sunması bakımından literatüre katkı sağlamaktadır.

6. GELECEKTEKİ ÇALIŞMALARA VE UYGULAYICILARA ÖNERİLER

Tedarik zinciri ve lojistik alanında endüstri 4.0 kavramının hem yeni olması hem de son yıllarda önem kazanmış olması çoğu kaynağı kavramsal değerlendirmelere ve teknoloji temelli modeller önermeye yönelmektedir (Karlı ve Tanyaş, 2020: 625). Alanyazın taraması sonucu elde edilen makaleler incelendiğinde gelecekteki çalışmalara ilişkin aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- İşletmelerin tedarik zincirlerini dijital olarak nasıl entegre etmeleri gerektiğine dair değerlendirmeler yapılabilir (Tjahjono & ark., 2017).
- Artırılmış gerçeklik teknolojisinde, veri madenciliğinde ve otonom sistemlerde lojistik uygulamaları daha detaylı bir şekilde araştırılabilir (Öztemel & Gürsev, 2018).

- Nicel analiz yöntemleri kullanılarak 4D baskı kullanımının tedarik zinciri yönetimine etkileri araştırılabilir (Ünal ve Saygılı, 201).
- Tedarik zinciri süreçlerini etkileyen örgütsel ve kültürel faktörlerin araştırılmasına odaklanabilir (Fatorachian & Kazemi 2019).
- İşletmelerin tedarik zincirlerini dijital olarak nasıl entegre etmeleri gerektiğine dair değerlendirmeler yapılabilir (Tjahjono & ark., 2017).
- KOBİ'lerin Endüstri 4.0'a geçebilmeleri ve bunu işletmelerinde etkin bir şekilde uygulayabilmeleri adına çalışmalar yapılabilir (Alkış, Piritini & Ertemel, 2020).
- Literatürde şuan için az olmakla birlikte son zamanlarda giderek artan Lojistik 4.0 ile ilgili çalışmaların gelecekte zenginleştirilebilir (Karagöz & Doyduk, 2020).
- Türk endüstrisinin Endüstri 4.0 kavramını algılama ve uygulama konusunda ne durumda olduğunu ölçecek uygulamaların sayısı arttırılabilir (Aylak, Kayıkcı & Taş, 2020).
- Sürdürülebilir tedarik zincirine Endüstri 4.0 etkisi çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilebilir (Terzi, Gür & Eren, 2020).
- Dijital dönüşüm kavramını makineler arası iletişim, otonom, akıllılık gibi teknolojilerin deneysel çalışmalarda tedarik zinciri entegrasyonuna etkileri analiz edilebilir (Karlı & Tanyaş, 2020).
- İşletmelerin tedarik zinciri ve lojistik süreçlerinde endüstri 4.0'a bakış açıları veya uygulama düzeyleri değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

Abdurahman, D. & Çeken, C. (2019). Simulation Modeling of An IoT Based Cold Chain Logistics Management System, *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*, 2(2), 89-100.

Aksay, B. (2018) Türkiye’de Kadın Girişimciliğinin Son 10 Yılı: Alanyazın Taraması Ve Öneriler, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 35, 35-51.

Alkış, G. & Piritini, S. Ertemel A. V. (2020). Lojistik Sektöründe Endüstri 4.0 Uygulamalarının Operasyonel Verimliliğe Etkisi, *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(1), 371-395.

Ataman, G. (2002). Tedarik Zinciri ve Yöntemi: Değişim Mühendisliği ve Dış Kaynaklardan Yararlanma İlişkisi Üzerine Bir İrdeleme, *Öneri Dergisi*, 5(17), 35-42.

Aylak, B. L., Kayıkcı Y. & Taş M. A. (2020). Türkiye’de Lojistik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin Dijital Trendlerinin İncelenmesi, *Journal of Yasar University*, Volume: 15(57), 98-116.

Bayhan, M. (2021). “Industry 4.0 Vision to Reach The Lean-Six Sigma Targets”. Language, Culture, Art And Politics in The Changing World. (Editörler: ÖGEYİK, M.C., UZUN, K.) NKM Yayın Grubu Literatürk Academia, ISBN :978-625-7606-10-3.

Baretto, L., Amaral A. & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview, *Procedia Manufacturing*, 13, 1245–1252.

Bulduklu, Y. (2019). Eleştirel Çalışmalarda Nitel Araştırma Yöntemi Olarak Gömülü Teori, *Kritik İletişim Çalışmaları Dergisi*, 1(1), 1-14.

Büyüközkan, G. & Güler, M. (2019). Lojistik 4.0 Teknolojilerinin Analizi için Metodolojik Yaklaşım, *Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi*, 8(1), 21-47.

Dan, V. (2017). Empirical and Non-Empirical Methods, *Researchgate*, 1, 1-4.

Demir, S., Gündüz, M. A. & Paksoy T (2022). Akıllı ve Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetiminin Hazırlık ve Olgunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi için Geometrik Ortalamaya Dayalı Yeni Bir Model Önerisi, *Journal of Transportation and Logistics*, 7(1), 95-115.

Fatorachian, H. & Kazemi H. (2019). Impact of Industry 4.0 on supply chain performance, *The Management of Operations*, 32(1), 63-81.

Gedik, Y. (2021). Endüstri 4.0 Teknolojilerinin ve Endüstri 4.0'ın Üretim ve Tedarik Zinciri Kapsamındaki Etkileri: Teorik Bir Çerçeve, *Journal of Emerging Economies And Policy*, 6(1), 248-264.

Grant, M. J. & Booth, A. (2009). A Typology of Reviews: An Analysis of 14 Review Types and Associated Methodologies, *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91-108.

Göçmen, E. (2020). Evaluation of Logistics 4.0 Potentials Based On Transportation Safety and Security for a Logistics Company, *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(4), 2508-2519.

Gürel, H. & Gürel, S. A. (1998). Pelvik Relaksasyon ve Risk Faktörleri: Lojistik Regresyon Analizi Sonuçları, *Medical Network Klinik Bilimler ve Doktor*, 4(6), 910-912.

Güven, A. C. & Keçeci, B. (2020). Endüstri Mühendisliği Perspektifinden Akıllı Ulaşım Sistemleri Üzerine Sistemik Bir Literatür Taraması, *Journal of Turkish Operations Management*, 4(1), 378-387.

Henry, C., Foss L. & Ahl, H. (2016). Gender and Entrepreneurship Research: A Review of Methodological Approaches, *International Small Business Journal*, 34(3), 217-241.

Holubcık, M., Koman G. & Soviar J. (2021). Industry 4.0 in Logistics Operations, *Transportation Research Procedia*, 53, 282–288.

İyigün, İ. & Görçün, Ö. F. (2019). Endüstri 4.0: Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminde Teknoloji Kullanımı Eğilimleri, *Ekev Akademi Dergisi*, Özel Sayı, 119-134.

İyigün, İ. (2019). Lojistik ve Tedarik Zinciri Süreçlerinde Büyük Veri Kullanımı ve Etkilerinin Analizi, *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(19), 96-105.

Karagöz, B. & Doyduk H. B. (2019). Lojistik 4.0 Uygulamaları ve Lojistik Firmalarının Bakış Açısı, *İnsan&İnsan*, 7(23), 37-51.

Karakoç, N., Eren, T. & Özcan, E. (2020). Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi İçin Endüstri 4.0’ Daki Zorlukların Değerlendirilmesi, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 31(2), 215-233.

Karl, H. & Tanyaş, M. (2020). Lojistik Yönetiminin Dijital Dönüşümü: Akıllı Lojistik Üzerine Sistematiik Literatür Haritalaması, *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 613-632.

Lee, H. L. & Billington, C. (1992). Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities, *MIT Sloan Management Review*, 33(3), 65-73.

Liao, Y., Loures, E. R., Deschamps, F. & Ramos, L. F. (2017). Past, Present And Future Of Industry 4.0 - A Systematic Literature Review And Research Agenda Proposal, *International Journal of Production Research*, Volume: 55(1), 1-21.

Luthra, S. & Mangla S. K., (2018). Evaluating Challenges to Industry 4.0 Initiatives For Supply Chain Sustainability in Emerging

Economies, *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 168-179.

Ovacı, C. (2017). Endüstri 4.0 Çağında Açık İnovasyon, *Maliye Finans Yazıları*, Özel Sayı, 113-131.

Ömürgönülşen, M., Çekiç B. & Ar, İ., M. (2019). Lojistik Firmalarında Endüstri 4.0 Uyum Sürecinde Dikkate Alınacak Faktörlerin Bulanık Dematel Yöntemi İle Değerlendirilmesi, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, Özel Sayı, 167-184.

Öztemel, E. & Gürsev S. (2018). Türkiye’de Lojistik Yönetiminde Endüstri 4.0 Etkileri ve Yatırım İmkanlarına Bakış Üzerine Anket Uygulaması, *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 2, 145-154.

Tanyaş, B. (2014). Nitel araştırma yöntemlerine giriş: Genel ilkeler ve psikolojideki uygulamaları, *Eleştirel Psikoloji Bülteni*, 5, 24-38.

Tekin, M., Öztürk, D. & Bahar İ. (2020). Akıllı Lojistik Faaliyetlerinde Blokzincir Teknolojisi, *Kent Kültürü ve Yönetimi Dergisi*, 13(3), 570-583.

Terzi, S., Gür Ş. & Eren T. (2020). Sürdürülebilir Tedarik Zincirine Endüstri 4.0 Etkisinin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Değerlendirilmesi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25(1), 511-528.

Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E.& Pelaez, G. (2017). What does Industry 4.0 mean to Supply Chain?”, *Procedia Manufacturing*, 13, 1175–1182.

Ünal, A. N. & Saygılı, M. S. (2019). Sanayi 4.0 Dönüşümünde 4 Boyutlu Baskı Teknolojisinin Yeri ve Tedarik Zinciri Yönetimine Etkileri, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7, 1-14.

Xu, L. D., Xu, E. L. & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends, *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962.

Webster, J. & Watson, R. T. (2002). Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review, *MIS Quarterly*, 26(2), 13-23.

Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 İle Bütünleştirilmiş Dijital Tedarik Zinciri, *Business & Management Studies: An International Journal*, 6(4), 1215-1230.

BÖLÜM III

Döngüsel Ekonomi Bağlamında Tedarik Zinciri Dayanıklılığı: Teorik Çerçeve ve Araştırma Gündemi

Zafer DURAN¹

Giriş

Tedarik zinciri dayanıklılığı, son yıllarda araştırmacıların ilgi gösterdiği konulardan biridir. Özellikle Covid-19 pandemisi sürecinde yaşanan aksaklıklar, tedarik zinciri araştırmalarında dayanıklılığın özel bir gündem maddesi haline gelmesine neden olmuştur. Bununla birlikte işletmelerin ekonomik koşulların değişen dinamikleri nedeniyle sürdürülebilir uygulamalara yönelme ve döngüsel ekonomi modellerine geçiş çabaları, günümüz konjonktüründe tedarik zinciri dayanıklılığını oldukça önemli bir stratejik unsur haline getirmiştir.

¹ Öğr. Gör. Dr. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7227-4196>

Döngüsel ekonomi, ürün ve malzemelerin yeniden kullanımını, geri dönüştürülmesini ve yenilenmesini teşvik ederek israfı en aza indirmeyi ve kaynak verimliliğini en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan bir ekonomik modeldir (Castro & ark., 2022). Bu model, atıkların azaltılmasına ve çevresel etkilerin en aza indirilmesine odaklanarak, doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini desteklemektedir. Bu bağlamda döngüsel ekonomi, sürdürülebilirliği, kaynak verimliliğini ve yeniliği teşvik ederek, ekonomik koşulları dönüştürmektedir (Trica, Banacu & Busu, 2019). Bu dönüşüm, tedarik zincirlerinin dayanıklılığını sağlamaya yönelik yeni yaklaşımların geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Tedarik zinciri dayanıklılığı, bir tedarik zincirinin temel işlevlerini sürdürürken ve müşterilere ürün veya hizmet sunarken kesintilere, şoklara ve belirsizliklere karşı koyabilme ve bu tür durumların meydana gelmesi halinde hızla toparlanarak eski haline gelebilme yeteneğidir (Geissdoerfer & ark., 2018). Bir tedarik zincirinin dayanıklılığı, operasyonel süreçlerin düzenlenmesine, risklerin önceden tanımlanmasına ve kriz durumlarına karşı planlı bir şekilde hareket edilmesine bağlıdır. Başka bir deyişle tedarik zinciri dayanıklılığı, kesintilere cevap verme işleminden çok daha fazlasını içermektedir. Sadece kriz anlarında değil, aynı zamanda sürekli rekabet ortamında da başarının belirleyici bir unsurdur. Bu nedenle işletmelerin uzun vadeli hedefleri için kritik bir öneme sahiptir. Keza işletmelerin aksaklıkları ve değişen pazar koşullarını algılamasına, bu değişimlere hızlı bir şekilde uyum sağlamasına ve etkili bir şekilde yanıt vermesine imkân tanıyan dinamik yeteneklerin geliştirilmesini desteklemektedir (Wieland & Durach, 2021).

Günümüz iş ortamı, döngüsel ekonomi anlayışının etkisiyle önemli değişikliklere sahne olmaktadır. Nitekim, kaynakların, atıkların ve ürün yaşam döngülerinin etkili bir şekilde yönetilmesi, giderek daha önemli bir konu haline gelmektedir. Bu durum tedarik zinciri operasyonlarının temelini etkilediğinden tedarik zincirlerinde dayanıklılık anlayışı da yeniden şekillenmektedir. Bu nedenle bu

çalışma kapsamında tedarik zinciri dayanıklılığı dögüsel ekonomi perspektifinden ele alınarak araştırma gündeminin irdelenmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede tedarik zinciri dayanıklılığı dögüsel ekonomi bağlamında detaylı bir şekilde incelenerek, gelecekteki araştırmalar için bir yol haritası oluşturulmaya çalışılmıştır.

Ekonomik Koşulların Değişen Dinamiği ve Dgsel Ekonomi

Geleneksel ekonomik yaklaşımlar, büyüme odaklı ve kaynak tüketimine dayalıdır. Ancak, dünya nüfusunun artması, doğal kaynakların sınırlı olması ve çevresel sorunların derinleşmesi gibi faktörler, bu yaklaşımın sürdürülemez olduğunu göstermektedir. Ekonomik koşulların değişen dinamiği, ekonomistleri ve politika yapıcıları daha sürdürülebilir ve kaynak verimliliğinncelikli olduğu bir geleceğe doğru yönlendirmektedir.zellikle enerji kaynaklarının sınırlı olması ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunlar, geleneksel enerji kaynaklarına olan bağımlılığı giderek sorgulanır hale getirmektedir. Bu durum tüm dünyada dögüsel ekonomi anlayışına doğru bir yöneliminin her geçen gün daha fazla kabul görmesine neden olmaktadır.

Dgsel ekonomi, geri dönüşüm, yeniden kullanım, onarım ve yenidenretim gibi stratejiler aracılığıyla israfı ortadan kaldırmayı ve kaynakların verimli kullanımını teşvik etmeyi amaçlayan ekonomik bir yaklaşımdır ve al-yap-at modelini izleyen geleneksel doğrusal ekonomiden uzaklaşmayı temsil etmektedir (Castro & ark., 2022). Bu nedenle sürdürülebilirliği, kaynak verimliliğini ve yeniliği teşvik ederek ekonomik koşulları dnştrme potansiyeline sahiptir (Trica, Banacu & Busu, 2019). Nitekim son yıllarda dögüsel ekonomiye ilişkin söylemler yaşamın her alanında karşımıza çıkmaktadır.

İsrafın en aza indirildiği ve kaynakların ekonomi içinde tutulduğu kapalı döngü sistemini yaratmayı amaçlayan onarıcı ve yenileyici bir yaklaşım olan dögüsel ekonomi yaklaşımındarnler ve malzemeler, tek kullanımdan sonra atılmak yerine yeniden kullanılacak, onarılacak veya geri dnştrlecek şekilde

tasarlanmaktadır (Geisendorf & Pietrulla, 2017). Bu sistem malzeme akışlarındaki döngüyü kapatarak ve sınırlı kaynaklara olan bağımlılığı azaltarak daha sürdürülebilir ve dayanıklı bir ekonomi yaratmayı amaçlamaktadır (Vladimirova, 2016). Dolayısıyla ürün tasarımının yanı sıra üretim süreçlerinin ve tedarik zincirlerinin yeniden düzenlenmesini de içermektedir (Awan, Sroufe & Shahbaz, 2021).

Döngüsel ekonomi, atığı azaltarak ve ürünlerin ömrünü uzatarak doğal kaynakların korunmasına, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına ve kirliliğin en aza indirilmesine yardımcı olabilir (Casiano Flores & ark., 2018). Ancak döngüsel ekonomiye geçiş hiç de kolay değildir. İşletmeler, hükümetler ve tüketiciler de dahil olmak üzere çeşitli paydaşlar arasında etkili bir iş birliği ve koordinasyon gerektirmektedir. Dolayısıyla, döngüsel ekonominin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için çok taraflı bir yaklaşımın benimsenmesi ve tüm paydaşların aktif katılımı elzem bir durumdur.

Döngüsel Ekonominin Temel İlkeleri

Döngüsel ekonomi, doğrusal ekonomik modele uygulanabilir bir alternatif olarak son yıllarda giderek ilgi gören bir anlayıştır. Hammaddelerin nihai olarak atığa dönüştüğü geleneksel doğrusal ekonomi yaklaşımının aksine hizmet ömrünün sonundaki malların bir sonraki nesil mallar için kaynaklara dönüştürülmesini sağlayacak şekilde verimli bir döngüyü tetiklemesi anlayışına sahiptir (Panwar & Niesten, 2020). Bunu gerçekleştirmek için de tüketimi azaltma, yeniden kullanma, onarma, yenileme, yeniden üretme, geri kazanma, geri dönüştürme, geri alma ve atık akışlarından yeniden enerji üretme gibi uygulamalara odaklanmaktadır (Nandi & ark., 2021).

Döngüsel ekonomi, doğal sistemlerin organizasyonunu taklit etmeyi içeren endüstriyel ekoloji fikrine sahiptir. Bu yaklaşım, kaynakları etkin bir şekilde kullanma, atıkları minimuma indirme ve ekosistemlere daha az zarar verme düşüncesiyle şekillenmektedir. Doğal döngülerde olduğu gibi, malzemelerin kullanım ömrü sona

erdiğinde, onları yeniden kullanma, geri dönüştürme veya biyolojik olarak parçalama gibi yöntemlerle tekrar ekonomiye kazandırmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda çevresel açıdan sürdürülebilir ve döngüsel ekonomiye katkıda bulunan yeni ürünler ve süreçler geliştirmeyi benimsemektedir (Stankevičienė & Nikanorova, 2020).

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere döngüsel ekonomi, malzeme döngülerinin kapatılması, kaynakların verimli kullanılması ve kendi kendine yetebilen bir ekosistemin kurulması ilkeleriyle şekillenmektedir. Bu ilkelerinin hayata geçirilebilmesinde hükümetler, işletmeler ve tüketiciler dahil olmak üzere çeşitli paydaşlar tarafından bir dizi rol üstlenilmelidir. Özellikle döngüsel uygulamaların başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesinde tedarik zincirleri önemli bir rol oynamaktadır (Angelis, Howard & Miemczyk, 2018). Bu nedenle, döngüsel ekonomi modeline geçiş, tüm paydaşların aynı perspektif doğrultusunda iş birliği yapması durumunda mümkün olabilir.

Tedarik Zinciri Dayanıklılığı

Tedarik zinciri dayanıklılığı, bir tedarik zincirinin temel işlevlerini sürdürürken ve müşterilere ürün veya hizmet sunarken aksamalara, şoklara ve belirsizliklere dayanma ve bunların gerçekleşmesi durumunda toparlanabilme yeteneğini ifade eder (Geissdoerfer & ark., 2018). Dolayısıyla tedarik zinciri dayanıklılığı, işletmelerin tedarik zinciri yönetim sürecindeki darboğazları ve potansiyel riskleri başarıyla tespit edip ele alabilme yeteneklerini yansıtan kritik bir unsur olarak öne çıkmaktadır (Brandon-Jones & ark., 2014). Bu bağlamda tedarik zinciri dayanıklılığı, doğal afetler, ekonomik krizler, jeopolitik olaylar ve salgınlar dahil olmak üzere çeşitli türdeki aksaklıkları öngörme, önleme, bunlara yanıt verme ve bunlardan kurtulma kapasitesini içerir (Geissdoerfer & ark., 2018).

Tedarik zinciri dayanıklılığı, ilk bakışta sadece kesintilere karşı gösterilen bir reaksiyon gibi görünse de aslında bir organizasyonun tedarik zinciri operasyonlarını yönetme

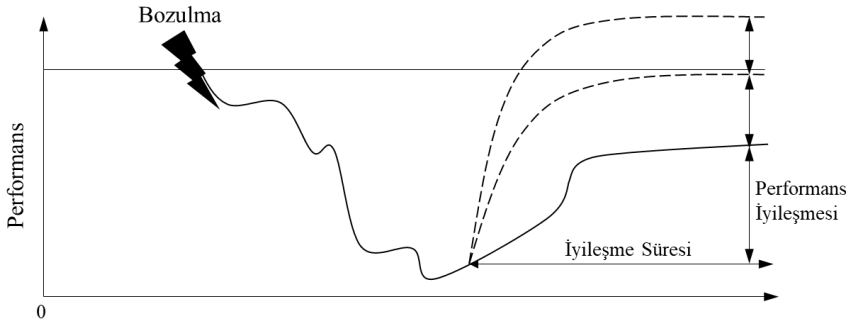
kapasitesiyle ilgilidir. Bu bağlamda tedarik zincirinin beklenmedik bozulmalara karşı hazır olabilme ve kesinti oluşması durumunda operasyonların sürekliliğini istenen kontrol düzeyinde sürdürebilme yeteneği olarak da tanımlanabilir (Ponomarov & Holcomb 2009). Dolayısıyla tedarik zinciri dayanıklılığı, organizasyonların operasyonel süreçlerini düzenlemelerine, riskleri önceden tanımlarına ve kriz durumlarına karşı planlı bir şekilde hareket etmelerine bağlıdır.

Tedarik zinciri dayanıklılığı, tedarik zincirinin aksaklıklara dayanmasına ve bu aksaklıklardan kurtulmasına olanak tanıyan, hayatta kalmasını ve uzun vadeli gelişimini sağlayan kritik bir özelliktir. Kuruluşların aksaklıkları ve değişen pazar koşullarını algılamasına, yakalamasına ve bunlara yanıt olarak dönüşmesine olanak tanıyan dinamik yeteneklerin geliştirilmesini sağlar (Wieland & Durach, 2021). Bu yetenekler sayesinde aksaklıklar tespit edildiğinde hızla üretim veya kaynak bulma yerleri değiştirilebilir, nakliye rotaları yeniden oluşturulabilir veya alternatif tedarikçiler bulunabilir. Böylece, kuruluşların kesintiler karşısında bile mal ve hizmet akışını sürdürmesi olanaklı hale gelerek tedarik zincirinin genelinde bir gelişim sağlanabilir.

Tedarik zinciri dayanıklılığı, aksaklıklara tepki vermenin ötesinde bir olgudur. Aksaklıklar henüz gerçekleşmeden tedbir almayı, aksaklık oluşması halinde ise zincirdeki akışın kesintisiz bir şekilde devam etmesini sağlamakla ilgilidir. Bu nedenle tedarik zinciri operasyonlarının kesintisiz bir şekilde sürdürülmesinin yanı sıra organizasyonların uzun vadeli başarı ve sürekli büyüme hedefleri için kritik bir öneme sahiptir. Çünkü yaşanan kesintilere cevap verme adına atılan adımlar, kuruluşun operasyonları proaktif bir şekilde yönetebilme yeteneğini geliştirmektedir. Dolayısıyla tedarik zinciri dayanıklılığı, organizasyonel performans ve strateji için bir katalizör konumundadır. Nitekim tedarik zincirini etkileyen sorunları hızla çözebilme yeteneğine sahip olan işletmeler sadece kriz anlarında değil, aynı zamanda günlük operasyonlarda da daha verimli ve rekabetçi olabilirler. Zira tedarik zinciri dayanıklılığını geliştiren organizasyonlar maliyetlerini kontrol altında tutabilme,

müşteri memnuniyeti ve operasyonel verimliliği artırabilme fırsatı elde ederler (Geissdoerfer & ark., 2018).

Bozulma yaşamış bir tedarik zincirinde toparlanma süreci, aksaklıklara karşı yapılmış hazırlıkların yanı sıra zincir üyelerinin proaktif yetenekleriyle yakından ilgilidir. Zincirde yer alan işletmeler bozulmalara karşı yeteri kadar hazırlıklı değilse ve aksaklıklar karşısında proaktif reaksiyonlar gösteremiyorlarsa toparlanma zaman alabilir. Bu sürecin uzaması domino etkisiyle tüm paydaşlarda olumsuz sonuçlar doğurabilir, zincirin tamamında telafisi mümkün olmayan kayıplara neden olabilir. Bu durum, Şekil-1’de görsel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 1 Tedarik Zinciri Aksaklıklarında İyileşme Süreci (Ivanov, 2021)

Tedarik Zinciri Dayanıklılığına İlişkin Stratejiler

Tedarik zinciri, bir ürün veya hizmetin üretilmesi ve hatta ekonomik ömrünü tamamladıktan sonra bertaraf edilmesine kadar olan süreci kapsamaktadır ve bu süreçte çok sayıda paydaş yer almaktadır. Dolayısıyla tedarik zincirini dayanıklı hale getirmek ve bunu sürdürmek, oldukça kompleks bir konu haline gelmektedir. Bu nedenle yöneticilerin çeşitli strateji ve uygulamaları benimsemeleri gerekmektedir. Bu stratejilerden en yaygını başa çıkma stratejisidir. Bu strateji, tedarik zincirinin aksaklıklara hızlı bir şekilde uyum sağlamasına ve toparlanmasına olanak tanıyan yetenekler ve

kaynaklar oluşturmayı içerir (Cheng & Lu, 2017). Kuruluşlar, olası aksaklıkların gidişatını anlayarak ve gerekli kaynaklara sahip olarak, zorluklara proaktif bir şekilde yanıt verebilir ve operasyonlarını sürdürebilir.

Tedarik zinciri dayanıklılığına ilişkin bir diğer strateji ise risk yönetimidir. Risk yönetim stratejisi, tedarikçileri çeşitlendirmek, tedarik zincirinde yedeklilik uygulamak ve etkili iletişim kanalları oluşturmak gibi proaktif önlemler yoluyla risklerin tanımlanmasını ve azaltılmasını içerir (Um & Han, 2020). Kuruluşlar, riskleri etkin bir şekilde yöneterek kesintilerin etkisini en aza indirebilir ve tedarik zinciri operasyonlarında sürekliliği koruyabilir. Ancak tedarik zinciri riskleri, hammadde tedarikçisinden nihai müşteriye kadarki yarı mamul, mamul ve bilgi akışını etkileyebilen tüm riskleri kapsadığından (Jüttner, Peck & Christopher, 2003) bunu gerçekleştirebilmek hiç de kolay değildir. Tedarik zincirini dayanıklı hale getirebilmek için atılacak adımlarda riskler bir bütün olarak ele alınmalıdır.

Tedarik zincirinde dayanıklılığı sağlamanın bir diğer yolu da iş birliğini geliştirme stratejisinin benimsenmesidir. Bu strateji, tedarikçiler, müşteriler ve diğer paydaşlarla güçlü ilişkiler ve ortaklıklar geliştirmeyi içermektedir (Aggarwal & Srivastava, 2019). İş birliği, paydaşların zincir operasyonlarına ilişkin bilgiyi ve riskleri paylaşmalarına, ortak kararlar alarak stratejik hamlelerde bulunmalarına olanak vermektedir (Cao & ark., 2010). Böylece tedarik zinciri boyunca kollektif kaynaklar ve yetenekler en etkin şekilde kullanılabilmekte ve tedarik zinciri aksaklıklara karşı daha dayanıklı hale getirilebilmektedir.

Son olarak, günümüzdeki teknolojik imkanlardan faydalanmak, tedarik zinciri dayanıklılığı açısından kritik bir strateji olarak kabul edilmektedir. Keza tedarik zinciri operasyonlarına nesnelerin interneti (IoT), yapay zekâ (AI) ve büyük veri analitiği gibi ileri teknolojiler entegre edilerek tedarik zinciri dayanıklılığı artırılabilir (Mathiyazhagan, Mujumdar & Appolloni, 2023). Bu teknolojiler, tedarik zinciri yöneticilerine gerçek zamanlı izleme ve

karar alma olanağı sağlayarak kesintilerin hızlı bir şekilde tespit etmesine ve bunlara yanıt verebilecek aksiyonların alınmasına olanak tanımaktadır. Böylece kuruluşlar tedarik zinciri dayanıklılığını artırabilecek adımları proaktif bir şekilde atarak kesintilerin önüne geçebilir, aksaklıkların müşteriler üzerinde oluşturacağı etkiyi en aza indirebilirler.

Tedarik Zinciri Dayanıklılığının İşletmelere Sağladığı Yararlar

Günümüz iş dünyası, sürekli değişen ve büyük ölçüde belirsizlik içeren bir çevreyle karşı karşıyadır. Bu durum işletmelerin beklenmeyen olaylara karşı direnç kazanmak ve operasyonlarını kesintisiz bir şekilde sürdürebilmek amacıyla çeşitli stratejik önlemler almasını zorunlu hale getirmektedir. Tedarik zinciri dayanıklılığı, işletmelerin dışsal ve/veya içsel değişikliklere karşı esneklik kazanmalarına olanak tanıyarak operasyonlarını kesintisiz bir şekilde sürdürmelerini sağlamaktadır. Bu nedenle işletmelerin sürdürülebilirliklerini artırma ve değişen iş çevresine uyum sağlayabilme süreçlerinin vazgeçilmez bir unsurudur.

Tedarik zinciri dayanıklılığının işletmelere sağladığı en önemli yarar risklerin tedarik zinciri üzerindeki etkisini azaltabilmesidir. Dayanıklı tedarik zincirlerine sahip işletmeler, risklerin etkilerini en aza indirebilir ve herhangi bir hasarın kabul edilebilir bir zaman diliminde onarılmasını sağlayabilir (Ayyıldız, 2023). Böylece işletmeler, arıza, hatalı üretim, grev gibi içsel risklerin yanı sıra doğal afetler, siyasi istikrarsızlık, tedarikçi iflasları veya diğer olumsuz olaylar gibi faktörlerin neden olduğu dışsal risklere karşı daha dirençli hale gelirler. Oluşabilecek küçük aksaklıklarda operasyonlarını kesintisiz bir şekilde sürdürebilir, büyük ölçekli aksaklıklar yaşanması halinde zincirdeki akışı hızla eski haline getirebilirler.

Tedarik zinciri dayanıklılığının işletmelere sağladığı yararlardan bir diğeri de ortamdaki değişkenliğe rağmen müşterilere sürekli bir şekilde ürün veya hizmet tedariki sağlama yeteneğini geliştirmesidir. Dayanıklı tedarik zincirine sahip işletmeler,

aksaklıkları daha iyi yönetebileceğinden olası kesintilerde müşteri hizmetleri seviyelerini koruyabilir ve rakiplerine nazaran daha yüksek müşteri memnuniyeti sağlayabilirler (Sheffi & Rice, 2005). Böylece pazardaki itibarlarını da güçlendirebilirler. Fakat bunu gerçekleştirebilmeleri kaynak düzenleme ve yeniden yapılandırma duyarlı ve esnek olmayı içeren proaktif ve reaktif yaklaşımlar benimsemiş olmalarına bağlıdır (Zamani & ark., 2023).

Tedarik zinciri dayanıklılığının temel amacı operasyonların sürekliliğini sağlamak olsa da aynı zamanda çeşitli maliyet tasarruflarını da mümkün kılabilir. Dayanıklı tedarik zincirlerine sahip işletmeler, kesintilerin etkisini azaltmak için sıklıkla çoklu kaynak kullanımı ve güvenlik stoğu gibi stratejiler kullanırlar (Remko, 2020). Bu stratejiler işletmelerin yeterli stok seviyelerini korumalarına ve stoksuz kalma riskini azaltmalarına olanak tanımaktadır. Ayrıca bu işletmeler envanter yönetimi uygulamalarını optimize ederek acele siparişlerden, hızlandırılmış nakliye maliyetlerinden ve aşırı stok tutma maliyetlerinden kaçınabilirler. Ayrıca dayanıklı tedarik zincirleri tedarikçilerle güçlü ilişkiler geliştirmeyi ve iş birliğini teşvik etmeyi içerdiğinden daha iyi fiyatlandırma koşullarını mümkün kılabilir (Chopra, Sodhi & Lücker, 2021). Dayanıklı tedarik zincirleri etkin kalite kontrol önlemlerinin uygulanmasını gerektirdiğinden önemli mali kayıplara yol açabilecek ürün geri çağırımlarından, garanti taleplerinden ve müşteri memnuniyetsizliğinden kaçınmayı da sağlayabilir. Ayrıca olası arıza durumlarında onarım süresini en aza indirmeyi mümkün kılarak işletmelerin katlanacakları maliyetleri de azaltabilir (Ambulkar, Blackhurst & Grawe, 2014).

Tedarik zinciri dayanıklılığı, işletmelere ekonomik kazanımların yanı sıra çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma konusunda da yardımcı olabilir. Doğal afetler veya kötü hava koşulları gibi aksaklıklar, tedarik zincirleri ve onların sürdürülebilirlik hedeflerini karşılama yetenekleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir (Mari, Lee & Memon, 2014). Dayanıklı tedarik zincirleri bu aksaklıklarla başa çıkmak ve sürdürülebilirlik hedeflerini gerçekleştirmek için daha donanımlıdır. Ayrıca dayanıklı

tedarik zincirleri, işçi hakları, adil ücretler ve güvenli çalışma koşulları gibi sosyal sürdürülebilirlik sorunlarını çözmek için de daha iyi bir konumdadır (Zavala-Alcívar, Verdecho & Alfaro-Saiz, 2020). Bu nedenle tedarik zincirlerinde dayanıklılık ve sürdürülebilirlik entegre edilerek sosyal refahı teşvik eden ve sosyal sürdürülebilirliğe katkıda bulunan sorumlu uygulamalar geliştirebilir (Castillo & ark., 2022).

Tedarik Zinciri Dayanıklılığının Ülkelere Sağladığı Yararlar

Dayanıklı tedarik zincirleri sadece zincir üyesi işletmelere çeşitli avantajlar sağlamakla kalmaz. Bu işletmelerin faaliyet gösterdiği ülkeler için de önemli avantajların elde edilmesine katkı sağlar. Nitekim ülkelerin ekonomik istikrarlarını artırmaları ve tedarik zincirindeki aksaklıkların olumsuz sonuçlarını hafifletmeleri nedeniyle kamu yöneticileri ve politikacılar tarafından giderek daha önemli bir konu olarak görülmektedir.

Tedarik zinciri kesintilerinin ülkeler için ekonomik kayıplar, tedarik kısıtlıkları ve kritik hizmetlerde aksamalar gibi ciddi sonuçları olabilir. Dayanıklı tedarik zincirlerine sahip olmak ülkelerin aksaklıklara daha iyi hazırlanmalarına ve müdahale etmelerine olanak tanıyarak aksaklıkların etkilerini en aza indirmelerini ve temel işlevlerin sürekliliğini sağlamalarını mümkün hale getirir. Böylece olası krizlerde tedarik kesintilerinin önüne geçilebilir, tedarik zincirlerinde meydana gelebilecek bozulmalar hızla düzeltilerek arz problemleri önlenabilir.

Tedarik zinciri dayanıklılığı, tedarikçilerin çeşitlendirilmesi, alternatif ulaşım rotalarının geliştirilmesi ve sağlam acil durum planlarının uygulanması gibi proaktif risk yönetimi stratejilerini içerir (Ambulkar, Blackhurst & Grawe, 2014). Bu önlemler, ülkelerin tedarik zincirlerindeki riskleri tanımlamalarına ve azaltmalarına yardımcı olarak aksaklıklara karşı hassasiyetlerini azaltır. Ülkeler riskleri etkili bir şekilde yöneterek kritik altyapılarını koruyabilir, temel ürün ve hizmetlerin kullanılabilirliğini

sağlayabilir, halk sağlığını ve güvenliğini koruma kapasitelerini artırabilir.

Tedarik zinciri dayanıklılığı işletmelerin finansal performanslarını olumlu yönde etkilediğinden (Li & ark., 2017) dolaylı bir şekilde ülke ekonomilerinin gelişimine de katkı sağlar. Ülkede faaliyet gösteren tedarik zincirlerinin dayanıklılığının artırılması istihdam artışı, GSYİH büyümesi, ticari rekabet gücünün yükselmesi gibi sonuçlar doğurarak ülke ekonomilerinin istikrarı için bir katalizör işlevi görebilir. Keza dayanıklı tedarik zincirlerine sahip ülkeler, küresel pazarda rekabet etmek için daha iyi bir konuma sahiptir. Dayanıklılık, ülkelerin değişen pazar koşullarına, müşteri taleplerine ve ortaya çıkan fırsatlara hızla yanıt vermesini sağlar. Daha fazla esneklik, çeviklik ve yenilikçiliğe olanak tanıyarak ülkelerin dinamik ve belirsiz ortamlara uyum sağlamasına ve gelişmesine olanak tanır.

Tedarik zinciri dayanıklılığı, aksaklık durumlarında zincirin operasyonlarına devam etme veya dönüşme kapasitesini ifade etmektedir. Bu kapasite sistemin rahatsızlıklarla başa çıkmasını sağlayan sosyal-ekolojik dayanıklılık için oldukça önemlidir (Nikookar & Yanadori, 2021) Dolayısıyla tedarik zincirlerini dayanıklı hale getirmek, ülkelerin daha sürdürülebilir bir anlayışa geçişini kolaylaştırabilir. Zira dayanıklı hale getirilen tedarik zincirleri, ekonomik hedeflere ulaşma sürecinde toplumsal gelişimi desteklerken çevresel etkileri en aza indirmeye yardımcı olabilir. Örneğin enerji verimliliği ve daha iyi atık yönetimi gibi yaklaşımların benimsenmesine neden olacağından doğal kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılmasına katkıda bulunur. Ayrıca işyerlerinde kötü çalışma koşullarının iyileştirilmesini sağlayarak toplumsal gelişimi de destekler.

Araştırma Gündemi

Döngüsel ekonomi, farklı düzeylerde yeni iş ve ekonomik fırsatlar yaratan, aynı zamanda çevresel ve toplumsal faydalar sağlayan sistemik bir değişimi temsil etmektedir. Bu nedenle son

yıllarda çok sayıda araştırmanın ilgi konusu olmuştur. Bununla birlikte günümüz dünyasında rekabet, işletmelerden ziyade tedarik zincirleri arasında yaşanır hale gelmiş, bu durum tedarik zincirlerini özel bir araştırma alanı haline getirmiştir. Ayrıca Covid-19 pandemisi sürecinde yaşanan tedarik zinciri aksaklıkları, tedarik zinciri odaklı çalışmalarda dayanıklılığının önemli bir gündem maddesi haline gelmesine yol açmıştır. Yaşanan tüm bu gelişmeler, tedarik zinciri ve döngüsel ekonomi konularını bir arada ele alan çalışmaların yaygınlaşmasına neden olmuştur. Bu bağlamda literatürde tedarik zinciri dayanıklılığı ve döngüsel ekonomiyi ilişkilendiren çalışmalara dair dikkat çeken hususlar göz önünde bulundurularak araştırma gündemi irdelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda araştırmaların tedarik zinciri dayanıklılığı ile döngüsel ekonomi arasındaki etkileşimi ele alan araştırmalar, hammadde bağımlılığının azaltılması ve arz çeşitliliğinin sağlanmasına odaklanan araştırmalar olmak üzere iki ana grupta toplandığı gözlemlenmiştir.

Tedarik Zinciri Dayanıklılığı ile Döngüsel Ekonomi Arasındaki Etkileşim

Tedarik zinciri dayanıklılığı ile döngüsel ekonomi arasındaki etkileşim, değerli bilgiler sağlayan çeşitli çalışmalara konu olmuştur. Singh ve arkadaşları (2023) dayanıklılık stratejilerinin tedarik zinciri sürdürülebilirliğine etkisini inceledikleri çalışmada dayanıklılığın sürdürülebilirlik için bir ön koşul olduğunu, sürdürülebilirlik gündemiyle uyumlu etkili tedarik zinciri dayanıklılık stratejileri geliştirme ihtiyacını vurgulamışlardır. Bu bulgu dayanıklılık stratejilerinin, özellikle de sürdürülebilirlik açısından kritik bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Benzer şekilde Li ve arkadaşları (2023) çevresel yönelimin ve dijital tedarik zinciri platformlarının döngüsel ekonomi uygulamasını nasıl desteklediğini ve döngüsel ekonomi uygulamasının finansal performans üzerindeki etkisini nasıl artırdığını araştırdıkları çalışmada döngüsel ekonomi uygulamasının üç temel modunun tamamının çevresel yönelim ve dijital tedarik zinciri platformları tarafından yönlendirildiği

sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonuç ise sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi stratejilerini entegre edilmeleri gerektiğine yönelik önemli ip uçları sunmaktadır.

Mauss ve arkadaşları (2022) ise döngüsellüğün tedarik zinciri dayanıklılığı için taşıyabileceği potansiyelleri şirket düzeyinde bir perspektiften haritalandırmayı amaçladıkları çalışmada döngüsel ekonomi çözümlerinin şirket düzeyinde tedarik zinciri direncini artırma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Keza Del Giudice ve arkadaşları (2021) de döngüsel tedarik zinciri ilişkileri yönetiminin tedarik zinciri ağının koordinasyonunu geliştirdiğini ve firmaların bilgiyi ve riski kontrol ederek, çevresel, sosyal ve ekonomik standartlara göre doğru tedarikçileri seçebileceğini ve böylece müşteri taleplerini karşılayarak döngüsel ekonomi hedeflerine daha kolay ulaşabileceklerini savunmaktadırlar. Bag, Gupta & Foropon (2019) ise dinamik yeniden üretim kabiliyeti ile döngüsel bir ekonomide tedarik zinciri dayanıklılığı arasındaki ilişkiyi irdeledikleri çalışmalarında genel olarak dinamik yeniden üretim kabiliyetinin uyarlanabilirliği ve esnekliği artırdığını, bunun da dayanıklılığı geliştirdiği sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte dinamik yeniden üretimin bir dayanıklılık stratejisi olarak benimsenmesini destekleyen teorik ve ampirik kanıtların daha fazla araştırılması gerektiğini savunmuşlardır. Bu çalışmalar, işletmelerin sürdürülebilirlik stratejilerini güçlendirmek ve daha dayanıklı tedarik zinciri süreçleri oluşturmak için işletme stratejileriyle döngüsel ekonomi prensiplerini entegre etmelerinin önemini göstermektedir.

Tedarik zinciri dayanıklılığı ile döngüsel ekonomi arasındaki etkileşimi konu edinmiş çalışmaların sayısı her geçen gün artsa da bilgi çağının getirmiş olduğu yeniliklere odaklanan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Nitekim Nandi ve arkadaşları (2021) blockchain destekli döngüsel ekonomi ilkelerini kullanarak tedarik zincirlerinin yeniden tasarlanmasına odaklandıkları çalışmada döngüsel ekonomi ve tedarik zinciri yönetimi kavramlarının iyi bilinmesine rağmen bunların blockchain teknolojisiyle birleşiminin kapsamlı bir şekilde araştırılmadığını ileri sürmektedirler. Yazarlar ayrıca blockchain

teknolojisinin tedarik zinciri takibini, duyarlılığını ve döngüsel ekonomideki genel iyileştirmeleri geliştirebileceğini savunmaktadırlar. Bu bağlamda blockchain teknolojisinin tedarik zinciri dayanıklılığı ve döngüsel ekonomiye olan etkileri araştırılması gereken önemli konulardan biri olarak görülmektedir. Bununla birlikte literatürün gelişmesi adına organizasyonel unsurların (yapı, kültür, çalışma koşulları vb.) ve zincir paydaşlarının tedarik zinciri dayanıklılığı ve döngüsel ekonomi etkileşimindeki yerine yönelik çalışmalar yapılması gerektiği de aşikardır.

Hammadde Bağımlılığının Azaltılması ve Arz Çeşitliliği

Tedarik zinciri dayanıklılığı ve döngüsel ekonomiyi konu edinen çalışmalarda öne çıkan hususlardan biri de hammadde bağımlılığının azaltılması ve arz çeşitliliğinin sağlanmasıdır. Baars ve arkadaşları (2021), büyük ölçüde kobalt kaynağına bağımlı olan elektrikli araç akülerinin üretim sürecine ilişkin etkinliği inceledikleri çalışmada bu hususu net bir şekilde gözler önüne sermektedir. Zira yazarlar, döngüsel ekonomi stratejilerinin, pilin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü yoluyla tedarik çeşitliliğini ve ardından tedarik zinciri dayanıklılığını artırabileceği sonucuna varmışlardır. Çalışmada elde edilen bulgular bu hususun sadece elektrikli araç endüstrisine özgü olmadığına, döngüsel ekonomi uygulamalarının diğer sektörlerde de sürdürülebilirlik ve dayanıklılığı artırabileceğine işaret etmektedir. Benzer şekilde Fisher ve arkadaşları (2020) atık kaynakların geri kazanılması, yeniden kullanılması, geri dönüştürülmesi ve değerlendirilmesinin imalat sistemlerinin tedarik zincirindeki aksaklıklara karşı dayanıklılığını artıracaklarını savunmaktadırlar. Keza atık kaynakların etkin bir şekilde kullanılması, kaynakların israfını önlerken tedarik zincirinin kaynak çeşitliliğini artırabilir. Bu da tedarik zincirinin krizlere karşı daha dirençli hale gelmesine katkı sağlayabilir. Bu nedenle döngüsel ekonomi uygulamalarının etkin bir şekilde benimsenmesi halinde işletmelere önemli rekabet avantajları sağlayacağı söylenebilir. Nitekim Walls ve Paquin (2015) çeşitliliğin

dayanıklılık yaratmada önemli bir mekanizma olduğunu, herhangi bir tedarikçiden kaynaklanacak boşluğun diğer tedarikçiler tarafından hızla doldurulabileceğini öne sürmektedirler. Bu bağlamda çeşitlilik, tedarik zincirlerinin krizlerle başa çıkma kapasitesini güçlendirebilecek bir unsur olarak düşünülebilir.

Çeşitliliğin hammadde bağımlılığını azaltmak suretiyle tedarik zinciri dayanıklılığını artırdığına yönelik savlara karşılık bu yaklaşımın işletmeleri büyük tehlikelerle karşı karşıya getireceğini savunan çalışmalar da vardır. Cherrafi ve arkadaşları (2022) COVID-19 sonrası dönemde sürdürülebilir ve dirençli tedarik zinciri yönetimini desteklemek için hayati önem taşıyan unsurları ele aldıkları çalışmalarında maliyetleri en aza indirmek, stokları azaltmak ve ölçek ekonomilerinden yararlanmak için büyük, küresel ve bütünleşmiş tedarik zinciri kurmanın oldukça tehlikeli bir durum olduğunu, sürdürülebilirliği ve dayanıklılığı artırmak için mikro tedarik zincirlerine geçişin yaşanabileceğini savunmuşlardır. Bu sav, tedarik zinciri yönetiminde daha fazla yerelleşmenin ve esnekliği sağlanmanın ön planda olacağı yaklaşımların gelişebileceğini akıllara getirmektedir. Bu nedenle gelecekte sürdürülebilir ve sağlam bir tedarik zinciri yönetimi stratejisi geliştirmek için çeşitlilik ile dayanıklılık arasında denge kurma amacıyla yapılan araştırmalara ihtiyaç duyulabilir.

Sonuç

Hammaddelerin alınması, ürünlerin üretilmesi ve kullanıldıktan sonra atıkların oluşması şeklinde ilerleyen bir süreçten oluşan lineer ekonomik modeller, doğal kaynakları verimsiz bir şekilde kullanmakta, atık sorunlarına neden olmakta ve ekosisteme zarar vermektedir. Döngüsel ekonomi yaklaşımı, ekonomik büyümeyi kaynak tüketiminden ve atık üretiminden ayırmayı amaçlayan alternatif bir yaklaşım sunarak lineer ekonomik modellere bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Bu yeni paradigma, geri dönüşüm, yeniden kullanma ve yeniden üretim gibi ilkelere odaklanarak iş dünyasında temel değişimlere yol açarak yeni iş modelleri ve stratejilerin geliştirilmesine neden olmaktadır. İş

dünyasındaki bu dönüşüm, işletmelerin tedarik zinciri operasyonlarını giderek daha karmaşık ve bütünleşik bir yapıya evrilmektedir. Dolayısıyla tedarik zincirleri işletmelerin rekabet avantajı elde etme süreçlerinde her geçen gün daha da kritik bir faktör haline gelmektedir.

Günümüz ekonomik kontekstinde, tedarik zinciri operasyonlarının artan stratejik önemi, işletme yöneticilerini ve araştırmacıları, tedarik zincirlerini sadece maliyet ve verimlilik parametreleriyle değil, aynı zamanda çevresel etkilerin en aza indirilmesi ve toplumsal sorumlulukların yerine getirilmesi perspektifinden de ele almaya yönlendirmektedir. Bu bağlamda tedarik zinciri dayanıklılığı, son zamanlarda üzerinde hassasiyetle durulan kritik konulardan biri olarak öne çıkmaktadır. Özellikle Covid-19 salgını sürecinde tedarik zincirlerinde yaşanan kırılmaların oluşturduğu ekonomik ve sosyolojik etkiler, dayanıklı tedarik zincirleri oluşturma ve sürdürme stratejilerinin yoğun bir şekilde ilgi görmesine yol açmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada tedarik zinciri dayanıklılığı döngüsel ekonomi çerçevesinde ele alınarak, araştırma gündemi detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Veri tabanlarında gerçekleştirilen yapılandırılmış tarama sonuçlarında öne çıkan makaleler titizlikle incelenmiş ve araştırma gündemine yönelik ipuçları belirlenmiştir. Bu inceleme sonucunda tedarik zinciri dayanıklılığı ile döngüsel ekonomi arasındaki etkileşimin çok sayıda araştırmaya konu olduğu; bazı çalışmalarda ise döngüsel ekonominin sağladığı arz çeşitliliğinin, tedarik zincirinde dayanıklılığı artırma potansiyeline odaklanıldığı görülmüştür. Bununla birlikte çeşitlilik ile dayanıklılık arasında denge kurmaya yönelik gerçekleştirilmiş bir araştırmaya rastlanılamamıştır. Bu durum önemli bir araştırma boşluğu olarak görülmektedir. Ayrıca her ne kadar döngüsel ekonomi ve tedarik zinciri dayanıklılığı arasındaki etkileşime odaklanan çalışmalar olsa da döngüsel ekonomide tedarik zincirlerinin karmaşıklığını koordine etmek ve yönetmek için ihtiyaç duyulan yönetim mekanizmalarının yeteri kadar tartışılmadığı gözlemlenmiştir. Dahası küresel bir ağa dönüşen tedarik zincirlerinde, döngüsel

ekonominin beklentilerini karşılayabilecek bir entegrasyonun dayanıklılık üzerindeki etkilerinin ne olacağı, bilgi çağı teknolojilerinin döngüsel ekonomi paradigması altında inşa edilecek tedarik zinciri dayanıklılığında nasıl bir rol oynayacağı, işletmelere özgü yeteneklerin tedarik zinciri dayanıklılığındaki rolü gibi konuların daha ayrıntılı bir şekilde araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Son olarak dayanıklılık, döngüsel ekonomi ilkelerine dayalı sürdürülebilir sistemler tasarlamak için gerekli olduğundan kritik malzeme tedarik zincirlerinde dayanıklılığın ölçülmesine yönelik göstergelerin geliştirilmesini konu edinen çalışmalara gelecekte daha fazla ihtiyaç duyulacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Aggarwal, S., & Srivastava, M. K. (2019). A grey-based DEMATEL model for building collaborative resilience in supply chain. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 36 (8), 1409-1437. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2018-0059>

Ambulkar, S., Blackhurst, J., & Grawe, S. J. (2014). Firm's resilience to supply chain disruptions: scale development and empirical examination. *Journal of Operations Management*, 33-34 (1), 111-122. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2014.11.002>

Angelis, R. D., Howard, M., & Miemczyk, J. (2018). Supply chain management and the circular economy: towards the circular supply chain. *Production Planning & Control*, 29 (6), 425-437. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1449244>

Awan, U., Sroufe, R., & Shahbaz, M. (2021). Industry 4.0 and the circular economy: A literature review and recommendations for future research. *Business Strategy and the Environment*, 30 (4), 2038-2060. <https://doi.org/10.1002/bse.2731>

Ayyildiz, E. (2023). Interval valued intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process-based green supply chain resilience evaluation methodology in post covid-19 era. *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (15), 42476-42494. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16972-y>

Baars, J., Domenech, T., Bleischwitz, R., Melin, H. E., & Heidrich, O. (2021). Circular economy strategies for electric vehicle batteries reduce reliance on raw materials. *Nature Sustainability*, 4 (1), 71-79. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00607-0>

Bag, S., Gupta, S., & Foropon, C. (2019). Examining the role of dynamic remanufacturing capability on supply chain resilience in circular economy. *Management Decision*, 57 (4), 863-885. <https://doi.org/10.1108/MD-07-2018-0724>

Brandon-Jones, E., Squire, B., Autry, C. W., & Petersen, K. J. (2014). A contingent resource-based perspective of supply chain resilience and robustness. *Journal of Supply Chain Management*, 50 (3), 55-73. <https://doi.org/10.1111/jscm.12050>

Cao, M., Vonderembse, M. A., Zhang, Q., & Ragu-Nathan, T. S. (2010). Supply chain collaboration: conceptualisation and instrument development. *International Journal of Production Research*, 48 (22), 6613-6635. <https://doi.org/10.1080/00207540903349039>

Casiano Flores, C., Bressers, H., Gutierrez, C., & de Boer, C. (2018). Towards circular economy—a wastewater treatment perspective, the Presa Guadalupe case. *Management Research Review*, 41 (5), 554-571. <https://doi.org/10.1108/MRR-02-2018-0056>

Castillo, M., Santiago, A., Martínez, S. I., & Rocha, J. A. C. (2022). Social sustainability and resilience in supply chains of latin america on covid-19 times: classification using evolutionary fuzzy knowledge. *Mathematics*, 10 (14), 2371. <https://doi.org/10.3390/math10142371>

Castro, C. G., Trevisan, A. H., Pigosso, D. C., & Mascarenhas, J. (2022). The rebound effect of circular economy: Definitions, mechanisms and a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 345, 131136. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131136>

Cheng, J. H., & Lu, K. L. (2017). Enhancing effects of supply chain resilience: insights from trajectory and resource-based perspectives. *Supply Chain Management: An International Journal*, 22 (4), 329-340. <https://doi.org/10.1108/SCM-06-2016-0190>

Cherrafi, A., Chiarini, A., Belhadi, A., El Baz, J., & Benabdellah, A. C. (2022). Digital technologies and circular economy practices: vital enablers to support sustainable and resilient supply chain management in the post-COVID-19 era. *The TQM Journal*, 34 (7), 179-202.

Chopra, S., Sodhi, M. S., & Lücker, F. (2021). Achieving supply chain efficiency and resilience by using multi-level commons. *Decision Sciences*, 52 (4), 817-832. <https://doi.org/10.1111/deci.12526>

Del Giudice, M., Chierici, R., Mazzucchelli, A., & Fiano, F. (2021). Supply chain management in the era of circular economy: the moderating effect of big data. *The International Journal of Logistics Management*, 32 (2), 337-356. <https://doi.org/10.1108/IJLM-03-2020-0119>

Fisher, O. J., Watson, N. J., Escrig, J. E., & Gomes, R. L. (2020). Intelligent resource use to deliver waste valorisation and process resilience in manufacturing environments: Moving towards sustainable process manufacturing. *Johnson Matthey Technology Review*, 64 (1), 93-99. <https://doi.org/10.1595/205651320X15735483214878>

Geisendorf, S., Pietrulla, F., & Berlin, E. E. C. (2017). Report on State-of-the-Art Research in the Area of the Circular Economy. *R2pi: The Route to Circular Economy*, 730378.

Geissdoerfer, M., Morioka, S. N., de Carvalho, M. M., & Evans, S. (2018). Business models and supply chains for the circular economy. *Journal of cleaner production*, 190, 712-721. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.159>

Ivanov, D. (2021). *Introduction to supply chain resilience: management, modelling, technology*. (E-boobk). Springer Nature.

Jüttner, U., Peck, H., & Christopher, M. (2003). Supply chain risk management: outlining an agenda for future research. *International Journal of Logistics: research and applications*, 6 (4), 197-210. <https://doi.org/10.1080/13675560310001627016>

Li, X., Wu, Q., Holsapple, C. W., & Goldsby, T. J. (2017). An empirical examination of firm financial performance along dimensions of supply chain resilience. *Management Research Review*, 40 (3), 254-269. <https://doi.org/10.1108/mrr-02-2016-0030>

Li, Y., Hu, Y., Li, L., Zheng, J., Yin, Y., & Fu, S. (2023). Drivers and outcomes of circular economy implementation: evidence from China. *Industrial Management & Data Systems*, 123 (4), 1178-1197. <https://doi.org/10.1108/IMDS-05-2022-0267>

Mari, S. I., Lee, Y. H., & Memon, M. S. (2014). Sustainable and resilient supply chain network design under disruption risks. *Sustainability*, 6 (10), 6666-6686. <https://doi.org/10.3390/su6106666>

Mathiyazhagan, K., Mujumdar, A. S., & Appolloni, A. (2023). Guest editorial: resilience in sustainable supply chain post-covid-19: future pathways. *The International Journal of Logistics Management*, 34 (4), 873-878. <https://doi.org/10.1108/ijlm-07-2023-603>

Mauss, N. A., Ruehs, M., & Fottner, J. (2022). Potentials of circular economy approaches for supply chain resilience. *6th International Conference on Logistics Operations Management (GOL)*, 29 Jun-1Jul 2022, Strasbourg, France, (pp. 1-10). IEEE. <https://doi.org/10.1109/GOL53975.2022.9820143>

Nandi, S., Sarkis, J., Hervani, A. A., & Helms, M. M. (2021). Redesigning supply chains using blockchain-enabled circular economy and covid-19 experiences. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 10-22. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.019>

Nikookar, E. and Yanadori, Y. (2021). Preparing supply chain for the next disruption beyond covid-19: managerial antecedents of supply chain resilience. *International Journal of Operations & Production Management*, 42 (1), 59-90. <https://doi.org/10.1108/ijopm-04-2021-0272>

Panwar, R. and Niesten, E. (2020). Advancing circular economy. *Business Strategy and the Environment*, 29 (6), 2890-2892. <https://doi.org/10.1002/bse.2602>

Ponomarov, S. Y., & Holcomb, M. C. (2009). Understanding the Concept of Supply Chain Resilience. *The International Journal*

of *Logistics Management*, 20 (1), 124–143.
<https://doi.org/10.1108/09574090910954873>

Remko, v. H. (2020). Research opportunities for a more resilient post-covid-19 supply chain – closing the gap between research findings and industry practice. *International Journal of Operations & Production Management*, 40 (4), 341-355.
<https://doi.org/10.1108/ijopm-03-2020-0165>

Sheffi, Y., & Rice Jr, J. B. (2005). The resilient enterprise. *National Security, Natural Disasters, Logistics & Transportation: Assessing the Risks & the Responses* 47 (1) 40-49).

Singh, J., Hamid, A. B. A., & Garza-Reyes, J. A. (2023). Supply chain resilience strategies and their impact on sustainability: an investigation from the automobile sector. *Supply Chain Management: An International Journal*, 28 (4), 787-802.
<https://doi.org/10.1108/SCM-06-2022-0225>

Stankevičienė, J. and Nikanorova, M. (2020). Eco-innovation as a pillar for sustainable development of circular economy. *Business: Theory and Practice*, 21 (2), 531-544.
<https://doi.org/10.3846/btp.2020.12963>

Trica, C. L., Banacu, C. S., & Busu, M. (2019). Environmental factors and sustainability of the circular economy model at the European Union level. *Sustainability*, 11 (4), 1114.
<https://doi.org/10.3390/su11041114>

Um, J., & Han, N. (2021). Understanding the relationships between global supply chain risk and supply chain resilience: the role of mitigating strategies. *Supply Chain Management: An International Journal*, 26 (2), 240-255.
<https://doi.org/10.1108/SCM-06-2020-0248>

Vladimirova, D. (2016). Waste to wealth: the circular economy advantage. *Production Planning & Control*, 28 (4), 349-349. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1249131>

Walls, J. L., & Paquin, R. L. (2015). Organizational perspectives of industrial symbiosis: A review and synthesis. *Organization & Environment*, 28 (1), 32-53. <https://doi.org/10.1177/1086026615575333>

Wieland, A., & Durach, C. F. (2021). Two perspectives on supply chain resilience. *Journal of Business Logistics*, 42 (3), 315-322. <https://doi.org/10.1111/jbl.12271>

Zamani, E. D., Smyth, C., Gupta, S., & Dennehy, D. (2023). Artificial intelligence and big data analytics for supply chain resilience: a systematic literature review. *Annals of Operations Research*, 327 (2), 605-632. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04983-y>

Zavala-Alcívar, A., Verdecho, M., & Alfaro-Saiz, J. (2020). A conceptual framework to manage resilience and increase sustainability in the supply chain. *Sustainability*, 12 (16), 6300. <https://doi.org/10.3390/su12166300>

BÖLÜM IV

Helal Lojistik ve Helal Değer Zinciri

Kemal KAMACI¹

Giriş

Uluslararası pazarda büyümek ve söz sahibi olmak isteyen işletmeler, müşterilerinin ihtiyaçlarını güncel gelişmelere göre analiz etmeli ve onlara en uygun şekilde cevap vermelidir. Etkin bir lojistik yönetimi de işletmelerin rekabet avantajı elde etmelerine ve pazar paylarını artırmalarına yardımcı olacaktır. İşletmelerin tedarik zinciri süresince malzeme, hizmet ve bilgi akışlarının etkin bir şekilde yürütülmesinde lojistik faaliyetler; müşteri değeri üretme ve katma değer sağlama adına önemli bir faktör olarak görülmektedir. Son zamanlarda, belirli bir pazarın veya müşterilerin taleplerini karşılamak adına gerçekleştirilen yenilikçi ve faydalı lojistik hizmetler sektörde giderek artan bir değer elde etmektedir. Günümüzde özellikle müşterilerin arttan talepleri ile

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü

kişiselleştirilmiş ürün ve hizmetlere yönelik beklentileri işletmelerin lojistik süreçlerinde de daha hassas yaklaşımlar içerisinde olmalarını sağlamaktadır.

Helal kavramı, küresel boyutta özellikle Müslüman pazarlarda artan talepler doğrultusunda öne çıkan bir unsur olmuştur. Helal kavramı son zamanlarda sadece gıdada değil tıbbi ürünler, kozmetik, bankacılık, tarım, konaklama ve lojistik gibi sektörler tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. 2030 yılında Müslüman nüfusunun dünyanın yaklaşık %26'sını oluşturacağı tahmin edildiği ve özellikle helal gıdaların Müslüman olmayan nüfus tarafından da giderek artan bir oranda tercih edildiği göz önüne alındığında küresel boyutta helal ticaret pazarının daha da artacağı tahmin edilmektedir. Bu durum helal gıdaların hammaddenin temin edilmesinden başlayarak müşteriye ulaşıncaya kadar ki tedarik zinciri süreçlerinde helal özelliğinin korunması ve riskli bir durumla karşılaşmaması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Helal lojistik ise bu doğrultuda ortaya çıkan, pazarın helal beklentilerini karşılama adına hizmet sağlayan bir lojistik yenilik olarak görülmektedir. Dünyada helal ürün ve hizmetlere olan talebin giderek artması, lojistik hizmet sağlayıcılarının hizmetlerine helal lojistiği de eklemelerini zorunlu kılmıştır. Helal gıda ticaretinin küreselleşmesiyle helal lojistik faaliyetlerinin de daha karmaşık hale gelmesi helal lojistiğin hem uygulayıcılar hem de akademisyenler tarafından ilgi görmesine neden olmuştur. Özellikle dijital çağda helal lojistik faaliyetlerinden yararlanmanın değerini ortaya çıkarmak için geleneksel tedarik zinciri uygulamaları yerine entegre helal lojistik faaliyetler ile helal değer zinciri oluşturulması gerekmektedir.

Helal Lojistik

Helal terimi; gerçekleştirilebilen, dinen izin verilen, caiz ve serbest olan faaliyetleri ifade etmektedir. Dini perspektiften ele alındığında, İslam inancına göre helal, Allah'ın (cc) müsaade ettiği, zararsız, güzel, faydalı ve temiz şeyleri kapsayan bir kavramdır. İslam dininde, insan sağlığına ve İslami prensiplere uygun olan gıda ve tüketim ürünleri helal olarak adlandırılmaktadır (Doğaner ve

Fidan, 2021a). Helal kavramı, yalnızca Müslüman toplumlar arasında değil aynı zamanda diğer toplumlarda da temizlik, etik değerler ve gıda güvenliği gibi birçok konuyu içeren önemli bir kavram olarak kabul edilmektedir (Eren, 2022).

Helal terimi, sadece gıda ürünleriyle sınırlı olmayıp, genellikle kozmetik, eczacılık, tekstil gibi sektörlerin ürünleri ile bankacılık, finans ve turizm gibi hizmetleri içeren geniş bir kavramı ifade etmektedir. İslam hukukuna göre, helal; tüm Müslümanların her türlü faaliyette uymaları gereken davranış biçimi veya yaşam tarzını temsil eder (Ab Talib ve Mohd Johan, 2012).

Helal sektörü, dünya genelinde büyük potansiyele sahip sektörler arasında görülmekte ve küresel boyutta hızla büyümektedir. Helal ürün dünya genelinde 112 ülke ve yaklaşık 2 milyar müslüman tüketici potansiyeline sahiptir. Müslüman nüfusunun artmasıyla birlikte helal ürün ve hizmetlere olan ilgi de giderek artmaktadır. 2030'da 2.2 milyar 2050 yılında ise 2,6 milyar nüfusa ulaşması beklenen Müslümanlarla birlikte helal ürünlerin diğer ürünlere kıyasla daha sağlıklı, temiz, kaliteli, güvenilir ve hijyenik olarak algılanması Müslüman olmayanlar tarafından da talep görmesine ve toplam talebin daha da artmasına neden olmaktadır (Ab Talib ve Mohd Johan, 2012; Jaafar ve diğerleri, 2011). Bu talebe yanıt olarak oluşan helal endüstrisinde birçok sektör hizmet vermektedir. Özellikle helal ürünlerin hammadde temininden nihai tüketiciye ulaşıncaya kadar üretim, depolama, nakliye, ambalajlama gibi aşamalarda helal unsurunun korunması ve helalliği bozacak risklerle karşılaşmaması helal lojistik ile sağlanmaktadır (Özisp ve Sürücü, 2017).

Lojistik; bireylerin, mevcut ihtiyaçlarını karşılamak için üretilen tüm ürünlerin, hizmetin ve bilginin transferinin başlangıç noktasından bitişine kadar etkin ve verimli bir şekilde planlanması ve uygulanması süreçleridir. Lojistik; ürün hizmet, bilgi ve insan gibi kaynakların ihtiyaca yönelik olarak istenilen yerde ve zamanda bulundurulmasında temel aracı görevi üstlenmektedir (Kamacı ve Samancı, 2020). Özellikle Müslüman tüketiciler tükettikleri

ürünlerin İslami gerekliliklere tam anlamıyla uygun olduğundan emin olmak istemektedirler. Bu durum lojistikte helal lojistik kavramının ön plana çıkmasına neden olmuştur. Helal lojistik, helal endüstrisinin etkisiyle ortaya çıkmıştır. Helal lojistik, temel olarak helal ürünleri helal tedarik zinciri boyunca üreticiden tüketiciye ulaştırma ve helal ürün bütünlüğünü güvence altına alma eylemidir. Bu süreç içerisinde bulaşma riskini önlemek için nakliye, depolama ve tedarik gibi temel lojistik faaliyetlerin de İslami ilkelere uygun olması gerekmektedir (Tieman, 2013; Zailani, Iranmanesh, Aziz ve Kanapathy, 2017).

Helal gıda açısından değerlendirildiğinde temel olarak iki tür pazar ortaya çıkmaktadır; Müslüman ülkelerdeki pazar ve Müslüman olmayan ülkelerdeki pazar. Müslüman olmayan ülkelerdeki Müslüman topluluklar dağınık bölgelerde bulunduğu için dağıtım faaliyetleri o ülkelerde de önemli bir sorun olmaktadır. Bayilerden ziyade dağınık halde küçük perakendecilerin var olmasından dolayı bayiler aracılığı ile dağıtım yapmak zorlaşmaktadır. İşçilik maliyetlerinin de helal niteliklere sahip olmayan aynı cins ürünle kıyaslandığında daha yüksek olması rekabet edebilirliği olumsuz etkilemektedir. Büyük bir potansiyele sahip olan helal gıda pazarında bu zorlukların üstesinden gelebilmek için ilk etapta herkes için erişilebilir hale getirilmesi gerekmektedir (Cheng ve Low, 2008). Bu doğrultuda işletmeler bazı uygulamalarla bu konuda yol alabileceklerdir. Cheng ve Low (2008) bunları şu şekilde sıralamıştır:

- Büyük merkezlerdeki Müslüman toplulukların sergi ve fuarlarına iştirak edilmeli.
- Pazarda her zaman müşteri memnuniyeti önceliklenmeli ve taahhütler düzenli olarak yerine getirilmeli.
- Kalite taahhüt edilerek, sürdürülebilir ve inovasyonel bir yaklaşımla temin edilmeli.
- Faaliyet gösterilen bölgenin yerel kültürü bilinmeli ve buna göre faaliyetlerde bulunulmalı.

Helal ürünleri haram hale dönüştürebilecek geleneksel lojistik süreçlerde gıda ürünleri ve üretim sürecinde kullanılan malzemeler olmak üzere iki temel sınıflandırmaya gidilmektedir. Gıda ürünlerinin lojistik aşamalarında ortaya çıkabilecek herhangi bir durumda, gıdaların fiziksel, kimyasal veya biyolojik değişikliklere uğrayabilmesi olası bir durumdur. Bu değişimler gözle görülebileceği gibi gözle görülemeyen değişimler de olabilmektedir. Bu tür bozulmalarda insan sağlığı da olumsuz etkilenebileceğinden ve sağlığa zararlı ürünlerin de helal statüsüne uygun olmamasından dolayı ürünler helal niteliğini kaybedecektir. Ayrıca bazı hayvanların gıdalara temas etmesi veya içerisine hayvansal maddelerin karışması da uygun görülmemektedir. Bir köpeğin bir süt tankerinden az bir miktar da olsa süt içmesi örneğinde olduğu gibi bunun az ya da çok olması durumu değiştirmeyecektir (Doğaner ve Fidan, 2021b).

Helal kavramı sadece ürünün içeriğinin helal olmasını değil bununla birlikte helal ürünlerin tedarik zinciri ve lojistik süreçlerinin helal olmasını da kapsamaktadır. Helal ürünlerin güvenilirliğinin ve tedarik zincirinde helal bütünlüğünün sağlanması için zincirin her bir unsurunun helal olması gerekmektedir. Helal bir ürün el değiştirme aşamasında alıcı tarafın helal lojistik standardını bozması durumunda çapraz bulaşma ihtimali de ortaya çıkabilecektir. Buradaki kilit unsur ise helal olan ve olmayan ürünlerin ayrıştırılarak helal ürünlerin taşınmasında kullanılacak araç veya konteynerlerin sadece helal ürün taşınmasında kullanılmasıdır (Can, 2021; Jaafar ve diğerleri, 2011; Rasi, Masrom, Omar, Ahmad ve Sham, 2017).

Helal kavramı bir tedarik zinciri yaklaşımı gerektirmekte ve müşteriler için helal bütünlüğün sağlanmasında lojistik faaliyetler kritik önem taşımaktadır. Helal lojistik aynı zamanda süreçlerin ve prosedürlerin helal lojistik sisteminin bir kanıtı olarak açıkça belgelendirilmesi gereken bir süreç yaklaşımını da gerektirmektedir. Helal bir lojistik sistemi kontaminasyonun meydana gelmesini önlemekle birlikte tüketicinin algı ve hassasiyetleri doğrultusunda gerekli önlemleri de sağlayabilmelidir (Tieman, 2013).

Lojistik faaliyetlerde helal kontrolün unsurları arasında, helal performansının izlenmesi, nakliye faaliyetlerinin kontrolü ve tüm nakliye ve hareket modlarının İslami ilkelere uygun olması gerekir. Taşıma sırasında helal ve helal olmayan ürünler arasında çapraz kontaminasyon riski vardır. Helal ve helal olmayan ürünleri ayırt etmek için tahsis edilen alanın paylaşılması riski artırmakta ve helal bütünlük tehlikeye girebilmektedir (Sham, Rasi, Abdamia, Mohamed ve Bibi, 2017).

Tieman (2013), tedarik zinciri süreçlerinde helal lojistik uygulamalarının başarısı için aşağıdaki ilkelerin benimsenmesi gerektiğini ifade etmiştir:

- İslami hükümlerin uygulanmasında ortaya çıkan bazı farklılıklar göz ardı edilerek helal bütünlüğü sağlayacak ve bunu koruyacak küresel bir helal lojistik sisteminin oluşturulması gerekmektedir.

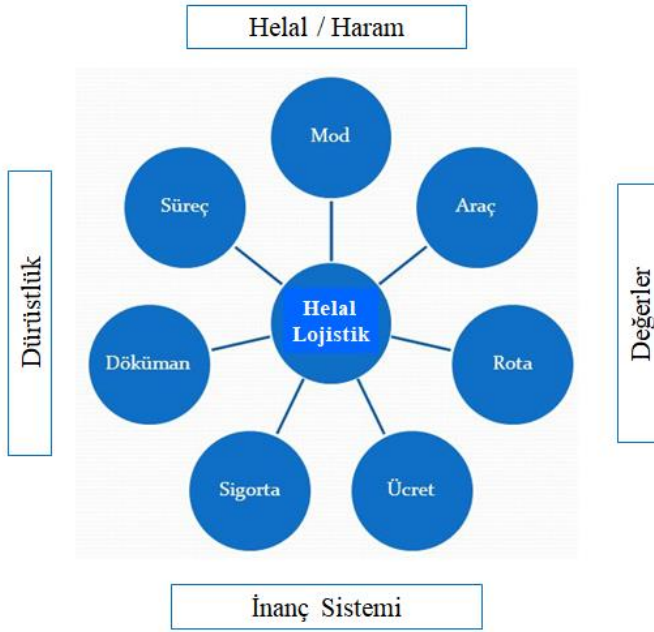
- Helal endüstrisi için zorluk oluşturacak unsurlar alınacak kararlarla en aza indirilmelidir.

- Helal-haram bulaşmaları ve bu bulaşmaların nasıl önlenmesi gerektiği tanımlanmalıdır.

- Kusursuz bir helal değer zinciri için tedarik zinciri süreçleri geliştirilmelidir.

- Mevcut helal standartlar ile uluslararası standartlar ile karşılaştırılarak en iyi uygulamaya sahip ölçütler belirlenmelidir.

Küçük, Yeşilyurt ve Nurov (2017) ise helal lojistik uygulamalarının sadece ürünlerin helal niteliğinin korunması olmadığını bununla birlikte yalan söylememe, verilen sözü yerine getirme, dürüstlük gibi etik değerleri de kapsadığını belirtmiştir. Bu doğrultuda lojistik bileşenlerinin değerler ve inançlar ile bütünleşmesi helal lojistik olarak görülmektedir (Şekil 1).



Şekil-1: Helal Lojistiğin Bileşenleri (Küçük, 2017)

Geleneksel lojistik anlayışı ile helal lojistik arasında tanım, amaç, kontaminasyon (çapraz bulaşma) ve ayırıştırma gereksinimleri bakımından bazı farklılıklar vardır. Bu farklılıklar Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Geleneksel Lojistik ile Helal Lojistik Arasındaki Farklar

İş Süreçleri	Geleneksel Lojistik	Helal Lojistik
Ham madde Yarı Mamül Tedariki	Ham madde tedarik edilirken maliyet kriteri göz önünde bulundurulmakta ve yüksek karlılık amaçlanmaktadır.	Tedarik edilecek mamüllerin helal ve temiz olması gerekmektedir. Karlılık ikinci plandadır.
Üretim	İşletmenin sahip olduğu kaynaklar ihtiyaçlar doğrultusunda en verimli şekilde kullanılmakta ve müşteri	Helal niteliği korunmuş ürünler ve israfın azaltılmaya çalışıldığı üretim amaçlanmaktadır. Kontrol noktaları

	memnuniyetine yönelik üretim gerçekleştirilmektedir.	ile üretim aşamaları denetlenmektedir.
Depolama	Ürünün şartlarına uygun hazırlanan depolarda ürünler depolanmakta ve depo içi destek faaliyetleri gerçekleştirilmektedir.	Ürünlerin fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliklerine en uygun depo tesisleri kurulmakta, helal ürünler helal olmayan ürünlerle karıştırılmamaktadır. İşletmeler depolarını helal sertifikası ile onaylatmaktadır.
Elleçleme	Elleçleme ile depo içerisinde ürünler gruplandırılarak konumlandırılmakta ya da araç içerisinde ürünler uygun şekilde dizilmektedir.	Elleçlemede kullanılan ekipmanların pis olmaması ya da pislikle teması olmaması gerekmektedir. Pis olması durumunda İslami kurallara göre temizlendikten sonra kullanılmaktadır.
Paketleme	Üretilen ürünler TSE ve ISO gibi kurumların yayınladığı standartlara göre paketlenmekte, paket üzerinde ürünün içeriğinin açıklaması bulunmaktadır.	TSE ve ISO gibi kurumların standartlarının yanı sıra helal standartları da dikkate alınmaktadır. Paket üzerinde ürünün tüm içeriklerin açıklaması bulunmaktadır.
Dağıtımda Çapraz Sevkiyat	Çapraz sevkiyat stok maliyetini düşürmek isteyen işletmeler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir.	Çapraz sevkiyat uygulaması helal olan ürünlerle helal olmayan ürünlerin teması mümkün olabileceğinden risklidir. Bu sebeple kontrol noktaları ile sevkiyat süreci denetlenmelidir.
Taşıma	Taşımacılıkta kullanılan aracın taşınan ürüne uygun olmasına dikkat edilmektedir.	Taşıma kabının helal ürün taşımacılığına uygun olması gerekmektedir. Taşıma kabı daha önce helal olmayan veya pis bir ürünün taşınmasında kullanılmamalı, kullanıldıysa standartlara uygun şekilde temizlenmelidir.

Kaynak: Doğaner ve Fidan, 2021b, s. 2527

Helal olan ürünlerin bir değer sisteminde helal bütünlüğünün korunması helal lojistiğin amacı olarak görülmektedir. Ürünlerin

tedarik zinciri boyunca helal bütünlüğünün güvencede olması ve helal gereksinimler doğrultusunda tedarik zincirlerinin oluşturulmasında lojistik süreçlerle ilgili bilgi sahibi olmak başarıya ulaşmada önemlidir (Pahim, Jemali ve Mohamad, 2012).

Helal Depolama

Depolar, hammadde, yarı mamül veya mamüllerin üretim sürecine girmeden veya dağıtımına çıkarılmadan önce belirli bir süreliğine muhafaza edildikleri alanlardır. Depolama sürecinde helal ve helal olmayan ürünlerin ayrı raflarda veya paletlerde depolanmamış olması, taşıma sürecinde herhangi bir helal ayrımının gözetilmemiş olması durumunda, ürünün helal durumu şüpheli hale gelebilecektir. Bu durum depolamanın ürünlerin helal niteliklerini korumada kilit bir unsur olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte her ürünün niteliğine göre helal uygulamalar da farklılaşabilmektedir. Et, yiyecek, eczacılık ürünleri ve kozmetik ürünleri gibi maddelerin kendine has özellikleri olduğundan helal bütünlüklerinin korunması için farklı bir işleme gereksinim duyulabilmektedir (Ngah, Zainuddin ve Thurasamy, 2014; Zailani ve diğerleri, 2017).

Depolama süreçlerinde bulaşmayı önlemek için helal ve helal olmayan ürünler depo içerisinde ve depo içerisindeki elleçlemelerde ayrı tutulmalıdır. Depolanan, tüm helal ürünler kategorize edilmeli ve saf olmayan veya helal olmayan şeylerle karışmasını veya kirlenmesini önlemek için sürecin her aşamasında etiketlenmelidir. Ürünlerin üzerinde necis maddelerle karışmasını veya kirlenmesini önlemek için helal olduğunu belirten işaretler bulunmalıdır (Talib, Zailani ve Zainuddin, 2010).

Helal Taşıma

Helal lojistikte ürünlerin yüklenmesi, istiflenmesi ve taşınması önemli bir konudur. Helal ürünler taşınırken, helal ve helal olmayan ürünler bir yük taşıyıcısında (palet gibi) veya bir konteynerde karıştırılmaması gerekmektedir. Bu durum soğutulmuş ve dondurulmuş ürünler için de geçerlidir. Helal ürünlerin helal

niteliğini korumak için doğru kişi tarafından doğru süreçle ele alınması gerekir. Taşınacak ürünlerin helal statüsü dikkate alınmadan tüm ürünler aynı taşıma aracında bir araya getirilmemelidir. Eğer herhangi bir suistimal veya şüphe varsa, ürünlerin helal bütünlüğü sorgulanabilecektir. Özellikle soğutmalı sevkiyatlarda helal olmayan ağır necis (ritüel olarak kirli kabul edilen) ürünlerin aynı konteynerde veya ortak taşıma kabında karıştırılmaması gerekmektedir. İhtiyaç halinde tedarik zinciri boyunca helal bütünlüğü korumak adına taşımalarda üçüncül ambalaj kullanılmalıdır (Ngah ve diğerleri, 2014; Talib ve diğerleri, 2010).

Helal malların nakliyesinde, nakliyenin doldurulmadan veya yüklenmeden önce temiz olması da önemlidir. Dökme yük taşımacılığında taşınan ürün taşıma aracı ile doğrudan temas halinde olduğundan, taşıma aracının helal taşıma için tahsis edilmiş olması veya kullanımdan önce ritüel olarak temizlenmiş olması gerekir (Tieman ve Ghazali, 2014).

Helal Ambalajlama

Ürünün birincil ambalajları helal bütünlüğün sağlanması açısından önemlidir. Ambalajlar ürünlerin ilk muhafazaları oldukları için lojistik süreçlerde helal olmayan ürünler ile oluşabilecek çapraz bulaşmadan koruyacaktır (Can, 2021).

Ürüne doğrudan temas eden ambalajların da helal niteliklerinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Plastik veya metal kapların içerikleri denetlenmelidir. Nitelikleri helal statüye aykırı olmasa bile birçok durumda metal veya teneke kutuların, üretimi kolaylaştırmak amacıyla kullanılması esnasında hayvansal yağlardan istifade edilebilmektedir. Denetleyici kuruluşlar, söz konusu kaptaki gıdayı onaylamak için ambalajını da araştırmalı ve değerlendirmelidir. Ambalaj envanterindeki farklılıklar helal denetim kuruluşuna açıklanamazsa, üretilen tüm helal ürünler şüpheli hale gelir ve bu da envanterdeki tüm helal ürünlerin helal sertifikasyonunun askıya alınmasıyla sonuçlanabilir (Talib ve diğerleri, 2010).

Ürünün ambalajları, ürünün tüketici tarafından satın alınması kararına etki eden en önemli faktördür. Zira ambalaj ürüne karşı tüketicilerin ilgisini çekerek ürün imajını etkilemektedir. Helal nitelik açısından ise ambalajlar, helal logosu, bileşenlerin listesi ve ürün menşei gibi belirli unsurları içermektedir. Helal logosu, bir ürünün helal olup olmadığını belirlemede önemli bir ayrıntıdır (Ab Talib ve Mohd Johan, 2012).

Helal Paketleme

Ürün içeriği, ambalaj bütünlüğü ve ürünün helal statüsünün korunmasında paketleme önemli bir unsurdur. Helal açısından paketleme, dağıtım ve teslimat sırasında oluşabilecek kontaminasyona karşı koruyacaktır. Taşıma ve dağıtım süreçlerinde helal bütünlüğü muhafaza etmek için aynı taşıyıcıda farklı bölmeler kullanılarak helal ve helal olmayan ürünleri ayırmak için paketleme kullanılmaktadır (Talib ve Johan, 2012: 95).

Helal İzlenebilirlik

Helal izlenebilirlik, bir ürünün üretildiği ilk aşamadan tüketildiği son aşamaya kadar helal standardının takip edilebilmesi olarak ifade edilmektedir. Helal izlenebilirlik lojistik süreçlerde oluşabilecek riskleri minimize etmek açısından yüksek öneme sahiptir (Can, 2021).

Etkili bir izlenebilirlik sistemi, tedarik zincirindeki tüm paydaşlar arasında güvenilir, eksiksiz, üzerinde mutabık kalınan bir bilgi akışını gerektirmektedir. Tedarik zincirinin her seviyesinde helal statüsünün elde edilmesinde hükümet, STK'lar, ticaret birliği, helal üretim firmaları, tedarikçiler, işletme çalışanları ve ürün tüketicilerinin etkin bir koordinasyon ve işbirliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Helal tedarik zinciri paydaşları arasında etkin bir izlenebilirlik sistemi için lojistik bilgi sistemlerinin benimsenmesi önemlidir. Helal tedarik zincirinde izlenebilirlik sisteminin verimliliğini ve performansını artırmak için izlenebilirlik odaklı yönetim politikalarının geliştirilmesi de önemli bir unsur olarak görülmektedir. İzlenebilirlik sisteminin özellikle HACCP (Tehlike

Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları), üretim planlama gibi araçlarla birlikte yönlendirilmesi ve koordine edilmesinin tüm tedarik zincirinin performansında önemli iyileşmelere yol açabilecektir. Bununla birlikte izlenebilirlik sistemleri, ürünlerin geri çağırılması da dâhil olmak üzere helal güvencenin temininde etkili yöntemlerdir (Zainuddin, Saifudin, Deraman ve Osman, 2020).

İzlenebilirlik ve takip sistemleri, ürün hakkındaki bilgileri, ürünün helal olup olmadığını, tedarik zinciri aktörlerinin kimler olduğunu ve üretim sürecini takip etmek için kullanılabilir. Gıda izlenebilirliği, ürünün üretimi, işlenmesi ve dağıtımını içeren tedarik zincirinin aşamaları ile birlikte gıdanın ve bileşenlerinin izlenebilmesini içerir. İzlenebilirlik sistemlerinin temel özellikleri şunlardır (Rohmah, Maharani, Kholis, Taqwa ve Setyaningrum, 2019):

- Tüm bileşenlerin ve ürünlerin birimlerinin/partilerinin tanımlanması;
- Birimlerin/partilerin ne zaman ve nereye taşındığına veya dönüştürüldüğüne ilişkin bilgilerin kaydedilmesi;
- Bu verileri birbirine bağlayan ve ilgili tüm izlenebilirlik bilgilerini ürünle birlikte bir sonraki aşamaya veya işleme adımına aktaran bir sistemin kurulması.

Helal lojistik süreçlerinde veri bütünlüğü helal şeffaflık için kullanılmaktadır. Helal şeffaflık ise helal ürünlerin helal statüsünün tedarik zinciri paydaşları tarafından açıkça erişilebilir olmasıdır. Helal ürünlerin güvenliğini ve özgünlüğünü sağlamak için helal tedarik zincirinin şeffaflığına ihtiyaç vardır. Helal izlenebilirlik ve takip sistemlerinin benimsenme kabiliyetini etkileyebilecek zayıflıklar arasında helal pazarlar, helal teknoloji ve helal girdilerin doğru kullanımı hakkında bilgi eksikliği yer almaktadır. Bu nedenle, özellikle helal ürünlerin izlenebilirlik ve takip sistemlerini şeffaf bir şekilde garanti edebilecek bir sistem ve teknoloji kullanımı önemlidir (Rohmah ve diğerleri, 2019). Bu minvalde izlenebilirlik,

tüm tedarik zincirinde helal bütünlüğün korunmasında etkin bir mekanizma olarak görülmektedir (Can, 2021).

Helal Tedarik Zinciri Risk Yönetimi

Çağdaş tedarik zinciri stratejileri, tedarik zincirlerinin küreselleşmesi, tedarikçi tabanının küçülmesi, merkezi üretim, dış kaynak kullanımı ve merkezi dağıtım gibi hususlar helal tedarik zincirlerinin karmaşıklığını ve kırılganlığını artırmıştır. Devlet desteği, ulaşım planlaması, bilgi teknolojisi, insan kaynakları yönetimi, işbirliğine dayalı ilişki, helal belgelendirme ve helal izlenebilirlik helal tedarik zinciri için kritik başarı faktörleri olarak görülmektedir. Helal tedarik zincirinin kırılganlığını etkileyen faktörler ise ürün özellikleri ve pazar gereksinimleridir (Tieman, 2017).

Helal sertifikalı ürünlere duyulan güvende ürünlerin helal bütünlük risk yönetimi esastır. Helal bütünlük, ürünün tartışmasız bir şekilde helal olması durumunu ifade etmektedir. Bazı helal bütünlük sorunları kesim, üretim veya işleme ve paketlemedeki sorunlara kadar geri götürülebilirken, ürünün uygunsuz depolanması, taşınması ve dağıtımından kaynaklanan riskler de ortaya çıkmaktadır. Helal bütünlüğün yönetilmesi, helal ürünlerin riskli bir şekilde teslim edilme olasılıklarını ve maliyetli geri çağırma süreçlerinden kaçınmak için proaktif ve reaktif stratejilerin benimsenmesini gerektirmektedir (Can, 2021; Tieman, 2017).

Helal bütünlüğün güvence altına alınması, helal ürünlerde kontaminasyon ve şüphenin önlenmesini ifade etmektedir. Helal süreçlerde güvenlik sorunları, ürünün helal sertifikalı olduğu kaynaktan nihai tüketicinin ürünü satın aldığı noktaya kadarki her süreçteki bağlantılardan kaynaklanabilmektedir. Ambalajın kırılması, yanlış ambalajlama, helal olan ve helal olmayan ürünler arasında fiziksel ayrımın yapılmaması ve standardizasyonun olmaması helal ürünlerdeki riskler ve şüphe unsurlarıdır. Bir diğer önemli risk unsuru ise İslami konularda yerel ve bölgesel fetva farklılıklarından kaynaklanan Müslüman tüketicilerin algılarındaki sapmalardır. Tedarik zincirindeki helal riskler, marka ve kurumsal

itibar ile tüketici güveninde kayıplara yol açabilmektedir. Helal tedarik zincirinin güvenliği ise bir markanın rekabet avantajında temel yetkinlik olarak görülmektedir (Tieman, 2017).

Sağlam bir helal tedarik zinciri oluşturmak, helal tedarik zincirlerinin örgütlenme biçimini değiştiren ve marka sahiplerinin rekabet avantajını artıran stratejik bir girişim olarak görülmektedir. Sağlam bir helal tedarik zinciri yapısının performans üzerinde, dayanıklılığın ise müşteri değeri, marka ve kurumsal itibar üzerinde güçlü bir pozitif etkiye sahiptir. Helal tedarik zincirinde risk önleme mekanizması dört unsurdan oluşmaktadır (Tieman, 2017):

1.Risk açıklığı değerlendirmesi: Helal tedarik zincirinde olası helal sorunların tanımlaması ve risk ihtimalleri ile sonuçlarının ortaya konmasıdır. Bunun için şu üç sorunun yanıtlanması gerekmektedir: Neler yanlış gidebilir, bunun gerçekleşme olasılığı nedir ve gerçekleşmesi durumunda ne gibi sonuçlar doğurur? Risk unsuru oluşturabilecek zafiyetler tedarik zinciri yapısının basitleştirilmesi ve tedarik zincirinde helal kontrol ve güvence faaliyetlerinin oluşturulması yoluyla azaltılabilir. Yine tedarik zincirinin bazı kısımlarında özel helal depo ve nakliye gibi özel lojistik altyapısına sahip olarak veya helal kargo kutusu aracılığıyla daha düşük seviyede konteynerizasyon yoluyla önlenebilecektir.

2.Tedarik zincirinin yeniden tasarımı: Tedarik zinciri helal güvencesi, çapraz kontaminasyon, risk ve algıya dayalı bir ayrıştırma sistemi oluşturularak yeniden tasarımlanmalıdır. Fiziksel ayrıştırmanın yanı sıra bilgi paylaşımı da tedarik zinciri tasarımında izlenebilirlik açısından önemlidir. Bununla birlikte organizasyonlarda helal kültürünün teşvik edilmesi için çalışanlar eğitime tabi tutulmalıdır.

3. Dikey ve yatay işbirliği: Dikey ve yatay işbirlikleri, helal tedarik zincirlerinin daha iyi kontrol edilmesinde ve helal sertifikalı ürünlere yönelik tüketici güveninin artırılmasında faydalı stratejiler sağlamaktadır. Ayrıca helal tedarik zincirlerinin optimize edilmesinde önemli bir unsur olan sinerjinin oluşması ile de avantaj sağlanabilecektir. Dikey iş birliği, tedarik zinciri boyunca iş birliğini

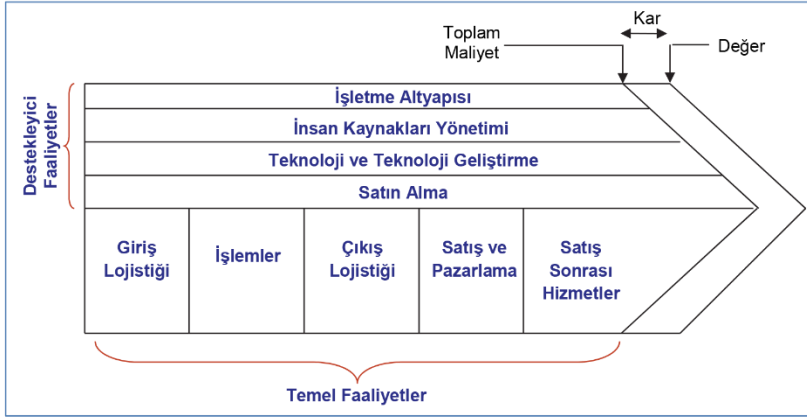
ifade etmekle birlikte helal unsurların tedarik zinciri süresince standardizasyonunu ve tedarik zincirinin optimizasyonunu sağlamaktadır. Yatay iş birliği ise aynı sektördeki benzer şirketler arasında doğrudan veya dolaylı iş birliği yapılarak, bilgilerin daha iyi paylaşılması ve kaynak yönetiminin kolaylaştırılmasını sağlayacaktır.

4.İzleme: İzleme, temel performans göstergelerinin ölçülmesinin yanı sıra helal bakış açısıyla da düzenli tedarik zinciri denetimlerinin yapılması yoluyla gerçekleştirilebilir.

Helal Değer Zinciri

Değer zinciri çoğunlukla tedarik zinciri ile karıştırılmaktadır. Tedarik zinciri süreçleri içerisinde ürüne daha yüksek değer katan aşamaların tespit ve analiz edilmesi değer zincirinin kapsamında değerlendirilmektedir. Temel olarak tedarik zincirlerinin amacı müşteri ihtiyaçlarının en verimli bir şekilde karşılanarak kârın maksimize edilmesidir. Helal tedarik zincirinde ise ürünlerin helal bütünlüğünün ilk çıkış noktasından nihai tüketiciye kadar korunması için etkin bir sistemin kurulması amaçlanmaktadır. Geleneksel tedarik zincirleri maliyet ve kâr odaklı bir yaklaşıma sahiptir. Helal tedarik zincirlerinde ise topyekûn helal kalite süreci doğrultusunda helal standardizasyonun ve kalitenin aksamadan yürütülmesi önceliklenmektedir. Bununla birlikte helal tedarik zincirinde ürün, bilgi ve fon akışının haricinde helal değer akışının da sağlanması gerekmektedir (Doğaner ve Fidan, 2021b; Karia, 2022).

Değer zinciri kavramı, organizasyonların süreç görünümüne dayanmaktadır ve üretim veya hizmet organizasyonlarının her birinin girdi, dönüşüm süreçleri ve çıktı alt sistemlerinden oluşan bir sistem olarak görmektedir. Değer zincirinin yürütülme şekli maliyetler ve kâr üzerinde etkili olmaktadır (Amir ve TjibtoSubroto, 2019).



Şekil 2. M.Porter’ın Değer Zinciri Modeli (Porter, 1990)

Şekil 2’de görüldüğü üzere, Michael Porter’ın Değer Zinciri Modeli’nde göre değer oluşturan faaliyetler temel (birincil) faaliyetler ve destekleyici faaliyetler olarak sınıflandırılmaktadır. Temel (birincil) faaliyetler işletmelere gelir sağlarken, destekleyici faaliyetler ise birincil faaliyetlere destek olarak katkı sağlamaktadır.

Temel faaliyetler:

- Gelen lojistik; hammaddelerin alınması, depolanması ve ihtiyaç duyuldukça üretimde kullanılmasını içeren faaliyetlerdir.
- Operasyonlar (üretim); hammaddelerin bitmiş ürünlere dönüştürülmesi süreçleriyle ilgilidir. Hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmeler için ise operasyonlar, hizmet sağlama süreci faaliyetleridir.
- Giden lojistik; bitmiş ürünlerin depolanması ve dağıtımı ile ilgili faaliyetlerdir.
- Pazarlama ve satış; pazarlama mesajını hedef müşteri bölümüne iletmek ve satış oluşturmak için pazarlama stratejisinin seçimi ve uygulanmasını ifade etmektedir.
- Satış sonrası hizmetler; satıştan sonra müşterilere sağlanan desteklerle ilgili faaliyetlerdir.

Destekleyici Faaliyetler:

- İşletmenin altyapısı; organizasyon yapısını, departmanlarını ve komitelerini, kurum kültürünü vb. kapsamaktadır.

- İnsan kaynakları yönetimi; çalışanların seçilmesi, işe alınması, eğitim ve gelişim, değerlendirme, motivasyon ve ücretlendirme ile ilgili çok çeşitli faaliyetleri içermektedir.

- Teknoloji geliştirme; değer üretme açısından temel faaliyetlerin etkinliğini artırmak için teknolojinin kullanılması ve geliştirilmesi faaliyetleridir.

- Tedarik; hammadde, araç ve ekipman satın alma ve uygulamaları ile ilgili faaliyetlerdir.

İşletmeler değer oluşturabilmek için farklılaştırma veya maliyet liderliği yeteneklerini geliştirerek pazarda rekabet üstünlüğü elde edebileceklerdir. Helal değer zincirinde de helal bir ürünün üretilmesinden nihai müşteriye ulaştırılmasına kadar geçen süreçte müşteri tatminini sağlamak ve tedarik zincirine değer katmak amaçlanmaktadır. Helal değer zincirinin temel ve destekleyici faaliyetler kapsamında farklılaştırma ve maliyet liderliği stratejileri ile ilişkileri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Temel ve Destekleyici Faaliyetlerin Farklılaştırma ve Maliyet Liderliği Stratejileri ile İlişkileri (Helal Değer Zinciri)

Temel Faaliyetler			
Faaliyetler	Katma Değer Stratejileri	Maliyet Liderliği	Farklılaştırma
Giriş Lojistiği	Ölçek ekonomisi	İlişkili	İlişkili
	Tam zamanlı tedarik zinciri yönetimi	İlişkili	İlişkili
	Tedarikçiler ile stratejik ilişkiler geliştirme	-	İlişkili
Operasyonlar (üretim)	Gelişmiş operasyonel sistemler	İlişkili	İlişkili
	Teknolojik yeniliklerden yararlanma	İlişkili	İlişkili

	Kaliteyi artırmak için en gelişmiş teknolojilerin kullanılması	-	İlişkili
	Operasyon birimlerinin geliştirmekte olan ülkelerde konumlandırılması	İlişkili	İlişkili
	Tüketicilere araçlar olmadan doğrudan teslimat	İlişkili	İlişkili
Çıkış Lojistiği	Dağıtım maliyetlerini paylaşmak için diğer işletmelerle işbirliği	İlişkili	-
	Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kapsamlı uyumu	İlişkili	İlişkili
	Sosyal medya ve viral pazarlamanın etkin kullanımı	İlişkili	İlişkili
Pazarlama ve Satış	Gelişmiş çevrimiçi satış sistemi	İlişkili	İlişkili
	Maliyet tasarrufu için doğrudan pazarlama	İlişkili	-
	Üstün müşteri hizmetleri	-	İlişkili
Satış sonrası hizmetler	Etkin ürün iade ve geri ödeme uygulamaları	-	İlişkili
	Satış sonrası takip	-	İlişkili
Destekleyici Faaliyetler			
Faaliyetler	Katma Değer Stratejileri	Maliyet Liderliği	Farklılaştırma
	Düz organizasyon yapısı	İlişkili	İlişkili
İşletme altyapısı	Yenilikçi organizasyon kültürü	İlişkili	İlişkili
	Gelişmiş kalite kontrol sistemi	-	İlişkili
	Maddi olmayan personel motivasyon araçlarının kullanılması	İlişkili	İlişkili
İnsan kaynakları yönetimi	Kapsamlı çalışan destek ve gelişim programları	-	İlişkili
	Her seviyede yüksek vasıflı ve yetkin	-	İlişkili

	çalışanların ilgisini çekmek Asgari ücret ile operasyonel giderlerin azaltılması	İlişkili	İlişkili
Teknoloji geliştirme	Maliyet tasarrufu için teknolojinin diğer firmalarla paylaşılması	İlişkili	-
	Yeni teknoloji geliştirme yatırımlarıyla atılım yapma	-	İlişkili
	Teknolojinin çeşitli organizasyonel süreç ve prosedürlere etkin entegrasyonu	İlişkili	İlişkili
Satın alma	Benzersiz girdilerin tedarik edilmesi	-	İlişkili
	En uygun fiyat için pazarlık yapma	İlişkili	-
	Yüksek hacim sayesinde maliyet avantajı elde etme	İlişkili	İlişkili

Kaynak: Amir ve Subroto, 2019'dan uyarlanmıştır.

Helal değer zincirine ulaşmak için helal kalite sürecinin belli aşamalardan geçmesi gerekmektedir. Helal değer zinciri, helal kalite anlayışının tedarik zinciri boyunca topyekün ele alınması suretiyle gerçekleştirilebilecektir. Bu doğrultuda helal değer zincirine ulaşmadaki aşamalar Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Helal Değer Zinciri Aşamaları

	İslami hassasiyeti olan işletme	Helal üretim yapan işletme	Helal tedarik zinciri	Helal değer zinciri
Karakteristik özellikler	Müşteri herhangi bir sertifika istememekte, müşteri ilişkileri güvene dayalı olarak yürütülmektedir	Yerel kurumlarda alınan helal standartlar geçerlidir. Ambalajlardaki “Helal İçeriklidir” yazısı güven için yeterlidir.	Uluslararası geçerliliğe sahip helal standartlar uygulanmaktadır.	Çok uluslu İslami şirketler helal sektöründe öncüdürler. Uluslararası işbirliği ve uluslararası alanda kabul görmüş standartlar ve ortak para birimi uygulanmalıdır.
Karşılaşılan sorunlar	Helal sertifikası yoktur. Helal ürün ticareti yapılamamaktadır.	Helal sertifikalar tam anlamıyla güvenilir ve şeffaf değildir.	Helal standartlar arasında bir uyum tam anlamıyla sağlanamamıştır. Helal lojistik sertifikasına sahip olan firma sayısı azdır.	Helal konusunda araştırma-geliştirme çalışmalarını yapabilecek insan kaynağı nitelik ve nicelik olarak yetersizdir.

Kaynak: Tieman, 2011, s. 189

Sürecin ilk aşamasında faaliyetler tamamen güven odaklı yürütülmektedir. Burada Müslüman müşteriler yine Müslüman satıcılardan alışveriş yaparak onlara ve sattıkları ürünlere güven duymakla birlikte ürünlerin helal olduğu ile ilgili yeterli kanaate de sahiptirler. Pazarlama süreçlerinde ürünlerin çeşitlenmesi, kitlesel

Üretim ve üreticilerin artması ile güven ortamı ortadan kalkmış, ürünlerin helal olup olmadıkları konusunda güven duygusu kaybolmaya başlamıştır. Bu güvenin yeniden tesis edilebilmesi adına yeni standartlar ile ürünlerin ve markaların sertifikasyonu gerçekleştirilmiştir. rnlerin ambalajlarında veya satış noktalarında helal işaretinin olması ürünün ve tesisin İşlami kurallara uygunluğunu gösteren bir güvence olarak kabul edilmiştir. Bilinlenmenin artmasıyla birlikte helal sektörünün de çeşitlenerek büyümesi hassasiyetin de artmasına neden olmuş ve tedarik zinciri boyunca helal bütünlüğünü daha iyi koruyan helal tedarik zincirleri oluşturulmuştur. Bu aşamada helal güven işareti tedarik zinciri faaliyetlerinin İşlami kurallara uygun bir şekilde yerine getirildiğine dair güvence sağlamaktadır. Bu güvence bir İşlami sertifikasyon kurumu tarafından verilmekte ve denetlenmektedir. Bu süreçte helal lojistik faaliyetlerin önemi de artmıştır. Dördüncü aşamada ise helal unsurlar tüm değer zincirini kapsamaktadır. Çok uluslu İşlami düzenleyici kuruluşların kurulmasıyla tohumdan çatala kadar tüm tedarik zincirleri helal statüsü kazanmalı ve kontrol altında tutulmalıdır. Helal değer zincirlerinde yüksek performanslı tedarik zincirlerini güvence altına almada bilimsel çalışmalar önem kazanmaktadır (Tieman, 2011). Helal değer zinciri ile doğal kaynakların bilinçsizce tüketilmesi, israf, atıklar ve açlık gibi küresel sorunlar da çözüme kavuşabilecekler (Doğaner ve Fidan, 2021b).

Helal değer zinciri, özellikle Müslüman tüketicilerin beklentilerine cevap veren, bunun yanında sadece insani değerleri benimsemekle kalmayıp aynı zamanda ekonomik, sosyal ve çevresel kaygıları da güden ve faaliyetlerin İşlami kurallara uygun olmasını sağlamaya çalışan tedarik zinciri süreçlerinin bütüncül ve sistematik olarak ele alındığı bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Helal değer zincirinde faaliyetler; üretim, dağıtım ve tüketim boyutları doğrultusunda üç adımda açıklanmaktadır (Amir ve TjibtoSubroto, 2019):

- *Üretim faaliyetlerinin helal değer zinciri*; helal değere sahip mal veya hizmet üreten tüm faaliyetlerle birlikte bu ürünlere hem maddi hem de helal nitelik açısından daha yüksek bir değer katan

faaliyetler olarak tanımlanmaktadır. Devlet, özel sektör, bilişim ağları, ekonomik faaliyetler, uluslararası İslami finans ve en önemlisi de mal ve hizmet üreten tüm kurumların helal sertifikaları bu kısma dahildir.

- *Dağıtım faaliyetlerinin helal değer zinciri*; helal değere sahip mal veya hizmetlerin transferi ile sonuçlanan yer ve zaman faydasının yanı sıra mevcut ürünlerin değerini hem maddi hem de helal nitelik açısından daha istikrarlı olacak şekilde koruyan faaliyetler olarak tanımlanmaktadır.

- *Tüketim faaliyetlerinin helal değer zinciri*; helal değeri olan mal veya hizmetleri kullanan tüm faaliyetler ve bu ürünlerin değerini ve kullanılışılığını hem maddi hem de helal nitelik bakımından insanların ihtiyaçlarına daha faydalı olacak şekilde kullanan faaliyetler olarak tanımlanmaktadır.

Küresel pazarda helal değer zincirinin etkinliğinin artırılması için bazı faaliyetlerin yerine getirilmesi gerekmektedir. Bunlar, kritik darboğazları gidermek için yatırımlar yapmak, helal parklar oluşturmak, helal standardı için helal tedarik zinciri düzenleyicisi geliştirmek ve özellikle Müslüman olmayan ülkelerde helal bütünlüğünü daha iyi korumak (Tieman, 2012).

Sonuç

Dünyada oldukça hızlı bir şekilde büyüyen ve gelecek için önemli bir yatırım sektörü olarak görülen helal endüstrisi dikkatleri üzerine çekmektedir. Dünya üzerinde helal ürünlerin İslami kurallara uygun olmakla birlikte sağlıklı ve hijyenik olması Müslüman olmayanlar tarafından da tercih edilmesine neden olmaktadır. Küresel boyutta helal ürünlere artan taleplerden dolayı helal ürünlerin artık sadece gıda sektöründe değil ilaç, kozmetik, temizlik, finans, turizm, medya gibi birçok sektörde arandığı görülmektedir. Helal ürünlerin bilinirliğinin artması helal mal ve hizmet pazarlarının dünya üzerinde gün geçtikçe artan ve büyüyen bir sektör olmasına neden olmuş, helal endüstrisinin bu talebini karşılamak için ise helal tedarik zincirinin gerekliliği ortaya

çıkmiştir. Helal lojistik hizmetleri, helal ürünlerin ilk üretim aşamasından son tüketiciye varıncaya kadar olan bütün süreçlerinin helal bütünlüğünü koruyacak şekilde gerçekleşmesini amaçlamaktadır.

Helal lojistik, temelde tüketiciler ve ekosistem için hizmet mükemmelliği üzerine kurulmuştur. Bununla birlikte rekabet edebilirliği ve sürdürülebilirliği geliştirmek için kabul gören bir yaklaşım haline gelmiştir. Helal lojistik faaliyetlerinin başarılı bir şekilde uygulanması işletmelerin helal inovasyon yeteneklerini geliştirerek lojistik performanslarına olumlu etki oluşturacak, karlılıklarını ve rekabet avantajlarını da artıracaktır. Bunun için tedarik zinciri içerisinde helal lojistik entegrasyonuna, koordinasyona, etkin bilgi paylaşımına ve standardizasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Helal lojistik, helal bütünlüğün ve hizmet kalitesinin tutarlılığını sağlamak için tedarik zinciri paydaşları ile dış çevre unsurlarının etkin bir iş birliğini de gerektirmektedir. Helal tedarik zincirinin de ötesinde helal değer zincirinin oluşmasında bu hususlar önemli görülmektedir. Helal lojistik uygulamalarının sadece ekonomik ve çevresel çıkarlara yönelik değil aynı zamanda adil lojistik temelinde insani ve sosyal açıdan da ele alınması gerektiği görülmektedir. Bu tür uygulamalar nitelikli insan kaynağının ve küresel bir konsorsiyumun oluşturulmasıyla birlikte helal değer zincirine katkı sağlayacaktır. Kaliteli, sağlıklı ve hijyenik ürünler; güven, dürüstlük, adalet ilkeleriyle bütüncül ve sistematik bir biçimde sunulmalıdır. Helal lojistik sektörü oldukça gelişmekte olan bir sektör olmasından dolayı dünya üzerinde yeni fırsatlar barındırmaktadır. Bu fırsatları kullanan ülkeler helal lojistik sektöründe önemli bir pazar payına da sahip olabilecektir.

KAYNAKÇA

Ab Talib, M. S. ve Mohd Johan, M. R. (2012). Issues in halal packaging: a conceptual paper. *International Business and Management*, 5(2), 94–98.

Amir, A. S. ve TjibtoSubroto, W. (2019). The Creating of Halal Value Chains: A Theoretical Approach. *IOSR Journal of Economics and Finance*, 10(1), 14–22. doi:10.9790/5933-1001011422

Can, Z. V. (2021). *Helal Tedarik Zinciri Yönetimi İlkeleri ve Gıda Sektöründe Bir Uygulama*. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Cheng, P. L. K. ve Low, K. (2008). The brand marketing of halal products: The way forward. *The Icfai University Journal of Brand Management*, 5(4), 37–50.

Doğaner, B. ve Fidan, Y. (2021a). Helal lojistik açısından Türkiye ve Malezya karşılaştırması ve ekonomiye katkı potansiyeli. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(42), 1467–1480. doi:10.46928/iticusbe.935892

Doğaner, B. ve Fidan, Y. (2021b). Helal ve Sağlıklı Gıdanın Stratejik Halkası Olarak Helal Lojistik. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(3), 2515–2541.

Eren, H. (2022). Helal Lojistik. E. Gelmez (Ed.), *Lojistikte Güncel Yaklaşımlar* içinde (ss. 181–200). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Jaafar, Suzana, H., Rohani, I., Nasruddin, Faisol ve Normalina, E. (2011). Munich Personal RePEc Archive Innovation in logistics services – halal logistics. *Proceedings of the 16th International Symposium on Logistics (ISL)* içinde (ss. 844–855).

Kamacı, K. ve Samancı, T. H. (2020). *Pazarlamada Lojistik Faaliyetler ve Maliyetler*. (A. A. Sayın, Ed.). İstanbul: Hiperlink.

Karia, N. (2022). Halal logistics: practices, integration and performance of logistics service providers. *Journal of Islamic Marketing*, 13(1), 100–118. doi:10.1108/JIMA-08-2018-0132

Küçük, O. (2017). Helal Lojistik: Kavramsal Bir Değerlendirme. *Kastamonu Üniversitesi İslam Ekonomisi Uygulama ve Merkezi Bülteni*, Kasım-Aral.

Küçük, O., Yeşilyurt, E. ve Nurov, G. (2017). Helal Lojistik: Kavramsal Bir Değerlendirme. *Uluslararası Kafkasya-Orta Asya Dış Ticaret Ve Lojistik Kongresi* içinde .

Ngah, A. H., Zainuddin, Y. ve Thurasamy, R. (2014). Adoption of halal supply chain among Malaysian halal manufacturers: An exploratory study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 129, 388–395.

Özispa, N. ve Sürücü, E. (2017). Türkiye’de Helal Lojistik Uygulamaları: Bir Vaka Analizi. *The International New Issues in Social Sciences*, 5, 159–174. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tinisos/issue/52902/699373> adresinden erişildi.

Pahim, K. M. Bin, Jemali, S. ve Mohamad, S. J. A. N. S. (2012). An empirical research on relationship between demand, people and awareness towards training needs: A case study in Malaysia Halal logistics industry. *2012 IEEE Business, Engineering & Industrial Applications Colloquium (BEIAC)* içinde (ss. 246–251). IEEE.

Porter, M. E. (1990). The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*, 1(1), 71–91. doi:10.1080/13602389400000006

Rasi, R. Z., Masrom, N. R., Omar, S. S., Ahmad, M. F. ve Sham, R. (2017). Designing halal supply chain: Malaysia’s halal industry scenarios. *MATEC Web of Conferences* içinde (C. 135). EDP Sciences.

Rohmah, D., Maharani, S., Kholis, M., Taqwa, S. ve Setyaningrum, H. (2019). Traceability and tracking systems of halal food using blockchain technology to improve food industry competitiveness. *Proceedings of the 1st International Conference on Business, Law And Pedagogy, ICBLP 2019, 13-15 February 2019, Sidoarjo, Indonesia* içinde .

Sham, R., Rasi, R. Z., Abdamia, N., Mohamed, S. ve Bibi, T. K. M. T. (2017). Halal logistics implementation in Malaysia: a practical view. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* içinde (C. 226, s. 12040). IOP Publishing.

Talib, Z., Zailani, S. ve Zainuddin, Y. (2010). Conceptualizations on the dimensions for halal orientation for food manufacturers: a study in the context of Malaysia. *Oceania*, 3354(60), 17.

Tieman, M. (2011). The application of Halal in supply chain management: in-depth interviews. *Journal of Islamic Marketing*, 2(2), 186–195.

Tieman, M. (2012). Control of halal food chains. *ICR Journal*, 3(3), 538–542.

Tieman, M. (2013). Establishing The Principles In Halal Logistics. *Journal of Emerging Economies and Islamic Research*, 1(1), 19–31. doi:10.24191/jeeir.v1i1.9115

Tieman, M. (2017). Halal risk management: combining robustness and resilience. *Journal of Islamic Marketing*, 8(3), 461–475.

Tieman, M. ve Ghazali, M. C. (2014). Halal Control Activities and Assurance Activities in Halal Food Logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 121(September 2012), 44–57. doi:10.1016/j.sbspro.2014.01.1107

Zailani, S., Iranmanesh, M., Aziz, A. A. ve Kanapathy, K. (2017). Article information: Halal logistics opportunities and

challenges. *International Journal for Researcher Development*, 8(1), 63–83.

Zainuddin, N., Saifudin, A. M., Deraman, N. ve Osman, A. A. (2020). The effect of halal traceability system on halal supply chain performance. *Int. J Sup. Chain Mgt*, 9, 490–498.

BÖLÜM IV

The Potential and Challenges of Augmented Reality in Turkey

Banu Özk eser¹

1. Introduction

Augmented reality (AR) is an artificial environment that gives the user the feeling of real interaction with the environment by integrating computer into real-world objects in real time (Onyesol 2009). Nowadays, AR is widely used in various fields such as gaming, e-learning, training, entertainment and others. The rapid development of AR in Industry 4.0 is due to the benefits AR can offer new solutions that have the chance to be more efficient in a production environment (Liagkou et al., 2019). The benefits of AR in industry have been proven to reduce design and production costs, maintain product quality and overcome many technical problems (Liagkou et al. 2019). The development of 5G internet connection

¹ Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş. Mersin, Turkey banu.ozkeser@koluman.com

will improve the experience of AR, so the development of AR will accelerate (Liagkou et al. 2019).

Different from Turkey, the use of AR in developed countries are very diverse. The utilization of AR growing rapidly in the industry, gaming, entertainment, and experimental events (Syamimi et al. 2020). In medical area, AR and video gaming are used as one of the newest approaches related to rehabilitation for stroke sufferers (Laver et al., 2017). The combination of AR with machine learning is also used in the field of education in the form of surgical training (Rogers et al. 2020). AR is also widely used in the tourism sector, especially in the aspects of management, marketing, entertainment, education, accessibility, and heritage preservation (Guttentag 2010). AR has the potential for virtual experiences as a substitute for visiting a site that is threatened and can't be visited directly (Guttentag 2010).

Recent statistics show that the estimated value of AR used worldwide in 2020 is 18.8 billion dollars (Alsop 2020). Between 2020 and 2027, the annual growth rate of AR in Asia-Pacific, Europe, North America and South America will reach 21.6% (Grand View Research 2020). The gaming and entertainment sector has adopted AR very strongly, with a projected growth of 92.31 million dollars by 2027 (Grand View Research 2020). China and the US are the largest investors in AR technology, spending \$5.8 million and \$5.1 million respectively in 2019 (Lin 2020). There is a prediction that up to 23 million workers will be using AR by 2030 because this technology benefits all industries by increasing the efficiency of processes, making training more interesting and enabling collaboration with more and more different people (PwC 2019).

1.1 Objectives

This paper aimed to investigate the use of AR in Turkey compared to the potential use of AR based on the previous research in developed countries. This research will explain the factors that have hindered AR development in Turkey and how to overcome it.

It is expected that the use of AR in Turkey can be increased for positive effect of sustainable development and innovation.

2. Literature Review

Vince (2004) explains that augmented reality is a system that describes a computer technology that allows the user to see a real life-time objects with a computer-generated representation in real time. In recent decades, the word virtual has become one of the most widely used words in the English language. Augmented reality in universities, exhibitions, museums and others can all be attributed to augmented reality, itself (AR) (Vince 2004).

The ability of AR to create immersive experiences when combining virtual and physical environments, coupled with the ability to philtre information, will make it possible to introduce AR into the educational process and the workplace (Yin et al. 2020). The many benefits and conveniences that AR offers have led to its use rapidly increasing in many fields (Mazuryk and Gervautz 1996). Mazuryk and Gervautz (1996) stated that communication between humans and computers, or commonly referred to as Human Computer Interaction, which is simple, powerful and intuitive so that users can see and manipulate the environment, is also the reason for the development of AR.

According to a study by Mazuryk and Gervautz (1996), there are several applications of AR.

1. Data visualization and architecture

The presence of data collection needs to be visualized to make it easier for humans to see and access, as the use of visualizations allows for more intuitive interaction. An example of this is the Virtual Wind Tunnel application developed by NASA Ames Research Center, which allows you to manipulate the virtual flow of smoke in the airflow of a digital aircraft model.

2. Modeling, designing and planning

With AR modeling, it is possible to see the object space being modeled in real time. Users can change the color, texture and position of objects and observe the entire environment when a change is made.

3. Training and education

AR is often used for training due to its great advantages such as increased safety and high efficiency as well as its low cost. This includes the use of flight simulators in flight training and the training of medical students in performing endosurgical procedures.

4. Entertainment

Prices continue to fall and the increasingly massive developments have led to AR being used in the entertainment industry. It is used by video game manufacturers such as SEGA and Nintendo, among others, and in several versions of low-cost PC-based AR.

3. Methods

The method used in this research is a literature review or systematic review using Google Scholar machine learning for journals published after the year 2000 with different search terms as shown in Table 1. In other words, The Google Scholar search goes on to several academic databases such as IEEE Xplore, Scopus and ScienceDirect. The selection of keywords focuses more on the application of AR technology to facilitate classification related to the potential of AR.

Table 1: Literature Search Keyword

Search String	Result
Augmented Reality	4
Augmented Reality in Turkey	15
Advantages of AR	4
AR in tourism	6
AR in education	6
AR in health	5
AR in Industry 4.0	6
AR Challenges and Opportunities	6
Total	52

4. Results and Discussion

Of the 52 papers found with the selected keywords, 15 papers describe the results related to the development of AR in Turkey. Most of the research conducted in Turkey deals with the potential use of AR in tourism and education. Of the 15 papers found, 8 dealt with the use of AR in tourism and 6 with the use of AR in education. This is due to the fact that tourism is one of the biggest income generators in Turkey (Fauzi and Gozali, 2015). The use of AR in the tourism sector is, for example, panoramic AR to enhance the experience rather than just viewing photos or 2D images (Adriyanto and Triani 2015). Another application of AR in Turkey is the visualization of the national monument and its surroundings in the form of 3D objects via a website (Wardijono et al. 2017). AR is also used as an educational medium for historical sites that are often under-promoted (Suryanto and Kusumawati 2017). The creation of a 3D viewer application to facilitate a more interesting and interactive history learning process is done with AR (Sihite et al. 2013). In the field of tourism, especially related to the hospitality industry, AR is used to explore the property. In this case, visitors do not have to imagine a hotel by opening a photo or a website, but they can visit hotels, restaurants, spas or fitness centres virtually (Nayyar et al. 2018). One of the applications of AR in tourism is the experience that travellers can have in relation to tourist destinations

that are visited in detail and have real feelings or can be called a bird's eye view (Nayyar et al. 2018).

The potential for the use of AR for tourism is increasing due to Covid-19, which is due to social distancing and the ban on visiting tourist destinations (Subawa et al. 2021). Before the pandemic, AR was used as a tool to introduce nature tourism in Turkey (Fauzi and Gozali 2015, Tahyudin et al. 2020, Wardijono et al. 2018). Pandemics have also led to changes in the tourism and hospitality industry related to changing tourists' lifestyles, behaviours and preferences, both in the long and short term (Wen et al. 2020). The use of AR as a tourism promotion tool, especially to increase the number of visitors to certain destinations (Adachi et al. 2020). The use of AR is one of the Turkish government's efforts to promote tourism in Turkey (Subawa et al. 2021).

In the field of education, AR is used in flight simulator training, for example (Valentino et al. 2017). The use of AR in simulator training promotes student motivation, as the appearance of the designed simulations resembles that of an online game and thus facilitates understanding of the material (Kustandi et al. 2020). In addition, AR is also expected to be effective as a learning tool for children with special needs (Kurniawati et al. 2020). AR-based games are proposed as an effective and fun intervention to improve the skills of children with special educational needs (Kurniawati et al. 2019).

Other uses of AR are in the medical field. There are several uses of AR, including related to medical and surgical training, emergency training systems, training for mental-disease professionals, and training for clinician-patient relationships (Mantovani et al. 2003). In addition, there are several specific task training in medical field, such as training for arthroscopic knee

surgery (Mabrey et al. 2000), AR orthopaedic surgery (Tsai et al. 2001) and AR training and assessment related to laparoscopic skills. Besides that, AR can be used to overcome and the presence of several phobias such as a phobia of heights, flying, and phobia of spiders (Mandal 2013). AR can also be used to treat post-traumatic stress disorder (Mandal, 2013).

AR can also be used in manufacturing and industry. Increasingly complex designs and the demand for greater productivity and efficiency are the problems of today. Workers or engineers must be able to adapt due to the unstable market and the limitations of current technology, so there must be continuous development and innovation in terms of teaching and training methods so that they always keep pace with developments (Kuts et al. 2018, Stachová et al. 2019). AR is used to demonstrate and visualize teaching so that learning becomes more effective because it depicts a real working environment (Taxén and Naeve 2002). The concept of learning factories was introduced to modernize the learning process and make the training process more realistic. In addition, the use of virtual reality in manufacturing provides education to increase the sustainability of manufacturing in Industry 4.0 (Salah et al. 2019).

AR in manufacturing is also being applied in 3D networking technology using 3D desktop visualization, which can be useful to reduce transportation time between sites and thus reduce costs by using high-end AR technology (Lawson et al. 2016). Another opportunity for AR development in the future is the increase in multi-sensory feedback associated with the introduction of 3D sound in manufacturing, switchgear assessment and factory simulation for air quality studies. The use of AR for market research will also continue to increase as costs decrease and physical equipment can be more easily moved to different locations (Lawson et al. 2016).

Recently, AR has also been used for social purposes, as AR technology allows people to achieve multidimensional interactions without meeting in person (Wang 2020). Nowadays, people access

social media through smartphones and laptops, but in the future, AR will be widely used to transform physical activities into virtual activities (Wang 2020). This transformation is taking place without changing the purpose of communication, allowing people around the world to communicate and relate to each other. There are significant differences between the use of AR in Turkey and in developed countries. The use of AR in Turkey is still dominated by the entertainment sector, such as playing games, watching videos, tourism as well as for research in the field of education (baktikominfo.id 2019, Wartaekonomi.co.id 2019). The use of AR technology is still low due to the high price of AR. In Turkey, the AR trend is increasing in 2019 compared to 2017, as shown by the demand for services, which has increased 2.5-fold (Soenarso 2019).

5 out of 15 articles on the use of AR in Turkey use Google Cardboards. This shows that low-cost Head Mounted Display AR such as Google Cardboards are quite popular in Turkey. So, it is necessary to develop other types of low-cost AR to expand the scope of AR. Many AR manufacturers have started to launch standalone AR devices as they can target the middle segment due to the affordable price. The technology is expected to reach a compound annual growth rate of 54.7% over the next 5 years (Soenarso 2019). Another challenge in the adoption of AR in Turkey is related to cultural aspects, namely a kind of mistrust towards this technology. So, there is a need for education so that more people realize the benefits of AR. Because if you invite people to understand this technology, they will also understand the benefits it offers (PwC 2019).

The development of AR technology not only has a positive impact but also has a negative impact and challenges in its development. This challenge is divided into two, namely technical challenges and cultural challenges (Gandhi and Patel 2018). These challenges may probably be difficult to avoid, thus the best way is to minimize them. The cultural challenges related with legal issues that have not been resolved, such as virtual violence and virtual assault, which often occur. Related to the technical challenges, one of them

is that the features and data in AR must be streamed via the internet so that a minimum of 300 kb/second internal bandwidth is required to function (Gandhi and Patel 2018). Other reasons are the need for computer systems with high-powered processors to create a suitable virtual environment and the low cost of interfacing (Gandhi and Patel 2018). This results in the cost of this technology are expensive and cannot be accommodated for the middle to lower class.

Based on the technology type used, 9 out of 15 studies show that Head Mounted Display (HMD) AR is the type of AR that is most often used today because of its compact use and have the higher level of immersion compared with the other type AR (Mandal 2013). User experienced a higher experience, richer interaction with passive gaming elements, higher flow rate, and deeper immersion in the HMD AR than in desktop settings (Tan et al. 2015). However, the use of HMD AR is proven to cause greater AR sickness when compared to other types of AR (Somrak et al. 2019). Symptoms of AR sickness include discomfort, nausea, drowsiness, headache, sweating, disorientation, eye fatigue, fatigue, mood swings, and vomiting (Mittelstaedt et al. 2019). Apart from AR sickness, the use of AR also intersects with the mental workload, defined as the demands of tasks imposed on the limited information processing capacity of the brain (Wickens 2008). It is necessary to understand the relationship between the virtual environment and the cognitive processes of its users (Harris et al. 2020).

5. Conclusion

Currently, AR has been widely used in various fields such as training, engineering, design, medical, entertainment, education, architectural design and prototyping, virtual manufacturing systems, mobile and gaming, ergonomics and human factor analysis, and others. In the future, the use of AR will be more widespread and more advanced. However, the use of AR in Turkey is still limited to game consoles, entertainment and tourism, as well as in the education sector due to many limitations, such as expensive prices that cannot be reached by middle to lower class Turkeys, besides

there are limited features in the AR application that is used and requires a great processor to use AR. Another important issue is people still find it difficult to trust AR technology and are reluctant to learn about its benefits. The development of AR is moving quite slowly, but it is expected to reach the enlightenment stage and develop rapidly in the next ten years. Moreover, AR is a vital point to help the development of process innovation. So, it is necessary to do further research to minimize the challenges and negative effects arising from the use of AR.

References

Adachi, R., Cramer, E. M., and Song, H., Using virtual reality for tourism marketing: A mediating role of self-presence, *Social Science Journal*, doi: 10.1080/03623319.2020.1727245, 2020.

Adriyanto, A. R., & Triani, A. R., 360 ° Virtual reality panorama of Turkey tourism. Bandung Creative Movement 2015 : '2nd International Conference on Creative Industries ', 2015.

Alsop, T., *Virtual Reality (AR) - Statistics & Facts*, Statista, Available: <https://www.statista.com/topics/2532/virtual-reality-AR/>, 2020, Accessed on March 1, 2021.

baktikominfo.id., *Membahas Perkembangan AR dan AR di Turkey*, Available: https://www.baktikominfo.id/id/informasi/pengetahuan/membahas_perkembangan_ar_dan_AR_di_Turkey-1050, 2019, Accessed on March 1, 2021.

Budiansyah, A., *Alasan Teknologi AR Tak Laku di Turkey*. CNBC Turkey, Available: <https://www.cnbcTurkey.com/tech/20191203200134-37-120065/ini-alasan-teknologi-AR-tak-laku-di-Turkey>, 2019, Accessed on March 1, 2021.

Fauzi, A. H., and Gozali, A. A., Virtual Reality to Promote Tourism in Turkey, *Journal Sistem Komputer*, 2015.

Gandhi, R. D., and Patel, D. S., Virtual reality—opportunities and challenges, *Virtual Reality*, vol. 5, no. 01, 2018.

Grand View Research, Virtual Reality Market Size, Share & Trends Analysis Report By Device (HMD, GTD), By Technology (Semi & Fully Immersive, Non-immersive), By Component, By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2020 - 2027, Grand View Research, Available: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/virtual-reality-AR-market>, Accessed on March 1, 2021

Guttentag, D. A., Virtual reality: Applications and implications for tourism, *Tourism Management*, vol. 31, no. 5, pp. 637-651, 2010.

Harris, D., Wilson, M., and Vine, S., Development and validation of a simulation workload measure: the simulation task load index (SIM-TLX), *Virtual Reality*.vol. 24, no. 1, pp. 557-566, 2020.

Kesavadas, T., Joshi, D., Mayrose, J., and Chugh, K., A virtual environment for esophageal intubation training, 1st Edition, IOS Press, Amsterdam, 2002.

Kurniawati, A., Abdullah, F. F., Agustiono, W., Warninda, S. S., and Kusumaningsih, A., Introduction Virtual Reality for Learning Media in Schools in Turkey, *Journal of Physics: Conference Series*, doi: 10.1088/1742-6596/1569/2/022065., 2020.

Kurniawati, A., Kusumaningsih, A., & Hasan, I., Class AR: Learning Class Environment for Special Educational Needs using Virtual Reality Games, 2019 International Conference on Computer Engineering, Network, and Intelligent Multimedia, CENIM 2019 - Proceeding, doi: 10.1109/CENIM48368.2019.8973353, 2019.

Kustandi, C., Fadhilah, D. N., Situmorang, R., Prawiradilaga, D. S., and Hartati, S., AR use in online learning for higher education in Turkey, *International Journal of Interactive Mobile Technologies*. vol. 14, no. 1, pp. 31-47, 2020

Kuts, V., Otto, T., Caldarola, E. G., and Modoni, G. E., Enabling the Teaching Factory Leveraging a Virtual Reality System Based on the Digital Twin, 15th Annual EuroAR Conference. VTT Technical Research Centre of Finland, Ltd, Finland, 2018

Laver, K. E., Lange, B., George, S., Deutsch, J. E., Saposnik, G., and Crotty, M., Virtual reality for stroke rehabilitation, 1st Edition, John Wiley & Sons, Ltd., New Jersey, 2017.

Lawson, G., Salanitri, D., and Waterfield, B., Future directions for the development of virtual reality within an

automotive manufacturer, *Applied Ergonomics*, vol. 53, pp.322-330, 2016.

Liagkou, V., Salmas, D., and Stylios, C., Realizing Virtual Reality Learning Environment for Industry 4.0, *Proceedings 12th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering*, July 18 - 20, 2018.

Lin, Y., 10 Virtual Reality Statistics Every Marketer Should Know in 2021 [Infographic], Oberlo, Available: <https://id.oberlo.com/blog/virtual-reality-statistics>, 2020, Accessed on March 3, 2021.

Mabrey, J. D., Cannon, W. D., Gillogly, S. D., Kasser, J. R., Sweeney, H. J., Zarins, B., Mevis, H., Garrett, W. E., and Poss, R., Development of a virtual reality arthroscopic knee simulator. *Studies in Health Technology and Informatics*. vol. 70, pp. 192-194, 2000.

Mandal, S., Brief Introduction of Virtual Reality & its Challenges, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 4, no. 4, pp. 304-309, 2013.

Mantovani, F., Castelnuovo, G., Gaggioli, A., and Riva, G., Virtual reality training for health-care professionals. *Cyberpsychology and Behavior*, vol. 6, no. 4, pp. 389-395, 2003.

Mazuryk, T., and Gervautz, M., Virtual Reality - History, Applications, Technology and Future, *Virtual Reality - History, Applications, Technology and Future*, 1996.

Mittelstaedt, J. M., Wacker, J., and Stelling, D., AR aftereffect and the relation of cybersickness and cognitive performance, *Virtual Reality*, vol. 23, pp. 143–154, 2019.

Nayyar, A., Mahapatra, B., Le, D. N., and Suseendran, G., Virtual Reality (AR) & Augmented Reality (AR) technologies for tourism and hospitality industry, *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, vol. 7, no. 21, pp. 156-160, 2018.

Onyesolu, M. O., Virtual Reality Laboratories: An Ideal Solution to the Problems Facing Laboratory Setup and Management, Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2009 Vol IWCECS 2009, October 20-22, 2009.

Piovesan, S. D., Passerino, L. M., and Pereira, A. S., Virtual reality as a tool in the education, Proceedings of the International Association for Development of the Information Society (IADIS) International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA), October 19 - 21, 2012.

PwC, *Virtual reality dan augmented reality dapat mendongkrak perekonomian global hingga £1,4triliun pada 2030* - PwC, Available: <https://www.pwc.com/id/en/media-centre/press-release/2020/Turkeyn/virtual-reality-dan-augmented-reality-dapat-mendongkrak-perekono.html#:~:text=Teknologi AR dan AR akan,pada sektor kesehatan dan ritel, 2009, Accessed on March 1, 2021>.

Rogers, M. P., DeSantis, A. J., Janjua, H., Barry, T. M., and Kuo, P. C., The future surgical training paradigm: Virtual reality and machine learning in surgical education, *Surgery (United States)*. vol. 169, pp. 1250-1252, 2020.

Salah, B., Abidi, M. H., Mian, S. H., Krid, M., Alkhalefah, H., and Abdo, A., Virtual reality-based engineering education to enhance manufacturing sustainability in industry 4.0, *Sustainability (Switzerland)*. vol. 11, no. 5, pp. 1477-1485, 2019.

Sihite, B., Samopa, F., and Sani, N. A., *Pembuatan Aplikasi 3D Viewer Mobile dengan Menggunakan Teknologi Virtual Reality (Studi Kasus: Perobekan Bendera Belanda di Hotel Majapahit), Teknik Pomits*, vol. 2, no. 2, pp. 394-400, 2013.

Soenarso, S. A., *Munculnya AR theme park dan AR standalone tingkatkan pasar AR di Turkey*, Kontan.Co.Id, Available: <https://industri.kontan.co.id/news/munculnya-AR-theme-park-dan-AR-standalone-tingkatkan-pasar-AR-di-Turkey>, 2019, Accessed on March 3, 2021.

Somrak, A., Humar, I., Hossain, M. S., Alhamid, M. F., Hossain, M. A., and Guna, J., Estimating AR Sickness and user experience using different HMD technologies: An evaluation study, *Future Generation Computer Systems*, no. 94, pp. 302–316, 2019.

Stachová, K., Papula, J., Stacho, Z., and Kohnová, L., External partnerships in employee education and development as the key to facing industry 4.0 challenges, *Sustainability (Switzerland)*, vol. 11, no. 2, pp. 345-353, 2019

Subawa, N. S., Widhiasthini, N. W., Astawa, I. P., Dwiatmadja, C., and Permatasari, N. P. I., The practices of virtual reality marketing in the tourism sector, a case study of Bali, Turkey, *Current Issues in Tourism*, vol. 23, no. 24, pp. 1-12, 2021.

Suryanto, A., and Kusumawati, D. A., Developing a Virtual Reality Application of The Lawang Sewu Building as Educational Media for The Subject of History, *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, vol. 23, no. 4, pp. 362-368, 2017.

Syamimi, A., Gong, Y., and Liew, R., AR industrial applications—A singapore perspective, *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, vol. 2, no. 5, pp. 409-420, 2020.

Tahyudin, I., Saputra, D. I. S., and Abdurahman., The response of nature tourism visitor using virtual reality application in cilacap regency of Turkey, *Journal of Global Tourism Research*, vol. 5, no. 1, pp. 63-68, 2020.

Tan, C. T., Leong, T. W., Shen, S., Dubravs, C., and Si, C., Exploring gameplay experiences on the oculus rift, *CHI PLAY 2015 - Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, October, 2015.

Taxén, G., and Naeve, A., A system for exploring open issues in AR-based education, *Computers and Graphics (Pergamon)*, vol. 26, no. 4, pp. 593-598, 2002.

Tsai, M. D., Hsieh, M. S., and Jou, S. Bin., Virtual reality orthopedic surgery simulator, *Computers in Biology and Medicine*, vol. 31, no. 5, pp. 333-351, 2001.

Valentino, K., Christian, K., and Joelianto, E., Virtual reality flight simulator, *Internetworking Turkey Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 21-25, 2017.

Vince, J., *Introduction to Virtual Reality*, 1st Edition, Springer, London, 2004.

Wang, M., Social AR: A New Form of Social Communication in the Future or a Beautiful Illusion? *Journal of Physics: Conference Series*, doi: 10.1088/1742-6596/1518/1/012032, 2020.

Wardijono, B. A., Hendajani, F., and Sudiro, S. A., Virtual Reality Website of Turkey National Monument and Its Environment, *Journal of Physics: Conference Series*, doi: 10.1088/1742-6596/812/1/012035, 2017.

Wardijono, B. A., Wardhani, I. P., Chandra, Y. I., and Pamungkas, B. U. G. (2018). 3D virtual environment of Taman Mini Turkey Indah in a web. *Journal of Physics: Conference Series*. doi: 10.1088/1742-6596/1013/1/012158, 2018.

Wartaekonomi.co.id., Implementasi AR di Turkey Rendah, Penyebabnya? *Republika.Co.Id*, Available: <https://www.republika.co.id/berita/q1y37y5917000/implementasi-AR-di-Turkey-rendah-penyebabnya>, 2019, Accessed on March 1, 2021.

Wen, J., Kozak, M., Yang, S., and Liu, F., COVID-19: potential effects on Chinese citizens' lifestyle and travel, *Tourism Review*, vol. 76, no. 1, pp. 74-87, 2020.

Wickens, C. D., Multiple resources and mental workload, In *Human Factors*, vol. 50, no. 3, pp. 449-455, 2008.

Yin, J.-H., Chng, C.-B., Wong, P.-M., Ho, N., Chua, M., and Chui, C.-K., AR and AR in human performance research—An NUS

experience, *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, vol. 2, no. 5, pp. 381–393, 2020.

Üretim Yönetiminde Güncel Perspektifler

Ekonomi tarihi, maddi üretim güçlerinin ve üretim yöntemlerinin değişmesine bağlı olarak şekillenmiş ve her yeni şekillenme bir öncekine kıyasla evrimsel yeniden var oluşun temelini oluşturmuştur. Sadece üst yapının değil aynı zamanda alt yapının da değişimine yol açan bu tarihsel materyalizm ve bu süreci tetikleyen diyalektik hareket sosyo-ekonomik fraksiyonların büyük bir devinim içinde hareket etmesine zemin hazırlamıştır. Bu bağlamda tarihsel determinizme bağlı olarak ön plana çıkan devinim süreci ekonomik gelişimin temeli olan üretim güçleri ile üretim araçları arasındaki sınıfsal ilişkileri belirlemiş ve böylece üretim ilişkileri günümüze kadar sürekli şekillenerek sosyo-ekonomik hayatı temelden etkilemiştir. Öyle ki, üretim güçleri ile araçlarının birbirine sıkı biçimde bağlı olan ilkel kabile toplumlarından bu ayrışmaların yaşanmaya başladığı ve dolayısıyla da üretim sistemlerinin de değişim gösterdiği tarım toplumlarına ve buradan da sanayi, hizmet ve bilgi toplumuna olan evrim üretim sistem ve yönetim süreçlerinin dinamik bir organizasyon ile birlikte hareket ettiğini ve bu hareketin de pozitif yönlü bir ivme gösterdiğini ön plana çıkarmıştır. Bu ivme tedarik zincir sistemlerinden karar verme döngülerine, teknolojik gelişim ve dijitalleşmeden dördüncü sanayi devrimine kadar hareketini eksiksiz bir şekilde devam ettirmiştir.

Sahip olduğu önem hem makro ekonomik sistem bütünlüğüne olan yansımalarından hem de mikro ekonomik döngünün en önemli aktörlerinden olan işletmelerin faaliyetlerinden kaynaklanan etkin ve sürdürülebilir üretim yönetimi, mikro ve makro bazı optimal büyümenin sözcüsü konumundadır. Özelden işletme ve endüstri devamlılığının ve genelde ise iktisadi gelişimin temeli olan üretim sistemleri ve bu sistemlerin kararlı yürütülmesinde başat role sahip olan üretim yönetimi tüm iktisadi ajanların ve politika yapımcıların üzerinde sıklıkla durması gereken temel konulardan biridir. Bu mimvalde, söz konusu eserin temel motivasyonu oldukça geniş bir kapsama sahip olan üretim yönetimi alanına katkıda bulunmaktadır.

Hiç şüphesiz ki, üretim yönetimi alanı oldukça geniş kapsamlı ve teorik ve uygulamalı çalışmaları bünyesinde barındırmaktadır. Ancak bu eserin temel amacı ilgili teorik ve uygulamalı araştırmaları bütüncül olarak incelemek değil, belirli bir çerçeve temelinde hazırlanan ve üretim yönetimi alanına giren konuları irdelemektir. Bu bağlamda, eserin oluşturulmasına katkı sağlayan bütün yazarlara emekleri için teşekkür eder, Bidge yayınevi ve ekibine katkılarından dolayı şükranlarımı sunarım.

