İSTANBUL UNIVERSITY PRESS

Journal of Transportation and Logistics, JTL 2025

https://doi.org/10.26650/JTL.2025.1581476

Başvuru | Submitted 08.11.2024
Revizyon Talebi | Revision Requested 21.11.2024
Son Revizyon | Last Revision Received 05.01.2025
Kabul | Accepted 21.02.2025
Online Yayın | Published Online 10.04.2025

Journal of Transportation and Logistics

Araştırma Makalesi | Research Article

Açık Erişim | Open Access

Türkiye'de Lojistik Sektörü Çalışanlarının Akıllı Lojistik Teknolojilerine Karşı Tutumu

Attitudes of Employees in the Turkish Logistics Sector Toward Smart Logistics Technologies

Emine Genç [1] & Mahinur Çakan [2]

[1] Bartın University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of International Trade and Logistics, Bartın, Türkiye
[2] Bartın University, Institute of Graduate Studies, Department of International Trade and Logistics, Bartın, Türkiye

Öz

21. yüzyıl dijital dönüşümün ve teknolojik yeniliklerin toplumsal ve ekonomik alanlarda hızlı bir şekilde yaygınlaştığı bir dönemdir. Bu dönemde lojistik sektörü de büyük veri, yapay zekâ ve otomasyon gibi akıllı lojistik teknolojilerinin etkisiyle dönüşüm geçirmektedir. Bu teknolojiler, lojistik süreçlerin verimliliğini, hızını ve güvenliğini artırarak rekabet avantajı sağlamaktadır. Ancak, bu dönüşüm sadece teknolojik bir ilerleme değil, aynı zamanda insan kaynağının rolünü de yeniden tanımlayan bir süreçtir. Çalışanların bu yeni teknolojilere adaptasyonu, teknolojiyi kabul etmeleri ve yeni yetkinlikler kazanmaları, lojistik sektörünün başarılı bir şekilde dijitalleşmesi için kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda gerçekleştirilen çalışma, Türkiye'de lojistik sektöründe görev yapan çalışanların akıllı lojistik teknolojilerine karşı tutumlarını, teknoloji kabul modeli çerçevesinde incelemeyi amaçlamaktadır. TKM, bireylerin bir teknolojiyi kabul etme veya reddetme eğilimlerini analiz etmekte yaygın olarak kullanılan bir modeldir. Araştırma, Türkiye genelinde lojistik alanında faaliyet gösteren işletmelerde çalışan 413 kişiye uygulanan anket verilerine dayanmaktadır. Elde edilen bulgular, akıllı lojistik teknolojilerinin algılanan faydası ve kullanım kolaylığının, çalışanların bu teknolojilere yönelik tutumları ve kullanım niyetleri üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Çalışma, lojistik sektöründe stratejik planlamalar yaparken ve insan kaynakları politikaları geliştirirken dikkate alınması gereken değerli içgörüler sunmakta olup, Türkiye lojistik sektöründe dijital dönüşüm sürecine katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler Lojistik sektörü · akıllı lojistik teknolojileri · teknoloji kabul modeli

Abstract

The 21st century is an era in which digital transformation and technological innovations are rapidly spreading across social and economic domains. In this context, the logistics sector is undergoing significant change driven by smart logistics technologies such as big data, artificial intelligence, and automation. These technologies enhance the efficiency, speed, and security of logistics processes, offering a competitive edge. However, this transformation also redefines the role of human resources. The successful digitalization of the logistics sector depends on employees' adaptation, acceptance of new technologies, and development of relevant skills. This study examines the attitudes of logistics employees in Turkey towards smart logistics technologies using the Technology Acceptance Model (TAM), which is widely used to analyze individuals' tendencies to accept or reject a technology. The research is based on survey data collected from 413 employees working in logistics companies across Turkey. The findings reveal that perceived usefulness and ease of use of smart logistics technologies significantly affect employees' attitudes and their intentions to adopt these technologies. The study provides valuable insights for strategic planning and the development of human resources policies, contributing to the digital transformation of Turkey's logistics industry.

Atıf | Citation: Genç, E. & Çakan, M. (2025). Attitudes of employees in the Turkish logistics sector toward smart logistics technologies. *Journal of Transportation and Logistics*, Advance Online Publication. https://doi.org/10.26650/JTL.2025.1581476

This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

© 2025. Genç, E. & Çakan, M.

Sorumlu Yazar | Corresponding author: Emine Genç egenc@bartin.edu.tr

Keywords Logistics sector · smart logistics Technologies · technology acceptance model

Extended Summary

The 21st century is a period in which digital transformation and technological innovations are rapidly spreading across social and economic fields. The logistics sector is also undergoing significant change driven by smart logistics technologies such as big data, artificial intelligence, and automation. These technologies enhance the efficiency, speed, and security of logistics processes, providing a competitive advantage for businesses. However, this transformation not only represents technological advancement but also redefines the role of human resources. Employees' adaptation to these technologies, their acceptance, and acquisition of necessary skills are critical for successful digitalization in logistics.

This study aims to examine the attitudes of employees in Turkey's logistics sector toward smart logistics technologies and identify factors influencing these attitudes. The analysis is conducted within the framework of the Technology Acceptance Model (TAM), which is widely used to understand individuals' tendencies to accept or reject technology. The research is based on survey data collected from 413 employees working in logistics companies across Turkey.

The research model is structured based on TAM, incorporating four core components: perceived usefulness, perceived ease of use, attitude toward use, and behavioral intention. According to TAM, perceived usefulness refers to the functional benefit individuals expect from using a technology, while perceived ease of use indicates how easy they believe the technology is to use. These two components are key antecedents that influence individuals' attitudes and intentions toward a given technology. The study's hypotheses are designed to test the effect of employees' perceptions of the usefulness and ease of use of Logistics 4.0 technologies on their attitudes and behavioral intentions.

A two-part survey developed by the researchers was used to collect data. The first section includes demographic information such as gender, age, and education level. In the second section, TAM-based scales developed by Davis (1989) were used to measure employees' attitudes toward smart logistics technologies. The perceived usefulness and ease of use items were adapted from Davis's original scale, while attitude toward use and behavioral intention items were expanded with statements from other researchers. To ensure reliability and validity, both exploratory factor analysis (EFA) and confirmatory factor analysis (CFA) were conducted. The results confirmed the validity and reliability of the scales.

The findings reveal that employees' perceptions of the usefulness and ease of use of smart logistics technologies significantly influence their attitudes and behavioral intentions. Higher perceived ease of use leads to a stronger belief in the benefits of the technology, fostering a more positive attitude toward its adoption. The study's hypotheses were largely supported. Correlation analysis indicated strong, positive relationships between perceived usefulness, perceived ease of use, attitude toward use, and behavioral intention. These results suggest that when employees perceive these technologies as useful and easy to use, they are more likely to adopt them with a positive attitude. Employees in Turkey's logistics sector were found to have a positive outlook toward smart logistics technologies. The study emphasizes that the usefulness and ease of use of these technologies significantly affect employees' acceptance and intentions. To facilitate adaptation, supportive strategies should be developed. It is recommended that businesses provide training to employees and offer incentives that encourage technology adoption.

This study contributes to the understanding of how logistics employees adopt smart logistics technologies, reinforcing the TAM framework in the literature. It highlights the importance of perceived usefulness and ease of use in shaping employee attitudes and intentions. Developing strategies that help employees form positive attitudes toward technology can accelerate the digital transformation of the logistics sector. For business leaders, the design and implementation of smart logistics technologies should prioritize user-friendliness. Training programs should be established to support employees' adaptation, and reward mechanisms should be created to promote usage. Furthermore, clearly communicating the benefits of these technologies to the workforce can enhance employees' confidence and willingness to engage with them.

Türkiye'de Lojistik Sektörü Çalışanlarının Akıllı Lojistik Teknolojilerine Karşı Tutumu

Tarih boyunca sanayi devrimleri, öncelikle üretim paradigmalarını ve müşteri taleplerini karşılama biçimini değiştiren yıkıcı teknolojik atılımlardan kaynaklanmaktadır. İleri üretim teknolojilerinin, dijitalleşmenin ve bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) giderek daha fazla benimsenmesiyle birlikte, Endüstri 4.0 (dördüncü sanayi devrimi), daha yüksek düzeyde otomasyon ve zekaya ulaşmayı amaçlamaktadır (Qin vd., 2016). Endüstri 4.0, üretim süreçlerinin etkililiği ve verimliliğinden yararlanarak ağırlıklı olarak yeni teknolojilerin yol açtığı paradigma değişimini vurguluyor ancak insani yönlere daha az önem veriliyor (Xu vd., 2021; Nahavandi, 2019; Frederico, 2021). Ancak bunun hem endüstriyel uygulayıcıların hem de akademik çevrenin daha fazla dikkat ve çabasını gerektiren, insanların ve toplumun (Alexa vd., 2021) sürdürülebilir kalkınmasına yönelik bir tehdit olduğu ileri sürülmektedir (Callaghan, 2019). Endüstri 4.0, yeni dijital üretim sistemlerini ve iş süreçlerini kapsayan, üretim süreçlerinin insan gücünden makine gücüne geçerek otomasyonla gerçekleşmesi olarak tanımlanabilir. Bilgi teknolojilerinin gelişimi ve entegrasyonuyla ortaya çıkan bu dönem, lojistik yönetiminde pek çok yeniliğe zemin hazırlamıştır.

"Lojistik" terimi, tedarik zincirinin üreticilerden müşterilere mal, hizmet ve bilgi akışını planlayan, uygulayan ve izleyen kısmını ifade eder (Christopher, 2015; Ballou, 2007). Lojistik operasyonları, malların nakliyesi ve teslimatından daha fazlasını kapsar; aynı zamanda sipariş işleme, depolama, envanter, paketleme ve idari sorumlulukları da içerir (Islam vd., 2013; Christopher, 2016). Bir şirketin veya tedarik zincirinin temel bir işlevi olarak lojistik, son teknolojik gelişmelerden ve yeniliklerden önemli ölçüde etkilenmiştir. Akıllı lojistik operasyonları, akıllı depo yönetiminin, akıllı taşımacılığın, dijital ikizin ve benzerlerinin ortaya çıkmasına yol açan yeni teknolojik çözümlerin artan kullanımıyla mümkün olmaktadır (Sun vd., 2021; Ali ve Phan, 2022). Lojistik sektörü, tedarik zinciri yönetimini kullanırken, taleplerin mevsime ve ekonominin durumuna göre değişmesi nedeniyle iş döngüsünde dalgalanmalar yaşamaktadır. Bu nedenle, iş inovasyonunu desteklemek, müşteri hizmetlerini geliştirmek ve mevcut kaynakları kullanmak için teknolojiyi kullanmak stratejik bir zorunluluktur.

Yeni teknolojiler vasıtasıyla değişen lojistik süreçlerinde insanların rolü ve yerine getirdikleri görevler belirleyici değişikliklere uğramaktadır. Bu açıdan sektör çalışanlarının teknolojiye kabulleri önem arz etmektedir. Chen vd. (2009)'nin belirttiği gibi lojistik sektöründeki işçiler genellikle daha az eğitime sahiptir ve dolayısıyla yeni teknolojiyi keşfetme fırsatı, daha profesyonel sektörlerdeki işçilere göre daha azdır. Bu bakımdan sektör çalışanlarının akıllı lojistik teknolojilerini benimse durumlarının ortaya çıkartılarak strateji geliştirilmesi önemlidir. Bu kapsamda çalışmanın amacı, lojistik sektörü çalışanlarının akıllı lojistik teknolojilerine karşı tutumlarını teknoloji kabul modeli (TKM) ile test etmektir. TKM, kullanıcıların en son teknolojik keşifleri tanıma (veya reddetme) motivasyonunu incelemektedir ve çeşitli araştırma alanlarındaki kullanıcı tepkilerini analiz etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Do vd., 2020; Xu vd., 2021). Akıllı lojistik teknolojilerinin tüketiciler tarafından kabulüne yönelik çok sayıda çalışma (Cai vd., 2021; Hwang vd., 2019; Kim vd., 2017; Knobloch ve Schaarschmidt, 2020) yapılmış olmasına rağmen teknolojilerin çalışanlar tarafından kabulüne yönelik sınırlı sayıda (Hank ve Selamat, 2023; Alnıpak ve Toraman, 2023) araştırma yapılmıştır. Bu çerçevede çalışmanın literatüre katkı yapması hedeflenmektedir.

Çalışanların akıllı lojistik teknolojilerine yönelik tutumlarını daha derinlemesine analiz edebilmek amacıyla, makale şu şekilde yapılandırılmıştır: İlk olarak, literatür taraması bölümünde akıllı lojistik kavramı ve teknoloji kabul modeli hakkında detaylı bilgi sunulmuştur. Bunu takiben, metodoloji bölümünde araştırmanın yöntemi, amacı, hipotezleri, veri toplama araçları ile araştırmanın evreni ve örneklemi açıklanmıştır.

Araştırma verilerinin analizine ilişkin bulgular ise bulgular kısmında ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Son olarak, sonuç ve tartışma bölümünde elde edilen bulgular değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Bu kısımda ayrıca, gelecekteki araştırmalar için öneriler sunulmuş ve çalışmanın sınırlılıklarına değinilmiştir.

Literatür Taraması

Lojistik 4.0 (Akıllı Lojistik) Teknolojileri

Yeni sanayi devrimi Endüstri 4.0, lojistik dahil tüm iş operasyonlarında dijital dönüşümü gerektirmektedir. Wang (2016), lojistik operasyonlarının gelişimini tarihteki dört sanayi devrimiyle karşılaştırarak, akıllığı ve otomasyonu geliştirmek için Endüstri 4.0 teknolojilerini çeşitli lojistik operasyonlarına entegre eden akıllı lojistik olarak da adlandırılan Lojistik 4.0 kavramını önerdi. Buradaki akıllı kelimesi yüksek teknolojili bir ürün veya hizmeti en iyi şekilde tanımlayacak şekilde olmasını ifade etmektedir. Lojistik ise malların elde edilmesi, depolanması ve varış yerlerine taşınması süreçlerinin birleşimidir (Kenton, 2024). Wong ve Tang'a (2018) göre lojistik, malların üreticilerden tüketicilere taşınmasının bir yoludur ve ticaretin omurgasıdır. Lojistik, eşyaların bir yerden başka bir yere taşınması eyleminin ötesindedir. Bhasin (2021) lojistiğin ana faaliyetlerinin sipariş işleme, malzeme taşıma, depolama, envanter kontrolü, taşıma ve paketlemeyi içerdiğini vurgulamaktadır. Bu nedenle lojistik her işte önemli bir rol oynamaktadır. Akıllı ve lojistiğin ayrı tanımlarından akıllı lojistik kavramı, modern ileri bilgi ve iletişim teknolojisine (BİT) dayanmaktadır. Lojistiğin tüm bölümlerinden gelen bilgilerin gerçek zamanlı olarak işlenip analiz edilmesiyle akıllıca geliştirilen çağdaş bir entegre lojistik sistemidir (Song vd., 2021).

Akıllı lojistik, hızla değişen müşteri taleplerini karşılamak, teknolojinin sunduğu yeni fırsatları değerlendirmek ve yenilikçi iş modellerini desteklemek için etkili bir yaklaşımdır. Akıllı lojistik süreçleri, yük taşımacılığı, depolama ve teslimat gibi temel lojistik faaliyetlerin IoT, büyük veri, bulut bilişim ve yapay zekâ (AI) gibi teknolojilerle entegrasyonu yoluyla gerçekleştirilir. Bu işbirlikçi uygulamalar sayesinde bilgi paylaşımı sağlanarak hızlı yanıt verme yeteneği ve kaynakların verimli kullanımı mümkün hale gelmektedir. Müşteriler açısından değerlendirildiğinde, akıllı lojistik, daha verimli, esnek, doğru ve güvenilir lojistik hizmetleri sunarak müşteri memnuniyetini ve hizmet kalitesini artırmaktadır. Bu bağlamda, akıllı lojistik, lojistik sektörünün dijital dönüşüm sürecinde kritik bir role sahiptir (Ding vd., 2020).

Endüstri 4.0, lojistik süreçlerini daha verimli, esnek ve müşteri odaklı hale getiren bir dönüşüm olarak tanımlanmaktadır. Bu dönüşüm, siber-fiziksel sistemler (CPS), Nesnelerin İnterneti (IoT), hizmetlerin interneti (IoS), büyük veri analitiği, bulut bilişim ve blokzincir gibi ileri teknolojilerle desteklenmektedir (Hofmann ve Rüsch, 2017). Aşağıda bu teknolojilerin lojistik operasyonlarına katkıları detaylandırılmıştır.

Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Sensör Teknolojileri; Nesnelerin İnterneti (IoT), fiziksel cihazların, sensörlerin ve diğer nesnelerin bir ağ üzerinden birbirine bağlanarak veri toplamasını ve paylaşmasını sağlayan bir sistemdir. Bu sistem, cihazların internet aracılığıyla insan müdahalesi olmadan iletişim kurmasına olanak tanır (Atzori, vd., 2010). IoT, lojistik süreçlerinde malların takibi, sıcaklık kontrolü, konum belirleme ve filo yönetimi gibi alanlarda önemli bir rol oynamaktadır. IoT cihazları, tedarik zincirinin tüm aşamalarında gerçek zamanlı veri toplayarak şeffaflık ve izlenebilirlik sağlar. Örneğin, bir IoT sensörü, bozulabilir malların sıcaklık ve nem değerlerini sürekli ölçerek lojistik süreçlerin kesintisiz bir şekilde ilerlemesine yardımcı olur (Ding vd., 2020). IoT teknolojisi, lojistik operasyonlar sırasında malzeme ve taşıma süreçlerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlar. Sensörler ve IoT cihazları, tedarik zincirinin her aşamasında veri toplar, bu da malların akışını optimize etmek ve tedarik zinciri boyunca şeffaflık sağlamak için kritik öneme sahiptir. Örneğin, RFID etiketleri ile donatılmış ürünler, depo ve taşıma sırasında kolayca takip edilebilir (Hofmann ve Rüsch, 2017).

Büyük Veri ve Veri Analitiği; Büyük veri, geleneksel yöntemlerle yönetilmesi zor olan, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış büyük veri kümelerini ifade eder. Büyük veri yalnızca büyük hacimli veri değil, bu verilerin analiz edilmesiyle çalışma, düşünme ve yaşama şeklimizi değiştiren bir paradigma olarak tanımlamaktadır. Veri analitiği ise bu veri kümelerinden anlamlı bilgi elde etmek için kullanılan matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin bir kombinasyonudur (Gandomi ve Heider, 2015). Bu analiz süreçleri, geçmiş verilerden eğilimleri ve modelleri belirleyerek geleceğe dair tahminler yapılmasını sağlar. Büyük veri ve analitiği, sağlık, finans, lojistik gibi sektörlerden günlük yaşamımıza kadar pek çok alanda devrim niteliğinde dönüşümler yaratmaktadır. Lojistikte büyük veri analitiği, geçmiş verilere dayalı olarak gelecekteki talepleri tahmin etmek ve tedarik zinciri süreçlerini optimize etmek için kullanılır. Bu, yalnızca maliyetleri düşürmekle kalmaz, aynı zamanda müşteri memnuniyetini artırır ve tedarik zinciri boyunca kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlar (Hofmann ve Rüsch, 2017). Bhasin (2021), büyük veri teknolojilerinin lojistik süreçlerde verimliliği artırmakla kalmayıp, aynı zamanda maliyetlerin azaltılmasına da olanak sağladığını vurgulamaktadır. Özellikle teslimat sürelerinin optimizasyonu ve müşteri memnuniyetinin artırılması gibi hedeflerde büyük veri analitiği kritik bir rol oynamaktadır.

Bulut Bilişim; Bulut bilişim, internet üzerinden veri depolama, işleme ve paylaşımı sağlayan bir hizmet modelidir. Kullanıcılar, fiziksel donanıma ihtiyaç duymadan bilgi işlem kaynaklarına erişebilirler (Mell ve Grance, 2011). Bulut bilişim, IoT ve büyük veri gibi teknolojilerin kullanımı, veri sızıntılarını ve siber tehditleri önlemek için güçlü bilgi güvenliği politikalarını zorunlu kılar. Uluslararası standartlar (örneğin ISO/IEC 27000) bu konuda yol gösterici niteliktedir (Barreto vd., 2017). Bulut bilişim, lojistik süreçlerdeki bilgi akışını kolaylaştırarak veri depolama ve paylaşımını merkezi bir yapıya dönüştürür. Song vd. (2021), bulut bilişimin, lojistik sistemlerindeki operasyonel verimliliği artırdığını ve tedarik zinciri ortakları arasında bilgi paylaşımını hızlandırdığını belirtmiştir. Bu teknoloji, özellikle çok uluslu lojistik operasyonlarında büyük ölçekli verilerin güvenli bir şekilde paylaşılmasını sağlamaktadır.

Yapay Zekâ (AI) ve Makine Öğrenimi; Yapay zekâ (AI), makinelerin insan benzeri akıl yürütme, öğrenme, problem çözme ve karar verme gibi görevleri yerine getirmesine olanak tanıyan bir teknoloji dalıdır (Russell ve Norvig, 2016). Yapay zekâ, lojistik süreçlerin otomasyonu, talep tahmini, rotaların optimizasyonu ve müşteri davranışlarının analizi gibi konularda kullanılmaktadır. Wong ve Tang (2018), yapay zekânın lojistik sektöründe insan müdahalesini azaltarak hata oranlarını minimize ettiğini ve daha hızlı karar alma süreçlerini desteklediğini ifade etmektedir. Ayrıca, makine öğrenimi algoritmaları, taşımacılıkta kullanılan araçların bakım ihtiyaçlarını tahmin ederek kesintisiz bir lojistik akışı sağlar.

Blokzinciri Teknolojisi; Blokzincir, işlemlerin merkezi bir otoriteye ihtiyaç duyulmadan güvenilir ve şeffaf bir şekilde kaydedildiği, zincirleme yapıda düzenlenmiş bir sistem teknolojisidir. Bu teknoloji, verilerin güvenli bir şekilde saklanmasını ve doğrulanmasını sağlamak için kriptografi temelli bir yapı kullanır. Blokzincir, yalnızca kripto para birimlerinin altyapısını oluşturmakla kalmaz, aynı zamanda finans, lojistik, sağlık ve tedarik zinciri gibi farklı alanlarda da güvenilir kayıt tutma ve izlenebilirlik sunar (Nakamoto, 2008; Mougayar, 2016). Blokzincir, lojistikte şeffaflık ve güvenilirlik sağlamak için kullanılmaktadır. Bu teknoloji, uluslararası ticarette belgelerin doğrulanması, teslimat süreçlerinin kaydedilmesi ve sahtecilik riskinin azaltılması gibi konularda etkili bir araçtır (Hofmann ve Rüsch, 2017; Ding vd., 2020). Bu teknoloji, lojistik zincirindeki tüm paydaşlar arasında güveni artırarak süreçlerin daha hızlı ve sorunsuz işlemesini sağlar.

Otonom Araçlar ve Dronlar; Otonom araçlar, sensörler, yapay zekâ ve kontrol sistemleri aracılığıyla insan müdahalesi olmaksızın çalışabilen araçlardır. Dronlar ise uzaktan kumanda ile veya tamamen otonom bir şekilde uçabilen hava araçlarıdır (Thrun, 2010; Floreano ve Wood, 2015). Son yıllarda otonom araçlar ve dronlar, lojistik sektöründe teslimat süreçlerini hızlandırmak için kullanılmaktadır. Otonom araçlar ve dronlar, özellikle son mil teslimat süreçlerinde hız ve maliyet avantajı sağlayarak lojistik operasyonlarında devrim

yaratmaktadır. Bu teknolojiler, lojistik süreçlerin daha verimli hale getirilmesine yardımcı olur (Hofmann ve Rüsch, 2017). Wang (2016), otonom araçların ve dronların lojistik sektörüne kazandırdığı hız ve esneklikle sektörde devrim yarattığını savunmaktadır.

Akıllı Depolama Sistemleri; Akıllı depolama sistemleri, sensörler ve otomasyon teknolojilerini kullanarak depolama süreçlerini optimize eden ve manuel müdahaleyi azaltan entegre sistemlerdir. Akıllı lojistikte, depolama sistemleri de dijital dönüşümden etkilenmiştir. Robotik sistemler, depolama alanlarında ürünlerin yerleştirilmesi ve toplanması süreçlerini hızlandırmaktadır. Bu sistemler, özellikle depo yönetiminde insan kaynaklı hataların önlenmesini sağlar ve envanter yönetimini optimize eder (Bhasin, 2021). Akıllı depolar, RFID sensörleri ve otomatik taşıma araçları gibi teknolojilerle donatılarak, depolama operasyonlarının daha hızlı ve doğru bir şekilde yapılmasını sağlar. Özellikle teslimat sürelerinin optimizasyonu, envanterin doğru yönetimi ve müşteri memnuniyetinin artırılması gibi avantajlar sunar. Depolar, taşıma araçlarıyla entegre olarak "tam zamanında" teslimatları destekler (Barreto vd., 2017).

Siber-Fiziksel Sistemler (CPS); Siber-fiziksel sistemler, fiziksel ve yazılım sistemlerinin bir ağ üzerinden bütünleşmiş bir şekilde çalışarak gerçek zamanlı veri alışverişi ve kontrol sağladığı bir teknolojidir (Lee vd., 2015). CPS, fiziksel ve dijital dünyalar arasındaki etkileşimi kolaylaştırarak lojistik operasyonlarını daha etkin hale getiren temel teknolojilerdir. CPS, sensörler, aktüatörler ve iletişim cihazlarından oluşan ağlarla entegre bir yapı sunar. Bu sistemler, taşıma süreçlerinin izlenmesi, kontrol edilmesi ve optimize edilmesi için gerçek zamanlı veriler sağlar (Barreto vd., 2017). CPS, fiziksel ve dijital dünyalar arasındaki etkileşimi sağlayarak lojistik süreçlerinin otonom, kendi kendini düzenleyen ve gerçek zamanlı kontrol edilen sistemler haline dönüşmesini sağlar. CPS, üretim ve lojistik ağlarında yüksek düzeyde kontrol, izlenebilirlik ve şeffaflık sunar. Bu sistemler sayesinde, lojistik süreçlerin entegrasyonu daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebilir (Hofmann ve Rüsch, 2017). Jazdi (2014), CPS'nin sadece fiziksel cihazların internet bağlantısı aracılığıyla veri alışverişi yapmasını değil, aynı zamanda bu verilerin akıllı analizlerini ve gerçek zamanlı karar mekanizmalarını da içerdiğini belirtmiştir. CPS, özellikle lojistik süreçlerde şu katkıları sağlar: *Gerçek Zamanlı İzleme ve Kontrol,* Sensörlerden toplanan verilerin bulut sistemlerinde işlenmesiyle taşıma süreçleri dinamik olarak yönetilebilir. *Önleyici Bakım ve Otomasyon,* CPS, taşıma araçlarının ve depo ekipmanlarının durumlarını sürekli izleyerek arızaları önceden tahmin etme imkânı sunar. *Kaynakların Akıllı Yönetimi,* Sistemler, en uygun rotaları seçerek maliyetleri azaltırken, karbon emisyonunu düşürmeye de yardımcı olur. CPS'nin lojistik sektöründe getirdiği yeniliklere örnek olarak gerçek zamanlı stok takibi ve ürün hareketlerini izlemek için sensörler ve RFID tabanlı çözümler üreten akıllı raf sistemleri, RFID okuyucularla donatılmış ve ürünlerin doğru bir şekilde taşınmasını sağlayan akıllı taşıma arabaları gösterilebilir (Kong vd., 2020).

Ulaşım Yönetim Sistemleri (TYS); Taşıma yönetim sistemleri (TYS), lojistik süreçlerinin izlenmesi ve optimize edilmesi için IoT ve GPS teknolojilerini kullanır. Bu sistemler, filo yönetimini, nakliye planlamasını ve taşıma masraflarının düşürülmesini destekler. Bulut tabanlı TYS çözümleri, işletmelerin esneklik ve maliyet avantajı sağlamasına yardımcı olur. Aynı zamanda akıllı ulaşım sistemleri, sensörler ve VANET ağları aracılığıyla gerçek zamanlı veri toplayarak trafik akışını optimize eder ve çevre dostu taşıma modellerini destekler (Barreto vd., 2017).

Hizmetlerin İnterneti (IoS); Hizmetlerin İnterneti (IoS), hizmetlerin dijitalleşmesini ve internet üzerinden sunulmasını ifade eden bir paradigmadır. IoS, hizmet odaklı bir yaklaşımı teknolojik altyapıyla birleştirir. IoS, lojistik süreçlerinde hizmetlerin internet üzerinden erişilebilir olmasını sağlar. Bu sayede, işletmeler yeni değer yaratan hizmetler oluşturabilir ve iş ortaklarıyla entegrasyonlarını geliştirebilir. IoS sayesinde, tedarik zincirindeki paydaşlar arasındaki işbirliği artırılabilir (Hofmann ve Rüsch, 2017).

Artırılmış Gerçeklik ve Giyilebilir Teknolojiler; Artırılmış Gerçeklik (AR), fiziksel dünyayı dijital bilgilerle zenginleştiren bir teknoloji olarak tanımlanır. Bu teknoloji, gerçek dünya görüntülerinin üzerine bilgisayar

tarafından üretilen ses, video, grafik veya diğer veri katmanlarını ekleyerek kullanıcıların çevrelerini daha anlamlı bir şekilde algılamasını sağlar (Azuma, 1997). AR destekli sistemler, Wi-Fi tabanlı konum belirleme hizmetleriyle birleştirildiğinde, çalışanların depo içinde en verimli rotayı seçmesine yardımcı olabilir. Ayrıca, artırılmış gerçeklik teknolojisi, depolama operasyonlarında eğitim süreçlerini hızlandırmak için sanal simülasyonlarla entegre edilebilir (Nagda vd., 2019). Lojistik operasyonlarında çalışanların yaşadığı fiziksel zorlukları azaltmak ve operasyonel verimliliği artırmak için giyilebilir teknolojiler, akıllı lojistik süreçlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Giyilebilir bilgisayarlar, çalışanların ergonomik yüklerini azaltırken, depo ve taşıma süreçlerinde verimliliği artırma potansiyeline sahiptir. Giyilebilir teknolojiler, çalışanların ellerini serbest bırakmasını ve bu sayede daha verimli çalışmalarını sağlar. Lojistik süreçlerinde kullanılan başlıca giyilebilir cihazlar şunlardır; *Baş Monteli Tarayıcılar (Head-Mounted Scanners*)**:** Çalışanların görüş açısını takip ederek barkod tarama işlemlerini optimize eder. Bu cihazlar, ürünlerin otomatik olarak taranmasını sağlarken, ellerin başka işlere odaklanmasını mümkün kılar, *Bilek Monteli Tarayıcılar (Wristband Scanners):* RFID teknolojisiyle entegre edilen bu cihazlar, kullanıcı hareketlerini minimuma indirerek veri toplama süreçlerini kolaylaştırır, *Eldiven Monteli Tarayıcılar (Glove-Mounted Scanners):* RFID veya barkod teknolojisiyle çalışan bu cihazlar, ürün temasını otomatik olarak algılayarak işlem sürelerini hızlandırır. Giyilebilir teknolojilerin gelecekteki gelişmeleri, artırılmış gerçeklik (AR) ve hologram teknolojileri gibi daha ileri düzey işlevler ekleyerek lojistik operasyonlarını dönüştürebilir. Örneğin, başlık monteli tarayıcılar, operatörlere hangi öğeleri alacaklarını ve ne kadar alacaklarını gösteren artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla entegre edilebilir. Bu tür teknolojiler, çalışanların eğitim süreçlerini hızlandırabilir ve hatasız operasyonları teşvik edebilir (Mocan ve Draghici, 2018).

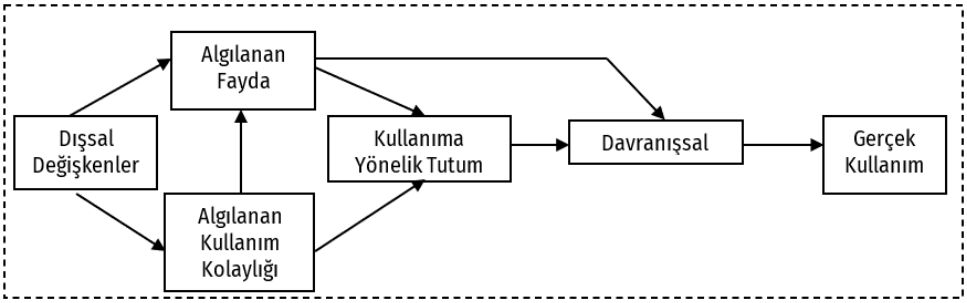
Lojistik 4.0'ın temel unsurları olan bu teknolojiler, lojistik süreçlerin modernizasyonunda yeni fırsatlar yaratmaktadır. Akıllı lojistik teknolojilerinin entegrasyonu, lojistik sektörünün geleneksel yapısını değiştirmekte ve dijital dönüşüm süreçlerini hızlandırmaktadır. Bu teknolojiler, hem tedarik zinciri yönetimi hem de müşteri memnuniyeti açısından sektöre önemli avantajlar sunmaktadır. Endüstri 4.0 ile şekillenen bu yeni lojistik anlayışı, geleceğin lojistik sistemlerinde rekabet üstünlüğü sağlamanın anahtarı olarak görülmektedir.

Teknoloji Kabul Modeli (TKM)

Teknoloji Kabul Modeli (TKM), bireylerin belirli bir bilgi teknolojisini veya bilgi sistemini kabul etme eğilimlerini açıklayan bir modeldir (Davis, 1989). TKM, Fishbein ve Ajzen'in (1975) geliştirdiği ve bireylerin belirli davranışlara yönelik niyetlerini açıklamaya yönelik bir model olan Gerekçeli Eylem Teorisi'nin bir uyarlaması olarak oluşturulmuştur (Davis vd., 1989). Davis ve çalışma arkadaşları (1989), bireylerin davranışlarının arkasında niyet faktörünün yattığı varsayımından hareketle Gerekçeli Eylem Teorisi'ni ele alarak TKM'yi geliştirmiştir. Ancak, iki model arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Gerekçeli Eylem Teorisi, tüm insan davranışlarını öngörmek ve açıklamak amacıyla oluşturulmuş olup, teknoloji kullanımına odaklanan TKM'den daha genel bir yapıdadır (Zeren, 2014). TKM'ye, Gerekçeli Eylem Teorisi'nde yer almayan "algılanan fayda" ve "algılanan kullanım kolaylığı" gibi değişkenler eklenmiştir. Ayrıca, modeldeki bu iki algıyı etkileyen dışsal değişkenler, kullanıcıların hedef sistemin kullanımını etkileyen çeşitli faktörleri kapsamaktadır (Venkatesh ve Davis, 2000). Bu faktörler, hedef sistemin özelliklerinin yanı sıra kullanıcıların demografik ve kişilik özellikleri ile ilişkilidir (Davis vd., 1989). TKM Şekil 1'de sunulmuştur.

Şekil 1

Teknoloji Kabul Modeli (TKM)



TKM, kullanıcıların en son teknolojik keşifleri tanıma (veya reddetme) motivasyonunu incelemektedir ve çeşitli araştırma alanlarındaki kullanıcı tepkilerini analiz etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Do vd., 2020; Xu vd., 2021). En yaygın teknoloji benimseme modellerinden biri olan Teknoloji Kabul Modeli (TKM), teknoloji kullanımını ve bireylerin bu teknolojiyi kabul etme eğilimlerini açıklamada sıklıkla başvurulan bir çerçevedir (Nofita ve Sebastian, 2022). TKM, teknolojinin kabul edilmesini etkileyen bilişsel ve duygusal faktörleri temel alarak önceki araştırmalarda tanımlanan ana değişkenleri belirlemek amacıyla oluşturulmuştur. Bu model, teknolojinin kabul edilmesini açıklayan iki temel inanç değişkenine dayanır: 'Algılanan Fayda' (AF) ve 'Algılanan Kullanım Kolaylığı' (AKK)." Bu iki inanç, bireylerin teknolojiye yönelik tutumlarını şekillendirmekte ve kabul düzeylerini belirlemede kritik bir rol oynamaktadır (Rondan-Cataluña vd., 2015).

Teknoloji Kabul Modeli (TKM), bir teknolojinin kullanıcılar tarafından benimsenmesini etkileyen algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı gibi temel faktörlere odaklanarak bu süreci açıklayan sade ve etkili bir çerçeve sunmaktadır. Ancak, teknoloji kullanımını etkileyen faktörlerin çeşitliliği ve kullanıcıların bireysel farklılıklarının önemi göz önüne alındığında, bu sürecin daha kapsamlı bir şekilde ele alınması gereği ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, TKM'nin sınırlılıklarını gidermek ve daha geniş bir değişken yelpazesini kapsayarak kullanıcı davranışlarını daha detaylı bir şekilde açıklamak amacıyla Venkatesh ve arkadaşları (2003), Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi'ni (BTKKT-UTAUT) geliştirmiştir.

Venkatesh ve arkadaşları (2003), bilgi teknolojilerinin kullanıcılar tarafından kabulünü ve kullanımını açıklamak için mevcut sekiz farklı modeli birleştirerek Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi (BTKKT)' ni geliştirmiştir. BTKKT, bilgi teknolojilerinin benimsenmesi sürecini açıklamak için dört temel faktör içermektedir: performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki **ve** kolaylaştırıcı koşullar**.** Model ayrıca, bu temel faktörlerin davranışsal niyet ve kullanım davranışı üzerindeki etkisini açıklayan dört bireysel farklılık değişkenini de kapsar: cinsiyet, yaş, deneyim **ve** gönüllülük. Bununla birlikte, teknolojiye yönelik tutum, öz yeterlilik ve kaygı gibi faktörlerin davranışsal niyet ile doğrudan ilişkisi olmadığı tespit edilmiş ve bu nedenle modelden çıkarılmıştır (Venkatesh vd., 2003). BTKKT'ye göre, performans beklentisi, çaba beklentisi ve sosyal etki**,** bir teknolojiyi kullanma niyetini belirleyen bağımsız değişkenlerdir. Davranışsal niyet ve kolaylaştırıcı koşullar ise kullanıcıların teknoloji kullanım davranışlarını şekillendiren temel belirleyicilerdir. Ayrıca, bireysel farklılık değişkenleri (cinsiyet, yaş, deneyim ve gönüllülük), BTKKT'deki temel değişkenler arasındaki ilişkileri karşılaştırmalı olarak incelemek için kullanılmaktadır.

BTKKT'deki kullanım kolaylığı bileşeninin detaylandırılması ile Vankatesh vd. (2012) tarafından, bireysel ve tüketici bağlamlarındaki teknoloji kabulünü açıklama için BTKKT2 (UTAUT2) geliştirilmiştir. Model, BTKKT'nin temel değişkenleri olan performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki ve kolaylaştırıcı koşulları koruyarak bunlara hedonik motivasyon, fiyat değeri ve alışkanlık gibi yeni değişkenler eklemiştir. Bu değişkenler, bireylerin teknolojiyi sadece işlevsellik açısından değil, aynı zamanda keyif, maliyet-fayda dengesi ve kullanım alışkanlıkları gibi daha geniş bir perspektiften değerlendirdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, bireysel farklılıklar (cinsiyet, yaş, deneyim) ve bağlamsal unsurlar (örneğin, gönüllülük) modelde

moderatör değişkenler olarak yer almaktadır. BTKKT2, özellikle mobil uygulamalar, çevrimiçi alışveriş ve kişisel teknoloji ürünlerinin benimsenmesi gibi tüketici odaklı çalışmalarda kullanılarak teknoloji kabulünü daha kapsamlı bir şekilde açıklamayı mümkün kılmaktadır (Venkatesh vd., 2012).

Yeni teknolojiler için kullanıcı kabul davranışları teorisinin çok değerli olduğu ve sürekli geliştirildiği görüşü vardır. Her teorik modelin farklı etki değişkenleri ve nedensel ilişkileri vardır. Bu çalışmada Teknoloji Kabul Modeli (TKM) tercih edilmiştir çünkü model, teknoloji kabulünü etkileyen temel faktörler olan algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı gibi unsurlara odaklanarak sade, etkili ve uygulanabilir bir çerçeve sunmaktadır. Araştırmanın odak noktası, kullanıcıların bir teknolojiyi benimseme sürecinde bu temel unsurların rolünü anlamaktır. TKM'nin seçilmesinin bir diğer önemli nedeni, modelin basit yapısının, özellikle spesifik sektörlerde (örneğin, lojistik, eğitim veya sağlık) teknoloji kabulünü açıklamada esneklik sağlamasıdır. Daha karmaşık modeller (örneğin, BTKKT, BTKKT2) geniş bir değişken setine yer verirken, TKM'nin odaklanmış yapısı, bu çalışmanın sınırlı kapsamı içinde daha etkin bir şekilde kullanılabilir. Ayrıca, bu çalışmada araştırma bağlamının (örneğin, belirli bir sektördeki teknoloji adaptasyonu) temel değişkenler olan algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı üzerinden açıklanabilir olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla, TKM, bu bağlamda hem teorik hem de pratik olarak yeterli bir çerçeve sunmaktadır.

Çalışmanın Metodolojisi

Çalışmanın Amacı, Modeli ve Hipotezleri

Bu bölümde araştırmanın temel hedefleri, kullanılan modelin yapısı ve oluşturulan varsayımlar ele alınmaktadır. Çalışmanın ana amacı, lojistik sektörü çalışanlarının akıllı lojistik teknolojilerine karşı tutumlarını incelemek ve bu tutumları etkileyen unsurları ortaya koymaktır. Teknoloji Kabul Modeli (TKM), lojistik sektörü bağlamında çalışanların teknolojiye yönelik algılarını ve bu algıların kullanım niyetlerine etkisini anlamak amacıyla teorik bir çerçeve olarak benimsenmiştir. Bu model kapsamında, algılanan fayda ve kullanım kolaylığı gibi faktörlerin çalışanların teknolojiye yönelik tutum ve niyetleri üzerindeki etkisini test etmeye yönelik varsayımlar geliştirilmiştir.

Algılanan fayda, kullanıcıların belirli bir teknolojiyi kullanmaları halinde, iş performanslarında olası bir artış beklentisini ifade eder. Bu, bireylerin teknolojiyi işlevsel bir kazanım olarak görmelerini ve onu kullanma eğiliminde olmalarını sağlayan bir öncüldür (Davis, 1989). Davis (1989) tarafından tanımlanan bu unsur, bireylerin teknolojiyi kullanma kararlarında temel bir motivasyon kaynağı olarak kabul edilir.

Algılanan kullanım kolaylığı ise, kullanıcıların teknolojiyi kullanırken deneyimleyecekleri çaba düzeyine yönelik inançlarını temsil eder. Bu, bireylerin teknolojiyi ne derece zahmetsiz kullanabileceklerini algılamaları ile ilişkilendirilir. Davis'in belirttiği üzere, bir teknolojinin kullanımının kolay algılanması, o teknolojinin kabulünü artırabilir ve kullanıcıların teknolojiye yönelik direncini azaltabilir (Davis, 1989). Chiu ve diğerleri (2009), algılanan kullanım kolaylığının, bilgi sistemleri ve teknolojilerin kullanımında doğrudan ve belirleyici bir etkiye sahip olduğunu vurgulamaktadır. Ngoc ve arkadaşlarının (2023) araştırması, taşıyıcıların elektrikli araç kullanımına yönelik tutumlarının, kullanım kolaylığı algısından olumlu şekilde etkilendiğini göstermiştir. Yapılan çeşitli çalışmalarda, algılanan kullanım kolaylığının, algılanan faydayı önemli ölçüde belirlediği ortaya konulmuştur (Chen vd., 2018; Zhao ve Khan, 2021). Ek olarak, algılanan fayda ve kullanım kolaylığı, bireylerin teknolojiye yönelik tutumları üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir (Shin ve Perdeu, 2019; Zhao ve Khan, 2021).

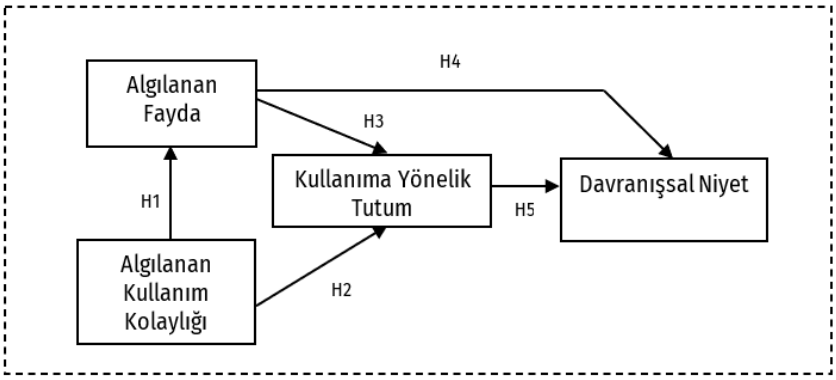
Kullanıma yönelik tutum, bireyin teknolojiyi kullanma isteğini ve bu isteğin davranışa dönüşme potansiyelini gösterir. Taylor ve Todd (1995) tarafından yapılan araştırmalar, bu unsurla ilişkilendirilen pozitif veya negatif değerlendirmelerin, bireylerin teknolojiyi kullanma niyetlerini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir.

Davranışsal niyet, teknolojiyi kullanma konusunda bireyin gösterdiği eğilim ve çabaların somut bir ifadesidir. Bhattacherjee (2001) tarafından dile getirildiği üzere, niyet, bireyin bir teknolojiyi kullanma kararının ve bu kararın eyleme dönüşme olasılığının bir göstergesidir. İnsanlar genellikle, niyetleri ile eylemleri arasında bir tutarlılık sergileme eğilimindedirler.

Yukarıdaki açıklamalar ve araştırmanın amacı doğrultusunda araştırmanın modeli ve hipotezleri oluşturulmuş ve Şekil 2'de sunulmuştur.

Şekil 2

Araştırmanın Modeli



Araştırmanın hipotezleri şu şekildedir;

H1: Çalışanların Lojistik 4.0 teknolojilerine ilişkin kullanım kolaylığı algıları, bu teknolojilere yönelik fayda algılarını olumlu yönde etkilemektedir.

H2: Çalışanların Lojistik 4.0 teknolojilerine dair kullanım kolaylığı algıları, bu teknolojileri kullanmaya yönelik tutumlarını olumlu şekilde etkilemektedir.

H3: Çalışanların Lojistik 4.0 teknolojilerine yönelik fayda algıları, bu teknolojilerin kullanımına yönelik tutumlarını pozitif yönde etkilemektedir.

H4: Çalışanların Lojistik 4.0 teknolojilerine dair fayda algıları, davranışsal niyetlerini olumlu bir şekilde etkilemektedir.

H5: Çalışanların Lojistik 4.0 teknolojilerini kullanmaya yönelik tutumları, davranışsal niyetleri üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.

Katılımcılar

Çalışmanın evrenini Türkiye'de lojistik sektöründe çalışanlar oluşturmaktadır. Kolayda örnekleme yöntemi kullanılarak 440 lojistik sektörü çalışanına anket uygulanmış, bunlar içerisinde analize uygun 413 anket değerlendirme kapsamına alınmıştır. Anket uygulaması öncesinde Bartın Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulundan 28.05.2022 karar tarihli 2022-SBB-0221 protokol numarası ile etik kurul onay belgesi alınmıştır. Anketler yüz yüze ve çevrimiçi yöntemlerle araştırmacılar tarafından Temmuz 2022-Temmuz 2023 tarihleri arasında gönüllük esasına dayalı olarak uygulanmıştır. Katılımcılara ilişkin tanımlayıcı bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1
Katılımcıların Tanımlayıcı Bilgileri (n=413)

Değişken		n	%
Cinsiyet	Kadın	124	30
	Erkek	289	70
Yaş	25 yaş ve altı	163	39,5
	26-35 yaş arası	170	41,2
	36-45 yaş arası	59	14,3
	46 yaş ve üzeri	21	5,1
Eğitim durumu	İlköğretim-Ortaöğretim	9	2,2
	Lise	41	9,9
	Önlisans	66	16
	Lisans	249	60,3
	Lisansüstü	48	11,6
Mezun Olunan Bölüm	Uluslararası Ticaret-Lojistik	113	27,4
	Diğer	300	72,6
Mesleki Deneyim	3 yıl ve altı	231	55,9
	3-5 yıl arası	31	7,5
	5-8 yıl arası	40	9,7
	8-11 yıl arası	31	7,5
	11-15 yıl arası	41	9,9
	15 yıl ve fazlası	39	9,4

Tablo 2 incelendiğinde katılımcıların % 70'i erkek, %30'u kadındır, %39,5'u 25 yaş altında % 41,,2'si 26-35 yaş aralığında, %14,3'ü 36-45 yaş aralığında, %5,1'i 46 yaş ve üzerindedir. Katılımcıların % 2,2'si ilköğretim/ortaöğretim, % 9,9'u lise, % 16'sı ön lisans, %60,3'ü lisans, % 11,6'sı lisansüstü mezunudur ve % 27,4'ü uluslararası ticaret/lojistik bölümünden mezundur. Çalışmaya katılan çalışanların % 55,9'u 3'yıl ve altı süre mesleki deneyime sahiptir.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplamak için araştırmacılar tarafından hazırlanan ve iki ana bölümden oluşan bir anket formu kullanılmıştır. Anketin ilk bölümünde, katılımcıların cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi gibi demografik bilgilerini sorgulayan beş soru bulunmaktadır. İkinci bölümde ise, çalışanların akıllı lojistik teknolojilerine karşı tutumlarını ölçmek amacıyla Davis (1989) tarafından geliştirilen ve geniş bir kullanım alanına sahip olan Teknoloji Kabul Modeli (TKM) uygulanmıştır. TKM çerçevesinde yapılandırılan araştırma modeline uygun olarak, algılanan fayda, algılanan kullanım kolaylığı, kullanım tutumu ve davranışsal niyet olmak üzere dört farklı ölçek kullanılmıştır.

Algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı ölçekleri, Davis'in (1989) oluşturduğu ölçek maddelerinden uyarlanmıştır. Kullanıma yönelik tutum ölçeği Heinssen vd. (1987) ile Compeau ve Higgins (1995) tarafından geliştirilen ifadelerden uyarlanırken, davranışsal niyet ölçeği ise Hu vd. (2003)'nin geliştirdiği ifadelerle oluşturulmuştur.

Bu çalışmada kullanılan ölçeklerin faktör yapılarını belirlemek için ilk olarak açıklayıcı faktör analizi (AFA) yapılmıştır. AFA sırasında, örneklem yeterliliği Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi ile değerlendirilmiş, faktör analizinin uygunluğu ise Bartlett Küresellik Testi ile ölçülmüştür. KMO değeri 0,60'ın üzerinde olduğunda

örneklemin faktör analizine uygun kabul edildiği; Bartlett test değerinin 0,05'ten küçük olması ise verilerin faktör analizine uygunluğunu gösterdiği kabul edilmektedir (Tabachnick ve Fideli, 2001). Tablo 2'deki sonuçlara göre, ölçeklerin KMO ve Bartlett küresellik testi değerlerinin uygun sınırlar içinde olduğu görülmüştür. Ayrıca, faktör analizi sonunda elde edilen faktör yükleri ve varyans değerlerinin 0,40'ın üzerinde olması (Gündüz ve Coşkun, 2012), ölçeklerin yapısal geçerliliğini desteklemektedir.

Tablo 2

Ölçeklerin faktör analizi, geçerlik ve güvenilirlik sonuçları

Ölçekler	İfadeler	KMO/Bartlett Küresellik Testi	Faktör Yükü	Varyans Yüzdesi	Özdeğeri
Algılanan Kullanım Kolaylığı	AKK1	KMO=0,812 Ki-kare=593,305 P=0,001	0,792	66,447	2,658
	AKK2		0,818		
	AKK3		0,835		
	AKK4		0,815		
Algılanan Fayda	AF1	KMO=0,892 Ki-kare=1774,619 P=0,000	0,871	80,107	4,005
	AF2		0,900		
	AF3		0,906		
	AF4		0,913		
	AF5		0,885		
Kullanıma Yönelik Tutum	KYT1	KMO=0,921 Ki-kare=2270,029 P=0,000	0,859	72,107	5,048
	KYT2		0,843		
	KYT3		0,880		
	KYT4		0,884		
	KYT5		0,865		
	KYT6		0,837		
	KYT7		0,769		
Davranışsal Niyet	DN1	KMO=0,894 Ki-kare=1625,750 P=0,000	0,879	78,360	3,918
	DN2		0,881		
	DN3		0,866		
	DN4		0,896		
	DN5		0,905		

Faktör analizi sonrasında ölçeklerin geçerlik ve güvenilirliklerinin belirlenmesi amacıyla Cronbach Alpha, AVE ve CR test değerleri kullanılmaktadır. Araştırmada kullanılan teknoloji kabul modelinde yer alan ölçeklere ilişkin ortalama, standart sapma, cronbach alpha, AVE ve CR değerleri Tablo 3'de sunulmuştur. Cronbach Alpha test değeri 0,70'den yüksek olan ölçekler güvenilir kabul edilmektedir (Pedersen ve Lui, 2003). Bu doğrultuda araştırmada kullanılan ölçeklerin tümü yüksek güvenilirliğe sahiptir. Aynı şekilde AVE ve CR değerleri incelendiğinde ölçeklerin geçerli ve güvenilir olduğu görülmektedir.

Tablo 3

Ölçeklerin ortalama, geçerlik ve güvenilirlik sonuçları

Ölçekler	Ortalama	Standart Sapma	Cronbach Alpha	AVE	CR
Algılanan Kullanım Kolaylığı	3,9558	0,85244	0,831	0,664	0,887
Algılanan Fayda	4,3385	0,87711	0,938	0,801	0,952
Kullanıma Yönelik Tutum	4,1709	0,86293	0,935	0,720	0,947
Davranışsal Niyet	4,2571	0,89074	0,930	0,784	0,947

Tablo 3 incelendiğinde araştırmaya katılan çalışanların genel olarak akıllı lojistik teknolojilerine yönelik tutumlarının yüksek ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Çalışanlar, akıllı lojistik teknolojilerini faydalı (ortalama = 4,33; standart sapma = 0,87) ve kullanımı kolay (ortalama = 3,95; standart sapma = 0,85) olarak değerlendirmektedir. Ayrıca, bu teknolojilere yönelik kullanım tutumu (ortalama = 4,17; standart sapma = 0,86) ve davranışsal niyet (ortalama = 4,25; standart sapma = 0,89) puanları da yüksek bulunmuştur.

Açıklayıcı faktör analizinin ardından faktör yapılarının doğruluğunu test etmek için doğrulayıcı faktör analizi (DFA) uygulanmıştır. TKM modeline uygun olarak yapılan birinci düzey çok faktörlü DFA sonucunda, modifikasyon indeksleri doğrultusunda AF1-AF2, AF1-AF5, AKK2-AKK4, KYT3-KYT5, KYT6-KYT7 ve DN3-DN5 hata terimleri arasında kovaryans eklenmiştir. DFA'nın sonuçları, uyum indeks değerleriyle birlikte Tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4

Doğrulayıcı faktör analizi sonuçları

Ölçekler	x^2/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	RMSEA
Araştırma Modeli	3,464	0,881	0,845	0,946	0,926	0,077
Uyum Derecesi	x^2/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	RMSEA
İyi	≤ 3	≥ 0,90	≥ 0,90	≥ 0,97	≥ 95	≤ 0,05
Kabul Edilebilir	≤ 4-5	0,89-0,85	0,89-0,80	≥ 0,95	0,95-0,90	0,06-0,08

Tablo 4 incelendiğinde, araştırma modelinin doğrulayıcı faktör analizi (DFA) sonuçlarında elde edilen uyum indekslerinin, kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer aldığı (Çokluk vd., 2010) görülmektedir.

Bulgular

Araştırmada kullanılan değişkenler arası korelasyon analizi sonuçları Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 5

Korelasyon Analizi Sonuçları

	1	2	3	4
1.Algılanan Kullanım Kolaylığı	1			
2.Algılanan Fayda	0,676**	1		
3.Kullanıma Yönelik Tutum	0,767**	0,831**	1	
4.Davranışsal Niyet	0,691**	0,805**	0,844**	1

**p<0,01

Algılanan fayda ile algılanan kullanım kolaylığı (r=0,676; p<0,01), kullanıma yönelik tutum (r=0,831; p<0,01) ve davranışsal niyet (r=0,805; p<0,01) arasında güçlü, pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca, algılanan kullanım kolaylığı ile kullanıma yönelik tutum (r=0,767; p<0,01) ve davranışsal niyet (r=0,691; p<0,01) arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır. Kullanıma yönelik tutum ile davranışsal niyet arasında da pozitif yönlü anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (r=0,844; p<0,01, Tablo 5).

Korelasyon analizinin ardından, araştırma modelinin ve hipotezlerin test edilmesi için yapısal eşitlik modeli (YEM) kullanılarak analiz yapılmıştır. YEM analizinde elde edilen uyum iyiliği değerleri ve uyum indeksleri, Tablo 6'da belirtilen kabul edilebilir aralıklarda sunulmuştur.

Tablo 6

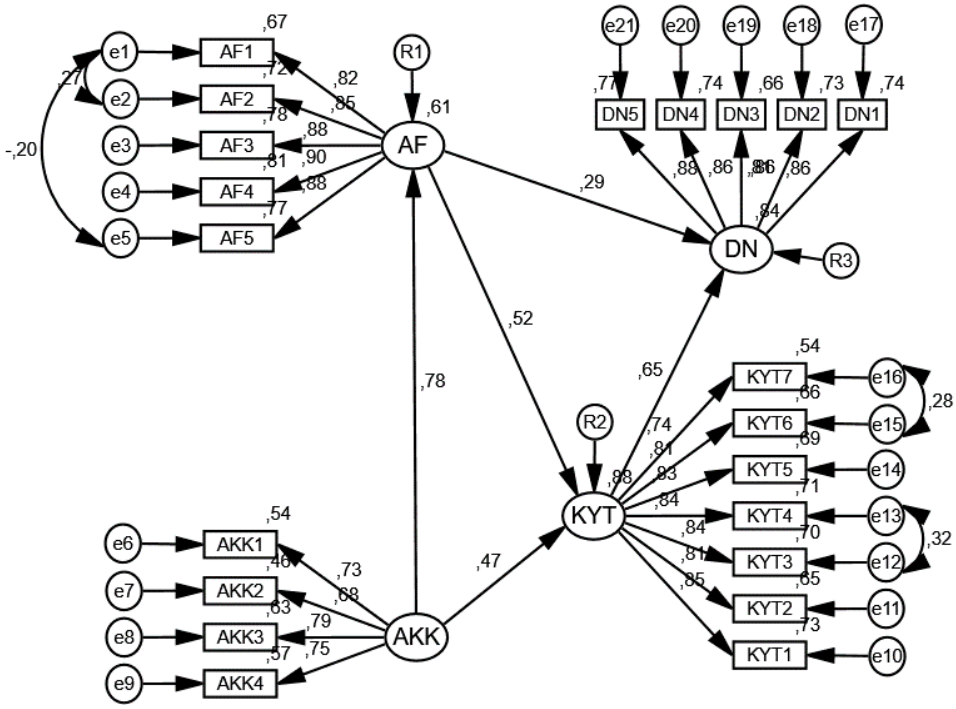
Yapısal Eşitlik Modeline ait uyum iyiliği değerleri

Ölçekler	x²/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	RMSEA
Araştırma Modeli	3,528	0,876	0,841	0,944	0,923	0,078
Uyum Derecesi	x²/df	GFI	AGFI	CFI	NFI	RMSEA
İyi	≤ 3	≥ 0,90	≥ 0,90	≥ 0,97	≥ 95	≤ 0,05
Kabul Edilebilir	≤ 4-5	0,89-0,85	0,89-0,80	≥ 0,95	0,95-0,90	0,06-0,08

Tablo 6 incelendiğinde, elde edilen uyum indeks değerlerinin, Hu ve Bentler (1999) tarafından belirtilen iyi ve kabul edilebilir uyum sınırları içinde kaldığı gözlemlenmiştir. Bu bulgu, araştırma modelinin yapısal olarak uygunluğunu doğrulamaktadır. YEM analizinde modifikasyon indeks önerileri doğrultusunda AF1-AF2, AF1-AF5, KYT3-KYT4 ve KYT6-KYT7 maddelerinin hata terimleri arasına kovaryans eklenmiştir. YEM analizi sonrasında elde edilen AMOS çıktısı Şekil 3'de sunulmuştur.

Şekil 3

Yapısal Eşitlik Modeli AMOS çıktısı



Yapısal eşitlik modellemesi (YEM) sonuçları, değişkenler arasındaki ilişkileri ve hipotezlerin test edilmesini içerir. Tablo 5, yapısal ilişkiler için standart regresyon katsayıları (β), standart hata (S.E.), kritik oran (C.R.), belirleme katsayısı (R^2), p-değerleri (P), hipotezler ve hipotez sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 7

Araştırma Modeli Yem Sonuçları (n=413)

Yapısal İlişkiler	Stand. Reg. Katsayıları (β)	S.E.	Kritik Oran (C.R.)	R^2	P	Hipotezler	Hipotez Sonuçları
AF<–AKK	0,779	0,064	12,962	0,607	***	H1	Desteklendi
KYT<–AKK	0,472	0,065	8,229	0,879	***	H2	Desteklendi
KYT<–AF	0,522	0,058	9,618		***	H3	Desteklendi
DN<–AF	0,290	0,073	4,023	0,836	***	H4	Desteklendi
DN<–KYT	0,648	0,072	8,587		***	H5	Desteklendi

Tablo 7 incelendiğinde AKK'nin AF üzerindeki etkisinin pozitif ve anlamlı olduğu, AKK'nin AF'yi % 60,7 oranında açıkladığı görülmektedir. AKK ve AF'nin KYT üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır. KYT'nin % 87,9'u AKK ve AF tarafından açıklanmaktadır. AF ve KYT'nin DN üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır. DN'nin % 83,6'sı AF ve KYT tarafından açıklanmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda araştırmanın tüm hipotezleri desteklenmektedir.

Genel olarak sonuçlar, modelde yer alan tüm hipotezlerin desteklendiğini göstermektedir. Algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan faydanın, kullanıcıların tutumları ve niyetleri üzerinde anlamlı ve olumlu bir etkiye sahip olduğu, özellikle kullanım tutumunun kullanım niyeti üzerinde güçlü bir etkisi olduğu saptanmıştır. Bu bulgular, kullanıcıların bir ürün veya hizmeti benimsemelerinde algıladıkları fayda ve kullanım kolaylığının önemli bir rol oynadığını ve bu faktörlerin kullanıcıların tutumlarını ve niyetlerini şekillendirdiğini göstermektedir.

Sonuç

Lojistik sektörü çalışanlarının akıllı lojistik teknolojilerine yönelik tutumlarını ve bu tutumları etkileyen faktörleri incelemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmaya 413 lojistik sektörü çalışanı katılım sağlamıştır. Katılımcıların %70'inin erkek, %30'unun ise kadın olması, cinsiyet dağılımında belirgin bir dengesizliği göstermektedir. Bu durum, sektörde erkek çalışanların daha yaygın olduğu gerçeğini yansıtabilir. Yaş dağılımına bakıldığında, katılımcıların büyük çoğunluğunun (%80,7) 25-35 yaş aralığında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu veri, genç ve orta yaş grubundaki bireylerin sektörde daha aktif olduğunu ortaya koymaktadır. Eğitim düzeyinde ise katılımcıların %60,3'ünün lisans mezunu olduğu, bununla birlikte lisansüstü mezun oranının (%11,6) da dikkate değer bir seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, sektörde eğitimli iş gücünün önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. Mesleki deneyim açısından değerlendirildiğinde, çalışanların %55,9'unun 3 yıl ve altı mesleki deneyime sahip olması, sektöre yeni giren ya da erken kariyer dönemindeki bireylerin ağırlıkta olduğunu işaret etmektedir. Ayrıca, katılımcıların %27,4'ünün uluslararası ticaret veya lojistik bölümlerinden mezun olması, çalışmanın hedef sektörle doğrudan ilişkili bir katılımcı kitlesine ulaşıldığını göstermektedir. Bu bulgular, çalışmanın katılımcı profili açısından lojistik ve uluslararası ticaret sektörünün genel özelliklerini yansıttığını ortaya koymakta ve elde edilen verilerin sektörel bağlamda değerlendirilebileceğine işaret etmektedir. Çalışmanın katılımcı profiline yönelik elde edilen demografik veriler, sektörün mevcut yapısını ve çalışanların genel özelliklerini yansıtması bakımından önemli ipuçları sunmaktadır. Bu veriler, sektör dinamiklerini anlamak ve bulguların bağlamını doğru şekilde yorumlamak için güçlü bir temel oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'de lojistik sektörü çalışanlarının akıllı lojistik teknolojilerine karşı tutumları TKM kapsamında incelenmiştir. Bu doğrultuda algılanan kullanım kolaylığı, algılanan fayda, kullanıma yönelik tutum ve davranışsal niyet arasındaki ilişkilerin ortaya konulması amaçlanmıştır. YEM kullanılarak elde edilen bulgular, araştırma hipotezlerinin tamamının desteklendiğini ve değişkenler arasındaki ilişkilerin güçlü ve anlamlı olduğunu göstermektedir. Araştırmada algılanan kullanım kolaylığının algılanan faydanın % 60,7'sini açıkladığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, akıllı lojistik teknolojilerinin çalışanlar tarafından kolaylıkla kullanılabilir olmasının, çalışanların bu teknolojilerden elde edeceği faydayı daha yüksek algılamalarına neden olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın bir diğer bulgusu, algılanan fayda ve kullanım kolaylığının birlikte ele alındığında, kullanıma yönelik tutumun %87,9'unu açıklamasıdır. Bu sonuçlar, lojistik sektöründe çalışanların akıllı lojistik teknolojilerine olumlu bir tutum geliştirmelerinde, bu teknolojilerin kullanım kolaylığı ve sağladığı faydanın önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Akman ve Mishra'nın (2015) yaptıkları çalışmada, kullanım kolaylığı ve faydanın teknolojinin benimsenmesinde kilit değişkenler olduğu bulunmuştur. Bu çalışma, Türkiye lojistik sektöründe elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir ve akıllı lojistik teknolojilerinin benimsenmesi

için kullanıcı dostu arayüzlerin geliştirilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Sistem kullanımı ne kadar kolay olursa o kadar yararlı olabilir (Aggorowati vd., 2012).

Araştırmamızın bulguları, lojistik sektöründe çalışanların akıllı lojistik teknolojilerine yönelik algılanan fayda ve kullanım kolaylığı temelinde olumlu tutumlar geliştirdiğini göstermektedir. Bu bulgu, literatürde yer alan Haddad'ın (2024) çalışmasıyla paralellik göstermektedir. Haddad, depo çalışanlarının Lojistik 4.0 teknolojilerini benimseme düzeylerini incelediği çalışmasında, algılanan faydanın teknoloji kabulünde en önemli faktörlerden biri olduğunu ve çalışanların bu teknolojilerin iş performansı, üretkenlik ve etkinliği artıracağına inandığını ortaya koymuştur. Aynı şekilde, algılanan kullanım kolaylığının kullanıcı dostu özellikleri sayesinde teknolojinin benimsenmesini kolaylaştırdığı ve algılanan faydayı güçlendirdiği belirtilmiştir. Bu bağlamda, çalışanların bu teknolojilere daha fazla yönlendirilmesi ve kullanım kolaylığını artırıcı eğitim programlarının uygulanması, hem iş tatminini artırabilir hem de teknolojinin lojistik süreçlerinde daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayabilir. Dolayısıyla, bu çalışmanın sonuçları, akıllı lojistik teknolojilerinin sektördeki benimsenme sürecini desteklemek için organizasyonel ve eğitimsel stratejilerin geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Araştırmanın diğer bir bulgusu davranışsal niyetin, hem algılanan fayda (β=0,290, $p<0,001$) hem de kullanıma yönelik tutum (β=0,648, $p<0,001$) tarafından olumlu ve anlamlı bir şekilde etkilenmesidir. Ayrıca, kullanıma yönelik tutumun, davranışsal niyet üzerinde daha güçlü bir etkisi olduğu saptanmıştır. Bu bulgu, lojistik sektörü çalışanlarının akıllı lojistik teknolojilerini kullanmaya karar vermelerinde, bu teknolojilere karşı geliştirdikleri olumlu tutumun kritik bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Algılanan fayda ve kullanıma yönelik tutum birlikte, kullanım niyetinin %83,6'sını açıklamaktadır. Al-Gahtani (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, kullanım kolaylığının ve faydanın birlikte ele alınmasının kullanıcıların olumlu tutum geliştirme olasılığını artırdığı belirtilmiştir. Bu çalışma, bireysel düzeyde teknoloji kabulü için tutumun kritik bir faktör olduğunu ve davranışsal niyet üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Haddad (2024) çalışmasında lojistik sektöründe çalışanların Lojistik 4.0 teknolojilerini gelecekte daha yaygın bir şekilde kullanmaya yönelik yüksek bir niyet taşıdığını vurgulamıştır. Teknolojilerin iş süreçlerine sağladığı katkılar sayesinde çalışanların bu teknolojileri benimsemekte herhangi bir direnç göstermeyeceği sonucuna ulaşmıştır.

Araştırmanın sonuçları, akıllı lojistik teknolojilerinin algılanan faydası ve kullanım kolaylığının, Türkiye'deki lojistik sektöründe kullanıcıların tutumları ve kullanım niyetleri üzerinde kayda değer bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, akıllı lojistik teknolojileri ile ilgili stratejik planlama yapılırken ve insan kaynakları politikaları geliştirilirken dikkate alınması gereken önemli içgörüler sunmaktadır.

Teorik Çıkarımlar

Araştırmanın bulgularına dayanarak literatürde mevcut teorileri destekler nitelikte, gelecekteki araştırmalar için de önemli ipuçları sunan çeşitli teorik çıkarımlar yapılabilir. Öncelikle bu çalışma, Davis'in TKM'ni destekler niteliktedir. Algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan fayda, kullanıcıların teknolojiye yönelik tutumlarını ve niyetlerini belirleyen önemli faktörler olarak doğrulanmıştır. Akıllı lojistik teknolojilerinin kolay kullanılabilir olması ve kullanıcılara sağladığı faydaların belirgin olması, bu teknolojilere karşı olumlu tutum geliştirilmesine ve kullanım niyetinin artmasına yol açmaktadır. Algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan fayda arasındaki güçlü pozitif ilişki, kullanıcıların bir teknolojiyi benimseme sürecinde kullanım kolaylığının önemini vurgulamaktadır. Bu bulgu, yeni teknolojilerin tasarım ve geliştirme süreçlerinde kullanıcı dostu olmasının, teknolojinin benimsenmesini arttıracağını ortaya koymaktadır. Özellikle lojistik sektöründe, akıllı teknolojilerin kullanıcılar tarafından kolayca benimsenmesi, sektörün verimliliğini ve rekabetçiliğini artırabilir. Kullanıma yönelik tutumun, kullanıma yönelik niyet üzerindeki güçlü etkisi, tutumların davranışsal niyetleri şekillendirmedeki kritik rolünü vurgulamaktadır. Bu bulgu, Ajzen'in Planlanmış Davranış Teorisi

(TPB) ile uyumludur. Çalışanların akıllı lojistik teknolojilerine yönelik olumlu tutumlarının, bu teknolojileri kullanma niyetlerini doğrudan etkilediği görülmektedir. Bu da, işletmelerin çalışanlarının teknolojiye yönelik olumlu tutumlarını geliştirmeye yönelik stratejiler geliştirmelerinin önemini göstermektedir.

Çalışmanın bulguları, kullanıcı deneyiminin teknoloji benimseme sürecinde ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Algılanan kullanım kolaylığı ve faydanın artırılması, kullanıcıların akıllı lojistik teknolojilerine karşı olumlu tutum geliştirmelerine ve bu teknolojileri benimsemelerine katkıda bulunmaktadır. Bu durum, kullanıcı deneyimi tasarımının ve eğitim programlarının teknoloji benimseme süreçlerinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

Algılanan faydanın ve kullanım kolaylığının kullanıcıların tutum ve niyetleri üzerindeki etkisi, lojistik sektöründe akıllı teknolojilerin benimsenmesini artırmak için pratik uygulamaların ve eğitim programlarının önemini vurgulamaktadır. İşletmeler, çalışanlarına bu teknolojilerin faydalarını ve kullanım kolaylıklarını vurgulayan eğitim programları sunarak, teknolojinin benimsenmesini teşvik edebilirler.

Özetle, bu çalışma, mevcut teorileri desteklemekte ve akıllı lojistik teknolojilerinin benimsenmesi konusunda yeni içgörüler sunmaktadır. Bulgular, lojistik sektöründe teknolojinin benimsenmesini artırmak için kullanıcı dostu tasarımlar ve kapsamlı eğitim programlarının önemini ortaya koymakta ve bu alanda yapılacak gelecekteki araştırmalar için önemli bir temel oluşturmaktadır.

Yönetimsel Çıkarımlar

Araştırmanın bulguları, lojistik sektöründe akıllı teknolojilerin benimsenmesini artırmak isteyen yöneticiler ve karar vericileri için önemli ipuçları sunmaktadır. Algılanan kullanım kolaylığının kullanıcılar üzerindeki etkisi göz önünde bulundurularak, akıllı lojistik teknolojilerinin kullanıcı dostu olacak şekilde tasarlanması ve uygulanması gerekmektedir. Yöneticiler, teknoloji sağlayıcılarıyla iş birliği yaparak, çalışanların bu teknolojileri kolayca öğrenip kullanmalarını sağlayacak basit ve sezgisel arayüzler geliştirmelidir. Algılanan fayda ve kullanım kolaylığının artırılması için çalışanlara yönelik kapsamlı eğitim programları düzenlenmelidir. Yöneticiler, akıllı lojistik teknolojilerinin faydalarını ve kullanım kolaylıklarını vurgulayan eğitim ve geliştirme programları aracılığıyla çalışanların bu teknolojilere olan güvenini artırabilirler. Bu programlar, teknolojinin günlük operasyonlarda nasıl kullanılacağını ve hangi avantajları sağlayacağını açıkça göstermelidir. Çalışanların akıllı lojistik teknolojilerine karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlamak için çeşitli teşvik ve ödül programları uygulanabilir. Örneğin, teknolojiyi etkin bir şekilde kullanan çalışanlara ödüller verilebilir veya başarı hikayeleri paylaşılabilir. Bu tür teşvikler, çalışanların teknolojiye olan ilgisini ve bağlılığını artırabilir. Akıllı lojistik teknolojilerinin faydaları ve kullanım kolaylıkları hakkında düzenli iç iletişim kampanyaları yürütülmelidir. Yöneticiler, bu teknolojilerin işletmeye ve çalışanlara sağlayacağı avantajları net bir şekilde iletişim araçlarıyla (bültenler, toplantılar, seminerler vb.) aktararak, çalışanların bilinç düzeyini ve kabul oranını artırabilirler.

Yeni teknolojilerin benimsenmesi sürecinde pilot uygulamalar gerçekleştirerek, çalışanlardan geri bildirim almak önemlidir. Yöneticiler, belirli bir süre boyunca küçük ölçekli pilot projeler yürütüp, bu süreçte elde edilen geri bildirimleri değerlendirerek teknolojinin eksikliklerini giderebilir ve kullanıcı deneyimini iyileştirebilirler.

Üst yönetim, akıllı lojistik teknolojilerinin benimsenmesine yönelik vizyon ve stratejiyi açıkça belirlemeli ve bunu tüm organizasyona yaymalıdır. Yöneticilerin, teknolojinin potansiyel faydalarını ve işletme üzerindeki olumlu etkilerini vurgulayan bir liderlik yaklaşımı benimsemeleri gerekmektedir. Bu, çalışanların değişime daha hızlı adapte olmalarına ve teknolojiye karşı olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olacaktır.

Akıllı lojistik teknolojilerinin mevcut sistemlere entegrasyonu ve bu süreçte teknik destek sağlanması büyük önem taşır. Yöneticiler, teknolojinin sorunsuz bir şekilde entegrasyonunu sağlamak için gerekli altyapı

yatırımlarını yapmalı ve çalışanlara teknik destek sunmalıdır. Bu, çalışanların teknolojiye adaptasyonunu kolaylaştırır ve benimseme oranını artırır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları, yöneticilere akıllı lojistik teknolojilerinin benimsenmesini artırmak için stratejik adımlar atma konusunda önemli bilgiler sunmaktadır. Kullanıcı dostu tasarımlar, kapsamlı eğitim programları, çalışan motivasyonu ve iç iletişim stratejileri, akıllı lojistik teknolojilerinin etkin bir şekilde benimsenmesini sağlayarak, işletmelerin verimlilik ve rekabet avantajını artırmalarına yardımcı olacaktır. Bu yönetimsel çıkarımlar, çalışmanın bulguları ve teorik temelleri doğrultusunda, yöneticilere akıllı lojistik teknolojilerinin benimsenmesi sürecinde alabilecekleri somut adımlar sunmaktadır.

Kısıtlar ve Gelecekteki Araştırmalara Yönelik Öneriler

Bu çalışmanın kısıtları arasında Türkiye'de yalnızca lojistik sektörü çalışanları üzerinde yapılmış olması, yalnızca TKM (Teknoloji Kabul Modeli) modelinin kullanılması ve lojistik sektördeki rekabet düzeyi, dijitalleşme derecesi gibi dış faktörlerin dikkate alınmaması bulunmaktadır. Bu nedenle, çalışmanın bulgularının farklı sektörlerde ve uzun vadeli koşullarda genellenebilirliği sınırlı kalmaktadır. Gelecekteki araştırmalar için farklı sektörlerdeki çalışanların da dahil edildiği çalışmaların yapılması, uzunlamasına veri toplanarak tutumların zaman içindeki değişiminin izlenmesi ve sektöre özgü dış faktörlerin modele entegre edilmesi önerilmektedir. Ayrıca, demografik özelliklere göre karşılaştırmalı analizlerin yapılması ve TKM dışında alternatif modellerin ya da modellerin birleştirilmesinin kullanılması, akıllı lojistik teknolojilerinin benimsenme sürecine daha kapsamlı bir bakış açısı sunabilir. Bu öneriler, konuya dair daha derin bir anlayış geliştirerek, akıllı lojistik teknolojilerinin çalışanlar tarafından kabul edilmesini etkileyen faktörleri daha geniş bir çerçevede değerlendirmeye katkı sağlayabilir.

Etik Kurul Onayı	Bartın Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulundan 28.05.2022 karar tarihli 2022-SBB-0221 protokol numarası ile etik kurul onay belgesi alınmıştır.
Hakem Değerlendirmesi	Dış bağımsız.
Yazar Katkısı	Çalışmanın Konsepti/Tasarımı- E.G., M.Ç.; Veri Toplama- M.Ç., E.G.; Verilerin Analizi/Yorumlanması- E.G.; Yazı Taslağı: - E.G.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi – E.G., M.Ç.; Son Onay ve Sorumluluk - E.G., M.Ç.
Çıkar Çatışması	Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemiştir.
Finansal Destek	Bu çalışma 1919B012106434 numaralı TÜBİTAK 2209/A öğrenci projesi tarafından desteklenmiştir.

Ethics Committee Approval	Ethics committee approval was obtained from the Ethics Committee for Social and Human Sciences of Bartın University with the decision dated 28.05.2022 and protocol number 2022-SBB-0221.
Peer Review	Externally peer-reviewed.
Author Contributions	Conception/Design of Study- E.G., M.Ç; Data Acquisition- M.Ç., E.G.; Data Analysis/ Interpretation- E.G.; Drafting Manuscript- E.G.; Critical Revision of Manuscript- E.G., M.Ç.; Final Approval and Accountability- E.G., M.Ç.
Conflict of Interest	Authors declared no conflict of interest.
Grant Support	This study was supported by the TÜBİTAK 2209/A undergraduate student project with the project number 1919B012106434.

Yazar Bilgileri / Author Details

Emine Genç

[1] Bartın University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of International Trade and Logistics, Bartın, Türkiye

0000-0003-1178-6929 egenc@bartin.edu.tr

Mahinur Çakan

[2] Bartın University, Institute of Graduate Studies, Department of International Trade and Logistics, Bartın, Türkiye

0009-0002-1508-5388 mahinurcakan06@gmail.com

Kaynakça | References

Aggorowati, M. A., Suhartono, N. I., & Gautama, H. (2012). Restructuring and expanding technology acceptance model: Structural equation model and Bayesian approach. *American Journal of Applied Sciences, 9*(4), 496–504. https://doi.org/10.3844/ajassp.2012.496.504

Akman, I., & Mishra, A. (2015). Sectoral differences in green information technology practices: A study of Turkey. *Journal of Cleaner Production, 108*, 197–208. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.017

Al-Gahtani, S. S. (2016). Empirical investigation of e-learning acceptance and assimilation: A structural equation model. *Applied Computing and Informatics, 12*(1), 27–50. https://doi.org/10.1016/j.aci.2014.09.001

Alexa, L., Pîslaru, M., & Avasilcăi, S. (2022). From Industry 4.0 to Industry 5.0—An overview of European Union enterprises. In *Sustainability and Innovation in Manufacturing Enterprises* (pp. 221–231). Springer Nature: Cham, Switzerland.

Ali, I., & Phan, H. M. (2022). Industry 4.0 technologies and sustainable warehousing: A systematic literature review and future research agenda. *International Journal of Logistics Management, 33*(2), 644-662. https://doi.org/10.1108/IJLM-05-2021-0277

Alnıpak, S., & Toraman, Y. (2023). Acceptance of e-vehicles for last-mile parcel delivery from the perspective of drivers: A study in Turkey. *LogForum, 19*(3), 443–459. https://doi.org/10.17270/J.LOG.2023.863

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks, 54*(15), 2787-2805. https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385. https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355

Ballou, R. H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review, 19*(4), 332–348. https://doi.org/10.1108/09555340710760152

Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing, 13*, 1245-1252. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.045

Bhasin, H. (2021, January 6). 6 logistics activities or 6 functions of logistics in an organization. *Marketing91*. https://www.marketing91.com/logistics-activities/ adresinden 10.03.2024 tarihinde erişilmiştir.

Bhattacherjee, A. (2001). An empirical analysis of the antecedents of electronic commerce service continuance. *Decision Support Systems, 32*(2), 201–214. https://doi.org/10.1016/S0167-9236(01)00111-7

Cai, L., Yuen, K. F., Xie, D., Fang, M., & Wang, X. (2021). Consumer's usage of logistics technologies: Integration of habit into the unified theory of acceptance and use of technology. *Technology in Society, 67*, 101789. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101789

Callaghan, C. W. (2019). Transcending the threshold limitation: A fifth industrial revolution? *Management Research Review, 43*(4), 447–461. https://doi.org/10.1108/MRR-03-2019-0102

Chen, J. V., Yen, D. C., & Chen, K. (2009). The acceptance and diffusion of the innovative smartphone use: A case study of a delivery service company in logistics. *Information & Management, 46*(4), 241–248. https://doi.org/10.1016/j.im.2009.03.001

Chen, X., Wu, L., Pan, Y., Siu, K. W. M., Gong, X., & Zhu, D. (2018). Consumer acceptance of an agricultural products traceability system: Evidence from China. In *Proceedings of the 2018 Annual Meeting*, August 5-7, Washington, DC: Agricultural and Applied Economics Association.

Chiu, C. M., Lin, H. Y., Sun, S. Y., & Hsu, M. H. (2009). Understanding customers' loyalty intentions towards online shopping: An integration of technology acceptance model and fairness theory. *Behaviour & Information Technology, 28*(4), 347-360. https://doi.org/10.1080/01449290801892492

Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management*. Pearson UK, London.

Compeau, D., & Higgins, C. A. (1995). Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test. *MIS Quarterly, 19*, 189-211. https://doi.org/10.2307/249688

Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2010). *Çok değişkenli istatistik SPSS ve LISREL uygulamaları* (1. baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly, 13*(3), 319–340. https://doi.org/10.2307/249008

Ding, Y., Jin, M., Li, S., & Feng, D. (2021). Smart logistics based on the Internet of Things technology: An overview. *International Journal of Logistics Research and Applications, 24*(4), 323–345. https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1757053

Do, H.-N., Shih, W., & Ha, Q.-A. (2020). Effects of mobile augmented reality apps on impulse buying behavior: An investigation in the tourism field. *Heliyon, 6*, e04667. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04667

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research.* Addison-Wesley.

Floreano, D., & Wood, R. J. (2015). Science, technology and the future of small autonomous drones. *Nature, 521*(7553), 460-466. https://doi.org/10.1038/nature14542

Frederico, G. F. (2021). From supply chain 4.0 to supply chain 5.0: Findings from a systematic literature review and research directions. *Logistics, 5*, 49. https://doi.org/10.3390/logistics5030049

Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management, 35*(2), 137-144. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007

Gündüz, Y., & Coşkun, Z. S. (2012). Öğrenci algısına göre öğretmen etik değerler ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, *13*(1), 111-131.

Haddad, O. (2024). *Depo çalışanlarının Lojistik 4.0 teknolojilerini Teknoloji Kabul Modeli ile benimseme düzeylerinin belirlenmesi ve iş tatminine etkisi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Hang, W. S., & Selamat, A. S. (2023). Smart logistic adoption towards logistic performance. *Journal of Technology Management and Technopreneurship (JTMT), 11*(1), 44–51.

Heinssen, R. K. Jr., Glass, C. R., & Knight, L. A. (1987). Assessing computer anxiety: Development and validation of the Computer Anxiety Rating Scale. *Computers in Human Behavior, 3*, 49–59. https://doi.org/10.1016/0747-5632(87)90010-0

Hofmann, E., & Rüsch, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry, 89*, 23-34. https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002

Hu, P. J. H., Clark, T. H. K., & Ma, W. W. (2003). Examining technology acceptance by school teachers: A longitudinal study. *Information & Management, 41*, 227-241. https://doi.org/10.1016/S0378-7206(03)00050-8

Hwang, J., Kim, H., & Kim, W. (2019). Investigating motivated consumer innovativeness in the context of drone food delivery services. *Journal of Hospitality and Tourism Management, 38*, 102–110. https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2019.01.004

Islam, D. M. Z., Meier, J. F., Aditjandra, P. T., Zunder, T. H., & Pace, G. (2013). Logistics and supply chain management. *Research in Transportation Economics, 41*(1), 3–16. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.10.006

Jazdi, N. (2014, May). Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. In *2014 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics* (pp. 1-4). IEEE. https://doi.org/10.1109/AQTR.2014.6857843

Kenton, W. (2024). Logistics. *Investopedia*. https://www.investopedia.com/terms/l/logistics.asp adresinden 15.10.2024 tarihinde erişilmiştir.

Kim, E., Park, M.-C., & Lee, J. (2017). Determinants of the intention to use Buy-Online, Pickup In-Store (BOPS): The moderating effects of situational factors and product type. *Telematics and Informatics, 34*(8), 1721–1735. https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.08.006

Knobloch, M., & Schaarschmidt, M. (2020). What impedes consumers' delivery drone service adoption? A risk perspective. *Arbeitsberichte des Fachbereichs Informatik*, 1–18.

Kong, X. T., Yang, X., Peng, K. L., & Li, C. Z. (2020). Cyber physical system-enabled synchronization mechanism for pick-and-sort ecommerce order fulfilment. *Computers in Industry, 118*, 103220. https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103220

Lee, E. A., Seshia, S. A., & Lee, J. (2015). Introduction to embedded systems: A cyber-physical systems approach. *MIT Press.*

Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing. *National Institute of Standards and Technology, 53*(6), 50.

Mocan, A., & Draghici, A. (2018). Reducing ergonomic strain in warehouse logistics operations by using wearable computers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 238*, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.03.001

Mougayar, W. (2016). *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology*. Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119300330

Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0-A human-centric solution. *Sustainability, 11*(16), 4371. https://doi.org/10.3390/su11164371

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Bitcoin.org*. https://assets.pubpub.org/d8wct41f/31611263538139.pdf

Ngoc, A. M., Nishiuchi, H., & Nhu, N. T. (2023). Determinants of carriers' intentions to use electric cargo vehicles in last-mile delivery by extending the technology acceptance model: A case study of Vietnam. *The International Journal of Logistics Management, 34*(1), 210–235. https://doi.org/10.1108/IJLM-12-2021-0566

Nofita, M., & Sebastian, D. (2022). Technology acceptance models pada teknologi digital: Survey paper. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi, 2*(2), 309-320. https://doi.org/10.24002/konstelasi.v2i2.5347

Pedersen, S., & Liu, M. (2003). Teachers' beliefs about issues in the implementation of a student-centered learning environment. *Educational Technology Research and Development, 51*(2), 57-76. https://doi.org/10.1007/BF02504526

Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia CIRP, 52*, 173–178. https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005

Rondan-Cataluña, F. J., Arenas-Gaitán, J., & Ramírez-Correa, P. E. (2015). A comparison of the different versions of popular technology acceptance models: A non-linear perspective. *Kybernetes*, *44*(3/4), 529-545. doi:10.1108/K-09-2014-0184.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). Artificial intelligence: A modern approach. *Pearson Education Limited*.

Shin, H., & Perdue, R. R. (2019). Self-service technology research: A bibliometric co-citation visualization analysis. *International Journal of Hospitality Management, 80*, 101–112. https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.01.012

Song, Y., Yu, F. R., Zhou, L., Yang, X., & He, Z. (2021). Applications of the Internet of Things (IoT) in smart logistics: A comprehensive survey. *IEEE Internet of Things Journal, 8*(6), 4250–4274. https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3034385

Sun, X., Yu, H., Solvang, W., Wang, Y., & Wang, K. (2021). The application of Industry 4.0 technologies in sustainable logistics: A systematic literature review (2012–2020) to explore future research opportunities. *Environmental Science and Pollution Research, 29*, 9560–9591. https://doi.org/10.1007/s11356-021-17693-y

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2001). *Using multivariate statistics* (4th ed.). Boston: Allyn and Bacon.

Taylor, S., & Todd, P. A. (1995). Understanding information technology usage: A test of competing models. *Information Systems Research, 6*(2), 144-176. https://doi.org/10.1287/isre.6.2.144

Thrun, S. (2010). Toward robotic cars. *Communications of the ACM, 53*(4), 99-106. https://doi.org/10.1145/1721654.1721679

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science, 46*(2), 186-204. https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly, 27*(3), 425–478. https://doi.org/10.2307/30036540

Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly, 36*(1), 157–178. https://doi.org/10.25300/MISQ/2012/36.1.07

Wang, K. (2016). Logistics 4.0 Solution-New challenges and opportunities. In *6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation*. Atlantis Press: Manchester, UK.

Wong, W. P., & Tang, C. F. (2018). The major determinants of logistic performance in a global perspective: Evidence from panel data analysis. *International Journal of Logistics Research and Applications, 21*(4), 431–443. https://doi.org/10.1080/13675567.2018.1438377

Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0-Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems, 61*, 530–535. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006

Xu, Y., Wang, Y., Khan, A., & Zhao, R. (2021). Consumer flow experience of senior citizens in using social media for online shopping. *Frontiers in Psychology, 12*, 732104. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.732104

Zeren, D. (2014). Gerekçeli eylem teorisi. In M. İ. Yağcı & S. Çabuk (Eds.), *Pazarlama teorileri*.İstanbul: MediaCat Yayıncılık.

Zhao, H., & Khan, A. (2021). The students' flow experience with the continuous intention of using online English platforms. *Frontiers in Psychology, 12*, 807084. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.807084