

NESNELERİN İNTERNETİ ve RFID TEKNOLOJİSİ ile YENİ NESİL TEDARİK ZİNCİRİ ve STOK DENETİMİ

NEXT GENERATION SUPPLY CHAIN AND INVENTORY CONTROL
WITH THE INTERNET OF OBJECTS AND RFID TECHNOLOGY



Sevinç DAŞDEMİR*



Erdi DAŞDEMİR**

ÖZ

İnternet ve diğer destekleyici teknolojilerdeki gelişmeler günlük yaşantımızı ve iş dünyasını yeniden şekillendirmektedir. Nesnelerin İnterneti (Nİ), nesnelerin kendilerine özgü birer kimliğe sahip olduğu bir iletişim ağı yaratmayı amaçlar. Nesneler, aralarında veya insanlarla otonom olarak bilgi alış verişinde bulunabilir, uyum içinde çalışabilir. RFID, nesnelerin bu iletişim ağına katılmasına yardım eden bir tanımlama teknolojisidir. Nİ ve RFID, tedarik zinciri ve stok yönetiminde kendinde geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Tedarik zincirine dâhil olan bilgiler, zincirdeki rol sahipleri tarafından gerçek zamanlı olarak takip edilebilir. Ürün ve süreçlerine ait güncel bilgilere hâkim olan şirketler kar oranlarını yükseltebilir, pazardaki talep değişikliklerine karşı esneklik kazanabilir, işletme süreçlerinin verimliliğini artırabilir. Nİ ve RFID, şirketlere yönetim kolaylığı sağladığı gibi denetleyici kurumlara da denetim

ABSTRACT

Developments in the internet and other supporting technologies reshape our daily lives and business world. The Internet of objects aims to create a communication network where objects have their own unique identity. Objects can exchange information between them or people as autonomous, work in harmony. RFID is a defining technology that helps objects to participate in this communication network. Internet of objects and RFID have found a wide range of applications in supply chain and inventory management. The information included in the supply chain can be tracked in real time by the role holders in the chain. Companies that have the up-to-date knowledge of their products and processes can increase their profit margins, gain flexibility against demand changes in the market, and increase the efficiency of their business processes. Internet of objects and RFID provide ease of management for companies, as well as ease of control for

* Vergi Müfettiş Yardımcısı, Hazine ve Maliye Bakanlığı, sevinc.dasdemir@vdk.gov.tr, ORC-ID: 0000-0002-1751-9138.

** Araş. Gör., Hacettepe Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, edasdemir@hacettepe.edu.tr, ORC-ID: 0000-0003-3277-4177.

Daşdemir, S., Daşdemir, E. (Mayıs 2019). Nesnelerin İnterneti ve Rfid Teknolojisi ile Yeni Nesil Tedarik Zinciri ve Stok Denetimi, *Vergi Raporu*, 236, (233-253).

M.G.T.: 01.04.2019 / M.K.T.: 24.04.2019

kolaylığı sağlar. Stoklar devamlı surette kontrol altına alınabilir, uzaktan takip edilebilir, denetlenen ve denetleyici taraflar arasında şeffaflık sağlanabilir, hile ve usulsüzlükler azaltılabilir. Böylelikle daha az maliyetli, daha az hatanın olduğu, daha verimli bir denetim gerçekleştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Nesnelerin İnterneti, RFID, Tedarik Zinciri, Stok Denetimi.

Jel Sınıflandırması Kodları: M41,M42.

GİRİŞ

İnternet, 1960'lı yıllarda bilgisayarları birbirine bağlamak ve herkesin bilgiye erişebileceği küresel bir ağ yaratmak düşüncesiyle ortaya çıkmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde başlayan çalışmalar, bilgisayar ve diğer destekleyici teknolojilerin de hızlı gelişimiyle tüm dünyaya yayılmış, günümüze ulaştığında ise sadece nasıl yaşadığımızı değil aynı zamanda nasıl çalıştığımızı da değiştirerek büyük bir devrim yaratmıştır. Kâğıt tabanlı çalışma yöntemleri yerini bilgisayarlar ve internete bırakmış, verilere erişim, bilgi aktarımı ve iletişim kolaylaşmıştır. 2007 yılında Steve Jobs'un gerçek anlamda ilk akıllı telefonu tanıtması ile birlikte de internete bağlanma şeklimizde yeni bir döneme geçilmiş, akıllı mobil cihazlar yaygınlaşmış ve internet cebimizde taşıyabildiğimiz güçlü bir küresel iletişim ağına dönüşmüştür.

İnternet ve akıllı cihaz teknolojilerinin bilgiye erişimi kolaylaştıran küresel bir iletişim ağı yaratması, ekonominin küreselleşmesinde, şirketler arası rekabetin artmasında ve pazardaki kar paylarının azalmasında rol oynamıştır. Kar oranlarını yükseltmek, pazardaki talep değişik-

supervisory agencies. Stocks can be continuously controlled, monitored remotely, transparency can be ensured between controlled and supervisory parties, fraud and irregularities can be reduced. Thus, a cost-effective and more efficient audit, with fewer errors can be performed.

Keywords: Internet of Objects, RFID, Supply Chain, Inventory Audit.

Jel Classification Codes: M41,M42.

liklerine karşı esneklik kazanmak ve işletme süreçlerinin verimliliğini artırmak isteyen şirketler tüm işletme süreçlerini otonom olarak birbirine bağlayan bir iletişim ağı kurmaya odaklanmıştır. Bunun için gereken teknolojilerin bir araya gelmesi günümüzde dördüncü sanayi devrimi yani Endüstri 4.0 olarak adlandırılmaktadır. Endüstri 4.0 oldukça kapsamlı bir konudur ve konuya ilgi duyan okuyucular ilgili detaylar için Lasi ve diğerleri¹ ve Lu² makalelerini okuyabilirler. Endüstri 4.0'ın en önemli hedeflerinden biri yeryüzündeki tüm cihaz, makina ve sistemlerin kendilerine eklenen elektronik kodlar, sensörler, diğer donanım ve yazılımlar sayesinde birbirleriyle bilgi alış verişinde bulunabileceği bir iletişim ağı yaratmaktır. Bu nedenle Endüstri 4.0'ın bünyesinde barındırdığı karamlardan belki de en önemlisi Nesnelerin İnterneti (Nİ)'dir.³

"Internet of Things (IoT)" yani Türkçe çevirisiyle "Nesnelerin İnterneti (Nİ)" kavramı 1999 yılında Kevin Ashton isimli araştırmacı tarafından çalıştığı şirkette yaptığı bir sunumun başlığı olarak kullanılmış ve böylelikle ilk kez literatüre bu isimle geçmiştir.⁴ Kevin Ashton'ın, sunumundaki asıl amacı tedarik zinciri ve stok yönetiminde o

¹ Lasi, H. ve diğerleri. "Industry 4.0". Business & information systems engineering. Sayı 6(4). 2014. s. 239-242.

² Lu, Y. "Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues". Journal of Industrial Information Integration. Sayı 6. 2017. s. 1-10.

³ Wollschlaeger, M. ve diğerleri. "The future of industrial communication: Automation networks in the era of the internet of things and industry 4.0". IEEE Industrial Electronics Magazine. Sayı 11(1). 2017. s. 17-27.

⁴ Ashton, K. "That 'Internet of Things' thing". RFID Journal, Sayı 22, 2009, s. 97-114.

zamanlar yeni bir teknoloji olan Radyo Frekansı Tanımlama Teknolojisi (RFID) uygulamalarına yöneticilerinin dikkatini çekmektedir. Nİ, sonraki on yıl boyunca geniş kapsamda dikkat çekmese de 2010'dan sonra popülerliğini artırarak günümüzün en iddialı teknoloji kavramlarından biri haline gelmiştir. Nİ'de, telefonda bilgisayara, evimizde kullandığımız bir buzdolabından üretim hattındaki makinalara kadar, etrafımızda gördüğümüz her türlü cihaz ve alet birer nesne olarak kabul edilmektedir. Nİ, tüm bu nesnelere insan gibi kendilerine özgü birer kimliğe sahip olacağı bir iletişim ağı yaratmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda nesnelere bünyesinde bilgi bulundurulabilir, yeni bilgiler öğrenilebilir ve bu bilgileri işleyerek diğer nesnelere ve insanlara iletebilir. Nİ, ancak birçok teknolojinin bir araya gelmesi ve uyum içinde çalışmasıyla mümkün olabilir. Buradaki en önemli soru nesnelere nasıl kimlik kazanacağı ve kurulacak iletişim ağına nasıl dâhil edileceği sorusudur. Bu da Nİ'nin en önemli unsurlarından biri olan sensörler, kablosuz algılayıcılar, RFID gibi teknolojilerle gerçekleştirilen tanımlama unsurunun konusudur.⁵

Nİ'nin ihtiyaç duyduğu algılama ve tanımlama teknolojilerinden günümüzde en yaygın ve etkin kullanılanı RFID teknolojisidir. RFID, nesnelere radyo dalgalarıyla tanımlanması teknolojisine verilen genel isimdir.⁶ RFID sistemlerinde temel olarak okuyucular ve etiketler vardır. RFID etiketlerinin içinde Elektronik Ürün Kodu (EPC) bulunur. EPC küresel çapta standartlara sahiptir ve nesnelere dünyada eşsiz benzeri olmayan özel bir seri numarası verir.⁷ RFID kavramıyla

yeni tanışan bir okur ilk bakışta bu teknolojiyi marketlerdeki ürünlerin üzerinde gördüğümüz optik barkodlara benzetilebilir. Kopetz⁸ iki teknoloji arasındaki farkı şu şekilde özetlemiştir: Geleneksel optik barkod sistemleri ürünleri sınıflandırmakta kullanılır ve ürüne ait limitli bilgi içerir. Aynı kategoriye ait tüm ürünler aynı barkoda sahiptir. Barkodların okunabilmesi için barkod okuyucu ile barkod arasında birbirlerini görebilecekleri bir temas kurulmalıdır. Bu işlem çoğu kez insan emeği gerektirir. Bir RFID etiketindeki EPC ise nesnelere özel bir kimlik kazandırır. Her ürün yalnızca kendisine ait, eşsiz olmayan bir koda sahip olur. Taşıdıkları bilgi ile ilgili bir sınırlama yoktur. Üzerlerine yeni bilgiler kaydedilebilir veya eski bilgiler güncellenebilir. RFID etiketindeki bilginin okunabilmesi için direk bir okuyucu temasına gerek yoktur. RFID antenlerinin oluşturduğu manyetik alana giren bir etiket, içerisindeki bilgiyi RFID okuyucu ve sisteme aktarır. Tüm bu özellikleriyle klasik barkodlardan daha gelişmiş bir teknolojidir. 1990'lı yıllarda yaşanan gelişmeler ile RFID etiketlerinin boyutları küçülmüş, sistemin maliyeti azalmış, güvenilirlik ve işlevselliği artmıştır. Bu gelişmelerden sonra uygulama alanları artmaya başlayan RFID teknolojisi, ürün takibi amacıyla sıklıkla tedarik zinciri alanında kullanılmaya başlamıştır.⁹

Tedarik zinciri, bir ürün veya hizmetin hammadde aşamasından başlayıp müşteriye ulaştırılana kadar geçen süreçteki faaliyetlerin ve rol sahibi bireylerin oluşturduğu sistematik bir ağıdır.^{10, 11} Bir tedarik zincirinde hammadde sağlayıcılar, üreticiler, taşıyonlar, depolar, toptancılar,

⁵ Ma, H. D. "Internet of things: Objectives and scientific challenges". Journal of Computer science and Technology. Sayı 26(6). 2011. s. 919-924.

⁶ Want, R. "An introduction to RFID technology". IEEE pervasive computing. Sayı 1, 2006. s. 25-33.

⁷ Niemeyer, A ve diğerleri. "Smart tags for your supply chain". The McKinsey Quarterly. Sayı 4. 2003. s. 6-8.

⁸ Kopetz, H. Real-time systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Vienna. Springer Science and Business Media. 2011. s.315-138

⁹ Landt, J. "The history of RFID". IEEE potentials. Sayı 24(4). 2005. s. 8-11

¹⁰ Christopher, M. Logistics and supply chain management, 3rd Edition. Prentice Hall. London. 1992. s. 1-6.

¹¹ Mentzer, J. T. ve diğerleri. "Defining supply chain management". Journal of Business Logistics. Sayı 22(2). 2001. s.1-25.

nakliye şirketleri ve ürünün nihai müşterisi gibi birçok rol sahibi ve satın alma, üretim, stok yönetimi, lojistik, satış gibi birçok faaliyet alanı vardır. Zincirin iyi yönetilebilmesi için tüm zincirdeki bilginin doğru ve gecikme olmaksızın iki yönlü olarak aktarılabilmesi gerekir. RFID teknolojisi tüm tedarik zincirinin doğru ve gerçek zamanlı olarak izlenmesini mümkün kılmaktadır.¹² Böylelikle pazar talebi, lojistik bilgisi ve stok seviyeleri gibi zincirin önemli aşamaları etkin bir şekilde takip edilebilmektedir.

Tedarik Zinciri'nin en önemli halkalarından birisi de stoklar ve bu stokların yönetimidir.¹³ Stok yönetimi temel olarak şirketlerin stoklarındaki ürünleri yönetme kabiliyetlerini ifade eder. İyi bir stok yönetimi için mevcut stok ile ilgili bilgilere tam ve eksiksiz hâkim olunması, stoklara giriş ve çıkış yapan ürünlerin kayıtlarının doğru tutulması, ürünlerinin stok ömürlerinin takip edilmesi gibi birçok konunun iyi yönetilmesi gerekir.¹⁴ Stok yönetimindeki başarısızlık, başta stok maliyeti, stok bakım maliyeti ve stoksuz kalma maliyeti olmak üzere farklı maliyetlere neden olur.¹⁵ Stok bakım maliyeti, stoktaki ürünlerin muhafaza edilme maliyetidir. Stok maliyeti, şirket varlıklarının ürüne dönüştürülüp stokta bekletilmesi ve bu nedeniyle kaybedilen fırsat maliyetidir. Stoksuz kalma maliyeti ise stokta siparişi karşılayacak ürün kalmaması durumundaki kayıplardır. Bunların dışında stoklarına iyi hâkim olamayan şirketler, ürünlerin raf ömürlerinin dolması nedeniyle hurdaya çıkması, müşteriye yanlış ürün gönderilmesi nedeniyle oluşan ek lo-

jistik ücretleri gibi birçok ek zarara uğrarlar. Bu nedenle hammadde üreticileri, ana ürün üreticileri, dağıtım merkezleri ve satıcılar gibi tedarik zincirindeki stok sahipleri stoklarını iyi yönetmek için çalışır. Nİ ve RFID sistemleri, stok yönetim ve kontrolü için oldukça önemli başarılar sağlayan yenilikçi teknolojilerdir.¹⁶ Bu sistemler sayesinde ürünlerin fabrika, depo, toptancı veya nihai satıcı stoklarına giriş çıkış bilgileri eksiksiz ve gerçek zamanlı takip edilebilmektedir. Müşteri taleplerine de eş zamanlı olarak erişebilen şirketler, stoklarını daha verimli kullanmakta, stok seviyelerini düşürebilmekte ve stoksuz kalma gibi problemlere önlem alabilmektedir.

Tedarik zinciri ve stoklarda Nİ ve RFID uygulamaları, *Stok Denetimi* açısından bakıldığında ise denetleyen kurumlar için oldukça değerlidir. RFID teknolojisi, stok sayımlarını kolaylaştırmakta ve sayım hatalarını azaltmaktadır. Bu durum sadece stoklarını yöneten firmaların değil, gerek kamu adına gerekse firmalar adına stok denetimi yapan denetim birimlerinin de başarısını artırmaktadır. Fiziki olarak belgeye dayalı olmayan elektronik ortamdaki stok hesaplarının denetiminde; satış, tahsilat, alacak ve üretim hesaplarıyla randıman analizleri ilişkilendirilerek stok giriş ve çıkışlarında hata ve hile olup olmadığının tespiti yapılabilir. RFID teknolojisi ile stoklar devamlı surette kontrol altına alınabilir, stok giriş ve çıkışları fiili ortama gidilmeksizin uzaktan takip edilebilir. Stok hareketleri anlık olarak sürekli şekilde analiz edilecek ve stok hareketlerinde tutarsızlık meydana gelmesi halinde, bu tutarsızlık

¹² Angele, R. "RFID technologies: supply-chain applications and implementation issues". Information systems management, Sayı 22(1). 2005. s. 51-65.

¹³ Cachon, G. P. ve Fisher, M. "Supply chain inventory management and the value of shared information". Management Science., Sayı 46(8). 2000. s. 1032-1048.

¹⁴ Lee, H. L. ve Billington, C. "Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities". Sloan management review, Sayı 33(3). 1992. s. 65-73.

¹⁵ Angele R. a.g.e.

¹⁶ Michael, K. ve McCathie, L. 2005. "The pros and cons of RFID in supply chain management". In International Conference on Mobile Business (ICMB'05), IEEE, Sydney, Australia. s. 623-629.

denetim elemanına (denetçi) rapor edilebilir.¹⁷ Bu teknolojilerin yaygınlaşması ve geleneksel yöntemin yerini tamamen Nİ ile yapılan stok denetimine bırakması durumunda; sürekli, daha az maliyetli, daha az hatanın olduğu, daha verimli bir denetim gerçekleşecektir.

Çalışmanın birinci bölümünde Nİ kavramı ve RFID teknolojisi tanıtılmaktadır. İkinci bölümde, ilk olarak tedarik zincirinin yapısı ve temel sorunları anlatılmaktadır. Sonrasında Nİ ve RFID teknolojilerinin tedarik zinciri için önemi açıklanmaktadır. Son olarak da stok yönetimi özelinde Nİ ve RFID uygulamaları anlatılmıştır. Üçüncü bölümde, tedarik zinciri ve stoklarda Nİ ve RFID uygulamalarının stok denetimine olan etkileri tartışılmıştır. Böylelikle çalışmada, Nİ ve RFID'nin hem stoklarını yöneten firmalar hem de denetim yapan birimler için önemi vurgulanmıştır.

1- NESNELERİN İNTERNETİ ve RFID

RFID sistemlerinin gerçek anlamda kullanılmaya başlanması 1990'lı yıllarda olsa da teknolojinin temelleri 1940'lı yıllara dayanmaktadır.¹⁸ Bu nedenle günümüzde RFID için yapılmış olan çalışmaların Nİ adına yapılan ilk çalışmalar olduğu kabul edilmektedir.¹⁹ Bu bölüm altındaki alt başlıklarda Nİ ve RFID kavramları ile ilgili detaylı bilgiler sırasıyla sunulmaktadır.

1.1- Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnterneti, nesnelerin birbirleriyle ve insanlarla iletişim kurabilmesi felsefesine

dayanır. Bu iddiası ile iletişim kavramında kökten bir değişim yaratmakta, kullandığımız cihazlar, makinalar ve benzeri nesnelerin birbirleriyle ve insanlarla iletişim kurmasını amaçlamaktadır. Nİ oldukça kapsamlı bir kavramdır, literatürde hâlâ tartışmalar sürmektedir ve bu nedenle farklı tanımlara sahiptir. Literatürden seçtiğimiz bazı tanımlar şu şekildedir:

- “Nesnelerin İnterneti, fiziksel nesnelerin kusursuz bir şekilde bir bilgi ağında bütünleştiği ve nesnelerin işletme süreçlerinde aktif katılımcılar olduğu bir dünyadır”.²⁰
- “Nesnelerin İnterneti, bir ağa bağlı olan fiziksel cihazların kullanılmasıyla mevcut işlemleri iyileştirecek ve daha önce mümkün olmayan yeni işlemleri mümkün kılacak teknolojiler bütünüdür”.²¹
- Nesnelerin İnterneti, dijital dönüşümün bir sonraki aşamasıdır. Makine, araç ve fiziksel dünyadaki diğer unsurların dijitalleştirilmesini sağlayan güçlü bir düşüncedir. Bu doğrultuda işletmelerin verimliliğini ve üretkenliğini artıracak bir kavramdır.²²

Nİ'de, yeryüzündeki en küçük bir nesne bile RFID gibi mevcut teknolojilerle hızlı ve düşük maliyetle akıllı bir nesneye dönüştürebilir.^{23,24} Teknoloji gelişimini tamamladığında ve maliyetler daha da azaldığında sadece akıllı robotların artacağı iş dünyası değil gündelik hayatlarımız da büyük değişimler yaşayacaktır. Örneğin, işten çıkıp eve doğru yola çıktığınızı aracınızın evinizdeki klima-

¹⁷ Özer, Mevlüt, M. F. B. Dali, Belgesiz Kayıt Ortamında Denetim, s.396.

¹⁸ Landt, J. “The history of RFID”. IEEE potentials. Sayı 24(4). 2005. s. 8-11.

¹⁹ Atzori, L. ve diğerleri. “Understanding the Internet of Things: definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm”. Ad Hoc Network. Sayı 56, 2017. s. 122-140.

²⁰ Haller, S. ve diğerleri. “The internet of things in an enterprise context”. In: Future Internet – FIS 2008, Springer Berlin Heidelberg, 2009. s. 14-28.

²¹ Google. “Overview of Internet of Things”.(https://cloud.google.com/solutions/iot-overview). Erişim tarihi: 19 Mart 2019.

²² Amazon. “Internet of Things Solutions in AWS Marketplace”. (https://aws.amazon.com/mp/iot). Erişim tarihi 25 Mart 2019

²³ Zuehlke, D. “SmartFactory: Towards a factory-of-things”. Annual Reviews in Control. Sayı 34(1). 2010. s. 129-138.

²⁴ G.Santucci. “From internet of data to Internet of things” International Conference on Future Trends of the Internet. 2009. Sayı 28. s. 1-19.

ya haber vermesi, televizyonunuzun fark etmediğiniz bir arızası olduğunda ilgili yetkili servise durumunu bildirmesi veya buzdolabınızın azalan sebzeleri tespit edip kendi kendine internetten sipariş vermesi bu teknolojinin günlük hayatımıza yapabileceği etkilerin bazı örnekleri olabilir.²⁵

Temel hatlarıyla bir Nİ sistemi fiziksel nesnelere, sensörler, iletişim ağı ve sistem bilgisayarından oluşur.²⁶ Temsili bir Nİ sistemini Şekil 1 (a)'da göstermekteyiz. En alt aşamada, RFID etiketleri gibi tanımlama uygulamasına sahip fiziksel nesnelere yer alır. Tüm nesnelere gelen sıcaklık, konum, hareket, hız, çalışma durumu veya herhangi başka bir bilgi sensörler ve okuyucular aracılığıyla bir iletişim ağına toplanır. Bu iletişim ağına bağlanan nesnelere artık birbirleriyle konuşabilir ve bilgi alışverişinde bulunabilir. İletişim ağı nesnelere ait bilgileri en üst aşamadaki sistem bilgisayarına iletir. Sistem bilgisayarı otonom bir şekilde bilgileri işler, gereksiz verileri

eler, bilgileri anlamlandırır, nesnelere geri iletilecek veri hakkında karar verir ve iletişim ağı aracılığıyla emirlerini nesnelere iletir. Sistem bilgisayarı verdiği kararları, bu kararların sonuçlarını, sistemin durumunu ve nesnelere hakkındaki bilgileri sistem yöneticisine raporlar ve gerektiğinde sistem uzmanları tarafından yeniden programlanır. Bu doğrultuda Nİ teknolojisinin çalışma mimarisi temel olarak üç katman içerir.^{27, 28} Temsili bir mimari yapıyı Şekil 1 (b)'de göstermekteyiz. Nesnelere tanımlanarak bir ağa bağlandıkları, ağa bilgi ilettikleri ve sistem tarafından gönderilen yeni verileri aldıkları katman algılama katmanıdır. Tüm nesnelere birbirine bağlandıkları katman ağ katmanıdır. Servis katmanı ise nesnelere gelen bilgilerin işlendiği ve yeni bilgilerin nesnelere iletildiği katmandır. Bu katmanda kullanıcı uygulamaları ve ara yüzler yer alır. Nİ ile ilgili daha detaylı bilgilerle ilgilenen okurlar Gubbi ve diğerleri²⁹ makalesini okuyabilirler.

²⁵ Kopetz, a.g.e.

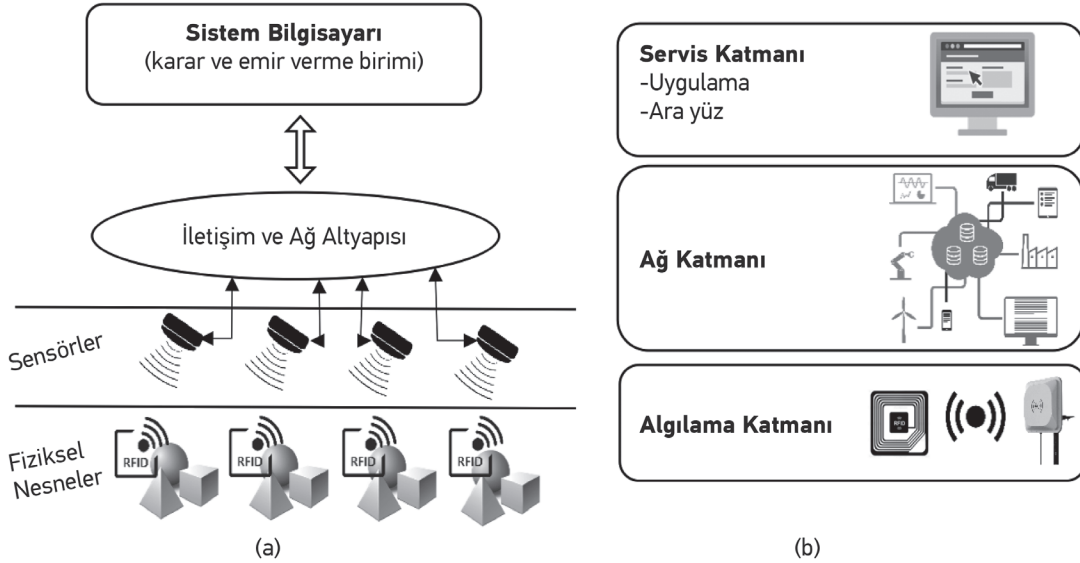
²⁶ Khan, R. ve diğerleri. "Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges". 10th international conference on frontiers of information technology, Islamabad, India, IEEE. 2012. s. 257-260.

²⁷ Aazam, M. ve diğerleri. "Cloud of Things: Integrating Internet of Things and cloud computing and the issues involved". Proceedings of 11th International Bhurban Conference on Applied Sciences & Technology, Islamabad, Pakistan, IEEE. 2014. s. 414-419.

²⁸ Li, S. ve diğerleri. "The internet of things: a survey". Information Systems Frontiers. Sayı 17(2). 2015. s. 243-259

²⁹ Gubbi, J. ve diğerleri. "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions". Future Generation Computer Systems, Sayı 29(7), 2013. s. 1645-1660.

Şekil 1: Temel Hatlarıyla Bir Nİ Sistemi (a) ve Çalışma Mimarisi (b)

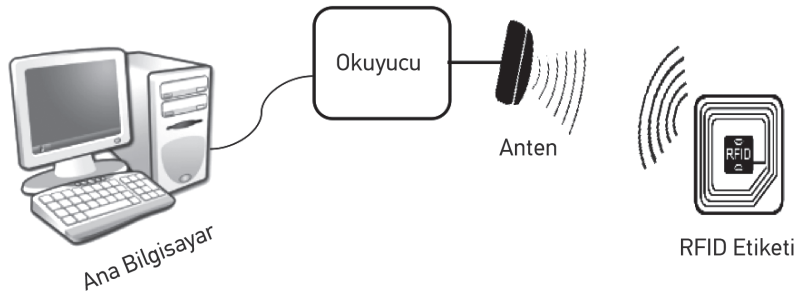


1.2- RFID

Nİ teknolojisi algılama katmanında Nİ, yardımcı teknolojilere ihtiyaç duyar. Sensörler, optik barkodlar, GPS, kamera, kızılötesi sensörler veya RFID etiketleri gibi yardımcı teknolojilerle nesnelere algılanır.³⁰ Bu yardımcı teknolojilerden RFID kendine geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Nİ daha gündeme gelmeden önce bile tedarik zincirlerinde ürün takibi, stok seviyelerinin ölçülmesi veya hasta takibi gibi sağlık uygulamalarında RFID sistemleri kullanılmıştır. RFID'nin mümkün kıldığı bu tanımlama ve takip imkânı aslında Nİ fikrinin ortaya çıkmasına da katkıda bulunmuştur.³¹

Yan ve Huang'tan³² uyarladığımız, RFID etiketi, RFID okuyucusu ve ana bilgisayardan oluşan temel bir RFID sisteminin temsili gösterimi Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2. Temel Hatlarıyla bir RFID Sistemi



³⁰ Sun, C. "Application of RFID technology for logistics on internet of things". AASRI Procedia. Sayı 1, 2012. s. 106-111.

³¹ Li, S. ve diğerleri. a.g.e.

³² Yan, B. ve Huang, G. "Supply chain information transmission based on RFID and internet of things". ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management, IEEE. Sayı 4. 2009. s. 166-169.

RFID etiketlerinin içerisinde elektronik ürün kodu (EPC) taşıyan çipler bulunmaktadır. Bir etikette bulunan EPC, o etikete özgüdür ve böylelikle üzerinde bulunduğu nesneye bir kimlik kazandırır. RFID okuyucuları antenler aracılığıyla bir manyetik kapsama alanı yaratır ve bu alana giren bir etikete elektromanyetik dalga gönderir. Etiket içerisindeki çip bu manyetik alandan güç alarak çalışır ve üzerinde bulunan bilgileri yine elektromanyetik dalga ile geri gönderir. Okuyucu, etiketten gelen dalgaları toplayarak bilgisayar sistemine aktarır. Bilgisayar sisteminde bu veriler anlamlandırılır, gereksiz veriler elenir ve nesneye ait bilgiler raporlanır. Bilgisayar nesneye geri bilgi göndermek istediğinde yine okuyucu aracılığıyla bu bilgileri iletir.³³

RFID sistemleri teknik özelliklerinin getirdiği avantajlar, düşük enerji ile çalışabilmeleri ve düşük maliyetleri nedeniyle tedarik zinciri, lojistik takibi, stok yönetimi gibi alanlarda geniş uygulama alanları bulmuştur.³⁴ Kopetz,³⁵ NI ve RFID kavramlarının üretim endüstrisinde kullanılmasıyla gerek daha merkezi ve konsolide tedarik zinciri yönetimi sağlanabildiği gerekse de ürün

yönetiminin etkinliğinin arttığını belirtmiştir. Sundmaeker ve diğerleri³⁶ ise NI ve RFID'nin üretim, lojistik ve stok yönetimi gibi süreçlere iyi ve şeffaf bir takip edilebilirlik getirdiğini belirtmiştir.

2- TEDARİK ZİNCİRİ ve STOK YÖNETİMİNDE NESNELERİN İNTERNETİ ve RFID

Tedarik Zinciri, hammadde sağlayıcılar, üreticiler, taşıyonlar, depolar, toptancılar, nakliye şirketleri ve müşteri gibi birçok rol sahibinin ve satın alma, üretim, stok yönetimi, lojistik gibi birçok işletme sürecinin dâhil olduğu büyük ve sistematik bir bilgi ağıdır.³⁷ Günümüzün rekabetçi küresel pazarında kar oranlarını artırmak, değişen taleplere hızla cevap verebilmek, kayıpları azaltmak ve tüm süreçlerin etkinliğini artırmak için tüm bu bilgi ağının çok iyi yönetilmesi gerekir.

2.1- Geleneksel Tedarik Zinciri

Dejonckheere ve diğerleri³⁸ ve Saxton'dan³⁹ uyarladığımız temel hatlarıyla temsili bir geleneksel tedarik zincirini Şekil 3'te gösterilmektedir.

Şekil 3: Temsili Geleneksel Tedarik Zinciri



³³ Want, R. "An introduction to RFID technology". IEEE pervasive computing. Sayı 1. 2006. s. 25-33.

³⁴ Zuehlke, e.g.e.

³⁵ Kopetz, a.g.e.

³⁶ Sundmaeker, H. ve diğerleri. "Vision and challenges for realising the Internet of Things". Cluster of European Research Projects on the Internet of Things, European Commission. Sayı 3(3). 2010. s. 34-36.

³⁷ Christopher, a.g.e.

³⁸ Dejonckheere, J. ve diğerleri. "The impact of information enrichment on the bullwhip effect in supply chains: A control engineering perspective". European journal of operational research. Sayı 153(3). 2004. pp. 727-750.

³⁹ Saxton, B. "Supply Chains and the impact of Globalisation". The World Customs Organization, Presentation. 2006

Temel bir tedarik zincirinde ürün ve hizmetler, hammadde üreticilerinden ana üreticiye ve nihai olarak da müşteriye ulaşır. Paranın yönü de genel olarak müşteriden üreticiye doğrudur. Bilgi akışı iki yönlüdür ve tüm rol sahipleri birbirleriyle bilgi alış verişinde bulunur. Zincirdeki rol sahipleri, topladıkları bilgiye göre kaynak, üretim ve gelecek planlamalarını yaparlar. Örneğin, satıcılar müşteri talep verilerini kullanarak üreticilerden yapacakları satın almanın planını yapar. Üreticiler, satıcıdan gelen geçmiş siparişleri analiz ederek pazar talebini tahmin etmeye çalışır, bu tahminlere göre üretim planı yapar ve hammadde satın alır. Lojistik şirketleri, kapasite ve operasyon planlamalarını yine taraflardan aldığı bilgilere göre yapar. Geleneksel tedarik zincirinde bilgi aktarımı Şekil 4'te rol sahiplerinden birer birer diğerine geçer. Bu yüzden gecikmeli bir bilgi akışına neden olur. Bu zincirde müşteri taleplerini gözlemleyen tek yer satıcılardır. Diğer zincir üyeleri satıcılar üzerinden gelen siparişlere göre talep tahmin ve planı yapar. Bu gecikmeli bilgi akışı nedeniyle, müşteri taleplerindeki küçük değişiklikler son tüketiciden üreticilere doğru gidildikçe daha büyük algılanır. Bu değişkenliğin artma durumu literatürde "kamçı" (bullwhip) etkisi olarak adlandırılmaktadır ve tedarik zincirini oldukça olumsuz etkilemektedir.⁴⁰ Ek olarak geleneksel tedarik zincirlerinde üretim hattından sonra ürünlerin stoklanması, depolara gönderilmesi, müşteriye iletilmesi gibi süreçleri takip etmek zordur. Lojistik hattını takip etmekte zorlan-

nan ve pazara ait bilgileri eş zamanlı olarak toplayamayan tedarikçiler pazar ihtiyaçlarına cevap vermekte zorlanmaktadır. Ayrıca, stoklara giriş çıkışların takibi zorlaşmakta, talepteki değişimler nedeniyle stok seviyesi şişmekte veya stokta ürün kalmaması gibi sorunlar yaşanmaktadır.⁴¹ Bilgisayar ve internet sistemlerinin gelişmesiyle şirketler bilgi akışını bilgi yönetim sistemleri üzerinden yapmaya başlamıştır. Ancak bu da geleneksel zincirin temel problemini çözmek için yeterli değildir.

2.2- Tedarik Zincirinde Nİ ve RFID Uygulamaları

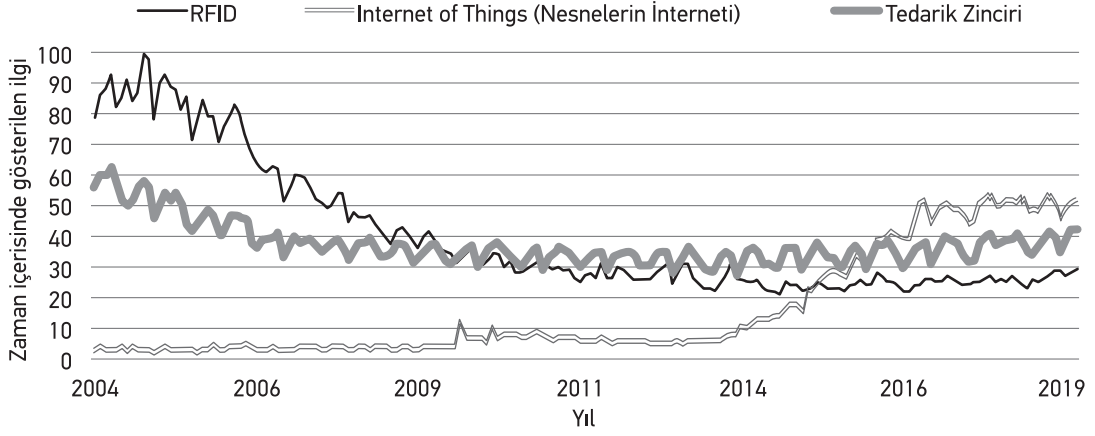
Nİ teriminin literatüre geçtiği ilk ana, Kevin Ashton'ın sunumuna,⁴² baktığımızda karşımıza üç terim çıkmaktadır: (1) Nİ, (2) RFID ve (3) Tedarik Zinciri. Bu bir rastlantı değildir ve bu üç unsurun birbirleriyle ne kadar güçlü bir ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu ilişkiye başka bir kanıt göstermek için biz de bu kavramların 2004 yılından beri Google arama motorundaki aranma eğilimlerine baktık. Şekil 4'te sunduğumuz aranma eğilimleri de bu ilişkinin gücünü göstermektedir. Grafikte, 2015 yılından önce RFID ve Tedarik Zinciri aramalarının aynı eğilimde olduğunu görüyoruz. Yine bu aranma eğilimleri RFID'nin Nİ'den daha eski bir kavram olduğunu, Nİ'nin ancak 2015'ten sonra gündeme geldiğini gösteriyor. 2015 yılından sonra ise bu üç kavramın neredeyse aynı arama eğilimine sahip olduğu görülmektedir.

⁴⁰ Dejonckheere, a.g.e.

⁴¹ Yan ve Huang, a.g.e.

⁴² Ashton, K. a.g.e.

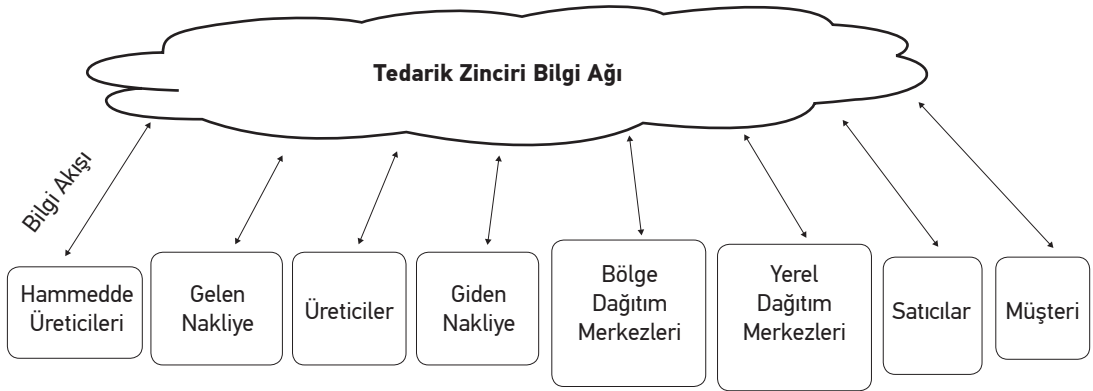
Şekil 4:⁴³ RFID, Internet of Things (Nesnelerin İnterneti) ve Supply Chain (Tedarik Zinciri) Kavramlarının Dünya Genelindeki Google Aarma Eğilimleri⁴⁴



Nİ ve RFID, tedarik zincirinde kendine geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Bunun temel nedeni bu teknolojilerin geleneksel tedarik zincirlerinin bilgi aktarımındaki gecikme sorununa çözüm sunmasıdır. Nİ ve RFID sayesinde tedarik zincirine giren herhangi bir ürün veya süreç bir nesneye dönüşür ve ortak bilgi ağına bağlanır. Zincirdeki bir ürüne ait konum, kalan stok öm-

rü, satıcılardaki güncel fiyat, satış zamanı, kalan stok bilgisi gibi birçok bilgi bu ağda toplanır. Zincire dâhil olan tüm ürün ve hizmetler ve zincirde rol sahibi olan tüm bireyler bu ağa bağlıdır. Böylelikle Nİ ve RFID, zincirin tüm üyelerinin doğru ve güncel bilgilere ulaşmasını sağlar.⁴⁵ Nİ ve RFID sistemine geçmiş bir zincirdeki bilgi akışı temsili olarak Şekil 5'te örneklendirilmiştir.

Şekil 5: Nİ ve RFID Uygulamalarına Geçen bir Tedarik Zincirinde Bilgi Akışı



⁴⁵ Google Inc. "Google Trends". (<http://trends.google.com/trends>). Erişim tarihi: 25 Mart 2019.

Bu ağ sayesinde bilgi aktarımındaki gecikmeler ortadan kalkar. Örneğin, bir üretici ürününün ne zaman, nerede ve hangi fiyata satıldığını veya dağıtım merkezlerinin ve satıcı firmaların stok seviyelerini takip edebilir. Böylelikle satıcılardan veya dağıtım merkezlerinden gelecek satış verilerine gereksinim duymadan kendi üretim, stok ve lojistik planlamalarını yapabilir. Unilever, Ford, Toyota, Gillette gibi dünyaca ünlü birçok şirket bugün tedarik zincirlerini ve stoklarını RFID sistemleri ile takip etmektedir.⁴⁶ Atzori ve diğerleri⁴⁷ geleneksel tedarik zincirinde müşteri taleplerindeki değişimi anlamak ve cevap vermek ortalama 120 gün sürerken, bu sürenin Wall-mart, Metro gibi RFID uygulamalarına geçmiş büyük market zincirleri sadece birkaç güne düştüğünü raporlamıştır. Üstelik bu şirketler stok seviyelerini neredeyse sıfır seviyesinde tutmayı başararak müşteri ihtiyaçlarına başarılı bir şekilde cevap verebilmektedir.

2.3- Stok Yönetimi ve Stok Yönetiminde Nİ ve RFID Uygulamaları

Tedarik zinciri için en önemli konulardan biri de stokların nasıl kontrol edileceği ve yönetileceğidir.⁴⁸ Temel amaç, stok bilgilerini hatasız olarak ve eş zamanlı takip edebilmektir. Kötü stok yönetimi, stok tutarsızlığına ve neticede birçok maliyete neden olur.⁴⁹ Stok tutarsızlığı, şirketlerin bilgi sistemlerindeki stok bilgileri ile gerçek fiziksel stok bilgileri arasındaki farklılığı ifade eder ve birçok şirketin karşılaştığı bir problemdir.⁵⁰

Kang ve Gershwin⁵¹ yaptığı literatür araştırmasında stok seviyelerindeki tutarsızlığın nedenlerini dört başlık altında toplamıştır: İşlem hataları, stok fireleri, erişilemeyen stok bilgisi ve ürün tanımlama hataları. İşlem hataları, ürünlerin stoklara giriş ve çıkışları esnasında meydana gelen gönderi ve teslim hatalarıdır. Örneğin, eksik gönderilen bir siparişi fark etmeyen mal kabul çalışanın sisteme ürünün geldiği bilgisini girmesi bu hataya neden olur. Stok fireleri, stokta bekleyen ürünlerin kullanılamaz duruma gelmesi veya fark edilmeyen işçi hırsızlığı gibi nedenlerle olur. Erişilemeyen stok bilgisi, ürünlerin yanlış raflara yerleştirilmesi ve depo içerisinde kaybolması nedeniyle stokta olan ürünün bulunamaması durumudur. Şirket stoklarında olan ürünle ilgili bilgiyi kaybeder ve bilgi sisteminden ürünü çıkarır, bu da tutarsızlık yaratır. Ürün tanımlama hataları tedarikçi veya satıcıların ürünlere yanlış etiket bilgisi vermesiyle olur. Genelde çalışanların dikkatsizliği ile yanlış bilgiler yazılan etiketler sonraki aşamalarda yanıltıcı olur. Tüm bu hatalar hem şirketler hem denetleyen kurumlar açısından sorunlar doğurmaktadır. Örneğin, Raman ve diğerleri⁵² çalışmalarında stok tutarsızlığı nedeniyle karlarının %10 ve %25 oranında düştüğü gerçek şirket örnekleri vermiştir.

Nİ ve RFID'nin sistemlerinin tedarik zincirine dâhil edildiği en önemli noktalar stoklardır. RFID ile takip edilen stoklarda, stok tutarsızlıkları azaltılabilir.⁵³ Bu hem şirketleri hem de de-

⁴⁶ Angele, R. a.g.e.

⁴⁷ Atzori, L. ve diğerleri. a.g.e.

⁴⁸ Cachon, G. P. ve Fisher, M. "Supply chain inventory management and the value of shared information". Management science. Sayı 46(8). 2000. s. 1032-1048.

⁴⁹ Angele, R. a.g.e..

⁵⁰ Kang, Y. ve Gershwin, S. B. "Information inaccuracy in inventory systems: stock loss and stockout". IIE transactions. Sayı 37(9). 2005. s. 843-859.

⁵¹ Kang, Y. ve diğerleri. a.g.e.

⁵² Raman, A. ve diğerleri. "Execution: the missing link in retail operations". California Management Review. Sayı 43(3). 2001. s. 136-152.

⁵³ Lee, Y. M. ve diğerleri. "A quantitative view on how RFID will improve a supply chain". IBM Research Report. 2005. s.1-45.

netleyici kurumların işini kolaylaştırmaktadır. Stok girişlerine kurulan RFID alanları sayesinde giriş ve çıkış yapan ürünlere ait bilgiler şirket bilgi ağına aktarılır. Stoktaki ürünlerin takibi, giriş çıkış kayıtları, kalan stok ömrü gibi stokla ilgili tüm süreçler otonom bir şekilde yürütülür ve gerçek zamanlı olarak takip edilir. Stok seviyeleri düşürülerek maliyetler azaltılabilir, müşteri taleplerindeki değişime ve pazardaki eğilimlere daha hızlı cevap verilebilir, doğru ürünü doğru yerde ve doğru zamanda bulundurma başarısı sağlanabilir.

Stok yönetiminde RFID uygulamalarının avantaj sunduğu durumlara literatürde bazı örnekler verilmiştir:^{54, 55} Stoklara giriş ve çıkış yapan ürünlerin stok kayıtları eksiksiz ve anlık olarak yapılabilir. Stoklara giriş yapan ürünlerin sipariş edilen ürünlerle tutarlı olup olmadığı tespit edilebilir. Bir satış yapıldığında, stoktan doğru ürünlerin doğru miktarda çıkış yapması sağlanabilir. Giriş veya çıkış yapan malların elle kaydedilmesi ve sayılması külfetinden kurtularak iş gücünden tasarruf edilebilir. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'nde bir şirket olan Kitchen Inc. RFID uygulamasına geçtikten sonra iş gücün masrafında %35 azalma, evrak işlerindeki hatalarında ise %85 bir iyileşme azalma yaşandığını raporlamıştır. Bir başka örnekte, RFID sistemlerinin ürün taleplerini tahmin etme başarısını %20 artırdığı, stok seviyelerini %30 azalttığı, stoksuz kalma problemini iyileştirdiği ve ürün satışlarını artırdığı belirtilmiştir. Yine bir örnekte, bir spor giyim malzemesi satıcısı olan Fast Line firmasının, tedarikçilerden gelen ürünlerdeki gecikmeler ve müşteri taleplerine tam hâkim olamama gibi nedenlerle geçmişte yedi günlük ek ürün stoğu tuttuğu belirtilmiştir. RFID uygulamasına geçen şirket, ek stok seviyelerinde dört günlük bir düşüşle 58 milyon \$ değerinde stok azaltmış

ve yaklaşık 6 \$ milyon dolar stok bakım maliyetinden kurtulmuştur.

Tedarik zinciri ve stok yönetiminde Nİ ve RFID uygulamaları, şirketlere sağladığı yönetim kolaylığı gibi denetleyici kurumlara da büyük kolaylık sağlamaktadır. Nitekim bir stok yönetimi ne kadar başarılı, ne kadar kolay ve ne kadar anlaşılabilirse stokları denetlemek de o kadar kolay olacaktır. Karmaşıklıkların kolaylıkla giderildiği, stoklara ait güncel bilgilerin ve hızlı ve gerçek zamanlı olarak bir bilgi sistemi üzerinden kontrol edildiği bir ortamda denetim elemanı stoklardaki gelişmeleri ve hareketleri daha kolay, daha az zahmetle ve en önemlisi daha az hatayla inceleyebilir. Stok kayıtlarındaki tutarsızlıklar, hatalar, hileler ve usulsüzlükler önenebilir, denetlenen ve denetleyen kurumlar arasında şeffaflık sağlanabilir. Stok denetiminde Nİ ve RFID uygulamalarına ilgili detaylı tartışma bir sonraki bölümde yapılmaktadır.

3- Nİ ve RFID UYGULAMALARININ STOK DENETİMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1- Stok Denetiminin Amacı ve Önemi

Denetim ekonomik faaliyetler hakkındaki beyanlarla ilgili delillerin tarafsız bir şekilde sağlanması ve belirlenmiş olan standartlar çerçevesinde değerlendirilerek, sonuçların ilgili kişilere iletilip aktarılmasına ilişkin sistematik bir süreci ifade etmektedir.⁵⁶ Firmalar, faaliyetlerini iç denetim sayesinde kendileri takip etmekte ve iç denetimin yanı sıra bağımsız denetim elemanlarından da hizmet alarak bağımsız dış denetim yaptırmaktadırlar.

Stokların denetiminden maksat ise, işletmelerin varlık kalemlerinin muhasebe ilkelerine göre kayıtlara alınıp alınmadığının ve finansal tablolarda gerçek ve doğru olarak raporlanmış

⁵⁴ Michael, a.g.e.

⁵⁵ Angele, a.g.e.

⁵⁶ Hesap Uzmanları Derneği, Denetim İlke ve Esasları. s. 6-7.

olup olmadığının tespit edilmesidir. Bu amaca ulaşabilmek için denetçilerin aşağıda yer alan hususları saptaması gerekmektedir:

Stokların,

- Fiziki olarak var oldukları,
- İşletmenin sahipliği durumunda buldukları,
- Kullanılabilir veya satılabilir durumda oldukları,
- Doğru bir şekilde fiyatlandırıldıkları.

İşletmelerin var oluşlarındaki temel amaç istenen düzeyde kâr elde edebilmektir. Üretim ve ticaret işletmesi fark etmeksizin bu kârı belirleyen temel aktörlerden biri stok maliyetleridir. Bilhassa üretim işletmelerinin gelir tablosunda, satışların maliyetini belirleyen önemli unsurlar arasında üretim maliyetleri ve de bu üretim maliyetlerini ortaya çıkaran stoklar bulunmaktadır. Bundan dolayıdır ki, stok değerlerinin doğru bir şekilde belirlenip belirlenmediği ve bu şekilde kayıt edilip edilmedikleri, fiilen işletmede mevcut olup olmadıkları ve dönem sonu değerlemelerinin doğru yapılıp yapılmadığını belirleyebilmek için stokların denetlenmesi önemlidir.

Yukarıda yer alan bilgiler doğrultusunda stokların ve stoklara ilişkin hesapların denetlenmesinin amaçları aşağıda yer aldığı gibi sıralanabilir:⁵⁷

1. Doğruluk
2. Tamlık
3. Sahiplik
4. Değerleme ve Dağıtım
5. Sınıflandırma ve Anlaşılabilirlik
6. Yasallık
7. Zamanlama

Doğruluk: Firma kayıtlarında yer verilmiş olan stokların gerçekte firma bünyesinde bulunup bulunmadığı ve stoklarla alakalı faaliyet ve işlemlerin gerçekten gerçekleşip gerçekleşmediğinin tespiti hedeflenir. Burada denetim elemanı tarafından fiziki sayım yapılması gerekir.⁵⁸

Tamlık: Stok hesaplarının, bilanço günü itibarıyla var olan tüm stokları göstermesi hedeflenir. Burada mevcut stoklarının tamamının kayıt altında olması gereklidir.

Sahiplik: Firma stoklarında varmış gibi görülen malların realitede firmaya ait olup olmadığının tespiti hedeflenir.

Değerleme ve Dağıtım: Firma kayıtlarında var olan stokların, firmada uygulanan mali tablolara uygun olarak değerlemeye tabi tutulup tutulmadığını ve stokların maliyet bedellerinin kayıtlara doğru şekilde yansıtılıp yansıtılmadığını, maliyet hesaplarına doğru bir şekilde dağıtımının yapılıp yapılmadığını tespit etmeyi hedefler.

Sınıflandırma ve Anlaşılabilirlik: Muhasebede gerçekleşen işlemlerin doğru hesaplara kaydedilip kaydedilmediğini tespit etmeyi hedefler.

Yasallık: Stokların ve stoklarla ilgili işlemlerin kanunlara uyumlu olup olmadığı, istenilen standartlara göre raporlamanın hazırlanıp hazırlanmadığının tespitini hedefler.

Zamanlama: İşlemlerin gerçekleştiği dönemde kaydedilip kaydedilmediğini tespit etmeyi hedefler.

3.2- Stok Denetiminde Yaklaşımlar

Çalışmanın bu kısmına kadar olan bölümlerinde IOT ve RFID detaylı bir şekilde tanımlanmış ve stok yönetimi açısından bu kavram ve teknolojilerin önemine geniş bir şekilde yer verilmiştir. Stok yönetimi özel sektör açısından önemli bir yere sahipken, stok denetimini yapmak da kamu sektörü açısından önemli bir yere sahiptir. Bundan dolayı bu teknolojilerin önemli olduğu alanlardan biri de kuşkusuz ki muhasebe ve denetimdir. Muhasebe ve denetim alanında işletmelerin gerçek finansal durumlarını analiz etmek adına önemli olan hususlardan biri olan stok denetimi iki farklı yaklaşım doğrultusunda yapılmaktadır. Bu yaklaşımlar aşağıdaki şekilde yer aldığı gibidir:

⁵⁷ Hasan Kaval ve diğerleri. Türkiye Denetim Standartları Uygulama ve Yorumları. Gazi Kitabevi. Ankara. 2015. s. 5.

⁵⁸ Celal Kepekçi. Bağımsız Denetim. Genişletilmiş 5. Baskı. İstanbul. Avcıol Yayınları. 2006. s. 212.

Şekil 6: Stok Denetimde Yaklaşımlar



Geleneksel yaklaşım ile stok denetimi günümüzde yaygın olarak uygulanan stok denetim yöntemini ifade etmektedir. Nesnelerin interneti (Nİ) yaklaşımı ile stok denetimi ise yaygınlaşmakta olan ve gelecekte geleneksel yaklaşımın yerini alacağına inanılan yeni nesil stok denetimi yaklaşımını ifade etmektedir. Geleneksel stok denetimi günümüzde yaygın olarak kullanılan stok denetim denetimini ifade ettiğinden, çalışmanın konusu özellikle nesnelerin interneti ile yapılan stok yönetimi ve denetimi olduğundan geleneksel yaklaşım ile stok denetimi için ayrı bir başlık açılmayacak, nesnelerin interneti yaklaşımı ile stok denetimi bu bölümü izleyen başlık altında açıklandıktan sonra ayrı bir başlık altında da bu iki yaklaşımın yukarıda sayılan stok denetiminin amaçlarını gerçekleştirmeleri bakımından karşılaştırması yapılacaktır.

3.3- Nesnelerin İnterneti Yaklaşımı ile Stok Denetimi

Stokların denetimi her zaman çok kolay gerçekleştirilebilen bir faaliyet değildir. Bunun nedenleri arasında, stokların anı anına takip edilme şansının çok düşük olması, fiili sayımların kolaylıkla yapılamaması, stok denetiminin sürekli bir yapıya sahip olmaması gibi birçok neden sayılabilir. Nesnelerin interneti ve RFID teknolojilerinin

tüm bunları geride bırakacağına inanılmaktadır. Çünkü bu teknolojiler günümüzde yapılan stok denetiminin tıkanıklık yaşadığı çoğu hususa çözüm bulabilecek niteliktedir. Bu teknolojilerin tıkanıklıklara nasıl çözüm getireceği ve stok denetimine ne gibi katkılar sağlayacağı birçok çalışmada ele alınmıştır.

Günümüzde kullanılan mevcut stok denetim yönteminde her zaman fiiliyatta var olan tüm emtiaların sayımı yapılamayabilir. Buna çözüm olarak sondajlama (örnekleme) gibi yöntemler kullanılmaktadır. Nİ ile gelen teknoloji ve bilgisayar teknolojilerinin kullanımı sayesinde örnekleme yapmaya ihtiyaç olmaksızın emtiaların ya da firma verilerinin tam sayımı sağlanabilirken klasik yöntemlere göre çok daha az zamanda analiz yapılabilmektedir.⁵⁹

Nİ ile birlikte firmalarda stok faaliyetleri kapsamında; sipariş ve kontrolleri, alış ve satışların takipleri, depo sayım ve kontrolleri, fiziki varlıkların tamlik ve doğruluğu, fiziki varlıklara ilişkin amortisman süre ve tutarları, gibi bir çok faaliyetin denetimi insan faktörü kullanılmaksızın gerçekleştirilebilecektir.

Nİ ile birlikte, faturalar otomatik olarak müşterinin sistemine ve muhasebe sistemine düşecek bu sayede eş zamanlı muhasebe kayıtları gerçekleştirilebilecektir. Geleneksel denetim

⁵⁹ Çalış, Y. E. ve diğerleri. "Hilenin Ortaya Çıkartılmasında Bilgi Teknolojilerinin Önemi ve Bir Uygulama". Muhasebe ve Finansman Dergisi. Sayı 63. 2014. s. 93-108.

sisteminde denetim elemanları denetim yapabilmek için denetlenen şirkete gitmek zorundayken, Nİ ile denetim gerçekleştiğinde bilgi eş zamanlı olarak denetim elemanına iletilebilecek ve denetim elemanı kanıt ve veri toplamak yerine mevcut bilgilerin analizine yoğunlaşabilecektir. Denetim elemanı bilgiye anlık olarak ulaşabildiği için, denetim firmaya fiziksel olarak gidilmeden yapılabilecektir.

Denetimin yeni formunda yani Nİ ile denetimde firmalardan gelen veriler denetim elemanı tarafından denetlenecek ve denetimi tamamlanmış veri sistemine yüklenecektir. Kayıtlar üzerinde inceleme yapan denetim elemanı söz konusu işleme ait belge ve evraklara aynı şekilde sistem üzerinden ulaşabilecektir. Eş zamanlı gerçekleşen anlık denetim sayesinde finansal tablolar her zaman hazırlanabilecek ve sürekli denetim faaliyetine tabi tutulabilecektir. Finansal tablolar için büyük önem arz eden dipnotlar ise Nİ sistemine kendiliğinden üretilebilecektir.

Diğer yandan, Nİ sayesinde sistemlerin birbirine entegre ve senkronize olması ile beraber tüm bilgiler görünür olacak ve firmadaki stoklarla ilgili süreçler de daha şeffaf hale gelecektir. Sistemlerin birbirine bağlı olması sayesinde iç kontroller eş zamanlı yapılabilecek, hatalar gerçekleşmeden saptanabilecektir. Denetim elemanı istediği zaman firmadaki faaliyetler hakkında eş zamanlı bilgi sahibi olabilecektir. Dolayısıyla da eş zamanlı olarak anı anına aylık ve yıllık raporlar beklenmeksizin, faaliyetler devam ederken firmada stoklarla ilgili gerçekleşen süreçler denetime tabi tutulabilecektir.

Denetim elemanı firmayı görsel olarak denetlemek isterse kameralar, Nİ ve robotlar sayesinde dijital ortamda denetim yapabilecektir. Firmanın stok, depo, üretim hattı, satış, sevkiyat gibi sü-

reçlerini görsel olarak ne zaman isterse, firmaya haber vermeden kontrol edilebilecektir. Denetim elemanı denetlendiğini hissetmeyecek şekilde çalışanları firmadaki kamera sistemine erişim sağlayarak istediği zaman denetleyebilecektir. Denetim elemanı, istediği zaman personelle görüşme yapabilecek ya da insansız hava araçları ile stok kontrolü yapabilecektir.⁶¹

Nİ sayesinde ortaya çıkan akıllı kayıt sistemi, menkul kıymetler ve şüpheli alacaklar için değerlendirme yapabilecek ve gereken karşılığı ayırtabilecektir. Ayrıca, stoklar ve duran varlıklar üzerindeki sensörler sayesinde değer düşüklüğü ile amortisman tutarlarını hesaplanabileceğinden, denetim elemanı tekrar hesaplama yapmayacak bu da denetimde verimlilik sağlayacaktır. Yapılan bu işlemler de yine aynı şekilde eş zamanlı olarak kayıt altına alınabilecektir.

Çalışmanın stok yönetimini anlatan bölümlerinde belirtildiği gibi stok siparişlerinin otomatik olarak verilmesi sayesinde stokun teslimi anında da otomatik olarak denetim gerçekleşebilecektir. Denetim elemanı sistem üzerinden bu faaliyetleri aynı anda takip edebilecektir.

Yine çalışmada stok yönetiminde stoklara kabul edilen ürünlerin doğru raflara yerleştirilmesi ve stok seviyelerini anlık olarak güncellenmesi otonom olarak sağlanabileceği, bir satış yapıldığında, stoktan doğru ürünlerin doğru miktarda çıkış yapması sağlanabileceği, stoktan ayrılan ürün olduğunda stok seviyelerinin gerçek zamanlı ve otonom olarak güncelleneceğini belirtmiştik. Bu sayede stoklarda karışıklık yaşanmayacak, denetim elemanı istediği stok kalemini istediği zaman sistem üzerinden takip edebilecektir.

Nİ ile tüm sistemler bağlı olacağı için, denetim yapmada yer ve zaman kavramları önemli olmayacaktır. Böylelikle denetim maliyetlerinden

⁶⁰ Erturan, İ. E. ve Ergin, E. "Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü". Journal of Accounting & Finance. Sayı 75. (2017). s. 13-30.

olan seyahat ve konaklama gibi maliyet kalemlerinde düşüş gerçekleşecektir. Hatta çok yakın bir gelecekte denetim elemanı, kendi çalışma ortamında firma içinde sanal turlar yaparak işletmenin içerisindeymiş gibi denetim yapma imkânına sahip olacaktır. Sanal asistanlar yardımıyla, artırılmış gerçeklik kullanarak işletmenin, depo giriş çıkışlarını ve stok sayımlarını görüntüleyebilecektir. Şeffaf görünürükte olunacak olan bu sistemde denetim elemanı erişim yetkisine gizlilik anlaşması yaparak bir şifre yardımıyla sahip olacaktır. Bu sistem bilgi teknolojileri yardımıyla gerçekleşecektir.⁶¹

Diğer bir yandan elektronikleşen bu denetim metodu sayesinde veriler dijital ortamda yer alacak ve kâğıtsız denetim yaygınlaşacak, böylelikle fiziki ortamda arşivleme ve kırtasiyecilik gibi yükler azalacaktır.

Tablo : Stok Denetiminde Amaç 1

Amaç ve İlke 1: Doğruluk	
Geleneksel Yaklaşım	Nİ Yaklaşımı
Müşteri işletmenin stok sayımına katılarak gözlemlenir. Sondajlama usulünü kullanarak tetkik yapılabilir. ⁶⁴	Üzerindeki ağırlığı ölçen akıllı raflar ve ürünlerin barkodunu okuyan manyetik dalgalar ile anlık stok miktarı saptanır.
Değer düşüklüğünün uygun olarak ayrıldığı, yönetim ile görüşerek, geçmiş yıllar incelenerek ve denetim elemanının deneyimi ile belirlenir.	Takip eden dönem, stokların maliyet değerinin altında satılıp satılmadığı sistem üzerinden brüt satış zararı raporu alınarak belirlenir.

Tüm bu araştırmalarla birlikte söylenebilir ki, Nİ sayesinde akıllı raflar, ağırlık sensörleri, kimyasal sensörler, biyolojik sensörler, dev ekranlar, ortak veri ağı gibi sistemlerin kullanımının artmasıyla stokların miktarının analizi, değerlemesi ve denetimi anlık olarak, sürekli şekilde daha verimli ve daha düşük maliyetli olarak gerçekleştirilebilir.⁶²

3.4- Geleneksel Yaklaşım ve Nesnelerin İnterneti Yaklaşımının Stok Denetiminin Amaçlarını Gerçekleştirmeye Yönelik Karşılaştırılması

Yukarıda bahsi geçen iki stok denetimi yaklaşımında farklı yöntemler izlenmekte, haliyle ilkeler ve amaçlara ulaşmadaki başarı ve izlenen yollarda farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıklara ilişkin hususlar aşağıda sıralanmıştır.⁶³

⁶¹ Erturan, İ. E. Emre, E. "Muhasebe Mesleğinde Dijitalleşme: Endüstri 4.0 Etkisi", Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi. Sayı 72. (2018). s.85- 197.

⁶² Kablan, Ali. "Endüstri 4.0, 'Nesnelerin İnterneti' - Akıllı İşletmeler ve Muhasebe Denetimi". Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı. 2018. 1561-1579.

⁶³ Erturan, İ.E. 2018. a.g.e.

⁶⁴ Sahiplik amacıyla olduğu gibi doğrulukta da fiziki stok sayımı önemlidir.

Tablo 2: Stok Denetiminde Amaç 2

Amaç ve İlke 2: Tamlik	
Geleneksel Yaklaşım	Nİ Yaklaşımı
<p>Denetim elemanı, denetlenen şirkete giderek, stoklar hesabının muavinini alır ve buradan seçtiği alış faturalarını mahsup fişleri arasından bularak fiziki olarak inceler.</p> <p>Faturanın BA formunda beyan edildiğini görmek için şirket yetkilisinden beyannameyi talep eder. Satıcı ile doğrulama yapar.</p>	<p>Denetim elemanı, ağı üzerinden muavinini inceler ve seçtiği alış faturası tıkladığında taranmış faturayı sistemden görür.</p> <p>Faturanın BA formunda olduğunu ve faturayı düzenleyen firmanın da BS formunda beyan ettiğini sistem üzerinden denetler.</p> <p>Denetim elemanı, stok alışlarına ait kontrolleri, denetlenen müşterinin haberi olmaksızın, Nİ üzerinden kamera ve dronlar ile görebilir. Fiziki girişleri ise daha sonra faturalar ile eşleştirip denetim yapabilir.</p>

Tablo 3: Stok Denetiminde Amaç 3

Amaç ve İlke 3: Sahiplik	
Geleneksel Yaklaşım	Nİ Yaklaşımı
<p>Firmanın işletmenin stok sayımına katıldığı bir ortamda gözlemlenir. Sondajlama usulü örnekleme yaparak tetkik yapılır.</p>	<p>Üzerindeki ağırlığı ölçebilen akıllı raflar ve ürünlerin barkodunu okuyan manyetik dalgalar ile anlık olarak stok miktarı belirlenebilir. Gerektiğinde de kamera ve dronlar ile fiziki tespit yapılabilir.</p>

Tablo 4: Stok Denetiminde Amaç 4

Amaç ve İlke 4: Değerleme ve Dağıtım	
Geleneksel Yaklaşım	Nİ Yaklaşımı
<p>Fiili stok sayım listesi ile kayıtlarda gözüken miktarlar, kullanılan muhasebe programı veya Excel gibi bilgisayar programları yardımıyla incelenir. Farkların muhasebe sisteminde düzeltilip düzeltilmediği araştırılır. Denetçi fiziki belgeler üzerinde çalışarak denetim yapar.</p>	<p>Akıllı raflar, ağırlık sensörleri ve manyetik dalgalar sayesinde fiili miktarlar ile kayıtlar arasında oluşan farklar anlık saptandığından, şirket personeli bu farkları her zaman araştırarak düzeltmektedir. Yapılan sürekli denetim ve düzeltme işlemleri sayesinde fiili miktarlar ile kayıtlı miktarlar devamlı örtüşmektedir.</p>

Tablo 5. Stok Denetiminde Amaç 5

Amaç ve İlke 5: Sınıflandırma ve Anlaşılabilirlik	
Geleneksel Yaklaşım	Nİ Yaklaşımı
<p>Denetim elemanı, firma yönetim ile yaptığı araştırma ve gözlem gibi denetim yöntemleriyle iç kontrol sisteminin etkinliğini değerlendirir.</p> <p>Denetçi kendisine sunulan dipnotları ilgili hesapların ayrıntısından ve belgelerden manuel olarak denetler.</p>	<p>Akıllı işletmeler ve öğrenen sistemler sayesinde iç kontrol sistemi etkin bir şekilde çalışır ve oluşacak hatalar akıllı sistemlerin dijital ikizleri aracılığıyla önceden belirlenip önlem alınır.</p> <p>Dipnotlar Nİ sistemi üzerinden hazırlanır ve veriler de ilgili belgeler tarafından desteklenir.</p>

Tablo 6: Stok Denetiminde Amaç 6

Amaç ve İlke 6: Yasallık	
Geleneksel Yaklaşım	Nİ Yaklaşımı
Denetim elemanı, muhasebe, vergi ve denetim alanı ile şirketin içinde bulunduğu sektöre ait mevzuatı okuyup takip etmelidir.	Firmayla ilgili konulardaki mevzuat bilgisi ve meydana gelen değişiklikler Nİ üzerinden denetim elemanına uyarı olarak gelir.
Denetlenen firmanın mizanı ile temel finansal tabloları Vergi Usul Kanunu (VUK), Uluslararası Finansal Raporlama Standartları (IFRS), Sermaye Piyasası Kanunu (SPK) gibi istenen mevzuata göre manuel olarak denetlenir.	Mizandaki bakiyeler ve finansal tablolar arasındaki uyum kendiliğinden sistem üzerinden anlık olarak denetlenir. Fark olması durumunda sistem anlık olarak uyarır.

Tablo 7: Stok Denetiminde Amaç 7

Amaç ve İlke 7: Zamanlama	
Geleneksel Yaklaşım	Nİ Yaklaşımı
Dönem sonu tarihinden önceki irsaliye ve takip eden faaliyet döneminin ilk irsaliyeleri ile fatura tarihleri aynı dönemde olan belgeler üzerinden denetleme yapılır.	Fatura ve söz konusu irsaliyenin aynı faaliyet dönemine ait olup olmadığı, sistem üzerinden denetlenebilir haldedir.

Yukarıda yer alan tablolardan da görüleceği üzere Nİ ile stok denetimi geleneksel yaklaşım tarzına göre çok daha fazla kolaylık sağlamakta ve stok denetiminin kolay olduğu kadar daha doğru, daha hızlı, daha az maliyetli ve anlık olarak yapılabilmesini sağlamaktadır.

Stok kalemleri gelişen teknolojiler ile kendi kendini yönetebilecek hale gelecektir. Stokların bu teknolojilerle geçireceği süreç, üretimin ilk aşamasından son aşama olan tüketiciye bilgi vermeyi içeren bir süreçtir. Firmadaki muhasebe kayıtları da bu sürece entegre olacaktır. Böylelikle hem iç denetimde hem de dış denetimde bu durumun yansımaları görülecektir. Denetimde fiziki bağımlılık kalkacak, veriye ulaşmada yaşanan sorunlar geride bırakılacaktır. Sayılan tüm faydalar kaçınılmaz olduğundan Nİ teknolojisi ile yapılan stok denetimi, firmaların ve bağımsız denetim kurumlarının gelecekte tamamen kullanıldığı stok denetimi yaklaşımı olacaktır.

SONUÇ

İnternet, bilgisayar ve akıllı cihazlardaki teknolojik gelişmeler hem gündelik hayatlarımızı

za hem de iş dünyasına yeni bir yön vermiştir. İnternetle gelen bilgiye erişimin kolaylaşması fikri, endüstri ve hizmet sektörlerinde de benimsenmiş, tüm işletme süreçlerinin otonom olarak çalışabileceği bir ağ yaratma fikri ortaya çıkmıştır. Yeryüzündeki herhangi bir nesneye bir kimlik kazandırarak nesnelere internete bağlama fikri bugün Nesnelere İnterneti olarak adlandırılmaktadır. Böylelikle herhangi bir cihaz, alet veya makine ortak bir ağa bağlanıp birbirleriyle bilgi alış verişinde bulunabilir ve otonom şekilde çalışabilir. Nİ, bünyesinde birçok teknoloji altyapısına ihtiyaç duyar. Bunlardan biri de nesnelere nasıl kimlik kazanacağı ve ağ tarafından algılanacağıdır. Bunun için kullanılan teknolojilerden en popüler olanı RFID teknolojisi. RFID teknolojisindeki gelişmeler sonrasında nesnelere kimlik kazandırma ve nesnelere bir ağa bağlama düşüncesi gerçek uygulamaya dökülmeye başlamıştır.

Ekonominin küreselleşmesiyle pazar payları daralmış, kar oranları düşmüş ve müşteri taleplerindeki değişkenlik artmıştır. Tüm bu gelişmeler şirketleri günümüzde daha rekabetçi uygulamalara yöneltmektedir. Kar paylarını artırmak

isteyen şirketler için gelirleri artırmak kadar, giderleri azaltmak da önemlidir. Son yıllarda tedarik zinciri ve stoklarla ilgili yapılan çalışmalar, bu alanlardaki başarılı yönetimin şirketlerin küresel ve rekabetçi ekonomik koşullarda mücadele etmesi için önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Nİ ve RFID uygulamaları geleneksel tedarik zincirindeki bilgi tutarsızlığı problemini ortadan kaldırarak, zincir boyunca bilginin tutarlı olarak tutulmasını ve gerçek zamanlı olarak takip edilebilmesini sağlar. Stok özelinde de, stoklarına tam hakimiyet sağlayan şirketler, stok maliyetlerini azaltabilir, stok seviyelerini düşürebilir ve kar oranlarını artırabilir.

Nİ ve RFID uygulamaları denetlenen şirketlere stok yönetiminde avantaj sunarken denetleyen kurum ve kuruluşlara da denetim konusunda da avantajlar sunar. Örneğin, geçmiş stok kayıtlarına zahmetsiz bir şekilde tam hâkimiyet sağlanabilir, ürün giriş çıkışlarının eksiksiz kayıtları elde edilebilir, mevcut stok durumu gerçek zamanlı takip edilebilir. Tüm bunlar denetlenen ve denetleyici arasında şeffaflık sağlar, hile ve usulsüzlükleri azaltır. Bu durum da daha verimli, daha kaliteli ve daha düşük maliyetli stok denetimi gerçekleşmesine öncülük eder. Stok kayıtlarının otonom olarak tutulması, otonom bir denetimi de mümkün kılabilir. Nİ ile yapılan stok denetimi geleneksel yöntemle göre daha kaliteli ve daha düşük maliyetli denetimi vadetmektedir.

Bu çalışmada, tedarik zinciri ve stoklarda Nİ ve RFID uygulamalarının hem denetlenen hem de denetleyen açısından olası olumlu etkileri tartışılmıştır. Ancak hala cevaplanması gereken birçok soru bulunmaktadır. Her ne kadar son yıllardaki gelişmelerle RFID sistemlerinin maliyetleri azalmış olsa da hala klasik etiketleme veya barkod teknolojilerine göre daha masraflıdır. Bu nedenle şirketler, tam anlamıyla RFID teknolojisine geçmektense bazı birimlerinde pilot denemeler yaparak maliyet fayda analizi yapmaktadır. Literatür genel olarak Nİ ve RFID uygulamala-

rının tedarik zinciri ve stok yönetimine yapacağı olumlu etkileri anlatmaktadır. Ancak bu uygulamalara geçerken yaşanacak zorluklar, olası dezavantajlar, beklenmedik engeller gibi konularda daha çok araştırmaya ihtiyaç vardır. Nİ ve RFID uygulamalarına geçmenin şirketlere getireceği katkılar konusunda gerçekçi rakamlarla maliyet analizleri yapılmalıdır. Nİ ve RFID uygulamalarına geçen şirketler için uygulanabilecek teşvikler konusunda bir araştırma yapılabilir. Olası vergi teşviklerinin bu teknolojilerin yayılmasına sunacağı katkılarının tartışılması gerekmektedir. Nİ ve RFID uygulamalarına geçmek isteyen şirketler için Türkiye’de gerekli olabilecek mevzuatsal düzenlemeler konusunda araştırma yapılabilir. Denetim alanında yapılacak eğitimlerle denetim elemanları bu yeni teknolojilere hazırlanabilir. Denetleyici kurumların bu teknolojilere ne kadar hazır olduğu, denetim sistemlerinde ne gibi değişiklikler yapılması gerektiği, ne gibi yeni kanunlar gerekeceği konusunda araştırma yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Aazam, M., Khan, I., Alsaffar, A. A., Huh, E. N., (2014). “Cloud of Things: Integrating Internet of Things and cloud computing and the issues involved”. Proceedings of 11th International Bhurban Conference on Applied Sciences & Technology, Islamabad, Pakistan, IEEE, s. 414-419.
- Amazon. (2019). “Internet of Things Solutions in AWS Marketplace”. (<https://aws.amazon.com/mp/iot>). Erişim Tarihi 25 Mart 2019
- Angele, R. (2005). RFID technologies: supply-chain applications and implementation issues, Information systems management. Sayı 22(1), s. 51-65.
- Ashton, Kevin (2009). That ‘Internet of Things’ thing, RFID Journal, Sayı 22, s. 97-114.

- Atzori, L., Antonio, I. ve Morabito, G., (2017). Understanding the Internet of Things: definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm, Ad Hoc Network. Sayı 56, s. 122-140.
- Cachon, G. P. ve Fisher, M., (2000). Supply chain inventory management and the value of shared information., Management Science, Sayı 46(8), s. 1032-1048.
- Çalış, Y. E., Keleş, E., & Engin, A. (2014). "Hilinin Ortaya Çıkartılmasında Bilgi Teknolojilerinin Önemi ve Bir Uygulama". Muhasebe ve Finansman Dergisi, Sayı 63, s. 93-108.
- Christopher, M. (1992). Logistics and supply chain management, 3rd Edition, Prentice Hall, London, s. 1-6.
- Dejonckheere, J., Disney, S. M., Lambrecht, M. R., Towill, D., (2004). The impact of information enrichment on the bullwhip effect in supply chains: A control engineering perspective, European journal of operational research, Sayı 153(3), s. 727-750.
- Erturan, İ. E. Emre, E. (2018). "Muhasebe Mesleğinde Dijitalleşme: Endüstri 4.0 Etkisi", Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Sayı 72, s.85- 197.
- Erturan, İ. E. ve Ergin, E. (2017). "Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü". Journal of Accounting & Finance, Sayı 75, s. 13-30.
- G.Santucci. (2009). From internet of data to Internet of things, International Conference on Future Trends of the Internet, Sayı 28, s. 1-19.
- Google Inc. (2019). "Google Trends". (<http://trends.google.com/trends>). Erişim tarihi: 25 Mart 2019.
- Google. (2019) "Overview of Internet of Things".(<https://cloud.google.com/solutions/iot-overview>). Erişim tarihi: 19 Mart 2019.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswami, M., (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems, Sayı 29(7), s. 1645-1660.
- Haller, S., Karnouskos, S. ve Schroth, C., (2009). The internet of things in an enterprise context, In: Future Internet – FIS 2008, Springer Berlin Heidelberg, s. 14-28.
- Hesap Uzmanları Derneği, Denetim İlke ve Esasları, s. 6-7.
- Kablan, Ali. (2018). "Endüstri 4.0, 'Nesnelerin İnterneti' - Akıllı İşletmeler ve Muhasebe Denetimi", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı, s. 1561-1579.
- Kang, Y. ve Gershwin, S. B. (2005). "Information inaccuracy in inventory systems: stock loss and stockout", IIE Transactions, Sayı 37(9), s. 843-859.
- Kaval Hasan, Karapınar, A., Bayırlı R., Altay A, Torun S. (2015). "Türkiye Denetim Standartları Uygulama ve Yorumları", Gazi Kitabevi, Ankara, s. 5.
- Kepekçi, Celal. (2006). Bağımsız Denetim, Genişletilmiş 5. Baskı, İstanbul. Avcıol Yayınları, s. 212
- Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R., Khan, S., (2012). Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges, 10th international conference on frontiers of information technology, Islamabad, India, IEEE, s. 257-260.
- Kopetz, H. (2011). Real-time systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications, Vienna. Springer Science and Business Media, s.315-138
- Landt, J. (2005). The history of RFID, IEEE Potentials, Sayı 24(4), s. 8-11
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0, Busi-

- ness & Information Systems Engineering, Sayı 6(4), s. 239-242.
- Lee, H. L. ve Billington, C. (1992). Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities, Sloan Management Review, Sayı 33(3), s. 65-73.
 - Lee, Y. M., Cheng, F., Leung, Y. T., (2005). A quantitative view on how RFID will improve a supply chain, IBM Research Report, s. 1-45.
 - Li, S., Da Xu, L., Zhao, S., (2015). The internet of things: a survey, Information Systems Frontiers, Sayı 17(2), s. 243-259.
 - Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues, Journal of Industrial Information Integration, Sayı 6, s. 1-10.
 - Ma, H. D. (2011) Internet of things: Objectives and scientific challenges, Journal of Computer Science and Technology. Sayı 26(6). s. 919-924.
 - Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management, Journal of Business Logistics, Sayı 22(2), s.1-25.
 - Michael, K. ve McCathie, L. (2005). The pros and cons of RFID in supply chain management, In International Conference on Mobile Business (ICMB'05), IEEE, Sydney, Australia, s. 623-629.
 - Niemeyer, A., Pak, M. H., Ramaswamy, S. E. (2003). Smart tags for your supply chain. The McKinsey Quarterly, Sayı 4, s. 6-8.
 - Özer, Mevlüt, M. F. B. Dali, Belgesiz Kayıt Ortamında Denetim, s.396.
 - Raman, A., DeHoratius, N., Ton, Z. (2001). Execution: the missing link in retail operations, California Management Review, Sayı 43(3), s. 136-152.
 - Saxton, B. (2006). Supply Chains and the impact of globalisation. The World Customs Organization, Presentation.
 - Sun, C. (2012). Application of RFID technology for logistics on internet of things", AASRI Procedia, Sayı 1, s. 106-111.
 - Sundmaeker, H., Guillemin, P., Friess, P., Woelfflé, S., (2010). Vision and challenges for realising the Internet of Things", Cluster of European Research Projects on the Internet of Things, European Commission, Sayı 3(3), s. 34-36.
 - Want, R. (2006). An introduction to RFID technology, IEEE Pervasive Computing, Sayı 1, s. 25-33.
 - Wollschlaeger, M., Sauter, T. ve Jasperneite, J. (2017). The future of industrial communication: Automation networks in the era of the internet of things and industry 4.0, IEEE Industrial Electronics Magazine, Sayı 11(1), s. 17-27.
 - Yan, B. ve Huang, G. (2009). Supply chain information transmission based on RFID and internet of things. ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management, IEEE, Sayı 4, s. 166-169.
 - Zuehlke, D. (2010). SmartFactory: Towards a factory-of-things, Annual Reviews in Control. Sayı 34(1), s. 129-138.