

RADYO FREKANSI TANIMLAMA (RFID) TEKNOLOJİSİNİN TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANSINA ETKİLERİ: LOJİSTİK ENDÜSTRİSİNDE BİR VAKA ÇALIŞMASI

Gözde YANGINLAR¹, Cihat KÖKSAL²

ÖZET

Amaç: Küresel rekabet ve dinamik pazar koşulları lojistik işletmelerinin operasyonel faaliyetlerinde hızla değişimlerin meydana gelmesine imkân sağlamıştır. Maliyetleri düşürmeyi, ürün ve hizmet süreçlerini yenilemeyi amaç edinen lojistik işletmeleri, tedarik zinciri performansını değerlendirmek için Radyo Frekans Tanımlama (RFID) teknolojisini kapsamlı bir biçimde ele almaya başlamışlardır. Bu çalışmanın amacı, RFID teknolojisinin alt boyutlarının tedarik zinciri performansının üzerindeki etkisini incelemektir.

Yöntem: Araştırmanın evrenini, Uluslararası Nakliyatlar Derneğine (UND) üye olan 85 lojistik işletmesi oluşturmaktadır. Kolayda Örneklem Yöntemi ile 364 lojistik çalışanından anket aracılığıyla veriler toplanmıştır.

Bulgular: Araştırmanın sonucunda RFID'nin teknolojik boyutunun finansal performansı, lojistik performansı ve müşteri hizmetleri performansını pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca RFID'nin organizasyonel boyutu lojistik performansının ve müşteri hizmetleri performansının artmasına kaynaklık etmektedir. Buna karşın, RFID'nin çevresel boyutu finansal performansı ve müşteri hizmetleri performansı üzerinde negatif bir etkisinin olduğu kanıtlanmıştır.

Özgünlük: RFID teknolojisinin tedarik zincir performansı üzerindeki etkisini inceleyen farklı çalışmalar olmasına karşın, Türk lojistik sektöründe benzer doğrultuda yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma, bu önemli konudaki boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: RFID, Tedarik Zinciri Performansı, Lojistik.

JEL Kodları: L91, L25, M10.

THE EFFECTS OF RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) TECHNOLOGY ON SUPPLY CHAIN PERFORMANCE: A CASE STUDY IN LOGISTICS INDUSTRY

ABSTRACT

Purpose: Global competition and dynamic market conditions have enabled rapid changes in the operational activities of logistics companies. Logistics businesses aiming to reduce costs and renew their product and service processes have begun to comprehensively consider Radio Frequency Identification (RFID) technology to evaluate supply chain performance. The purpose of this study is to examine the effect of RFID technology's sub-dimensions on supply chain performance.

Methodology: The universe of the research consists of 85 logistics companies that are members of the International Transport Association (UND). Data are collected from 364 logistics employees through survey using the Convenience Sampling Method.

Findings: As a result of the research, it was determined that the technological dimension of RFID positively affects financial, logistics and customer service performance. In addition, the organizational dimension of RFID leads to an increase in logistics and customer service performance. In contrast, the environmental dimension of RFID has proven to have a negative impact on financial and customer service performance.

Originality: No study is found that examines the effect of RFID technology on supply chain performance in the Turkish logistics industry. This study aims to fill the gap in this important issue.

Keywords: RFID, Supply Chain Performance, Logistics.

JEL Codes: L91, L25, M10.

¹ Doç. Dr., İstanbul Ticaret Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Lojistik Yönetimi Bölümü, gyanginlar@ticaret.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3814-2982, (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Dr. Öğretim Üyesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Uluslararası Ticaret Bölümü, ckoksal@ticaret.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4621-7697.

1. GİRİŞ

Küresel ekonomik krizin her alanda etkisini göstermeye başladığı günümüzde, işletmelerin bilişim teknolojilerine yönelmeleri önem arz etmektedir. Bu bilişim teknolojilerinden biri olan RFID, tedarik zinciri yönetimi çerçevesinde yer alan birçok işletme tarafından tercih edilmektedir. Ürün yaşam döngüsünün kısalması ve bilgi teknolojisindeki gelişmeler işletmelerin rekabet stratejilerini yeniden gözden geçirmelerine sebebiyet vermiştir. Tedarik zinciri yönetiminde aktif rol oynayan işletmeler (üreticiler, perakendeciler, distribütörler, toptancılar, lojistik hizmet sağlayıcısı gibi) arasında bilgi paylaşımı ve iş birliği bu teknoloji sayesinde ivme kazanmaktadır.

Lojistik sektörü yapı itibarıyla hem teknoloji hem de emek yoğunluğunun fazla olduğu bir sektör olma özelliğiyle dikkat çekmektedir. Lojistik sektörünün etkinliği teknolojik gelişmeleri yakından takip edilmesinin yanı sıra lojistik süreçlerde en uygun yazılımlara ve sistemlere uyum sağlanmasına bağlıdır. Türk lojistik sektörü gelişme potansiyeli yüksek bir sektör olması sebebiyle diğer sektörlerden farklılaşmaktadır. Lojistik sektöründeki gelişmeler RFID teknolojisi açısından fırsat niteliğindedir. Buna karşın, ülkemizde RFID teknolojisinin tedarik zinciri süreçlerinde kullanılması yeterli düzeyde değildir. Ayrıca, lojistik sektöründe yer alan işletmeler, RFID teknolojisine geçiş aşamasında ve tedarik zinciri performanslarını artırmaya yönelik süreçlerde birçok sorunlar ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu çerçevede, çalışmada RFID teknolojisinin hangi boyutunun lojistik işletmelerinde daha fazla önem arz ettiği incelenmiştir. RFID teknolojisinin alt boyutları finansal performans, lojistik performans, müşteri hizmetleri performansı ve entegrasyon performansı üzerindeki etkisi analiz edilmiştir.

Günümüzde tedarik zinciri performans ölçümü çerçevesinde RFID teknolojisi ABD, Avrupa ve Asya'daki birçok araştırmacı ve sektör temsilcilerinin ilgisini çeken bir uygulamadır (Soon ve Gutierrez, 2008). RFID uygulamaları tedarik zinciri performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Dağıtım sistemlerinin performansını %33,8 ve stok kullanılabilirliğini %45,6 oranında iyileştirdiği kanıtlanmıştır (Vlachos, 2014). RFID teknolojisi, optimum stok seviyelerini azaltarak (Senauer ve Seltzer, 2010) ve stok hatalarını ortadan kaldırarak envanter yönetiminde verimliliğin artmasında kaldıraç görevi üstlenmektedir (Sari, 2010). Ayrıca bu teknoloji, işletme gelirlerinin artmasına ve genel giderlerin azalmasına imkân sağlamaktadır (Veeramani ve diğerleri, 2008). Gaukler (2010) tedarik zincirinde RFID teknolojisini kâr maksimizasyonu yaratan bir unsur olarak tanımlamaktadır. Venkatesh ve diğerleri (2018) RFID'nin tedarik zinciri performansını geliştirmede büyük bir potansiyele sahip olmasına karşın; teknolojinin halen kitlesel düzeye ulaşmaktan uzak olduğunu vurgulanmaktadır. Chuang ve Shaw (2007), tedarik zincirlerinde RFID entegrasyonuna odaklanmışlardır. RFID uygulamaları "işlevsel RFID entegrasyonu, şirketler arası RFID entegrasyonu ve operasyonel RFID entegrasyonu" olarak üç farklı aşamada irdelenmişlerdir.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde çalışmanın amacı belirtilmiş ve çalışmanın ele alınmasında etkili olan problemler tanımlanmıştır. İkinci bölümde RFID teknolojisi ve tedarik zinciri yönetimde RFID teknolojisinin önemi ile ilgili kavramsal çerçeve çizilmiştir. 3. bölümde araştırmanın amacı, önemi, yöntemi ve modeli yer alırken, 4. bölümde analiz sonuçları incelenmiştir. 5. bölümde çalışmaya dair sonuç ve değerlendirmeler açıklanmıştır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. RFID Teknolojisi

RFID teknolojisi, II. Dünya Savaşı (1939-1945) sırasında dost ya da düşman uçakları birbirinden ayırt etmek amacıyla ortaya çıkmıştır (Kumari ve diğerleri, 2015). Belirli bir radyo frekansı aralığındaki nesnelere insan müdahalesi veya veri girişi olmaksızın radyo dalgaları aracılığıyla tanımlayan otomatik bir nesne tanımlama teknolojisidir (Muller-Seitz ve diğerleri, 2009). RFID etiketleri genel olarak aktif, yarı pasif ve pasif olarak sınıflandırılmaktadır. Aktif etiketler dâhili güç kaynakları ile karakterize edilirken, pasif etiketlerin kendi dâhili gücü bulunmamakta ve RFID okuyucu(lar) tarafından iletilen sinyallerden güç toplayarak çalışmaktadırlar. Yarı pasif etiketler ise, sıcaklık, nem gibi ortam koşullarında sensör verilerinin kaydedilmesi gibi kritik amaçlar için yeterli dâhili güce sahiptirler (Sundaram ve diğerleri, 2010). RFID etiketlerinde görsel temas olmadan da işlemler yapılabilir. Bu sağladığı avantaj ile RFID etiketi kutulara, kaplara yerleştirilebilir, hayvanlara enjekte edilebilir ve pasaport gibi herhangi bir nesneye gömülebilir (Finkenzeller, 2010).

RFID teknolojisi barkod ile karşılaştırıldığında birçok avantaja sahiptir. Görüş mesafesinde olma zorunluluğu olmadan yüzlerce ürünün tanımlanması çok kısa bir süre zarfında gerçekleşmektedir. Bu özelliği, tedarik zincirinde yer alan ürünlerin takibini ve izlenmesini kolaylaştırmaktadır (Tu ve diğerleri, 2018). RFID'de özel şifreleme ve tanımlama kodunun bulunması güvenliği de büyük oranda artırmaktadır. Bu teknoloji, israfı bertaraf ederek ve iş gücü maliyetlerini azaltarak verimliliğin artmasına imkân sağlamaktadır. RFID'nin iş gücü tasarrufu sağlamada ve hata oranının azaltılmasında doğrudan faydaları

bulunmaktadır. Ayrıca stok dışı ürünlerin azalmasına (Szmerekovsky ve Zhang, 2008), teslim süresinin kısalmasına, operasyonel maliyetlerin düşmesine (Lee ve diğerleri, 2011) ve işletmelerin tedarik zinciri performanslarının artmasına yardımcı olmaktadır. RFID teknolojisinde yaygın olarak kullanılmasının önündeki en büyük engel yüksek sabit maliyetlerin olması ve yatırımın geri dönüşünün uzun sürede gerçekleşmesidir (Ruiz-Garcia ve Lunadei, 2011). Bunun yanı sıra kusurlu ürünlerin fiziksel akışı ve bilgi akışı arasındaki uyumsuzluklardan kaynaklanan envanter hataları ile karşı karşıya kalılabilmektedir (Sana, 2011). Buna rağmen, RFID teknolojisi birçok sektörde giderek daha fazla popülerlik kazanmaktadır (Realini ve Marcos, 2014).

RFID teknolojisi, üç boyut altında "Teknolojik boyut, organizasyonel boyut ve çevresel boyut" incelenerek ele alınmaktadır: Bu boyutlar, yeni teknolojinin uygulanmasında içsel ve dışsal değişkenleri incelemek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Aboelmaged, 2014; De Mattos ve Laurindo, 2017). Teknoloji boyutu, yeni teknolojinin benimsenmesini etkileyebilecek teknolojik uygulamaları ve yapıyı temsil etmektedir. Organizasyonel boyut, örgütsel direnç, kapasite, yapı, iletişim ve karar verme gibi yeni teknolojilerin benimsenmesini etkileyebilecek örgütsel konuları ortaya koymaktadır. Çevresel boyut ise rekabet, belirsizlik ve dış paydaşların rolü gibi çevresel güçlerin potansiyel etkisini göstermektedir (Aboelmaged, 2014). RFID'nin teknolojik boyutu, tedarik zinciri boyunca çok yüksek düzeyde bilgi doğruluğu ve gerçek zamanlı görünürlük sağlamanın yanı sıra, kağıt tabanlı sistemlerin neden olduğu hatayı ortadan kaldırarak güvenilirliği artırmaktadır. RFID, bir kez kurulduktan sonra önemli maliyet tasarrufları sağlayabilmektedir. Yine de RFID'nin zayıf yönleri de bulunmaktadır. Bazen RFID'den veri üretimi mükemmel değildir ve "kirli veri" olarak adlandırılan probleme neden olmaktadır. Bu sorunlar, gereksiz veri öğelerini filtrelemek için ara katman yazılımının uygulanmasıyla çözülebilmektedir. RFID etiketlerinin bilgisayar korsanlarından veya rakiplerden gelen saldırılara karşı bağışıklıkları yeterince güçlü değildir (Cao ve diğerleri, 2014).

RFID'nin organizasyonel özellikleri özellikle yeni teknolojilerin adaptasyon sürecinde etkili olmaktadır (Tornatzky ve Klein, 1982). Grover ve Goslar'a (1993) göre organizasyonel boyut büyüdükçe işletmeler, daha fazla sermayeye ve kurumsal bir yapıya bunun yanı sıra riski üstlenebilecek daha fazla kapasiteye sahip olacaktır. Bunlar da yeni teknolojinin benimsenmesini teşvik edecektir. Organizasyonel kapasite, bir örgütün kaynakları, yetenekleri ve nitelikleri ile ilgili çok boyutlu bir kavramdır (Riley ve diğerleri, 2003). Yeni teknolojilerin uygulanmasında örgütün değişikliklere uyum sağlama özelliği, bilgi ve deneyimden yararlanma düzeyi adaptasyon sürecini büyük oranda kolaylaştırmaktadır (Mete ve Belgin, 2021). Uygun organizasyonel kapasiteye sahip olmayan işletmelerin Ar-Ge'ye yatırım yapmaya istekli olmadıkları belirlenmiştir. Ayrıca yüksek vasıflı çalışanları işe almaya veya elde tutmaya çalışmadıkları gözlenmektedir (Mete ve Dağdeviren, 2017).

Çevresel boyut, işletmenin endüstrisini, rakiplerini, başkaları tarafından sağlanan kaynaklara erişimini ve düzenleyici faktörlerini ifade etmektedir (Tornatzky ve Fleischer, 1990). Devlet desteği, devletin mali yardımlarını, çalışanların eğitim planını ve politik istikrarı içermektedir. İşletmeler RFID teknolojisine geçmeden önce teşvikler ve sübvansiyonlar gibi çeşitli destekler almayı beklemektedir. Devlet tarafından desteklenen RFID kullanımı, uygulama planının devamını sağlayarak şirketlerin üzerindeki mali baskının azalmasına kaynaklık etmektedir (Hossain ve Quaddus, 2010). İşletmeler RFID konusunda uzmanlaşmış çalışanlardan yoksun olabilir ancak RFID konusunda danışmanlardan ya da uzman kuruluşlardan destek alabilir. Tedarikçiler ise donanım ve yazılım desteği, teknik destek, eğitim ve atölye çalışmaları gibi destekler sunabilir (Thong ve diğerleri, 1996). Ayrıca yasal düzenlemeler bu yeni inovatif teknolojilerin kaderini belirleyebilecek önemli bir çevresel boyutu yansıtmaktadır.

2.2. RFID Teknolojisinin Tedarik Zincirinde Kullanımı

Tedarik zinciri yönetimi, ham maddenin tedarik aşamasından başlayarak, üretim tesislerine getirilmesi, üretimin yapılması, tüketiciye ulaştırılması hatta geri dönüşüm, iade, bakım-onarım işlemlerini de kapsayan bir süreçtir (Nebol, 2013). Tedarik zinciri yönetiminde ürünlere değer katmak ve en kısa zamanda, uygun nitelikte ve istenilen miktarda rekabetçi bir maliyet anlayışıyla lojistik operasyon süreçlerinin işlev kazandırılması amaçlanmaktadır (Güleş ve diğerleri, 2010).

RFID teknolojisi, otomatik eş zamanlı tedarik zinciri görünürlüğü sağlayarak tedarik zinciri yönetiminde devrim yaratmıştır. Tedarik zinciri geliştikçe rekabetin boyutu değişmiştir. İşletme ile rakip işletmeler arasında değil işletmenin yer aldığı tedarik zinciri ile rakip işletmelerin tedarik zincirleri arasında rekabet mücadelesinin olduğu görüşü yaygınlaşmıştır. Rekabet avantajı elde etmek isteyen işletmeler yalnızca satın alma ve lojistik faaliyetlerini yeniden gözden geçirmekle yetinmemekte aynı zamanda RFID gibi bilişim teknolojilerine yatırım yapmayı da temel ilke edinmişlerdir (Yangınlar, 2020). Wal-Mart, Metro Group ve diğer büyük perakendeciler, tedarik zinciri performansını artırmak amacıyla tedarikçilerin RFID teknolojisini benimsemelerini zorunlu kılmıştır (Leung ve diğerleri, 2014). Toyota Güney Afrika'daki, Nissan ve Chevrolet

Tablo 1. Tedarik zincirinde RFID teknolojisi ile ilgili çalışmalar

<i>Çalışma</i>	<i>Türü</i>	<i>Sonuç</i>	<i>RFID Boyutu</i>
Doerr ve diğerleri (2006)	Ampirik	RFID teknolojisinin işletmelere sağlayacağı avantajları tespit etmek amacıyla Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Monte-Carlo simülasyonunu birleştirmişlerdir. Bu teknolojinin sahaya sürülmesinin maliyet ve fayda analizini yapmışlardır.	Teknoloji
Lefebvre ve diğerleri (2006)	Ampirik	Belirli bir tedarik zincirinin deposunda RFID dağıtımını analiz etmek için bir pilot çalışma geliştirmişlerdir. RFID teknolojisinin mevcut süreçleri iyileştirebildiği, yeni bir iş modeli sağlayabileceği ve tedarik zinciri aktörleri arasındaki iletişimi artırabileceği öne sürmektedirler.	Organizasyonel
Chao ve diğerleri (2007)	Teorik	1991-2005 yılları arasında yayınlanan RFID teknolojisini ele alan çalışmalar incelenmiştir. Tedarik zincirinde RFID teknolojisine yönelen işletmelerin uluslararası pazara ulaşabilirliği artırdığını ileri sürmektedir.	Teknoloji
Uckun ve diğerleri (2007)	Ampirik	Bir tedarikçi ve bir perakendeci içeren iki seviyeli bir tedarik zincirinde RFID teknolojilerinin dağıtımını incelemek için bir analitik model geliştirmişlerdir.	Organizasyonel
Dolgui ve Proth (2008)	Teorik	Envanter yönetimi çerçevesinde RFID teknolojilerinin avantajlarına odaklanmışlardır. Ayrıca, RFID teknolojilerinin gizlilik ve kimlik doğrulama özellikleri ile ilgili bazı sorunları tespit etmişler ve geleceğe yönelik perspektifleri ele almışlardır.	Teknoloji
Ustundag ve Tanyaş (2009)	Ampirik	Tedarik zincirinin her bir üyesinin RFID entegrasyonundan eşit olarak yararlanmadığını ve perakendecinin en yüksek maliyet tasarrufuna sahip olduğunu beyan etmişlerdir. Artan tedarik süresinin perakendecinin toplam tedarik zinciri maliyet tasarrufunu azalttığını kanıtlamışlardır.	Organizasyonel
Wang ve diğerleri (2010)	Ampirik	Tayvan'da 113 üreticiyle yapılan çalışmaya göre RFID boyutlarından çevresel boyut altında yer alan müşteri baskıları ve organizasyonel boyut altında yer alan bilgi yoğunluğu faktörleri etkili bulunmuştur.	Çevresel & Organizasyonel
Sarac ve diğerleri (2010)	Teorik	1959 ile 2009 tarihleri arasında yayınlanan RFID teknolojisini inceleyen 142 makale ele alınarak, literatür taraması gerçekleştirilmiştir. RFID teknolojisinin tedarik zincirinde yarattığı envanter yanlışlığı, kamçı etkisi ve yetersiz yenileme sorunlarına dikkat çekilmiştir.	Organizasyonel
Ko ve diğerleri (2011)	Ampirik	Tedarik zinciri yönetiminde verimliliği artırmak amacıyla bir ürün arama algoritması geliştirmişlerdir.	Teknoloji
Leung ve diğerleri (2014)	Teorik	Tedarik zinciri içerisinde yer alan işletmelerin RFID teknolojisine adaptasyon süreçlerini detaylı bir şekilde irdelemişlerdir.	Organizasyonel
Shin ve Ekşioğlu (2015)	Ampirik	Tedarik zincirinde RFID'yi benimseyen perakendecilerin iş gücü verimliliğinin rakiplerine göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır.	Çevre
Chong ve diğerleri (2015)	Ampirik	Nesnelerin interneti teknolojisi (IoT) olan RFID'nin sağlık tedarik zinciri yönetimi performansı üzerindeki etkisini incelemişlerdir.	Teknoloji
Cui ve diğerleri (2017)	Ampirik	Tedarik zincirinde envanter hatalarını azaltmada RFID teknolojisinin önemine vurgu yapmışlardır. RFID yatırım etkinliğini dikkate alınarak, tedarik zinciri senaryoları analitik modeller ile analiz edilmiştir.	Teknoloji
Tsao ve diğerleri (2017)	Ampirik	Dağıtım merkezlerinin sayısını, her dağıtım merkezi için ikmal döngü süresini ve tedarik zincirindeki RFID yatırım seviyesini belirlemek amacıyla bir optimizasyon yöntemi geliştirmişlerdir. RFID teknolojisinin tam zamanlı üretim yapan işletmelerde verimliliği artırdığını kanıtlamışlardır.	Organizasyonel
Tu ve diğerleri (2018)	Ampirik	RFID etiket hasarını tespit etmek ve RFID etiketinin tedarik zincirindeki ilişkili nesnesinden ayrılmasına yardımcı olan bir araç geliştirmişlerdir.	Teknoloji
Yoon ve diğerleri (2020)	Ampirik	Kore'de akıllı tarım uygulamalarında RFID kullanımının teknolojik, çevresel ve organizasyonel boyutlarının tamamında verimliliği olumlu etkilediği sonucuna varmışlardır.	Teknoloji & Organizasyonel & Çevre
Mabad ve diğerleri (2021)	Ampirik	Avustralya'da inşaat sektörü üzerinde yapılan çalışmaya göre RFID, karar verme sürecinde üç boyutuyla da verimliliğe pozitif etkide bulunmuştur.	Teknoloji & Organizasyonel & Çevre

Amerika'daki, Volkswagen Almanya'daki merkezlerinde bitmiş araçların takibini RFID teknolojisiyle gerçekleştirmektedir.

Boeing uçak parçalarının bakım geçmişini RFID teknolojisi üzerinden kontrol etmektedir. Ford Motor üretim tesislerinde RFID teknolojisiyle iş gücü verimliliği artarken, Gap İngiltere'deki merkezinde bu teknoloji ile tekstil ürünlerinin envanter maliyetlerini minimize etme şansını yakalamıştır (Castro ve Wamba, 2007). Gıda sektöründe ise, RFID yalnızca güvenli gıda ürünlerine yönelik ihtiyaç ve talebi karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda gıda israfını da azaltmaktadır (Bibi ve diğerleri, 2017). Wilding ve Delgado (2004) çalışmalarında, Marks and Spencer, Scottish Courage ve Wal-Mart'taki depolarda veya dağıtım merkezlerinde RFID uygulamalarının tedarik zinciri performansı üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir. Banks ve diğerleri (2007) çalışmalarında, sağlık sektöründe RFID teknolojisi ile bilgi akışlarının doğruluğunun arttığını (hasta geçmişi, tedavi kayıtları vb.) ve daha iyi envanter yönetimine (ilaç çarşafı, yataklar vb.) ulaşıldığını ileri sürmektedir.

Yapılan literatür taramasında, tedarik zinciri yönetiminde RFID uygulamalarına ilişkin çalışmaların son yıllarda artış gösterdiği Tablo 1'de görülmektedir. Ayrıca önceki çalışmalarda RFID boyutlarından birine yönelik çalışmalar mevcutken, son yıllarda RFID'nin tüm boyutlarıyla ele alındığı çalışmalara daha fazla rastlanmaktadır.

Tedarik zincirlerinde RFID ile ilgili mevcut çalışmalar envanter yönetimi, lojistik ve nakliye, montaj ve imalat, nesnelerin takibi ve konumu, çevre sensörleri vb. konularına odaklanmaktadır (Gaukler ve Seifert, 2007). Gunesekekan ve Ngai (2005) RFID teknolojisinin verimliliği ve siparişlerin doğruluğunu artıran en önemli lojistik bilişim sistemlerinden biri olduğunu belirtmektedir. Lin ve Lin (2007), tedarik zincirinde yer alan işletmelerin RFID sistemlerini benimsemeye uygun olup olmadıklarına karar vermelerine yardımcı olmak için analitik hiyerarşi süreç yöntemini uygulamışlardır. Bibi ve diğerleri (2017), RFID'nin yalnızca güvenli gıda ürünlerine yönelik ihtiyaç ve talebimizi karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda gıda israfını da azaltabileceğini belirtmişlerdir. Sundaram ve diğerleri (2010), RFID uygulamalarında kullanılan bilgi tabanlı bir Web hizmeti sisteminin, tedarik zinciri yönetiminde yer alan geleneksel entegre sistemlerden daha tutarlı ve üretken olduğunu analitik bir yaklaşım ile değerlendirmişlerdir.

2.3. Tedarik Zinciri Performansı

Küreselleşmenin etkisiyle artan rekabet ortamında, tedarik zinciri performansı birçok sektörde en önemli konulardan biri haline gelmiştir. RFID teknolojileri aracılığıyla ürünlerin izlenebilirliğini ve tüm tedarik zinciri boyunca görünürlüğün artması tedarik zinciri performansının iyileşmesine imkân sağlamaktadır (Whitaker ve diğerleri, 2007). Bu teknoloji sayesinde uluslararası pazarlarda faaliyet gösteren işletmelerin lojistik operasyonel süreçleri hızlanmakta ve etkili bir envanter yönetimi işlev kazanmaktadır (Chow ve diğerleri, 2006).

Verimliliğin artmasında ve müşteri memnuniyetinin sağlanmasında, tedarik zincirinin performans ölçütleri önem arz etmektedir (Feng ve diğerleri, 2018). Literatürde, tedarik zinciri performansı birçok araştırmacı tarafından farklı yöntemlerle ve başlıklar altında ölçülmeye çalışılmıştır. Chan (2003) tedarik zinciri performans ölçütlerini kantitatif ve kalitatif değişkenler olarak iki başlıkta kategorize etmiştir. Kantitatif değişkenler olarak üretim, dağıtım, depolama, stok maliyetleri ve kaynak kullanımı ele alınırken; kalitatif değişkenlerde ise kalite, esneklik, görünürlük, güven ve yenilikçilik incelenmiştir. Bilgi paylaşımının eş zamanlı olarak tedarik zinciri içerisinde yapılmasının görünürlüğü artırdığına işaret etmektedir. Tao (2009) tedarik zinciri performans ölçüğünü müşteri memnuniyet performansı, bilgi paylaşım performansı, lojistik performans ve finansal performans başlıklarında incelemişlerdir. Müşteri memnuniyet performansı siparişlerin tamamlanma oranları açısından; bilgi paylaşım performansında ise bilgi aktarımının doğruluğu, bilgi maliyeti, bilginin kullanım oranı olarak değerlendirilmiştir. Lojistik performans başlığı altında taşıma esnasında yaşanan kayıp oranları, depoların kullanım oranları, stok devir hızı sınıflandırılırken; finansal performans başlığı altında kâr artış oranı, net değer getiri oranı olarak ele alınmıştır.

Gandi ve diğerleri (2017) tedarik zinciri performans kriterlerini nicel ve nitel olmak üzere kategorize etmiştir. Maliyet ve kâr nicel kriterler, müşteri memnuniyeti, tedarikçi performansı, malzeme ve bilgi akışı ise nitel kriterler olarak adlandırılmıştır. Tedarik zinciri performans ölçütlerini Bulsara ve diğerleri (2014) "bilgi teknolojisi, yenilik, esneklik, kaynak kullanımı, çıktı"; Neely (2007) ise tedarik zinciri performanslarını "hız, kalite, maliyetler, esneklik ve güvenilirlik" başlıkları altında ele almışlardır. Maestrini ve diğerleri (2017) tedarik zinciri performans ölçüm sistemlerine ilişkin literatür taramasını akademik disiplin ve dergi bazında sınıflandırmışlardır. Chand ve diğerleri (2020) ise, tedarik zinciri performansını "müşteri ihtiyaçlarını karşılamadaki esneklik, müşteri tarafından algılanan değer, tedarik zincirinin işletme maliyetleri, çalışan verimliliği, ürün ve hizmet çeşitliliği" başlıklarında değerlendirmişlerdir. Govindan ve diğerleri (2017), gıda endüstrisinde tedarik zinciri performansını değerlendirmek için hibrit bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Murphy

ve Poist (2000), lojistik hizmet kapasitesinin tedarik zinciri performansının artmasında etkili bir unsur olduğunun altını çizmektedir.

Tedarik zinciri performansı genel olarak dört alt başlıkta incelenmektedir: Finansal performans, lojistik performans, müşteri hizmetleri performansı ve entegrasyon performansıdır. Tedarik zinciri yönetiminin bir organizasyonun finansal performansını etkileyebileceği üç temel alan bulunmaktadır. Bunlar kârlılık, likidite, üretkenlik veya varlık kullanımınıdır (Christopher, 1998). Yatırımın geri dönüş hızı, bir işletmenin finansal performansında en etkili göstergeler olarak önerilmektedir (Frischia ve diğerleri, 2004). Stank ve diğerleri (2002) ve Lin (2006), nihai müşterilerin ihtiyaçlarına daha iyi hizmet verebilmek için tüm tedarik zinciri ortaklarının lojistik süreçlerinin birbirine entegre etmenin önemini vurgulamaktadır. Tedarik zinciri performansı içerisinde yer alan lojistik performans, taşıma kayıp oranı, taşıma tam yük oranı, stok devir hızı, stok kapasitesi, stok doğruluğu ve depoların kullanım oranı gibi indikatörler kullanılarak ölçülmektedir (Tao, 2009; Askariyazad ve Wanous, 2009; Yazgan ve Yıldız, 2017).

Tedarik zincirinde yer alan süreçler birbirlerine bağımlıdır; bir faaliyet başarısız olursa, zincir bozulur, düşük performans yaratır ve diğer alanlardaki iş yükünü dengeleştirir, böylece tedarik zincirinin etkinliğini tehlikeye atar. Daha yüksek hizmet seviyesi sağlamak için gereksiz bir maliyet yüküne maruz kalmadan tedarik zinciri boyunca tüm faaliyetlerin dengede olması temel esastır. Maliyet ve hizmet arasında gerekli dengeyi sağlamak, tedarik zinciri iletişim becerisi ile doğrudan ilişkilidir. Müşteri hizmetleri performansının yüksek olması tedarik zinciri boyunca etkili bir iletişim ağına sahip olmakla mümkündür (Stevens, 1989).

Entegrasyon performansı ise tedarik zincirindeki işletmelerin verdikleri sözlere bağlı kalmalarını, birbirleriyle sıkı ilişkiler içinde bulunmalarını temsil etmektedir. Tedarik zincirinde yer alan aktörlerin birbirleriyle bilgi paylaşımına istekli bulunmaları ve paylaşımlarının yüksek seviyede olması önem arz etmektedir. Tedarik zincirinde entegrasyon performansının yüksek olması, işletmelerin stratejik iş birliğine dayalı doğru tedarik zinciri ilişkileri kurmalarına kaynaklık etmesinin yanı sıra doğru ve kaliteli bilgi akışı sağlamaktadır (Li ve Lin, 2006). Tedarik zincirinde entegrasyon sağlanması, güvene dayalı ilişkiler üreterek bilgi paylaşımını geliştirir. Taraflar arasında derinleşen güvene dayalı ilişkiler, tedarik zinciri ortakları arasındaki sözleşme süresini uzatır ve potansiyel çatışmaların çözümünü teşvik eder. Tedarik zincirinde yer alan işletmelerin daha esnek bir yapıya sahip olmasına imkân sağlar ve aidiyet duygusunu geliştirerek bilgi akışını hızlandırır (Koçoğlu ve diğerleri, 2011).

3. HİPOTEZ GELİŞTİRME ve ARAŞTIRMA MODELİ

RFID teknolojisinin alt boyutları olan teknolojik, organizasyonel ve çevresel boyutların tedarik zincirinin alt boyutları olan finansal performans, lojistik performans, müşteri hizmetleri performansı ve entegrasyon performansı çerçevesinde nasıl bir ilişki içinde oldukları literatürde çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Bu bölümde, RFID teknolojisinin alt boyutlarıyla tedarik zinciri alt boyutlarının arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmalar ve sonrasında geliştirilecek olan hipotezlere yer verilmiştir. Sonrasında oluşturulan hipotezler ışığında araştırma modeli ortaya konacak ve araştırma yöntemi açıklanacaktır.

3.1. RFID Teknolojisi ile Finansal Performans Arasındaki İlişki

Şirketlerin en önemli amaçlarından birisi finansal göstergelerinin istenilen doğrultuda iyileştirilmesi ve bunun sürdürülebilir olarak sağlanmasıdır. Green ve diğerleri (2009) 129 firma verilerini kullanarak yaptıkları çalışmada RFID kullanımının tedarik zinciri verimliliğini ve organizasyonel performansını artırdığını ve dolaylı olarak da finansal performansını artırdığını ortaya koymuşlardır. Chang (2011) 62 üretim firmasının 2003-2005 yılları arasındaki verilerini kullanarak yaptığı çalışmada RFID kullanımının özellikle talep dalgalanmalarının fazla olduğu sektörlerde kârlılığa daha fazla katkı yaptığını öne sürmektedirler. Shin ve Eksioğlu (2014) ABD perakende sektörü üzerinde yaptıkları çalışmada, ABD perakende sektöründe RFID'nin kullanılmasının ürünlerin stokta kalma gün sayısını azalttığını kanıtlamışlardır. Ancak kârlılığa ve çalışan başına verimliliğe katkıda bulunup bulunmadığını tespit edebilmek için daha fazla zamana ihtiyaç olduğunu belirtmektedir. Tüm bu çalışmalar ışığında H_1 hipotezi geliştirilmiştir.

H_1 : RFID teknolojisinin alt boyutlarının finansal performans üzerinde etkisi vardır.

3.2. RFID Teknolojisi ile Lojistik Performansı Arasındaki İlişki

Lojistik performansı tedarik zinciri yönetimi içerisinde en önemli boyutlardan birisini oluşturmaktadır. RFID teknolojisi kullanımının lojistik performansı nasıl etkilediğiyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Lin ve Hon (2009) Çin'de bulunan 574 lojistik firmasıyla yaptıkları çalışmada lojistik şirketlerinin RFID teknolojisini depo verimliliğini artırdığını ve stokların eş zamanlı olarak takibine imkân sağladığını belirtmektedir. Ayrıca lojistik hizmet sağlayıcıları için RFID teknolojisini benimseme isteği ile tedarik zinciri performansı arasında pozitif bir ilişkinin varlığını tespit etmişlerdir. Nikoličić ve diğerleri (2015) Sırbistan'ın ilk on ticaret işletmesinde RFID uygulamalarının lojistik performansı üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir. Çalışmaya göre RFID teknolojisiyle mal giriş ve çıkışların, personel takibinin yapılmasının maliyetlerin düşmesine ve

iş verimliliğinin artması kaynaklık etmiştir. Ayrıca, paketler üzerinde RFID etiketlerinin kullanılması, işlem maliyetlerini %26 ve toplam aktif süreyi %9 oranında azaltmıştır. Tüm bu çalışmalar ışığında H₂ hipotezi geliştirilmiştir.

H₂: RFID teknolojisinin alt boyutlarının lojistik performans üzerinde etkisi vardır.

3.3. RFID Teknolojisi ile Müşteri Hizmetleri Performansı Arasındaki İlişki

RFID teknolojisi hizmet kalitesi, müşteri tarafından algılanan değer, müşteri sadakati ve müşteri memnuniyeti gibi birçok unsuru doğrudan etkileyen bir özelliğe sahiptir. Jaska ve diğerleri (2010) çalışmalarında hizmet sektöründe yer alan işletmelerin RFID teknolojisine geçtikten sonra müşteri hizmetleri performansında nasıl bir değişimin meydana geldiğini analiz etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre hizmet sektöründe RFID kullanımı doğruluk, verimlilik ve esneklik sağlamaktadır. Hizmet organizasyonlarında iş süreçleri karmaşık formdan basit forma dönüşmektedir. Bir bütün olarak RFID, iş süreçlerini hızlandırarak iş performansını iyileştirmiş ve müşteri hizmetleri performansını bütünsel olarak olumlu etkilemiştir. Sari (2010) RFID teknolojisi ile üretim kapasitesi artarken aynı zamanda daha yüksek müşteri hizmeti seviyesine ulaşıldığını vurgulamaktadır. Buna karşın üretim kapasitesinde bir azalma olduğunda müşteri hizmeti seviyesinin önemli ölçüde değişmediğini tespit etmiştir. Bu çalışmalar çerçevesinde H₃ hipotezi geliştirilmiştir.

H₃: RFID teknolojisinin alt boyutlarının müşteri hizmetleri performansı üzerinde etkisi vardır.

3.4. RFID Teknolojisi ile Entegrasyon Performansı Arasındaki İlişki

Entegrasyon performansı, işletmenin iş ortaklarıyla kurdukları ilişkinin iletişim, teknik uyum, altyapı ve güven gibi farklı alanlarda yüksek kalitede gerçekleşmesini ifade etmektedir. Bu açıdan ERP (Kurumsal Kaynak Planlaması) sistemi gibi bilgi paylaşım sistemlerinin odak noktası kurum içi verimsizlikleri azaltmaktan, organizasyonlar arası iş süreçlerinin entegrasyonunu ve koordinasyonunu desteklemeye doğru evrilmiştir (Gattiker ve Goodhue, 2005). Sari (2010) çalışmasında, RFID entegrasyonu ile tedarik zincirlerinde yer alan aktörler arasındaki iş birliğinin yoğun olmasının verimlilik artışına kaynaklık ettiği belirtilmiştir. Wamba (2012) çalışmasında, RFID'nin tedarik zincirinde bilgiye eş zamanlı olarak ulaşılmasına imkân sağlamanın yanı sıra doğruluk oranlarının arttığına vurgu yapmaktadır.

Bu çalışmalar çerçevesinde H₄ hipotezi geliştirilmiştir.

H₄: RFID teknolojisinin alt boyutlarının entegrasyon performansı üzerinde etkisi vardır.

3.5. Çalışmanın Modeli

Bu araştırmanın amacı, RFID teknolojisinin ile tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Araştırma kapsamında Türk lojistik sektöründe RFID'nin teknolojik, çevresel, organizasyonel boyutlarının tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisinin analiz edilmesi hedeflenmiştir. İstanbul ilinde faaliyet gösteren UND'ye (Uluslararası Nakliyatlar Derneği) üye olan 296 lojistik işletmesi yer almaktadır. Bu çalışmada UND'ye üye olan İstanbul ilinde faaliyet gösteren 85 lojistik işletmesine 3 Mart - 3 Haziran 2021 tarihleri arasında online olarak anketler uygulanmıştır. Tedarik zinciri süreçlerinde RFID teknolojisi kullanımı hakkında bilgi sahibi olan lojistik işletmeler örneklemde yer almaktadır. Özellikle gıda lojistiği, otomotiv lojistiği, fuar lojistiği, canlı hayvan taşımacılığı, tekstil lojistiği ve sağlık lojistiği gibi sektörel bazda tedarik zinciri çözümleri sunan işletmeler tercih edilmiştir.

Evren tahmini için sapma miktarı $d=0,05$ güven düzeyi $(1-\alpha)=0,95$ olarak belirlenmiştir. Örneklem büyüklüğü için en büyük varyans verecek şekilde p değeri 0.5 olarak ele alınmış ve $q=(1-p)=0,5$ hesaplanmıştır. Güven değerine karşılık gelen t değeri 1.96'dır. Evren büyüklüğü 5000 lojistik çalışanı olarak ele alınmıştır. Bu evren büyüklüğünde %95 güven düzeyi ve %5 tolerans düzeyinde 356 katılımcı ile anket çalışması yapılması yeterli olmaktadır. Çalışmada 364 lojistik çalışanına anket yapılmıştır. Anket formlarının uygulandığı lojistik işletmelerin küçük, orta ve büyük ölçekli olması örneklem evreninin temsil yeteneğini güçlendirmektedir. Bu lojistik işletmeler ağırlıklı olarak orta ve büyük ölçeklidir. Çünkü küçük lojistik işletmelerde sermaye yetersizliği sebebiyle RFID teknolojisinin kullanılabilirlik düzeyi düşüktür. Örneklemde yer alan lojistik işletmelerin %40'ı RFID teknolojisini etkin bir şekilde tedarik zinciri süreçlerinde kullanmaktadır. İlk önce araştırmada uygulanan anketin geçerli ve araştırmanın amacına uygun olduğunu test etmek amacıyla, 30 lojistik personeline pilot anket çalışması yapılmıştır. Ön çalışmadan elde edilen bilgiler ışığında anket formuna son şekli verilmiştir.

Araştırmada veri toplama aracı olarak demografik sorulardan ve beş'li likert tipi ölçeklendirme (1=Kesinlikle Katılmıyorum, 5= Kesinlikle Katılıyorum) yöntemiyle hazırlanan RFID ve tedarik zinciri performansı ölçeklerinden oluşan anket formu kullanılmıştır. Anket formunun birinci bölümünde demografik özelliklere ilişkin beş ifade, ikinci bölümünde RFID ile ilgili on bir ifade, tedarik zinciri performansı ile ilgili on dört ifade olmak üzere toplamda otuz soru yer almaktadır. Toplanan veriler SPSS (Statistical Package for

Social Sciences) programına aktarılmıştır. Anket verilerinin en iyi şekilde analiz edilmesinde SPSS programı kullanılmaktadır (Alchemer, 2021). Bu sebeple bu araştırmada SPSS programı anket verilerinin analizi için tercih edilmiştir.

Tablo 2. Değişkenler ve ölçekleri

<i>Değişkenler</i>	<i>Sorular</i>	<i>Ölçeklerin Kriterleri</i>
Teknolojik Boyutu	3 soru	Uygunluk ve karmaşıklık düzeyi Ulaşılabilirlik
Organizasyonel Boyutu	4 soru	Kurumsal destek Kalite İnsan kaynakları
Çevresel Boyutu	4 soru	Devlet desteği Müşteri baskıları Yasal baskılar
<i>Tedarik Zinciri Performansı Ölçeği</i>		
Finansal Performans	4 soru	Kâr artış oranı Net değer getiri oranı Sermayenin sürdürülebilirliği ve artış oranı
Lojistik Performans	3 soru	Taşıma kayıp oranı Taşıma tam yük oranı Stok devir hızı Stok kapasitesi Stok doğruluğu Depoların kullanım oranı
Müşteri Hizmetleri Performansı	3 soru	Zamanında teslim oranı Sipariş birikme oranı Siparişlerin tamamlanma oranı Müşteri memnuniyeti
Entegrasyon Performansı	4 soru	Tedarik zincirinde işbirliği Bilginin zamanında iletilmesi Tedarik zincirinde güven Aktarılan bilgi doğruluğu Tedarikçilerle entegrasyon seviyesi

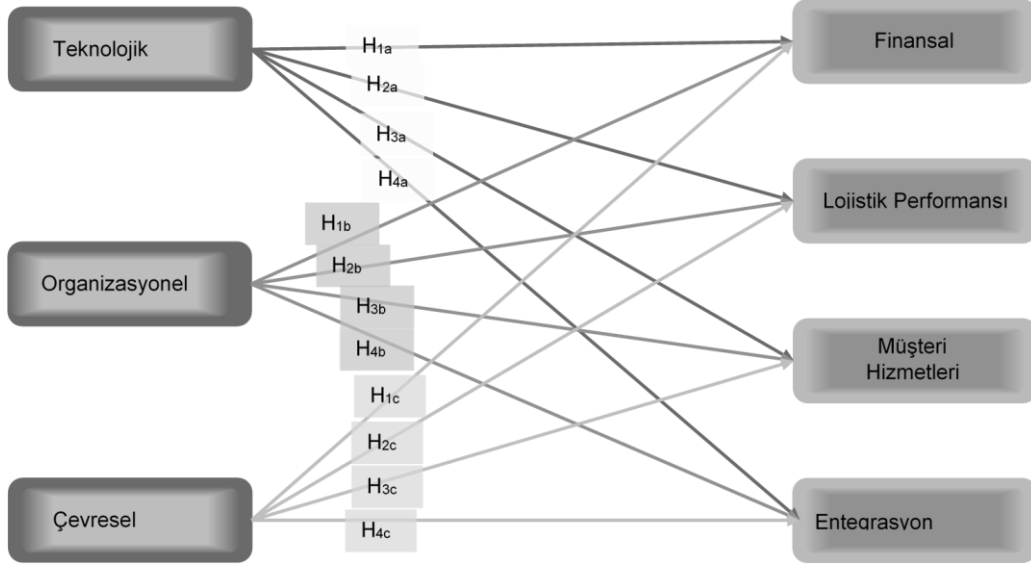
Araştırmanın amacı çerçevesinde araştırmanın modeli (Şekil 1) ve hipotezleri aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

H₁: RFID teknolojisinin alt boyutlarının finansal performans üzerinde etkisi vardır.

H₂: RFID teknolojisinin alt boyutlarının lojistik performans üzerinde etkisi vardır.

H₃: RFID teknolojisinin alt boyutlarının müşteri hizmetleri performansı üzerinde etkisi vardır.

H₄: RFID teknolojisinin alt boyutlarının entegrasyon performansı üzerinde etkisi vardır.



Şekil 1. Araştırmanın modeli

4. BULGULAR

4.1. Demografik Özellikleri Göre Bulgular

Çalışmaya katılan lojistik personelin cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, unvanı ve işletmedeki çalışma süresine ait frekans dağılımları ve % değerleri Tablo 3'te sunulmaktadır.

Tablo 3. Lojistik sektör çalışanlarının demografik özelliklerinin frekans dağılımı

	Frekans	Yüzde
<i>Cinsiyet</i>		
Kadın	177	48,6
Erkek	187	51,4
Toplam	364	100,0
<i>Yaş</i>		
18-25	101	27,7
26-35	102	28,0
36-45	81	22,3
46-55	51	14,0
56 ve üzeri	29	8,0
Toplam	364	100,0
<i>İşletmedeki statünüz</i>		
Alt düzey yönetici	168	46,2
Orta düzey yönetici	123	33,8
Üst düzey yönetici	73	20,1
Toplam	364	100,0
<i>Öğrenim Durumu</i>		
İlköğretim	24	6,6
Lise	102	28
Lisans	135	37,1
Yüksek lisans	103	28,3
Toplam	364	100,0
<i>Çalışma Süreleri</i>		
1 yıldan az	53	14,6
1-2 yıl	81	22,3
3-5 yıl	106	29,1
6-10 yıl	71	19,5
11-15 yıl	40	11,0
15 yıldan fazla	13	3,6
Toplam	364	100,0

Örnekleme yer alan lojistik sektör çalışanlarının demografik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Cinsiyet değişkenine göre katılımcıların %48,6’sının kadın ve %51,4’ünün erkek olduğu görülmektedir. Yaş değişkenine göre, katılımcıların çoğunlukla 18-25 ve 26-35 yaşları arasındaki iş görenlerden oluştuğu belirlenmiştir. Araştırmada yer alan çalışanların büyük bir çoğunluğunun üniversite mezunu ve alt düzey yönetici olduğu tespit edilmiştir. İş görenlerin işletmedeki görev sürelerinin ağırlıklı olarak 3-5 yıl olduğu ve 15 yıldan fazla görev alan tecrübeli işgören oranının düşük seviyeler olduğu (%3,6) görülmektedir.

4.2. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler ve Faktör Analizi

Saha araştırmasında kullanılan anket literatürde yer alan ölçeklerden faydalanılarak oluşturulmuştur. Kullanılan ölçeklerin güvenilirliğini incelemek amacıyla Cronbach’s Alpha analizi uygulanmıştır. Gerçekleştirilmiş olan tüm anket soruları ile yapılan güvenilirlik analizi sonucuna göre güvenilirlik katsayısı $\alpha = 0,793$ olarak belirlenmiş ve ölçeğin güvenilir olduğu tespit edilmiştir. RFID ölçeğinin güvenilirlik katsayısı; $\alpha = 0,618$, tedarik zinciri performansı ölçeğinin güvenilirlik katsayısı 0,862 olarak bulunmuştur.

Tablo 4. RFID değişkenine ait faktör analizi

	Faktör Yüğü	(%) Varyans Hesaplanması	Kaiser-Meyer-Olkin Testi	CR	AVE
<i>RFID 1: Teknoloji Boyutu</i>					
RFID teknolojisini anlamak kolaydır.	0,844				
RFID teknolojisini öğrenmek için çok fazla deneyim gerekmemektedir.	0,832	63,009	0,636	0,835	0,630
RFID teknoloji ile ilgili kitaplara ve diğer kaynaklara ulaşmak kolaydır.	0,698				
<i>RFID 2: Organizasyonel Boyutu</i>					
Lojistik işletmemiz çalışanlarına RFID teknolojisini öğrenmek için destek vermektedir.	0,838				
Lojistik işletmemizde çalışanlar problem çözmek için bilgisayar kullanabilme yeteneğine sahiptir.	0,769				
Lojistik işletmemizin yöneticileri çalışanlarına yeni bir problem ile karşılaştıklarında yardım etmektedir.	0,705				
Lojistik işletmemizde çalışanlar RFID teknolojisini kolaylıkla öğrenebilmektedir.	0,665	55,807	0,701	0,833	0,558
<i>RFID 3: Çevresel Boyutu</i>					
Devlet lojistik becerileri ile ilgili insan gücü eğitimlerine yardım etmektedir.	0,856				
Devlet lojistik teknolojileri ile ilgili proje önerileri için işletmeleri teşvik etmektedir.	0,806				
Devlet lojistik endüstrisi için gerekli düzenlemelere çözüm üretmektedir.	0,785				
Devlet lojistik teknolojilerinin gelişimi için finansal destek sağlamaktadır.	0,736	63,458	0,705	0,874	0,635

Tablo 5. Tedarik zinciri performansı değişkenine ait faktör analizi

	Faktör Yüğü	(%) Varyans Hesaplanması	Kaiser-Meyer-Olkin Testi	CR	AVE
Finansal Performans					
Bilgi maliyetimiz tedarik zinciri yönetimi ile azaltmaktadır.	0,818	56,469	0,680	0,837	0,565
Dağıtım maliyetlerimizi tedarik zinciri yönetimi ile azaltmaktadır.	0,807				
Stok maliyetlerimizi tedarik zinciri yönetimi ile azaltmaktadır.	0,736				
Taşıma kayıplarımızı tedarik zinciri yönetimi ile azaltmaktadır.	0,631				
Lojistik Performans					
Lojistik işletmemizde stok devir hızlarımız yüksektir.	0,862	65,883	0,654	0,852	0,658
Lojistik işletmemizde stoklarımızdaki tüm ham madde, malzeme ve ürünlerimizi tam olarak bilinmektedir.	0,823				
Lojistik işletmemizin depo kullanım oranları yüksektir.	0,745				
Müşteri Hizmetleri Performansı					
Lojistik işletmemiz siparişlerimiz geciktirmeden teslim etmektedir.	0,932	81,405	0,718	0,929	0,814
Lojistik işletmemiz siparişleri tam olarak karşılayabilmektedir.	0,903				
Lojistik işletmemizde siparişlerimiz birikmemektedir.	0,871				
Entegrasyon Performansı					
Tedarik zincirimizdeki işletmeler bir makinanın çarkları gibi çalışır.	0,871	68,611	0,786	0,896	0,685
Tedarik zincirimizdeki işletmeler bilgi paylaşımına isteklidir.	0,858				
Tedarik zincirimizdeki firmalar arasında bilgi paylaşımı yüksek seviyededir.	0,841				
Tedarik zincirimizdeki firmalar arasında aktarılan bilgiler doğrudur.	0,735				

Çalışmada birleşme geçerliliği analizi kullanılarak anket sorularında yer alan bir maddenin benzer yapıları ne kadar iyi ölçtüğü belirlenmiştir (Hair ve diğerleri 2016). Birleşme geçerlilik analizi çerçevesinde, faktör yükleri ve açıklanan ortalama varyans (AVE) değerlendirilmektedir. Anket formunda yer alan RFID ve tedarik zinciri performans ölçeklerinin nasıl bir faktör yapısına sahip oldukları incelenmiştir. Araştırmada kullanılan ölçeklerin geçerliliğini ve temel faktörlerin neler olduğunu belirlemek amacıyla çok sık tercih edilen Varimax tekniği ile faktör analizi uygulanmıştır. Verilerin faktör analizi için uygunluğu Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Bartlett Sphericity testi ile değerlendirilmiştir. KMO'nun 1'e yaklaştıkça mükemmel 0,50'nin altında ise kabul edilemez (0,90'larda mükemmel, 0,80'lerde çok iyi, 0,70'lerde iyi, 0,60'larda vasat, 0,50'lerde kötü) olduğu belirtilmektedir (Tavşancıl, 2006). AVE değerinin de 0,50'den büyük olması gerekmektedir (Hair ve diğerleri 2016).

Faktör analizi sonuçlarına göre, RFID ölçeği 11 maddeli üç boyutlu, tedarik zinciri performansı 14 maddeli dört boyutlu bir yapı teşkil etmektedir. RFID ve tedarik zinciri performansı faktör yüklerinin 0,80 ve yukarı olduğu önermelerin çok iyi seviyede, faktör yüklerinin 0,70 ile 0,80 arasında yer aldığı önermelerin ise iyi seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bartlett Testi sonucunda dağılımın normal dağılıma yakın olduğu ve verilerin faktör analizi için uygun olduğu görülmektedir. RFID ve tedarik zinciri performans ölçeğinin faktör yüklerinin ağırlıklı olarak çok iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bartlett testi sonucunda ortaya çıkan değer 0,005'den küçük olduğu için örneklemelerin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 6. Tanımlayıcı istatistikler

RFID Boyutları	N	Ortalama	Ortalamanın Std.	
			Hatası	Sapma
Teknolojik	364	3,4991	0,03065	0,58472
Organizasyonel	364	4,3661	0,02706	0,51635
Çevresel	364	2,9547	0,04978	0,94967

Tablo 6'deki lojistik işletmelerinin RFID teknolojisi algılarıyla ilgili tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır. Lojistik işletmelerin RFID algılarında, organizasyonel ortalamalarının 4'ün üzerinde olduğu görülmektedir. Çevre ortalamasının düşük seviyelerde olduğu ve standart sapmasının 1'e yakın olduğu tespit edilmiştir.

4.3. Araştırmanın Hipotez Testleri ve Bulguları

RFID'nin alt boyutlarının, tedarik zinciri performans alt boyutları üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik regresyon analizi yapılmıştır.

Tablo 7. RFID alt boyutlarının finansal performans üzerindeki etkisine ilişkin bulgular

Model	Standardize Edilmemiş Katsayı		Standardize Edilmiş Katsayı		t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta			
(Sabit)	4,246	0,334			12,706	0,000
Teknolojik	-0,133	0,056	-0,124		-2,363	0,019
Organizasyonel	0,050	0,066	0,041		0,766	0,444
Çevresel	0,050	0,036	0,075		1,396	0,164

Bağımlı Değişken: Finansal Performans, F=2,902; R=0,154; R²=0,024

Tablo 7'ye göre regresyon analizi sonucunda RFID'nin alt boyutlarının finansal performans üzerindeki etkisi görülmektedir. Standardize edilmiş Beta katsayısına göre, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde etkisindeki önem sırası teknolojik, çevresel, organizasyonel şeklinde sıralanmaktadır. RFID'nin teknolojik alt boyutu ile finansal performans arasında negatif yönlü ve anlamlı ilişki belirlenmiştir. RFID'nin teknolojik, organizasyonel, çevresel boyutlarının finansal performans üzerindeki etkisini gösteren regresyon oranı 0,154'dür. Bu üç bağımsız değişken, bağımlı değişkendeki değişimlerin %2,4'ünü açıklamaktadır. H_{1a}, H_{1b}, H_{1c} reddedilmiştir.

Tablo 8'deki bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken lojistik performansın oluşturduğu modelin bir bütün olarak anlamlı olduğu (F=17,884, p<0,000) tespit edilmiştir. RFID alt faktörleri lojistik performans etkisinin %13'ünü tanımlayabilmektedir. Çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları incelendiğinde, RFID'nin organizasyonel boyutu ($\beta=-0,170$) ile lojistik performans arasında negatif yönlü ve anlamlı ilişki göstermektedir. RFID'nin teknolojik ve çevresel alt boyutları ise pozitif ve anlamlı bir ilişkiyi açıklayabilme düzeyine sahiptir. Bu bilgiler ışığında; H_{2a} ve H_{2c} hipotezlerinin desteklendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 8. RFID alt boyutlarının lojistik performans üzerindeki etkisine ilişkin bulgular

Model	Standardize Edilmemiş Katsayı		Standardize Edilmiş Katsayı		t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta			
(Sabit)	3,202	0,374			8,551	0,000
Teknolojik	0,419	0,063	0,327		6,635	0,000
Organizasyonel	-0,246	0,073	-0,170		-3,357	0,001
Çevresel	0,086	0,040	0,109		2,160	0,031

Bağımlı Değişken: Lojistik Performans, F=17,884; R=0,360; R²= 0,130

Tablo 9. RFID alt boyutlarının müşteri hizmetleri performansı üzerindeki etkisine ilişkin bulgular

Model	Standardize Edilmemiş Katsayı		Standardize Edilmiş Katsayı	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
(Sabit)	4,168	0,386		10,796	0,000
Teknolojik	0,155	0,065	0,124	2,385	0,018
Organizasyonel	-0,198	0,076	-0,140	-2,618	0,009
Çevresel	0,049	0,041	0,064	1,197	0,232

Bağımlı Değişken: Müşteri Hizmetleri Performansı, F=3,973; R=0,179; R²=0,032

Tablo 9'daki veriler ışığında, RFID'nin teknolojik alt boyutu ($\beta=0,124$) ile müşteri hizmetleri performansı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki, organizasyonel alt boyutu ($\beta=-0,140$) ile negatif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Teknolojik ($p=0,018$) ve organizasyonel ($p=0,009$) boyutların müşteri hizmetleri performansını etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu etki teknolojik boyutta pozitif, organizasyonel boyutta ise negatif olarak gerçekleşmiştir. RFID alt faktörlerindeki değişimin %3,2'si müşteri hizmetleri performansı ile açıklanmaktadır. RFID alt faktörlerindeki her 1 birimlik değişim müşteri hizmetleri performansında %17'lik bir değişim meydana getirmektedir. Çoklu regresyon analizi sonucuna göre; H_{3a} hipotezi desteklenirken, H_{3b} ve H_{3c} hipotezleri desteklenmemektedir.

Tablo 10. RFID alt boyutlarının entegrasyon performansı üzerindeki etkisine ilişkin bulgular

Model	Standardize Edilmemiş Katsayı		Standardize Edilmiş Katsayı	t	Anlamlılık
	B	Standart Hata	Beta		
(Sabit)	3,644	0,391		9,312	0,000
Teknolojik	0,013	0,066	0,010	0,200	0,841
Organizasyonel	-0,112	0,077	-0,076	-1,460	0,145
Çevresel	0,232	0,042	0,290	5,580	0,000

Bağımlı Değişken: Entegrasyon Performansı, F=10,390; R=0,282; R²=0,080

Tablo 10'a göre standardize edilmiş Beta katsayısına göre, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde etkisindeki önem sırası çevresel ($\beta=0,290$), organizasyonel ($\beta=-0,076$), teknolojik ($\beta=0,010$) şeklinde sıralanmaktadır. Bağımlı değişkenler ile bağımsız değişken entegrasyon performansı oluşturduğu modelin bir bütün olarak anlamlı olduğu (F=10,390, $p<0,000$) tespit edilmiştir. RFID alt faktörleri entegrasyon performansının etkisinin %8'ini tanımlayabilmektedir. RFID'nin sadece çevresel boyutu entegrasyon performansını pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında; H_{4c} hipotezi desteklenirken, H_{4a} ve H_{4b} hipotezlerinin reddedildiği sonucuna ulaşılmıştır.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

21. yüzyıl koşullarında, lojistik işletmelerinin uluslararası pazarlarda rekabet avantajı elde etmeleri ve verimliliklerini maksimize edebilmeleri ancak tedarik zincirinin bir parçası olarak tüm paydaşlarla etkin bilgi akışı sağlamalarıyla mümkün olacaktır. Tedarik zinciri yönetimi çerçevesinde tek bir işletme gibi davranarak kaynakları (insan, teknoloji, süreç) etkin bir şekilde kullanarak sinerji yaratılması temel esastır. Son yıllarda RFID teknolojisi ile geleneksel tedarik zinciri stratejilerinin yerini iş birlikçi tedarik zinciri stratejisinin aldığı görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, lojistik sektörlerinde RFID uygulamalarının tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisini analiz etmektir. Araştırmanın sonucunda lojistik sektöründe, RFID uygulamalarının organizasyonel boyutunun teknolojik ve çevresel boyutuna göre daha fazla önemsendiği tespit edilmiştir. Örnekleme yer alan lojistik işletmelerinde RFID teknolojisinin çalışanlar tarafından öğrenilmesi için destek verildiği ve yöneticilerin çalışanlarına yeni bir problem ile karşılaştıklarında yardım ettikleri saptanmıştır. Buna karşın, özellikle devletin RFID teknolojisinin gelişimi için yeterli finansal destek sağlamadığını ve lojistik işletmelerini yeterli düzeyde teşvik etmedikleri ileri sürülmektedir. RFID teknolojisinin teknolojik boyutu lojistik ve müşteri hizmetleri performansını artırdığı saptanmıştır. Çevresel boyutu ise lojistik ve entegrasyonel performanslarını pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir.

Büyüme potansiyeli yüksek olan ve bilişim altyapı sistemlerine son yıllara daha fazla ağırlık veren lojistik sektörü yerli ve yabancı yatırımcıların ilgi odağı haline gelmiştir. Son yıllarda RFID teknolojisinin kullanımı önemli ölçüde artış göstermiştir, özellikle lojistik sektöründe ürünlerin tanımlanması, takibi ve sevkiyatı süreçlerinde daha etkinleştiği görülmektedir. Araştırmanın gerek sektör temsilcilerine gerekse akademik çalışmalara katkı sağlamasının yanı sıra lojistik sektöründe RFID teknolojisinin yaygınlaşmasında ve tedarik zinciri performansının etkili bir şekilde ölçülmesinde rehber niteliği taşıması

hedeflenmektedir. Lojistik sektöründe de kullanılan RFID, lojistik operasyonel süreçlerin geliştirilmesinde ve yönetsel sorunların çözülmesinde anahtar bir rol üstlenmektedir. RFID, müşterilere optimum maliyetle doğru miktarlarda, doğru lokasyonlara ve doğru zamanda ürün ve hizmetleri ulaştırmak için en uygun stratejileri sunmaktadır. Lojistik operasyon sürecinde RFID teknolojisinin tercih edilmesi ile konteyner hareketlerinin eş zamanlı olarak takip edilmesi ve gelen konteynerler için boş alanların otomatik olarak tahsis edilmesi mümkün hale gelmiştir. Lojistik çalışanlarının müşterilerin talep ettiği konteynerleri bulmak için navigasyon yerine kablosuz el cihazlarını kullanmaları, müşterilerin isteklerini yerine getirmek için gereken süreyi önemli ölçüde azaltmıştır. Bu sayede, RFID uygulamaları lojistik maliyetlerin azalmasına, siparişlerin karşılanma oranının artmasına, zamanında teslimatın yapılmasına imkân sağlamaktadır. Ayrıca, verimsiz işlemleri ortadan kaldırmakta ve çalışanlar arasındaki koordinasyonu iyileştirmektedir.

Literatürde çalışmamızı destekleyen birçok makale yer almaktadır. Chang (2011), RFID teknolojisinin benimsenmesinin işletmenin finansal performansını pozitif yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Bu teknoloji, satış verimliliğinin artmasına ve envanter maliyetlerinin azalmasına kaynaklık etmektedir. Bottani ve Rizzi (2008), tedarik zincirinde yer alan işletmelerin RFID teknolojisini benimsemelerinin lojistik performansına nasıl bir etki sağladığını analiz etmişlerdir. Delen ve diğerleri (2007), RFID teknolojilerinin tedarik zinciri yönetimi üzerindeki etkilerini analiz etmek için bir vaka çalışması yürütmüşler ve perakende sektöründe RFID teknolojilerinin tüm tedarik zincirinin performansını iyileştirebileceğini belirtmişlerdir. Condea ve diğerleri (2012), RFID tabanlı politikaların maliyet verimliliğini ve hizmet seviyelerini iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu savunmuşlardır.

Çalışmanın kısıtı, İstanbul ilinde faaliyet gösteren lojistik işletmeleri ile sınırlı kalmasıdır. Bu nedenle Türkiye'deki tüm lojistik sektörü için bir genelleme yapılması mümkün değildir; fakat tesadüfi olarak seçilen daha geniş bir örnek hacmiyle daha genel sonuçlar elde edilebilmesi muhtemeldir. Gelecek çalışmalarda tedarik zinciri içerisinde yer alan işletmelerde (tedarikçiler, üreticiler, perakendeciler, distribütörler, toptancılar vb.) RFID teknolojisinin benimsenmesinin önündeki engellerin belirlenmesine yönelik Yapısal Eşitlik Modeli ile analizlerin yapılması planlanmaktadır.

KAYNAKÇA

- AboelImaged, M.G. (2014). "Predicting E-readiness at Firm-Level: An Analysis of Technological, Organizational and Environmental (TOE) Effects on E-Maintenance Readiness in Manufacturing Firms", *International Journal of Information Management*, 34(5), 639-651.
- Alchemer, (2021). "What is SPSS and How Does it Benefit Survey Data Analysis", <https://www.alchemer.com/resources/blog/what-is-spss/>, (Erişim tarihi: 11.12.2021).
- Askariyazad, M. ve Wanous, M. (2009). "A Proposed Value Model for Prioritising Supply Chain Performance Measures", *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, 1(2-3), 115-128.
- Banks, J., Hanny, D., Pachano, M.A. ve Thompson, L.G. (2007). "RFID Applied", John Wiley & Sons, Inc.
- Bibi, F., Guillaume, C., Gontard, N. ve Sorli, B. (2017). "A Review: RFID Technology Having Sensing Aptitudes for Food Industry and Their Contribution to Tracking and Monitoring of Food Products", *Trends in Food Science & Technology*, 62, 91-103.
- Bottani, E. ve Rizzi, A. (2008). "Economical Assessment of the Impact of RFID Technology and EPC System on the Fast-Moving Consumer Goods Supply Chain", *International Journal of Production Economics*, 112, 548-569.
- Bulsara, H.P., Qureshi, M.N. ve Patel, H. (2014). "Supply Chain Performance Measurement an Exploratory Study", *International Journal of Logistics System Management*, 18(2), 231.
- Cao, Q., Jones, D.R. ve Sheng, H. (2014). "Contained Nomadic Information Environments: Technology, Organization, and Environment Influences on Adoption of Hospital RFID Patient Tracking", *Information & Management*, 51(2), 225-239.
- Castro, L. ve Wamba, S.F. (2007). "An Inside Look at RFID Technology", *Journal of Technology Management & Innovation*, 2(1), 128-141.
- Chan, F.T.S. (2003). "Performance Measurement in a Supply Chain", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 21(7), 534-548.
- Chand, P., Thakkar, J.J. ve Ghosh, K.K. (2020). "Analysis of Supply Chain Performance Metrics for Indian Mining Earthmoving Equipment Manufacturing Companies Using Hybrid MCDM Model", *Resources Policy*, 68, 1-20.
- Chang, Y.B. (2011). "Does RFID Improve Firms' Financial Performance? An Empirical Analysis", *Information Technology Management*, 12, 273-285.
- Chao, C.C., Yang, J.M. ve Jen, W.Y. (2007). "Determining Technology Trends and Forecasts of RFID by a Historical Review and Bibliometric Analysis from 1991 to 2005", *Technovation*, 27, 268-279.
- Chong, A.Y., Liu, M. J., Luo, J. ve Keng-Boon, O. (2015). "Predicting RFID Adoption in Healthcare Supply Chain from the Perspectives of Users", *International Journal of Production Economics*, 159, 66-75.
- Chow, H.K.H., Choy, K.L., Lee, W.B. ve Lau, K.C. (2006). "Design of a RFID Case-Based Resource Management System for Warehouse Operations", *Expert Systems with Applications*, 30, 561-576.
- Christopher, M. (1998). "Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service", 2nd ed., Financial Times/Prentice Hall, Harlow, Essex.
- Chuang, M.L. ve Shaw, W.H. (2007). "RFID: Integration Stages in Supply Chain Management", *IEEE Engineering Management Review*, 35(2), 80-87.
- Condea, C., Thiesse, F. ve Fleisch, E. (2012). "RFID-Enabled Shelf Replenishment with Backroom Monitoring in Retail Stores", *Decision Support Systems*, 52(4), 839-849.
- Cui, L., Deng, J., Liu, F., Zhang, Y. ve Xu, M. (2017). "Investigation of RFID Investment in a Single Retailer Two-Supplier Supply Chain with Random Demand to Decrease Inventory Inaccuracy", *Journal of Cleaner Production*, 142, 2028-2044.
- De Mattos, C.A. ve Laurindo, F.J.B. (2017). "Information Technology Adoption and Assimilation: Focus on the Suppliers Portal", *Computers In Industry*, 85, 48-57.
- Delen, D., Hardgrave, B.C. ve Sharda, R. (2007). "RFID for Better Supply-Chain Management Through Enhanced Information Visibility", *Production and Operations Management*, 16(5), 613-624.
- Doerr, K.H., Gates, W.R. ve Mutty, J.E. (2006). "A Hybrid Approach to the Valuation of RFID/MEMS Technology Applied to Ordnance Inventory", *International Journal of Production Economics*, 103, (2), 726-741.
- Dolgui, A. ve Proth, J.M. (2008). "RFID Technology in Supply Chain Management: State of the Art and Perspectives", Proceedings of the 17th World Congress the International Federation of Automatic Control Seoul, Korea, 4465-4475.
- Feng, M., Yu, W., Wang, X., Wong, C.Y., Xu, M. ve Xiao, Z. (2018). "Green Supply Chain Management and Financial Performance: The Mediating Roles of Operational and Environmental Performance", *Business Strategy and the Environment*, 27(7), 811-824.

- Finkenzeller, K. (2010). "RFID Handbook Fundamentals and Applications", John Wiley & Sons Ltd. Publication, Third Editions.
- Frischia, T., O'marah, K. ve Souza, J. (2004). "The AMR Research Supply Chain Top 25 and the New Trillion-Dollar Opportunity", AMR Research Inc., Boston, MA.
- Gandhi, A.V., Shaikh, A. ve Sheorey, P.A. (2017). "Impact of Supply Chain Management Practices on Firm Performance", *International Journal of Retail Distribution Management*, 45(4), 366-384.
- Gattiker, T.F. ve Goodhue, D.L. (2005). "What Happens After ERP Implementation: Understanding the Impact of Interdependence and Differentiation on Plant-Level Outcomes", *MIS Quarterly*, 29(3) 559-85.
- Gaukler, G.M. (2010). "Preventing Avoidable Stockouts: The Impact of Item-Level RFID in Retail", *Journal of Business and Industrial Marketing*, 25(8), 572-581.
- Gaukler, G.M. ve Seifert, R.W. (2007). "Applications of RFID in Supply Chain", Springer Series in Advanced Manufacturing.
- Govindan, K., Mangla, S.K. ve Luthra, S. (2017). "The Management of Operations Prioritising Indicators in Improving Supply Chain Performance Using Fuzzy AHP: Insights from the Case Example of Four Indian Manufacturing Companies", *Production Planning Control*, 7287, 1-22.
- Green J., K.W., Whitten, D. ve Inman, R.A. (2009). "The Impact of RFID Technology Utilisation on Supply Chain Productivity and Organisational Performance", *International Journal of Innovation and Learning*, 6(2), 147-163.
- Grover, V. ve Goslar, M.D. (1993). "The Initiation, Adoption, and Implementation of Telecommunications Technologies in US Organizations", *Journal of Management Information Systems*, 10(1), 141-164.
- Güleş, H.K., Paksoy, T., Bülbül, H. ve Özceylan, E. (2010). "Tedarik Zinciri Yönetimi", Gazi Kitapevi, Ankara.
- Gunasekaran, A. ve Ngai, E.W.T. (2005). "Build-to-Order Supply Chain Management: A Literature Review and Framework for Development", *Journal of Operation Management*, 23, 423-451.
- Hair, J.F., Sarstedt, M., Matthews, L.M. ve Ringle, C.M. (2016). "Identifying and Treating Unobserved Heterogeneity with FIMIX-PLS: Part I-Method", *European Business Review*, 28(1),63-76.
- Hossain, M.A. ve Quaddus, M. (2010). "Impact of External Environmental Factors on RFID", Adoption in Australian Livestock Industry: An Exploratory Study", *PACIS*, 171.
- Ibrahim, I. ve Jaafa, H.S. (2016). "Adopting Environment Management Practices for Environment Sustainability: A Proposed Model for Logistics Companies", *Asian Business Research*, 1(1), 70-74.
- Jaska, P., Johnson, D.B.A., Nalia, J., Reddy, N.V.K. ve Tadisina, R. (2010). "Improved Customer Service Using RFID Technology", *Review of Business Information Systems (RBIS)*, 14(3).
- Jeong, B.K. ve Lu, Y. (2008). "The Impact of Radio Frequency Identification (RFID) Investment Announcements on the Market Value of the Firm", *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 3, 41-54.
- Ko, J.M., Kwak, C., Cho, Y. ve Kim, C.O. (2011). "Adaptive Product Tracking in RFID-Enabled Large-Scale Supply Chain", *Expert Systems with Applications*, 38, 1583-1590.
- Koçoğlu, İ., İmamoglu, S.Z., İnce, H. ve Keskin, H. (2011). "The Effect of Supply Chain Integration on Information Sharing: Enhancing the Supply Chain Performance", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 24, 1630-1649.
- Kumari, L., Narsaiah, K., Grewal, M.K. ve Anurag, R.K. (2015). "Application of RFID in Agri-Food Sector-A Review", *Trends in Food Science & Technology*, 43(2), 144-161.
- Lee, J., Palekar, U.S. ve Qualls, W. (2011). "Supply Chain Efficiency and Security: Coordinationfor Collaborative Investment in Technology", *European Journal of Operation Research*, 210(3), 568-578.
- Lefebvre, L.A., Lefebvre, E., Bendavid, Y., Wamba, S.F. ve Boeck, H. (2006). "RFID as an Enabler of B-to-B E-Commerce and its Impact on Business Processes: A Pilot Study of a Supply Chain in the Retail Industry", In: Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences.
- Leung, J., Cheung, W. ve Chu, S. (2014). "Aligning RFID Applications with Supply Chain Strategies", *Information & Management*, 51, 260-269.
- Li, S. ve Lin, B. (2006) "Accessing Information Sharing and Information Quality in Supply Chain Management", *Decision Support Systems*, 42, 1641-1656.
- Lin, C.Y. ve Hon, Y.H. (2009). "RFID Technology Adoption and Supply Chain Performance: A Empirical Study in China's Logistics Industry", *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(5), 369-378.
- Lin, K. ve Lin, C. (2007). "Evaluating the Decision to Adopt RFID Systems Using Analytic Hierarchy Process", *The Journal of the American Academy of Business*, Cambridge 11(1), 72-78.
- Lin, C. (2006). "Influencing Factors on the Innovation in Logistics Technologies for Logistics Service Providers in Taiwan", *The Journal of American Academy of Business*, 9(2), 257-63.

- Mabad, T., Ali, O., Ally, M., Wamba, S.F. ve Chan, K.C. (2021). "Making Investment Decisions on RFID Technology: An Evaluation of Key Adoption Factors in Construction Firms", *IEEE Access*, 9, 36937-36954.
- Maestrini, V., Luzzini, D., Maccarrone, P.F. ve Caniato, F. (2017). "Supply Chain Performance Measurement Systems: A Systematic Review and Research Agenda", *International Journal of Production Economics*, 183, 299-315.
- Mete, M.H. ve Belgin, O. (2021). "Impact of Knowledge Management Performance on the Efficiency of R&D Active Firms: Evidence from Turkey", *Journal of the Knowledge Economy*, 1-19.
- Mete, M.H. ve Dağdeviren, M. (2017). "Ar-Ge Merkezleri İçin Bilgi Yönetimi Modellemesi ve Bilgi Yönetiminin Ar-Ge Performansı ile İlişkisi", *Verimlilik Dergisi*, (2), 75-108.
- Muller-Seitz, G., Dautzenberg, K., Creusen, U. ve Stromereder, C. (2009). "Customer Acceptance of RFID Technology: Evidence from the German Electronic Retail Sector", *Journal of Retailing and Consumer Services*, 16(1), 31-39.
- Murphy, P.R. ve Poist, R.F. (2000). "Third-Party Logistics: Some User Versus Provider Perspective", *Journal of Business Logistics*, 21(1), 121-31.
- Nebol, E., Uslu, T. ve Uzel, E. (2013). "Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik Yönetimi", Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Neely, A. (2007). "Business Performance Measurement. Unifying Theory and Integrating Practice", Cambridge University Press, Cambridge.
- Nikolicic, S., Kilibarda, M., Atanaskovic, P., Dudak, L. ve Ivanisevic, A. (2015). "Impact of RFID Technology on Logistic Process Efficiency in Retail Supply Chains", *Promet-Traffic&Transportation*, 27(2), 137-146.
- Qrunfleh, S. ve Tarafdar, M. (2014). "Supply Chain Information Systems Strategy: Impacts on Supply Chain Performance and Firm Performance", *International Journal of Production Economics*, 147(B), 340-350.
- Realini, C.E. ve Marcos, B. (2014). "Active and Intelligent Packaging Systems for a Modern Society", *Meat Science*, 98(3), 404-419.
- Riley, B.L., Taylor, S.M. ve Elliot, S.J. (2003). "Organizational Capacity and Implementation Change: a Comparative Case Study of Heart Health Promotion in Ontario Public Health Agencies", *Health Education Research*, 18(6), 754-769.
- Ruiz-Garcia, L. ve Lunadei, L. (2011). "The Role of RFID in Agriculture: Applications, Limitations and Challenges", *Computers and Electronics in Agriculture*, 79(1), 42-50.
- Sana, S.S. (2011). "A Production-Inventory Model of Imperfect Quality Products in Athree-Layer Supply Chain", *Decision Support Systems*, 50(2), 539-547.
- Sarac, A., Absi, N. ve Dauzere-Peres, S. (2010). "A Literature Review on the Impact of RFID Technologies on Supply Chain Management", *International Journal of Production Economics*, 128, 77-95.
- Sari, K. (2010). "Exploring the Impacts of Radio Frequency Identification (RFID) Technology on Supply Chain Performance", *European Journal of Operational Research*, 207(1), 174-183.
- Senauer, B. ve Seltzer, J. (2010). "The Changing Face of Food Retailing", *Choices Magazine and the Agricultural and Applied Economics Association*, 25(4), 1-5.
- Shin, S. ve Eksioğlu, B. (2015). "An Empirical Study of RFID Productivity in the U.S. Retail Supply Chain", *International Journal of Production Economics*, 163, 89-96.
- Soon, C.B. ve Gutierrez, J.A. (2008). "Effects of the RFID Mandate on Supply Chain Management", *The Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* 3(1), 81-91.
- Stank, T.P., Keller, S.B. ve Closs, D.J. (2002). "Performance Benefits of Supply Chain Logistical Integration", *Transportation Journal*, 41(2/3), 32-46.
- Stevens, G.C. (1989). "Integrating the Supply Chain", *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, 19(8), 3-8.
- Sundaram, D., Zhou, W., Piramuthu, S. ve Pienaar, S. (2010). "Knowledge-Based RFID Enabled Web Service Architecture for Supply Chain Management", *Expert Systems with Applications*, 37, 7937-7946.
- Szmerekovsky, J. ve Zhang, J. (2008). "Coordination and Adoption of Item-Level RFID with Vendor Managed Inventory", *International Journal of Production Economics*, 114(1), 388-398.
- Tao, X. (2009). "Performance Evaluation of Supply Chain Based on Fuzzy Matter- Element Theory", *International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, 26-27 Aralık 2009, Xian, China, 549-552.
- Tavşancıl, E. (2006). "Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi", Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.
- Thong, J.Y., Yap, C.S. ve Raman, K.S. (1996). "Top Management Support, External Expertise and Information Systems Implementation in Small Businesses", *Information Systems Research*, 7(2), 248-267.

- Tornatzky, L.G. ve Fleischer, M. (1990). "The Process of Technological Innovation", Lexington, MA: Lexington Books.
- Tornatzky, L.G. ve Klein, K.J. (1982). "Innovation Characteristics and Innovation Adoption-Implementation: A Meta-Analysis of Findings", *IEEE Transactions on Engineering Management*, (1), 28-45.
- Tsao, Y., Linh, V. ve Lu, J. (2017). "Closed-Loop Supply Chain Network Designs Considering RFID Adoption", *Computers & Industrial Engineering*, 113, 716-726.
- Tu, Y., Zhou, W. ve Piramuthud, S. (2018). "A Novel Means to Address RFID Tag/Item Separation in Supply Chains", *Decision Support Systems*, 115, 13-23.
- Uckun, C., Karaesmen, F. ve Savas, S. (2007). "Optimal Investment Levels to Eliminate Inventory Inaccuracy in a Two-Level Supply Chain", *RFID Eurasia*, 1st Annual, 1-6.
- Ustundag, A. ve Tanyas, M. (2009). The Impacts of Radio Frequency Identification (RFID) Technology on Supply Chain Costs", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45(1), 29-38.
- Veeramani, D., Tang, J. ve Alfonso Gutierrez, A. (2008). "A Framework for Assessing the Value of RFID Implementation by Tier-One Suppliers to Major Retailers", *The Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* 3(1), 55-70.
- Venkatesh, V.G., Zhang, A., Deakins, E., Luthra, S. ve Mangla, S. (2018). "A Fuzzy AHP-TOPSIS Approach to Supply Partner Selection in Continuous Aid Humanitarian Supply Chains", *Annals of Operations Research* 283(1), 1517-1550.
- Vlachos, I.P. (2014). "A Hierarchical Model of the Impact of RFID Practices on Retail Supply Chain Performance", *Expert Systems with Applications*, 41, 5-19.
- Wamba, S.F. (2012). "Achieving Supply Chain Integration Using RFID Technology: The Case of Emerging Intelligent B-to-B E-Commerce Processes in a Living Laboratory", *Business Process Management Journal*, 18(1) 58-81.
- Wang, Y.M., Wang, Y.S. ve Yang, Y.F. (2010). "Understanding the Determinants of RFID Adoption in the Manufacturing Industry", *Technological Forecasting and Social Change*, 77(5), 803-815.
- Whitaker, J., Mithas, S. ve Krishnan, M.S. (2007). "A Field Study of RFID Deployment and Return Expectations", *Production and Operations Management*, 16(5), 599-612.
- Wilding, R. ve Delgado, T. (2004). "RFID Demystified: Part 3, Company Case Studies", *Logistics and Transport Focus*, 6(5), 32-42.
- Yangınlar, G. (2020). "Depo İş Süreçlerinde RFID Teknolojisinin Önemi, Üretim Yönetimi", Ankara, Akademisyen Yayınevi.
- Yazgan, H.İ. ve Yıldız, M.S. (2017). "Bilgi Sistemleri Stratejilerinin Tedarik Zinciri Performansına Etkisi: İhracat Yapan İşletmeler Üzerine Bir Araştırma", *The Journal of International Social Research*, 10(52), 1260-1277.
- Yoon, C., Lim, D. ve Park, C. (2020). "Factors Affecting Adoption of Smart Farms: The Case of Korea", *Computers in Human Behavior*, 108(106309), 1-10.

EK

Tablo A1. Ölçek soruları

Sorular	Kaynak
<i>RFID 1: Teknoloji Boyutu</i> RFID teknolojisini anlamak kolaydır. RFID teknolojisini öğrenmek için çok fazla deneyim gerekmemektedir. RFID teknoloji ile ilgili kitaplara ve diğer kaynaklara ulaşmak kolaydır.	Ibrahim ve Jaafa (2016), Tornatzky ve Fleischer (1990)
<i>RFID 2: Organizasyonel Boyut</i> Lojistik işletmemiz çalışanlarına RFID teknolojisini öğrenmek için destek vermektedir. Lojistik işletmemizde çalışanlar problem çözmek için bilgisayar kullanabilme yeteneğine sahiptir. Lojistik işletmemizin yöneticileri çalışanlarına yeni bir problem ile karşılaştıklarında yardım etmektedir. Lojistik işletmemizde çalışanlar RFID teknolojisini kolaylıkla öğrenebilmektedir.	Ibrahim ve Jaafa (2016), Tornatzky ve Fleischer (1990)
<i>RFID 3: Çevresel Boyut</i> Devlet lojistik becerileri ile ilgili insan gücü eğitimlerine yardım etmektedir. Devlet lojistik teknolojileri ile ilgili proje önerileri için işletmeleri teşvik etmektedir. Devlet lojistik endüstrisi için gerekli düzenlemelere çözüm üretmektedir. Devlet lojistik teknolojilerinin gelişimi için finansal destek sağlamaktadır.	Ibrahim ve Jaafa (2016), Tornatzky ve Fleischer (1990)
<i>Tedarik Zinciri Performans Ölçeği</i> <i>Finansal Performans</i> Bilgi maliyetimiz tedarik zinciri yönetimi ile azaltmaktadır. Dağıtım maliyetlerimizi tedarik zinciri yönetimi ile azaltmaktadır. Stok maliyetlerimizi tedarik zinciri yönetimi ile azaltmaktadır. Taşıma kayıplarımızı tedarik zinciri yönetimi ile azaltmaktadır.	Tao (2009), Yazgan ve Yıldız (2017), Qrunfleh ve Tarafdar (2014), Yazgan ve Yıldız (2017)
<i>Lojistik Performans</i> Lojistik işletmemizde stok devir hızlarımız yüksektir. Lojistik işletmemizde stoklarımızdaki tüm hammadde, malzeme ve ürünlerimizi tam olarak bilinmektedir. Lojistik işletmemizin depo kullanım oranları yüksektir.	Tao (2009), Askariazad ve Wanous (2009), Yazgan ve Yıldız (2017)
<i>Müşteri Hizmetleri Performansı</i> Lojistik işletmemiz siparişlerimiz geciktirmeden teslim etmektedir. Lojistik işletmemiz siparişleri tam olarak karşılayabilmektedir. Lojistik işletmemizde siparişlerimiz birikmemektedir.	Tao (2009), Chan (2003), Yazgan ve Yıldız (2017)
<i>Entegrasyon Performansı</i> Tedarik zincirimizdeki işletmeler bir makinanın çarkları gibi çalışır. Tedarik zincirimizdeki işletmeler bilgi paylaşımına isteklidir. Tedarik zincirimizdeki firmalar arasında bilgi paylaşımı yüksek seviyededir. Tedarik zincirimizdeki firmalar arasında aktarılan bilgiler doğrudur.	Tao (2009), Chan (2003), Yazgan ve Yıldız (2017)