



**T.C. İSTANBUL TİCARET  
ÜNİVERSİTESİ**

**RFID SİSTEM SEÇİMİ VE İŞLETME VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ**

**MEHMED CİHAD ÇAĞLAYAN**

**Danışman**

**Prof. Dr. MUSTAFA KÖKSAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
İSTANBUL - 2017**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**Mehmed Cihad Çağlayan** tarafından hazırlanan "RFID Sistem Seçimi ve İşletme Verimliliğine Etkisi" adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri üyeleri önünde İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **(YÜKSEK LİSANS)** TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

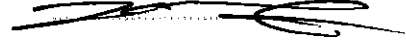
**Danışman**

**Prof. Dr. Mustafa KÖKSAL**  
İstanbul Ticaret Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. Gültekin ÇETİNER**  
Marmara Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Yrd. Doç. Ali Osman KUŞAKCI**  
İstanbul Ticaret Üniversitesi



**Onay Tarihi :** 21/07/2017



**Doç. Dr. Necip ŞİMŞEK**  
Enstitü Müdürü

## AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Tarih 18/07/2017

İmza



**Mehmed Cihad ÇAĞLAYAN**

# İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	iv
TEŞEKKÜR.....	1
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	2
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	4
1. GİRİŞ .....	5
1.1 Araştırmanın Amacı ve Önemi .....	6
1.2 Çalışmanın Amacı ve Hedefleri .....	7
2. RFID TEKNOLOJİSİ.....	8
2.1 RFID'nin Tarihçesi .....	8
2.2 Otomatik Tanıma Sistemleri .....	10
2.3 RFID Sistem Bileşenleri.....	13
2.3.1 Etiket.....	14
2.3.2 Anten.....	16
2.3.3 Okuyucu.....	18
2.3.4 Yazıcı.....	20
2.3.5 Yazılım.....	21
3. STANDARTLAR.....	22
3.1 EPCGlobal ve Ağ Yapısı.....	24
3.2 ISO Standartları.....	26
3.3 Güvenlik ve Gizlilik .....	27
3.4 RFID Güvenlik Tehditleri.....	28
4. RFID PAZARI.....	31
4.1 Otomotiv Sektöründe RFID .....	31
4.2 Sağlık Sektöründe RFID .....	32
4.2.1 RFID İzleme Sistemi .....	33
4.2.2 RFID Bileklikler.....	33
4.2.3 Derinin Altında RFID .....	33
4.2.4 Hasta Yönetim Sistemi .....	33
4.3 Hayvancılık Sektöründe RFID .....	34
4.4 Savunma Sanayi ve Askeriyede RFID .....	36

4.5	Perakende Sektöründe RFID.....	38
4.6	Taşımacılık Sektöründe RFID .....	39
5.	LİTERATÜR ÖZETİ .....	41
6.	UYGULAMA .....	46
6.1	Şirket Tanıtımı.....	46
6.2	Analitik Hiyerarşi Prosesi .....	47
6.3	AHP Yöntemi ile RFID Sistem Seçimi.....	49
6.3.1	RFID Sistem Özellikleri:.....	49
6.3.2	Yatırım Kriterleri : .....	50
6.3.3	İşletim : .....	50
6.4	Pilot Bölge RFID Uygulaması .....	56
6.4.1	Torna Hücreleri Süreçleri (Mevcut Durum) .....	57
6.4.2	Torna Hücreleri Süreçleri (Gelecek Durum) .....	60
6.5	I-Star .....	66
7.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	69
	KAYNAKLAR .....	71

**ÖZET**  
**Yüksek Lisans Tezi**  
**RFID SİSTEM SEÇİMİ VE İŞLETME VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ**

**Mehmed Cihad ÇAĞLAYAN**

**İstanbul Ticaret Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Mustafa KÖKSAL**

**2017, 70 sayfa**

Günümüzde işletmelerin teknolojiden uzak olarak faaliyetlerine devam etmesi düşünülememektedir. Hayatımızı kolaylaştıran teknolojinin aynı zamanda karşımıza getirmiş olduğu kaynakların kullanımı, hizmetler, ortaya çıkan ürün, firmalar arasındaki rekabet gibi unsurları önemli oranda etkilemektedir. Günümüzde, küresel pazarda rekabetçi ortamda kalmak için üreticilerin, hizmet sağlayıcıların değişikliklere çabuk tepki vermeleri kendi iş çevreleri açısından oldukça önemlidir ve nerdeyse bir zorunluluktur. Bununla birlikte, teknoloji yönetiminin önemi de şirketler için daha çok önem kazanmaktadır. Yanlış teknoloji yatırımları çoğu zaman şirketler için kayıp olabilmektedir. Bu bağlamda, teknolojik gelişmelerin yakından takip edildiği ve uygulandığı otomobil sektöründeki bir firmada en uygun RFID sistemini seçmek amacıyla şirket ihtiyaçlarını karşılayacak ana ve alt kriterler belirlenerek çok-kriterli karar verme metodlarından Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılarak bir uygulama gerçekleştirilmiş ve ardından belirlenen pilot bölgede yürüyen süreçlerin verimliliği ve doğru işletilmesi analiz edilmiştir. Gözlemlenen pilot bölgeden elde edilen verilerin lojistik birimlerini olumlu olarak nasıl etkileyebileceği aktarılmaya çalışılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** RFID, Analitik Hiyerarşi Prosesi, RFID Teknoloji Seçimi

**ABSTRACT**  
**M.Sc. Thesis**

**RFID SYSTEM CHOOSING AND IMPACT ON ENTERPRISE  
EFFICIENCY**

**MehmedCihad ÇAĞLAYAN**

**İstanbul Ticaret Üniversitesi**

**Graduate School of Applied and Natural Sciences Department of  
Industrial Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Mustafa KÖKSAL**

**2017, 70 pages**

Nowadays, it cannot be considered that companies carry out their activities far away from technology. Especially, with Fourth Industrial Revolution 4.0 (Industry 4.0) smart technologies has started to play big role in factories. One of the innovation of industry 4.0 is RFID technology, today used by various industries in multiple areas, and there are widespread researches about this subject thus aims that to improve these Technologies one step further. Besides that, management of technology becomes more crucial from many points of view of companies. Inaccurate technology investment usually might cause loss for companies. In this context, in order to choose best RFID option with defined criteria, at a company in automotive sector where technological development is followed and implemented, hierarchical model is established and from based on this model analytical hierarchy process used and an application is carried out and after in defined area efficiency of work In progress and it conduction in a right way was analysed also is tried pass on, how logistic units are affected in a good way by the data is gained from observed area.

**Keywords:** RFID, Analytic Hierarchical Process, RFID System Choice

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, bilgi ve tecrübesi ile bu süreçte destek olan Prof. Dr. Mustafa Köksal'a, ayrıca bu süreçte beni cesaretlendiren ve yaşadığım zorlukları atlatmamda yardımcı olan Yrd. Doç. Berk Ayvaz'a minnettarım.

Araştırmanın yürütülmesinde büyük desteğini gördüğüm Kadir Sarıoğlu ve Zübeyde Morkaya olmak üzere bütün Bosch Sanayi ve Ticaret A.Ő çalışanlarına teőekkürlerimi sunarım.

Tezimin bütün aşamalarında her zaman arkamda olan ve beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Mehmed Cihad ÇAĞLAYAN

Bursa,2017



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1 RFID ve barkod sistemi karşılaştırması.....	12
Şekil 2. 2 Etiket, okuyucu ve anten bağlantısı.....	13
Şekil 2. 3. Etiket anteni tasarımı.....	14
Şekil 2. 4 Farklı etiket anteni tasarımları.....	15
Şekil 2. 5. Veri yakalama mimarisi.....	16
Şekil 2. 6 Anten okuyucular.....	17
Şekil 2. 7 Anten polarizasyonu.....	17
Şekil 2. 8 El terminalleri.....	18
Şekil 2. 9 Örnek RFID okuyucular.....	19
Şekil 2. 10 RFID etiketli kanban kartı.....	19
Şekil 2. 11 RFID anten çeşitleri (kapı/gate).....	19
Şekil 2. 12 RFID anten çeşitleri 2 (kapı/gate).....	20
Şekil 2. 13 RFID yazıcılar.....	21
Şekil 3. 1 RFID UHF spektrum kullanımı.....	23
Şekil 3. 2 EPC kodlama.....	25
Şekil 3. 3 Güvenlik gizlilik üçgeni.....	27
Şekil 4. 1 Immobilizer sistemi.....	31
Şekil 4. 2 Immobilizerli anahtar.....	32
Şekil 4. 3 Hastanelerde RFID uygulamaları ve faydaları tablosu.....	34
Şekil 4. 4 Besi hayvancılığı için RFID'nin faydaları.....	35
Şekil 4. 5 DoD RFID etiketi.....	36
Şekil 4. 6 Askeri araca entegre edilmiş pasif RFID etiket.....	37
Şekil 4. 7 Askeri RFID kapısı.....	37
Şekil 4. 8 Perakende sektöründe RFID okuyucu.....	39
Şekil 6. 1 AHP'de kullanılan ikili karşılaştırma ölçeği.....	48
Şekil 6. 2 RFID seçim kriterlerinin belirlenmesi değerlendirme.....	51
Şekil 6. 3 Ana ve alt kriterler tablosu.....	52
Şekil 6. 4 Rassallık göstergeleri.....	52
Şekil 6. 5 RFID sistem zellikleri kriterlerine göre ikili karşılaştırma matrisi.....	52
Şekil 6. 6 Yatırım kriterlerine göre ikili karşılaştırma matrisi.....	53
Şekil 6. 7 İşlem kriterlerine göre ikili karşılaştırma matrisi.....	54
Şekil 6. 8 Ana kriterlere göre ikili karşılaştırma matrisi.....	55
Şekil 6. 9 Ana kriter değerleri ve cihaz değerlerinin çarpım tablosu.....	56
Şekil 6. 10 Torna hücreleri (A1,A2,A3,A5, A8,A9) mevcut durum kesiti.....	57
Şekil 6. 11 Üretim milkrun aracı.....	58
Şekil 6. 12 Torna hücreleri (B2,B3) mevcut durum kesiti.....	59
Şekil 6. 13 F00V.C0D.396 kodlu çelik hammadde.....	60
Şekil 6. 14 Süpermarket RFID okuyucular (Dolu/Boş).....	60

Şekil 6. 15 Torna hücrelerinde işlenecek çelik hammaddeler .....	61
Şekil 6. 16 Gövde yarı-mamul süpermarket alanı .....	61
Şekil 6. 17 Torna hücreleri (A1,A2,A3,A5, A8,A9) gelecek durum kesiti .....	62
Şekil 6. 18 Milkrun aracının rotasını belirten renkli göstergeler .....	62
Şekil 6. 19 Gövde yarı-mamül torna işlemi .....	63
Şekil 6. 20 Torna hücreleri (A7,A8) gelecek durum kesit .....	63
Şekil 6. 21 Torna Hücreler (B2,B3) gelecek durum kesiti .....	64
Şekil 6. 22 Nisan ayı RFID etiket okutma analiz tablosu .....	65
Şekil 6. 23 I-Star sebep tablosu .....	67
Şekil 6. 24 Stok farkından kaynaklanan acil sevkiyat grafiği .....	67
Şekil 6. 25 2016 (İlk çeyrek) stok farkından oluşan acil sevkiyat maliyetleri .....	68
Şekil 6. 26 Stok farkından dolayı yapılan acil sevkiyat maliyetleri .....	68

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

RADAR	Radio detection and ranging
FOE	Friend or enemy, düşman veya dost
EAS	Electronic article surveillance, elektronik Eşya İzleme
LF	Low frequency, düşük frekans
HF	High frequency, yüksek frekans
UHF	Ultra high frequency, ultra yüksek frekans
EPC	Electronic product code, elektronik ürün kodu
OPC	Optical character cognex, optik karakter tanıma
ERP	Enterprise resources planning, kurumsal kaynak planlama
TZY	Tedarik zinciri yönetimi
ECC	European communication committee, avrupa radyo iletişim kurumu
ERO	European radio office, avrupa radyo ofisi
ONS	Object naming service, nesne isim serveri
EPIC	Electronic privacy information center, Elektronik Gizlilik Bilgi Merkezi
AHP	Analytic Hierarchy Process, Analitik hiyerarşi prosesi
EMAG	Torna Makinası
EDI	Electronic Data Interchange, Elektronik veri değişimi
JIT	Just in time, tam zamanında

## 1. GİRİŞ

Günümüzde şirketlerin teknolojiden uzak olarak faaliyetlerine devam etmesi düşünülememektedir. Hayatımızı kolaylaştıran teknolojinin aynı zamanda karşımıza getirmiş olduğu kaynakların kullanımı, hizmetler, ortaya çıkan ürün, firmalar arasındaki rekabet gibi unsurları önemli oranda etkilemektedir. Günümüzde, küresel pazarda rekabetçi ortamda kalmak için üreticilerin, hizmet sağlayıcıların değişikliklere çabuk tepki vermeleri kendi iş çevreleri açısından oldukça önemlidir ve nerdeyse bir zorunluluktur. Bununla birlikte, teknoloji yönetiminin önemi de şirketler için daha çok önem kazanmaktadır. Yanlış teknoloji yatırımları çoğu zaman şirketler için kayıp olabilmektedir.

Süreçlerini yeni teknolojilerle yeniden yapılandırmak isteyen üretici ve hizmet sağlayıcıların önem verdiği teknolojilerden bir tanesi de Radyo Frekanslı Tanıma Sistemleridir (RFID). Bu bağlamda, küresel dünyada RFID teknolojisini kullanan iki önemli grup karşımıza çıkmaktadır. Birinci grup yenilikçi şirketleri ihtiva etmekte olup, yeni teknolojileri araştırıp desteklemektedir. Bu tür şirketler kısa veya uzun vadede şirketlerinde katma değer yaratmaya çalışanlardır. Buna karşın diğer şirketler, müşterileri taleplerinden dolayı kendilerini RFID kurulumuna zorlanmış olarak kendilerini bulmaktadırlar.

Ek olarak, rekabetçi avantajlarını ve rekabetçi konumlarını kaybetmekten çekinmektedirler. Yine bu bağlamda birinci grup, yenilikçi, vizyon sahibi ve çabuk adapte olanlar olarak anılırken, ikinci grup, klasik ya da ağır hareket eden grup olarak anılmaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı, RFID teknolojisine yönelik detaylı bir literatür çalışması yaparak dünya üzerindeki uygulamaları ortaya koymak ve bu uygulamalardan destek alarak bir uygulama gerçekleştirmektir. Diğer taraftan yapılan bu araştırmanın konu hakkında bilgi sahibi olmak isteyen kişilerin hizmetine de sunulmasıdır.

Yedi bölümden oluşan tezin ikinci bölümünde, RFID teknolojisinin tarihçesinden bahsedilmiş ve günümüze kadar olan süreçteki gelişiminden yaşanan olaylarla beraber bilgi verilmiştir. RFID teknolojisinden dışarıda diğer otomatik tanıma sistemlerinden kısaca bahsedilmiş ve ardından RFID'yi oluşturan sistem bileşenleri ve işlevleri açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, RFID standartlarının oluşturulma sebepleri, dünya üzerinde kullanılan standartlar, RFID güvenlik ve gizlilik konularından ve güvenlik tehditlerinden bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde, dünya üzerindeki RFID Pazar büyüklüğü ve gelişmeler hakkında bilgi verilmiş ve hangi alanlarda bu teknolojinin nasıl ve ne etkinlikle kullanıldığı aktarılmıştır.

Beşinci bölümde, dünya üzerinde RFID sistemleri ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiş, hangi sektörde ve hangi metotların kullanıldığına dair açıklamalara yer verilmiştir.

Altıncı bölümde, teorik bilgisi verilen RFID teknolojisinin “Bosch Sanayi ve Ticaret A.Ş’ de RFID sistem seçimi hakkında bir uygulama yapılmış ve yapılan uygulamanın devreye alınmasıyla birlikte ilerleyen dönemlerde ne gibi kazançlar elde edilebileceğinden bahsedilmiştir.

Yedinci ve son bölümde ise, çalışma sonuçları hakkında açıklamalar yapılarak ilerleyen dönemlerde sağlanabilecek kazanç alanlarına değinilmiş ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

### **1.1 Araştırmanın Amacı ve Önemi**

RFID Yatırım maliyetlerinin yüksekliği ve işleyen süreçlerin yeniden yapılandırılması, RFID yatırımlarının, firma açısından stratejik bir karar olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Üretim hatlarında RFID yatırımının uygulanması ve başarı sağlanabilmesi için kapsamlı bir değerlendirmenin yapılması, sistem özellikleri, yatırım kriterleri ve işletim kriterleri gibi ana kriterlerin ve alt kriterlerinin özenli ve dikkatli bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Yatırım öncesinde yatırım maliyetlerinin en iyi şekilde hesaplanması, RFID uygulamasının etkilediği maliyet faktörleri, yatırımın kazandırdığı faydaların değerlendirilmesi ve gelecek yatırımla RFID’ nin uygulanabilmesi için bazı ön şartların yerine getirilmesi gerektiğinin belirtilmesi gerekmektedir. (Kanban uygulaması, Kutu standartlarına uyum, Alternatif bileşenlerin varlığı vb...)

Ayrıca hangi alanlarda (üretim/nakil) ne tür bir RFID teknolojisinin kullanılması gerektiğine (tekil cihazlar, eşleme yapabilen cihazlar, kapılar vs. gibi...) karar verilmesi konusu problemin öncelikli tanımını oluşturmaktadır.

RFID kullanımı sadece gerçek-zamanlı veri sağlamakla ya da üretim alanında sağlıklı planlamanın yapılmasının yanı sıra veri toplayarak bilgi teknolojileri için bir altyapı oluşturmaktadır. Bu bağlamda, RFID yatırımları firmalar için stratejik bir karar olarak değerlendirilebilir.

Bu önceliklendirmelerden yola çıkarak RFID sistem seçimi ve sonrasında sistemin getireceği etkiler değerlendirilmeye çalışılacaktır. Belirlenen alanlarda uygulamanın değer akışı belirtilerek uygulamanın görselleştirilmesine dair bilgi verilmeye çalışılacaktır. Uygulamanın kullanıldığı üretim ve nakil teyitlerinin etkilediği maliyet unsurlarının nasıl düşürülebileceğine dair öneriler ayrıca sunulmaya çalışılacaktır.

## **1.2 Çalışmanın Amacı ve Hedefleri**

Yarı-mamul üretim hatlarındaki torna hücreleri için, şirket tarafından serbestisi verilen cihazlar arasında, konusunda uzman kişiler tarafından belirlenen kriterler ve maliyetler göz önünde bulundurularak RFID sistem seçimi yapılmak istenmektedir. Firma için uygun olduğu düşünülen sistemin seçiminden sonra, üretimdeki torna hücrelerinden çıkan yarı-mamül parçaların görünürlüğünü, sistem içerisindeki şeffaflığını arttırmak ve bunun doğuracağı sonuçların lojistik birimindeki acil sevkiyatları nasıl etkileyebileceğini ortaya koyabilmek adına çalışma hedeflenmektedir.

## 2. RFID TEKNOLOJİSİ

### 2.1 RFID' nin Tarihçesi

RFID' nin temelleri 20. Yüzyılın ortalarına doğru atılmaya başlanmışsa da, RFID ' nin çalışma prensibinde ki elektromanyetik dalgaların keşfi 19. Yüzyılın ortalarına gelmektedir. 1846'da İngiliz deneyselci mucit Michael Faraday ışık ve radyo dalgalarının bir elektromanyetik enerji oluşturduğunu önermiştir. 1864' de İskoç fizikçi J.C. Maxwell elektromanyetikler üzerine olan teorisini yayınlamıştır. 1887'de Alman fizikçi H.R. Hertz, Maxwell'in elektromanyetik teorisini doğrulamış ve üzerinde çalıştığı elektromanyetik dalgalarının (radyo dalgaları) gönderilip alınabilmesini başarmıştır. Hemen ardından bu çalışmalarını Rus bilim adamı takip etmiştir. 1897'de ise, G. Marconi Atlanta üzerinde telsiz telgrafın ilk başarılı yayını yapmıştır.(Landt, 2005)

20. yüzyıla gelindiğinde, radarın keşfi aynı zamanda RFID sistemlerinin köklerini de oluşturmaya başlamıştır. Radar, (Radio Detection and Ranging) radyo tespiti ve mesafe tayini kelimelerinin kısaltmalarından oluşmaktadır. Bu teknolojinin mantığında ise, gönderilen radyo dalgalarının bir gemi, uçak ya da diğer objelere çarpmasıyla, yansıyan enerjinin bir bölümü sinyalin gönderildiği istasyona geri döner. Işık hızında seyahat eden bu radyo sinyaller, seyahat süresince objeye olan uzaklığı da hesaplayabilmektedir. Bunun yanında, açı ölçme, gelen yankının yönü ve bir hedefin kesin yerinin tespitinin yapılabilmesi diğer bir kaç özelliğindedir.(Newsweek, 1998)

Radarın kullanımı ise ilk olarak II. Dünya Savaşı sırasında kullanılmaya başlanmış, İskoç fizikçi Robert Alexander Watson-Watt'ın yönettiği gizli bir proje ile İngilizler ilk aktif dost ve düşman tanıma sistemini (Identify: Friend or Foe-IFF) geliştirmişlerdir. Böylece bütün İngiliz uçaklarına iletici konulmuştur. Bu iletici yerdeki radar istasyonlarından sinyaller aldığında, uçağın dost olduğunun saptanması için geri sinyal yaymaya başlamaktadır. IFF sistemler, bugünkü hava trafik kontrol sistemlerinin de temelini oluşturmaktadır.

1948 yılında H. Stockman tarafından yayınlanan ("Communication by Means of Reflected Power") "Yansıyan Dalgalar vasıtasıyla İletişim" adlı makale RFID teknolojisinin temelini oluşturan ilk bilimsel çalışma olarak kabul edilmektedir. Stockman makalesinde, radyo, ışık ve ses dalgalarının uygun şartlar altında yansımasıyla iletişimin gerçekleşebileceğini öngörmüştür.(Stockman, 1948)

1950 lerin başında Donald B. Harris'in yayınlamış olduğu "Radio Transmission Systems with Modulatable Passive Responder" çalışma izlemiştir ve (Harris, 1952) çalışmasında, radyo sinyallerinin tanımlanabilir, ölçülebilir ve fark edilebilir dönüş sinyalleri elde edebileceğini bununla iletişim istasyonlarından birinin taşınabilir olarak tasarlanmış olduğunda mümkün olacağını, aksi haldeki hareketlerin tecimsel güç sağlayıcı operasyonların makul olmayan ya da arzu edilmeyen şekilde olacağını belirtmiştir. 1950' ler RFID tekniklerinin keşif dönemi olarak söylenebilir.

1960'lara gelindiğinde ise birçok araştırmacı ve mucit model sistemler üzerinde çalışmış ve geliştirmişlerdir. R. F. Harrington'ın "Elektromanyetik Teori (Electromagnetic Theory)" isimli çalışması RFID ile ilişkili "Yüklü Saçılmaların Teorisi (Theory of Loaded Scatters)" içermektedir.

Sensor ve kontrol noktaları gibi bazı ticari sistemler çalınma vakalarını engellemek için "Elektronik Eşya İzleme (Electronic Article Surveillance)" cihazlarını piyasaya çıkarmışlardır.

Elektronik Eşya İzleme (EAS) sistemleri, 1 bit kapasiteye sahip olmakla birlikte ticari eşyanın ya da bir kitabın varlığının ya da yokluğunun tespitinde kullanılmaktadır. EAS sistemini oluşturan üç sistem bileşeni bulunmaktadır. Bunlar; anten, etiket ve çözücüdür. EAS sistemlerinin başlıca kullanıldığı alanlar perakende mağazaları ve kütüphanelerde, özel etiketler ürünlere ya da kitaplara sabitlenir ve bu etiketler ürünün satıldığı ya da kitabın çıkışının yapıldığı zamanlarda yetkililer tarafından alınır veya deaktif edilir. Eğer bu etiketler devrede iken çıkış noktalarından çıkış gerçekleşirse ürün üzerinde bulunan okuyucu alarm sistemini devreye sokmaktadır. Elektronik Eşya İzleme sistemleri, günümüzdeki RFID uygulamalarının temelini oluşturmaktadır.

Mucitler 1960'larda RFID ile ilişkili çalışmalarla ilgilenmiş ve RFID' nin gelişmesine katkıda bulunmuşlardır. 1960'lı yıllarda yapılan çalışmalar 1970'lerde yaşanacak RFID patlamasının ön ayağı olmuştur.

1970'lerde birçok geliştirmeci, mucit, firma, akademik enstitüler ve hükümet laboratuvarları aktif olarak RFID üzerinde çalışmış, araştırma laboratuvarlarında, akademik enstitülerinde dikkate değer faaliyetler yürütmüşlerdir. Bunlardan bazılarını söyleyecek olursak; Los Alamos Scientific Laboratory, Northwestern University ve The Microwave Institute Foundation. 1970'lerde, RFID üzerinde yapılan çalışmalar nesnelerin tanımlanması ve izlenmesi üzerine olmuştur. Özellikle, Los Alamos Scientific Laboratory, RFID sistemlerini geliştirmede öncü merkezlerden biri olmuştur. Amerikan Enerji Bakanlığı, LASL'den nükleer maddelerin takibini yapabilmek için bir izleme sisteminin geliştirilmesini talep etmiş ve bunun sonucunda, nükleer maddeleri taşıyan kamyonlara etiket, kamyonların giriş yaptığı tesislerin kapısına ise okuyucular yerleştirerek bir takip sistemi oluşturmuşlardır.

1980'ler RFID teknolojisinin tam olarak uygulandığı yıllar olmuştur. Dünyada birçok amaç ile bu teknoloji kullanılmış, özellikle Amerika'da ulaşımda ve kişisel erişimlerde. Avrupa'da ise kullanım, kısa-menzilli (short-range) cihazlarla hayvanların izlenmesi, endüstriyel ve iş uygulamalarında olmuştur. Ayrıca; 1980'lerin başında demiryolu araçlarının izlenmesinde, 1990'larda Amerika, İtalya, Fransa, İspanya, Portekiz ve Norveç'te köprü ve otopanlarda otomatik ödemeli geçiş sistemlerinde kullanılmıştır.(Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)Diğer taraftan otomobil üreticileri, motorlu vasıtaların elektrik sistemini hırsızlığa karşı kilitleyen RFID ile entegreli şifreli elektronik sistemler geliştirmişlerdir.



1990'larda internetin gelişmesiyle birlikte, RFID teknolojisi daha da güçlü hale gelmiştir. Geçmişte, çoğu düşük frekans ve yüksek frekans sistemlerinden oluşan RFID teknolojileri aynı zamanda takip ve izleme özellikleriyle sınırlıydı. 1990'ların ortalarında araştırmacılar, daha hızlı veri transferi gerçekleştiren, menzilleri daha uzun olan (UHF) sistemler geliştirdiler. Bu gelişmelerle birlikte bir çok şirket bu teknolojiyi ürünlerinin takibi, varlıklarının yönetimi amacıyla kullanmaya başlamışlardır. Diğer taraftan, birçok sektör ve alanda kullanılan UHF sistemi o dönemlerde henüz EPCglobal gibi bir organizasyonun olmaması ve düşük hacimli satışlardan dolayı pahalı sistemi pahalı kılmıştır. İnternetin gelişmesiyle elde edilen veriler ağlarla internet ortamına taşınmış böylece bilgisayar mesafesi uzaklığında tekil olarak etiketlenen varlıkların takibini kolaylaşmış, aynı zamanda herhangi bir ürün üretildiğinde, nerede üretildiği, nereye sevk edildiği ne zaman satın alındığı gibi bilgileri kayıt altına alma olanağı vermiştir.

EPCglobal, GS1 (eski adıyla EANInternational) ve GS1 US' in (eski adıyla UniformCodeCouncil, Inc.) ortak teşebbüs olarak kurulan kuruluştur. Elektronik Ürün Kodu (EPC-Electronic ProductCode) teknolojisinin sorumlu bir şekilde standartlaştırılması ve dünya çapında benimsenmesini sağlamak amacıyla kurulmuştur.(<http://www.rfidjournal.com/articles/view?8137/2>, 2016)RFID standartlarının belirlenmesi ve geliştirilmesi için faaliyetlerini sürdüren kuruluş kar amacı gütmemektedir. EPC sayesinde sistemde olan herhangi bir ürün, RFID etiketinde mevcut olan tekil numara ile izlenebilmektedir.

Önümüzdeki yıllarda RFID kullanım alanı belirtilen uygulamalarla sınırlı kalmayacak yeni RFID uygulamaları endüstriler ve devlet kurumları tarafından daha geniş çapta kullanılacaktır.

## 2.2 Otomatik Tanıma Sistemleri

RFID teknolojisinden bahsetmeden önce, benzer özellikleri içeren otomatik tanıma sistemleri hakkında bazı bilgiler vermek daha iyi bir yaklaşım olacaktır. Otomatik tanıma sistemleri günümüzde beş çeşittir. Ve bunlar;

- Optik Karakter Tanıma (OCR) Teknolojisi
- Barkod Teknolojisi
- Çipli Kartlar
- Biyometrik Sistemler
- Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID)

Optik karakter tanıma sistemleri, el yazısı ya da bilgisayar ortamında yazılmış taranmış kağıt evraklar, PDF dosyalar veya dijital kamerayla çekilen resimler gibi belge türlerinin düzenlenebilir ve aranabilir verilere dönüştürülmesine olanak sağlayan bir teknolojidir. Sistem, farklı yazı tiplerinin makineler

vasıtasıyla okunup anlaşılmasını sağlamaktadır. OCR teknolojisinin sık olarak kullanıldığı alanlar ise;

- Personel kayıt yönetimi
- Nüfus sayımı formlarının işlenmesi
- Bankacılık (Çek işleme, Ödeme işlemleri)
- Tıbbi istekler

Barkod teknolojisi, geleneksel olarak sadece rakamları sembolize eden tek boyutlu ikili bir koddur (binary: 1'ler ve 0'lar) ve kodun içerisinde, bir birim malın hangi ülkenin hangi işletmesinde üretildiği veya ambalajlandığını, malın cinsini ve çeşitli özelliklerini tanımlamak amacıyla, önceden belirlenmiş kurallara uygun çeşitli kalınlıklarda bir dizi dikey paralel çizgi ve bu çizgiler arasında çeşitli genişlikte boşluklardan oluşan bir işaretleme yöntemidir.(Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)Çizgi ve boşluklar değişen kalınlıklarda olurlar ve farklı kombinasyonlarda basılır. Okunabilmesi için, iyi bir baskı, çizgi ve boşluklar arasında yeterli karşıtlık olmalıdır. Barkod teknolojisi, dünyada en fazla olarak tüketici ürünlerinde kullanılmaktadır ve günümüzde en fazla kullanılan otomatik tanıma sistemidir. Bu sistemin kullanılmasında yatan sebeplerden biri ucuz olmasıdır fakat diğer taraftan RFID teknolojisi karşısında birçok yetersiz yönü barındırmaktadır.

RFID Sistemi	Barkod Sistemi
<b>Etiket ve okuyucu arasındaki veri değişimi hatasız olarak gerçekleşmektedir.</b>	İlk okuma sırasında hata olasılığı her zaman vardır.
<b>Etiket içinde tutulan bilgi değiştirilebilmektedir.</b>	Bilgiyi değiştirmek için etiketi değiştirmek gerekmektedir.
<b>RFID etiketleri içinde saklanılabilen bilgi miktarı yüksektir.</b>	Barkod etiketlerinde tutulan bilgi son derece sınırlıdır.
<b>RFID etiketleri içindeki bilgilerin okunabilmesi için, etiketin okuyucunun görüş alanı içinde olması gerekmektedir. Etki alanı prensibi vardır.</b>	Barkod sistemlerinde etiket üzerinde kodların lazer okuyucu tarafından okunabilmesi için, etiket kesinlikle okuyucunun görüş alanı içinde yer alması gerekmektedir.
<b>RFID etiketleri, kirli ve nemli ortamlar içinde etkilenmemektedir.</b>	Barkod sisteminde ise etiketlerin kirlenme ve yıpranma önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.
<b>RFID sistemlerinde etiketler toplu şekilde okunabilmektedir.</b>	Barkod sistemlerinde ise etiketlerin tek tek okunabilmesi gerekmektedir.
<b>RFID etiketlerin okuma hızı yüksektir.</b>	Barkod sistemlerinde okuma hızı düşüktür.
<b>Etiketlerin kopyalanması ve içeriğin gözle okunabilmesi imkansızdır.</b>	Kolaylıkla kopyalanıp değiştirilebilmektedir.
<b>Etiket okuma işi otomatik bir şekilde gerçekleşmekte ve işçilik maliyeti oluşturmamaktadır.</b>	Etiket okuma işi manuel olarak gerçekleşmekte ve işçilik maliyeti oluşturmaktadır.

Şekil 2. 1 RFID ve barkod sistemi karşılaştırması (Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)

Çipli kartlar, içerisinde özel işlemcisi bulunan, yonga içindeki verilerin şifreleme yöntemi ile saklanabileceği bir sistemdir. Özel belge ve bilgilerin saklandığı bu yonga kartlara zorla erişim sağlanmaya çalışıldığında kart içerisinde barındırdığı veriyi silmektedir. Çipli kartlar temaslı ve temassız olarak iki çeşit olarak ayrılmaktadırlar. Temaslı yonga kartlar mekanik temas ile okuyucu tarafından okunurken, temassız kartlar radyo frekans sinyalleriyle gerçekleşen iletişimidir. Bu bağlamda yongalı kartlar RFID teknolojisiyle benzerlik göstermektedir.

Biyometrik sistemler, bireyin fiziksel ya da davranışsal benzersizliğini ölçen ve mevcut kayıtlarla karşılaştıran otomatik tanımlama sistemidir. Parmak izleri, yüz, iris, avuç içi izleri, imza, DNA ve retina gibi biyometrikler, tanımlamada kullanılan biyometrik verilerdir.

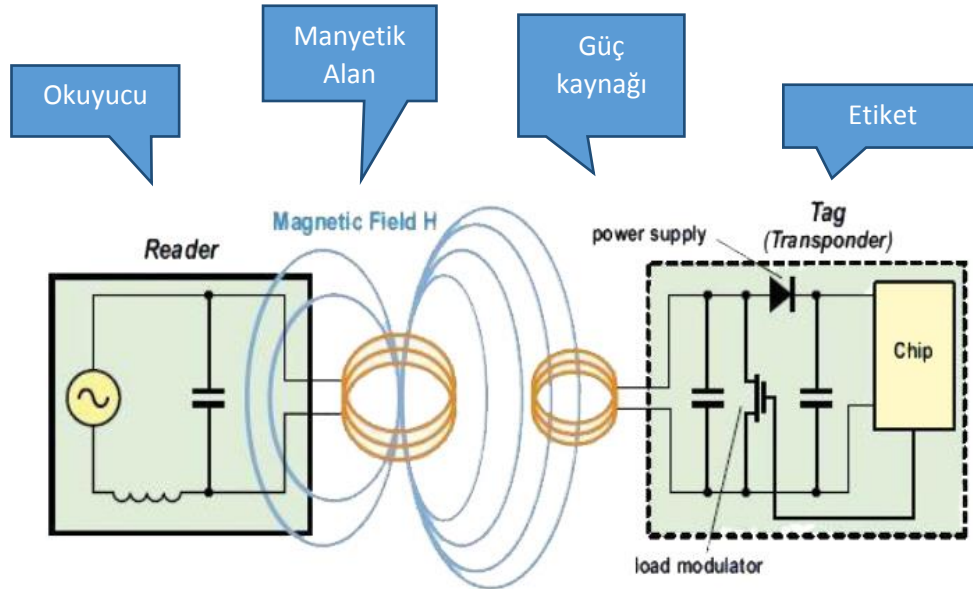
## 2.3 RFID Sistem Bileşenleri

RFID, bir ya da birden fazla varlığın kayıt altına alınması, yönetilmesi, izlenmesi ve analiz edilmesi gibi birçok özelliğe olanak veren, (Yüksel & Zaim, 2009)varlığa ait verileri mikroişlemci ve bu mikroişlemciye bütünleşmiş edilmiş anten ile donatılmış etiket taşıyan ve bu veri alış-verişini radyo frekansları ile gerçekleştiren otomatik tanımlama teknolojisidir.

RFID Sistemleri 5 temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar:

- Etiket
- Anten
- Okuyucu
- Yazıcı
- Yazılım

RFID sistemlerinin çalışma prensibinde veri transferi kilit noktayı oluşturmaktadır. Etiket ve okuyucu arasında anten aracılığıyla gerçekleşen veri iletişimine "bağlama (coupling)" adı verilir.(Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)



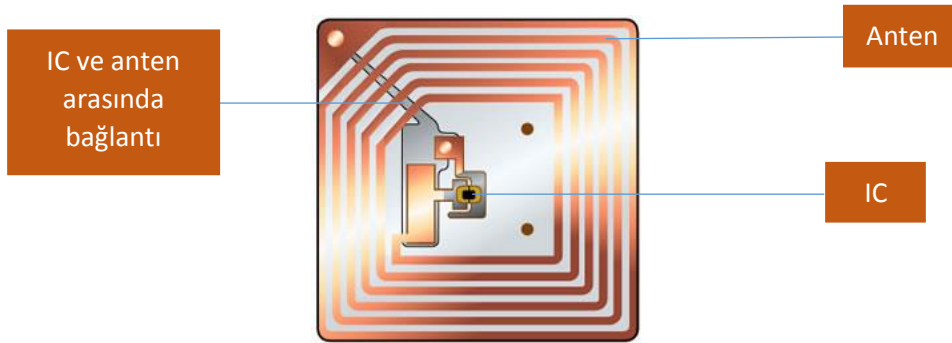
Şekil 2. 2 Etiket, okuyucu ve anten bağlantısı

(<http://ca.mouser.com/images/microsites/rfid-gains-figure-1.jpg>)

RFID sistemlerinde veri iletişimi, elektromanyetik (geri serpm/ backscatter) ve manyetik (inductive) olarak iki farklı şekilde gerçekleştirilir. Hangi veri iletişim yolunun kullanılacağına, uygulama gereksinimlerine göre karar verilir. Seçimi etkileyen faktörler; etiket büyüklüğü, maliyeti, okuma hızı ve uzaklığı gibi etkenlerdir. Kısa mesafe RFID uygulamalarında indüktif veri transferi yöntemi kullanılmaktadır. Genellikle giriş kontrol uygulamalarında tercih edilmektedir. Uzun mesafelerdeki veri iletişimde ise geri serpm veri transfer modülü kullanılmaktadır. Bu yöntemde okuyucunun yaydığı elektromanyetik dalgalar antenle buluşmakta ve etiket içindeki devreleri harekete geçirmektedir. Etiket içinde yer alan kondansatör, okuyucudan gelen dalgalardaki enerjiyi geri alır, mikroçip bu enerjiyi kullanarak dalgaları okuyucuya geri gönderir ve okuyucu da yeni dalgayı dijital veri haline dönüştürür. (Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)

### 2.3.1 Etiket

RFID etiketi aynı zamanda elektromanyetik taşıyıcı (transponder) olarak adlandırılır. Transponder sözcüğü İngilizce'de verici (transmitter) ve cevap veren (responder) kelimelerinden oluşturulmuştur. RFID etiketi, bütünleşik devrelerden (integrated circuit) oluşan, işlemcisi ve anteniyle beraber birleşik belleğinden meydana gelmektedir.

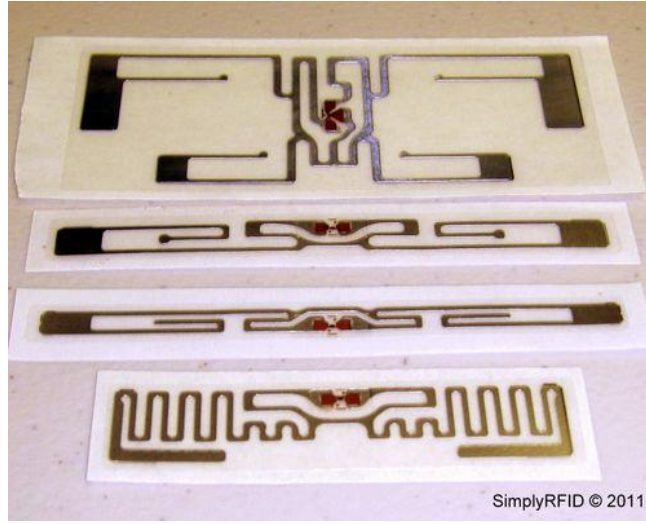


Şekil 2. 3. Etiket anteni tasarımı(ministires-online)

Etiket olarak tasarlanan ve çok küçük antenin bütünleşmiş edildiği bu mikroçipler teknolojilerine göre 64byte dan 8kb a kadar bilgi saklama özelliğine

sahiptirler ve bu da ürünün üretim tarihi, müşteri bilgileri, sipariş numarası, ürün seri numarası, sevk tarihi gibi bilgileri içinde saklamasına olanak vermektedir.

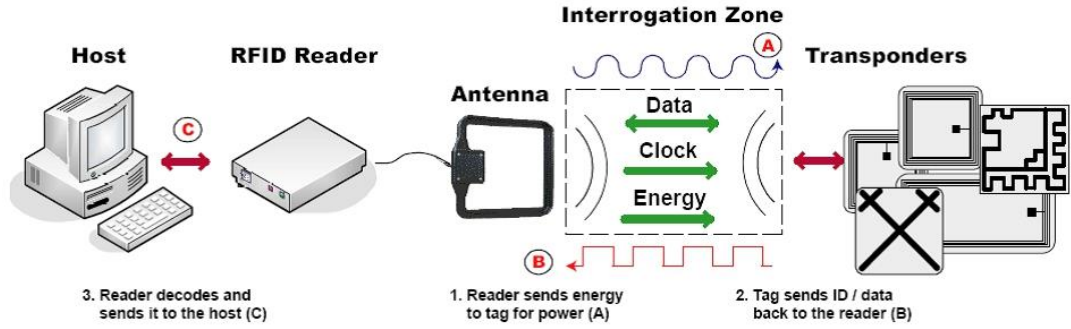
Etiketler şekil ve özellikleri bakımından birbirlerinden farklılık göstermektedirler.



Şekil 2. 4 Farklı etiket anteni tasarımları

Farklı Etiket Anteni Tasarımları(<https://www.prlog.org/11593225-types-of-rfid-tag-antenna-inlays.jpg>)

Bir anten, voltaj üreten radyo dalgalarını pasif alıcı-vericisine iletir ya da aktif olan alıcı-vericiyi tetikler ve veriyi yollar Şekil2.5. Böylelikle alıcı-verici (transponder)çip gönderilen bu voltajla çalışmaya başlar, manyetizmayı anten olarak kullanır ve bit-seri formunda (00101111001...) okuyucu antene gönderir ardından şifre çözücüde transponder sinyali değerlendirilir, hatalar kontrol edilir ve başka bir kod olarak dönüştürülür (000G5A2D1C...)sonraki sürece iletilir.



Şekil 2. 5. Veri Yakalama  
Mimarisi(<http://www.intechopen.com/source/html/18099/media/image1.jpeg>)

RFID etiketleri önemli ve özel kullanım alanları için geniş bir çeşitlilik barındırmaktadır. En önemli özelliklerinden biri, işletim sıklığı olarak göze çarpmakta ve 125kHz den (düşük frekans/low frequency) 5.8 GHz (süper yüksek frekans/super high frequency) ye kadar anten yapısı genişletilmiştir.

**Düşük Frekans (LF; 125kHz)** : Düşük frekanslı sistemler, 1-2 metre ile sınırlandırılmış aralıklarda, birçok konuda kendini kanıtlamış yeterli bir sistemdir. Özellikle başarılı uygulamaları; imalat, montaj, lojistik ve giriş kontrollerinde görülmektedir. Alıcı-vericiler çok pahalı olmamakla birlikte metallerle gömülü olarak bile çalışabilmektedir. Ancak, alıcı-vericiler çarpışmalara karşı korumalı değildir; birçok transponderların ilk seferde toplu bir şekilde okuması mümkün olmamaktadır.

**Yüksek Frekans (HF; 13.56MHz)** : yüksek frekanslı sistemler, ince ve pahalı olmayan yazma/okuma alıcı-vericileri ile çarpışma önleyici teknolojiye sahiptir. Böylelikle birçok transponderın aynı zamanda okunmasına olanak sağlamaktadır. Bu teknoloji, maliyet ve fayda arasında iyi bir uyum yakalamasına rağmen tek kullanımlık transponderlar olduğundan hala pahalıdır. Buna ek olarak, transponderlar mekanik ve sıcak ortamlara karşı yeterli dayanıklılığa sahip değildir ve metalin yoğun olduğu ortamlarda iyi çalışmamaktadırlar.

**Aktif Ultra Yüksek Frekans (UHF; 868MHz)** :Bu teknoloji, 100 metre okuma mesafesine kadar, yüksek taşıma oranıyla çalışabilmektedir.

### 2.3.2 Anten

Farklı özellik ve görünümüne sahip olan RFID antenlerinin işlevi okuyucu tarafından üretilen radyo sinyallerini yaymaktır. Uygulama alanlarına göre farklı şekillerde kullanılabilirler. (Özel kapı geçiş sistemleri, makaslı kaldıraca

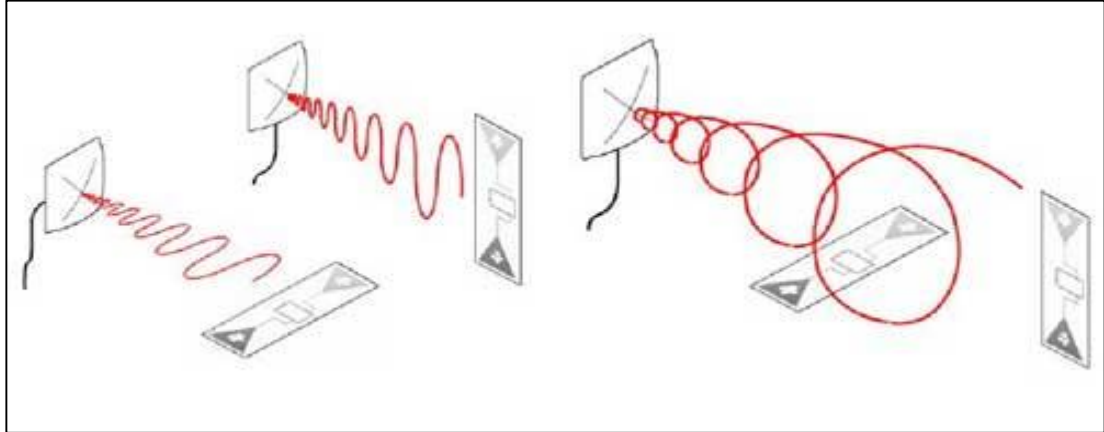
monte edilmiş sistemler, üretim bandı üzerine kurulu sistemler gibi...) Boyutları 1 cm<sup>2</sup>den 1m<sup>2</sup> ye kadar çıkabilir. Boyutlarının büyüklüğü sistem frekansı ile ilişkilidir. Fakat anten büyüklüğü fiziksel görüntüsüyle anlaşılabilir.



Şekil 2. 6 Anten

Okuyucular([http://www.diytrade.com/china/pd/7301583/RFID\\_Circular\\_Polarization\\_Antenna.html](http://www.diytrade.com/china/pd/7301583/RFID_Circular_Polarization_Antenna.html))

Anten polarizasyonu, radyo dalgasının antenden ne şekilde yayılacağını belirler ve etiket okuma performansı ile doğrudan ilişkilidir. Doğrusal ve dairesel olmak üzere iki çeşit polarizasyondan bahsedilebilir. Okuyucu anteni ve etiket antenin aynı polarizasyona sahip olması gerekmektedir. Aynı polarizasyona sahip olmadığı takdirde sinyal kaybına ve okuma mesafesinde azalmaya sebebiyet verir. (Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)



Şekil 2. 7 Anten polarizasyonu(<http://www.rfidarena.com/2011/9/19/art-of-comparing-rfid-reader-power-outputs.aspx>, 2011)

Uygulamalarda etiket cinsi ve yapısı genelde bilinmediğinden sistem uygulayıcıları dairesel polarizasyona sahip antenleri tercih etmektedir. Eğer etiket yapısı ve cinsi hakkında bilgi mevcut ise doğrusal polarizasyonda anten kullanmak daha iyi sonuçlar vermektedir.



Düşük frekanslı radyo sinyallerinin uzun dalga boyu uzunlukları nedeniyle, düşük frekans ve yüksek frekanslı sistemlerin antenleri mukayese edilebilir sinyal elde edilebilmesi için ultra yüksek frekanslı (UHF) antenlerinden daha büyük olmalıdır. Bu durum, RFID etiketlerini küçük ve ucuza mal etmeyle uyuşmamaktadır. Bununla birlikte birçok sistem tasarımcısı maliyet kontrolleri için anten öneminden vazgeçmektedir bu da nihai sonuçta, düşük frekanslı ve yüksek frekanslı sistemler için düşük oranda okumayı beraberinde getirmektedir.

Diğer taraftan operasyonların sıklığı, radyo frekans sistemlerinde hangi çeşit anten kullanılacağını belirlemektedir. Genellikle Döngüsel-tip olan düşük ve yüksek frekanslı sistemlerde indükleyici bağlama ve antenler kullanılmaktadır. Yüksek frekanslı sistemlerde ise kapasitif bağlama kullanılmaktadır.

### 2.3.3 Okuyucu

RFID okuyucu, sabit ya da mobil olarak sisteme entegre olabilen, antenleri vasıtasıyla kodlanmış dijital bilgiyi radyo dalgası formatında etikete gönderir. Etiket aktif olmasıyla, etiketten geri dönen sinyaller arka planda çalışan RFID yazılımına aktarılarak sisteme bilgi akması sağlanır ve bu işlem süresi diğer teknolojilere göre çok kısa sürer. (Demirel F. , 2007), Mark & Spencer tarafından yapılan bir testte, RFID etiketli 3.5 kap okutulmuştur. Barkod ile 25 rafı (36 alışveriş arabasına yüklenmiş) okutmak 17.4dk alırken RFID bu zamanı 3dk.'ya düşürmüştür. Sonuç olarak okuma zamanında %83 lük bir azalma sağlanmıştır. RFID okuyucuların veriyi okuma özelliğinin yanında etiket üzerine veri yazma özelliği de vardır. Bir okuyucuda alıcı-verici, hafıza, kontrol işlemcisi, giriş/çıkış ara yüzleri ve antenler mevcuttur.

Etiketler ve antenlerde olduğu gibi okuyucularda da farklı teknolojiler mevcuttur. El terminali, mobil ve sabit okuyucular olmak üzere 3 çeşittir. El terminali güç kaynağını pilden alarak ve içinde antenlerini barındırarak işlev görmektedir ve kablosuz ağ ile sistem altyapısına veri aktarmaktadır. El terminalleri görüntü itibarıyla barkod okuyuculara benzemektedir.



Şekil 2. 8 El terminalleri(<http://www.desnet.com.tr/motorola-mc-9190-z-rfid-el-terminali.html>)

Mobil okuyucular, belirlenen alanlara monte edilerek yakınından geçerken ürünlerdeki etiketi otomatik olarak okuyarak sisteme bilgi akışını sağlamaktadır ya da özellikle üretim alanlarında kanban kartlarının üzerine entegre edilen etiketler belirlenmiş parti büyüklüklerine ulaştığında görevli çalışan tarafından elle okuyuculara okutularak veri iletimi gerçekleştirilmiş olur.



Şekil 2. 9 Örnek RFID Okuyucular



Şekil 2. 10 RFID etiketli kanban kartı

Sabit RFID okuyucular belirlenen konveyör donanımlarına, üretimin yapıldığı ya da mağaza depolarının giriş-çıkış kapılarına monte edilerek parçanın ya da ürünün üzerindeki etiketi okuyarak veri akışını sağlarlar.



Şekil 2. 11 RFID anten çeşitleri (kapı/gate) (<https://www.zebra.com/us/en/products/rfid/rfid-reader-antennas.html>)



Şekil 2. 12RFID anten çeşitleri2 (kapı/gate)(<http://www.corerfid.com/rfid-applications/rfid-in-logistics/rfid-gateways/>)

iki veya daha fazla etiket aynı anda okuyucuya sinyal gönderirse, bu işlem çarpışma (collision olarak adlandırılır. Çarpışma süresince bir okuyucunun her etiketi belirli bir zaman aralığında okuması sağlanır. Çarpışmanın engellenmesi (anti-collision) için probabilistik ve deterministik olmak üzere iki tür algoritma kullanılmaktadır. (Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)

RFID yatırımı yapılırken okuyucu seçiminde dikkat edilecek hususlar ise;

- Frekans aralığı
- Bellek kapasitesi
- Yeni çözüm ve güncel firma yazılımlarına uyum
- Farklı anten çeşitlerini desteklemesi
- Farklı anten çeşitlerini desteklemesi
- Çıkış gücü
- Firma içi sistem altyapısıyla bağlantı için gerekli arayüzlerin mevcut olup olmadığı.

#### 2.3.4 Yazıcı

RFID yazıcı, akıllı etiketlerde bulunan RFID çiplerine bilgi yazmak üzere özel olarak tasarlanmış etiket yazıcısıdır. Yazıcı, çipi test eder; çipin üzerine yazar; daha sonra da, barkod ve diğer verileri içeren etiketi basar. Yazıcının hareketli süreçlerde (örn. Konveyör sistemleri) adapte edilmesi için otomatik etiketleme otomasyon sistemleri kullanılabilir. (Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)



Şekil 2. 13 RFID yazıcılar(<https://www.satoamerica.com/products/sato-rfid/rfid-printers.aspx>, 2016)

RFID yatırımlarında kullanılacak RFID yazıcılarına karar verilirken; hacim, verim, uygulama yöntemi, temin süresi gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

### 2.3.5 Yazılım

RFID yazılımları, RFID cihaz yönetimi için kullanılan etiket, okuyucu ve bilgisayar arasındaki bağlantıyı bir server'a bağlı olarak gerçekleştiren yazılımdır.

RFID yazılımları 3 farklı kategoride değerlendirilebilir:

- Sistem yazılımı
- Ara yüz yazılımı
- Uygulama yazılımı

Sistem yazılımı, bir ağ üzerinden etiket ile okuyucu arasındaki veri iletişimini sağlar. Okuyucular tarafından etiketlerden alınan sinyalin, veritabanında nasıl işlem göreceğini, hangi bilgileri sistemde tutacağını, hatalı verilerin tespiti gibi süreçlerin yönetilmesini sağlamaktadır. Ara yüz yazılımları, ERP, depo ve TZY' de kullanılan uygulama yazılımları ile RFID donanımları arasında iletişimi sağlar. Firma taleplerine göre RFID cihazlarından gelen veriyi istenilen formatta, mevcut firma yazılımlarına iletir. Ara yüz yazılım tercihinde, firmanın kendi yazılım altyapısına uyum sağlayan ya da esnek olan sistemleri tercih etmeleri önemlidir.(Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)

### 3. STANDARTLAR

Günümüzde dünya üzerinde birçok RFID standardı devreye alınmıştır. Bu standartların oluşturulma sebepleri başlıca, toplum sağlığı ve farklı üreticiler tarafından üretilen RFID cihazlarının birbirine uyum sağlanmasının istenmesidir. Bu bağlamda uluslararası standartların geliştirilmesi hem toplum sağlığı hem de maliyetlerin düşürülmesi anlamında büyük önem arz etmektedir.

Radyo iletişim teknolojisi olan RFID birçok ülkede hükümet yönetmeliklerine tabi tutulmuştur. Hükümetel yönetmelikler elektromanyetik spektrum yayan TV, radyo, mobil sistemler gibi rekabetçi kullanım arasındaki koordinasyon ve kamu yararını muhafaza etmek için gereklidir. Hükümetel yönetmeliklerdeki esaslar; en iyi ve güvenli ana esaslar oluşturarak kamu yararını ve sağlığını muhafaza etmektir. Örnek verecek olursak, insanların belirli seviyenin üzerinde elektromanyetik radyasyona maruz kalması için bu yönetmelikler gereklidir. Bu konuda çoğu zaman başarı sağlanmaktadır. Örneğin ABD’de mobil telefonlar 1 watt ile sınırlandırılmış ve hücrel telekomünikasyon tesislerindeki antenlerin insanların yoğun olarak yaşadığı yerlerden minimum uzaklığa yerleştirilmesi zorunluluğu getirilmiştir. Bu tip bir yönetmelik RFID cihazları için de uygulanmıştır.

Dünya üzerinde RFID endüstrisindeki büyük oyuncular Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve birçok Avrupa ülkesindedir. Bu ülkelerde mevcut olan firmaların önemli ölçüde RFID teknolojisinde etkileri bulunmaktadır ve gelecekte yön verici olacak olanlar bu büyük oyunculardır.

- ABD’de FCC kuruluşu elektromanyetik spektrumu düzenlemektedir.
- Japonya’da MPHPT bu rolü üstlenmektedir.
- Avrupa’da ise her ülkenin kendi düzenleyici organları bulunmakta ve bununla birlikte birçoğu FCC ve MPHPT adlı organizasyonların altında birleşmişlerdir.

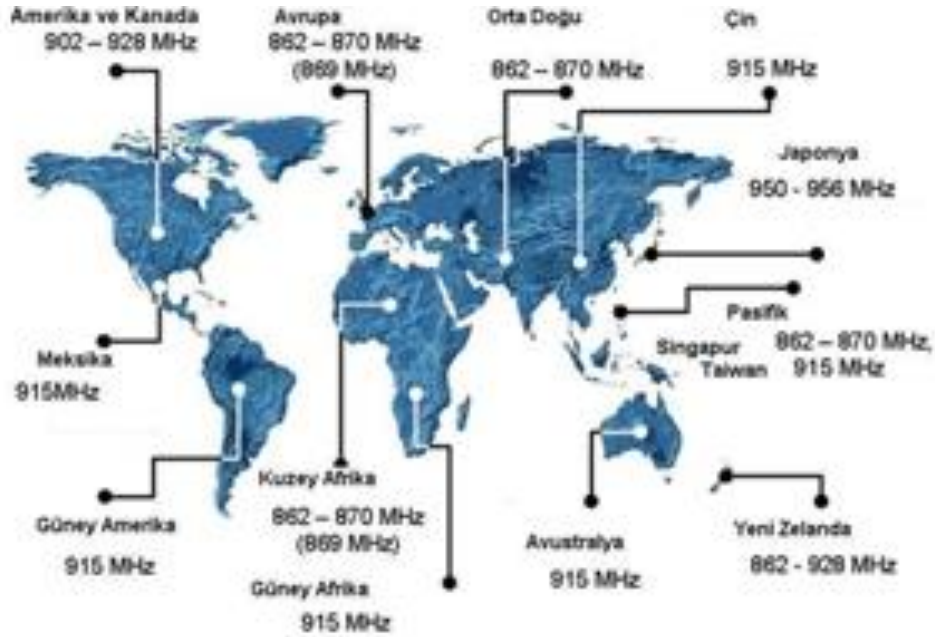
Bu kapsamda Avrupa Radyo iletişim kurumunu (ECC) destekleyen ilk olan kuruluşlardan Avrupa Radyo İletişim Ofisi (ERO) önceden European Radio Communication Committee (ERC) olarak biliniyordu. Bu kurumun ana görevi telekomünikasyon ilkelerini geliştirme ve üyesi olan 46 ülke için belirli sıklıkla koordinasyonu sağlamak ve teknik konuları Avrupa içinde düzenli olarak belirli standartlarla oluşturmaktır. ERO (European Radio Communications Office) ECC’ nin karar ve tavsiyelerini yayınlamıştır.

Bu organizasyonlardan ikincisi olan Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü, CEPT tarafından kurulmuş olup, mutabakata dayalı telekomünikasyon standartlarını üyesi olan 55 ülke için oluşturmuştur. Aynı zamanda ETSI birçok RFID standardı yayınlayarak RFID yönetmeliklerinde önemli rol oynamaktadır.



Bilindiği üzere RFID sistemlerinde 4 ana bant çeşidi bulunmaktadır. (LF) düşük frekans, (HF) yüksek frekans, (UHF) ultra yüksek frekans ve mikrodalga. Bu 4 ana bant çeşidinde dünya üzerinde spektrum konusunda bant aralıkları aynı değildir. Bununla birlikte ABD, Avrupa, Japonya ve Çin ülkeleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu 4 ana bant çeşitleri arasında LF ve HF diğer iki bant çeşidine göre dünya üzerinde daha uyum göstermektedir.

- LF (125 kHz) : ABD, Avrupa ve Japonya'da kullanıma uyumludur. Havacılık ve denizcilikte kullanım alanı bulmaktadır.
- HF (13.56 MHz) : ABD, Avrupa ve Japonya'da kullanıma elverişlidir.
- UHF: Günümüzde bu bant tipine büyük oranda önem verilmiştir. Bir çok RFID uygulaması bu bant tipini kullanmaktadır. Diğer taraftan bu bant tipi konusunda ABD, Japonya ve Avrupa arasında yönetmelik farklılıkları göz önünde bulundurulmalıdır.
- Mikrodalga: birçok bölgede 2.45 GHz olan ISM bantları kullanıma elverişlidir. Birçok yerde 4 watt iletilen güce izin verilmiştir. Sadece Japonya'da 1 watt ile sınırlandırılmıştır. Bu bant tipi (ISM) kablosuz LAN ve bluetooth gibi uygulamalarda kullanılmaktadır.(Hunt, Puglia, & Puglia, 2006)



Şekil 3. 1RFID UHF spektrum kullanımı([http://www.rfid.itu.edu.tr/index\\_01.html](http://www.rfid.itu.edu.tr/index_01.html), 2016)

Günümüzde, RFID endüstri çok çeşitli sağlayıcılar tarafından farklı çeşitliliklerle yürütülmektedir. Bu aynı zamanda endüstrideki büyümeyi ve RFID adaptasyonunu engelleyen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebepten dolayı uluslararası düzeyde RFID standartlarının oluşturulması büyük önem arz etmektedir.

Dünya üzerinde standartları benimseyen birçok yetkili organ bulunmaktadır. Bunlar;

- Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu (ISO)
- Uluslararası Elektro-teknik Kurumu (IEC)
- Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU)
- EPCGlobal

ISO ve IEC, JTC1 adında oluşturulan alt komisyonda birleşme sağlamışlardır. JTC1 ise RFID teknolojilerinin standartlarının belirlendiği alt komisyonlara ayrılmıştır. 2006 yılında ISO, EPCGlobal' in RFID standartlarını benimsemiştir.(Hodges & Harrison, 2003)

### **3.1 EPCGlobal ve Ağ Yapısı**

EPCGlobal, GS1 girişimi olan, EPC teknolojisi standartlarını geliştiren, RFID kullanımını destekleyen ve bugünün hızlı-hareketli, bilgi-yoğun ve ticari ağlardaki cihazların küresel görünürlüğüne olanak sağlayan bir sistemdir. Standartlar iki alanda geliştirilmektedir.(EpcGlobal, 2016)

- EPC/RFID Etiketleri
- EPC Bilgi Hizmetleri (EPCIS)

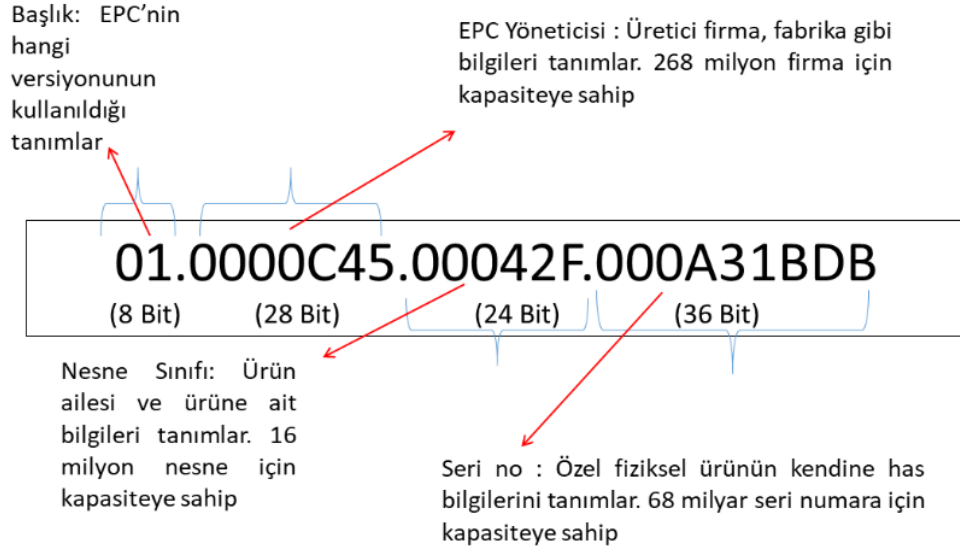
EPCGlobal' in Türkiye'deki temsilcisi Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) bünyesindeki GS1 Türkiye'dir.(wikipedia, 2016)

EPCGlobal, malzemelerin otomatik tanımlanması ve bunların elektronik ortamdaki veri tabanlarına aktarılması için EPC ağ yapısını oluşturmuştur. (Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)

EPC ağ yapısı 4 basit bileşenden oluşturulmuştur.

- EPC etiketle etiketlenmiş bir nesne
- Bilgisayar sistem işlemcisi SAVANT
- Nesne isim servis server'i (ONS)
- Ürün biçimlendirme dili

## Elektronik Ürün Kodu (EPC)



Şekil 3. 2 EPC kodlama

Savant, ONS server, ürün biçimlendirme dil server'ı genelde internete bağlı ve diğerlerinden farklıdır.

EPC etiket: EPCGlobal' in tasarımı olan pasif etiketlerdir. Düşük maliyete sahip olan bu etiketler 64 ya da 96 bit kapasiteye sahiptir. Etiketlin üzerine bir kere yazma işlemi gerçekleştirilebilir ve EPC kodu sonradan değiştirilemez.

Savant: Ara katman yazılım olan savant, ağ yapısının sorgulayıcısı sunucusu ya da yazılımıdır. Malzeme üzerindeki EPC etiketini okur, okunan ham EPC verisini toplar, filtreler ve işletim sistemine aktarır.

ONS: İnternetteki domain isim serverlarına (DNS) benzer olan ONS, EPC kodunu malzemeyle ilgili daha çok bilginin bulunacağı, bir veya daha fazla internet adresine yönlendirmek için kullanılır.

GS1 tarafından oluşturulan EPC/RFID standartları:

- Kimliklendirme Standartları
  - Etiket verisi standardı
  - Etiket verisi çevrim standardı
- RFID Dönüşüm Ara yüzleri Standartları
  - UHF Gen2 dolaşım ara yüzleri standardı
  - HF Dönüşüm ara yüzleri standardı
- RFID Yazılım Ara yüzleri



- Düşük seviye okuyucu protokolü
- Keşif yapılandırma & başlatma (DCI)
- Okuyucu yönetimi (RM)
- Uygulama seviye organizasyonları (ALE)

(GS1, 2016)

### 3.2 ISO Standartları

ISO standartları birçok RFID uygulamaları için kritik öneme sahiptir. Ödeme, ürün takibi ya da açık tedarik zincirindeki tekrar kullanılabilir şişeler için. Mevcut olan ve önerilen RFID standartları dolaşım ara yüz protokolü, veri içeriği, uygunluk kontrolü ve uygulamalar ile ilgilidir. Bu ISO standartları ISO 18000 serisi olarak bilinmektedir.

ISO' nun belirlemiş olduğu RFID standartları;

- ISO 15961: Veri protokolü: Uygulama ara yüzü
- ISO 15962: Veri protokolü: Veri kodlama kuralları ve mantıksal hafıza fonksiyonları
- ISO 15693: Radyo frekans etiketleri için tekil tanımlama
- ISO 18000-1: Referans mimarisi ve standartlaştırılacak parametrelerin tanımlanması
- ISO 18000-2: 135 KHz altı dolaşım ara yüzü haberleşmesi için tanımlanmış, düşük frekans için ISO standardı
- ISO 18000-3: 13.56 MHz altı dolaşım ara yüzü haberleşmesi için tanımlanmış, yüksek frekans için ISO standardı
- ISO 18000-4: 2,45 GHz' de dolaşım ara yüzü haberleşmesi için tanımlanmış ve okunup yazılabilir özelliktedir
- ISO 18000-5: 5,8 GHz' de dolaşım ara yüzü haberleşmesi için tanımlanmış standart olup, mikrodalga için
- ISO 18000-6: 860 MHz -960 MHz arası dolaşım ara yüzü haberleşmesi için tanımlanmış, UHF bant çeşidi için ISO standardıdır.

ISO 18000-7: 433MHz'de dolaşım ara yüzü haberleşmesi için tanımlanmıştır.(RFIDJOURNAL, 2016)

Tedarik zinciri uygulamalarında ISO tarafından oluşturulan RFID standartları şunlardır;

ISO 17358: Uygulama gereksinimleri

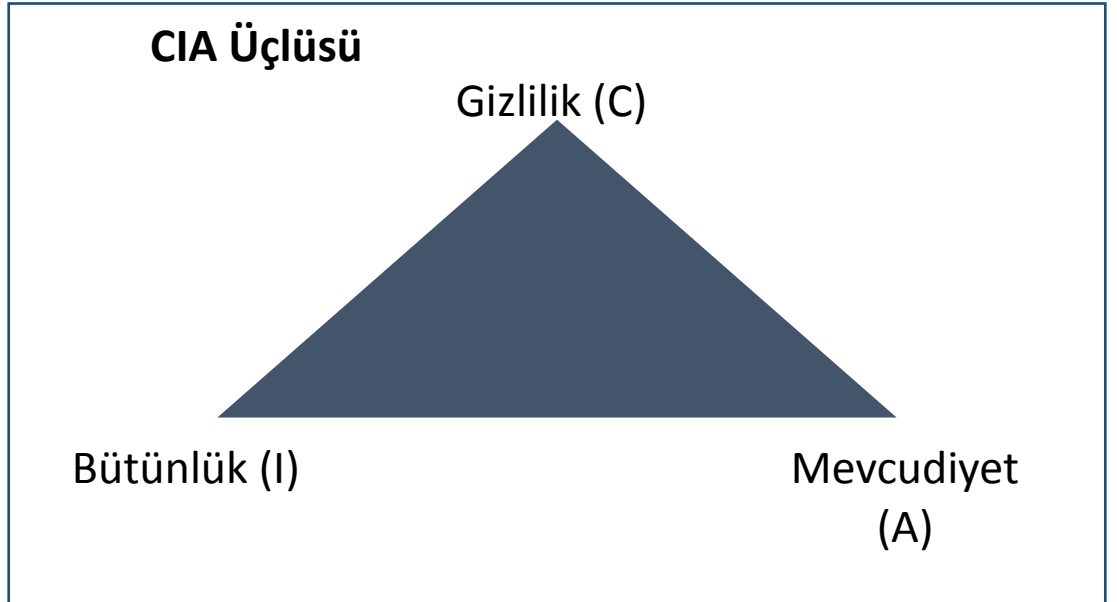
ISO 17363: Taşıma konteynırları

ISO 17364: Geri dönüşümlü nakil ürünleri

ISO 17365: Nakil birimleri  
ISO 17366: Ürün paketleme  
ISO 17367: Ürün etiketleme  
(Demirel M. , 2013)

### 3.3 Güvenlik ve Gizlilik

Güvenlik koruması, programlama/hesaplama kaynaklarının gizliliğinin, bütünlüğünün ve mevcudiyetinin muhafazası ile başlar. Bilgi güvenliğinin bu üç ana ilkesi sıklıkla “Büyük Üçlü” olarak anılmaktadır.(Thornton, 2006)



Şekil 3. 3Güvenlik gizlilik üçgeni(Thornton, 2006)

Elektronik Gizlilik ve Bilgi Merkezi (EPIC) tarafından gizlilik kavramı dört kategoriye ayrılmıştır:

- ❖ Bilgi (Veri) Gizliliği: kişinin vergi, satın-alma vb. kişisel bilgi kayıtlarını saklı tutmak istemesi
- ❖ Bedensel Gizlilik: kişinin kan, idrar veya genetik vb. beden ile ilgili test bilgilerini saklı tutmak istemesi
- ❖ İletişim Gizliliği: kişinin başkaları ile iletişimini gizli bir şekilde gerçekleştirmek istemesi
- ❖ Bölgesel Gizlilik: kişinin çalışma yeri ve ya kamusal alanda kimlik kontrolü ya da video gözetimi istememesi (EPIC, 1994)

Gizliliğin korunması için bazı sivil toplum örgütleri bu konuda faaliyet yürütmektedirler.

- Elektronik Sınır Kurumu (EFF)
- Elektronik Gizlilik Bilgi Merkezi (EPIC)
- CASPIAN Süpermarket Gizlilik İhlaline karşı Tüketiciler,

Gibi örgütler gizlilik konusunda ilgiyi çekmişlerdir. Bu sivil toplum örgütleri, RFID'yi kullanarak gizlilik ihlalinde bulunan şirketleri boykot etmişlerdir.

### 3.4 RFID Güvenlik Tehditleri

Yüksek güvenli RFID sistemlerinin bazı güvenlik ve gizlilik tehditlerine karşı korumaları olmalıdır. Karşılaşılabilecek tehditler ise;

- Gizli Dinleme (Eavesdropping) : RFID etiketleri kayıtlı bilgiyi okuyucuya iletmek için tasarlanmıştır. İnsanlar aynı zamanda kablosuz RFID kanalıyla gizli dinlemede bulunarak RFID verilerini toplayabilmektedir. Etiket verisine sınırlandırılmamış erişim kişisel kredi kayıtları gibi gizli bilgilerin ortaya çıkmasına sebep olabilir.
- Yanıltma Sinyali (Spoofing) : Eğer RFID kanalında kullanılan güvenlik protokolü açığa çıkarsa, saldırganlar boş bir RFID etiketiyle aynı formatlanmış veriyi yazarak bilgiyi toplayabilirler. Örneğin, bir dolandırıcı süpermarketteki ürünün üzerindeki RFID etiketini alıp üzerine daha ucuz bir RFID etiketini alıp üzerine daha ucuz bir fiyat yazabilir.
- Klonlama (Clonning) : Klonlama cihazları, RFID sorgularını engelleyebilir ve yeniden aktarabilir. Bu tür cihazlarla suçlular çeşitli RFID uygulamalarını, gerçek veri taşıyıcılarını taklit etmek amacıyla verileri tekrar oynatarak durumu suiistimal edebilir. Örneğin, otomatik yol geçiş sisteminde saldırgan ödemededen yapmaktan kaçınmak için şifrelenmiş bir kod kaydedebilir ve araç plakası geçiş sırasında tarandığında ve sonradan tekrar okuma işlemi gerçekleştiğinde ödemededen kaçmış olur. (Banks, Hanny, & Pachano, 2007)

Güvenli RFID ortamı oluşturmak amacıyla birçok öneri ortaya atılmıştır. Bir kısmı kriptolama/şifreleme algoritmasına bir kısmı da akıllıca tasarlanmış iletişim şemalarına dayanmaktadır. Öneriler ise;

- ✓ Faraday Kafesi (FaradayCage)
- ✓ Sınırlı Seri İletimi (Limited RangeTransmission)
- ✓ Öldürme Komutu (KillCommand)
- ✓ Uyku Komutu (SleepCommand)
- ✓ Şifreleme (Encryption)
- ✓ Bloke Etme (Blocking)

Faraday Kafesi: RFID güvenliğinin düşük-teknoloji yaklaşımı olan bu uygulama, radyo dalgalarını engellemek tabanlı metal içeren özel fiziksel yapılandırma

prensibine dayanmaktadır. Bu prensip diğer taraftan RFID uygulamaları için bazı zorluklar yaratmaktadır.

Son derece etkili olmasıyla birlikte, bu çözüm bir hayli çaba gerektirmektedir. Manüel olarak kullanıcı her zaman etiketi istediği fonksiyona bağlı olarak gizlemeli ya da kaplamalıdır. Aynı zamanda ürünün üzerindeki etiketin ve yerinin farkında olmalıdır. Bu metotta etiket Faraday tuzakıyla birlikte olmadan hiçbir korumaya sahip değildir.

**Sınırlı Menzil İletimi:** Bu metot radyo frekans sinyallerinin azaltılmasına dayanan bir yaklaşımdır ve sadece birkaç santimetre başarı sağlanabilir. Varsayımı ise, okuyucu etikete yakın olacak şekilde olmalıdır bundan dolayı kolayca okuma sağlanabilir. Aslında RFID korumaları için çok zayıf bir yöntemdir. Sınırlı menzil iletimi bir RFID etiketi taşıyan bir insan düşünün ve iş giriş-çıkış saatlerinin yoğun olduğu bir zamanda Paris metrosunda kötü niyetli kişilerin ceplerinde taşıdığı bir okuyucu ile ona yakın olarak okuma işlemini gerçekleştirebilirler. Sınırlı menzil iletimi RFID etiketi taşıyan kişi "gizlilik çemberi" (circle of privacy) oluşturmuş olsa bile kötü niyetli kişilerin okuyucuları özelleştirilmiş okuma mesafesiyle o kişinin etiketini okuyabilir.

**Öldürme Komutu:** Öldürme komutu, etiketi okunamaz hale getirir. Bu komut çipin içine eklenerek satış noktasındaki okuyucudan aktive edilmektedir. Öldür komutunu uygulamak amacıyla okuyucu etikete doğru kontrol erişimi sağlamak için PIN iletmek zorundadır. Bu metot son derece etkili olmasına rağmen bu komut bir kez başarıyla uygulandığında, iki önemli sınır ortaya çıkmaktadır.

Komut uygulanana kadar etkili değildir. Etiketinin yaşam döngüsü boyunca diğer çözümlerle birlikte koruması sağlanmalıdır.

Öldürme komutu uygulandıktan sonra bir sonraki uygulama için etiketin kullanımını önlemektedir, yani etiket kullanılamaz hale gelmektedir.

**Uyku Komutu:** Etikete uygulanan uyku komutlarının kullanımı, öldürme komutu önerisindeki eksik alıntı yapılmış yanıt verme girişimidir. Uyku komutu daha ticari-dostu bir öneridir. Satış noktasında etiketi öldürmek yerine bu öneri tüketici fiziksel olarak tekrar aktive edene kadar geçici olarak pasif hale gelmektedir. Burada anahtar nokta etiket uzaktan bir radyo frekansı ile tekrar aktive edilememektedir.

**Şifreleme:** etiket ile okuyucu arasındaki iletişimi sağlamak için bir diğer mantıksal çözüm ise şifreleme yöntemidir. Güçlü şifrelemeyle birlikte yüksek işleme gücüne ihtiyaç duyulması günümüz RFID çiplerinde eksiklik olarak görülmektedir. RFID çip üreticilerinin yönetmek zorunda oldukları maliyet sınırlandırmaları nedeniyle işleme gücünün eksikliği ortaya çıkmaktadır. Önceden belirtildiği gibi RFID çözümlerinin yaygınlaşması direk olarak RFID altyapılarının fiyat noktasıyla ilişkilidir. Yakında zamanda dünyada neredeyse bütün eşya/ürünler etiketlenmiş olacak ve bundan dolayı RFID etiketleri son derece ucuz olmak zorundadır.

Bloke Etme: Bu yaklaşımın altında etiketler ve okuyucular, RFID etiketindeki “gizlilik bit’i” (privacy bit) nin üstesinden gelmek için genişletilmiştir. Aynı zamanda bu yaklaşım bloke edici etiketin girişi için gerekmektedir. Özel etiket olan bu bloke edici etiket etiketlerin istenmedik taramalarını engellemektedir.

## 4. RFID PAZARI

IDTechEx şirketi, 1999 yılından beri RFID pazarını takip etmektedir. Şirket tarafından yapılan araştırmada; 2015 yılında RFID Pazar değeri 10.1 milyar \$, önceki seneler olan 2014 yılında 9.5 milyar \$ , 2013 de ise 8.8 milyar \$ olarak tespit edilmiştir. Bu Pazar değeri; etiketleri, okuyucuları, yazılım, servis ve RFID kartları ve bütün diğer faktörleri içermektedir. Şirketin 2020 yılı için Pazar tahmini ise 3.1 milyar \$ artarak, 13.2 milyar \$ öngörülmüştür.

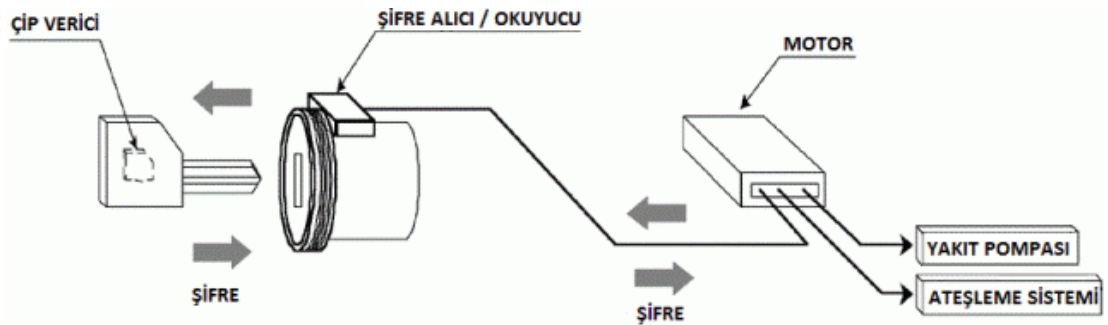
Perakende sektöründe RFID' nin ürünlere etiketlenmesi devam edecektir. Sadece 2016' da bu alanda etiket talebi 4.6 milyar adet etiket olmuştur. IDTechEx' in araştırmasında yaklaşık 8.9 milyar adet etiket 2015 yılında satılmış ve 2016 yılı için toplamda 10.4 milyarlık etiket satışı beklenmektedir.

### 4.1 Otomotiv Sektöründe RFID

RFID' nin önceki selefi diyebileceğimiz elektronik izleme ve tanıma teknolojisi yaklaşık 20 yıldır otomotiv sektöründe sınırlandırılmış genişlikte kullanılmaktadır. Diğer taraftan otomotiv sektöründe RFID kullanımı en yoğun alanlardan birisidir. Önemli ölçüde uygulamalar tanımlama ve koruma üzerinedir. (Borysowich, 2004) Otomotiv sektöründe RFID kullanımında gelişme gösteren uygulamalardan bir tanesi ise motoru ve otomobilin elektronik sistemini hırsızlığa karşı kilitleyen şifreli elektronik sistem olan immobilizasyondur.

Otomotiv endüstrisindeki RFID teknolojisinin cazibesi, gerçek-zamanlı görünürlük ve otomobilin kendisine sunduğu güvenlik korumasıdır, hem de otomobilin montaj süreçlerinde fayda sağlamaktadır. (Banks, Hanny, & Pachano, 2007)

Otomatik tanımlama araçları sadece eşsiz bir tanımlama yapmanın yanı sıra aynı zamanda tanımlanmış ürünlerin yer saptama, kolay düşülebilirlik ve izleyebilme olanağı sağlamaktadır. Diğer taraftan çeşitli üretimlerde teknolojik prosedürlerin tasdik edilmesi, kalite ve standartlara uyum edilmesine olanak sağlamaktadır.(Vojtech, Lopez, Neruda, & Lokaj, 2013)



Şekil 4.1 Immobilizer sistemi



**Şekil 4. 2** Immobilizerli anahtar(<http://www.bilgiustam.com/immobilizer-nedir-otomobillerdeki-cipli-anahtar-sistemi-nasil-calisir/>)

RFID kullanımı, otomobillerin ve yedek parçaların üretim süreçlerinde esnek ve çevik üretim planlaması yapmasına olanak sağlamakta ve envanter yönetimine fayda sunmaktadır. RFID uygulamaları sadece bütün montaj süreçlerindeki otomasyona katkı sağlamamakta aynı zamanda fire ve maliyetlerin düşmesine olanak sağlamaktadır.

Müşteri penceresinden durum değerlendirilmesi yapıldığında RFID kullanımı müşteriye daha iyi gelişmiş hizmet, hızlı parça temini, otomatik bakım takip

#### **4.2 Sağlık Sektöründe RFID**

Sağlık hizmetleri modern toplumlarda insan refahı ve mutluluğu için zaruri bir yapıdır. Sağlık hizmetleri organizasyonları günden güne kaynaklarının önemli bir kısmını hizmetlerini geliştirmek için kullanmaktadır. Ayrılan bu önemli kaynağın bir bölümü RFID teknolojileri için kullanılmaktadır. Son yıllarda bilgi teknolojilerinde bu gömleği RFID teknolojileri giymektedir.

RFID teknolojisi, sağlık hizmetlerine artan fonksiyonelliği, düşük maliyet, yüksek güvenilirlik ve kolay kullanım gibi yeteneklerinden dolayı önemli oranda etki etmiştir.

Cristina Turcu, çalışmasında sağlık hizmetleri sağlayıcıları arasında tıbbi hasta bilgi paylaşımında önemli ölçüde aşama kaydedildiğini fakat uzmanların hala etkili tıbbi kayıtlara ihtiyaç duyduğunu belirtmiştir ve acil servise gelen hastaların genelde bilinçlerinin kapalı, tutarsız bilgiler veren ve refakatsiz kişiler olduğunu saptamıştır. Acil servisteki doktorlara sağlanacak doğru tıbbi hasta geçmişi ölümle yaşam arasındaki farkın belirlenebileceğini belirtmiştir ve bu doğrultuda hastanelerin acil servis ve ülkenin sınırlarında RFID tabanlı sistem mimarisi ve veri modelinin etkili anlamda önemli bilgi yönetim performansı sağlayacağını savunmuştur.(Turcu, Turcu, & Popa, 2009)

Diğer taraftan RFID kullanımı hastane duran varlıklarının (tıbbi cihazlar) takibi için fonksiyonel ve kullanışlıdır.(Yao, Chu, & Li, 2010)

Tıp Enstitüsü (IOM), Amerika'daki hastanelerde tahmini 44.000 ile 98.000 arasındaki ölümlerin tıbbi hatalarla ilişkili olduğunu belirtmiştir. (Mun, Kantrowitz, Carmel, Mason, & Engels, 2007)

Sağlık hizmetleri sektöründe RFID kullanımını 4 başlık altında inceleyebiliriz;

#### **4.2.1 RFID İzleme Sistemi**

RFID tabanlı sistem ile bütün hastalar, ziyaretçiler ve çalışanların akıllı kartlara gömülü RFID çipleri ile izlenmesi sağlanabilmektedir. Böylelikle kişilerin hangi departman ve bölümlere giriş-çıkış yaptıkları, nerede bekledikleri gibi bilgiler kurulmuş olan antenler sayesinde bilgisayarın veritabanına kaydedilir. Örneğin, enfeksiyon sebebiyle tedavi olmuş hasta ilgili bölüme giriş yaptığında hangi personelin bu hastayla temasa geçeceği hızlı bir şekilde belirlenebilir. Tedavi ve ya sağlık hizmeti için hastaneye giriş yapmış bir hasta bilgisi sistem tarafından gerekli personele RFID etiketleri vasıtasıyla bildirilir. Sistem hastanın sağlık durumunu elektronik takip ekranından görebilir.

#### **4.2.2 RFID Bileklikler**

Diğer önemli RFID tabanlı sağlık hizmetleri gelişmesi ise, RFID bilekliklerdir. RFID çipi taşıyan plastik bant hastanın bileğine takılmakta olup hastanede yatan hastanın hastanede bulunduğu süre zarfında kullanılmaktadır. Hastanın ismi, doğum tarihi, cinsiyeti ve tıbbi kayıt numarası ayrıca, hastaneye bağlı laboratuvar, fatura ve eczane bilgileri şifrelenmiş olarak bant içindeki çipte tutulmaktadır.(Schwartz, 2004)

RFID bilekliklerin ön önemli avantajları, yanlış tanımlama yapılmasının önüne geçmek ve zamanında hastanın kayıt bilgilerine erişmektir.

#### **4.2.3 Derinin Altında RFID**

Sağlık endüstrisindeki tartışmalı RFID uygulaması, pirinç tanesi büyüklüğünde olan RFID çipinin hastanın kolunun içine nakledilmesidir. Her çip benzersiz doğrulama numarası içermekte ve hastaya nakledildiğinde hastane veri tabanına bağlanmaktadır. Hastanelerin özelleştirilmiş RFID okuyucuları ile tarama ve çipteki bilgiye erişim sağlanmaktadır.

Güvenlik ve mahremiyet sebepleri ile, hastanın bilgisine erişen kişiler kontrol edilmektedirler. Günümüzde bu tür uygulamalar özellikle alzheimer, şeker ve diğer kronik rahatsızlıkları olan hastalarda kullanılmaktadır.

#### **4.2.4 Hasta Yönetim Sistemi**

Çeşitli bilgi sistemlerinden veri toplayarak gerçek-zamanlı veriyi, ekranda hastanenin kat planlarında göstererek sağlayan sistemdir. Tekil hastaları temsil eden ikonlar kat planlarında mevcuttur. Bu ikonlara tıklayarak, tıbbi çalışanlar hastanın medikal geçmişine, demografik verilerine, güncel durumlarına veya planlanmış bir operasyon gözüküyorsa bu operasyona erişebilmektedir. (Banks, Hanny, & Pachano, 2007)



Hastanelerde RFID Uygulamaları ve Faydaları  
Wasserman, E., 2007b. A Healthy ROI, RFID Journal, 4, 21-27.

Uygulama	Faydalar	İş Akışı
Hastanelerde tıbbi malzeme ve cihazların gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve konumunun belirlenmesi	Demirbaşların bulunmasında zaman kazanımı ve atıl sürelerin azalması, kullanım verimliliğinin artması, envanter seviyesinde azalma	Cihazlar için otomatik rota belirleme, otomatik sinyaller, uyarılar oluşturma. Demirbaşların hareketinde, ilgili süreçlerin otomatik olarak tetiklenmesi
Hastaların hastane içindeki konumlarının belirlenmesi, tıbbi durumlarının izlenmesi	Hastalara hızlı ve kaliteli hizmet verilmesi, hastane görevlileri açısından işlem sürelerinin kısalması	Hasta tanımlama, tedavi ve cerrahi operasyon bilgilerinin elektronik ortamda izlenmesi
İlaç envanter izleme ve tarihçe oluşturma	-Güvenlik seviyesinin artması ve sahteciliğin engellenmesi -Hastanelerde klinik vakalara hızlı cevap verebilme yeteneği	Otomatik hızlı veri elde etme ve ürün tarihesinin doğrulanması
Kan ürünleri yönetimi	Güvenlik ve klinik vakalara hızlı cevap verebilme yeteneği	Otomatik hızlı veri elde etme ve ürün tarihesinin doğrulanması

Şekil 4. 3Hastanelerde RFID uygulamaları ve faydaları tablosu

(Wasserman, 2007)

### 4.3 Hayvancılık Sektöründe RFID

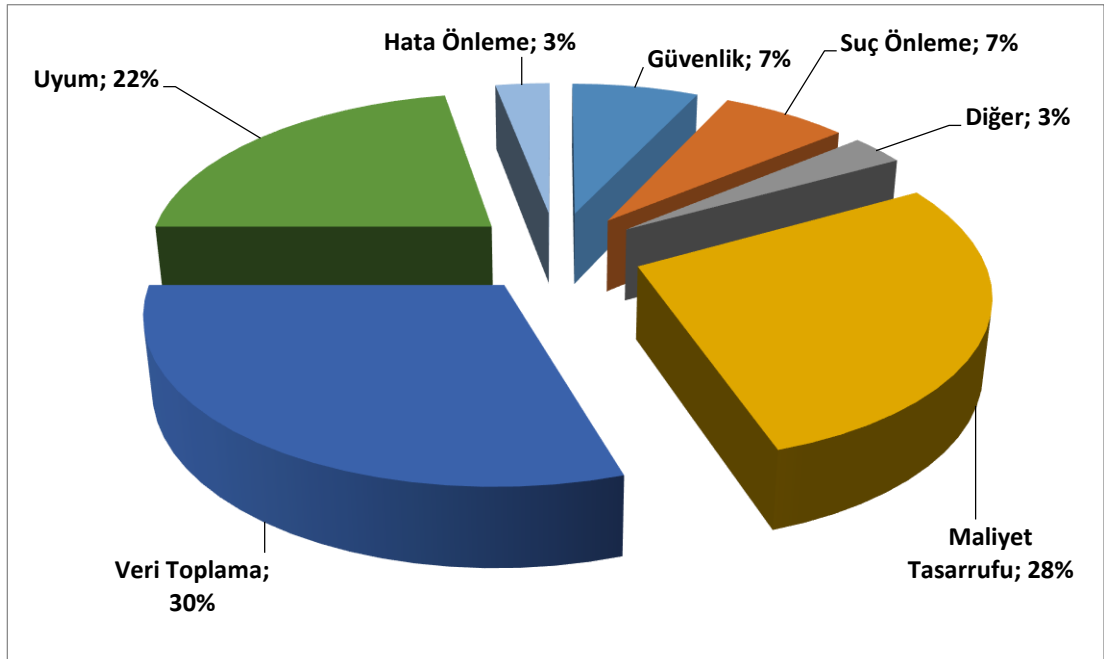
Geleneksel hayvancılık nesiller boyu bu sektörün içinde bulunan çiftlik sahiplerine dayanmaktadır. Besi hayvanlarını yetiştirir, takibini yapar ve ticaretini yaparak döngüyü tamamlar. Son yıllarda tüketicilerde artan sağlık bilinciyle tüketici satın aldığı etin kalitesi ve bilgisine erişme talebinde bulunmaktadır. Bu da üreticiyi tetikleyerek bu sektör için ürünlerin takibini ve izlenmesini zorunlu kılmıştır.

Bu sektördeki üretim zincirindeki unsurlar arasında koordinasyon (özellikle sığır eti üretiminde) eksikliği bulunmaktadır. Bu eksiklikleri ortadan kaldırmak

için, hizmet kalitesini geliştirmek, operasyonların maliyetlerini azaltmak, paydaşlar arasında daha iyi koordinasyon sağlamak, değişen müşteri tercihlerine hızlı bir şekilde cevap vermek ve belki de en önemlisi pazarda rekabetçi olabilmek için RFID teknolojisi kullanımı gerekmektedir.

Bir reçber düşünün her bir hayvanı saymak yerine akıllı telefonundan hepsinin sayısına sağlıklı bir şekilde ulaşsın. Bu RFID teknolojisi sayesinde mümkün olmaktadır.

Hayvanların kulaklarına yerleştirilmiş olan RFID etiketi, hayvanlar hakkında daha fazla bilgi depolamaya olanak sağlamaktadır. Hayvanların soy ve şeceresi, doğum tarihleri, aşı kayıt bilgileri hatta ısı derecesi profillerine bile ulaşılabilir. RFID okuyucuları ve antenleri belli bir mesafeden kulağa yerleştirilen etiketi okumakta kablosuz ağ bağlantısı ile bu bilgiler bilgisayara, kişisel dijital yardımcısına ya da telefona iletilir.



Şekil 4. 4Besi hayvancılığı için RFID' nin faydaları

(<http://www.printedelectronicworld.com/articles/434/food-and-livestock-rfid-where-why-what-next>))

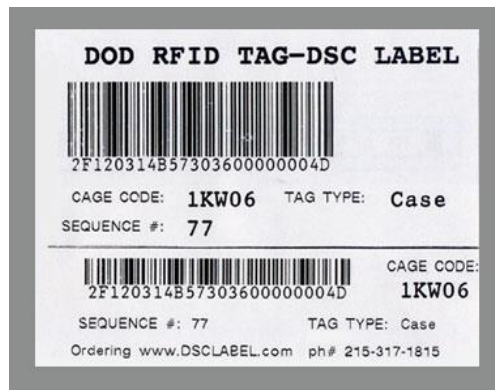
RFID etiketleri ile hayvanları etiketlemek gittikçe yaygınlaşmakta ve birçok farklı ülkede hükümetler elektronik besi hayvanı takibini arttırmaktadır. 2006 yılında 70 milyonun üzerinde besi hayvanı etiketlenmiştir. 2005 yılında Kanada Hükümeti, 1.8 milyon Kanada Doları fonunu Kanada RFID fonuna vermiştir. 2009 yılında besi hayvanı etiketlenmesi zorunlu hale getirilmiştir. (Monyatsiwa, Ferguson, & Phumaphi, 2013) Aynı şekilde kırsal kesimi %100 çiftçiliğe ve hayvancılığa bağımlı olan Bostvana' da, hükümet besi hayvancılığını garanti altına almak için toplanan verilerin elektronik olarak kırsal bölgelerden merkezi veri üssüne gönderilmesini zorunlu kılmıştır.

Bostvana, hayvanlar için bilgisayar tabanlı tekil hayvan tanımlama sistemini başlatmıştır. (LITS) live stock identification trace-back system.

#### 4.4 Savunma Sanayi ve Askeriyede RFID

Modern savaşlar, askeri lojistik için daha fazla gereksinimleri doğuran askeri materyal tüketiminin daha fazla olduğu tipik savaşlardır. Askeri güvenlik zorluğu ve gücünün gözle görülür bir şekilde artmasıyla askeri lojistik savaş etkisine çok daha önem kazandırmıştır. 1. Dünya Savaşında bir tek asker ortalama 6 kg materyal harcarken, Irak Savaş'ında bu rakam 500 kg' a çıkmıştır. Geçen 80 yılda yaklaşık olarak tüketim miktarı yüz kat artmıştır. Bu sonuçta bize gösteriyor ki, günümüzün modern savaşları geniş alanlarda güvenliği destekleme mücadelesidir.(Chen, 2014)

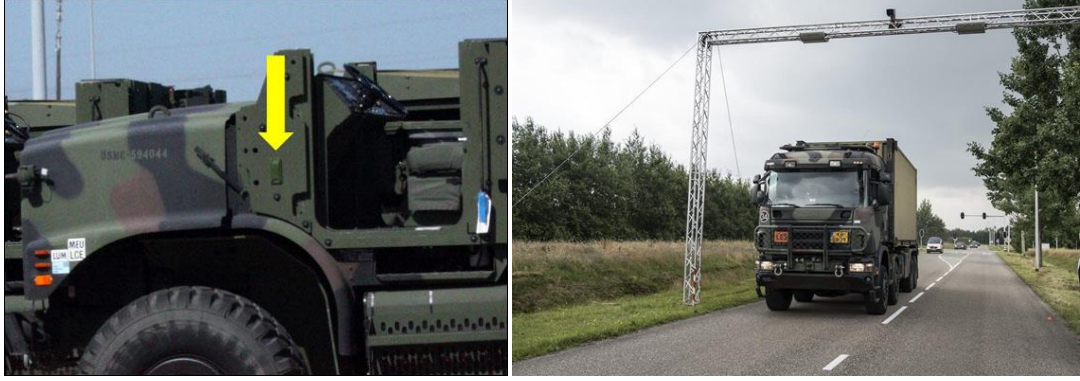
ABD Ordusu 1991 yılındaki Körfez Savaşı'nda Suudi Arabistan'a yaklaşık 48.000 konteynır göndermesine rağmen 28.000 tanesi belirsiz işaretler, etkin olmayan sevkiyatlar nedeniyle açılabilmiş, kaydedilmiş ve tekrardan paketlenmiştir. Savaştan sonra, yaklaşık 8.000 konteynır hala açılmadığı belirtilmiş ve sonradan Amerikan Savunma Bakanlığına göre eğer RFID tekniği materyal desteğinde kullanılsaydı yaklaşık 2 milyar dolar kaybın önüne geçilebilirdi.(Haibo, 2009) Amerikan Savunma Bakanlığı özellikle 1. Körfez Savaşının ardından lojistik süreçlerin iyileştirilmesi için çalışmalara başlamıştır. Ana dağıtım merkezleri ve birimler arasında, palet seviyesindeki taşımalarda aktif RFID sistemlerini kullanmaya başlamıştır. 2 Ekim 2003 tarihinde 23.000'in üzerinde tedarikçi için RFID uygulamasına ve tekil tanımlama sistemine geçiş kararı alınmıştır. Şubat 2005 tarihinden itibaren palet, kutu ve bazı ürünler için pasif RFID uygulamasına geçilmiştir. Öncelik, değeri yüksek malzemelere verilmiş, görünürlüğün artması ile güvenlik stoklarında azalma sağlanmıştır.(Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)



Şekil 4. 5DoD RFID etiketi(<http://www.dsclabel.com/>)

Önem derecesi yüksek olan askeri teçhizatların RFID ile izlenmesi ile görünürlüğün ve izlenebilirliğin seviyesi artırmış ve emniyet stoklarına bağımlılık azalmıştır. Diğer taraftan ordunun konuşlanmış olduğu bazı bölgelerde, çevresel koşulların zorluğundan dolayı pasif RFID etiketler olumsuz

olarak durumdan etkilenmiş fakat diğer tanımla sistemleri ile RFID sistemi desteklenmeye çalışılmıştır.



**Şekil 4. 6**Askeri araca entegre edilmiş pasif RFID etiket(<http://www.rfidjournal.com/articles/view?7693>)

**Şekil 4. 7**Askeri RFID kapısı(<http://www.rfidworld.ca/military-vehicle-field-trial-reveals-effectiveness-of-rfid-technology-for-vehicle-identification/2583>)

Bilindiği üzere günümüzde çoğu ülkenin orduları RFID teknolojisini birçok farklı alanda etkin olarak kullanmaktadır. Özellikle bir yerden bir yere taşınmakta olan malzemelerin görünürlüğünün ve takibinin yapılmasında kullanılan RFID' nin kullanımının ordu içinde sağladığı avantajlar olsa da ve özellikle RFID' ye karşı yapılan saldırılar ve neticesinde savunmasız olması RFID' nin dezavantajını da ortaya koymaktadır. Bu durum, RFID sistemlerinin birçok alanda kullanımı konusunda büyük bir soru işaretini de beraberinde getirmektedir. Fakat aynı zamanda günümüzde yapılan çalışmalar ile RFID sisteminin altında yatan güvenlik açıkları incelenmekte RFID sistemine karşı yapılabilecek farklı saldırılar gösterilmiş ve saldırılara karşı önlemler alınması önerilmiştir.(Xiao, Boulet, & Gibbons, 2007) Askeri Tedarik Zincirinde RFID Güvenlik meselesi makalesinde, RFID teknolojisinin askeri tedarik zincirine entegre edilmesiyle, malzeme paletlerini bulma süresini azaltma ve bir operasyonel görev alanına geçişte malzeme kaybetme riskini azaltmaktan bahsetmiştir. Bir askeri tedarik zinciri ile sivil tedarik zinciri arasındaki en büyük fark, malzemelerin dağıtımını bozmak isteyen düşmanlar ve sempatanların güvenlik riskleri oluşturması olduğundan bahsetmiş ve bu sebeple birçok saldırı yöntemini (gizli dinleme, sahte e-posta, virüs, vb...) açıklayarak ve oluşabilecek tehditleri ve tedbir yöntemlerini sunmuşlardır.(Xiao, Boulet, & Gibbons, 2007)

Genel açıdan bakacak olursak, RFID teknolojisinin askeri lojistiğe sağlamış olduğu yararları;

- Birimlerin doğru bir şekilde ve zamanda sevkinin gerçekleşmesi,
- Bilgi güvenilirliğinin sağlanması,
- Planlanan operasyonların etkin bir şekilde yürütülmesi,
- Askeriye içinde bulunan stokların gerçek zamanlı olarak izlenebilmesi,

- Emniyet stok seviyelerinde azalma olarak söyleyebiliriz.

Diğer taraftan önümüzdeki yıllarda çokça tartışma konusu olacak bir diğer konu RFID çiplerinin askerlere nakledilmesidir. Bu konuda elde edilebilecek faydalar ve risklerin söz konusu belirtilmektedir. Askeri personele yönelik potansiyel faydalar potansiyel risklerden daha fazla önem kazanabilir. Özellikle boyna takılan “köpek etiketlerine” ihtiyaç duymadan askeri personeli belirleme özelliği faydalı olabilir. (Nicholls, 2017)

#### 4.5 Perakende Sektöründe RFID

Küresel tedarik zincirlerinin gittikçe artan karmaşıklığı ve gittikçe artan rekabet koşulları nedeniyle, şirketlerin maliyetleri düşürmek, süreç verimliliğini arttırmak ve başarılı olmak için tedarik zinciri esnekliğini arttırmak zorundadır. Bu koşullar özellikle, sürekli müşteri ihtiyaçlarının değişmesiyle farklı zorlukların ortaya çıktığı perakende sektöründeki aktörler için geçerlidir. Bu zorluklarla başa çıkabilmenin bir yolu, süreçlerin verimliliğini arttırmayı ve maliyetleri düşürmeyi ve aynı zamanda gelirleri arttırmayı sağlayan RFID teknolojisidir.

Perakende sektörü, RFID teknolojisinin yaygınlaşması açısından çok önemli bir yere sahiptir. Özellikle Wal-Mart, Metro ve Tesco gibi büyük zincirlerin tedarikçilerine uyguladıkları yaptırım kararları ve yürütülen projeler RFID pazarının gelişmesini büyük ölçüde etkilemektedir.(Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)Perakende sektöründe RFID kullanımının sağlayacağı potansiyel faydaları belirtecek olursak;

- Tedarikçiden temin edilen perakende ürünün izlenmesi,
- RFID etiketli ürünün ödeme yapılmadan bulunan alandan çıkarılamaması ve gerçek zamanlı güvenlik uyarının yapılması,
- Hırsızlığın önlenmesi ile verilen fire oranının maliyetlere yansıtılmasının azalması ve fiyat anlamında daha rekabetçi olabilme avantajı,
- Karışmış paletlerin otomatik olarak tanımlanması,
- İşçilerin daha etkili ve verimli kullanılması ve bunun getirmiş olduğu maliyetlerde düşüş,
- Akıllı raf sistemi ile etiketlenmiş ürünlerin raflarda gerçek zamanlı izlenebilme olanağının sağlanması,
- Ürünün yeniden, doğru miktarlarda tekrar tedarikinin sağlanması,
- Gerçek zamanlı verilerin sistemde toplanmasıyla, ürünlerin öngörü tahminlerinin daha iyi yapılmasının sağlanması.

AT. Kearney tarafından perakendecilik sektörü ile ilgili hazırlanan bir raporda, RFID teknolojisinin kullanımı ile depolama maliyetlerinin %10, işçilik maliyetlerinin %7.5 oranında düşeceği ifade edilmektedir. SAP 2003 raporunda perakendeci depolarında mal kabul maliyetlerinde %20-30, toplama maliyetlerinde %40-50 azalma olacağı belirtilmektedir.(Hau & Özalp, 2007)



Şekil 4. 8Perakende sektöründe RFID okuyucu(<http://www.rfid24-7.com/wp-content/uploads/2013/04/Screen-Shot-2013-04-24-at-10.09.38-AM.png>)

ABD’de yapılan bir çalışmada, perakende sektöründe kaçak ve stok kayıpları, hırsızlık, toplam cironun %4-5 kısmına tekabül ettiği ve bunun yaklaşık olarak 30 milyar dolarlık bir zarara yol açtığını belirtmektedir. Perakende sektörün stokta bulunmama durumu, dünya genelinde gelirin %8.3’ ü kadar bir kayıp oluşturmaktadır.(Poirier & McCollum, 2006)

#### 4.6 Taşımacılık Sektöründe RFID

Tedarik zincirindeki en önemli aktörlerden biri de taşımacılıktır. Doğru miktarda, istenilen maliyette, belirtilen adrese ve doğru zamanda ürünlerin bir yerden diğer bir yere pürüzsüz akış ile nakledilmesi taşımacılıkta istenen durumdur. Müşteriler sipariş ettikleri ürünleri için daha fazla talepte bulunmakta ve bu da taşımacılık sektöründe bulunan firmalar için sürekli bir gelişim anlamına gelmektedir. Müşterilerin özellikle önem verdiği durum gerçek zamanlı olarak ürünlerini izleyebilmektir ve bu konuda RFID teknolojisinin rolü büyüktür. RFID teknolojisi, GPS ve sensör teknolojileri ile birlikte kullanıldığında, izleme saha kısıtı taşımadığı gibi çevresel koşullar değişimi de ürünün hareketi ile birlikte takip edilmektedir.(Üstündağ, RFID ve Tedarik Zinciri, 2008)

(Gautam, Singh, & Karthik, 2017)meyve tedarik zincirinde en önemli konulardan birinin izlenebilirlik olduğunu “RFID kullanarak izlenebilirlik ve kivi meyvesi tedarik zincirindeki formülasyonu” adlı makalesinde RFID teknolojisini kullanarak izlenebilirliğin kivi meyvesi tedarik zincirindeki etkisini araştırmışlardır. Çok-amaçlı tamsayı doğrusal olmayan programlama modeli ile, lojistik maliyetlerini ve RFID etiketlerinin uygulama maliyetlerini ve bozulma olma durumunda sorumluluk maliyetlerini minimize eden toplam maliyet minimizasyonu modeli yapmışlardır.

RFID’ nin taşımacılıkta kullanılmasıyla sağlanabilecek faydalar;

- Konteynır, palet ve tırların kimliklendirilmesi
- Araçların takibi

- Havaalanında bavulların ya da sevkیاتların sıralanması ve desteklenmesi
- Tıbbi malzemelerin izlenmesi gibi...

## 5. LİTERATÜR ÖZETİ

(Özmen & Birgün, 2011) Tarafından yapılan çalışmada, teknolojik gelişmelerin yakından takip Hava Kuvvetleri Komutanlığı (HvKK) ikmal sisteminin mevcut durumu göz önüne alınarak, bir RFID sistemi seçimi esnasında, en uygun RFID sistemini seçmek amacıyla bir model oluşturulmuş ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak sistem özellikleri, yatırım kriterleri ve tedarikçi kriterleri göz önünde bulundurularak bir uygulama yapılmıştır.

(Chow, 2007), tarafından yapılan çalışmada, depo operasyonları için kaynak yönetimi sistemi vakası odaklı bir RFID tasarımı ele alınmış, tasarımda kullanıcıların en uygun kaynak kullanım paketinin seçilmesi için yardımcı olabilecek ve aynı zamanda, zaman kazancı ve maliyet etkili tutum sergileyecek RFID odaklı bir kaynak yönetim sistemi sunulmuştur.

(Erkan & Can, 2014) Çalışmalarında, depo yönetiminde barkod ve RFID kullanılarak elde edilen faydadan bahsetmiş, Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Fuzzy AHP yöntemlerini kullanarak barkod ve RFID sistemleri arasından depo veri toplama sistemi için uygun olan sistem seçimini yapmışlardır. Kararları etkileyen kriterleri ise: maliyet, fonksiyonellik, sürdürülebilirlik ve performans olarak belirlemişlerdir.

(Cebeci & Kılınc, 2007)Çalışmalarında, AHP metodunu kullanarak cam endüstrisinde faaliyet gösteren bir firmanın RFID sistem seçimi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmalarında, birçok RFID uygulaması olmasına karşın bu teknolojik yatırım adaptasyon ve yüksek maliyet risklerinden dolayı kritik olarak görülmüş bundan dolayı çok kriterli karar destek yaklaşımı kullanılarak en uygun RFID sisteminin seçimi yapılmıştır.

Kazım S çalışmasında, kapsamlı bir çerçeve oluşturarak, iş dünyasındaki yöneticilere yardımcı olmak amacıyla, etkili bir şekilde RFID çözüm sağlayıcılarını değerlendirmiş ve ardından en uygun olanını seçmiştir. Seçilen yöntem bilim yeni hibrid fuzzy çok kriterli karar verme problemidir ve önerilen karar modeli fuzzy AHP ve TOPSİS ile Monte Carlo Simulasyonu tabanlıdır. Oluşturulan çerçeve tabanlı nicel yöntem bilime en uygun RFID çözüm sağlayıcısı bulunmuştur.

(Oranlı, 2007) Tarafından yapılan çalışmada bankacılık sektöründe bir araştırma yapılmış, para nakil işlemlerinde, bu teknolojiyi uygulama kararı, bulanık analitik hiyerarşi yöntemi ile değerlendirilmiştir. Çalışmada, firma yetkililerinin anket sorularına verdiği cevaplar sonucunda, RFT teknolojisinin para nakil operasyonuna uygulanması kararına varılmıştır.



(Chang & Chen, 2010) Çalışmasında, RFID yatırımlarının sadece birkaç endüstri dalında başarılı bir şekilde uygulandığı Tayvan'da, bütün uygulamada önemli etkisi olan prensip faktörlerini keşfetmek, faktörler arası etki ve sebep ilişkilerini bulmaya çalışmışlardır. AHP yöntemini kullanarak, ikili karşılaştırmalar yapılmış ve faktörlerin öz vektörlerini hiyerarşik olarak elde etmek için faktörler arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Ayrıca, DEMATEL metodundan faydalanarak her kriterdeki sebep ve etkiyi incelemiş, sonuçlar referans olarak kurumlar için kullanılmış ve araç olarak RFID, kurumların rekabetçiliklerini geliştirmeleri için kurumlara tanıtılmıştır.

(Javidian & Beheshti, 2011) Çalışmalarında ise, çok kriterli karar verme metodunu kullanarak sağlık sektöründeki RFID faktörlerinin önceliklendirmesinin belirlenmesini amaçlamışlar, çalışma sonuçları, veri ve bilgi toplamanın geliştirilmesine yönelik RFID sistemlerini ölçmek ve geliştirmek için yöneticilere faydalı bilgiler sağlanmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, Yazd kamu hastaneleri ve özel hastaneler arasında bu alanda doktor ve hemşirelerin algıları ve beklentileri arasında bir boşluk olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

(Dağdeviren & Eren, Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Proglamlama Yöntemlerinin Kullanılması, 2001) tarafından yapılan çalışmada, AHP ve 0-1 Hedef Programlama tekniklerinin genel yapısı anlatılmış ve her iki metodun bir arada kullanılmasının etkinliği de tartışılmıştır. Model çözümüyle, her iki yöntemin değişik sonuçlar verdiği görüşülmüştür. Uygulamada dikkat edilmesi gereken en önemli faktörler hedefin ve kriterlerin uzman kişiler tarafından belirlenmesi ve tutarlı ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasıdır.

(Sounderpandian & Boppana, 2007) İse, oluşturdukları modelde; uygulama, etiket okuyucu, iletişim ağı ve diğer altyapı maliyetlerini göz önünde bulundurarak maliyet-fayda ilişkisi altında perakende sektöründe RFID uygulamalarını analiz etmişlerdir.

(Mehrjerdi, 2014)Çalışmada, gri tabanlı teoriyi kullanarak; insan yargıları ve tercihlerinde var olan faydalanılan bilgi ve bulanık görüntüleri kavramayı amaçlamıştır. Gri teorisinin tatmin edici sonuçlar üretebileceği ve böylelikle alternatif yaklaşımlar ve yeni metotların geliştirilmesi için teşvik edici olduğunu savunmuştur. Bulanık gri ve bulanık çevre için birden fazla karar verici kullanarak karar verme için çok kullanışlı bir kaynaktır. Çalışmada, 12 öz nitelik ve 7 alternatiften oluşan sistem seçimi üzerine bir vaka incelemesi hazırlanmış ve önerilen yöntemle çözülmüş, elde edilen sonuçlar QSPM, TOPSIS ve SAW yaklaşımlarından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

(Fu, Chang, Lin, & Du, 2012)Çalışmasının amacı, Tayvan'daki lojistik endüstrisindeki RFID adaptasyonunu doğru bir şekilde sağlayabilmek için objektif anahtar faktörlerini tanımlamaya çalışmak olmuştur. Üç katmanlı hiyerarşik tablo düzenlenerek, literatürden seçilen faktörler belirlenmiş bulanık AHP her faktörün ağırlığını belirlemek için kullanılmış ardından VİKOR yöntemi

anahtar faktörlerin belirlenmesinde kullanılmıştır. On sekiz faktörden dokuz tanesi tanımlanmış olup, toplam birikmiş ağırlıkları %64,68 olarak bulunmuştur ve bunlardan sadece dört tanesi anahtar faktör olarak bulgular arasında yer almıştır. (müşteri talepleri, gerçek-zamanlı bilgi paylaşımı, tam teslimat ve operasyonel hataların azaltılması)

(Mohammed & Wang, 2017)İse, süpermarketlerden satın aldığımız et ürünlerinin güvenliğini, kalitesini izlemek için önerilen RFID tabanlı et tedarik zinciri araştırmışlardır. Çalışmalarının amacı, maliyet-etkin ticari kararları belirlemektir. Üç kıstasa dayalı olarak bu model geliştirilmiş ve bu hedefler; müşteri tarafından talep edilen ürün miktarı müşteri tatmin yüzdesi, toplam uygulama maliyeti ve et ürünlerinin sayısındaki ürün kalitesi olarak belirlenmiştir. Göz önünde bulundurulan kıstaslar uygulanmış ve geliştirilen modele dayalı olarak Pareto çözümleri elde etmek için dört çözüm yaklaşımı kullanılmıştır.

(Wu, Sun, & Chan, 2013)Araştırmalarında, Tayvan Şeker Şirketlerini deneysel vaka olarak, çok-kriterli karar verme metodunu tanıtmışlardır. Değiştirilmiş Delphi Metodu (MDM) ve AHP kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir. MDM, değerlendirme kriterlerini seçmek için kullanılmış, çok kriterli karar verme aracı AHP ise, mesleki değerlendirmede kullanılmıştır. Deneysel sonuç olarak, bu iş kolunda RFID' nin adapte edilmesi için beş boyut ve yirmi bir değerlendirme kriteri uygun görülmüştür. Çalışmada 8 ayrı kısım seçilen kollardan "Hipermarket İş Kolu" öncelikli olarak RFID teknolojisinin adapte edilmesi gereken alan olarak belirlenmiştir.

(Chuu, 2014)Çalışmasında, tedarik zinciri rekabet gücünü arttırmak için RFID teknolojisinin seçiminin önemini belirtmiştir. Çalışmanın amacı olarak, tedarik zinciri RFID teknolojisinin uygunluğunu değerlendirmek için bulanık çoklu nitelik analizini kullanarak bir karar verme modeli geliştirmiştir. Önerilen yöntem çoklu bilgi kaynakları ile grup karar verme problemiyle hem dilsel hem de sayısal ölçek kullanılarak uygulama eğilimindedir. Önerilen sistemle RFID teknoloji seçimi kolaylaştırılmaya çalışılmıştır.

(Wang, Wang, & Yang)Çalışmasında, RFID teknolojisinin tedarik zinciri görünürlüğünü ve süreç verimliliğini artırma potansiyeline sahip teknolojik yenilik olarak belirtmiştir. Araştırmada dokuz değişken (nispi avantaj, üst yönetim desteği, firma büyüklüğü, teknoloji yeterliliği, uyumluluk, karmaşıklık, bilgi yoğunluğu, rekabet baskısı ve ticari ortak baskısı) RFID' nin adapte edilmesini öngörmeye yardımcı olmak için önerilmiştir. 133 üreticiden toplanan veriler, lojistik regresyonu kullanılarak önerilen araştırma modeline karşı test edilmiştir. TOE teorik çerçevesi tabanlı bu çalışma incelenen dokuz bağlamsal faktörün etkileri ise, dört ayrı kategoride açıklanmıştır RFID' nin benimsenmesinde belirleyici olan özellikleri; bilgi yoğunluğu, karmaşıklık, uyumluluk, firma boyutu, rekabet baskısı, ticari ortak baskısı olarak bulmuşlardır.

(Ngai, Chou, Poon, & Chan, 2012)Çalışmalarında ise, üretim süreçlerini iyileştirmek isteyen firmaların RFID teknolojisine yöneldiğini belirtmişlerdir. Çin'deki giyim sektöründe RFID-tabanlı üretim süreç yönetim sisteminin gelişimini keşfetmek için kullanılmış ve sonuçlar göstermiştir ki, RFID' nin benimsenmesi itme ve çekme faktörleri etkilemektedir. İtme faktörleri; nispi avantaj, uyumluluk, karmaşıklık, genişletilebilirlik ve teknolojinin maliyeti olmaktadır oysaki ihtiyaç çekme faktörleri rakip ve müşteri baskısıdır. Çalışmada başarılı bir uygulama yapılabilmesi için 8 kistas tanımlanmış; satıcı seçimi, örgütsel motivasyon, maliyet-fayda analizi, üst yönetim desteği, kullanıcı katılım düzeyi, ilerleme denetiminin kapsamı, personel yetkinliği ve eğitimi, politika, yapı ve işletim süreci uyumluluğu. Böyle bir sistemin şirketin üretim hattındaki görünürlüğünün, etkililiğinin ve verimliliğine katkı sağlayacağı belirtilmiştir.

(Tsai & Tang, 2012) Çalışmalarında, RFID' nin adaptasyonu ile lojistik hizmet firmalarının operasyonel performanslarının nasıl etkileneceğini araştırmışlardır. Organizasyonlar arası bilgi sistemleri tabanlı bir RFID adaptasyon modeli entegre edilmiş, Tayvan'da beş yüz lojistik hizmet firması arasında yapılan bu deneysel araştırmada bilgi teknolojisi ve organizasyonlar arası bilgi sistemleri kullanımı, sosyal destek, güç yapısı, örgütsel hazırlık, prosedürel esneklik ve üst yönetim desteği arasındaki ilişkilerin modeli geliştirilmiştir. Toplamda 131 kabul edilmiş gözlem analizi yapısal eşitlik modellemesi ve kısmi en küçük kareler regresyonu (PLS Graphs 3.0) ile yapılmış, RFID' nin adaptasyonu ile birlikte operasyon performanslarının arttığı gözlemlenmiştir.

(Cui, Liu, Zhang, & Xu, 2017) çalışmalarında ise, envanter bilgi hataları, tedarik zinciri operasyonlarındaki envanter kaybının tedarik zincirinde yaşanan ana sebeplerden biri olduğunu vurgulamışlardır. Tedarik zincirindeki paydaşlar arasındaki işbirliğini güçlendirmek, envanter hatalarını düşürmek için şirketlerin modern takip sistemlerine yöneldikleri ve bu sebepten, tedarik zincirindeki bir perakende ve iki tedarikçiyi kapsayan bir çalışma yapılarak RFID ile envanter hatalarının düşürülmesi hedeflenmiştir. Araştırmanın sonucunda, RFID' nin yalnızca envanter hatalarını etkilemediği, ayrıca farklı tedarikçilerden sipariş miktarlarını da etkilediği görülmüştür. RFID kullanımının TZ koordinasyonunu da etkilemesi beklenmektedir.

(Fan & Chang, 2014)makalesinde, envanter fire sayısının bir çok endüstride yaygın bir durum olduğunu belirtmiş ve RFID' nin bu yanlışlık konusunda firmalar tarafından çözüm olarak görüldüğünü ve firmaların tedarikçilerini bu teknolojiyi benimsemeleri konusunda zorladıklarından bahsetmiştir. Çalışma, fire sayısı probleminden kaynaklanan envanter hatalarına maruz kalan bir perakendecinin durumunu ele almıştır. RFID' nin yayılımının sağlanmasıyla envanter fire sayısının nasıl düşürüleceği uygulanmaya çalışılmıştır. Envanter fire sayısı problemini problemi için iki ayrı senaryo üzerinde çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda, firmanın RFID yayılımının yapıp yapılmadığına, mevcut

sipariş oranına ve RFID okuma oranının iyileştirilmesine bağlı olduğunu göstermektedir.

## 6. UYGULAMA

### 6.1 Şirket Tanıtımı

Uygulama dünyanın önde gelen yan sanayi kuruluşlarından biri olan Bosch Sanayi ve Ticaret A.Ş Bursa Organize Sanayi Bölgesinde üç farklı lokasyonu olan firmanın torna hücrelerinin olduğu alanda gerçekleşmiştir. 1910 yılında Türkiye’de açılan bir temsilcilikle faaliyetine başlayan Bosch Grubu, ilk fabrikasını 1972 yılında Bursa’da kurmuştur. Bosch Türkiye, otomotiv teknolojileri, enerji ve bina teknolojileri, sanayi teknolojileri ile dayanıklı tüketim malları alanlarında faaliyet göstermektedir. Otomotiv sektörü enjektör üretimi bünyesinde yaklaşık 7.500 çalışanı bulunan firma dizel ve benzinli sistemler için yakıt enjektörü üretiminde bulunmaktadır.

Uygulama bölümünde, öncelikle şirket içinde serbestisi verilen RFID teknolojilerinden şirket gereksinimlerine uygun sistemin AHP yöntemi ile seçimi ve nasıl belirlendiği teorik bilgiyle anlatılmış ardından, RFID sistemlerinde konusunda uzman çalışanlarla Analitik Hiyerarşi Prosesinde kullanılacak kriterler titizlikle belirlenmiş ve ardından çalışma sonuçlarına ulaşılmıştır.

Daha sonradan şirketin daha önceden kullanmış olduğu RFID cihazları tekrardan aktive edilerek belirlenen torna hücrelerinde RFID teknolojisinin etkin kullanılıp kullanılmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır ve sonuçları verilmiştir.

Yapılan bu çalışma ile RFID teknolojisinin firma için yarattığı kazanç alanlarını göstermek ve ilerleyen süreçlerde sistemi iyileştirmek için yapılabilecek çalışmalara değinilmiştir.

Çalışmada asıl ulaşılmak istenen hedefler; şeffaflık ve izlenebilirlik, sistemsal ve fiziki stok arasında oluşan farkların önlenmesi ve bunun yol açtığı acil sevkiyatlara müdahale edilerek acil sevkiyat maliyetlerinin bertaraf edilmesidir.

Bunun için öncelikli olarak daha önceden belirlenmiş torna hücrelerinde ve tek bir referansta bu çalışma yürütülmüştür. Daha sonradan diğer A tipi enjektörlerde bu çalışmanın devam ettirilmesi hedeflenmiştir. Yapılan bir aylık gözlemlerde zamanında üretilen parçaların teyitleri doğru bir şekilde sisteme aktarılacak hataların önüne geçilmiştir. Bir ay boyunca yapılan gözlemlerde verilen teyitlerin sıklıkları ve sisteme nasıl aktarıldıkları sistemden rapor halinde çekilip analiz edilmiştir.

Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi, belirlenen F00V.C00.132 parçası için nisan ayı boyunca 1059 teyit verilmiş ve sadece 28 teyit üretim hattındaki operatörler tarafından verilmiştir. Nisan ayı boyunca sisteme kaydedilen verilerin %99,97’ lik çok büyük bir kısmı E-kanban ile verilmiştir.

Diğer taraftan RFID sistemlerinin kullanımında karşılaşılabilecek bazı olumsuz durumları gözlemek için aşağıdaki tablodan faydalanılmış, günün her saatinde e-kanban ile verilen teyitlerin tekrarları Microsoft Excel' de analiz edilerek sürekli tekrar eden okutmalar tespit edilmiş, sistemin operatörler tarafından etkin olarak ve doğru şekilde kullanıldığı anlaşılmıştır.

Günümüzde işletmelerin faaliyetlerine teknolojiden uzak bir şekilde devam etmesi düşünülememektedir. Özellikle, 4. Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) ile birlikte akıllı teknolojiler fabrikalarda büyük rol oynamaya başlamıştır. Endüstri 4.0' in parçalarından biri olan RFID teknolojileri, bugün birçok sektör tarafından çeşitli alanlarda kullanılmakta ve bu konuda geniş çapta araştırmalar yapılarak, bu teknolojilerin daha da gelişmesine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, teknolojinin yönetimi de şirketler açısından önem kazanmaya başlamıştır. Yanlış teknoloji yatırımları çoğu zaman şirketler için kayıp olabilmektedir. Bu bağlamda, teknolojik gelişmelerin yakından takip edildiği ve uygulandığı otomobil sektörünün öncü yan sanayi kuruluşlarından biri olan Bosch Sanayi ve Ticaret A.Ş' de en uygun RFID sistemini seçmek amacıyla önemli olarak belirlenen kriterlerle hiyerarşik bir model kurulmuş ve bu model üzerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

## 6.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi çok kriterli karar vermede kullanılan, 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen önemli tekniklerden birisidir.(Erkan & Can, 2014)

Karmaşık yapıda olan problemler AHP metodu ile hiyerarşik yapıya dönüştürülerek daha basit, kullanışlı ve anlamlı hale getirilmektedir. Aynı zamanda AHP yönteminin nicel ve nitel kriterleri dikkate alması, çok kriterli karar verme problemlerinde kullanılmasının başlıca tercih sebeplerinden birisidir.

AHP üç temel prensibe dayanmaktadır; yapısal olmayan karışık problemlerin incelenmesi, problem parçalarının karşılaştırmalı olarak birbiriyle muhakemesi ve hükümlerden türetilen önceliklerin sentezlenmesi.(Saaty, 2001)AHP yönteminde problemlerin tanımlanması ilk basamağı oluşturmaktadır. Problemin tanımlanmasını takiben, problem, AHP yöntemi kullanılarak her düzeyi belirli kriterden oluşan bir hiyerarşik yapıya dönüştürülmektedir. İkili karşılaştırmalar AHP' nin yapı taşlarını oluşturmaktadır. İkili karşılaştırmaları elde etmek için göreceli ve mutlak ölçümler kullanılır. İkili karşılaştırmaları yaparken Saaty tarafından önerilen ikili karşılaştırma ölçeğinden faydalanılmaktadır. Tablo1'de gösterilmiştir.

<b>Önem Derecesi</b>	<b>Tanım</b>	<b>Açıklama</b>
<b>1</b>	Eşit derecede önemli	İki yargı aynı derecede önem taşımakta
<b>3</b>	Orta derecede önemli	İki yargıdan biri diğerine göre orta derecede önem taşımaktadır
<b>5</b>	Kuvvetli derecede önemli	İki yargıdan biri diğerine göre kuvvetli derecede önem taşımaktadır
<b>7</b>	Çok kuvvetli derecede önemli	İki yargıdan biri diğerine göre çok kuvvetli derecede önem taşımaktadır
<b>9</b>	Aşırı derecede önemli	İki yargıdan biri diğerine göre aşırı derecede önem taşımaktadır
<b>2,4,6,8</b>	Ara değerler	İki yargı arasında kararsız kalındığında ve tercih değerleri birbirine çok yakın olduğunda kullanılmaktadır

**Şekil 6. 1 AHP' de kullanılan ikili karşılaştırma ölçeği(Madlberger, 2009)**

Önem derecesi tabloda belirtildiği gibi 1'den 9'a kadardır. Tablonun en altında yer alan 2, 4, 6, 8 ara değerlerdir. Örneğin; karar verici 5 ve 7 arasında kararsız kalırsa 6 değerini kullanabilir.

Bu kriterler de, daha sonra alt kriterlere bölünmektedir. En alt basamağa ise, değerlendirilecek olan seçenekler yerleştirilmektedir. Bu şekilde bir hiyerarşik yapının kurulabilmesi ve gerekli kriterlerin oluşturulabilmesi için sistemin bütünü, elemanları ve bunların birbiri ile iyice gözlenmelidir.

Model kurulumundan sonraki işlem, aynı hiyerarşi düzeyinde olan faktörlerin görelî ağırlıklarının belirlenmesidir. Aynı işlem alt düzeyde bulunan kriterlerin kendi aralarında ikili karşılaştırmaları şeklinde yapılır.

AHP' nin bir sonraki aşamasında karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Karşılaştırmalar hangi kriterin bir diğerine karşı daha üstün olmasına göre yapılır.

Kriterlerin göreceli ağırlıklı ise, ikili karşılaştırmaları içeren matrisin öz vektörünün hesaplanıp normalize edilmesi sonucunda bulunmaktadır.(M & Madlberger, 2009)

Karar vericilerin kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yaparken tutarlı davranıp davranmadıklarını ölçmek amacıyla Tutarlılık Oranı'nın (T.O) hesaplanması gerekir. Bu hesaplamada n kriter sayısına bağlı olarak rastgele indeks sayıları kullanılır. Hesaplamalar sonucunda bulunan değer 0.10'un altında çıkmışsa oluşturulan karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu sonucuna varılır. Aksi durumda karar matrisi tekrar düzenlenmelidir. (K & R, 2009)

AHP' nin son adımı kriterlerin önem ağırlıkları ile alternatiflerin önem ağırlıklarının çarpımı ve her bir alternatife ait öncelik değerinin bulunmasıdır. Bu değerlerin toplamı 1'e eşittir. En yüksek değeri alan alternatif, karar problemi için en iyi alternatiftir.(Dağdeviren & Eren, Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması, 2001)

### **6.3 AHP Yöntemi ile RFID Sistem Seçimi**

Bu çalışmada, otomotiv sektöründe tedarikçi olarak faaliyet gösteren firmada çekme sisteminin getirmiş olduğu tam zamanında üretim (JIT) için gerçek zamanlı verinin ve şeffaflığın büyük önem arz etmesiyle RFID sistemlerinin üretim alanında kullanılması kararı verilmiş ve belirlenen alan için en iyi RFID sistemini seçmeye yardımcı olacak Analitik Hiyerarşi Prosesine dayalı bir karar destek modeli sunulmuştur.

AHP yönteminin kullanılmasına karar verildikten sonra ilk adımda, probleme ilişkin hiyerarşik model oluşturulmuş, öncelikle çalışmanın hedefi ve daha sonra çalışmanın alternatifleri, ana kriterleri ve alt kriterleri belirlenmiştir.

Çalışmanın hedefi, lojistik ve üretim planlama bölümlerine daha gerçekçi veri sağlamak ve bunu en iyi RFID sistem seçimi ile gerçekleştirmektir. En iyi sistem seçimi çalışması tamamlandıktan sonra sistemin getirmiş olduğu değişikliklerin aynı zamanda lojistik ve planlama bölümlerinde nasıl etkilere yol açtığı gözlemlenmeye çalışılmıştır ve sonuçları açıklanmıştır.

Hedefin belirlenmesinden sonra, RFID sistem alternatiflerini, ana kriterlerini ve alt kriterler, takip eden adımlarda belirlenmiştir. RFID sistem alternatifleri X,Y,Z sistemleri olarak belirlenmiş ana kriterler; RFID sistem özellikleri, yatırım kriterleri ve işletim kriterleri olarak belirlenmiş ve alt kriterleri takip eden aşamalarda belirtilmiştir.

#### **6.3.1 RFID Sistem Özellikleri:**

- Etiket Özellikleri (EÖ) : RFID uygulamalarında başarısızlığın temel sebeplerinden bir tanesi yanlış etiket seçimi ya da doğru seçilen etiketlerin doğru şekilde kullanılamamasıdır.
- Anten Performansı (AP) : Okuyucu ve etiket anteninin aynı polarizasyona sahip olmasının önemi büyüktür. Aksi halde farklı



polarizasyona sahip antenler sinyal kaybına ve okuma mesafesinde azalmaya yol açacaktır.

- Çalışma Frekansı (ÇF) : veri transfer hızını, okuma mesafesini, tek ya da toplu okumayı etkileyen çalışma frekansı faktörü en önemli etkenlerden bir tanesidir. Frekans çeşitlerine göre farklı alanlarda kullanım imkanı bulunmaktadır.
- Esneklik (ESN) : Gelecekteki gelişmeler göz önünde bulundurularak, oluşan ihtiyaçlara paralel olarak kurulacak sistemin yeniliklere açık olması gerekmektedir.
- Crosstalk Entegrasyon Özelliği (CRS) : Crosstalk, IoT (Internet of Things) nesnelerin interneti için önemli olan takip ve izleme görselleştirmesinde kullanılan bir yazılımdır ve RFID cihazlarından elde edilen verilerin değerlendirilmesi için önem arz etmektedir.
- Çalışma Ortamı (ÇO) : sıcaklık, buhar, nem, kullanılan kimyasallar kullanılan etiketlerin özelliğini yitirmesine sebep olabilmektedir.
- SAP ile Entegrasyon Kolaylığı (SAP) : Firma tarafından kullanılan RFID cihazlarının ERP (Enterprise Resource Planning) ile entegrasyonunun kolay olması değerlendiricilerin önem verdiği kriterlerden biridir.

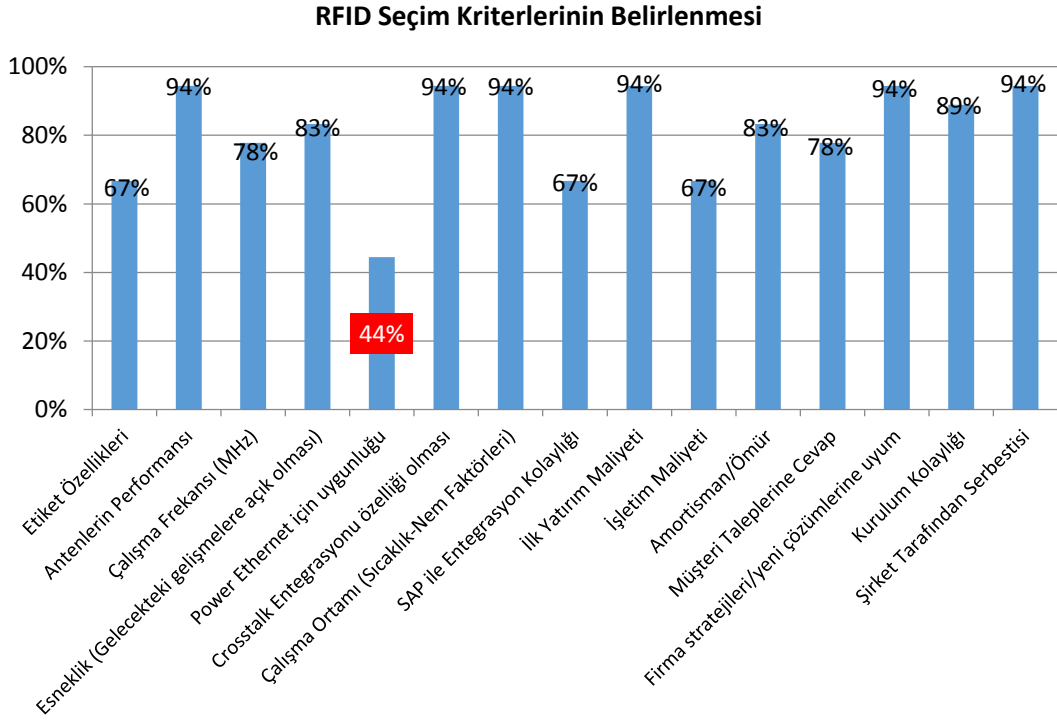
### 6.3.2 Yatırım Kriterleri :

- **İlk Yatırım Maliyeti (İYM)** : ilk yapılan yatırımların toplam maliyetini ve danışmanlık hizmeti alınıyorsa, yatırım maliyetine dahil edilmelidir.
- **İşletim Maliyeti (İM)** : Sistemin kurulmasından sonra adaptasyon süresi boyunca meydana gelebilecek maliyetlerin merkezi bilgi işlem birimi tarafından sağlanan aylık ağ (network) hizmeti maliyetinin hesaba katılması.
- **Amortisman (AMOR)** : İşletmeler kullanmak üzere aldığı maddi duran varlıkları normal şartlarda bir yıldan daha uzun sürelerde kullanırlar. Bu nedenle, maddi duran varlıkların ekonomik ömrü boyunca gider yazılması gerekmektedir.

### 6.3.3 İşletim :

- **Müşteri Taleplerine Cevap (MTC)** : Üretici tarafından belirtilen RFID cihazının özellikleri müşteri taleplerini karşılaması gerekmektedir.
- **Firma Stratejileri/Yeni Çözümlere Uyum (FSU)** : Firmanın stratejileri doğrultusunda ve yeni gelişmeler ışığında yaşanacak değişikliklere cihazların uyumlu olması gerekmektedir.
- **Kurulum Kolaylığı (KK)** : Kurulacak RFID sisteminin aynı zamanda kullanıcılar tarafından kolay anlaşılması (kullanıcı dostu) olması gerekmektedir.
- **Şirket Tarafından Serbestisi (STS)** : Bazı cihazların şirket içinde kullanımına dair merkezi birimler tarafından serbestisinin verilmesi gerekmektedir. Değerlendirme kapsamında belirlenen cihazların şirket tarafından serbestisi bulunmaktadır.

RFID konusunda yetkin olan kişilerle birlikte RFID seçiminde önemli olan kriterler belirlenmiş ve bir sonraki adımda belirlenen kriterler üzerinden bir değerlendirme yapılarak öncelikli önem verilen kriterler tekrardan değerlendirilmiş ve 'Power Ethernet' giriş özelliği bulunan cihazların kullanımının diğer kriterlere göre fazla katma değer yaratmadığı Şekil 6.2'de görülmüş ve seçim kriterinden çıkarılmıştır.

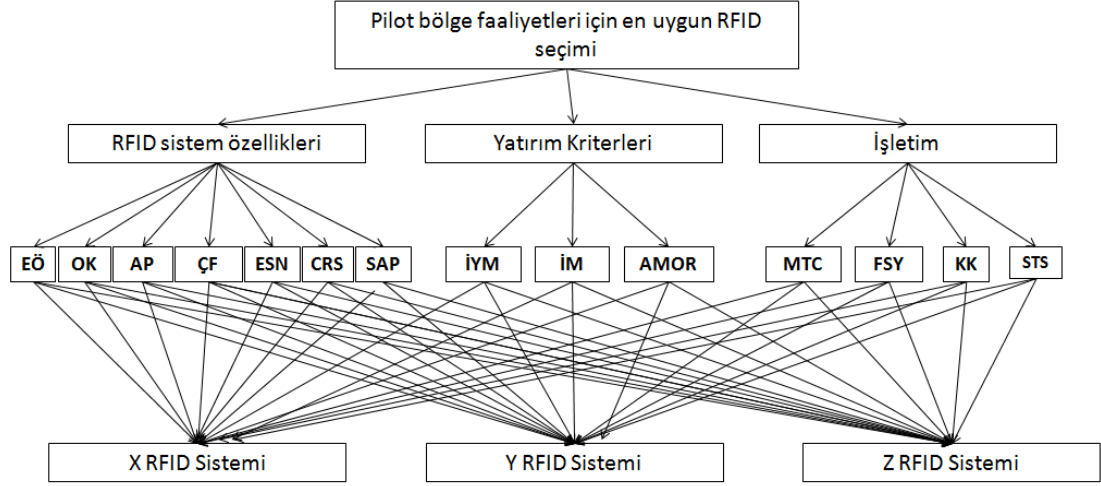


**Şekil 6. 2 RFID seçim kriterlerinin belirlenmesi değerlendirme**

Üzerinde çalışılacak ana ve alt kriterler Şekil6.3'de gösterilen şekilde son halini almıştır. Oluşturulan ikili karşılaştırmalar yine RFID sistemleri konusunda uzman kişiler tarafından, Saaty tarafından öne sürülen önem gösterge çizelgesi yardımı ile değerlendirilmiştir.

Önceliklerin hesaplanması için ikili karşılaştırma matrisindeki yargı değerleri Microsoft Excel dosyasına aktarılmıştır ve burada gerekli işlemler yapılarak sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır.

Şekil 6. 3 Ana ve alt kriterler tablosu



Oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinden yola çıkarak, ana kriterler RFID konularında uzman kişiler tarafından ikili karşılaştırma matrisleri değerlendirilmiş ve birinin diğerine göre olan önem dereceleri belirlenmiştir. İkili karşılaştırma matrisleri yapılırken birbirlerinden bağımsız şekilde değerlendirme yapılması istenmiş ve her bir karar verici tarafından oluşturulan ikili matrisler Microsoft Excel’de formüle edilerek hesaplanmış ve sonuçlar tabloda verilmiştir.

Şekil 6. 4 Rassallık göstergeleri (Karagiannidis & Wang, 2010)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

Şekil 6. 5 RFID sistem özellikleri kriterlerine göre ikili karşılaştırma matrisi

RFID Sistem Özellikleri	X	Y	Z
X	<b>1</b>	0,2	0,5
Y	5	<b>1</b>	3
Z	2	0,3333333333	<b>1</b>
Sütun Toplamları	8	1,5333333333	4,5

RFID Sistem Özellikleri	X	Y	Z	Önem Düzeyi
X	0,125	0,130434783	0,111111111	<b>12%</b>
Y	0,625	0,652173913	0,666666667	<b>65%</b>
Z	0,25	0,217391304	0,222222222	<b>23%</b>
Sütun Toplamları	1	1	1	100%

<b>3</b>	Ağırlıklı Toplam Vektör Değerleri	Lamda	Lamda Max	Tutarlılık Indexi	Tutarlılık Oranı	
X	0,3667	3,0013	<b>3,0037</b>	<b>0,0018</b>	<b>0,0032</b>	<u>Tutarlı</u>
Y	1,9485	3,0071				
Z	0,6902	3,0026				

İkinci adımda hiyerarşide belirlenen 3 alternatif firma her bir kriter Saaty tarafından önerilen önem derecesi skalasına göre karşılaştırılmıştır.

RFID sistem özelliklerine kriterine göre karşılaştırmada, alt kriter olarak belirlenen etiket özellikleri, anten performansı, çalışma frekansı, esneklik... gibi özellikler göz önüne alınarak değerlendirme yapılmıştır ve buna ilişkin Tablo3. yukarıda verilmiştir.

Şekil 6. 6Yatırım kriterlerine göre ikili karşılaştırma matrisi

Yatırım Kriterleri	X	Y	Z
X	<b>1</b>	0,33333	2
Y	3	<b>1</b>	3
Z	0,5	0,33333	<b>1</b>
Sütun Toplamları	4,5	1,66667	6

Yatırım Kriterleri	X	Y	Z	Önem Düzeyi
X	<b>0,222222222</b>	0,2	0,333333	<b>25%</b>
Y	<b>0,666666667</b>	0,6	0,5	<b>59%</b>
Z	<b>0,111111111</b>	0,2	0,166667	<b>16%</b>
Sütun Toplamları	1	1	1	100%

<b>3</b>	Ağırlıklı Toplam Vektör Değerleri	Lamda	Lamda Max	Tutarlılık Indexi	Tutarlılık Oranı	
X	0,7667	3,0441	<b>3,0539</b>	<b>0,0270</b>	<b>0,0465</b>	<u>Tutarlı</u>
Y	1,8222	3,0943				
Z	0,4815	3,0233				

Yatırım kriterine göre karşılaştırmada, alt kriter olarak belirlenen ilk yatırım maliyeti, işletim maliyeti ve amortisman gibi faktörler göz önüne alınarak değerlendirme yapılmış ve ilişkili Şekil6.6' da verilmiştir.

Şekil 6. 7İşlem kriterlerine göre ikili karşılaştırma matrisi

İşletim Kriterleri	X	Y	Z
X	<b>1</b>	2	1
Y	0,5	<b>1</b>	1
Z	1	1	<b>1</b>
Sütun Toplamları	2,5	4	3

İşletim Kriterleri	X	Y	Z	Önem Düzeyi
X	0,4	0,5	0,3333333333	<b>41%</b>
Y	0,2	0,25	0,3333333333	<b>26%</b>
Z	0,4	0,25	0,3333333333	<b>33%</b>
Sütun Toplamları	1	1	1	100%

<b>3</b>	Ağırlıklı Toplam Vektör Değerleri	Lamda	Lamda Max	Tutarlılık Indexi	Tutarlılık Oranı	
X	1,2611	3,0676	<b>3,0537</b>	<b>0,0268</b>	<b>0,0463</b>	<u>Tutarlı</u>
Y	0,7944	3,0426				
Z	1,0000	3,0508				

İşletim Kriterlerine göre karşılaştırmada ise, alt kriterler olarak belirlenen müşteri taleplerine cevap, firma stratejileri, kurulum kolaylığı ve şirket tarafından serbestisi kriterleri göz önüne alınarak değerlendirme yapılmış ve Şekil6.7'de yer verilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre RFID sistem özellikleri kriterine göre Y cihazı, yatırım kriterleri özelliğine göre Y cihazı, işletim kriterlerine göre ise X cihazı öncelikli cihazlar olmuştur. Oluşturulan matrislerin aynı zamanda tutarlılık oranları hesaplanmış ve bütün değerler 0,10' dan küçük çıkmıştır.

AHP' de dördüncü adım olarak, RFID cihaz seçiminde belirlenen kriterlerin kendi aralarında değerlendirilmesi ve her bir kritere ait öncelik değerlerinin

hesaplanmasıdır. Bu karşılaştırmaya ait olan matris daha önceki matrislerdeki gibi Microsoft Excel’de oluşturulan sistematikle Şekil 6.8’ de aşağıda yer verilmiştir.

Şekil 6. 8 Ana kriterlere göre ikili karşılaştırma matrisi

Kriterler	RSÖ	YK	İK
RFID Sistem Özellikleri	1	0,333333333	0,5
Yatırım Kriterleri	3	1	3
İşletim Kriterleri	2	0,333333333	1
Sütun Toplamları	6	1,666666667	4,5

Kriterler	RSÖ	YK	İK	Önem Düzeyi
RFID Sistem Özellikleri	0,166666667	0,2	0,111111111	<b>16%</b>
Yatırım Kriterleri	0,5	0,6	0,666666667	<b>59%</b>
İşletim Kriterleri	0,333333333	0,2	0,222222222	<b>25%</b>
Sütun Toplamları	1	1	1	100%

<b>3</b>	Ağırlıklı Toplam Vektör Değerleri	Lamda	Lamda Max	Tutarlılık Indexi	Tutarlılık Oranı	
RFID Sistem Özellikleri	0,4815	3,0233	<b>3,0539</b>	<b>0,0270</b>	<b>0,0465</b>	<u>Tutarlı</u>
Yatırım Kriterleri	1,8222	3,0943				
İşletim Kriterleri	0,7667	3,0441				

Elde edilen değerlere göre birinci öncelikli kriter %59 ile yatırım kriteri olmuş ardından %25 ile işletim kriterleri ve %16 ile de RFID sistem özellikleri izlemiştir.

AHP’ de son adım elde edilen kriter öncelikleri ile uzman kişilerin belirlemiş olduğu cihaz özelliklerinin önceliklerinin çarpılması ve her bir cihazın sahip olduğu önceliğin hesaplanmasıdır. Belirlenen üç cihaz için hesaplamalar

yapılmış ve X cihazı için 0,2713, Y cihazı için 0,5157 ve Z cihazı için 0,2129 bulunmuştur.

Şekil 6. 9Ana kriter değerleri ve cihaz değerlerinin çarpım tablosu

Aday Cihazlar	X	Y	Z		
RFID Sistem Ö.	0,122	0,648	0,230	X	0,159
Yatırım Ö.	0,252	0,589	0,159	X	0,589
İşletim K.	0,411	0,261	0,328	X	0,252
	<b>0,271310461</b>	<b>0,515742977</b>	<b>0,212946562</b>		

Genel olarak firmaların üretim alanlarında RFID sistemlerini kullanması üretim akışının daha şeffaf ve izlenebilir olmasına olanak sağlamaktadır ve böylelikle envantere bulunan hammadde ve yarı-mamül miktarları sistem üzerinde fiziki miktarlara çok yakın değerler içermektedir. Bunun sonucunda olası acil aksiyonların alınmasının önüne geçileceği de düşünülebilir.

Bu çalışmada, RFID cihaz seçimi problemine yönelik AHP modeli önerilmiş ve ana kriterlerin altında olan alt kriterler öncelikle RFID konusunda uzman kişiler tarafından belirlenmiş ve öznel yaklaşımlarla değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada, AHP' nin RFID cihaz seçim problemine nasıl uygulanacağı ve uygulamada birden çok kriterin seçim problemine nasıl dahil edileceği gösterilmiştir. Belirlenen üç cihaz için hesaplamalarda X cihazı için 0,2713, Y cihazı için 0,5157 ve Z cihazı için 0,2129 bulunmuştur. Buradan da anlaşılacağı gibi sistem seçiminde cihazların önemi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda önem değeri yüksek çıkan cihazın üzerinde dikkatle durulması önem arz etmektedir. Doğru cihaz seçimi sayesinde üretim hatlarında kullanılacak olan RFID sistemlerinin doğru ve etkin şekilde çalışması mümkün kılınacaktır.

#### 6.4 Pilot Bölge RFID Uygulaması

Bu çalışmanın diğer bir amacı da RFID sisteminin kurulumundan sonra yaşanacak acil sevkiyat oranını yani acil sevkiyatlardan dolayı katlanılacak olan maliyetlerin azaltılması beklenmektedir.

Daha önceden belirlenen torna hücrelerinde, tek bir A tipi parçanın torna üretiminin çıktıktan sisteme aktarılması RFID cihazları ile sağlanmış, yeniden doldurma zamanının azaltılması, stokların azaltılması, daha şeffaf, izlenebilir materyal akışının sağlanması ve RFID sistemlerinin standardizasyonu sağlanmaya çalışılmıştır. Fakat çalışmamızdaki asıl odak noktamız daha önceden belirtildiği gibi RFID sistemiyle sağlanan stok farkının azaltılmasının acil sevkiyatları nasıl etkilediği ve sağladığı kazançlardır.

#### 6.4.1 Torna Hücreleri Süreçleri (Mevcut Durum)

Daha önceden firma tarafından etkin olarak kullanılan fakat üretimde görev yapan taşeron firma çalışanlarına sürekli rotasyon yaptırmasıyla e-kanban okumalarının sürekli unutulmasından ve hata yapılmasından dolayı üretim teyitlerinin RFID cihazlarıyla verilmesi bir süreliğine rafa kaldırılmış ve sadece nakil teyitler RFID cihazlarıyla verilmiştir. Bizim öncelikli hedefimiz üretim teyitlerini veren RFID cihazlarını tekrardan aktive ederek torna hücreleri üretim teyitlerini etkin olarak kullanmaktır.

RFID cihazlarını tekrar aktive etmeden önceki (mevcut durum) durumu açıklayacak olursak;

- A4, A2, A1, A8 hücrelerinin önünde bulunan nakil RFID cihazı (LE) ile parça talebi gerçekleşmektedir.
- Talep edilen parça büyüklükleri milkrun aracı tarafından hücre önlerine bırakılıyor ve ardından milkrun'ı kullanan personel dolu olan kartları, talebin yapıldığı cihazın yanında bulunan diğer nakil boşaltma cihazına okutulurak e-kanbanı boşa çıkarıyor.
- Torna makinelerinde imalat süreci bittikten sonra üretilen parçalar geçici alan bırakılıp, milkrun aracı tarafından alınması bekleniyor.
- EMAG Torna makinelerinden çıkan ve geçici alanda bekleyen parçalar milkrun aracı tarafından, torna süpermarketine girmekte ve bir sonraki süreç sahibi tarafından süpermarketlerden parça çekmeye devam devam etmektedir.
- Vardiya sonunda grup başları tarafından gün içinde yapılan bütün üretim teyitleri tek seferde firmanın kullanmış olduğu yazılıma aktarılmaktadır.



Şekil 6. 10 Torna hücreleri (A1,A2,A3,A5, A8,A9) mevcut durum kesiti

- A5, A9, A3 hücreleri için torna süpermarketin karşısında bulunan nakil cihazları (LE) ile talep gerçekleştirilmektedir. (Her tip enjektör için mümkün olmamakta)



- Talep edilen parça büyüklükleri milkrun aracı tarafından hücre önlerine bırakılıyor ve ardından milkrun'ı kullanan personel dolu olan kartları, talebin yapıldığı cihazın yanında bulunan diğer nakil boşaltma cihazına okutarak e-kanbanı boşa çıkarıyor.

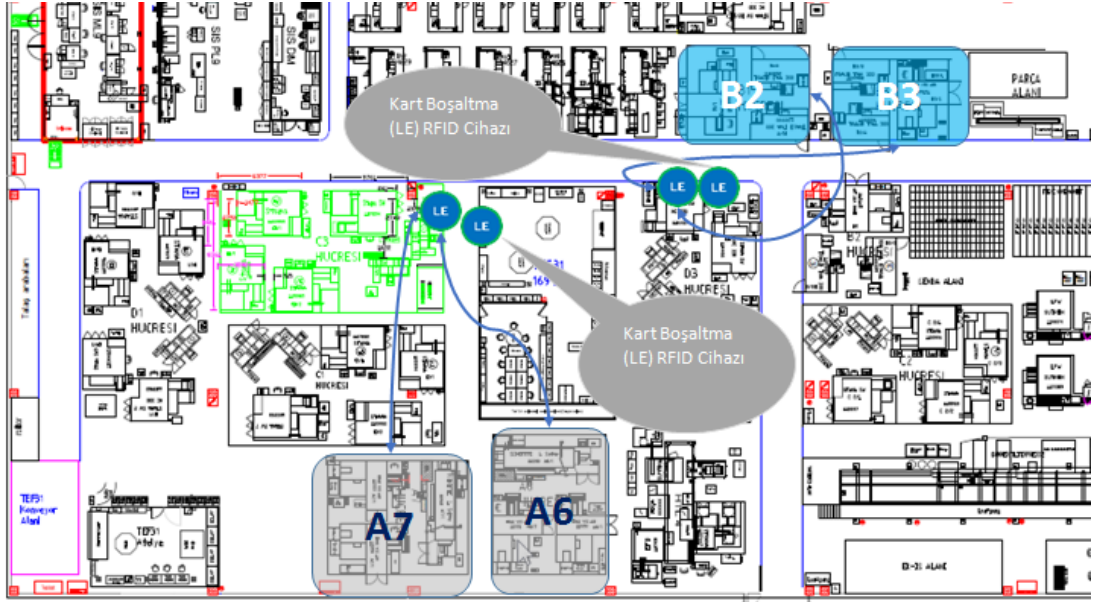


Şekil 6.11 Üretim milkrun aracı

- Torna makinelerinde imalat süreci bittikten sonra üretilen parçalar geçici alan bırakılıp, milkrun aracı tarafından alınması bekleniyor.
- EMAG Torna makinelerinden çıkan ve geçici alanda bekleyen parçalar milkrun aracı tarafından, torna süpermarketine girmekte ve bir sonraki süreç sahibi tarafından süpermarketlerden parça çekmeye devam devam etmektedir.
- Vardiya sonunda grup başları tarafından gün içinde yapılan bütün üretim teyitleri tek seferde firmanın kullanmış olduğu yazılıma aktarılmaktadır.
- A7 ve A8 hücreleri için C3 hücresindeki kolona sabitlenmiş nakil cihazı (LE) ile parça talebi gerçekleşmektedir. (Her tip enjektör için mümkün değildir)
- Talep edilen parça büyüklükleri milkrun aracı tarafından hücre önlerine bırakılıyor ve ardından milkrun'ı kullanan personel dolu olan kartları, talebin yapıldığı cihazın yanında bulunan diğer nakil boşaltma cihazına okutarak e-kanbanı boşa çıkarıyor.
- Torna makinelerinde imalat süreci bittikten sonra üretilen parçalar geçici alan bırakılıp, milkrun aracı tarafından alınması bekleniyor.
- EMAG Torna makinelerinden çıkan ve geçici alanda bekleyen parçalar milkrun aracı tarafından, torna süpermarketine girmekte ve bir sonraki

süreç sahibi tarafından süpermarketlerden parça çekmeye devam devam etmektedir.

- Vardiya sonunda grup başları tarafından gün içinde yapılan bütün üretim teyitleri tek seferde firmanın kullanmış olduğu yazılıma aktarılmaktadır.



Şekil 6. 12Torna hücreleri (B2,B3) mevcut durum kesiti

- B2 ve B3 hücreleri için, B2 hücresi önünde bulunan nakil cihazları (LE) ile parça talebi gerçekleşiyor. (Her tip enjektör için mümkün değildir)
- Talep edilen parça büyüklükleri milkrun aracı tarafından hücre önlerine bırakılıyor ve ardından milkrun'ı kullanan personel dolu olan kartları, talebin yapıldığı cihazın yanında bulunan diğer nakil boşaltma cihazına okutarak e-kanbanı boşa çıkarıyor.
- Torna makinelerinde imalat süreci bittikten sonra üretilen parçalar geçici alan bırakılıp, milkrun aracı tarafından alınması bekleniyor.
- EMAG Torna makinelerinden çıkan ve geçici alanda bekleyen parçalar milkrun aracı tarafından, torna süpermarketine girmekte ve bir sonraki süreç sahibi tarafından süpermarketlerden parça çekmeye devam devam etmektedir.
- Vardiya sonunda grup başları tarafından gün içinde yapılan bütün üretim teyitleri tek seferde firmanın kullanmış olduğu yazılıma aktarılmaktadır.

#### 6.4.2 Torna Hücresi Süreçleri (Gelecek Durum)

Üretim teyitlerini veren cihazların aktif olmasıyla birlikte gelecek durumdaki torna süreçleri aşağıda açıklanmıştır:

- A4,A2,A1,A8 Hücrelerinin önünde bulunan nakil RFID cihazları (LE) ile parça talebi gerçekleşiyor.

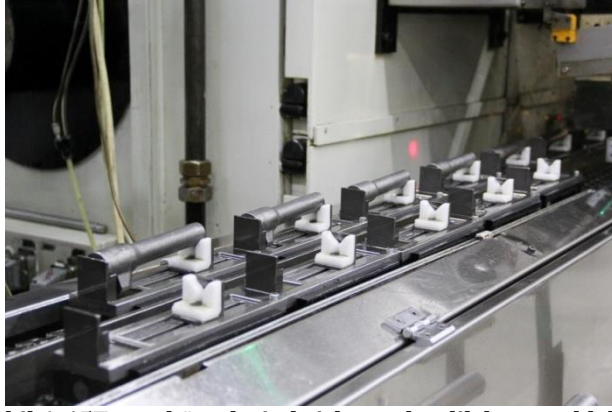


Şekil 6. 13 F00V.C0D.396 kodlu çelik hammadde

- Talep edilen parça büyüklükleri milkrun aracı tarafından hücre önlerine bırakılıyor ve ardından milkruncı dolu olan kartları, talebin yapıldığı cihazın yanında bulunan diğer nakil boşaltma cihazına okutarak boşa çıkarıyor.



Şekil 6. 14 Süpermarket RFID okuyucular (Dolu/Boş)



Şekil 6. 15Torna hücrelerinde işlenecek çelik hammaddeler

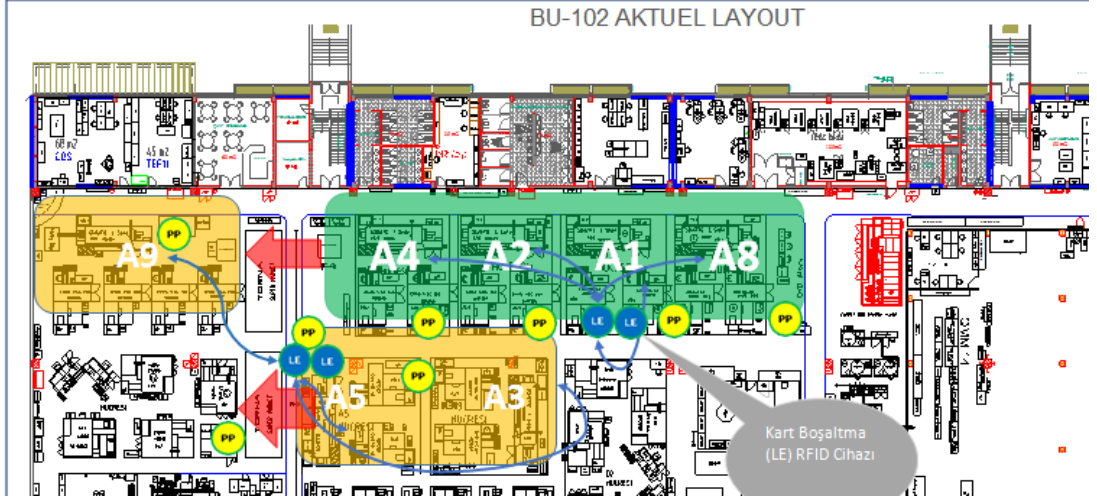
- Her tip için hazırlanan kanban kartları imalat bittikten sonra hücre (EMAG) çıkışlarına kurulan üretim kanbanlara (PP) okutulmaktadır.
- EMAG lardan çıkan parçalar milkrun aracı tarafından, torna süpermarketine giriyor ve işlem sonunda süpermarketin çıkışında bulunan cihazla (PP) kart boşa çıkarılıyor.



Şekil 6. 16Gövde yarı-mamul süpermarket alanı

- Kart boşaltma tamamlandıktan sonra döngü tamamlanmış oluyor.





Şekil 6. 17Torna hücreleri (A1,A2,A3,A5, A8,A9) gelecek durum kesiti

- A5, A9 ve A3 hücreleri için Torna Supermarketin karşısında bulunan nakil cihazları (LE) ile talep gerçekleştiriliyor.
- Talep edilen parça büyüklükleri milkrun aracı tarafından hücre önlerine bırakılıyor ve ardından milkrun sürücüsü dolu olan kartları, talebin yapıldığı cihazın yanında bulunan diğer nakil boşaltma cihazına okutarak boşa çıkarıyor.

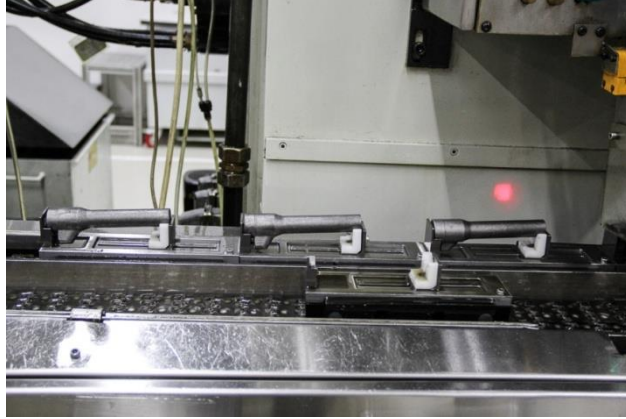


Şekil 6. 18Milkrun aracının rotasını belirten renkli göstergeler

- Her tip için hazırlanan kanban kartları imalat bittikten sonra A5 ve A3 hücre çıkışlarında bulunan Üretim Cihazlarına (PP) okutulmaktadır.
- EMAG makinelerinden çıkan parçalar milkrun aracı tarafından, torna süpermarketine giriyor ve işlem sonunda süpermarketin çıkışında bulunan cihazla (PP) kart boşa çıkarılıyor.
- Kart boşaltma tamamlandıktan sonra döngü tamamlanmış oluyor.
- A7 ve A8 hücreleri için C3 hücresindeki kolona sabitlenmiş nakil cihazı (LE) ile parça talebi gerçekleşiyor.
- Talep edilen parça büyüklükleri milkrun aracı tarafından hücre önlerine bırakılıyor ve ardından milkrun sürücüsü dolu olan kartları, talebin

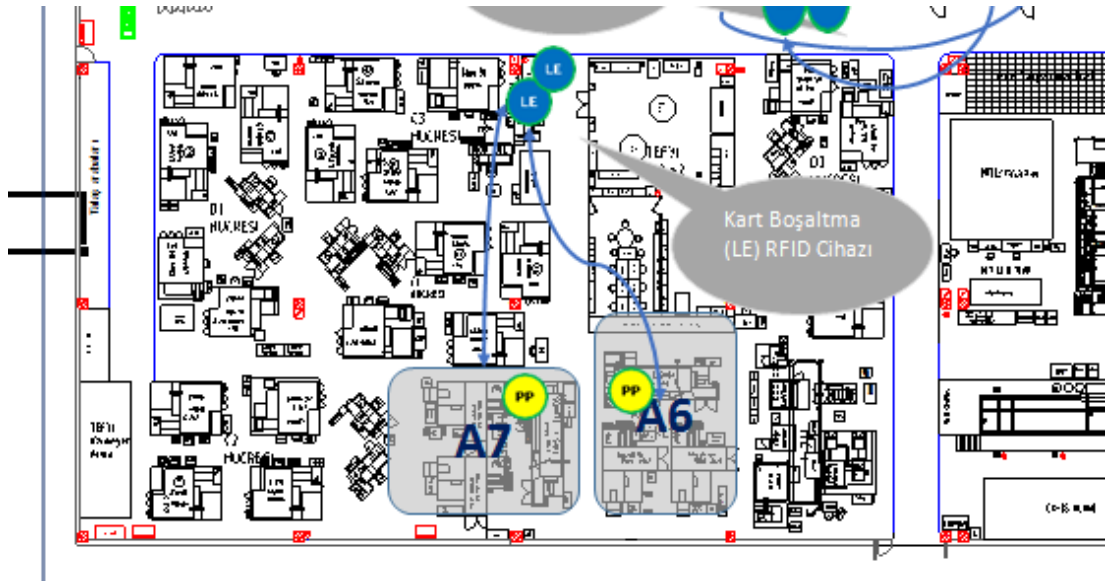
yapıldığı cihazın yanında bulunan diğer nakil boşaltma cihazına okutarak boşa çıkarıyor.

- Her tip için hazırlanan kanan kartları imalat bittikten sonra hücre (EMAG) çıkışlarına kurulan Üretim Cihazlarına (PP) okutulmaktadır.
- EMAG makinelerinden çıkan parçalar milkrun aracı tarafından, torna süpermarketine giriyor ve işlem sonunda süpermarketin çıkışında bulunan cihazla (PP) kart boşa çıkarılıyor.



Şekil 6. 19Gövde yarı-mamül torna işlemi

- Kart boşaltma tamamlandıktan sonra döngü tamamlanmış oluyor.



Şekil 6. 20Torna hücreleri (A7,A8) gelecek durum kesit

- B2 ve B3 hücreleri için, B2 hücresinin önünde bulunan nakil cihazları (LE) ile parça talebi gerçekleşiyor.
- Talep edilen parça büyüklükleri milkrun aracı tarafından hücre önlerine bırakılıyor ve ardından milkrun sürücüsü dolu olan kartları, talep yapılan cihazın yanında bulunan nakil boşaltma cihazına okutarak kartları boşa çıkarıyor.

- Her tip için hazırlanan kanban kartları imalat bittikten sonra hücre (EMAG) çıkışlarına kurulan Üretim Kanbanlara (PP) okutulmaktadır.
- EMAG makinelerinden çıkan parçalar milkrun aracı tarafından, torna süpermarketine giriyor ve işlem sonunda süpermarketin çıkışında bulunan cihazla (PP) kart boşa çıkarılıyor.
- Kart boşaltma tamamlandıktan sonra döngü tamamlanmış oluyor.



Şekil 6. 21Torna Hücreler (B2,B3) gelecek durum kesiti

Üretim teyitlerini veren RFID cihazlarının (PP) tekrardan kurulumlarının yapıpıp etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmasıyla üretim teyitleri ERP sistemine otomatik olarak düşmektedir. Nisan ayı içerisinde, enjektörü oluşturan gövde parçası için (F00V.C0D.396) verilen teyitler sistemden bir rapor halinde çekilip ardından hangi zamanlarda teyitlerin verildiği izlenmiştir. Buradaki amaç operatörler tarafından RFID sisteminin doğru ve güvenilir bir şekilde kullanılıp kullanılmadığıdır.

Aşağıdaki analiz tablosunda görüldüğü üzere kırmızı ile işaretli hücrelerde sürekli okutmaların yapıldığı tespit edilmiş fakat genel görüntüye baktığımızda üst üste verilen teyitlerin genele göre düşük oranda kaldığı gözlenmiştir.

Şekil 6. 22 Nisan ayı RFID etiket okutma analiz tablosu

HOURS	APRIL																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1.4.2016	2	2	0	2	2	2	0	2	0	4	0	0	2	6	1	3	3	4	0	4	3	6	3	3
2.4.2016	5	1	3	4	4	4	0	2	4	4	1	7	4	0	0	3	4	1	4	0	4	2	0	3
3.4.2016	0	3	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.4.2016	1	2	2	2	2	2	0	2	0	2	2	1	2	0	0	1	0	0	2	2	2	1	0	0
5.4.2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	19	2	0	0	4	0	1	6	3	1	0	3	2	3
6.4.2016	2	1	2	2	2	2	0	2	3	1	2	2	2	2	1	2	3	0	3	2	2	2	2	2
7.4.2016	0	2	2	2	2	2	0	2	2	0	3	2	2	2	0	0	3	2	2	2	2	2	2	2
8.4.2016	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	3	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	0
9.4.2016	2	2	2	2	2	2	0	2	2	1	1	2	0	2	2	0	2	2	1	3	2	2	0	0
10.4.2016	2	2	2	1	3	2	2	2	0	2	2	2	2	0	0	0	2	4	0	2	2	2	2	2
11.4.2016	2	0	4	3	4	0	2	0	2	2	0	4	0	2	2	0	3	0	0	4	3	2	0	2
12.4.2016	2	0	2	2	2	0	2	2	2	2	0	2	2	2	2	0	2	2	2	2	1	1	2	0
13.4.2016	0	2	2	2	2	0	2	2	2	0	4	3	2	2	2	0	2	0	3	2	1	2	1	0
14.4.2016	1	2	2	2	2	0	2	2	0	2	0	4	3	2	2	0	2	0	3	2	1	2	1	1
15.4.2016	2	2	2	2	2	0	2	0	2	0	2	4	2	2	0	2	0	1	0	4	2	2	1	2
16.4.2016	1	2	0	3	3	2	0	2	2	2	2	4	0	6	2	4	3	1	5	4	3	3	1	0
17.4.2016	0	0	0	0	0	0	0	3	14	15	3	3	5	4	1	3	2	8	3	2	2	3	0	2
18.4.2016	2	2	0	2	1	2	0	2	1	1	1	1	0	4	0	2	0	0	4	2	2	0	4	2
19.4.2016	2	0	2	2	2	2	0	2	1	2	1	3	1	2	0	2	0	2	2	2	2	2	0	2
20.4.2016	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	3	0	0	0	2	2	2	2	2	0	2
21.4.2016	2	0	2	2	2	2	0	2	2	1	3	1	3	1	3	1	3	2	6	2	2	2	0	2
22.4.2016	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	1	3	1	3	1	3	2	2	2	2	2	2	2	0
23.4.2016	2	2	2	2	1	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0	2	2	0	2	2	0	1	0	0
24.4.2016	0	2	2	2	2	2	0	2	2	0	2	2	2	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0
25.4.2016	2	2	0	4	0	2	2	2	2	2	6	2	1	2	1	2	0	2	2	2	1	2	0	2
26.4.2016	3	2	2	0	4	0	2	2	2	0	4	2	2	2	0	0	0	2	2	2	2	2	0	2
27.4.2016	2	4	0	4	0	2	2	0	10	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28.4.2016	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
29.4.2016	2	2	2	2	2	4	1	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30.4.2016	2	2	2	0	2	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



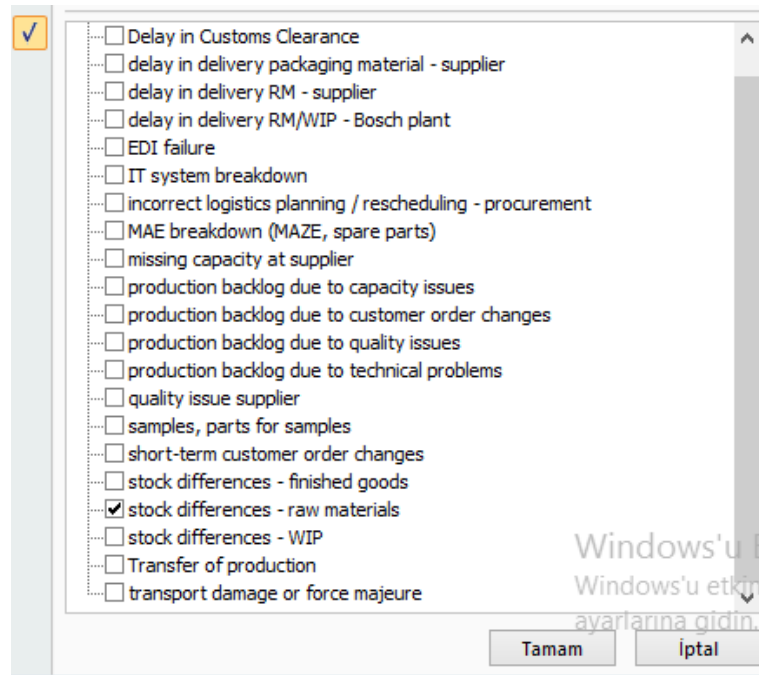
Diğer taraftan verilen teyitlerin cihazlar tarafından doğru bir şekilde okutulup okutulmadığı da analiz edilmiş sistem tarafından çekilen raporlarda nisan ayı boyunca 1082 teyit verildiği, sadece 28 tanesinin hatalı olarak sisteme aktarıldığı sonucuna ulaşılmış, bu da %97 oranında bir doğru teyit verme başarısı olarak kaydedilmiştir.

## 6.5I-Star

Şirketin lojistik birimi tarafından oluşturulan bu sistem, acil sevkiyatların kayıtlarının tutulmasını ve oluşan maliyetlerin kayıt altına alınmasını sağlayan bir yapıdır.

Aşağıdaki resimde de gösterildiği gibi acil sevkiyatlara neden olan durumlar belirtilmiştir;

- Gümrük izni gecikmesi
- Tedarikçi tarafından materyal paketleme gecikmesi
- Tedarikçi tarafından RM teslimat gecikmesi
- Bosch Tesisi tarafından RM/WIP teslimat gecikmesi
- EDI hatası
- IT sistem çökmesi/hatası
- Yanlış lojistik planlama
- Tedarikçi kapasite yetersizliği/eksikliği
- MAE hatası
- Bitmiş ürün / stok farkı
- WIP / stok farkı
- Ürün sevkiyatı
- ....



Şekil 6. 23 I-Star sebep tablosu

Nisan 2016 yılından 15 ay geriye dönük, sadece stok farkından oluşan acil sevkiyatların sayıları ve oluşturmuş oldukları maliyetler raporlar analiz edilerek aşağıdaki grafiklerde verilmiştir. Analiz edilen 15 ay içerisinde toplam 255 acil sevkiyat gerçekleştirildiği görülmektedir. Yapılan sevkiyat türlerine baktığımızda;

- Havayolu
- Karayolu (Çift Şoför)

Olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 6. 24Stok farkından kaynaklanan acil sevkiyat grafiği

RFID sisteminin getirmiş olduğu en büyük artılardan biri olan izlenebilirlik ve bunun olumlu etkisi oluşabilecek stok farklarının önüne geçmektir. RFID sistem seçiminin ardından seçilen pilot bölgede üretilen gövde parçalarının hammadde tedariki için acil sevkiyatların oluşturmuş olduğu aşırı navlun maliyetlerinin önüne geçmektir.

Aşağıdaki grafikte belirtildiği gibi 15 ay içerisinde stok farklarından dolayı yapılan acil sevkiyatların maliyeti yaklaşık; 108,358,00€ olarak karşımıza çıkmaktadır. Pilot bölge olarak belirlenen torna hücrelerinde üretilen ve incelemede bulunduğumuz gövde parçası hammaddesi F00V.C00132 (yarı-mamül) den kaynaklanan ve stok farklarından dolayı kaynaklanan acil

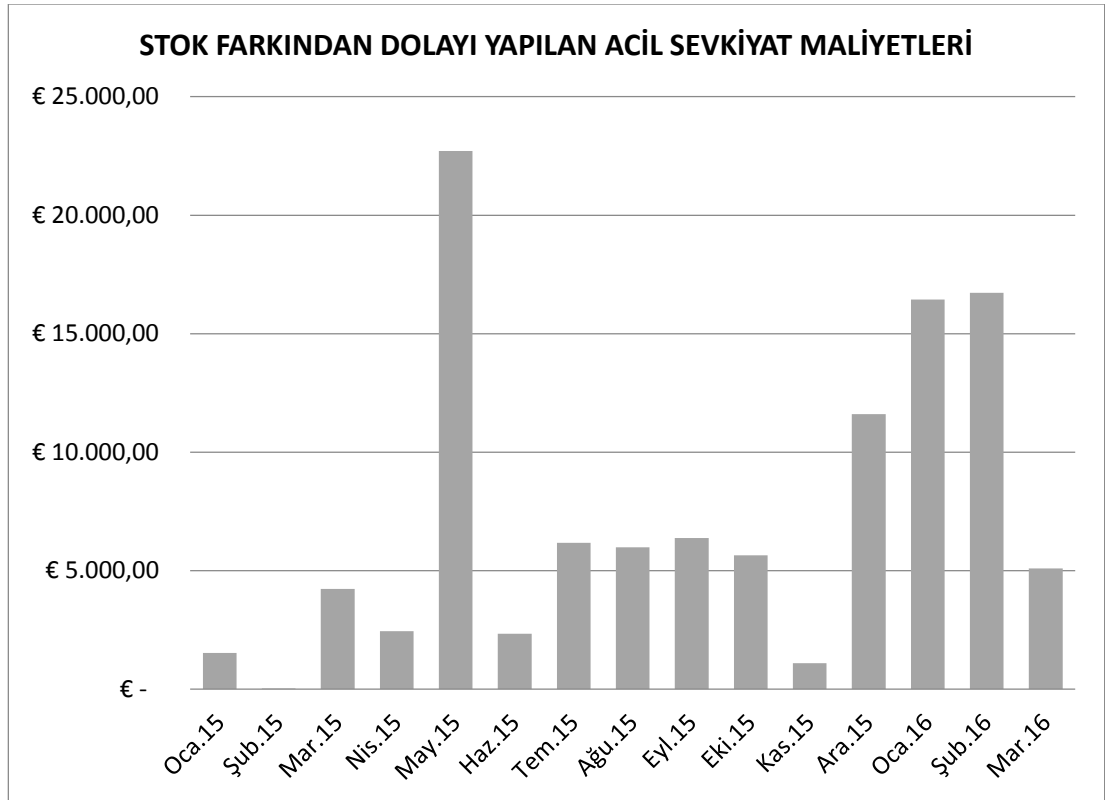
sevkiyatların getirmiş olduğu mali yük 2016'nın ocak, şubat ve mart aylarında 570€ olarak karşımıza çıkmaktadır.

Cust./Suppl. ID	Cust./Suppl. Country	Delivery Type	Price Calc.	Price Calc. Currency	Material No.
97022601	Thailand	B	85	EUR	F00VC00132
17008683	Turkey	Tır Tescil Mesaisi	85	EUR	F00VC00132
40742	Germany	EKOL ÇİFT ŞOFÖR	400	EUR	F00VC00132

Şekil 6. 252016 (İlk çeyrek) stok farkından oluşan acil sevkiyat maliyetleri

A tipi enjektörün sadece gövdesi göz önünde bulundurularak yapılan çalışmada, 2016'nın ilk çeyreği göz önüne alınarak, senede yaklaşık 2280€'luk bir maliyetin önüne geçilmesi beklenmektedir.

Bir ürünü oluşturan alt parçalar için RFID sistemi uygulandığında fiziki ve sistem üzerindeki stok seviyelerine şeffaf bir şekilde ulaşılabileceğinden, stok farklılıklarından dolayı kaynaklanan acil sevkiyatların önüne geçilebilecek, bu da aşağıda verilen grafikteki gibi senede yaklaşık 86.000,00€ gibi oluşan bir maliyetin önüne geçilmesi demektir.



Şekil 6. 26Stok farkından dolayı yapılan acil sevkiyat maliyetleri

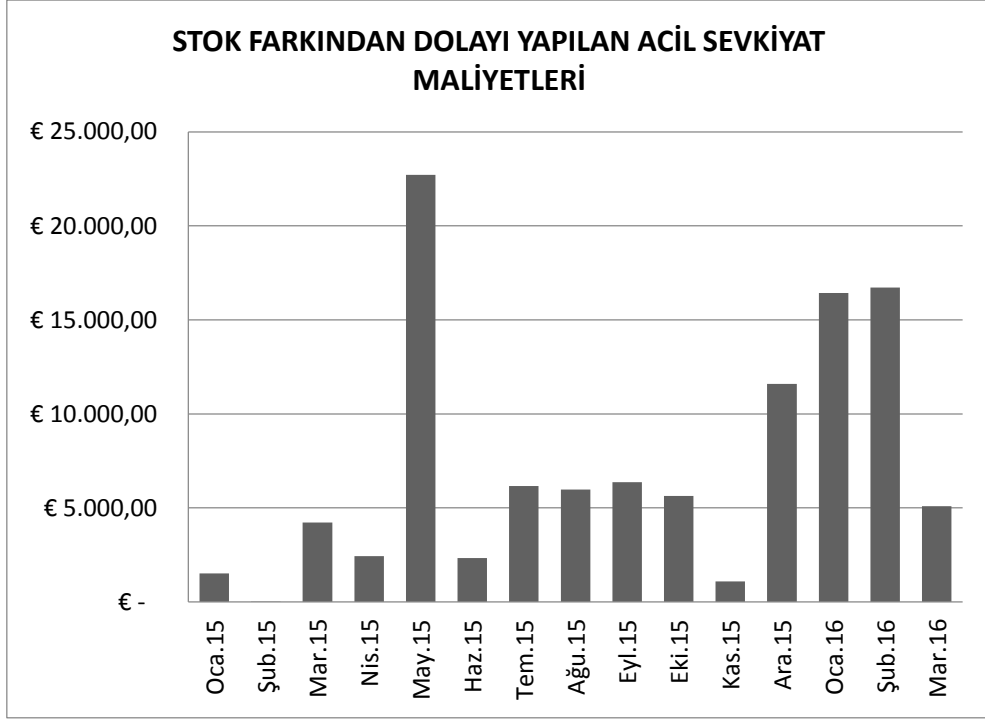
## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Bosch Sanayi ve Ticaret A.Ş firmasında RFID sistem seçimine yönelik, Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen çok-kriterli karar verme yöntemi olan Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılarak bir RFID sistem seçimi çalışması yapılmıştır. Çalışma, "Bilgi Koordinasyon ve Organizasyon" bölümü ile gerçekleştirilmiş çalışma boyunca konusunda uzman kişilerle kriterlerin şirketin amaçlarına göre belirlenmesi için anket yapılmış ve veriler sayısal değerlere dönüştürülerek değerlendirilmiş ve sonuca ulaşılmıştır.

AHP' nin RFID cihaz seçim problemine nasıl uygulanacağı ve uygulamada birden çok kriterin seçim problemine nasıl dâhil edileceği gösterilmiştir. Belirlenen üç cihaz için hesaplamalarda Şekil6.9 belirtilen X cihazı için 0,2713, Y cihazı için 0,5157 ve Z cihazı için 0,2129 bulunmuştur. Buradan da anlaşılacağı gibi sistem seçiminde cihazların önemi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda önem değeri yüksek çıkan cihazın üzerinde dikkatle durulması önem arz etmektedir. Doğru cihaz seçimi sayesinde üretim hatlarında kullanılacak olan RFID sistemlerinin doğru ve etkin şekilde çalışması mümkün kılınacaktır. İlerleyen dönemlerdeki şirket yatırımlarına yardımcı olabilecek kaynak sağlanmaya çalışılmıştır.

RFID sisteminin belirlenen alanlarda devreye alınmasıyla birlikte belirlenen süre çerçevesinde sistemin doğru bir şekilde yürüdüğü ve çalışanlar tarafından etkin bir şekilde kullanılıp kullanılmadığı sistemden çekilen raporlar analiz edilerek tespit edilmiştir.

Tezde diğer değinilmek istenen konu ise, RFID sisteminin uygulanmasıyla birlikte gerçek-zamanlı verinin elde edilmesi ve lojistik birimlerine yapacağı olumlu katkı tartışılmıştır. RFID' nin etkin bir şekilde uygulanması ile gerçek zamanlı ve doğru veri sayesinde fiziki ve sistemdeki stok sayısı farkının minimum düzeye indirgeneceği ve daha önceden yaşanan stok farklılıklarından oluşabilecek maliyetlerin elimine edilmesi öngörülmüştür. Lojistik biriminin acil sevkiyatlarda katlandığı maliyetleri tutmuş olduğu "I-Star" olarak belirtilen sisteminden sadece stok farklılıklarından oluşan maliyetleri çekerek bu maliyetlerin RFID' nin etkin bir şekilde kullanılmasıyla elimine edilebileceği belirtilmiştir.



15 ay baz alınarak ve sadece stok farklılıklarından kaynaklanan acil sevkiyatların getirmiş olduğu 108,358,00€' luk ekstra maliyet her tip ürün ve alt parçalarında devreye girdiğinde elimine edilebilecektir. Firmanın, acil sevkiyatlardan dolayı katlandığı bu maliyetleri kısa süre içerisinde elimine etmesi için aynı zamanda çalışanların RFID konusunda daha da bilinçlendirmesi ve sistemi doğru ve etkin bir şekilde kullanılmasını sağlaması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- (2016). ministires-online: <http://www2.ministries-online.org/biometrics/rfidchip2.html> adresinden alınmıştır
- (2016). <http://www.desnet.com.tr>. adresinden alınmıştır
- Banks, J., Hanny, D., & Pachano, M. (2007). *RFID Applied*. John Wiley & Sons, INC.
- Borysowich, C. (2004). *The Future of RFID in Cars*.
- Cebeci, U., & Kılınc, S. (2007). Selecting RFID Systems for Glass Industry by Using Fuzzy AHP Approach. *RFID Eurasia, 2007 1st Annual*. İstanbul: IEEE.
- Chang, A.-Y., & Chen, C.-Y. (2010, September 10). Analysing Critical Factors of Introducing RFID into an Enterprise - An Application of AHP and DEMATEL Method. 323-334. Yunlin: International Journal of Industrial Engineering.
- Chen, J. (2014). Study on the Application of RFID in the Visible Military Logistics. *Proceedings of the 13th International Conference on Man-Machine-Environment System Engineering*, (s. 167-173).
- Chow, C. L. (2007). RFID-based system resource management using RFID technology and artificial intelligence for the collection of dynamic and static data.
- Chuu, S.-J. (2014). An investment evaluation of supply chain RFID technologies: A group decision-making model with multiple information sources. *Knowledge-Based Systems*, 210-220.
- Cui, L., Liu, F., Zhang, Y., & Xu, M. (2017). Investigation of RFID investment in a single retailer two supplier chain with random demand to decrease inventory inaccuracy. *Journal of Cleaner Production*, 2028-2044.
- Dağdeviren, M., & Eren, T. (2001). Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Proglamlama Yöntemlerinin Kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 41-52.
- Dağdeviren, M., & Eren, T. (2001). Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi* (16), 41-52.
- Demirel, F. (2007). RFID Teknolojisi Okuyucu/Sorgulayıcı (Reader). *Tedarik Zinciri Yönetiminde RFID Uygulamaları*. İstanbul.
- Demirel, M. (2013, Şubat). ISO Standartları. *Otomotik Tanıma Sistemleri: Otomotiv Sektöründe Bir RFID Uygulaması*. Eskişehir.
- EpcGlobal*. (2016). 2016 tarihinde GS1: <http://www.gs1.org/epcglobal> adresinden alındı

EPIC. (1994). 2016 tarihinde [www.epic.org:  
https://www.epic.org/privacy/#general](http://www.epic.org/privacy/#general) adresinden alındı

Erkan, T. E., & Can, G. F. (2014). Selecting the Best Warehouse Data Collecting System by Using AHP and FAHP Methods. *Tehnički Vjesnik* , 87-93.

Fan, T.-J., & Chang, X.-Y. (2014). Benefits of RFID technology for reducing inventory shrinkage. *International Journal of Production Economics* , 659-665.

Fu, H.-P., Chang, T.-H., Lin, A., & Du, Z.-J. (2012). Key factors for the adoption of RFID in the logistics industry in Taiwan. *The International Journal of Logistics Management* , 61-81.

Gautam, R., Singh, A., & Karthik, K. (2017). Traceability using RFID and its formulation for a kiwifruit supply chain. *Computers & Industrial Engineering* , 46-58.

GS1. (2016). 2016 tarihinde [www.gs1.org](http://www.gs1.org): <http://www.gs1.org/epc-rfid> adresinden alındı

Haibo, Y. (2009). Research on Project of Military Logistics MIS Visualization Based on RFID. *Shandong University Master's Thesis* , 3-21.

Harris, D. (1952). Radio Transmission Systems with Modulatable Passive Responder. *Continuation of application serial no.304* .

Hau, L., & Özalp, Ö. (2007, January 2). Unlocking the Value of RFID. POMS.

Hodges, S., & Harrison, M. (2003). *Demystifying RFID: Principles and practicalities*. White Paper.

<http://ca.mouser.com/images/microsites/rfid-gains-figure-1.jpg>. (2016). 2016 tarihinde <http://ca.mouser.com>: <http://ca.mouser.com/images/microsites/rfid-gains-figure-1.jpg> adresinden alındı

<http://www.bilgiustam.com/immobilizer-nedir-otomobillerdeki-cipli-anahtar-sistemi-nasil-calisir/>. <http://www.bilgiustam.com>: <http://www.bilgiustam.com/immobilizer-nedir-otomobillerdeki-cipli-anahtar-sistemi-nasil-calisir/> adresinden alınmıştır

<http://www.corerfid.com/rfid-applications/rfid-in-logistics/rfid-gateways/>. 2016 tarihinde Corerfid: <http://www.corerfid.com> adresinden alındı

<http://www.desnet.com.tr/motorola-mc-9190-z-rfid-el-terminali.html>. 2016 tarihinde <http://www.desnet.com.tr>. adresinden alındı

[http://www.diytrade.com/china/pd/7301583/RFID\\_Circular\\_Polarization\\_Antenna.html](http://www.diytrade.com/china/pd/7301583/RFID_Circular_Polarization_Antenna.html). 2016 tarihinde <http://www.diytrade.com>. adresinden alındı

<http://www.dsclabel.com/>. (2016).

<http://www.intechopen.com/source/html/18099/media/image1.jpeg>. (tarih yok). 2016 tarihinde <http://www.intechopen.com>. adresinden alındı

<http://www.printedelectronicsworld.com/articles/434/food-and-livestock-rfid-where-why-what-next> ). (tarih yok). <http://www.printedelectronicsworld.com>. adresinden alınmıştır

[http://www.rfid.itu.edu.tr/index\\_01.html](http://www.rfid.itu.edu.tr/index_01.html). (2016). <http://www.rfid.itu.edu.tr>: <http://www.rfid.itu.edu.tr> adresinden alınmıştır

<http://www.rfid24-7.com/wp-content/uploads/2013/04/Screen-Shot-2013-04-24-at-10.09.38-AM.png>. <http://www.rfid24-7.com>. adresinden alınmıştır

<http://www.rfidarena.com/2011/9/19/art-of-comparing-rfid-reader-power-outputs.aspx>. (2011, 9 19). 2016 tarihinde <http://www.rfidarena.com>. adresinden alındı

<http://www.rfidjournal.com/articles/view?7693>. (2016) <http://www.rfidjournal.com>. adresinden alınmıştır

<http://www.rfidjournal.com/articles/view?8137/2>. (2016). rfidjournal: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?8137/2> adresinden alınmıştır

<http://www.rfidworld.ca/military-vehicle-field-trial-reveals-effectiveness-of-rfid-technology-for-vehicle-identification/2583>. (2016). <http://www.rfidworld.ca>. adresinden alınmıştır

<https://www.prlog.org/11593225-types-of-rfid-tag-antenna-inlays.jpg>. 2016 tarihinde <https://www.prlog.org>. adresinden alındı

<https://www.satoamerica.com/products/sato-rfid/rfid-printers.aspx>. (2016). Satoamerica: <https://www.satoamerica.com/products/sato-rfid/rfid-printers.aspx> adresinden alınmıştır

<https://www.zebra.com/us/en/products/rfid/rfid-reader-antennas.html>. (tarih yok). 2016 tarihinde <https://www.zebra.com>: <https://www.zebra.com> adresinden alındı

Hunt, D., Puglia, A., & Puglia, M. (2006). *RFID Standards*. WILEY.

Javidian, Z., & Beheshti, M. T. (2011). Prioritizing RFID Technology Factors in Healthcare Organizations Using TOPSIS. 603-605.

K, R., & R, C. (2009). New and Efficient Data Warehousing Algorithm for Multi-level RFID Readers. *International Advance Computing Conference*. The Institute of Electrical and Electronics Engineerings.

M, M., & Madlberger. (2009). A Model of Antecedents of RFID Adoption Intention in the Supply Chain. *In Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences, The Institute of Electrical and Electronics Engineers*. Hawaii.



- Madlberger, M. (2009). A Model of Antecedents of RFID Adoption Intention in the Supply Chain. *in Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii.
- Mehrjerdi, Y. Z. (2014). Strategic system selection with linguistic preferences and grey information using MCDM. *Elsevier* , 323-337.
- Mohammed, A., & Wang, Q. (2017). Multi-criteria optimization for a cost-effective design of an RFID-based meat supply chain. *British Food Journal* , 676-689.
- Monyatsiwa, C., Ferguson, D., & Phumaphi, N. (2013). Bridging the IT divide — Case study on the Botswana livestock industry. *IST-Africa Conference and Exhibition (IST-Africa)* (s. 3-4). Nairobi: IEEE.
- Mun, I., Kantrowitz, A., Carmel, P., Mason, K., & Engels, D. (2007). Active RFID System Augmented With 2D Barcode for Asset Management in a Hospital Setting. (s. 205-211). Grapevine: IEEE.
- Newsweek. (1998). *Newsweek Winter 97/98* , 61.
- Ngai, E., Chou, D., Poon, J., & Chan, A. (2012). Implementing an RFID-based Manufacturing Process Management System: Lessons learned and success factors. *Journal of engineering and technology management* , 112-130.
- Nicholls, R. (2017, March 15). Implanting Military RFID: Rights and Wrongs. *IEEE Technology and Society Magazine* (36).
- Oranlı, G. (2007, Haziran). Radyo Frekansıyla Tanımlama Teknolojisinin Uygulanması Kararının Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi İle Değerlendirilmesi: Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi* .
- Özmen, G. A., & Birgün, S. (2011). Radyo Frekansı ile Tanımlama Sistemi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi* , 81-88.
- Poirier, C., & McCollum, D. (2006). Retailing. C. Poirier içinde, *RFID Strategic Implementation and ROI*. J.Ross Publishing.
- RFIDJOURNAL*. (2016). 2016 tarihinde [www.rfidjournal.com](http://www.rfidjournal.com): <http://www.rfidjournal.com/articles/view?1335/3> adresinden alındı
- Saaty, T. L. (2001). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*. Pittsburgh: RWS Publications.
- Schwartz, E. (2004, July 23). *Siemens to pilot RFID bracelets for health care*. InfoWorld: <http://www.infoworld.com/article/2666422/networking/siemens-to-pilot-rfid-bracelets-for-health-care.html> adresinden alınmıştır
- Sunderpandian, J., & Boppana, R. V. (2007). Models for Cost-Benefit Analysis of RFID Implementations in Retail Stores. *IEEE Systems Journal* , 107-114.

Stockman, H. (1948). Communication by means of reflected power, proceedings of the IRE.

The history of RFID2005IEEEExplore 8-9

Thornton, F. (2006). *Securing Communications Using RFID Middleware*. Syngress.

Tsai, W.-C., & Tang, L.-L. (2012). A model of adoption of radio frequency identification technology: the case of logistic service firms. *Journal of engineering and technology* , 131-151.

Turcu, C., Turcu, C., & Popa, V. (2009). An RFID-based System for Emergency Health Care Services. *2009 International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*.

Üstündağ, A. (2008). *RFID ve Tedarik Zinciri*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Üstündağ, A. (2008). *RFID ve Tedarik Zinciri*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Üstündağ, A. (2008). *RFID ve Tedarik Zinciri*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Üstündağ, A. (2008). *RFID ve Tedarik Zinciri*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Üstündağ, A. (2008). *RFID ve Tedarik Zinciri*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Vojtech, L., Lopez, F., Neruda, M., & Lokaj, Z. (2013). *Embedded System with RFID technology and Inductive Proximity Sensor in 36th International Conference on Telecommunications and Signal Processing*. Rome: IEEE.

Wang, Y.-M., Wang, Y.-S., & Yang, Y.-F. (2010). Understanding The Determinants of RFID Adoption in the Manufacturing Industry. *Technological Forecasting & Social Change* , 803-815.

Wasserman, E. (2007). *Hastanelerde RFID Uygulamaları ve Faydaları*.

wikipedia. (2016). 2016 tarihinde www.wikipedia.org: <https://tr.wikipedia.org/wiki/EPCglobal> adresinden alındı

Wu, C.-Y., Sun, K.-T., & Chan, H.-T. (2013). An empirical study on using multi-criteria decision making method in enterprise to adopt RFID assessment criteria. *BioTechnology: An Indian Journal* , 1404-1411.

Xiao, Q., Boulet, C., & Gibbons, T. (2007). RFID Security Issues in Military Supply Chains. *Availability, Reliability and Security, 2007. ARES 2007. The Second International Conference on* (s. 3). Vienna: IEEE.

Yao, W., Chu, C.-H., & Li, Z. (2010). The Use of RFID in healthcare: Benefits and Barriers. R.-T. a. (RFID-TA) (Dü.). içinde (s. 1). Guangzhou: IEEE.

Yüksel, E., & Zaim, H. (2009). The Advantage of RFID To Automatic Object Identification Techniques, Data Capture and Analysis Systems And Its Impact To Information Technologies. *5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu*, (s. 4). Karabük.

