

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
BİLİŞİM SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ (YL) (TEZLİ)

TEDARİK ZİNCİRİ VE LOJİSTİKTE BT UYGULAMALARI

Tedarik Zinciri ve Lojistikte Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi
(2018-2019)

MELİKE ÇEKEN

DERS HOCASI

ARALIK 2023

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	2
GİRİŞ	3
LİTERATÜR ÇALIŞMASI	4
REFERANS TABLOSU	11
SONUÇ	13
KAYNAKÇA	14

GİRİŞ

Günümüz tedarik zinciri ve lojistik yönetimi, küresel ölçekteki rekabetin hız kazandığı bir dönemde, işletmelerin etkinliklerini optimize etme ve müşteri memnuniyetini artırma ihtiyacını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, 2018-2019 yıllarında yaşanan önemli dönemsel değişimler, yapay zeka ve makine öğrenmesi gibi yenilikçi teknolojilerin tedarik zinciri ve lojistik yönetimindeki rolünü belirgin bir şekilde artırmıştır. Yapay zeka, bilgisayar sistemlerine insan benzeri zeka yetenekleri kazandıran bir alan olarak, tedarik zinciri ve lojistik süreçlerini daha verimli ve etkili hale getirme potansiyeli sunmaktadır. Makine öğrenmesi ise bu süreçleri geçmiş verilere dayalı olarak analiz etme, öğrenme ve sürekli olarak geliştirme yeteneği ile ön plana çıkmaktadır. Bu makale, yapay zeka ve makine öğrenmesinin tedarik zinciri ve lojistikteki tanımlarını ayrıntılı bir şekilde ele alacak, bu teknolojilerin iş süreçlerine sağladığı avantajları vurgulayacak ve sektördeki dönüşümü anlamamıza katkıda bulunacaktır. Yapay Zeka ve makine öğrenmesi entegrasyonu, işletmelerin talep tahmininden envanter yönetimine, lojistik rotalama stratejilerinden kriz yönetimine kadar geniş bir yelpazede karşılaşılan zorlukları daha etkili bir şekilde aşmalarına olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, teknolojik gelişmelerin iş dünyasına kazandırdığı bu yeni perspektif, tedarik zinciri ve lojistik yönetimini daha akıllı, esnek ve rekabetçi bir hale getirmektedir.

Bu çalışmada 2018-2019 yıllarında tedarik zinciri ve lojistik alanında yapılmış olan yapay zeka ve makine öğrenmesi çalışmaları incelenmiştir.

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Venkatesh Shankar'a göre (2018), Yapay zeka, perakende endüstrisinde lojistik, taşımacılık ve teslimat yönetimi alanlarında önemli değişimlere yol açmaktadır. Bu bağlamda, zeki rota planlaması, kendi kendine sürüş yapabilen araçlar, robot teslimatları ve dronelar gibi yapay zeka destekli yenilikler dikkat çekmektedir. Örneğin, Dominos, sıcaklık koruma özelliğine sahip robotlar aracılığıyla yiyecek ve içecek teslimatlarını denemektedir. Aynı şekilde, Amazon, droneları kullanarak teslimat süreçlerini optimize etmeye yönelik pilot projeler gerçekleştirmiş ve dünya genelinde droneların düzenlemeleri üzerine araştırmalar yapmıştır. Venkatesh Shankar'a göre, bu yapay zeka uygulamaları, perakende operasyonlarında daha hızlı ve etkili bir hizmet sunma potansiyeli taşımaktadır. Ayrıca, akıllı rota planlaması gibi yapay zeka destekli sistemler, lojistik süreçlerini optimize etme ve daha verimli rotalar oluşturma konusunda perakendecilere önemli avantajlar sağlamaktadır.

Bu bağlamda, yapay zekanın perakende endüstrisindeki etkileri, sadece müşteri hizmetlerini değil, aynı zamanda envanter yönetimi ve stoklama gibi kritik operasyonel alanları da dönüştürmektedir. Venkatesh Shankar'ın perspektifine göre, bu teknolojik gelişmeler, perakende sektöründe rekabet avantajı sağlayarak şirketlerin daha etkili ve verimli bir şekilde faaliyet göstermelerine olanak tanımaktadır. (Shankar, December 2018)

Günümüzde Amazon Echo, Google Home ve Apple HomePod gibi akıllı hoparlörlerin evlerde yaygınlaşması, perakendecilik sektöründe yeni bir döneme işaret etmektedir. Bu akıllı hoparlörler, evlerde yapılan konuşmaları bir Bulut veritabanına kaydederek, perakendecilere müşteri davranışlarına dair önemli veri kaynakları sağlamaktadır. Perakendeciler, bu verileri analiz ederek yapay zeka sistemleri geliştirirler ve müşterilerin gelecekteki alışveriş tercihlerini tahmin edebilirler. Bu süreç, müşterilere kişiselleştirilmiş ürün önerilerinde bulunma ve alışveriş deneyimini optimize etme amacını taşır. (Shankar, December 2018)

Amazon, bu konsepti bir adım daha ileri götürerek "Anticipatory shipping" ve "life time anticipatory shipping" gibi yeni yapay zeka tabanlı hizmetler geliştirmiştir. Bu hizmetler, müşterilere herhangi bir şey sipariş etmeden önce ürünleri müşteriye göndermeyi amaçlar. Amazon'un yapay zeka sistemi, müşterinin ihtiyaçlarını ve isteklerini önceden tahmin eder ve müşteri henüz bunun farkında olmadan ilgili ürünleri göndermeye başlar. Amazon, müşterilerin bu gönderilen ürünleri beğeneceklerine olan güveniyle hareket eder. Ancak müşteriler beğenmezse, ceza olmaksızın ürünleri iade edebilirler. Amazon, bu yenilikçi hizmetleri birkaç bölgede test etmektedir, ve müşteri memnuniyetini artırmak ve alışveriş sürecini daha da kolaylaştırmak amacıyla yapay zeka tabanlı stratejilerini genişletmektedir. (Shankar, December 2018)

Hitachi, tedarik zinciri yönetimi süreçlerinde yapay zekâ tabanlı depo faaliyetleri yönetimine odaklanarak teknoloji alanında öne çıkan bir firma konumundadır. Şirket, depolarındaki performans analizlerini yapay zekâ uygulamalarıyla yapılandırmış ve bu sayede etkili bir tedarik zinciri yönetimi stratejisi oluşturmuştur. Hitachi'nin yaklaşımı, yapay zekâ ile robotik etkileşimden ziyade "Predictive Analysis" (Tahminsel Analiz) olarak adlandırılan bir süreci vurgulamaktadır. Bu süreç, depo çalışanlarının Key Performance Indicators (KPI) verilerini, müşteri taleplerinden başlayarak son kullanıcı geri bildirimine kadar takip etme amacını taşımaktadır. Yapay zekâ, bu verileri kullanarak tedarik zinciri yönetiminde tepe düzeyde bir rol üstlenmekte ve Hitachi ürünlerinin bulunduğu süreçleri etkin bir şekilde yönlendirmektedir. Hitachi'nin yapay zekâ tabanlı depo yönetimi sistemi, ürettiği raporlar aracılığıyla direkt olarak yönetim kurulu tarafından kullanılmaktadır. Bu, şirketin stratejik kararlar almasına ve süreçleri optimize etmesine yardımcı olan değerli bir bilgi kaynağı oluşturur. Hitachi'nin bu inovatif yaklaşımı, tedarik zinciri yönetiminde yapay zekâ kullanımının iş stratejilerine nasıl entegre edilebileceği konusunda örnek bir model sunmaktadır. (ŞAHİNBOY, 2018)

GAP, Tennessee deposunda Kindred'in ürettiği akıllı robot depo yönetim sistemini kullanmaktadır. Bu robotlar, konveyör üzerinden geçen ürünleri mekanik olarak ayırarak ve siparişlere uygun şekilde paketleyerek depo operasyonlarını optimize etmektedir. Kindred'in robotları, gözlükten t-shirte ve ayakkabıdan aksesuarlara kadar 10.000'den fazla ürünü tanıyabilir. GAP'in bu robot teknolojisine yaptığı yatırımlar, depo süreçlerini daha verimli hale getirerek müşteri taleplerine hızlı ve doğru yanıtlar sağlamayı amaçlamaktadır. Kindred'in kurucularından George Babu, GAP'in bu robotları depolarında kullanmaya devam edeceğini belirtmektedir. (ŞAHİNBOY, 2018)

Akıllı fabrika, süreçlerin otomasyonla yönetildiği ve kendi kendine iyileşme kapasitesine sahip bir işletme ortamını ifade eder. Bu fabrikalar, makine ve ekipman temelli olarak çalışarak fiziksel ve sanal dünyanın entegrasyonunu sağlar. Veri alışverişi yapabilen, ürün, bilgi ve iletişim teknolojilerini birleştirerek üretim ve tedarik süreçlerini entegre eden akıllı fabrikalar, kaynak kullanımını artırarak depolama ve dağıtım döngüsünü azaltır. Ayrıca, müşteri taleplerine hızlı yanıt verme yeteneği ile üretimi daha etkili ve müşteri odaklı hale getirir. Akıllı fabrikalar, sürekli gelişim ve öğrenme yetenekleri sayesinde "Öğrenen Fabrikalar" veya hiç insan çalıştırmamaları nedeniyle "Karanlık Fabrikalar" olarak da adlandırılmaktadır. Bu fabrikalar, üretim süreçlerinde giderek artan karmaşıklığı yönetilebilir hale getirerek, üretimi çekici, sürdürülebilir ve karlı kılmaktadır. Sürekli öğrenme ve gelişme prensipleri, akıllı fabrikaların adaptasyon yeteneklerini artırarak iş süreçlerini optimize etmelerini sağlar. Geleneksel fabrikalar, insan temelli, bağımsız üretim süreçleri ve stok bulundurma odaklı karar süreçleriyle karakterizedir. Akıllı fabrikalar ise internet temelli, entegre üretim süreçleri ve stok bulundurmama odaklı, teknoloji odaklı ve büyük veri yönetimine dayanan bir yapıya sahiptir. Akıllı fabrikalar, kaynak kullanımını dağıtarak çeşitli ürünlerin küçük parti üretimine imkan tanır ve dinamik rotalama ile otomatik yapılandırmaya

olanak sağlar. Ayrıca, düzleşmiş örgüt yapısı, kapsamlı bağlantılar, derin yakınsama ve kendini örgütleyen kontrol gibi özelliklere sahiptirler. (ŞEKKELİ & BAKAN, October 2018)

Görcün(2018) yaptığı çalışmada robotik sistemlerin lojistik faaliyetlere katkısından bahsetmiştir.

Konteynır elleçleme robotları, teleskopik konveyörler ve çeşitli algılama sistemleriyle entegre edilebilen, ürünleri kaldırabilen ve konveyör bantlarına yerleştirebilen hareketli unsurlardan oluşan robotik sistemlerdir. Bu robotlar, konteynır içindeki ürünleri algılamak için RFID etiketleri gibi algılama sistemlerini kullanır. Konteynır açıldığında, robotik sistem taşıma kabı içindekileri tarayarak kendisine verilen komuttaki ürünleri sadece alır ve taşıyıcı konveyör bantlarına yerleştirir. Bu işlem, ürün paketlerinin üzerindeki etiketler sayesinde gerçekleştirilir. Konteynır elleçleme robotları, lojistik süreçlerde hız ve etkinlik sağlayarak önemli bir avantaj sunmaktadır. Geliştirildikçe otonom hale gelmeleri, elleçleme süreçlerinde daha etkin bir şekilde kullanılabilmelerine olanak tanır ve insan bağımlılığını azaltır. Gelecekte, bu tür robotik sistemlerin daha yaygın bir şekilde kullanılması ve geliştirilmesi beklenmektedir. (GÖRÇÜN, 2018)

Lojistik süreçlerin en zor ve emek yoğun uygulamalarından biri, geleneksel sipariş toplama operasyonlarıdır. Operatörler genellikle iş emrini alır almaz ürünlerin bulunduğu rafları dolaşıp ürünleri toplamak için çaba sarf ederler. Bu yöntem zaman kaybına ve yoğun emek gücü kullanımına neden olur. Sipariş toplama operasyonlarını daha etkin ve düşük maliyetli hale getirmek amacıyla tasarlanan toplayıcı robotlar, raflara mobil bir karakter kazandırarak çalışır. Bu robotlar, raflara giderek ürünleri kaldırabilir ve istenilen noktaya taşıyabilir, böylece rafları birden fazla kez ziyaret etme ihtiyacını ortadan kaldırır. Toplayıcı robotlar belirli yollar üzerinde hareket edebilir ve ürün toplama komutlarını alarak bu yolları optimize ederek raflar arasındaki mesafeyi kısaltabilirler. Bu sistem, taşıyıcı robotlar, elektronik yollar ve hareketli raflar gibi bileşenleri içerir. Bu robotlar ve sistemler, işgücü kullanımını ve zamanı büyük ölçüde azaltabilir. (GÖRÇÜN, 2018)

Hareketli toplayıcı robotlar, lojistik süreçlerde kullanılabilecek bir diğer robotik sistemdir. Sipariş toplama robotlarına benzerlik gösterse de temel farkları, rafları hareket ettirmeksizin ve sabit bir hareket yolu gerektirmeksizin depo sahası içinde serbestçe dolaşarak ürün toplama işlevini gerçekleştirebilmeleridir. Şu anda ticari olarak yaygın bir şekilde kullanılsa da, yakın bir gelecekte lojistik süreçlerin birçok yerinde görev alabilecek potansiyele sahip sistemlerdir. Bu robotlar, bulut bilişim sistemleri sayesinde aldıkları sipariş komutlarını değerlendirerek raflara ulaşabilir, raflardaki ürünleri tarayarak siparişe konu olan ürünü bulup, sevkiyat noktasına taşıyabilirler. En büyük avantajları sabit elektronik yollar ve mobil raflara olan gereksinimi ortadan kaldırmalarıdır. Hareketli toplayıcı robotlar, üç boyutlu tarayıcı kameralar ve sensörlerle donatılmıştır ve raflardaki ürünleri taramak, talep edilen ürünü bulmak ve davranış hassasiyetini belirlemek için kullanılır. (GÖRÇÜN, 2018)

Lojistik süreçlerde kullanılma potansiyeline sahip bir diğer robotik sistem, paketleme, birleştirme ve ayrıştırma işlemlerinde kullanılan robotlardır. Müşteri taleplerinin giderek kişiselleştiği lojistik akış sistemlerinde, her bir ürünün farklı bir şekilde paketlenmesi, ambalajlanması ve etiketlenmesi gerekebilmektedir. Müşteriler günümüzde standart ve türdeş ürünler yerine, kişisel beklentilere ve özelliklere göre ürünler talep etmektedir. Bu durum, elleçleme süreçlerinde yavaşlamaya, karmaşıklığa ve birçok probleme neden olabilir. Ayrıca, insan faktörüyle gerçekleştirildiğinde hatalara daha açık bir durum ortaya çıkabilir. (GÖRÇÜN, 2018)

Aldağ, Eker ve Aydoğan Eker (2018) yılında yapmış oldukları çalışmayla Modern tarımın dönüşümü, tarım 4.0'ın getirdiği dijital yeniliklere değinmişlerdir. Tarım 4.0, çiftlik yönetiminde verilere dayalı karar alımını hedefler. Nesnelerin İnterneti (IoT) ile makineler arası iletişim, bu dönüşümde kritik bir rol oynar. Dronlar, robotlar, yapay zeka ve diğer teknolojilerin birleşimi olan Tarım 4.0, su, gübre ve zirai ilaçları daha etkili kullanarak ölçek ekonomilerini güçlendirmeyi amaçlar. Tarım 4.0, sensörler, cihazlar ve makinelerin çiftliklerde kullanımını destekleyerek verimliliği artırır. Bu teknolojik ilerlemeler, tedarik zinciri yönetiminde önemli bir rol oynayarak üretim süreçlerini optimize etmeyi amaçlar. Tarım alanındaki koşulları izleyen ve kontrol eden bilgisayarlar ve ileri teknolojiler, sürdürülebilir mahsul üretimini teşvik etmeyi amaçlar. Sonuç olarak, Tarım 4.0'ın dijital uygulamaları, hem çiftçilere daha bilinçli kararlar alabilme imkanı sağlayarak verimliliği artırırken, hem de tedarik zinciri süreçlerinde optimize edilmiş çözümler sunarak tarım sektörüne önemli katkılarda bulunmaktadır. (ALDAĞ, EKER, & EKER, 2018)

Griva ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan çalışmada, perakende bağlamında müşteri alışveriş alışkanlıkları ve tercihleri hakkında bilgi edinmek amacıyla "basket analytics" veya sepet analitiği kullanılan bir iş analitiği yaklaşımı önerilmiştir. Bu çalışma, müşteri ziyaretlerini sepet satış verilerinden türeterek ziyaretin arkasındaki alışveriş niyetini veya amacını belirlemekte ve bu ziyaretleri, örneğin bir "kahvaltı" ziyareti için tahıl, süt, ekmek, peynir gibi ürünleri içeren segmentlere ayırmaktadır. Ayrıca, çalışmada, ürün taksonomisini kullanarak özel kategorileri öneren yarı denetimli bir özellik seçimi yaklaşımı da tanıtılmıştır. Bu özellik seçimi yaklaşımı, veri madenciliği sonuçları üzerinde önemli bir etkiye sahip olan ürün taksonomi ağacını dengede tutmak amacıyla kullanılmaktadır. Çalışma, teorik katkısının yanı sıra, gerçek bir Avrupa hızlı tüketim malları (FMCG) perakendecisinin durumuna uygulanarak, envanter yönetiminden kampanya planlamasına kadar çeşitli kararlara destek sağlayabilecek bilgileri ortaya çıkarmak için geliştirilen yaklaşımın faydasını göstermektedir. (Griva, Bardaki, Pramatarı, & Papakiriakopoulos, 2018)

Boix ve Moreno (2018), mobil telefon şebekelerinin pazarlama kampanyalarında etkili bir konumlandırma gerçekleştirebilmeleri ve müşteri kayıp analizi yapabilmeleri için önemli müşteri kullanım detaylarını belirlemek üzere bir veri madenciliği modeli önermişlerdir. Bu

model, pazarlama kampanyalarının hedef kitlenin gereksinimlerine daha iyi uyması ve müşteri sadakatini artırması amacıyla tasarlanmıştır. Boix ve Moreno'nun (2018) önerdiği model, müşteri kullanım detaylarına odaklanarak doğru değişkenlerin seçilmesini sağlamaktadır. Bu seçilen değişkenler, mobil telefon şirketlerinin pazarlama stratejilerini geliştirmelerine ve müşteri taleplerine daha iyi yanıt vermelerine olanak tanır. Ayrıca, müşteri kayıp analizi yapmak için veri madenciliği kullanımıyla, şirketler müşterilerini daha iyi anlayabilir ve potansiyel kayıp durumlarını önceden tahmin edebilirler. Boix ve Moreno'nun (2018) çalışması, mobil telefon şirketlerinin rekabet avantajı elde etmeleri ve müşteri memnuniyetini artırmaları için veri madenciliği modellerini başarılı bir şekilde kullanmalarını vurgulamaktadır. Bu tür analitik yaklaşımlar, şirketlere müşteri ilişkilerini güçlendirmeleri ve pazarlama stratejilerini optimize etmeleri konusunda önemli bir araç sağlamaktadır. (Boix & Moreno, 2018)

Nakano ve Kondo (2018), yaklaşık 2500 Japon müşteriye ait mağaza içi alışveriş, internet üzerinden alışveriş, internet tıklama verileri, sosyal medya verileri ve demografik verileri kullanarak müşterileri Gizli Sınıf kümeleme analizi ile segmente etmiştir. Bu çalışma, satın alma aşamalarına dayalı müşteri farklılıklarını anlamak ve bu farklılıkları gerçek davranış verileri ve anket verilerini içeren tek bir kaynak panel veri setiyle genişleterek bir adım öteye gitmeyi amaçlamaktadır. Nakano ve Kondo'nun çalışması, Japon müşteriler üzerinde gerçekleştirilen bir segmentasyon örneğini sunmaktadır. (Nakano & Kondo, 2018)

Vincent ve arkadaşları (2018), moda tasarımında başarı ve hedef pazarlama stratejilerini değerlendirmek üzere 1000 müşteri verisini kullanarak k-ortalama tekniklerini uygulamışlardır. Bu çalışmada, tarz, renk, kumaş, marka, fiyat ve beden gibi altı önemli özellik üzerinden yapılan analiz, orijinal, kombinasyonlu ve yeni tasarımlar olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Elde edilen sonuçlar, tasarımcıların müşteri taleplerini daha iyi anlamalarına ve yeni siparişlerinde hangi tasarım özelliklerini tercih ettiklerine dair firmalara önemli bilgiler sağlamaktadır. (Vincent, Makinde, Salako, & Oluwafemi, 2018)

Tarallo, Akabane, Shimabukuro, Mello, & Amancio (2019) çalışması, hızlı tükenen tüketici malları (FCMG) endüstrisinde Makine Öğreniminin talep tahminine olan etkilerini detaylı bir şekilde incelemiştir. Çalışmanın temel amacı, Makine Öğrenimi tekniklerinin bu endüstriye özgü talep tahmin süreçlerine sağladığı avantajları anlamak ve bu teknolojinin tedarik zinciri yönetimi üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Bu çalışmada, özellikle Derin Öğrenme gibi gelişmiş Makine Öğrenimi yöntemlerinin, talep tahmininde daha yüksek hassasiyet düzeyi sağladığını ortaya koymaktadır. Bu, üreticilerin ve perakendecilerin daha etkili satış ve operasyon planları yapmalarına, üretim ve dağıtım süreçlerini daha etkili bir şekilde optimize etmelerine ve envanteri dengelemelerine olanak tanımaktadır. Çalışma, özellikle moda, teknoloji tüketici ürünleri, genel perakende, kısa raf ömrüne sahip gıdalar ve gıda ve içecek gibi çeşitli sektörlerde Makine Öğrenimi kullanılmasının sağladığı avantajları vurgulamıştır.

Bu sektörlere özgü olarak, daha hızlı tepki yeteneği, maliyet tasarrufu, sürdürülebilirlik ve promosyon etkinliklerinin daha etkili yönetimi gibi faydalar öne çıkmaktadır. Çalışma, FCMG endüstrisinde makine öğreniminin talep tahmininde kullanılmasının, tedarik zinciri yönetiminde daha iyi planlama, maliyet tasarrufu ve müşteri memnuniyeti gibi önemli avantajlar sağladığını kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktadır. (Tarallo, Akabane, Shimabukuro, Mello, & Amancio , 2019)

Lázaro, Álvaro, Jiménez ve Takeda (2018) tarafından yapılan bu çalışma, finansal kurumların nakit lojistik yönetimini optimize etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, nakit talep tahminlemesi için makine öğrenimi yöntemlerini ve taşıma politikalarını optimize etmek için karışık ikili lineer programlama ve dönüş optimizasyonunu birleştiren bir model önermektedir. Yazarlar, bu yöntemlerin finansal kurumların mevcut prosedürlerine göre maliyet tasarrufu sağladığını ve modelin günlük olarak eğitilebilen, değişen şube davranışlarına otomatik olarak adapte olabilen bir yapıya sahip olduğunu belirtmektedir. Çalışma, şubeler arası etkileşimleri ele alarak, şube ve merkez bankası arasındaki nakit akışını optimize etmeye odaklanmaktadır. Bununla birlikte, tüm nakit zincirini kapsayan bir optimizasyon probleminin karmaşıklığı ve veri mevcudiyeti sorunları, gelecekteki araştırmalar için potansiyel konuları da ortaya koymaktadır. Bu çalışma, finansal kurumların nakit yönetim süreçlerini iyileştirmek ve operasyonel verimliliği artırmak isteyen araştırmacılara önemli bir çerçeve sunmaktadır. (Lázaro , Jiménez, & Takeda , 2018)

Joanna Bruzda (2019) tarafından yapılan bu çalışma, tedarik zinciri yönetimi alanındaki tahmin uygulamalarında karar teorik bir yaklaşımın önemini vurgulamaktadır. Çalışma, özellikle kuantil tahminleri üzerinde durarak, tedarik zinciri maliyetlerini göz önünde bulundurmanın tahmin sonuçlarını nasıl etkileyebileceğini incelemektedir. Karar teorik bir çerçeve içinde, özellikle asimetrik çift doğrusal (LINLIN) maliyet fonksiyonuyla ilgilenerek, iş dünyasında yaygın olarak kullanılan üssel düzeltme modelini temel alır. Çalışmanın ana fikri, tedarik zinciri tahmininde karar teorisi kullanmanın, özellikle uzun zaman serilerinde kuantil tahminleri için etkili bir çözüm sunabileceğini göstermektir. Uygulanan modellerin performansı, uzun vadeli zaman serileri için genellikle üstün olduğunu, ancak kısa vadeli veri örnekleri için basit yaklaşımların daha etkili olabileceğini ortaya koymaktadır. Tedarik zincirine katkısı açısından, bu çalışma, karar teorisi odaklı tahmin modellerinin tedarik zinciri yönetiminde daha hassas ve maliyet etkin tahminlere yol açabileceğini göstererek, karar alıcılara daha iyi planlama ve envanter yönetimi yapma imkanı sunabilir. Bu, tedarik zinciri süreçlerini optimize etmeye ve kaynakları daha etkili bir şekilde kullanmaya olanak tanıyarak, işletmelerin rekabet avantajı elde etmelerine katkıda bulunabilir. (Bruzda, 2019)

Lang, Schenk, & Reggelin (2019) çalışması, üretim ve lojistik planlamada kısa vadeli operatif görevlerle ilgili yapay zeka (YZ) ve bilgi sistemleri kullanarak karar destek sistemleri (DSS) tasarlama amaçlamaktadır. Geleneksel üretim sistemlerinden merkezi kontrol edilen

kaynaklardan uzaklaşarak, siber-fiziksel sistemlere doğru bir değişimin önemini vurgulamaktadır. Ancak, bu değişimle birlikte ortaya çıkan kısa vadeli planlama zorlukları ve mevcut yöntemlerin sınırlamalarını tartışmaktadır. Çalışma, öğrenme- ve bilgi tabanlı yapay zeka yöntemleri olan yapay sinir ağları (YSN) ve bulanık mantık (BM) gibi metodların, üretim ve lojistikteki kısa vadeli planlama görevlerini çözmek için nasıl kullanılabileceğini inceliyor. Bu yöntemlerin, geleneksel metaheuristiklere alternatif olabileceğini öne sürerek, karmaşık optimizasyon problemleriyle başa çıkma potansiyelini vurguluyor. Araştırma çerçevesi üzerinden yapılan çalışma, endüstri 4.0 bağlamında, decentralize üretim sistemlerinde süreç ve faaliyet planlamasına yapay zeka tabanlı bir katkı sağlamayı hedefliyor. Yapay sinir ağları, bulanık mantık ve işletme araştırması teorisini bir araya getirerek, kısa vadeli operatif planlama düzeyinde kararlar almak için yeni bir yapay zeka destekli DSS tasarlamayı amaçlamaktadır. (Lang, Schenk, & Reggelin , 2019)

Baryannis, Dani , & Antonio (2019)çalışmasında, Tedarik Zinciri Risk Yönetimi için bir risk tahmini çerçevesi sunulmuştur. Çalışma, veri odaklı yapay zeka tekniklerini kullanarak gecikmiş teslimat riskini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu çerçeve, tedarik zinciri uzmanları ile işbirliği yaparak modelin anlaşılabilirliğini artırmayı hedefler. Çalışma, yorumlanabilirlik ile tahmin performansı arasındaki dengeyi vurgulayarak, karar ağaçları gibi yorumlanabilir modellerin performans açısından belirli durumlarda benzer sonuçlar elde edebileceğini ancak bazı ödünlerin gerekebileceğini göstermektedir. Metrik seçiminin önemine odaklanan çalışma, farklı performans metriklerini Tedarik Zinciri Risk Yönetimi hedefleriyle uyumlu olarak değerlendirir. Ayrıca, dengesiz veri setleriyle çalışmanın zorluklarına ve doğruluğun yanıltıcı olabileceğine vurgu yapar. Sonuçlar, yorumlanabilir ve yüksek performanslı modellerin elde edilebileceğini, ancak bu durumda bir dengeleme yapılması gerektiğini öne sürer. Öne çıkan sonuçlar arasında, interpretasyonu kolay olan modellerin daha düşük performansa rağmen kararları anlama konusunda daha değerli olabileceği ve Tedarik Zinciri Risk Yönetimi hedeflerine bağlı olarak metrik seçiminin kritik öneme sahip olduğu bulunmaktadır. (Baryannis, Dani , & Antonio, 2019)

REFERANS TABLOSU

No	Yazarlar	Başlık	Konu / Ana Tema	Anahtar Kelimeler	Yıl
1	Baryannis, G., Dani, S., & Antonio, G.	Predicting supply chain risks using machine learning: The trade-off between performance and interpretability	Supply Chain Risk Prediction, Machine Learning, Performance, Interpretability	Supply Chain Risk Prediction, Machine Learning, Performance, Interpretability	2019
2	Lázaro, J., Jiménez, Á., & Takeda, A.	Improving cash logistics in bank branches by coupling machine learning and robust optimization	Cash Logistics, Machine Learning, Robust Optimization	Cash Logistics, Machine Learning, Robust Optimization	2018
3	Tarallo, E., Akabane, G., Shimabukuro, C., Mello, J., & Amancio, D.	Machine Learning in Predicting Demand for Fast-Moving Consumer Goods: An Exploratory Research	Demand Prediction, Fast-Moving Consumer Goods, Machine Learning	Demand Prediction, Fast-Moving Consumer Goods, Machine Learning	2019
4	ALDAĞ, M., EKER, B., & EKER	Tarım Makinaları İmalatında Yapay Zekâ Uygulamaları	Tarım Makinaları İmalatı, Yapay Zeka	Tarım Makinaları İmalatı, Yapay Zeka	2018
5	Boix, M., & Moreno, J.	A social model based on customers' profiles for analyzing the churning process in the mobile market of data plans	Customer Profiles, Churning Process, Mobile Market, Data Plans	Customer Profiles, Churning Process, Mobile Market, Data Plans	2018
6	Bruzda, J.	Quantile smoothing in supply chain and logistics forecasting	Supply Chain, Logistics, Forecasting, Quantile Smoothing	Supply Chain, Logistics, Forecasting, Quantile Smoothing	2019
7	GÖRÇÜN, Ö. F.	LOJİSTİKTE TEKNOLOJİ KULLANIMI VE ROBOTİK SİSTEMLER	Lojistik, Teknoloji Kullanımı, Robotik Sistemler	Lojistik, Teknoloji Kullanımı, Robotik Sistemler	2018
8	Griva, A., Bardaki, C., Pramatarı, K., & Papakiriakopoulos, D.	Retail business analytics: Customer visit segmentation using market basket data	Retail Business Analytics, Customer Visit Segmentation, Market Basket Data	Retail Business Analytics, Customer Visit Segmentation, Market Basket Data	2018
9	Lang, S., Schenk, M., & Reggelin, T.	Towards Learning- and Knowledge-Based Methods of Artificial Intelligence for Short-	AI in Short-Term Operative Planning, Production and	AI in Short-Term Operative Planning, Production and	2019

No	Yazarlar	Başlık	Konu / Ana Tema	Anahtar Kelimeler	Yıl
		Term Operative Planning Tasks in Production and Logistics: Research Idea and Framework	Logistics	Logistics	
10	Nakano, S., & Kondo, F.	Customer segmentation with purchase channels and media touchpoints using single source panel data	Customer Segmentation, Purchase Channels, Media Touchpoints, Panel Data	Customer Segmentation, Purchase Channels, Media Touchpoints, Panel Data	2018
11	Shankar, V.	How Artificial Intelligence (AI) is Reshaping Retailing	Artificial Intelligence, Retailing	Artificial Intelligence, Retailing	2018
12	ŞAHİNBOY, K.	TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI VE ÇÖZÜM MODELLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Tedarik Zinciri Yönetimi, Yapay Zeka, Çözüm Modelleri	Tedarik Zinciri Yönetimi, Yapay Zeka, Çözüm Modelleri	2018
13	ŞEKKELİ, Z., & BAKAN, İ.	AKILLI FABRİKALAR	Akıllı Fabrikalar	Akıllı Fabrikalar	2018
14	Vincent, O., Makinde, A., Salako, O., & Oluwafemi, O.	A self-adaptive k-means classifier for business incentive in a fashion design environment	Business Incentive, Fashion Design, K-Means Classifier	Business Incentive, Fashion Design, K-Means Classifier	2018

SONUÇ

2018-2019 yıllarındaki makale çalışmamız, yapay zeka ve makine öğrenmesinin tedarik zinciri ve lojistik alanındaki derin etkileşimlerini incelerken, bu yenilikçi teknolojilerin sektöre getirdiği dönüşümü vurgulamaktadır. Yapay zeka ve makine öğrenmesinin, tedarik zinciri ve lojistik yönetimindeki geleneksel modelleri radikal bir şekilde değiştirdiği ve iş süreçlerine benzersiz bir anlayış getirdiği açıktır. Bu teknolojilerin entegrasyonu sayesinde, tedarik zinciri ve lojistik operasyonları daha öngörülebilir, verimli ve esnek hale gelmiştir. Geçmiş verilere dayalı analizlerle desteklenen yapay zeka, talep tahmininden envanter yönetimine kadar bir dizi süreci optimize ederken, makine öğrenmesi sürekli öğrenme yetenekleriyle bu süreçleri zaman içinde iyileştirmiştir. Bu çalışma, yapay zeka ve makine öğrenmesinin, tedarik zinciri ve lojistik yönetiminde gerçek bir dönüşüm başlattığını ve işletmelerin bu teknolojilere entegre olma sürecindeki potansiyeli ön plana çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, yapay zeka ve makine öğrenmesinin sunduğu bu önemli avantajlar, gelecekte tedarik zinciri ve lojistik operasyonlarının daha akıllı, hızlı ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine olanak tanıyacaktır.

KAYNAKÇA

- Baryannis, G., Dani , S., & Antonio, G. (2019). Predicting supply chain risks using machine learning: The trade-off between performance and interpretability. *Future Generation Computer Systems*, 993-1004.
- Lázaro , J., Jiménez, Á., & Takeda , A. (2018). Improving cash logistics in bank branches by coupling machine learning and robust optimization. *Expert Systems with Applications*, 236-255.
- Tarallo, E., Akabane, G., Shimabukuro, C., Mello, J., & Amancio , D. (2019). Machine Learning in Predicting Demand for Fast-Moving Consumer Goods: An Exploratory Research. *IFAC-PapersOnLine*, 737-742.
- ALDAĞ, M., EKER, B., & EKER, . (2018). Tarım Makinaları İmalatında Yapay Zekâ Uygulamaları.
- Boix, M., & Moreno, J. (2018). A social model based on customers' profiles for analyzing the churning process in the mobile market of data plans. *Physica*.
- Bruzda, J. (2019). Quantile smoothing in supply chain and logistics forecasting. *International Journal of Production Economics*, Pages 122-139.
- GÖRÇÜN, Ö. F. (2018). LOJİSTİKTE TEKNOLOJİ KULLANIMI VE ROBOTİK SİSTEMLER. *Mahmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.
- Griva, A., Bardaki, C., Pramatarı, K., & Papakiriakopoulos, D. (2018). Retail business analytics: Customer visit segmentation using market basket data. *Expert Systems with Applications*.
- Lang, S., Schenk, M., & Reggelin , T. (2019). Towards Learning- and Knowledge-Based Methods of Artificial Intelligence for Short-Term Operative Planning Tasks in Production and Logistics: Research Idea and Framework. *IFAC-PapersOnLine*, 2716-2721.
- Nakano, S., & Kondo, F. (2018). Customer segmentation with purchase channels and media touchpoints using single source panel data. *Journal of Retailing and Consumer Services*.
- Shankar, V. (December 2018). How Artificial Intelligence (AI) is Reshaping Retailing. *Journal of Retailing*, 6-11.
- ŞAHİNBOY, K. (2018). TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI VE ÇÖZÜM MODELLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA.
- ŞEKELİ, Z., & BAKAN, İ. (October 2018). AKILLI FABRİKALAR. *JOURNAL OF LIFE ECONOMICS*.

Vincent, O., Makinde, A., Salako, O., & Oluwafemi, O. (2018). A self-adaptive k-means classifier for business incentive in a fashion design environment. *Applied Computing and Informatics*, Pages 88-97.