

**T.C. İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ**



**RFID SİSTEMİ KULLANILARAK LOJİSTİK SÜREÇLERİN  
İYİLEŞTİRİLMESİ VE BİR UYGULAMA ÖNERİSİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS BİTİRME TEZİ**

**Mustafa YILDIRIM**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman Öğretim Üyesi: Doç. Dr. Kemal Güven GÜLEN**

**TEMMUZ 2009**

T.C. İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

RFID SİSTEMİ KULLANILARAK LOJİSTİK SÜREÇLERİN  
İYİLEŞTİRİLMESİ VE BİR UYGULAMA ÖNERİSİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS BİTİRME TEZİ  
Mustafa YILDIRIM  
0600Y53104

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Kemal Güven GÜLEN

Üye: Prof. Dr. Semra BİRGÜN

Üye: Yrd. Doç. Dr. Alper ÖZPINAR



TEMMUZ 2009



T.C.  
**İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ**  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ONAY SAYFASI**

Yüksek Lisans Öğrencisi Mustafa YILDIRIM' ın “*RFID Sistemi Kullanılarak Lojistik Süreçlerin İyileştirilmesi ve bir Uygulama Önerisi* ” Konulu tez çalışması jürimiz tarafından Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

İmza

**Tez Danışman** : Doç. Dr. Kemal Güven GÜLEN

**Jüri Üyesi** : Prof. Dr. Semra BİRGÜN


**Jüri Üyesi** : Dr. Alper ÖZPINAR

**ONAYLI**

Yukarıdaki jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulunun ...../...../200 tarih ve .....  
..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Müdür

Hazırlamış olduğum tez özgün bir çalışma olup YÖK ve İTİCÜ Lisansüstü Yönetmeliklerine uygun olarak hazırlanmıştır. Ayrıca, bu çalışmayı yaparken bilimsel etik kurallarına tamamiyle uyduğumu; yararlandığım tüm kaynakları gösterdiğimi ve hiçbir kaynaktan yaptığım ayrıntılı alıntı olmadığını beyan ederim. Bu tezin ihtiva ettiği tüm hususlar şahsi görüşüm olup İstanbul Ticaret Üniversitesinin resmi görüşünü yansıtmamaktadır.

Mustafa YILDIRIM  


## ÖNSÖZ

İnsan, hayatında birçok şey öğrenir ve bunu kalıcı bir eser haline dönüştürebilmek ise tarifi imkânsız bir haz verir. Başarının denklemi; doğru insanlarla, doğru yerlerde, doğru zamanlarda, doğru işlerde karşılaşarak, doğru kararlar verebilmektir. Bu denklem hedeflenen noktaya ulaşabilmek için iyi analiz edilmeli ve çözümlenmelidir. Bu anlamda hem akademik, hem iş hayatı, hem de özel hayatımda bu doğruların var olması benim için şans, bu doğruları kullanabilmek ise benim için bir başarıdır. Öncelikle başarıyı fayda ve iz bırakabilme üzerine odaklamamı telkin eden babama ve bana her zaman güvenen aileme teşekkür ediyorum. Hayatımda verdiğim en doğru kararlardan biri olduğuna inanıp bünyesinde bu yüksek lisans programını bitirdiğim İstanbul Ticaret Üniversitesi'ne, çok değerli öğretim üyeleri ve çalışanlarına teşekkür ediyorum. Derslerine girmekten büyük zevk duyduğum ve bana hem akademik, hem hayat, hem de mesleki açıdan paha biçilmez katkı sağlayıp, ufkumu genişleten çok değerli hocalarım Prof. Dr. Eralp ÖZİL, Prof. Dr. Semra BİRGÜN, Prof. Dr. Murat DİNÇMEN, Prof. Dr. Alptekin ERKOLLAR, Prof. Dr. Ertuğrul KARSAK, Doç. Dr. Kemal Güven GÜLEN, Yrd. Doç. Dr. Vedat Zeki YENEN, Yrd. Doç. Dr. Sefer KURNAZ, Yrd. Doç. Dr. Cafer Erhan BOZDAĞ ve Dr. Ümit ÖZEN'e teşekkür ediyorum. İş hayatımda ilk deneyimim olan ve çok değerli insanlarla tanışıp çalışma şansı bulduğum İSFALT A.Ş.'ye hem kurumsal olarak, hem de genel müdürden en alt seviye çalışanına kadar tüm mensuplarına teşekkür ediyorum. İstanbul Teknik Üniversitesi RFID Test Laboratuvarı Sorumlusu Arş. Gör. Serdar KILINÇ' a yardımlarından dolayı teşekkür ediyorum. Tez danışmanım Doç. Dr. Kemal Güven GÜLEN' e de hem ders ve tez çalışmalarındaki alakası, hem de çok değerli bir ağabey olduğu için ayrıca teşekkürü bir borç bilirim.

<b>İçindekiler</b>	
<b>ÖNSÖZ</b>	<b>i</b>
<b>KISALTMA LİSTESİ</b>	<b>iv</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b>	<b>v</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>vi</b>
<b>ÖZET</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. LOJİSTİK VE TEDARİK ZİNCİRİ</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Lojistikte Kullanılan Bilgi Teknolojileri</b>	<b>6</b>
2.1.1. E-Lojistik	6
2.1.2. Depo Yönetimi Sistemleri (DYS/WMS)	7
2.1.3. Nakliye Yönetim Sistemleri (NYS/TMS)	7
2.1.4. ERP	7
2.1.5. Kurumsal Veri Ambarı (Data Warehouse)	8
2.1.6. Elektronik Veri Değişimi (Electronic Data Interchange - EDI)	8
2.1.7. Radyo Frekanslı Kimlik Belirleme (RFID)	8
2.1.8. Gezgin Satıcı Sistemi	9
2.1.9. Mobil Agent Teknolojisi	9
2.1.10. VPN Teknolojisi	9
2.1.11. Mobil İnternet	10
2.1.12. Bluetooth Teknolojisi	10
2.1.13. Müşteri İlişkileri Yönetimi (Customer Relationship Management–CRM) Yazılımları	10
<b>2.2. Bilgi Teknolojilerindeki Gelişmelerin Lojistiğe Etkisi</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi ve Komünikasyonun Önemi</b>	<b>12</b>
<b>3. RFID TEKNOLOJİSİ</b>	<b>13</b>
<b>3.1. RFID Nedir?</b>	<b>14</b>
3.1.1. Tarihçe	15
<b>3.1.2. Auto-ID Merkezi ve EPC Global Network Sistemi</b>	<b>16</b>
<b>3.2. RFID Yazılım ve Donanım</b>	<b>17</b>
3.2.1. Etiket	17
3.2.2. Okuyucu	19
3.2.3. Yazıcı	20
3.2.4. Yazılım	21
3.3. Çalışma Prensibi	21
<b>3.4. RFID Teknolojisinin Avantajları</b>	<b>23</b>
<b>3.5. RFID ve Barkod Teknolojileri</b>	<b>25</b>
<b>3.6. Tedarik Zincirine Etkisi</b>	<b>26</b>
<b>3.7. Güncel Uygulama Çalışmaları ve Elde Edilen kazançlar</b>	<b>28</b>

<b>3.9.</b>	<b>RFID Teknolojisinin Kusurları</b>	<b>33</b>
<b>3.10.</b>	<b>Kazançlara Karşı Maliyetler</b>	<b>35</b>
<b>3.11.</b>	<b>Yatırım Kararı</b>	<b>37</b>
<b>3.12.</b>	<b>RFID Standartları</b>	<b>37</b>
<b>4.</b>	<b>RFID SİSTEMLERİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR</b>	<b>39</b>
<b>5.</b>	<b>LOJİSTİK SÜREÇLERİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE BİR RFID UYGULAMASI</b>	<b>41</b>
<b>5.1.</b>	<b>Firma Tanıtımı</b>	<b>41</b>
<b>5.2.</b>	<b>İSFALT A.Ş. Asfalt Tedarik Zinciri</b>	<b>46</b>
5.2.1.	RFID Teknolojisi İle Oluşturulacak Model	48
5.2.2.	Sistem Materyalleri	49
5.2.3.	İSFALT A.Ş. Lojistik Süreçler	50
5.2.3.1.	Serim Lojistiği	52
5.2.3.2.	Hammadde Lojistiği	68
5.2.4.	İdeal Lojistik Süreçler	71
5.2.5.	RFID Teknolojisinin Uygulanabileceği Yeni Uygulamalar Bulunması	72
5.2.6.	Performans	73
5.2.6.1.	Fabrika Doluluk Oranı	73
5.2.6.2.	Diğer Performans Ölçütleri	75
5.2.7.	Çevre Dostu Lojistik Anlayışı	77
5.2.8.	Gerçekleştirme Planı	77
5.2.9.	Maliyetler	78
<b>6.</b>	<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b>	<b>80</b>
	<b>KAYNAKLAR</b>	<b>82</b>
	<b>EKLER</b>	<b>84</b>
<b>Ek A.</b>	<b>Asfalt Üretim</b>	<b>84</b>
Ek A1.	Asfalt Üretim Prosesi	84
Ek A2.	Asfalt Üretimi Akış Şeması	85
<b>Ek B.</b>	<b>Finişer</b>	<b>89</b>
Ek B1.	Finişer Prosesi	89
Ek B2.	Finişer Akış Şeması	90
	<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>92</b>

## **KISALTMA LİSTESİ**

RFID: Radio Frequency Identification

DYS: Depo Yönetim Sistemleri

WMS: Warehouse Management Systems

NYS: Nakliye Yönetim Sistemleri

TMS: Transportation Management Systems

ERP: Enterprise Resource Planning

EPC: Electronic Product Code

BPR: Business Process Reengineering

EEPROM: Electrically Erasable Programmable Read Only Memory



## TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1. Frekanslarına Göre RFID Etiketlerin Özellikleri ve Uygulama Alanları..	19
Tablo 3.2. Barkod&RFID Karşılaştırması.....	26
Tablo 3.3. Tedarik Zinciri Unsurlarının Kazanımları.....	28
Tablo 3.4. UHF Class 1 Gen 2 Özellikleri.....	38
Tablo 5.1. İSFALT Fabrika Kapasiteleri.....	45
Tablo 5.2. Aydınlı Asfalt Fabrikası Kapasitesi.....	45
Tablo 5.3. Ümraniye Asfalt Fabrikası Kapasitesi.....	45
Tablo 5.4. Habibler Asfalt Fabrikası Kapasitesi.....	45
Tablo 5.5. Mahmutbey Asfalt Fabrikası Kapasitesi.....	46
Tablo 5.6. RFID Etiketlerin Frekanslarına Göre Mesafe ve Uygulama Özellikler....	49
Tablo 5.7. 4 Aylık Çalışma Saatleri ve Kullanım Yüzdeleri.....	74

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Genel Tedarik Zinciri Yapısı.....	3
Şekil 2.2. Lojistik ve Tedarik Zinciri İlişkisi.....	4
Şekil 3.1. Ürünlerin Etiketlenmesi.....	16
Şekil 3.2. RFID Etiket.....	17
Şekil 3.3. Sabit ve El Terminalli Okuyucu.....	19
Şekil 3.4. RFID Yazıcı.....	20
Şekil 3.5. RFID Teknolojisi Çalışma Sistemi.....	23
Şekil 3.6. RFID Teknolojisinin Faydaları.....	27
Şekil 5.1. İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İSFALT Logo.....	41
Şekil 5.2. Asfalt Plenti Görünüm.....	42
Şekil 5.3. Asfalt Yol.....	43
Şekil 5.4. Finişer İle Serim.....	43
Şekil 5.5. El İle Serim.....	43
Şekil 5.6. Tranşe Kaplama.....	44
Şekil 5.7. Fabrika Görünüm.....	44
Şekil 5.8. Üretimin Müşterilere Göre Dağılımı.....	46
Şekil 5.9. İSFALT Tedarik Zinciri.....	47
Şekil 5.10. İSFALT Asfalt Tedarik Zinciri.....	51
Şekil 5.11. Talep Listesi.....	53
Şekil 5.12. Giriş Tartım Penceresi.....	53
Şekil 5.13. Kantar Sevk Giriş Penceresi.....	54
Şekil 5.14. Hammadde Giriş Penceresi.....	70
Şekil 5.15. Çalışma Saatlerinin Kullanım Dağılımı.....	75
Şekil 5.16. NEXUS 5 Adım Destek Planı.....	78

## ÖZET

### **RFID SİSTEMİ KULLANILARAK LOJİSTİK SÜREÇLERİN İYİLEŞTİRİLMESİ VE BİR UYGULAMA ÖNERİSİ**

Lojistik süreçlerin performansının artırılması ve tedarik zincirinin etkin bir şekilde yönetilmesi, şirketlerin rekabet edebilmeleri için önemli bir etkidir. Bu konuda karşılaşılan en büyük problemlerden biri, doğru bilgiye, doğru zamanda ulaşamamaktır. Çünkü bilgi tüm süreçlerin başlaması için gereklidir. Bu ihtiyaçla birlikte birçok bilgi teknolojisi ortaya çıkmıştır. İSFALT A.Ş. firmasının lojistik süreçleri ve tedarik zincirinde de bilgi eksikliği ve bilgiye kolay ulaşılamamasından kaynaklanan problemler oluşmaktadır. Bu problemler lojistik süreçlerin performansını ve tedarik zincirinin etkinliğini azaltmaktadır. Performans ve etkinlikte yaşanan problemler de süreçte birçok problemin çıkmasına ve aksamalara neden olmaktadır. Bu çalışmada; bu problemleri çözmek için son zamanların en popüler bilgi teknolojilerinden olan RFID (Radio Frequency Identification – Radyo Frekanslı Tanıma) sistemlerinin, incelemeye konu olan İSFALT A.Ş. firmasının süreçlerine nasıl etki edebileceği araştırılmıştır. Bu etki araştırılırken de maliyetler ve ticari partnerlerin tepkisi de göz önüne alınmıştır. Süreçler detaylı bir şekilde tanıtılıp, olası çözümler irdelenmiştir. Süreçlerde tanımlanan sorunların kök nedeni bilgi eksikliği veya bilgiye kolay ulaşılamamasından kaynaklanmaktadır. RFID sistemi getirilmesi ile yapılabilecek iyileştirme önerilerinin, sistemin bir bütün olarak ele alınması ve gelişmeye yönelik bir eğilim oluşmasına olanak sağladığı görülmektedir. RFID sistemi ile gelen olası iyileştirmeler bir sistem olarak düşünülüp, İSFALT A.Ş. firmasının mevcut yapısına göre şekillenmiştir. Sistemin lojistik süreçlerin performansına, tedarik zincirinin etkinliğine ve maliyet kazanımlarına göre değerlendirilmesi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Lojistik Süreçler, Tedarik Zinciri Yönetimi, Bilgi Teknolojileri, RFID

## **SUMMARY**

### **IMPROVEMENTS FOR LOGISTIC PROCESSES WITH USING RFID SYSTEMS AND AN IMPLEMENTATION PROPOSAL**

Increasing the performance of logistic processes and managing the Supply Chain efficiently are important factors for life of companies in the competitive world. One of the biggest problems about this topic is the difficulty to reach right information at the right time. Because, the information is a necessity to start all processes. With this necessity, a lot of Information Technologies were born. In ISFALT, there are a lot of problem about missing or half information from Logistic Processes and Supply Chain and also about lack of way to reach information easily. These problems are decreasing the performance of logistic processes and lowering the efficiency of supply chains. Performance and efficiency problems are the cause of another problems and difficulties about processes. In this study; to solve these problems, we studied about the effects of RFID (Radio Frequency Identification), one of the most popular information technologies, in ISFALT Co.'s processes. While this effect was studied, costs and the response of partners about the implementation are considered. Processes are introduced deeply and possible solutions are researched. The main reason of problems that introduced in processes is the missing information or the lack of reaching information easily. It seems that improvement proposals with the RFID implementation make the trend about seeing entire system and the trend of innovation possible. Possible improvements with RFID implementation are discussed and shaped for the existing system of ISFALT Co. Finally the system is introduced for the performance of logistic processes, the efficiency of supply chain and the cost saving.

**Key Words:** Logistic Processes, Supply Chain Management, Information Technologies, RFID

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, ürün hayat döngüleri git gide kısalıp müşteri beklentileri sürekli artarken arz-talep dengesini sağlamak, firmalar için giderek zorlaşıyor. Bu değişime, iletişim ve ulaşımdaki teknik gelişmeler de eklenince tedarik zincirinin halkaları artıyor, bu halkaların yönetimi ise gittikçe karmaşıklaşıyor.

Özellikle tedarik zinciri kapsamında bulunan ve şirketlerin rekabet avantajı yakalamasında büyük rol oynayan satın alma, üretim, dağıtım süreçleri ve bu süreçlere ilişkin planlama faaliyetlerinin etkinliğinin ve verimliliğinin sağlanması da büyük önem taşıyor (Koç Sistem a).

Tedarik Zinciri Yönetimi, artık birçok firma için anahtar başarı faktörü olarak ortaya çıkmıştır. Bu alandaki teknolojik gelişmeler de bu ilgiye paralel olarak gelişmektedir. Fakat yapılacak yatırımların oluşturduğu maliyetler nedeniyle bu teknolojik gelişmelere firmalar genelde kuşkuyla yaklaşmaktalar. Bu yüzden yeni teknolojilerin, global anlamda büyük firmalar ve sektör liderleri tarafından kabul edilişi takip edilmektedir. Yapılan bilimsel araştırmalar bu aşamada büyük önem taşımaktadır. Firmaların yeni teknolojilere bakışını belirleyecek ve ileriye görebilmelerini sağlayacak araştırmalar, yeni teknolojilerin daha kolay adapte olmasını ve gelişmesini sağlamaktadırlar (Michael, McCathie, 2005).

RFID teknolojisi tedarik zincirinde yapılmakta olan iyileştirmelerde yeni bir çığır açmıştır. Sistemin kolay kurulabilirliği ve firmalara getirdiği yenilikçi bakışla tüm süreçlerin etkin bir şekilde yönetilebilmesini sağlar. Firmalar henüz bu teknolojiye yabancı olduğu için yatırım konusunda çekinmektedirler. Yapılan akademik çalışmalar, duyurulan kazançlar ve büyük firmaların bu teknolojiye geçmesiyle gittikçe daha çok yaygınlaşan bir teknoloji haline gelmeye başlamıştır.

Bu teknolojinin uygulanmasının yaygınlaşması açısından farklı sektörler için incelenmesi önemlidir. Bu çalışmada İstanbul Büyükşehir Belediyesi iktisadi kuruluşlarından olan İSFALT A.Ş.'nin bu teknolojiye geçmesiyle elde edebileceği kazançlar incelenmiştir. Amaç; farklı bir sektörde RFID teknolojisinin olası katkılarını ortaya çıkarabilmektir. Bu amaçla öncelikle Lojistik, Tedarik Zinciri

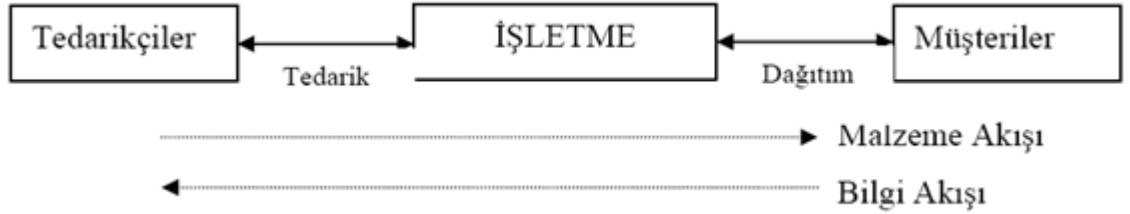
Yönetimi, Bilgi Teknolojileri gibi kavramlar hakkında bilgi verilmiştir. RFID teknolojisi ile ilgili bilgilere de yer verilmiştir. Daha sonra İSFALT A.Ş. ile ilgili bilgiler ve mevcut süreçlerinden bahsedilmiştir. Süreçlerin detaylı bir şekilde incelenmesiyle birlikte, süreçlerde oluşan problemler, bilgi eksikliği ve bilgiye kolay ulaşamama açısından değerlendirilmiştir. RFID sisteminin bu problemlere getirebileceği çözümler ve genel anlamda tüm süreçlerin ve tedarik zinciri yapısının geliştirilmesine yönelik olarak nasıl bir yol çizebileceği üzerinde durulmuştur.

## 2. LOJİSTİK VE TEDARİK ZİNCİRİ

Tedarik Zinciri Konseyi (The Supply-Chain Council) tarafından yapılan tanıma göre Tedarik Zinciri Yönetimi; “tedarikçi firmanın tedarikçisinden müşteri firmanın müşterisine kadar son ürünü veya hizmeti üretmek ve teslim etmek için gerekli her türlü çabayı içerir. Tedarik Zinciri Yönetimine talep ve tedarikin yönetimi, hammadde ve malzeme temini, üretim ve montaj, depolama ve stok takibi, sipariş yönetimi, bütün dağıtım kanalları ve müşteriye teslimat dâhildir.”

Stanford Tedarik Zinciri Forumu'nun yaptığı tanıma göre ise Tedarik Zinciri Yönetimi tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar ve müşterilerin oluşturduğu bir ağda malzeme, bilgi ve finansal akışların yönetimi ile uğraşır. Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi son müşteriye doğru malzeme akışı söz konusu iken, geriye doğru da bir bilgi akışı vardır.

Daha genel bir tanım olarak ise Tedarik zinciri; malzemelerin tedarikinden son müşteriye ulaşıncaya kadar olan tüm fonksiyonları yerine getiren bir tesis ve dağıtım opsiyonları ağıdır denilebilir (Tunç, 2006).

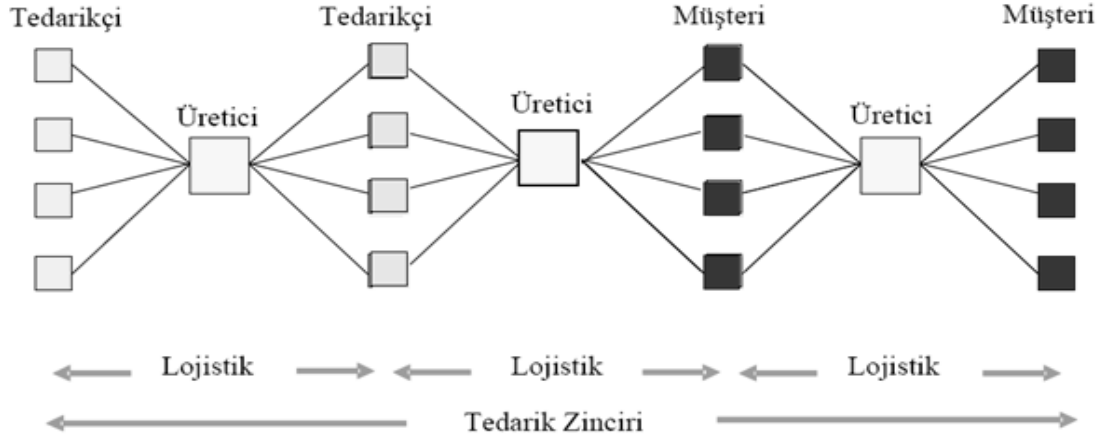


Şekil 2.1. Genel Tedarik Zinciri Yapısı (Tunç, 2006)

Tedarik zinciri; son müşteriye ulaşan ürünün sistemin en başından itibaren incelenmesi için önemlidir. Sürece tedarik zinciri mantığı ile bakmak, üründe ve süreçte yapılan hataların ve etkinlik problemlerinin nedenini ve çözümünü bulmak için gereklidir. Süreç üzerinde yapılabilecek iyileştirmelerin tüm sistemin performansına nasıl etkideği iyi analiz edilmiş bir tedarik zinciri ve dağıtım kanalları ağı ile mümkündür.

Tüm süreç içerisindeki işlemlerin bir bütünü etkilediği ve bir bütünün parçası olduğu mantığı ile incelenmesi, tedarik zincirinin temel işlevidir. Burada işlem ve süreçlerin birbirlerini etkileme şekilleri iyi belirlendiği zaman yapılan iyileştirmelerin de tüm

sistem performansına etkisi görülebilir hale gelir ve daha etkin iyileştirmeler yapılabilir.



Şekil 2.2. Lojistik ve Tedarik Zinciri İlişkisi (Tunç, 2006)

Şekil 2.2.'deki gibi tüm işlemler lojistik süreçler şeklinde tanımlanmalıdır. Tüm lojistik süreçlerinin de birbiri ile ilişkisi belirlenip bu ilişkilerle tüm sistem zincir şeklinde oluşturulmalıdır. Bu zincir; lojistik süreçlerde yapılan iyileştirmelerle büyük bir potansiyelin açığa çıkmasını sağlar.

Lojistiğin ise birden fazla tanımı vardır. Her kurum ve araştırmacı kendi tanımını yapabilir. Bunun nedeni ise lojistiğin çok geniş bir alanı olması ve bu yüzden bu kavrama farklı açılardan bakılabilmesidir (Cengiz, 2006).

Lojistik yönetimi ile ilgili olarak birçok tanım yapılmaktadır, ancak en geçerli olan tanım lojistikle ilgili önde gelen organizasyonlardan biri olan Tedarik Zinciri Yönetimi Uzmanları Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals) tarafından 1991 yılında yapılmıştır. Buna göre Lojistik Yönetimi;

“Müşteri gereksinimlerini karşılamak amacıyla malların, hizmetlerin ve ilgili bilginin orijin noktasından tüketim noktasına etkin ve verimli akışının ve saklanması planlanması, uygulanması ve kontrolü sürecidir.” (Tunç, 2006).

Lojistik kavramı alıcı ve satıcıların birbirine uzak olması nedeniyle ortaya çıkmıştır. (Sezen, 2001). Talep eden ile arzı gerçekleştiren arasındaki bağlantı, lojistiği doğurmuştur. Talep edilen mal veya hizmetin müşteriye en hızlı ve en düşük maliyetli bir biçimde ulaştırılabilmesi önemli bir rekabet avantajıdır. Bu yüzden firma ve kurumlar lojistik kavramı ile rekabetçi özelliklerini artırarak maliyetlerden kazanım sağlamaktadırlar. Örneğin; küreselleşen dünyada artık batı tüketen, doğu ise



üreten olmuştur. Batının refah seviyesi tüketimi artırmıştır. Doğu ise çok düşük işçilik maliyetleri, hammadde zenginliği ve yatırım fırsatları ile cazip durumdadır. Bu yüzden doğuda üretip, batıda satabilmek büyük oranda kar sağlayabilir. İşte bu fırsatı yakalamak için lojistiğe büyük ihtiyaç vardır. Eğer doğudan hızlı ve düşük maliyetle ürünler getirilebilirse, lokal üreticilere oranla daha düşük maliyetle hem satış, hem de kar üstünlüğü sağlanabilir. Tabi ki bu sadece lojistiğin önemi ile ilgili küçük bir örnektir.

Farklı bir yönden bakıldığında, üretilen her ürünün taşınmak zorunda olduğu gerçeği, bu taşımalar için hâlihazırda ismi konmamış bir lojistik faaliyet yürütüldüğünü gösterir. Fakat bir yönetim sistemi olarak uygulanmadığı için farkında olmadan katlanılan maliyetler de toplam maliyete etki etmekte ve bu maliyetlerin doğurduğu aksaklıklar, taşımanın da tüm sürecin bir parçası olduğu göz önüne alınırsa, bütün süreci etkilemektedir. Dolayısıyla bu maliyetlerin kazanımı ve tüm süreçte, yani tedarik zincirinde akışın optimal bir şekilde devamı için lojistik önemli bir konu haline geliyor.

Günümüzde tüm dünyada ve Türkiye’de lojistik kelimesi sürekli gündemdedir. Hâlihazırda tüm otoriteler tarafından, geleceğin en önemli araştırma ve geliştirme alanlarından biri olarak gösterilmektedir. Bu ilgi, ülkemizde nakliyecilik ile ilgili firmaların isimlerinin yanına lojistik kelimesini eklemesiyle de fark edilebilir. Fakat bu eklenen isimlerin de küçük bir katkısı ve konuya yabancı olmanın da etkisi ile birlikte genel kanının lojistiğin sadece taşıma ile ilgili olduğu yönünde bir inanış da oluşabiliyor.

Aslında Lojistik Yönetimi Konseyi’nin tanımından da hatırlayacağımız gibi lojistik; sadece ürünlerle ilgili değil, ürün, hizmet ve bunlarla ilgili verileri de kapsayan bir kavramdır. Ayrıca lojistikle ilgili faaliyetler; tüm süreç boyunca etkin ve verimli bir şekilde akışı sağlamak, bu yönde ürünün saklanması ve düzeyi ile ilgili seçenekler oluşturmak, buna yönelik planlama, uygulama ve kontrol süreçlerini oluşturmaktır. Buradan da anladığımız gibi lojistik kelimesinin ilk çağrıştırdığı anlam taşımacılık gibi algılansa da, tek içerdiği anlam taşımacılık değildir.

Süreçlerin birbiri arasındaki akışı ve birbirine entegrasyonu olan lojistik, tüm sistem performansını etkiler. Lokal olarak yapılan lojistik iyileştirmeler tüm tedarik zincirinin etkinliğine fayda sağlayacaktır. Fakat lojistik süreçler tam olarak entegre

edilemediğinde zincirin potansiyeli tam olarak maksimize edilemez. Entegre olamamasının nedeni, benzer performans kriterlerine göre değerlendirilmemeleri, birbirlerini etkileme düzeylerinin bilinmemesi, birlikte bir sistem oluşturmamasından kaynaklanmaktadır. Sistem lojistik için önemli bir kavramdır. Çünkü lojistik süreçlere sistem anlayışıyla bakmak sürecin etkinliği açısından önemlidir. Bileşenlerin birbirini etkileme düzeyi ve bir sistemi oluşturma anlamında bir bütünü ifade edebilmeleri sürecin etkinliğinin ve yapılan iyileştirme ve müdahalelerin olumlu sonuçlanabilmeleri açısından önemlidir.

## **2.1. Lojistikte Kullanılan Bilgi Teknolojileri**

Lojistik süreçlerde kararlar verilere bağlıdır. Teknolojinin gelişmesi ve ucuzlamasıyla şirketler otomatik tanımlama, takip sistemleri ve otomasyon sistemlerine yönelmeye başladılar. Hâlihazırda yapılan faaliyetler, bu yeni teknolojilerle birlikte hızlanmaya başladı ve gereksiz faaliyetler elimine edilerek süreçler daha etkin hale gelmeye başladı. Teknolojilerin uygulanmasının yaygınlaşmasıyla birlikte lojistik süreçler de yeniden yapılanmaya ve şekil değiştirmeye başlamıştır. Böylelikle de süreçlerdeki teknolojik gelişim bir mecburiyet halini almıştır.

Teknolojinin hızla gelişmesi, önemli bir maliyet kalemi olan lojistik süreçlerin etkin hale getirilme çalışmalarında bilgi teknolojilerinin önemini de beraberinde getirmiştir. Cengiz (2006)' da lojistikte kullanılan bilgi teknolojileri genel olarak derlenmiştir:

### **2.1.1. E-Lojistik**

Lojistik faaliyetler ve lojistik süreçlerin güvenilir bir biçimde elektronik ortamda yönetilmesidir.

Lojistikte ve teknolojide yaşanan büyük gelişmeler, süreçlerin ve faaliyetlerin elektronik ortamda yönetilmesi ve yeni teknolojilerle entegre bir e-lojistik uygulamasını mümkün kılmaktadır. Sadece ürünler ve taşıtlarla ilgili değil, tüm sistem ile ilgili veriler ve işlemler de elektronik ortamda kaydedilebilir.

### **2.1.2. Depo Yönetimi Sistemleri (DYS/WMS)**

Bir kuruluşun mal kabul, yerleştirme, toplama, ikmal, paketlenme, envanter sayımı, ekonomik sipariş miktarı ve emniyet stoku hesaplamaları, taşıma, dağıtım ve imha maliyetlerinin takibi, raf ömrü takibi, ürün saklama özellikleri, tedarik süreleri takibi ve güncellenmesi, tedarikçi promosyonları ve mevsimsel fiyat değişikliği takibi, potansiyel stok fazlası ve stok yetersizliği durumlarının takibi gibi depo ya da dağıtım merkezlerindeki tüm süreçlerin gerçek zamanlı olarak gerçekleştirilmesine ve takibine yardımcı olan yazılımlardır. Bu yazılımlar, süreçler içi analitik karar desteği de sağlarlar. Bir depo otomasyon sisteminin ana amacı bir operasyondaki malların stoklanması ve hareketlerinin kontrolüdür.

### **2.1.3. Nakliye Yönetim Sistemleri (NYS/TMS)**

Bu yazılımlar stratejik, taktik ve operasyonel seviyelerde nakliye süreçlerine destek olmaktadır. Bu sistemlerin kullanımıyla kuruluşun kendi lokasyonları arasındaki, tedarikçi ve müşterilerle kuruluş lokasyonları arasındaki sevkiyatların rotasının belirlenmesi, yüklerin oluşturulması, taşıyıcı seçimi, nakliye ücretlerinin belirlenmesi, sevkiyatların çizelgelenmesi ve takibi, sevkiyat ile ilgili dokümantasyonun yapılması ve ödeme süreçlerinin takibi gibi süreçlere destek olmakta ve tüm bu faaliyetlerin, kuruluşun diğer faaliyetleriyle entegrasyonuna imkân vermektedir.

Nakliyeden doğan maliyetler, kuruluşların tedarik zinciri maliyetlerinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu sistemlerle aşağıdaki konularda iyileştirme yapmak mümkündür:

- Sevkiyat maliyetlerinin düşürülmesi
- Sipariş karşılama sürelerinin düşürülmesi
- Müşteri hizmet seviyelerinin artırılması
- Kuruluşun nakliye aktiflerinin daha verimli kullanılmasının sağlanması

### **2.1.4. ERP**

American Production Inventory Control Society'ye göre ERP; Bir üretim, dağıtım veya hizmet şirketinde müşteri taleplerinin alınması, üretilmesi, sevkiyatı ve finansal takibi için gerekli kaynakların etkin bir şekilde planlanması ve kontrolü yöntemidir.

70'lerde işletmelerin muhasebe işlemlerini bilgisayar aracılığı ile yapması ile başlayan ve işletmelerin diğer fonksiyonları ile ilgili işlemlerin de zaman ile birlikte bu yapıya entegre olmasıyla günümüze gelen bir yöntemdir. Bu yöntemin başlıca amacı; işletmenin kaynaklarını en etkin biçimde kullanmak, iş süreçlerini hızlandırmak ve maliyetleri düşürerek en üst seviyede verimlilik sağlamaktır.

#### **2.1.5. Kurumsal Veri Ambarı (Data Warehouse)**

Şirketlerde üretilen tüm verilerin derlenerek, yönetsel ve operasyonel raporlama ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılmasını ve değer oluşturabilecek tüm bilgilere istenilen detaylarda ulaşılabilmesini sağlayacak bir teknolojidir. Tek kaynaktan, farklı sistem ve yazılımlardan getirdiği bilgileri üst düzey bir karar destek sistemine dönüştürür.

#### **2.1.6. Elektronik Veri Değişimi (Electronic Data Interchange - EDI)**

Kuruluşların, fatura ve envanter verileri gibi iş dokümanlarının, aralarında kurulan özel bir bilgi sistemleri altyapısı üzerinden standart biçimlerde transfer etmelerine imkan veren sistemlerdir. Sistemin kuruluşlara sağladığı faydalar:

- Verinin doğruluğunun artması: Verinin kâğıt ortamda işlenmesi ya da tekrar girilmesi sürecini ortadan kaldırarak, potansiyel veri girişi hatalarını engellerler.
- Veri değişimi sürecinin hızlanması: Verinin elektronik ortamda iletilmesiyle bilgi değişimi süresinin kısalmasını sağlayarak tedarik zinciri süreçlerini daha verimli hale getirirler.
- Veri değişimi sürecinin teknik açıdan basitleşmesi: Standart dokümanlarla, kuruluşlar arasındaki doküman takibinde yaşanabilen karışıklıklar azalır.
- Personel maliyetlerinin azalması: Ofis süreçlerinde ihtiyaç duyulan personel ihtiyacını azaltır.

Sunduğu faydaların yanında her veriyi desteklememeleri ve yeni bir bileşen eklemek için sistemin yeniden yapılandırılması ihtiyacı nedeniyle bu sistemlerin yerini internet tabanlı sistemler almaktadır.

#### **2.1.7. Radyo Frekanslı Kimlik Belirleme (RFID)**

Canlıları ya da nesnelere radyo dalgaları ile tanımlamak için kullanılan teknolojilere verilen genel addır. Bu sistemle ilgili daha geniş bilgi daha 3. bölümde verilecektir.

### **2.1.8. Gezgin Satıcı Sistemi**

El terminalleri ile teslim yerlerinde sipariş, tahsilat, teslim bilgileri gibi verilerin ister gün sonunda toplu olarak, ister online girilmesine olanak tanıyan teknolojilerdir. Bu teknoloji sayesinde hangi müşterilerden, ne kadar tahsilât yapıldığı, hangi siparişle ilgili ne kadar teslimat kaldığı, yeni alınan siparişler, sevkiyat planı, stok durumu gibi veriler operasyonel olarak kullanılabilir.

### **2.1.9. Mobil Agent Teknolojisi**

Agent'lar, kişi veya kuruluşlar adına özerk olarak hareket edebilen bilgisayar programlarıdır. Ait olduğu kişinin işlerini yapabilecek, bilgisayarlar arasında hareket edebilen programlardır. Her Agent görevini kendi inisiyatifine göre yerine getirebilmesi için kendi çalışma sürecine sahiptir (Bilgisite).

Genel olarak tüm süreçte yapılan seçim, haberleşme, karar verme gibi işlemler bu programlar sayesinde otomatik olarak yapılabilir. Bunlardan bazıları:

- Satın alma için gerekli iletişimin kurulmasını veya tedarikçi seçimini otomatik olarak yapar.
- Tüm bileşenlerin aynı yazılımı kullanmasına gerek yoktur. Farklı yazılımlar arasında arayüz oluşturur.
- İnternet bağlantısı kopsa da tekrar bağlanıldığında gerekli işlemleri bitirir.
- Stok düzeyleriyle harekete geçmesi gereken bileşenleri otomatik uyarır.
- Yapılan işler çok güçlü işlemcilerle gerek duysa bile, Agentlar işleri paylaştırarak işlemi kolaylaştırır.
- Süreçten yapılan değişiklikler, değişikliklerden etkilenen bileşenlere Agentlar sayesinde iletilir.

### **2.1.10. VPN Teknolojisi**

Bu teknoloji, internet üzerinden şifreli ve güvenli iletişimi sağlamak için düşünülmüş bir teknolojidir. Kurumsal verileri internet üzerinden paylaşma riskini göze almak istemeyen firmalar ve her yerden gereken işlemleri yapabilme yeteneği ile süreçleri güvenli bir şekilde hızlandırmak için kullanılır.

### **2.1.11. Mobil İnternet**

Mobil internet, gelişen teknoloji ile elektronik ticaret içinde bir alana dönüşmüştür. Buna m-ticaret de denilebilir. E-ticaret ile online sipariş imkanı veren teknolojilerden sonra, cep telefonu gibi mobil araçlarla da mekan ve bilgisayar zorunluluğundan kurtararak, bağımsız alternatif dağıtım kanalları oluşmuştur.

### **2.1.12. Bluetooth Teknolojisi**

Kablosuz iletişim teknolojisinin gelişmesinde önemli bir alan da Bluetooth teknolojisidir. Süreçlerde iletişimi sağlamak için birçok konuda çözüm sağlayıcı olarak kullanılabilir. Bluetooth teknolojisinin cep telefonları, bilgisayarlar, hatta otomobillerde ve beyaz eşyalarda bile kullanılabilmesi, en önemli avantajları arasında görülmektedir.

### **2.1.13. Müşteri İlişkileri Yönetimi (Customer Relationship Management–CRM) Yazılımları**

Tedarik zincirinin satış sürecinde uzun vadede müşterilerle ilişkileri geliştirmek ve güçlendirmek amaçlı yazılımlardır. Müşterilerin ne istediğini bilmek, bu isteklere göre süreci şekillendirmek ve ihtiyaçlara cevap verebilmek, tedarik zincirinin verimliliği ve üretkenliği açısından önemlidir.

## **2.2. Bilgi Teknolojilerindeki Gelişmelerin Lojistiğe Etkisi**

Bilgi teknolojilerindeki hızlı gelişme birçok alanı etkilemiştir. Lojistik sektöründe de yeni anlayışlar, yapılanmalar ve uygulamaların doğmasına neden olmuştur.

Lojistikte amaç, süreç boyunca yapılan işlemlerin düşük maliyetli, hızlı, sürekli ve güvenilir bir şekilde yapılmasıdır. Bunun gerçekleşmesinde bilgi çok önemlidir. Bilgiye hemen ulaşabilme ve bilgi paylaşımı ile bir yönetim sistemi çatısı altında hedeflenen ideal lojistik sistemine ulaşılabilir. Lojistik süreçlerin bilgi teknolojileri ile geliştirilmesi, maliyetlerin azaltılması ve sürecin etkin yönetimi çalışmalarına olanak sağlar.

Bilgi teknolojileri, önemli bir araç olarak gelişmenin önündeki engelleri kaldırarak sürekli iyileşme bilincini ortaya koyması açısından önemli bir fikir de sağlar. Bilgi teknolojilerinin getirdiği faydalar ve oluşturduğu yeni ve hızlı süreçlerle birlikte gelişmenin önündeki engeller de kalkmaya başlar. Gelişmenin önündeki en büyük

engellerden biri; doğru bilgiye, istenen zamanda, en ekonomik ve hızlı bir şekilde ulaşamamaktır.

Bilgi teknolojileri, sistem için maliyet oluşturan ve sistem performansını etkileyen tüm unsurlara daha etkin bir şekilde odaklanmayı sağlar. Optimum süreçlerin oluşturulması için araçların yer ve konum takibi, ürünlerin güvenilir bir şekilde teslimi, sürecin yakından takibi, çeşitli tasarruf kalemlerinin bulunması gibi çalışmalara olanak sağlar.

Bilginin anında ulaşılabilir olması ve etkin bir bilgi teknolojisi desteği ile e-lojistik diye de adlandırılacak lojistik sistemler için en önemli 2 kavram, optimizasyon ve yönetimdir. Sipariş ve dağıtım döngüsünün daha etkin bir şekilde gerçekleşmesi için tüm faaliyetlerin optimizasyonu ve yönetimi önemli bir konudur.

İyileştirmelerin tasarlanacağı süreçler; müşteri tarafından elektronik ortamdaki imkânlar kullanılarak verilen sipariş, bütün akışın kontrol edildiği ve yönlendirildiği yönetim merkezinde değerlendirilip ve onaylanmasının ardından iş emrinin verilip ve bu emrin alındığının merkeze bildirilmesi, müteakiben yüklemenin gerçekleştirilmesi ve bu işlemin merkeze bildirilmesi, ardından merkezdeki müşteri bilgi servisi aracılığıyla malın yüklendiğinin müşteriye bildirilmesi, mal yerine ulaştığında boşaltma işleminin yapılması ve bu durumun merkeze bildirilmesi ve son olarak da müşteri bilgi servisi aracılığıyla müşterinin malın indirildiği yönünde bilgilendirilmesidir. Bütün bu faaliyetler elektronik ortamda ve genellikle otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Mal akışının devamlı bir şekilde gözlenebileceği böyle bir sistem içerisinde en hızlı ve en esnek çözüm üretilerek hizmetin optimal bir şekilde sağlanmasına imkan tanınmaktadır.

Süreçte hareket eden ürünlerin hem müşteri, hem firma tarafından izlenebilirliği, anında bilgiye ulaşabilme ve yoldaki araçların başka lokasyona sevki gibi anında müdahalelere imkân sağlaması, tüm sürecin görünürlüğü gibi imkânlar ve bu alandaki gelişmelerin birçok sektörün ilgisini çekmektedir. Bunların tamamını entegre edecek sistemler, geleceğin lojistik sektör gelişmelerini etkileyecek yapılanmaları da beraberinde getirecektir. Ek modüllerle birçok farklı lojistik yapı bilgi teknolojileri ile etkin hale gelecektir. Bu da hem lojistik, hem de bilgi teknolojileri alanında karşılıklı ihtiyaca bağlı olarak gelişecektir.

Yapılan işlerin elektronik ortamda yapılması ve bilginin elektronik ortamda

yönetilmesi için sağlam bir altyapı gereklidir. Firmanın lojistik sisteminin gerçekleşmesinde minimum gereksinimler ve bunu gerçekleştirebilecek sistemlerin güvenilirliği ve uygulanabilirliği iyi analiz edilmelidir (Cengiz, 2006).

### **2.3. Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi ve Komünikasyonun Önemi**

Tedarik zincirinde bilgi sürecin devamlılığı için başlıca etmendir. Yapılan her faaliyet bir bilgi ile başlatılır. Her süreç de bir bilgi üretir. Yapılan hataların çoğunun kökeninde yanlış bilgi vardır. Yanlış bilgi ile başlayan süreç de yanlış bilgi üretir. Etkin bilgi yönetimi ve doğru bilginin bulunabilirliği ile süreç performansları artırılabilir. Doğru bilginin bulunabilirliği ve etkin bilgi yönetimi ile süreçlerin iyileştirilmesi ise bizi komünikasyonun önemine götürmektedir.

Komünikasyon, tüm bileşenlerin ürettiği bilgileri birbirine bağlar. Bu bağ ise yine tedarik zinciri mantığı ile olur. Tedarik zinciri yalnızca ürünlerin işlem ve taşımalarının yapıldığı ağ olarak algılanmamalıdır. Bilginin önemini göz önüne aldığımızda “Bilginin Tedarik Zinciri” kavramı da süreçlere paralel olarak incelenmelidir. Süreçlerin hangi bilgi ile başladığı, hangi birimlerden gelen bilgilere bağlı olduğu, bilgi doğrulamasını ne şekilde yapabileceği gibi konular tüm sistem için büyük önem arz etmektedir.

Süreç iyileştirme, lojistik sistem üzerine çalışmalar ve tedarik zinciri etkinliği çalışmalarında da bilgi ilişkileri ayrıca incelenebilir. Hatalı bir ürünün ilk hata noktasında belirlenebilmesi ve tüm süreci etkilemeden sistemden çıkarılması tüm süreç açısından ne kadar önemli ise; hatalara neden olan bilgilerin, bilgi eksikliklerinin ve karışıklıklarının da tespiti ve düzeltilmesi de o kadar önemlidir. Ayrıca işlemlerin, süreçlerin, lojistik sistemlerin ve tedarik zincirinin iyileştirilmesinde de lokal veya genel iyileştirmelerde etkin bilgi yönetimi ve bilgiye kolay ulaşabilme çalışmaları yapılabilir.



### 3. RFID TEKNOLOJİSİ

Radyo Frekanslı Tanıma (Radio Frequency Identification) sistemi son yılların beklenen, en ümit verici teknolojilerinden biridir. RFID sistem tasarımlarında insan etkisi olmaksızın bilginin oluşturulması ve toplanması amacı güdülmektedir. Dünyada kullanımı her geçen yıl katlanarak artmaktadır (Koç Sistem b).

Şirketler; ürün/süreç kompleksliği, ürün verimliliği ve belirsizliği gibi kavramlarla uğraşmak zorundalar. Bu problemleri iyi analiz ederek daha iyi yönetilebilen şirketler olmak adına birçok sistem geliştirilmiştir (Uçkun, 2006).

Gelişen teknolojinin sistem geliştirme adına yeni çözümler geliştirilmesine olanak sağlaması ve yapılan yatırımların da gelişen teknolojiyle birlikte ucuzlaması, bu alanda araştırmaların artmasına neden olmuştur.

İşte bu gelişmelerle birlikte bir çözüm sağlayıcı olarak RFID teknolojisi bulunmuştur. Günümüzde, tedarik zinciri ile ilgili yayınlarda ve endüstri dışından insanlar tarafından, önlerindeki en önemli konulardan biri olarak sığağı sığağına tartışılarak ortaya çıkmıştır (Uçkun, 2006).

RFID teknolojisi; kullanıcılarının, tedarik zincirinin her noktasında ürünlerle ilgili seviyeler, lokasyonlar ve durumlar gibi bilgilerin tedarik zinciri boyunca görünürlüğünü artırmak için tasarlanmıştır. Görünürlüğün artması; tedarik zinciri boyunca daha yüksek etkinliğin oluşmasını sağlar ve böylece daha hızlı envanter dönüşleri, yüksek maliyet kazanımları, daha hızlı teslimat ve tedarik zinciri ortakları arasında kapsamlı dayanışma ve işbirliği oluşturur (Uçkun, 2006).

RFID; ürünler, hammadde, yedek parça, araç, iş makinesi ve hatta çalışanların bile takip edilip yönetilmesini sağlar. Bu çözümlere, ürünün son tüketiciye ulaştıktan sonraki süreçleri de dâhil ederek ürün hayat döngüsü boyunca güncel bilgiye sahip olunmasını sağlar (Koç Sistem a).

RFID teknolojisinin önemi, tüm tedarik zinciri boyunca görünürlüğün artırılmasındaki yüksek potansiyelinde gizlidir. RFID teknolojisi tedarik zinciri içerisinde tüm noktalarda bitmiş, yarı mamul halinde, süreçte ve hammadde halindeki tüm ürünlerin seviyeleri, yerleri ve durumları hakkında kesin bilgi sağlamak için tasarlanmıştır. Bu bilgi sayesinde oluşturulacak görünürlük ile, tedarik zinciri içinde daha fazla etkinlik sağlanır ve daha yüksek envanter geri dönüşleri,

yüksek seviyede maliyet kazanımları ve tedarik zinciri ortakları arasında kapsamlı dayanışma ve işbirliği oluşur (Nuzum, Johnson, 2005).

RFID kullanımı, ürün yaşam döngüsünde bütünsel bir bilgi yönetimi sağlar (Erkayhan, 2007). Tüm sistemde gerekli olan bilginin istendiği anda ve istenen içerikte bulunması, bu bilgilerin değiştirilmesi ve etkin yönetimi için bir araç durumundadır.

### **3.1. RFID Nedir?**

RFID, Radio Frequency Identification (Radyo Frekanslı Tanımlama) kelimelerinin baş harflerinden oluşur. İsimden de anlaşılacağı üzere nesnelerin bilgilerinin radyo frekansları yoluyla iletilerek tanımlanması esasına dayanır.

RFID; etiket (tag) taşıyan bir nesnenin hareketlerinin izlenebilmesine imkân veren radyo frekansları ile çalışan teknolojiye verilen genel addır. RFID ile ürünler, üretimden dağıtıma kadar, tüm hayat döngüleri boyunca tanınıp takip edilebilmektedir. Sadece ürün veya nesnelere değil, insanlar da bu teknoloji ile tanımlanabilmektedir.

Bu yeni teknolojik altyapı ile veri toplama ve hizmet dağıtımını insan müdahalesi olmadan gerçekleştirmekte, hata oranı azalıp servis hız ve kalitesi artmaktadır. Etiketler ürün üzerine direk monte edilebildiği gibi konteynır, palet ya da paketlere de monte edilip farklı uygulamalar için de kullanılabilir.

RFID, üzerinde mikro işlemci ile donanmış etiket taşıyan bir nesnenin, bu etikette taşıdığı kimlik yapısı ile hareketlerinin izlenebilmesine imkân veren radyo frekansları ile çalışan bir teknolojidir (Üstündağ, Tanyaş, 2008). RFID etiketlerde çip ve anten bulunur. Çipler tanımlama için kullanılan benzersiz kodların depolanmasını sağlar. Anten, cismi tanımlayan bilgiyi bilgisayarların anlayabileceği bir formata çeviren okuyucu ile çip arasındaki radyo dalgaları yoluyla oluşan iletişimi sağlar (Angeles, 2005).

Etrafında anten sarılı olan bir mikroçip (etiket) ve bir okuyucudan oluşan bu sistemde veri ve enerji transferi, etiket ve okuyucu arasında herhangi bir temas olmadan sağlanmaktadır. Okuyucunun yaydığı elektromanyetik dalgalar antenle buluşmakta ve etiket içindeki devreleri harekete geçirmektedir. Etiket dalgaları modüle ederek okuyucuya geri göndermekte ve okuyucu da yeni dalgayı dijital veri

haline dönüştürmektedir. Bu teknoloji ile tedarik zincirinin her aşamasında gerçek zamanlı stok ve lojistik bilgisi üretici, tedarikçi, dağıtıcı ve perakendeciler tarafından paylaşılabilir (Üstündağ, Tanyaş, 2008).

RFID etiketleri, yüksek miktarda bilgi depolayabilmekte, toplu halde hatasız ve hızlı bir şekilde okunup yazılabilmekte, farklı çevresel koşullar içinde kullanılabilir ve okuyucular sayesinde veri iletişimini uzak mesafelerden sağlayabilmektedir.

### **3.1.1. Tarihçe**

RFID yeni bir teknoloji değildir. RFID teknolojisi on yıllardır kullanılmaktadır. Radyo frekansı teknolojisi kullanımına ilişkin belgelerden biri II. Dünya Savaşı zamanına ait olup, İngilizlerin kendi radar sistemlerinin Alman uçakları ve kendi uçaklarını ayırt etmesi amacıyla kendi uçaklarına RFID vericileri yerleştirmeleri hakkındadır. Lon Theremin 1945'te Sovyet hükümeti için Audio bilgi ile radyo dalgalarını dönüştüren bir casusluk aracı icat etmiştir. Bu araç bir pasif gizli dinleme aracı olsa da, RFID teknolojisi için öncü kabul edilmiştir (Uçkun, 2006).

Mario Cardullo 1973'te ilk pasif, okunup yazılabilen RFID etiketin patentini almıştır. 1970'lerde Amerika'da her demiryolu aracı etiketlenerek bu teknolojiye geçildi. Özellikle General Motors 1984'te RFID teknolojisini üretim sürecinde uygulamaya koydu ve sonrasında birçok otomobil üreticisi üretim süreci boyunca otomobillerini ve parçaları izlemek için RFID etiketler kullanmaya başladılar (Uçkun, 2006).

Yıllar ilerledikçe, RFID teknolojisinin kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Örneğin, Rotterdam'daki bir müze paha biçilmez tablolarını korumak için RFID kullanmaktadır. Buna ek olarak, bulaşıcı hastalık durumunda izlenebilmeleri için bazı çiftlik hayvanları RFID ile etiketlenmiştir. Bugün RFID' nin en göze çarpan kullanımı otoyol ve köprülerdeki otomatik geçiş ücreti toplama uygulamasıdır. Burada, araçlar camlarındaki RFID etiketlerini gösterir ve geçiş kulübelerindeki okuyucular, araç geçerken aracı tanımlayarak doğru hesaptan gereken miktarın çekilmesini sağlarlar (EPC Global Türkiye a).

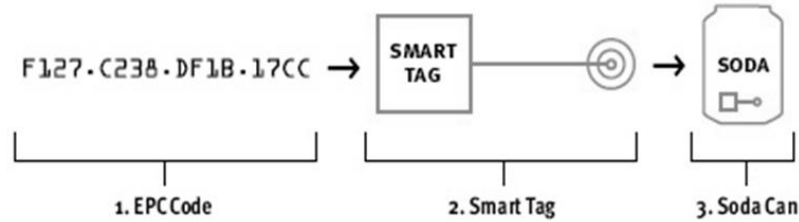
RFID, hayvanların tanımlama ve takibi, atık yönetimi, bagaj işlemleri, postaların takibi, doküman takibi, ödemeler, giyim/tekstil, araç takibi ve kütüphane bilgi sistemleri gibi birçok alanda kullanılmıştır. Bugün RFID, parçaların tedarik zinciri

içerisinde görülebilmesi, maliyetlerin azaltılması ve müşteri servis düzeyinin geliştirilmesi için tedarik zinciri performansının artırılması için de kullanılmaktadır.

Wal-Mart'ın 1 Ocak 2005 itibariyle 100 tedarikçisinin palet ve kutu seviyesinde RFID etiket kullanacağını duyurması ve Gillette firmasının 500 milyon etiket satın aldığı duyurmasıyla RFID teknolojisi 2000'lerin en önemli konularından biri haline geldi. Auto-ID merkezinin çalışmalarıyla da RFID teknolojisi, şirketlerin büyük oranda dikkatini çekmiştir (Uçkun, 2006).

### 3.1.2. Auto-ID Merkezi ve EPC Global Network Sistemi

Auto-ID merkezi, dünyanın her yerinden 100 şirket ve dünyanın araştırma konusunda önde gelen 5 üniversitesinin ortaklığıyla Ekim 1999'da Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde kuruldu. Merkez barkod sisteminden daha iyi performansa sahip ve uzun vadede yerini alacak EPC Global Network Sistemi'ni geliştirdi. Teknoloji RFID etiketlerinde taşınan Elektronik Ürün Kodları (EPC) kullanıyor. Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi her parça, tedarik zincirinde benzersiz olarak tanımlanmak için tasarlanmış bir numara, bir EPC ile tanımlanır. Otomatik tanımlama her parçaya benzersiz bir kod verir.



Şekil 3.1. Ürünlerin Etiketlenmesi (Uçkun, 2006)

EPC, nesnelere tekil ve özgün olarak tanımlamaktadır. Bir EPC numarası dört ana bölümden meydana gelir (EPC Global Türkiye b):

- Önek
- EPC Firma Numarası
- Nesne Sınıfı Numarası
- Seri Numarası

EPC Global Network Sistemi ile ürünlerle ilgili bilgi firmalar arasında da paylaşılabilir ve gerekli kısıtlamalar kontrol altında tutulmuş olur. Ürünlerin firmalar arasında hareketinin bu sistemle izlenebilmesi ile hem tedarik zinciri etkin bir şekilde yönetilmiş olur, hem de hırsızlık ve sahtecilik gibi konularda daha etkin bir yol sağlanmış olur (EPC Global Türkiye a).

### 3.2. RFID Yazılım ve Donanım

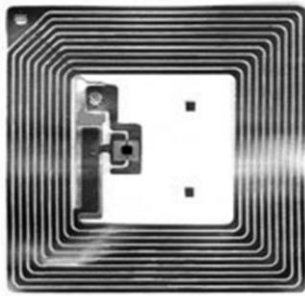
RFID teknolojisinin dört temel bileşeni bulunmaktadır (Koç Sistem b):

- RFID Etiket (Tag)
- Anten
- Okuyucu/Yazıcı
- Genel Programlama Donanımı

İletişim, okuyucu ile etiket üzerinde bulunan anten arasında gerçekleşmektedir. Etiket, bir okuyucunun haberleşme alanına girdiğinde okuyucu tarafından algılanır. Algılanan etiket, okuyucuya kendi kimlik kodunu ve kayıtlı diğer verileri elektronik ürün kodu (EPC) aracılığı ile RF sinyaller vasıtasıyla gönderir (Koç Sistem b).

#### 3.2.1. Etiket

Bir RFID etiket; entegre bir devre ve antenden oluşur. Şekil 3.2.'de bir etiket örneği görülmektedir. Bir mikroçip, okuyucudan sinyali alıp tekrar okuyucuya gönderen bir antene iliştirilmiştir.



Şekil 3.2. RFID Etiket (RFID Çözümleri a)

Şekilleri, boyutları, hafıza kapasiteleri ve frekanslarına göre birçok çeşit etiket vardır. Genel olarak üç çeşit RFID etiketi vardır (RFID Çözümleri a):

- Aktif etiketler: Üzerinde enerji (pil) bulunan etiketlerdir.

- Yarı pasif etiketler: Güç kaynağı vardır, ama okumada okuyucudan gelen sinyalden enerjisini alır.
- Pasif etiketler: Kendilerine ait güç kaynağı yoktur, okuyucuların gönderdikleri sinyalden enerji alırlar.

RFID Etiketleri, yazılıp okunabilme özelliklerine göre ise yine ikiye ayrılabilir (RFID Çözümleri a):

- Okunup - Yazılabilen RFID Etiketleri: Ürün Seri Numarasının yanında, istenilen zamanda istenilen noktada yeni veriler yazılabilir. Yeni yazılan verilerin değiştirilemez olması mümkündür.
- Sadece Okunabilen RFID Etiketleri: Ürüne ait bir seri numarası taşır. Bu seri numarası değiştirilemez, sadece okunabilir.

Okunup yazılabilen etiketler pahalıdır ve yüksek değer ifade eden parçaların izlenmesinde kullanılır. Sadece okunabilen etiketler genellikle pahalı olmayan parçaların izlenmesinde kullanılır. Çiplerde yeni kullanılmaya başlanılan bir teknoloji, çip üzerindeki mevcut veriye özel bir elektriksel süreç yoluyla tekrar yazma için ulaşılmasını sağlayan, elektriksel olarak silinebilir programlanabilir yalnızca okunabilen hafıza ya da EEPROM' dur (Angeles, 2005).

RF etiketlerin boyutları da çok çeşitlilik göstermektedir. Bir pirinç tanesi kadar küçük boyutlara ulaşabilir. Etiket boyutlarında etiketlenecek ürünün ve o ürünün geçeceği süreçlerde yapılacak faaliyetlerin etkisiyle yapılan tasarım etkilidir.

RF etiketler frekans aralıklarına bağlı olarak da gruplandırılmaktadır (Koç Sistem b):

- Alçak Frekans (LF) (<135 KHz)
- Yüksek Frekans (HF) (13.56 MHz)
- Ultra Yüksek Frekans (UHF) (868 MHz - 915 MHz)
- Mikrodalga (2.45 GHz, 5.8 GHz)

Değişik frekansların değişik özelliklerinden dolayı bazı değişik uygulamalara tatbik edilmesi daha yararlı olmaktadır. Örneğin alçak frekans etiketleri daha az güç kullanma gereksinimleri olduğundan metalik olmayan maddelere daha etkili ulaşabilir. İçerdiği su oranı yüksek olan maddelerde (meyveler gibi) ideal kullanma alanı bulmakla beraber algılama mesafeleri oldukça düşüktür (0,33 metre). Yüksek frekans etiketleri ise metalden oluşan objeler ve daha yüksek su içeren maddeler için

kullanılabilir (1 metre). UHF frekansları ise her iki frekanstan daha uzun ve daha iyi veri transferi yapabilmektedir. Ne var ki UHF daha fazla güç ve arada metal engel olmamasını gerektirir. Bu nedenle burada okuyucu ile etiket arasında temiz bir alan olması gerekmektedir. UHF etiketleri üretim bitiş aşamasından malların stoklara devrine kadar verimli olarak kullanılabilir (Koç Sistem b). Tablo 3.1.'de frekanslarına göre özellikler ve uygulama alanları verilmiştir.

Tablo 3.1. Frekanslarına Göre RFID Etiketlerin Özellikleri ve Uygulama Alanları (Ertürk, 2007)

	Frekans	Mesafe	Uygulama
LF	125 KHz	5 – 15 cm	Oto İmmobilizer
HF	13,56 MHz	1 m	Bina Giriş, İnsan Tanımlama
UHF	900 MHz	7 – 10 m	Tedarik Zinciri Uygulamaları, Kutu-Palet Takip/İzleme
MW	2,4 GHz	>10 m	Otoyol Geçiş

### 3.2.2. Okuyucu

Aynı zamanda sorgulayıcı olarak da adlandırılır. RFID okuyucuları, radyo dalgaları vasıtasıyla RFID etiketleri ile iletişim kurarlar ve aldıkları bilgileri sayısal olarak bilgisayara aktarırlar. Okuyucular, Şekil 3.3.'te görüldüğü gibi antenleriyle birlikte el terminali veya sabit terminaller olarak kurulurlar (İ.T.Ü. RFID Araştırma ve Test Merkezi a).



Şekil 3.3. Sabit ve El Terminalli Okuyucu (Koç Sistem b)

Okuyucular, anten vasıtasıyla elektromanyetik dalgalar yayarak etiketlerle etkileşime geçerler. Etiketler bu dalgalarla aktive olup içerisindeki bilgiyi, elektronik ürün kodu (EPC) olarak, yine bu antenlere radyo dalgaları ile gönderirler. Aktif etiketlerde ise bu dalgaları etiketler herhangi bir elektromanyetik dalgaya ihtiyaç duymadan

yayarlar. Antenler bu radyo dalgalarını alarak okuyucunun bu dalgaları, ilgili elektronik ürün kodu şeklinde bilgisayar sisteminin algılayacağı şekle çevirirler (Angeles, 2005).

Okuyucularla ilgili iki önemli teknik konu vardır. Birincisi iki tür çakışmayla ilgilidir. Birinci tip çakışma birbirine yakın iki okuyucunun aynı anda etkileşime geçmesiyle oluşur. Okuyucuların aynı anda etkileşime geçmesini önlemeye yönelik birçok yöntem geliştirilmiştir. Okuyucuların aynı anda değil de farklı zamanlarda etkileşime geçmelerini sağlayacak program geliştirilmesi bu yöntemler arasındadır. İkinci tip çakışma ise bir okuyucunun farklı etiketlerle etkileşime geçmesiyle ilgilidir. Bu problem ise okuyucuların etiketleri ilk önce algılanan etiket gibi istenen şartlara bağlı olarak sıraya koymasıyla veya okunmasının engellenmesiyle aşılabilir. İkinci teknik problem ise okuyucuların sadece iletişim kurmaya ayarlandığı frekans aralıklarında okuma yapabmesidir. Her ülkenin kabul ettiği frekans aralığı farklıdır. Bu yüzden farklı ülkeler ve bölgelerden gelen etiketlerin frekans aralıklarının okuyucular tarafından algılanamaması problem olmaktadır. Bu problemin aşılabilmesi için ise farklı frekans aralıklarını algılayabilen okuyucular geliştirilmiştir. Farklı bir frekans aralığında bir etiket algılandığında, bu okuyucular bu frekans aralığına sıçrayabilmektedir (Angeles, 2005).

### 3.2.3. Yazıcı

Encoder (yazıcı), etiket oluşturmak için kullanılır. Aynı zamanda bu yazıcılar etiket basımını da yapabilirler.



Şekil 3.4. RFID Yazıcı (Koç Sistem b)

Etiketlerin ilgili bilgiyle ilişkilendirmesini sağlarlar. Yazıcılar da etiketlerle iletişime geçerek gerekli işlemi yaparlar. Etiketın süreç içerisinde çalışması için gerekli tanımlamayı sağlayan cihazlardır. Şekil 3.4.'te bu yazıcılara bir örnek görülmektedir.



### 3.2.4. Yazılım

Yazılım; bir Server'a bağılı olarak okuyucu ve kurumun kendi uygulaması arasında bağlantıyı sağlar. Kurum uygulamaları için yalnızca kullanılabilir bilgiyle ilgili veri ve geçişleri filtrelemeye yarar. Bir Network üzerinden okuyucuları yönetmek için de kullanılabilir. Sistemde RF etiketlerden okuyucular vasıtasıyla sinyalin alınıp, veritabanında ne gibi bir işleme tabi tutulacağı, sistemin gelen bu bilgiye nasıl bir tepki vereceği, bu bilginin ne şekilde ve ne kadarının kaydedileceği, etiketlerdeki bu bilginin gereken değişikliklerinin nasıl yapılacağı gibi konularda hem otomatik süreçlerin, hem de manuel süreçlerin yönetilebilmesini sağlar.

Bu yazılımların, ihtiyaçlara tam olarak cevap verebilmeleri için bazı özellikleri barındırmaları gerekmektedir. Yazılımların gereksinim duyduğu özellikler (Riecki v.d. 2008):

- Operasyonlar Arası Uyumluluk: İki ya da daha fazla sistem veya unsurun bilgi değişebilme ve değiştiği bilgiyi kullanabilme yeteneği.
- Kapsayabilirlik: Sistem unsurlarının diğer varlıkları kapsaması ve sistem unsurlarının da sistemdeki diğer varlıklar tarafından kapsanması.
- Lokasyon Görünürlüğü: Sistem unsurlarının lokasyonunun diğer sistem unsurları, programcılar ve kullanıcılara görünür olması.
- Adapte Olabilme: Bir yazılım varlığının değişen yapılara adapte olabilmesi.
- Durum-Farkındalık: Sistemin kullanıcılara yerinde bilgi ve hizmet sağlayabilmesi için kullanıcıların durumunun farkında olması.

### 3.3. Çalışma Prensipleri

RFID teknolojisi kullanılırken ilk etken konteynır, palet, kutu ve parçaların nasıl etiketleneceğidir. Ürünlerin şekil veya içerik gibi özelliklerinden dolayı etiketleme şekilleri değişebilmektedir. Ürünlerin paketleme şekilleri de etiketleme şekline etki etmektedir. Süreç içinde okuyucuların konumu gibi özellikleri belirleyen tasarımlar da etiketin ürüne nasıl iliştilirileceğini belirlemektedir.

Her şeyden önce etiketler bir encoder tarafından oluşturulur. Sistem her birime bir EPC atar ve böylece RFID çipi kodlu ve akıllı bir etiket haline gelmiş olur. Encoderlar etiket basımı yapabildiği gibi, mevcut etiketlere de bilgi girebilirler.

Oluşturulmasından sonra etiketler elle veya otomatik olarak parçalara iliştirilir. Uygulamanın öncesinde ve sonrasında bir okuma doğrulaması yapılır. Etiketlerin eklenmesiyle konteynır, palet, kutu veya parçalar okuyucularla iletişim kurabilir hale gelmişlerdir.

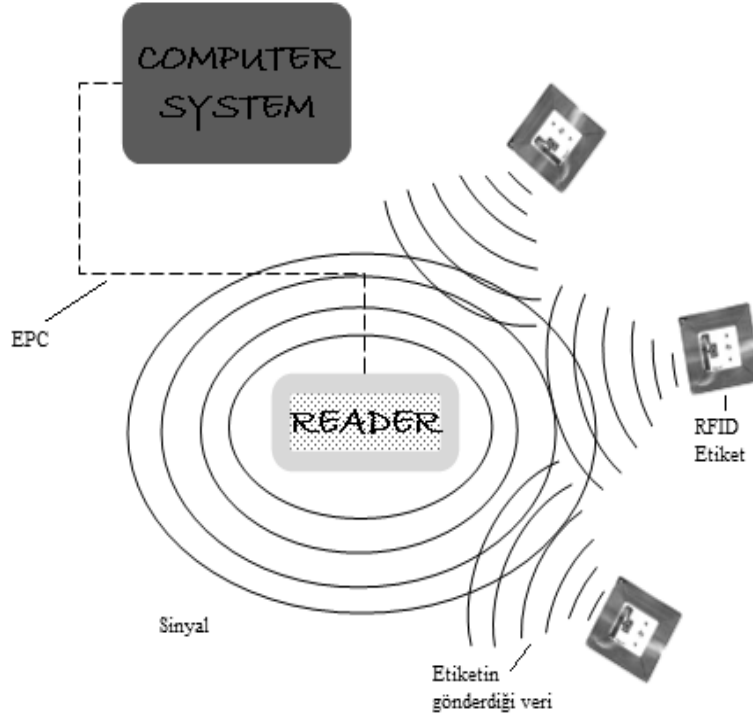
Okuyucular farklı formlarda olabilirler: Serbest duran portal, konveyör, araca monte edilmiş veya el terminalli okuyucu sistemleri şeklinde olabilir. Süreç unsurlarının durumu ve sürecin tasarımına uygun okuyucular seçilmelidir. Her durumda okuyucu anten yoluyla sinyaller yayar. Sinyaller duvar gibi engellerin içinden geçebilirler. Fakat metal ve sıvılar RF sinyalleri absorbe ettiğinden, duruma uygun çözümler getirilmelidir.

Şekil 3.5.'te sistemin çalışmasının genel görünümü hakkında fikir sahibi olunabilir. Bir anten yoluyla oluşturulan elektromanyetik alan sürekli yayılır ya da devamlı sorgulama gerekli değilse bir sensor, alanı aktif hale getirebilir. Sürekli yayılan dalgalar, o anda işlem yapılması gerekmeyen yakınlardaki bir etiketle de iletişime geçilmesine neden olabilir. Bu gibi özel durumlarda sensorlarla bu problemin önüne geçilebilir. Okuyucuya yakın uygun bir yere yerleştirilebilecek bir sensor sistemiyle yaklaşan nesne ile okuyucunun aktif hale gelmesi sağlanabilir.

Okuyucu ile iletişime geçen etiket sinyali alır ve veriyi gönderir. Okuyucu, veriyi giriş ve süreçlendirme için bilgisayar sistemine veya internet sistemine gönderir. (Uçkun, 2006)

Önceden tasarlanmış bilgisayar sistemi süreci ile elde edilen bilginin değer oluşturması ve ihtiyaç duyulan bir süreci başlatması veya bir raporun oluşmasına katkı sağlaması gerçekleşmiş olur. Yine süreçte etkileşime geçen etikete bilgi eklenmesi veya yeniden yazılmasının gerektiği sistem tasarımlarında yazıcı vasıtası ile etikete gerekli bilgi girilmiş olur.

Genel anlamda kendini tanıtabilme özelliği kazanan nesnelere, iletişimi sağlamak için gereken donanımlarla iletişime geçerler. İhtiyaç duyulan süreçlerin oluşmasını sağlayan yazılımla bu iletişim, bilgisayarın ve veritabanının kullanabileceği bir formata dönüşür. Ara yazılımlarla ve raporlamalarla da insan etkisi ve sistemin yönetimi sağlanmış olur.



Şekil 3.5. RFID Teknolojisi Çalışma Sistemi (Uçkun, 2006)

### 3.4. RFID Teknolojisinin Avantajları

RFID etiketler her ürünle ilgili benzersiz bir kod bulundurlar. Uzun süre dayanıklıdır. Tek kullanımlı çözümlere göre daha avantajlıdır. Verilerin radyo frekansı yoluyla aktarılması sayesinde, aynı anda birden fazla okuma sağlanabilir. Büyük depolar ve tek tek sayımın zaman aldığı yerlerde kolaylık sağlarlar. Okumalar, mevcut teknoloji sayesinde çok hızlı yapılabilmektedir. Ayrıca RFID etiketlerin hafıza kapasitesi sayesinde birçok uygulamada kolaylık sağlanabilmektedir.

“Otomatik, Görüş Alanı Gerektirmeyen Tarama”, RFID’ nin getirdiği en önemli katkılardan biridir. Parçalar Barkod okumadaki gibi okuyucunun görüş alanına getirilmek zorunda değildir. Çok kısa sürede bütün etiketlerle aynı anda iletişime geçilebilir. Bu özellik sayesinde birçok iyileştirme yapılabilir. Ürün girişlerinde yapılan kayıtların bu şekilde otomatikleştirilmesinin yanında, istendiği anda stok seviyeleri bilgisine de net olarak ulaşılabilir (Michael, McCathie, 2005).

RFID ile yapılması gereken birçok iş otomatikleşmekte veya RFID teknolojisi ile gelen yeni süreçlerle elimine olmaktadır. Böylece hem süreçler hızlanmakta, hem de önemli ölçüde maliyet kazanımları ortaya çıkmaktadır (Michael, McCathie, 2005).

Amerikan Perakende Sektörü, Tedarik Zinciri işlemlerine 70 milyar \$ harcamaktadır. Bunun %42'si ürünlerin gerektiği anda gerektiği yerde bulunmaması sonucu katlanılan maliyetlerden oluşmaktadır. RFID teknolojisinin vaat ettiği görünürlük ile bu maliyetler azalabilir, fireler azalabilir, envanter seviyeleri düşebilir ve güvenlik artabilir. Görünürlüğün artması, düşük dağıtım ve elde tutma maliyetleri ve envanter seviyelerinin azalması konusunda gelişim sağlar. RFID ile ürünler gerçek zamanlı olarak tedarik zinciri boyunca izlenebilir ve tüm süreçlerde detaylı bilgi sağlanmış olur. Müşteri istekleri anında cevaplanabilir, pazardaki dalgalanmalara hızlı cevap verilebilir ve istenen ürünün istenen yerde, istenen zamanda, istendiği miktarda olması sağlanmış olur (Michael, McCathie, 2005).

RFID teknolojisi kullanan firmalar, bu teknolojiyi genelde varlık takibi için kullanmaktadır. RFID, kalibrasyon, kontrol ve kayıt gerektiren nesnelere için idealdir. Konteynır takibi için RFID kullanılması ile konteynırlar tüm tedarik zinciri süresince izlenebilir ve teslimat geçmişi kaydedilebilir. Yapımı zor olan veya pahalı olan parçaların geri dönüşü için de RFID teknolojisi kullanılabilir. Örneğin; Trekstar isimli bir firma, yapımı zor olan bira fiçilerini geri kazanabilmek için RFID etiketler kullanmaya başladı. Hangi müşterisinde ne kadar geri dönmemiş fiçi olduğu bu şekilde belirleyebiliyor (Michael, McCathie, 2005).

RFID, parça seviyesinde izleme ile hırsızlığı önleme ya da geliştirilmiş üretim gibi potansiyellerin ortaya çıkmasını sağlar. Akıllı raf sistemleri, RFID teknolojisiyle gerçekleştirilebilir. Akıllı raf sistemlerinin potansiyelini maksimum yapmak için parça seviyesinde izleme bir gerekliliktir. Fakat parça seviyesinde izleme genelde çok maliyetlidir. Bu yüzden bu yönde çalışmalar daha çok palet ve kutu seviyesinde yapılmaktadır (Michael, McCathie, 2005).

RFID etiketlerle ürünlerin kritik değerleri de gerçek zamanlı olarak takip edilebilir. Sıcaklık, bakteri seviyesi, bozulan ürünlerin tespiti gibi kontroller tüm tedarik zinciri boyunca yapılabilir (Michael, McCathie, 2005).

İşletmeler varlıklarından maksimum faydayı elde etmek isterler. İşletmeler alan, depo ve fabrikalarına yüksek miktarda para bağlarlar ve etkin bir şekilde kullanmak isterler. Araç, forklift ve diğer taşıyıcıların mevcut yerlerinin takibi, deponun etkin kullanımı, bekleyen işlerin azalması ve işlerin düzenlenmesi, RFID etiketlerle sağlanabilir.

Üreticiler, doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde olmasını isterler. RFID, envanter seviyeleri ve hareketleri ile ilgili belirginlik ve gerçek zamanlı bilgi sağlayarak envanter seviyelerini düşürüp, dağıtım ve elde tutma maliyetlerini azaltarak bu problemin çözülmesini sağlar. Ürünlerin bilgilerine anında ulaşılarak stoksuzluk durumlarının önüne geçilmiş olur. Bunu yaparken de envanter seviyeleri düşük kalır. Böylece hem elde tutma maliyetlerine katlanılmamış, hem de satışlar artırılmış olur.

Amerika'da her yıl 30 milyar \$, ürün firelerine harcanıyor. Bu kaybın önemli bir kısmı tedarik zincirinde oluşan aksaklıklar yüzünden oluşmaktadır. Bu aksaklıkların başında da hırsızlık ve kaybolma durumları gelmektedir. Ürünler RFID ile tedarik zinciri boyunca detaylı bir şekilde izlenebilmektedir. Hırsızlık ve kaybolma durumları önemli ölçüde önlenmektedir.

RFID etiketlerin en öne çıkan özelliği zor şartlar altında çalışmaya devam edebilme özelliğidir. 40 ila 200 santigrat derecelerde ve birçok kirli ortamda çalışabilirler. Kir, yağ ve birçok ağır endüstri ve ticari şartlara dayanabilmektedir.

RFID etiketler birkaç bitten binlerce bit kapasiteye kadar bilgi depolayabilmektedir. Ürünle ilgili seri numarası, renk, genişlik, üretim verisi, güncel fiyat gibi istenen veriler bu etiketlerde saklanabilir. Ayrıca bu bilgiler dinamik olarak güncellenebilir ve tedarik zinciri boyunca izlenebilir.

İşlerin azalması, gelişmiş envanter yönetimi, gelişmiş güvenlik ve varlıkların daha etkili yönetimi ile birçok kalemde maliyet kazanımları sağlanabilir. Amerikan ekonomisinde RFID kullanılarak kazanılabilecek maliyetin 500 milyar \$ olduğu tahmin ediliyor. Avrupa'da da RFID uygulamaları ile sadece envanter seviyelerinin düşürülmesiyle bile milyarlarca \$ maliyetin kazanılabileceği tahmin ediliyor. Ayrıca birçok firmada uygulamadan elde ettiği kazançları açıklamaktadır.

### **3.5. RFID ve Barkod Teknolojileri**

RFID teknolojisi, nesnelerin tanımlanması mantığı ile barkod teknolojisi ile karıştırılabilir. Tedarik zincirinin görünürlüğü adına ilk teknolojik gelişme barkod teknolojisi idi. Tedarik zincirinin geliştirilmesine yönelik çalışmalarda RFID sistemlerin avantajları daha öne çıkmaktadır. Öne çıkan soru; bu teknolojilerin hangisinin kurulacağına karar verilmeden önce sürecin yönetilebilirliğine katkıları ve

sürece toplam faydalarının ne olduğudur (Accusort, 2007). Tablo 3.2.'de iki teknoloji arasında RFID' nin üstün olduğu özellikleri verilmiştir:

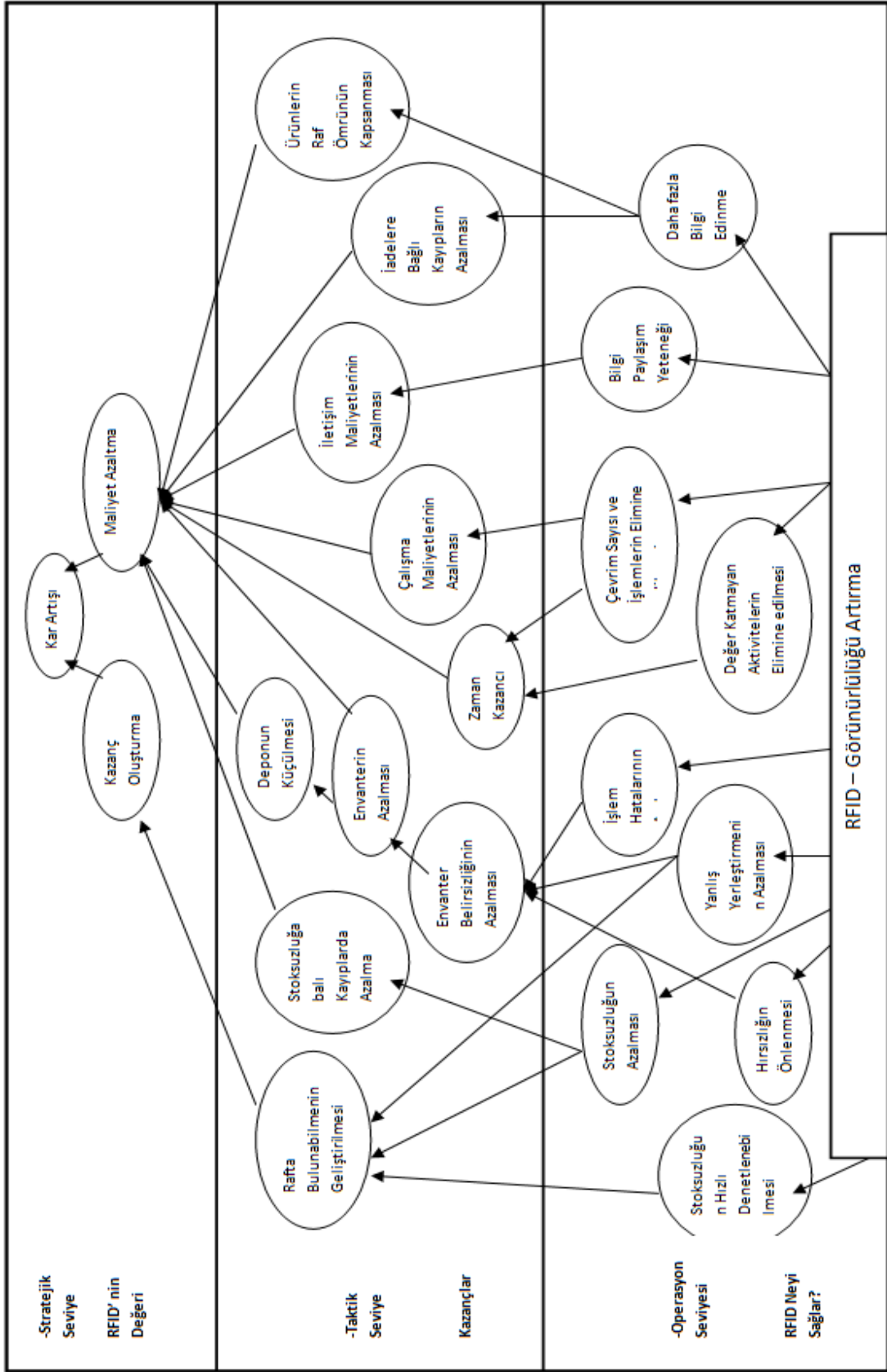
Tablo 3.2. Barkod&RFID Karşılaştırması (Aral, 2008)

BARCODE	RFID
Okunabilmek için insana ihtiyaç duyar.	Okunabilmek için insana ihtiyaç duymaz.
Sadece okunabilir.	Okunabilir, bilgi saklanabilir, yazılabilir.
Görünebilir olmalıdır.	Görünebilir olması gerekli değildir.
Aynı anda tek etiket okunabilir.	Aynı anda birçok etiket okunabilir (~ 300/sn)
Kolayca taklit edilebilir.	Taklit edilemez.
Dış ve çevresel etkilerle yıpranabilir.	Etiket ömrü yaklaşık 10 yıldır.
Yakın mesafeden okunması gerekir.	Okuma mesafesi 10 metreye kadar çıkabilir.

### 3.6. Tedarik Zincirine Etkisi

RFID teknolojisinin tedarik zinciri içerisinde beklenen faydalarıyla ilgili birçok araştırma ve uygulama vardır. RFID teknolojisinin sağlayabileceği kazançlar; stratejik, operasyonel ve taktik seviyede Şekil 3.6.'daki gibi açıklanabilir. Operasyonel seviyede RFID' nin etkilediği operasyonlar verilmiştir. Taktik seviyede operasyonel iyileştirmelerin sonuçları verilmiştir. Bilindiği gibi her şirket maliyetleri azaltarak veya gelirlerini artırarak kârını artırmak ister. Sonuç olarak stratejik seviyede stratejik amaçlarda kârın etkisi betimlenmiştir. Yararların maliyetlerin azaltılmasına odaklandığı görülüyor. Buradan RFID' nin maliyetlere etkisi açıkça görülmektedir. Bu şema yapılan iyileştirmelerin getirilerinin genel yapısını görmek açısından iyi bir genelleme resmetmektedir.

Örneğin; Ürün geri dönüşleri, tedarik zincirinde önemli bir maliyettir. Bir seride oluşan bir hata yüzünden geri çağırılan ürünler arasında sorunsuz ürünler de olabilir. Her üründe bulunan etiketlerdeki bilgi sayesinde bunun önüne geçilebilir. Ayrıca ürün üzerinde yapılan tüm satış sonrası hizmetler ve değişiklikler de bu şekilde takip edilebilir. Yani operasyonel seviyede daha fazla bilgiye ulaşarak, taktik seviyede bu firelerin önüne geçilmiş ve maliyetler azaltılarak kâr elde edilmiş olur.



Şekil 3.6. RFID Teknolojisinin Faydaları (Uçkun, 2006)

RFID ile desteklenen tedarik zinciri uygulamalarında, zincirde verimlilik, doğruluk, görünürlük ve güvenlik sağlanabilmektedir. Gerçek zamanlı stok ve lojistik bilgisi üretici, tedarikçi, dağıtıcı ve perakendeciler tarafından zincirin her aşamasında paylaşılmaktadır (İ.T.Ü. RFID Araştırma ve Test Merkezi b).

Tablo 3.3.'te görüldüğü gibi, tedarik zincirinde üretici, perakendeci ve lojistik servis sağlayıcılar farklı kazanımlar elde etmektedir.

Tablo 3.3. Tedarik Zinciri Unsurlarının Kazanımları (İ.T.Ü. RFID Araştırma ve Test Merkezi b)

Üretici	Lojistik Servis Sağlayıcı	Perakendeci
Sipariş yükleme zamanlarında azalma	Daha iyi sipariş teslim oranları	Mağaza içi yerleşimin gerçek zamanlı veriler ile daha iyi yapılması
Sipariş gönderimlerinde doğruluk	Stok daralmasında azalma	Satış noktası etkinliğinin artması, çıkış kontrollerinde doğruluk
Perakendeciden daha iyi tüketici satış verisi sağlanması	Yönetim ve insan hatalarında azalma	Geliştirilmiş ters lojistik faaliyetleri
Düşük sahtecilik	Düşük işçi gereksinimleri	Raf ve depo seviyesinde daha doğru ve hızlı stok takibi
Tedarikçi stoklarının daha iyi yönetilmesi	Stok izlemede daha az zaman ve daha düşük maliyet	Stok seviyelerinde optimizasyon
Ürün güvenliği için yapılan geri çağrıların kolaylaşması	İş sıralamada daha fazla etkinlik	Tedarikçi ödemelerinin ve yüklemelerinin otomatikleşmesi
Daha doğru talep planlama	Etkin operasyonlar ile kapasite artışı	İşçilik maliyetlerinde azalma
Daha düşük güvenlik stokları	Yürütme hatalarından daha az cezai ödemeler	Yeniden kullanılabilir varlıkların daha etkin yönetimi
İşçilerin daha etkin kullanılması		Gri pazarların daha etkin izlenebilmesi
Yanlış teslimlerin azalması ile daha düşük cezai ödemeler		

### 3.7. Güncel Uygulama Çalışmaları ve Elde Edilen kazançlar

RFID, firmaların ve işletmelerin perakende ve tedarik zinciri operasyonlarını düzenleyen bir teknoloji olarak, şu anda var olan teknolojilerin kârlılığını yükseltmekle birlikte piyasasını da 5 ila 10 yıl içerisinde önemli ölçüde katlayacaktır (RFID Turkey).



Bu bölümde birçok güncel uygulama ve şirketlerin ya da organizasyonların karşılaştığı ve kazanç elde ettiği deneyimler sunulmuştur.

RFID uygulamalarını artmasında en büyük etkiyi oluşturan uygulama, Mayıs 2003'te perakende sektöründe lider bir firma olan Wal-Mart'ın, en büyük 100 tedarikçisine (Procter and Gamble, Gillette, Kraft, Unilever v.d.) Ocak 2005'e kadar ürünlerinde RFID etiket bulundurmaları gerektiğini duyurmasıdır. Uygulamanın toplam maliyeti tahminen 2 milyar \$ civarındaydı. Etiket ve okuyucular 5 ila 10 milyon \$ tuttu. Mevcut tedarik zinciri uygulamalarının değiştirilmesi, depolama sistemlerinin düzenlenmesi ve yazılım üretici başına 8 ila 13 milyon \$ civarında bir maliyet oluşturdu. Bu yatırımla Wal-Mart, 500 mağazası ve 5 dağıtım merkezinde RFID teknolojisi kullanmaya başladı. (Uçkun, 2006).

Wal-Mart'ın başarısını incelemek için Şubat 2005'te Arkansas Üniversitesi RFID Merkezi'nde bir çalışma başlatıldı. İlk sonuçlar Ekim 2005'te alındı. 29 hafta boyunca araştırmacılar 12 pilot mağaza ve 12 tane de teknolojinin uygulanmadığı mağazada inceleme yaptılar. RFID etiket kullanan mağazalarda stoksuzlukta %16 azalma görüldü. Çalışma ayrıca bu teknoloji kullanan mağazaların stokta olmayan ürünleri yerine koymada %63 daha etkili olduğunu gösterdi. Ayrıca manuel talepler tahmini %10 oranında azaldı. Çalışmada ölçülme de, RFID teknolojisi kullanımının zaman ve işçilikte de kazanımlar sağladığı rapor edilmiştir (Uçkun, 2006).

Dünyanın 3. büyük perakendecisi Metro Group da 2004'ten beri tedarik zincirinde görünürlülüğü sağlamak için RFID teknolojisini kullanıyor. Bu teknolojinin şirkete getirisini testlerle ölçülmüştür. Kayıp ve hırsızlıkta %11 ila %18, işçilik maliyetlerinde %17 azalma ve mağaza raflarındaki mallara ulaşabilmede %9 ila %14 artış olduğunu yaptıkları testlerle görülmüştür (Uçkun, 2006).

İngiltere'nin en büyük perakendecisi Tesco, dağıtım merkezlerinde yiyecek ile ilgili olanlar dışına tüm kutularda RFID etiket kullandı ve Nisan 2004'ten beri mağazasındaki akışı izliyor. 2 mağazasında parça seviyesinde yaptığı uygulamada rafta bulunabilirliği %50 oranında artırdığını rapor etti (Uçkun, 2006).

Migros, RFID uygulamasının Türkiye'deki öncüsüdür. Ekim 2004'te Gebze'deki tesisinde çalışma, araştırma ve geliştirme aktivitelerini başlattı. Migros çalışmayı, depolar ve lojistik olmak üzere 2 parça halinde başlattı. İlk önce teknolojinin

olgunlaşmasına bağlı olarak, parça seviyesinde etiketlemenin zor olması nedeniyle lojistik üzerine odaklandı. Şimdilerde ise alışveriş kartlarına RFID etiket ekleyerek müşterilerin davranışlarını anlamak için bir proje üzerinde çalışıyor (Uçkun, 2006). Bunun dışında LC WAIKIKI firması da RFID pilot uygulamasını başlatmış durumdadır. Firma bu teknoloji sayesinde stoklarını etkin bir şekilde yönetebilmeyi hedeflemektedir. Ayrıca mağazada ve rafta bulunmama problemini de bu şekilde çözmeyi planlamaktadır. Hangi ürünün, hangi mağazada ve hangi rafta olduğu bilgisi ile müşteri memnuniyeti açısından da gelişme sağlamak istemektedir. Ürün sayımı ile ilgili işlerinde daha hızlı yapılmasını ve bu şekilde ek birçok maliyetten kurtulmayı amaçlamaktadır.

İstanbul Teknik Üniversitesi bünyesinde RFID Test Merkezi de bu teknolojinin Türkiye’de tanıtılması ve yaygınlaştırılması için akademik çalışmalara ve sempozyumlara öncülük etmektedir. Ayrıca artan ilgi ile birlikte EXIM, NEXUS, Siemens ve Koç Bilgi Sistemleri gibi kuruluşların da içinde bulunduğu birçok danışman firma RFID teknolojisinin çeşitli sektörlerde uygulanması için çalışmalar yürütmektedir.

Bazı organizasyonlar, RFID teknolojisini şirketlerden önce kullanmaya başlamıştır. Bunların en başında; NATO ve Amerikan Savunma Bakanlığı (DoD) gelmektedir.

NATO, 2004’te 1. aşama RFID pilot projesini başlattı ve Aralık 2005’te 2. aşama için Savi Technologies şirketi ile kontrat imzaladı. Konsinye (gönderilen mal) Yönetim Çözümleri (Consignment Management Solution- CMS) uygulaması ve kurulması üzerinde çalışmaktadır. NATO bu teknolojiyle çok uluslu savunma araçlarını takip etmektedir. Projenin amacı; bir RFID altyapısıyla görünürlülüğü artırarak üye ülkelerin, aralarında interaktif ve birbiriyle uyumlu bir tedarik zincirine sahip olmalarını sağlamaktır. Bu projeye üye ülkeler, çok uluslu bir operasyon halinde ihtiyaç duyulan NATO’nun RF (radyo frekans) sistemi ile uyumlu bir gönderilen mal izleme sistemine sahip olabileceklerdir (Uçkun, 2006).

Amerikan Savunma Bakanlığı, 800 bağlantı noktası ve 1400 tesisi yöneten, aktif RFID etiketler ile sağlanan dünyanın en geniş kargo izleme sistemi olan In-Transit Visibility (ITV-taşımada görünürlülük) sistemine sahiptir. Bu teknoloji Savi şirketi tarafından kurulup sürdürülmüştür. Savunma Bakanlığı, 1 Ocak 2005 itibariyle aldığı

tüm malzemelerle ilgili anlaşmalarında RFID etiket kullanımını zorunlu kılmıştır (Uçkun, 2006).

Bu teknolojinin kullanılmasıyla birçok ölçülebilir kazanç elde edilmiştir. Örneğin; liman tedarik zincirinde RFID teknolojisinin uygulanması, stok maliyetlerini 127 milyon \$'dan 70 milyon \$'a düşürmüştür. Ayrıca ortalama teslim süresi 28 günden 16 güne ve birikmiş işler de 92000 taşımadan 11000 taşımaya düşmüştür. Amerikan Savunma Bakanlığı'nın 6 yıl içinde RFID uygulamasına 500 milyon \$ harcaması bekleniyor. Fakat iyimser bir tahminle önümüzdeki 7 yıl içinde kazancının 1,7 milyar \$ olacağı tahmin ediliyor (Uçkun, 2006).

Dünyanın önde gelen birçok firması ve kurumu RFID teknolojisini kullanıyor ve kazanç sağlıyor. Bu kazançlar genelde stoksuzluğun azaltılması, rafta bulunabilirliğin artması, stokun düşmesi ve işgücü maliyetlerinde kazanım üzerine odaklanmıştır (Uçkun, 2006).

Kazanca paralel olarak akademik araştırmalar, RFID yatırımının stoklara ve özellikle stok belirsizliğine etkisi üzerine yoğunlaşmıştır. Azalan stok ve stoksuzluk, artan rafta bulunabilirlik envanter belirsizliğinin azalmasının bir sonucu olduğundan, envanter belirsizliğindeki azalmanın, RFID teknolojisinden elde edilen ana kazanç olduğu söylenebilir. Stoksuzluğun başlıca nedeni belirsizliktir. Stoksuzlukla sonuçlanan talepler zamanında karşılanamaz (Uçkun, 2006).

### **3.8. RFID Uygulanmasında Karşılaşılan Güçlüklerden Çıkarılan Dersler**

Nuzum ve Johnson (2005) çalışmasıyla yayınlanan RFID raporunda, RFID teknolojisini uygulayan şirketlerin karşılaştığı zorluklarla beraber çıkardıkları derslerden bahsedilmiştir.

Şirketler RFID teknolojisinin nasıl yapılacağı kadar, ne yapacağını da araştırmaktalar. Birçoğu kendi araştırmasını ya da proje planını çıkarmıştır. Bazıları ise uygulamayı başlatmışlardır. Tedarik zinciri liderleri farklı çalışmalardan elde ederek ortaya 7 maddelik bir ders çıkarmışlardır:

- RFID Teknolojisini Öğren (bir süre veya hiç uygulamamayı düşünsen bile): Her yeni teknolojiyle birlikte şirketler, endüstrinin genişlemesi ve bu yöndeki yarışa bağlı risklere karşı erken müdahalelerin risklerini dengelemelidir. Tüm yeni teknolojiler gibi RFID de çok fazla zamana ve çok fazla yatırıma ihtiyaç duyar.

Yeni bir teknoloji sıklıkla rötuşlar, yanlış başlangıçlar ve değerlerde aşırılıklar içerebilir. Eğer şirketler hataların çözülmesini ve yeni teknolojinin bir endüstri standardı olmasını beklerlerse, geride kalma ve rekabetçi bir avantajı kaybetme riskini göze almış olurlar.

- **Yığınla ve Taşı Stratejisinden Kurtul:** Mevcut uygulamalar arasında, tüm ürünlerin taşımaya hazır hale geldikten sonra etiketlendiği görülmektedir. Bu yaklaşım RFID etiket masrafını azaltsa da, ürünlerin üretim ve dağıtım süreçlerinde izlenmesinden doğan kazançların elde edilmesini engeller. Ek olarak RFID masrafı, yüksek oranlarda hala oldukça fazla gelse bile, son noktaya RFID etiket uygulamanın genelde bir kazancı yoktur.
- **Akışın Başından İtibaren Etiket Kullan:** Kullanıcıların genel anlayışı, uygulamanın en baştan, üretimden veya ilk tedarikçiden başlaması yönündedir. Tabi ki bunun avantajı, etiketlenen ürünler hem üretim hem de dağıtım sürecinde talep edilebilir olmasıdır.
- **Ürünlerin Yeniden Paketlenmesi Gerektiği Durumlara Dikkat Et:** Şirketler zaman zaman aynı parça veya palete birden fazla etiket eklemek zorunda kalabilirler. Artık tedarikçiler, perakendecileri tarafından, ön hazırlık düzeyinde hazır ürün, özel promosyonel paketleme ve müşteriye özel etiketleme konusunda kendilerini geliştirmeleri yönünde daha çok sıkıştırılıyorlar. Bu farklı taleplerin envanter seviyesindeki etkisini minimize etmek için tedarikçiler ürünleri normal paketleme içinde saklıyor ve sonrasında talepleri yerine getirme sürecinin de bir parçası olarak yeniden paketliyorlar. Yeniden paketleme RFID kullanımında daha fazla maliyete neden oluyor. İlk başta kullanılan etiketler çıkarılıp, mağazaya hazır paketleme için oluşturulmuş etiketler eklenir. Yani iki kere etiket maliyetine katlanılır. Bir tedarikçi bu problemi müşteri paketleme ihtiyacını üretim prosesi boyunca oluşturarak halletmiştir. Farklı bir ürün kodu belirlemiş ve bu kod ürün üzerinde müşteriye ulaşıncaya kadar devam edeceği süreci belirleyerek süreci bitirmektedir. Özel talep için oluşturulan koda sahip ürünlerin dışında geriye kalanlar, normal envanter işlemlerinden geçmişlerdir.
- **Barkod Teknolojisinin Başarısız Olduğu Yerlerde RFID Teknolojisini Kullan:** Barkod teknolojisi ürünlerin takibi için alternatif bir teknolojidir. Yıllardır kullanılmaktadır ve RFID teknolojisinden ucuzdur. Bununla birlikte barkod teknolojisinin sınırları vardır. RFID teknolojisi bu durumlarda daha çok tercih

edilir. Örneğin; barkodların manuel okunması zaman alır. Genellikle her tarama 2 ila 4 saniye alır. Ayrıca süreç boyunca da her defasında tekrar okunmalıdır. Ayrıca barkod ile okuyucu arasında temiz ve direkt bir görüş alanı olmalıdır. RFID etiketler ise bir defada birden fazla okumaya imkân tanır. Ayrıca okuyucu ile direkt bir görüş alanına ihtiyaç duymaz ve kirlilikten etkilenmez. Üretim bandında barkod kullanmakta olan firmalarda dâhil olmak üzere birçok firma RFID teknolojisine geçmektedirler.

- İlk Önce Yüksek Değeri Olan Nesnelere Odaklan: Yüksek değerli ürünlerde hırsızlığı önlemek için başarılı uygulamalar yapılmıştır. Bu uygulamalarda her ürün etiketlenmiştir. Perakendecilerde uygulanan bu sistem üreticilerin de EPC etiketler kullanarak bu sisteme dâhil olmasını sağlayabilmektedir. Daha düşük değerli ürünlerde ürünlerin üretim, dağıtım ve taşıma süreçlerinde ürünün izlenmesiyle elde edilen kazançlara rağmen maliyetler kazançlardan daha ağır basabilir.
- Test İçin Bir Pilot Uygulama Belirle: Birçok şirket RFID teknolojisinin çalışmasıyla ilgili pilot uygulamalar ve test laboratuvarları oluşturmuştur. RFID uygulamasının bir endüstri standardı olması durumuna hazır olmak için bu çalışmalar hızla yürütülmektedir. Etiketlerin metal ve sıvılardan etkilenme testleri de buna dâhildir. Ayrıca fikir geliştirme ve gelir-maliyet analizleri yapmak için de gereklidir. Ek olarak da bu testler, teknolojiyi tüm sisteme kurmadan deneyimler kazanabilmeyi de sağlamış olur.

### **3.9. RFID Teknolojisinin Kusurları**

Yararlarına rağmen RFID teknolojisinin bazı kusurları vardır. Bunlar aşağıdaki gibi açıklanabilir (Uçkun, 2006):

**Maliyet:** Uygulamanın maliyeti ana konudur. Etiket fiyatlarının düşme eğiliminde olmasına rağmen hala her sektörde uygulanabilecek kadar düşük değiller. Ayrıca etiket maliyetinin yanında cihaz ve alt yapı yatırımlarının da maliyete etkisi büyüktür.

**Güvenilirlik:** Güvenilirlik bu teknolojinin önündeki en büyük problemlerden biridir. Bu problemin önlenmesine yönelik olarak havaalanı bagaj takip sistemlerinde çalışmalar yürütülmektedir. Pilot uygulamalar ve laboratuvar testlerinde okumayı kaçırma veya okuyamama gibi hatalar gözlenmiştir. Mevcut sistemlerde okuma oranı

ortalama % 80 – 90 civarındadır. RFID sisteminde yapılan birçok değişim ve denemeler sonucunda, San Francisco Uluslararası Havaalanında okuma doğruluğu %99,5 oranına kadar çıkarılmıştır. Fakat %100 oranına hala ulaşılammıştır. Sürekli az da olsa bir hata payı ortaya çıkmaktadır (Michael, McCathie, 2005).

**Çatışma ve Okuma Etkenleri:** RFID sinyallerini göndermek için radyo dalgalarını kullandığı için çakışma ihtimali vardır. Bu çakışma okuyucuya doğru bilginin gitmesini engeller. Benzer şekilde dalga boylarındaki sınırlamalar da etkilemektedir. Ürünlerin basitçe etiketlenmeleri, sistemin doğru şekilde çalışması için yeterli olmayabilmektedir. Diğer bir problem de metal ve sıvı içeren ürünlerin okunma problemidir. Metaller ve sıvılar radyo dalgalarını absorbe ettiği için okuma problemleri ortaya çıkmaktadır. Procter&Gamble firması ürünlerini “RF-friendly” ve “RF-unfriendly” olarak gruplandırmaktadır. Çünkü tüm ürünleri kapsayacak bir çözümün zaman alacağını düşünerek metal kaplı veya sıvı ürünleri “RF-unfriendly” kategorisine almaktadır (Michael, McCathie, 2005).

**Okuma Mesafesi:** Her okuyucu tipinin okuma mesafesi farklıdır. Mevcut okuyucu tiplerinin okuma mesafeleri ve bu mesafelerdeki okuma doğrulukları, yapılması düşünölen iyileştirme için uygun olmayabilir.

**Tedarikçi ve Perakendecilerle İşbirliği:** RFID etiketler EPC standardında bir seri numarası içerirler. Bu seri numarası ile bağlantılı olarak veri tabanından gerekli bilgiler alınır. Veri senkronizasyonu, entegrasyonu, transformasyonu ve komünikasyonu, organizasyonlar için bu teknolojinin çalışmasının önündeki en büyük engeldir. Seri numarasına bağlı olarak kaydedilen bilgilerin tedarikçiler ve perakendecilerle birlikte uyumlu bir şekilde paylaşılabilmesi gerekmektedir. Her ürün taşınmasında o üründeki RFID etiketteki bilginin deşifre edilmesi ve gereken bilginin alınması gerekmektedir. Bu yüzden RFID etiketin işlem gördüğü her yerde uyumu sağlamak gerekmektedir (Michael, McCathie, 2005).

**Standartların Olmaması:** RFID sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte bu sistemle ilgili bir standardın olmadığı göröldü. EPC Global ile bazı standartlar oluşturulsa bile genel kabul görecekt ve herkesin ihtiyaçlarını tam anlamıyla karşılayacak bir ISO standardı yayımlanamamıştır. Ortak bir standardın olmayışında ölkeler arası izin verilen radyo dalga aralıkları arasındaki farklılıklar da etkilidir (Michael, McCathie, 2005).

Tüketici Tepkisi ve Gizlilik Kaygısı: Etiketlerin son tüketiciye kadar üründe kalması ile bazı perakende ürünlerde müşterilerin izlenme korkusu ve izlenme ihtimaline karşı bu teknolojiye karşı bir önyargı oluşabilir. RFID teknolojisinin karşılaştığı önemli problemlerden biri insanların RFID etiketlerin bulunduğu ürünlerin onları izleme amaçlı olarak kullanılabilmesi korkusudur. Auto-ID merkezinin tüm EPC kullananlara yönelik yayınladığı gizlilik kurallarına rağmen insanların korkuları devam etmektedir. Örnek olarak; Benetton firması, sattığı ürünlerde bulunan RFID etiketler nedeniyle bir bojkotla karşı karşıya gelme tehlikesi yaşamıştır. Buradaki problem, bir ürünün satıldıktan sonra RFID etiketin nasıl kullanılamaz hale getirileceğinin bilinmemesinden kaynaklanmaktadır (Michael, McCathie, 2005).

Veri Paylaşımı ve Güvenliği: Veri paylaşımı ve güvenlik, potansiyel engellerdir. Etiketlere yüklenen veriler rakip firmalar tarafından görüntülenebilir. Şirket içinde de her birimin her bilgiyi görmesi karışıklığa neden olabilir (Uçkun, 2006).

### **3.10. Kazançlara Karşı Maliyetler**

Bazı araştırmacılar maliyetler ve kazançlar arasında kaçırılan bir nokta olduğu konusunda tartışmaktalar. Şirketler, RFID teknolojisinin kazancından hoşnut olsalar da, maliyeti ticari partnerleriyle paylaşmak durumunda olabilirler. Bu durumda tüm kazançlar maliyetlerden daha önemli olsa bile, ticari partnerler RFID teknolojisine yatırımın geri dönüşü üzerinde duracaklardır (Nuzum, Johnson, 2005).

Etiket maliyetlerinin 0,2 ila 0,3 \$'a düşmesiyle, toplam etiket ve okuyucu maliyetleri, tatmin edici seviyelere ulaşmıştır. Wal-Mart'ın tedarikçilerinden Tysons Foods şirketi teknoloji şefi, yüksek etiket maliyetlerinden şikâyetçi olduğunu şu sözlerle ifade ediyor: “Etiket maliyetlerinin düşmesine gerçekten ihtiyacımız var. Çünkü yılda milyonlarca parça hareketi var ve çok düşük kâr marjlarıyla çalışıyoruz. Yüzlerce milyon parça için parça başına 20 cent etiket maliyetinin toplamda ne kadara mal olacağını bir hesap edin.” (Nuzum, Johnson, 2005).

Mevcut rekabetçi şartlarda birçok şirket bu ekstra maliyetleri ticari partnerlerine yükleyebileceklerdir. Bu konudaki savunmalarında ise, satışlarındaki ve operasyonlarındaki iyileştirmelerin tedarikçilerle ve perakendecilerle paylaşılabilmesidir. Ek olarak tedarikçiler RFID teknolojisi ile sağlanacak tedarik zinciri etkinliği ve maliyet kazanımlarından da etkileneceklerdir. Bu yüzden RFID

teknolojisini kurarken maliyetinden etkilenecek partnerlerin de kazancını göz önüne almak gerekir. Uzun vadede çalışılan ve büyük miktarlarda çalışılan partnerlerle kurulmada bir sıkıntı yaşanması beklenmeyebilir. Fakat daha kısa vadeli partnerler, yapılan ticari anlaşmanın boyutunun küçük olması, elde edilen kârın, teknolojinin maliyetinden az olması, ticari partnerin mevcut ekonomik durumu gibi konularda firmalar yatırım için sıkıntı yaşayabilirler. Bu yüzden yapılan çalışmalarda ortak faydalar gözetilebilirse yatırımın maliyeti paylaşarak ortak kazanımların elde edilmesi sağlanabilir (Nuzum, Johnson, 2005).

Etiket maliyetleri hâlihazırda hızlı bir şekilde düşmektedir. RFID teknolojisi kullanımının yaygınlaşmasıyla birçok etiket üreticisi yüksek oranda indirim gitmiştir. Kaliforniya’da bulunan bir etiket üreticisi olan Avery-Denison şirketi, Gen2 etiketleri 1 milyon ve üzeri satışlarda 7,9 cent’e çektiğini duyurmuştur. Yine Kaliforniya’da bulunan RSI-ID Technologies şirketi de EPC Gen2 kodlama yapılabilen etiketlerini 1 milyon ve üzeri alımlarda 14,9 cent’e düşürdüğünü duyurmuştur (Nuzum, Johnson, 2005).

Bugün RFID etiketlerin fiyatı RFID endüstrisi için önemli bir konudur. Tedarik zinciri boyunca parçaların izlenmesi için RFID etiketler kullanımının ardından gelen düşünce, her parçanın etiketlenmesiyle etiket fiyatlarında düşüşün beklenmesidir. 2004’te EPC etiket fiyatı, Alien Technologies firması tarafından 1 milyon ve üzeri alımlarda 20 cent olarak belirlenmişti. 2005’te Smart Code firması Gen 2 etiketleri 1 milyon ve üzeri alımlarda 7,5 cent’e ve 10 milyon ve üzeri alımlarda 7,2 cent’e çektiğini duyurdu (Nuzum, Johnson, 2005).

RFID uygulamasının başlatılması ile birlikte süreçlerin de yeniden tasarlanması gerekmektedir. Bu da önemli bir maliyete katlanması gerektiğini gösterir. RFID donanımı ve yazılımı önemli bir maliyet oluşturmaktadır. Bunun yanında ticari partnerlerin de sisteme entegrasyonu için yine bu maliyetlere katlanması gerekmektedir (Michael, McCathie, 2005).

Görünen o ki etiket fiyatları bu teknolojinin geleceğini belirleyecek. Çünkü etiket fiyatları ne kadar ucuzlarsa, çok daha fazla sektör ve şirket bu teknolojiye yönelecektir. Sektör ve şirket deneyimleri ve teknolojinin getirdiği rekabetçi avantaj ve kazançlar, bu teknolojinin çoğu sektör ve endüstride standart haline gelmesini sağlayacaktır.



### **3.11. Yatırım Kararı**

RFID sistem uygulamaları, firmalar açısından bir bilgi teknolojisi/sistemi yatırımı olarak değerlendirilmelidir. RFID teknolojisi, firmaların iş süreçlerini yeniden şekillendirmekte, verilerin toplanması ile ilgili olarak firmalara farklı bir bilgi teknolojisi altyapısı kazandırmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde RFID yatırımlarının stratejik bir karar olarak değerlendirilmesi kaçınılmazdır. RFID uygulama kararı verilmeden önce izlenmesi gereken adımlar şu şekilde sıralanabilir (Üstündağ, Tanyaş, 2008):

- RFID sistemleri için potansiyel kullanım alanlarının belirlenmesi
- Potansiyel iş süreçlerinin analiz edilmesi
- RFID uygulaması ile ilgili sağlanacak kazanımların net bir şekilde ortaya koyulması
- Test ve pilot çalışmalar ile teknik ve organizasyonel gereksinimlerin belirlenmesi
- Uygulama risklerinin ortaya koyulması
- Tüm sistem için detaylı maliyet ve kazanç analizleri yapılarak, yatırımın geri dönüşü (ROI) hesaplarının yapılması

### **3.12. RFID Standartları**

Her ülke kendi radyo spektrumunun kullanımı düzenlemektedir. Çoğu ülke düşük frekanslı sistemler için 125 KHz veya 134 KHz aralığını belirlemiştir. 13.56 MHz frekansı ise tüm dünyada yüksek frekanslı sistemler için kullanılmaktadır. Ancak, UHF RFID sistemleri daha yeni olduğu için, henüz bu sistemlerin kullanılacağı tek bir frekans aralığı kabul edilmemiştir. Amerika'da 902–928 MHz kullanılırken, Avrupa için Class 1 Gen 2 protokolünde 865.6–867.6 MHz aralığı belirlenmiştir. Fakat henüz tüm Avrupa ülkelerinde bu frekansın kullanımı ile ilgili düzenlemeler tamamlanmamıştır (EPC Global Türkiye b).

Avrupa'daki spektrum kullanımını düzenleyen Avrupa Posta ve Telekomünikasyon Birliği (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations - CEPT), UHF RFID için Eylül 2004'te oybirliği ile yeni bir Avrupa Standardına karar vermiştir. Bu standart (ETSI EN 302 208) ETSI'den sağlanabilir (RFID Çözümleri b).

Bu standart RFID' nin 865 - 868 MHz frekans bandında, "Söylemeden Dinle - Listen Before Talk " (LBT) protokolü ile 2 Watt'a varan güç seviyeleri ile kullanılmasını öngörmektedir. Bu standart pek çok Avrupa ülkesinde kabul edilmiş ve yerel düzenlemelere yerleştirilmiştir (RFID Çözümleri b).

Türkiye'de ise, 06.03.2004 tarihli ve 25394 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Kısa Mesafe Erişimli Telsiz Cihazlarının (KET) Kurma ve Kullanma Esasları Hakkındaki Yönetmelik" uyarınca, RFID sistemleri 865.6 - 867.6 MHz frekans bandında maksimum 500mW (0.5W) güç seviyesi ile uygulanabilmesi onaylanmıştır. Daha sonra 16 Mart 2007 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanan yeni KET yönetmeliği ile 865.6-867.6 MHz. Bandı arasında kullanım gücü 2 Watt olarak yenilenmiş ve Avrupa standartlarına çekilmiştir (RFID Çözümleri b).

Yüksek frekans çözümleri için standardizasyon tamamlanmış olmakla birlikte, ultra yüksek frekans konusunda çalışmalar halen devam etmektedir. Yüksek frekans için tamamlanmış standart ISO 14443 ve ISO 15693 olarak tanımlanmıştır. Ultra yüksek frekans için çalışmaları devam eden standart ISO 18000 ve EPC Class 0, Class 1 ve Gen2 olarak belirlenmiştir (Koç Sistem b).

EPCglobal, EPC ile ürün tanımlamasında kullanılan RFID teknolojisinin kullanılmasını küresel boyutta düzenlemek amacıyla, RFID etiketlerinde ve okuyucularında kullanılmak üzere Class 1 Gen 2 (Sınıf 1 Nesil 2) standardını geliştirmiş ve söz konusu standardın dünya genelinde uygulanabilmesi için çeşitli frekans aralıkları belirlemiştir. Aralık 2004'te EPCglobal tarafından onaylanan Class 1 Gen 2, Ocak 2005'te Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu'na (ISO) sunulmuştur (RFID Çözümleri b). Tablo 3.4.'te genel özellikleri görülmektedir.

Tablo 3.4. UHF Class 1 Gen 2 Özellikleri (EPC Global Türkiye c)

<b>Gereksinim</b>	<b>Gen2 Yetisi</b>
Küresel Düzenleme Uyumluluğu	Avrupa, Kuzey Amerika, Japonya, vb.
Gürültülü Ortamlarda Çalışma	Çoğul Oturumlar, Yoğun Okuma Modları
Hızlı Çalışma	> 1600 etiket/sn ABD, 600 etiket/sn Avrupa
Gizlilik Koruma	EPC kodu yayınlanmıyor, 32-Bit Kill Şifresi
Gelişmiş Doğruluk	"Hayalet Okuma"ların Giderilmesi, Uyumlu Protokoller
Bellek Yazma Yetisi	> 7 etiket/sn yazım hızı, Seçmeli Kullanıcı Belleği
Grup Aramaları & Filtreleme	Esnek Seç Komutu
Düşük Maliyet	Çoğul-Satıcı Olanağı
Esneklik	Eş EPC numaralarına izin verir & Çoğul EPC'ler
Sertifikalı Ürünler	Şu anda mevcut

#### 4. RFID SİSTEMLERİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

RFID teknolojisi son zamanların hızla gelişen bir konusudur. Bu konuda şirketlerin ve kurumların ilgisi, akademik araştırmaların da konu ile ilgili araştırma yapmasına vesile olmuştur. Literatürde yeni bir teknoloji olması nedeniyle yapılan araştırmalar genellikle tanım ve farklı uygulamalarda kullanımı üzerinedir. Mevcut çalışmalardan örnek verilecek olursa:

Asif ve Mandviwalla; 2005 yılında “Integrating the Supply Chain with RFID: A Technical and Business Analysis” adlı makalelerinde RFID Teknolojisinin tedarik zincirinde kullanımını ve etkilerini derinlemesine irdemişlerdir.

Curtin, Kauffman ve Riggins de “Making the ‘MOST – Mobility, Organizational and Systems Technologies’ Out of RFID Technology: A Research Agenda for the Study of the Adoption, Usage and Impact of RFID” adlı çalışmalarında yine RFID’ nin araştırılmasını yaparak iş değerinin artırılması için süreçlerde araştırılması, kullanılması ve olası etkisi üzerine çalışmışlardır.

Özalp ve Lee, 2005 yılındaki çalışmalarında “Unlocking the Value of RFID” adlı çalışmalarında RFID’ nin envanter yönetimine katkısı üzerinde durmuşlardır.

Michael K. ve McCathie L, “The Pros and Cons of RFID in Supply Chain Management” adlı çalışmalarında RFID teknolojisinin güçlü ve zayıf yönlerini incelemişlerdir.

Rieki J, Salminen T ve Alakärppä I, “Requesting Pervasive Services by Touching RFID Tags” adlı çalışmalarında cihazların çalışmalarının RFID etiketlerle etkileşerek gerçekleşmesini sağlayacak yazılımın oluşturulması ve test edilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Üstündağ A. ve Tanyaş M., “Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID) Yatırımlarını Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Çalışma” adlı çalışmalarında, RFID uygulamalarında yatırımın geri dönüşünün hesaplanabilmesi için gereken fayda-maliyet analizleri üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Uçkun C., “Modeling and Analysis of Radio Frequency Identification (RFID) Technology within the Supply Chain” adlı yüksek lisans çalışmasında RFID

teknolojisinin farklı senaryolarla envanter kayıplarına ve yatırımlara etkisi üzerinde durmuştur.

Pala'nın 2007 yılında yaptığı yüksek lisans tezinde ise bir uygulama olarak otopark otomasyon sistemlerinde kullanılabilirliği incelenmiştir.

Rebecca Angeles, 2005 yılında yayınlanan Information Systems Management dergisinde RFID teknolojisinin tedarik zinciri süreçlerinde kullanımı ve örnek uygulamalar üzerinde durmuştur.

ACCU-SORT Systems firmasının yayınladığı "Malzeme Elleçleme Endüstrisinde Otomatik Tanımlama El Kitabı"nda da RFID teknolojisinin bu sektördeki kullanımı ve faydaları üzerinde durulmuştur.

Johnson ve Nuzum, ProLogis Supply Chain Review' da 2005'te yayınlanan makalelerinde RFID' nin tanımına yer vererek, Tedarik Zinciri Liderlerinin uygulamalardan çıkardıkları 7 dersten bahsetmiştir.

EPC Global Türkiye'nin sitesinde de teknoloji ve standartları üzerine önemli çalışmalar bulunmaktadır.

İstanbul Teknik Üniversitesi bünyesindeki RFID Test ve Araştırma Merkezi de birçok araştırmanın yapılmasına öncülük etmektedir.

Ayrıca literatürdeki birçok "white paper" da konuyla ilgili araştırmalara ışık tutmaktadır.

Özellikle Koç Sistem, Siemens ve daha birçok RFID ile ilgili danışman şirketlerin sitelerinde de bu çalışmalara ulaşılabilir.

## 5. LOJİSTİK SÜREÇLERİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE BİR RFID UYGULAMASI

RFID sistemlerinin firmalarda uygulanabilirlik açısından incelenmesi, teknolojinin gelişimi ve yaygınlaşması açısından önemlidir. Firmalar açısından da bu teknolojinin uygulanmasında ortaya çıkabilecek potansiyelin kullanılması, firmaların gelişmesi ve rekabetçi özelliğinin artmasına katkıda bulunacaktır.

Bu bölümde İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştiraklerinden olan İSFALT A.Ş. 'nin süreçleri incelenmiş ve RFID teknolojisinin uygulanmasıyla birlikte elde edilebilecek olası kazanımlar ortaya çıkarılmıştır.

İstanbul giderek artan nüfusu ve genişleyen coğrafi yapısıyla her geçen gün daha fazla asfalta ihtiyaç duyulan bir metropoldür. Bu metropolün asfalt ihtiyaçlarına cevap verebilmek için güçlü ve gelişmiş bir teknolojiyle, yüksek kalitede üretime sahip olunması gerekmektedir. Sistemin kazandırdıklarının, bu ihtiyacı karşılaması açısından oluşturduğu değer de ortaya çıkarılmıştır.

### 5.1. Firma Tanıtımı

RFID ile ilgili araştırmanın yapıldığı şirket İSFALT A.Ş.'dir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İktisadi Teşekkülleri'nden biri olan İstanbul Asfalt Fabrikaları Sanayi ve Ticaret A.Ş. (İSFALT), İstanbul Büyükşehir ve ilçe belediyelerinin asfalt ihtiyacını karşılamak amacıyla 1986 tarihinde kurulmuştur.



Şekil 5.1. İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İSFALT Logo

İstanbul'un büyümesine paralel olarak kendini yenileyen İSFALT, 2000'li yıllarda Türkiye'nin en büyük 500 sanayi kuruluşu arasında yer almayı başarmıştır. Şirket olarak ulusal kaynaklar israf edilmeden, İstanbul'da yapılan yolların kalitesini ve yapılan hizmetin hızını artırmak ana amacı oluşturmaktadır. Yollarda verimlilik, güvenlik ve konforun oluşmasında da marka olmayı hedeflemektedir. Bu amaç ve hedefler doğrultusunda stratejisini belirlemektedir.

İSFALT, uluslararası akreditasyonu olan ISO 9001:2000 belgesiyle üretimini gerçekleştirmektedir. Ayrıca İSFALT, ISO 14001 ve OHSAS 18001 belgelerine de sahiptir. Şirketin geri dönüşüm uygulamalarında kullandığı makineler, gürültü ve egzoz kirliliğinin azaltılması bakımından Avrupa CE standartlarına uymaktadır.

Üretilen farklı tipte asfaltlar, farklı isimlere ve farklı uygulama alanlarına sahiptir. En bilindik asfalt tipleri; kullanımda gereken inceliklerin hammadde olarak kullanılan agrega tane büyüklüklerine bağlı olarak inceden daha kalına sıralayabildiğimiz, “aşınma tip 2”, “aşınma tip 1”, “binder” ve “bitümlü temel”dir. Bunların dışında farklı özelliklere sahip, dünya asfalt literatüründe de bulunan birçok asfalt tipi üretilmektedir. İçerisinde bitüm kullanılmayan bir ürün de “Plentmix”tir. Plentmix ise yolun en alt tabakasına uygulanan bitümsüz tabakadır. Yolun asfaltlanması için düzleştirilmesi, sağlam bir yol altyapısının oluşturulması ve yükün dağılmasını sağlamak amacıyla yolun en alt tabakasına dökülür.

Üretilen asfalt, fabrikalarda bulunan asfalt plentlerinden çıkmaktadır. Agreganın ısıtılarak neminden arınması, sıcak bitümlü verilen asfalt reçete oranlarına göre karışmasını gerçekleştirir.



Şekil 5.2. Asfalt Plenti Görünüm

İSFALT, 1995 yılında yalnızca asfalt üreten bir firma olmaktan çıkarak asfalt serim işine başlamıştır. Asfalt uygulanacak yollarda önce eski asfalt kazınarak alt yapı iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmada yağmur ızgaraları yeniden düzenlenmekte, yol eğimli olarak harita ekipleri tarafından bilgisayarda kodlanmaktadır. Yeni asfalt serimi de, gerçekleştirilen bu çalışmalar ışığında uygulanmaktadır.



Şekil 5.3. Asfalt Yol

Mevcut serim şekilleri “Finişer İle Serim” ve “El İle Serim” dir. Finişer ile serimde yolun en alt tabakasından başlayarak, bitümlü temel, binder ve aşınma tipinde asfalt tipleri serilir.



Şekil 5.4. Finişer İle Serim

Finişerin giremeyeceği kadar küçük boyutta olan otopark, çocuk parkı, tenis kortu gibi yerlerde aşınma tabakası elle serilir.



Şekil 5.5. El İle Serim

Bu serim şekillerinin dışında farklı bir uygulama olarak “Tranşe Kaplama” çalışmaları da yapılmaktadır. Türk Telekom, İSKİ, İGDAŞ gibi firmaların tesisat yenileme çalışmaları esnasında yol sathında açtıkları kanallara tranşe adı verilmektedir.



Şekil 5.6. Tranşe Kaplama

Şirket olarak bu uygulamaların dışında yollarda kanalizasyon kapaklarından dolayı oluşan bacaların yol yapımı sırasında aşağıda kalması nedeniyle bu bacaların yükseltilmesi işini de yapmaktadır. Ayrıca yol ölçümleri ve sathi kaplama işleri de İSFALT tarafından yapılmaktadır. Farklı faaliyet alanı olarak katlı kavşak yapımı ve kışla mücadele çalışmaları da İSFALT tarafından yapılmaktadır.

İSFALT, ikisi Avrupa yakasında, ikisi de Anadolu yakasında olmak üzere 4 adet fabrikada üretimini gerçekleştirmektedir. Ayrıca Avrupa yakasında Silivri Ortaköy’de ve Anadolu yakasında Şile’de olmak üzere iki adet fabrika da kiralama usulü ile yakın zamanda üretim gücüne eklenmiştir. Asfalt üretim kapasitesi açısından İstanbul’un asfalt ihtiyacının %70’ini karşılayan İSFALT, 1755 ton/saat kapasitesi ve yıllık ortalama 3.500.000 ton asfalt üretimine sahiptir.



Şekil 5.7. Fabrika Görünüm

Habibler, Ümraniye ve Mahmutbey fabrikaları 1986 yılında kurulmuştur; yani bu üç fabrika şirketle yaşıttır. Aydınli Asfalt Fabrikası ise 1995’te faaliyete geçmiştir. Tablo 5.1 ‘de fabrikaların kapasiteleri görülmektedir. Bu kapasiteler, fabrikalardaki plentlerin kapasitelerinin toplamıdır.



Tablo 5.1. İSFALT Fabrika Kapasiteleri

Fabrika	Kapasite
Ümraniye Fabrikası	235 TON / saat
Aydınlı Fabrikası	520 TON / saat
Habibler Fabrikası	700 TON / saat
Mahmutbey Fabrikası	300 TON / saat
Toplam	1.755 TON / saat

Asfalt seriminin sıcak yapılması nedeniyle Avrupa ve Anadolu yakasında bulunan plantler, yol yapım çalışmalarında ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Tablo 5.2. ve 5.3. 'de Anadolu Yakası fabrika kapasiteleri görülmektedir.

Tablo 5.2. Aydınlı Asfalt Fabrikası Kapasitesi

Asfalt Plenti	175 TON / saat
Asfalt Plenti	85 TON / saat
Asfalt Plenti	260 TON / saat
TOPLAM	520 TON / saat

Tablo 5.3. Ümraniye Asfalt Fabrikası Kapasitesi

Asfalt Plenti	150 TON / saat
Asfalt Plenti	85 TON / saat
TOPLAM	235 TON / saat

Tablo 5.4. ve Tablo 5.5. 'te de Avrupa Yakası fabrika kapasiteleri görülmektedir.

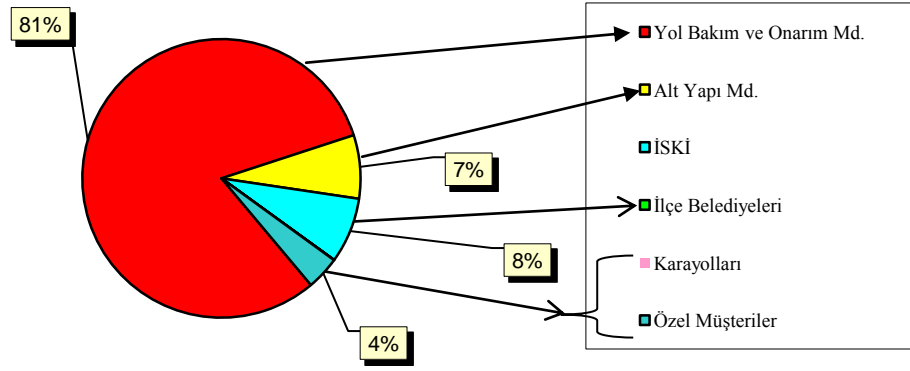
Tablo 5.4. Habibler Asfalt Fabrikası Kapasitesi

Kullanılan yakıt	Doğalgaz
Asfalt Plenti	300 ton / saat
Asfalt Plenti	260 ton / saat
Asfalt Plenti	140 ton / saat
TOPLAM KAPASİTE	700 ton / saat

Tablo 5.5. Mahmutbey Asfalt Fabrikası Kapasitesi

Kullanılan yakıt	Doğalgaz
Asfalt Plenti	150 ton / saat
Asfalt Plenti	150 ton / saat
<b>TOPLAM KAPASİTE</b>	<b>300 ton / saat</b>

İSFALT, İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştiraki olması nedeniyle en büyük üretimini İBB Yol Bakım Onarım Müdürlüğü'ne yapmaktadır. Diğer müşterilerle birlikte genel müşteri / üretim dağılımı Şekil 5.8. 'deki gibidir.

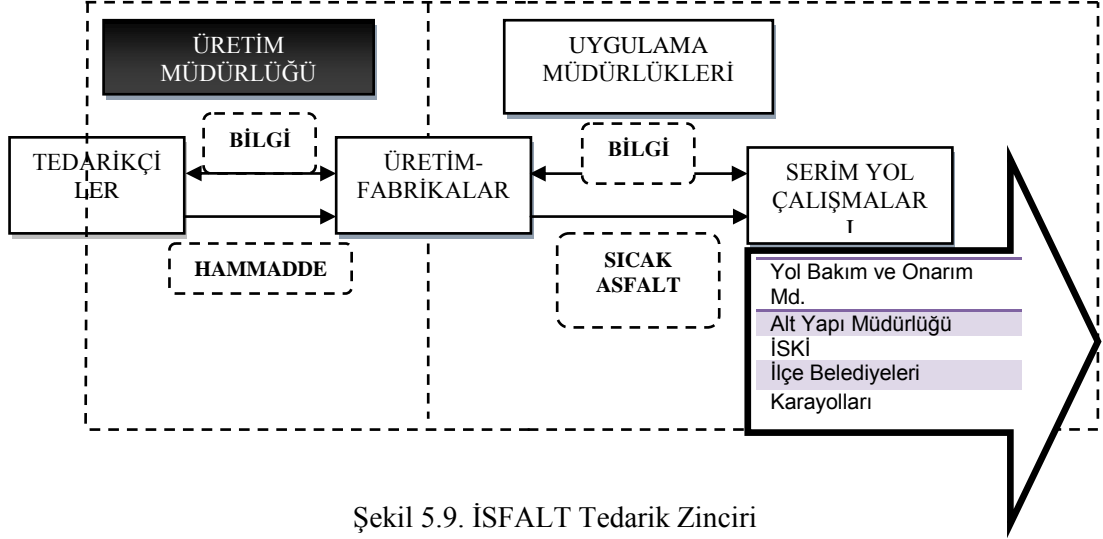


Şekil 5.8. Üretim Müşterilere Göre Dağılımı

Bilgi teknolojisi alt yapısı olarak SAP kullanılmaktadır. SAP'nin Malzeme Yönetimi, Satış Dağıtım, Proje Sistemleri, Bakım Yönetimi, Üretim Planlama, Kalite Yönetimi, Doküman Yönetim Sistemi, Elektronik İş Akışı, Demirbaş Yönetimi, Maliyet Muhasebesi, Malzeme Defteri, Bütçe Planlama, İnsan Kaynakları, İnsan Kaynakları PD, SAP Portal modülleri kullanılmaktadır. Gelen talepler ise SAP ile entegre olan İSFALT Kantar Otomasyonu programı ile görülebilmektedir. Fabrika giriş-çıkış işlemleri bu program sayesinde yapılmaktadır.

## 5.2. İSFALT A.Ş. Asfalt Tedarik Zinciri

Bir tedarik zinciri; malzemelerin tedariki, bu malzemelerin yarı-mamul ve tamamlanmış, nihai ürünlere dönüşümü ve bu ürünlerin müşterilere dağıtım fonksiyonlarını yerine getiren bir tesis ve dağıtım opsiyonları ağıdır (Tunç, 2006). Şekil 5.9. 'da İSFALT' ın genel tedarik zinciri yapısı görülmektedir.



Şekilden de anlaşılacağı üzere süreç, klasik tedarik zinciri yapısına benzemektedir. Fakat klasik yapıdan farklı olarak, sürecin kontrolü ikiye ayrılmış durumdadır. Fabrikalarda asfaltın üretilip sevkiyata hazır duruma getirilmesine kadar üretim müdürlüğü; kamyonlara yüklenmesi ve yol çalışmalarına sevk edilip, yol yapım çalışmalarının yapılması işleminin sonuna kadar yapılan işlemler de Avrupa ve Anadolu yakasında birer tane olan uygulama müdürlüklerinin kontrolindedir. Ayrıca ilçe belediyeler ve özel müşteriler, uygulama müdürlüğünden bağımsız olarak direkt fabrikalar ve üretim müdürlüğü ile irtibatlı olarak asfalt almaktadır.

Öncelikle Şekil 5.9.'daki Tedarik Zinciri Süreci şu şekilde işlemektedir: Taş ocaklarından kamyonlar vasıtası ile gelen agrega, Tüpraş'tan tankerler vasıtası ile gelen bitüm, fabrikalara kantar tartımı ve irsaliye girişleri yapılarak giriş yapar. Gerekli kontroller yapıldıktan sonra ilgili stoklama alanına gönderilirler. Gelen agrega her fabrika için yakınındaki bir taş ocağından tedarik edilir. Bitüm ise tankerler vasıtası ile İzmit'ten gelmektedir. Herhangi bir iade kararı alınmamış ve getirdiği hammaddeyi boşaltmış olan araçlar, çıkış işlemleri yapıp, çıkış faturası teslim edilerek fabrikalardan çıkarlar. Gelen bu hammaddeler, fabrikalarda bulunan asfalt plantleri vasıtası ile sıcak asfalta dönüştürülür. Asfalt plantlerinde agrega ve bitüm, Kalite Müdürlüğü'nün belirlediği ve her plant için ayrı olarak hazırlanan reçetelere göre birleşir. Bu sıcak asfalt da kamyonlara yüklenerek planlanmış yol yapım çalışmaları ve müşterilere, online verilen talepler ve telefonla bildirilen değişimlere uygun olarak dağıtılır (Bkz. Ek A). Yol yapım çalışmalarında ise gerekli hazırlıklar, kontroller, projelendirme ve bilgiler hazırlandıktan sonra, fabrikalara verilen talep doğrultusunda gelen fabrikalardan kamyonlar vasıtasıyla gelen asfaltın

ilgili süreçte yol yapım çalışmasının yapımında kullanılmasıyla ilgili yol yapım çalışmasının bitirilmesi ve diğer işlemler yapılır (Bkz. Ek B). Süreç kısaca bu şekilde işlemektedir.

Burada eklenmesi gereken bir bilgi de müteahhit firmalardır. Mevcut durumda tüm yol çalışmaları müteahhit firmalara ihale yoluyla verilmektedir. Yol inşaatlarında bulunan tüm işgücü ve makineler müteahhit firmalara aittir. Asfalt ve hammadde taşıyan araçlar da özel firmalara aittir. İSFALT A.Ş. sürecin taktik ve stratejik anlamda yöneticisi ve kontrolü konumundadır. Süreçte %100 katkının yapıldığı yerler fabrikalardır.

Tüm süreçte asıl olan, İstanbul'da tüm yol çalışmalarını en kaliteli, en hızlı ve en az maliyetle bitirmektir. Yol çalışmalarının tüm süreci, Avrupa ve Anadolu yakasında birbirinden ayrılmıştır. Asfalt, sıcak bir madde olduğu için daha geniş bir coğrafyada taşınması, kalite ve uygulanabilirlik açısından mümkün olmamaktadır.

### **5.2.1. RFID Teknolojisi İle Oluşturulacak Model**

Malzemeler kamyonlarla taşındığı için, lojistik olarak ürünü tanımlarken süreçte hareket eden kamyonlar dikkate alınacaktır. Süreçte bu kamyonların görünürlüğü ve tek merkezli müdahale edilebilirliği, sürecin etkinliğine yönelik çalışmaların başarısı için çok önemlidir.

Yapılan işlemlerin otomatikleştirilmesi, süreçte görünürlüğün artması ve etkin bir tedarik zincirinin oluşması için yapılması gereken çalışmalarda RFID teknolojisinin etkisi araştırılacaktır. RFID teknolojisi, süreçte yaşanan tıkanıklıkları ve süreçten beklentilerin önündeki engelleri ortadan kaldırmada kullanışlı bir araç olarak kullanılabilir.

Süreçte tüm taşımalar kamyonlarla yapıldığı için, bu kamyonların RFID etiketlerle tanımlı hale gelmesi ile giriş-çıkışlar, süreç içi hareketler ve süreçler arası taşıma faaliyetleri görünür ve kontrol edilebilir hale gelebilir. Bu da tüm sürecin etkinliğini ve düzgün bir akışı sağlar. Dolayısıyla da en az maliyetle, en hızlı üretimi sağlayarak, esneklikle birlikte en fazla kârı elde etme idealini gerçekleştirmek için olanak sağlar. En önemlisi, tüm süreçlerde iyileştirmelerin bulunup uygulanması için yenilikçi ve gelişmeye açık bir tedarik zincirini sağlar.

### 5.2.2. Sistem Materyalleri

Etiketlenecek olan kamyonların büyüklüğü, hareket hızı ve geçiş-işlem noktaları dikkate alınarak, yüksek frekans etiketlere göre daha uzun okuma mesafesi ve daha ucuz olması nedeniyle Ultra Yüksek Frekans (UHF) (868 MHz - 915 MHz) aktif etiketler kullanım için en uygundur. Tablo 5.6.'da diğer frekanstaki etiket çeşitleri arasında görülmektedir. Okuyamama probleminin olmaması için aktif etiketler kullanılmalıdır. Ayrıca etiketler okunup yazılabilen özellikte olmalıdır. Çünkü kamyonlarla ilgili bilgiler zaman içerisinde değişiklik gösterebileceklerdir.

Tablo 5.6. RFID Etiketlerin Frekanslarına Göre Mesafe ve Uygulama Özellikleri (Ertürk, 2007)

	Frekans	Mesafe	Uygulama
LF	125 KHz	5 – 15 cm	Oto İmmobilizer
HF	13,56 MHz	1 m	Bina Giriş, İnsan Tanımlama
<u>UHF</u> ★	<u>900 MHz</u>	<u>7 – 10 m</u>	<u>Tedarik Zinciri Uygulamaları, Kutu-Palet Takip/İzleme</u>
MW	2,4 GHz	>10 m	Otoyol Geçiş

Etiketlerin dışında anten, sabit veya taşınabilir okuyucu ve yazıcılar, sistem yazılımı ve ara yüzleri, işlem yapılacak yerlerde de bilgisayar desteği gerekecektir. Bu cihazların da özellikleri yine sistemden beklenen performansa uygun olmalıdır. Ayrıca sabit portalların en etkin işlem yapabileceği konumlar ve etiketlerin de en etkin okutulması sistemi, deneyler yapılarak ve bu deneylerden elde edilecek sonuçlara bakılarak yapılmalıdır. Örneğin; okuyucunun konumu, antenin bulunduğu yerdeki eğimi, okutma şekilleri, sistemdeki kontroller, deneysel çalışmalara göre şekillenmelidir.

Gerekli yazılımın olması gereken özelliklerini de Bölüm 3.2.4. 'te belirtilen, RFID yazılımlarında olması gereken genel özelliklere göre belirleyebiliriz:

- Operasyonlar Arası Uyumluluk: İki ya da daha fazla sistem veya unsurun bilgi değişebilme ve değiştiği bilgiyi kullanabilme yeteneği. Hem yol çalışmaları, hem fabrika içi işlemler, hem de hammadde süreçlerinde bulunan unsurların ürettiği bilginin birlikte bir değer oluşturabilmelerine olanak sağlamalıdır.

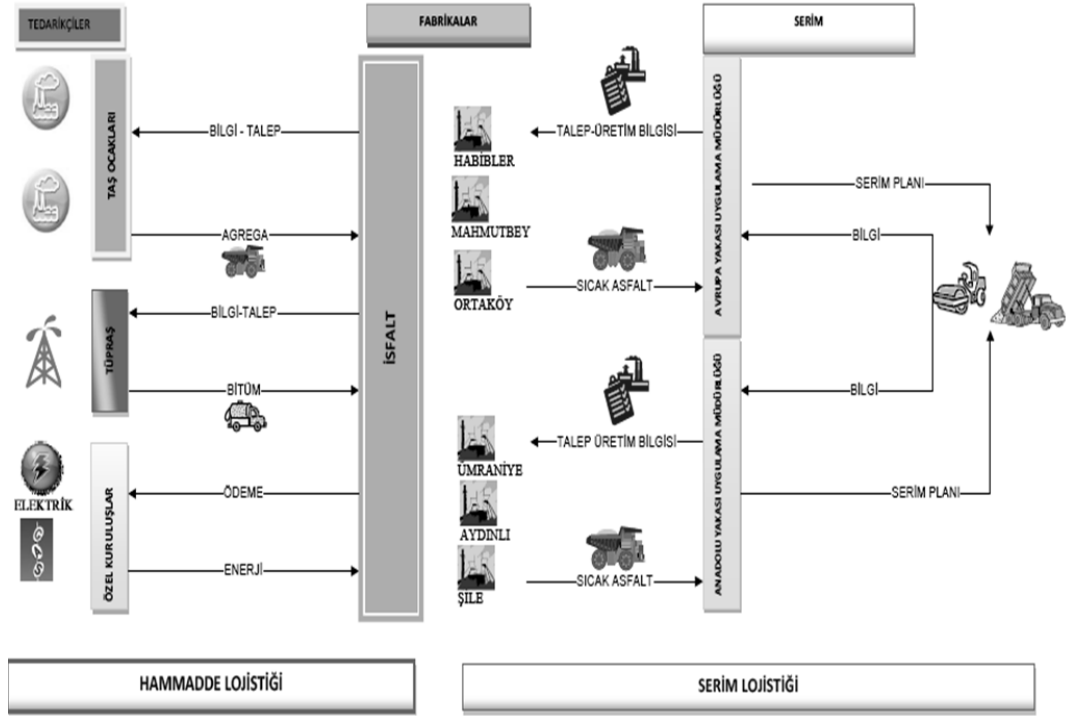
- Kapsayabilirlik: Sistem unsurlarının diğer varlıkları kapsaması ve sistem unsurlarının da sistemdeki diğer varlıklar tarafından kapsanması. Hammaddeden yapılan yollara kadar tüm unsur ve varlıkların bir bütünü ifade etmelerini sağlayacak kapsamda olmalıdır.
- Lokasyon Görünürlüğü: Sistem unsurlarının lokasyonunun diğer sistem unsurları, programcılar ve kullanıcılara görünür olması. Yer bilgisi ve süreçte bulunduğu yerin sırası anlamında belirleyici olmalıdır.
- Adapte Olabilme: Bir yazılım varlığının değişen yapılara adapte olabilmesi. Mevcut durumda kullanılan SAP ve Kantar Otomasyon Programı ile adapte olabilmeli ve değişen süreçler veya tasarımlarla birlikte değişebilme özelliği olmalıdır.
- Durum-Farkındalık: Sistemin kullanıcılara yerinde bilgi ve hizmet sağlayabilmesi için kullanıcıların durumunun farkında olması. Kullanıcılarla ilgili bilgilerin güncel olmasını sağlamalı ve yetki, iletişim problemlerinin olmaması gerekir.

### **5.2.3. İSFALT A.Ş. Lojistik Süreçler**

İSFALT olarak; yol çalışmalarının tamamlanması amacıyla gereken ürünün ve ürünlerle ilgili bilgilerin tedarik zinciri içindeki süreçlerde taşınmasının etkili ve verimli bir şekilde planlanması ve uygulanması faaliyetleri lojistik süreçleri oluşturmaktadır.

İSFALT tedarik zincirinde taşımalar, gelen hammaddeler ve üretilen ürünlerin paketlenememesi ve yapısı nedeniyle kamyonlarla yapılmaktadır. Bu yüzden sistemde ürünün hareketleri tanımlanırken kamyonlar dikkate alınacaktır. Lojistik süreçlerde iyileştirmeler de yine bu kamyonlar üzerinden yapılacaktır.

İSFALT Tedarik Zinciri'nin genel işleyişinden Bölüm 5.2.'de bahsedilmişti. Bu işleyişle birlikte hammaddeden yola asfalt tedarik zincirinin genel yapısı Şekil 5.10.'daki gibi gösterilebilir. Burada süreç, Şekil 5.10.'dan da görüldüğü şekilde hammadde lojistiği ve serim lojistiği olarak birbirini doğrudan etkileyen iki lojistik sürecine bölünebilir.



Şekil 5.10. İSFALT Asfalt Tedarik Zinciri

Serim lojistiği; fabrikalarda asfalt plantlerinin yapacağı üretimden, yol yapım çalışmalarına kadar olan süreci kapsamaktadır. Bu süreç; fabrika içi işlemler, taşıma ve yol yapım çalışmaları işlemleri olarak üç boyutta incelenecektir. Bu üç boyutta yapılacak iyileştirmelerle genel performans ve tüm tedarik zincirine etkisi ortaya konulmaya çalışılacaktır.

Hammadde lojistiği ise; gerekli hammaddenin belirlenmesi, talep edilmesi, taşınması ve üretime hazır hale getirilmesi sürecini kapsar. Yine bu sürecin de uygulanacak RFID sistemine entegrasyonu ve sisteme olası katkısı üzerinde durulacaktır.

İyileştirme çalışmalarında bu süreçlerin iyi incelenip çözüm önerilerinin getirilmesi gerekmektedir. Taleplerdeki değişimler, fabrikalarda daha büyük değişimlere, fabrikalardaki değişimler de hammadde tedarikinde daha büyük değişimlere neden olmaktadır. Bu etki literatürde de “kamçı etkisi” olarak bilinmektedir.

RFID teknolojisi, lojistik süreçleri geliştirmek ve yüksek etkinlik sağlamak için limitsiz fırsatlar sunar (Nuzum, Johnson, 2005). Tüm lojistik süreçler incelenip, problemler ortaya çıkarıldığında çok geniş kapsamda iyileştirmeler sağlanabilir.

Bu süreçte yapılabilecek iyileştirmelerin RFID teknolojisi ile gerçekleştirilebilmesi için tüm kamyonlar aktif RFID ile etiketlenerek tüm süreç boyunca izlenmesi

sağlanmalıdır. Antenler ve kod tanımlama istasyonları yapılacak iyileştirmelere göre kurulmalıdır. Sistem mantığı ile geliştirilebilecek bir ara yüz sayesinde iyileştirmeler uygulanabilir ve sistem takip edilebilir. Sonrasında teknolojinin getirdiği kolaylıklarla iyileştirmeler sağlanabilir.

#### **5.2.3.1. Serim Lojistiği**

Tedarik zincirinde yapılan iyileştirmelerin başarısı için akışta yapılacak iyileştirmelerin sondan başa doğru olması gerekir. Tüm süreç son tüketici talebine göre şekillenmelidir. Bu yüzden önce serim lojistiği kısmından başlanacaktır.

Burada amaç:

- Lojistik süreçlerde etkinliği sağlamak,
- Darboğazların açılması,
- Gerçek zamanlı görüntüleme,
- Etkin tedarik zinciri yönetimine katkıda bulunmak,
- Diğer faydalardır.

Asfalt sıcak bir maddedir. Beklemeden dolayı soğuduğu için uzun süre stoklanamamaktadır. Isıtma yapabilen stoklarda belirli süre saklanabilir, fakat bir süre sonra asfaltın kalitesi bozulur ve ıskarta haline gelir. Ayrıca bu stokların ısıtma tesisatı da belirli bir enerji sarfiyatına neden olacağı için maliyetlidir. Asfalt araçlara yüklendikten sonra soğumaya başlaması nedeniyle hızlı davranılmalıdır. Asfalt belirli bir sıcaklıkta serilebildiği için yapılacak müdahalelerin hızlı ve kesin olması gerekmektedir. Bu yüzden sürecin önceden kestirilebilmesi, yapılacak müdahalelerin etkisinin bilinmesi, tüm sürecin görünürlüğü, etkili eylem planları ile sürecin devamının sağlanması gerekir.

Serim lojistiğinde süreci kısaca tanımlamak yararlı olacaktır. Uygulama Müdürlüğü tarafından, ihale alınması, gerekli kararların alınmasından sonra karar verilen yol çalışmaları, yakınlık ve fabrika arıza durumuna bağlı olarak fabrikalara gerekli adres, müşteri, serim şekli ve tonaj bilgileriyle günlük olarak dağıtılır. Talepler, Kantar Otomasyon Programı üzerinden fabrikalara gönderilir. Şekil 5.11.'de taleplerin bu programda görünümü görülmektedir. Fabrikalarda ilgili personel ile iletişim kurularak sevkiyatın başlaması ve sevkiyatla ilgili değişiklikler karşılıklı olarak bildirilir. Taleplerin karşılanma seyri yine bu programdan görüntülenir.



Müşteri Adı	Alt Proje	PYP Adı	Ma...	Malzeme Adı	Talep Mi...	Kapanan	Kalan	Serimci
İ.B.B YOL BAKIM VE...	KIRAÇ	4. CADDE	3100	PLENT-MIX TIP 1 (UR...	35,000 TO	16,840	18,160	MET-GÜN İP
İSKİ İSTANBUL SU V...	HADIMKÖY	YILDIZ KALIP FAB.ÖNÜ	3002	ASFALT ASINMA TIP1	100,000 TO	0,000	100,000	MEFE İNŞ.T
İSKİ İSTANBUL SU V...	GÜRPINAR	ZİYA GÖKALP CAD.	3002	ASFALT ASINMA TIP1	100,000 TO	50,150	49,850	MEFE İNŞ.T
İSKİ İSTANBUL SU V...	ESENYURT	108.SOK.	3002	ASFALT ASINMA TIP1	60,000 TO	0,000	60,000	MEFE İNŞ.T
İSKİ İSTANBUL SU V...	SARIYER	DENİZ SOK.(KİLYOS)	3002	ASFALT ASINMA TIP1	120,000 TO	14,020	105,980	MEFE İNŞ.T
İ.B.B YOL BAKIM VE...	SARIYER	BAHÇEKÖY-KEMERBURGAZ YOLU	3002	ASFALT ASINMA TIP1	80,000 TO	20,850	59,150	İREM İNŞ.Y
İ.B.B YOL BAKIM VE...	SARIYER	BAHÇEKÖY-KEMERBURGAZ YOLU	3201	EMULSIYON CRS1	1,000 TO	0,140	0,860	İREM İNŞ.Y
İ.B.B YOL BAKIM VE...	SARIYER	BALTALIMANI (AHM)	3004	ASFALT BINDER	400,000 TO	285,840	114,160	FİRA İNŞ.T
İ.B.B YOL BAKIM VE...	KAĞITHANE	AKOM YOLU	3002	ASFALT ASINMA TIP1	80,000 TO	30,600	49,400	İREM İNŞ.Y
İ.B.B YOL BAKIM VE...	KAĞITHANE	NURTAÇ CAD.	3002	ASFALT ASINMA TIP1	80,000 TO	16,240	63,760	İREM İNŞ.Y

Şekil 5.11. Talep Listesi

Fabrikalarda ise asfalt taşıyacak kamyonlar, plaka ve alacağı asfaltın satış tipine göre Şekil 5.12.'deki pencereden boş tartıları alınarak fabrika sahasına giriş yaparlar.

**MAMÜL SATIŞI**

Fiş No		İşlem Tarihi	03.06.2008 11:21:36	Kullanıcı	ygencer
İrsaliye No		Fabrika	HABIPLER		
Plaka	34ZL0045	Proje			
Satış Tipi		Alt Proje			
Müşteri		Özel Bilgi/PYP			
Plent No		Ağ Plan/İşlem			
Kamyon Tipi		Serimci			
Nakliyecisi No		Tartım 1			
Malzeme 1		Tartım 2			
		Net			
Teslim Eden	Yılmaz GENÇER	Giriş Tarihi			
Teslim Alan		Çıkış Tarihi			

**TART**

**3.TARTIM**

Şekil 5.12. Giriş Tartım Penceresi

Gelen talepler, taleple ilgili sorumlu kişilerle görüşülerek üretilip karşılanmaya başlar. Yapılacak değişiklikler de yine sorumlu kişilerle iletişim kurularak yapılır. Asfalt yüklü araçlar ise anlaşmalı oldukları şirketlerin talebini karşılamak üzere hangi plentten ne tip asfalt aldığını gösteren, plent operatöründen aldıkları fiş ile kantarda dolu tartımları yapılır. Kantar programında, Şekil 5.13'teki pencerede, ilgili aracın tartım bilgisi çağırılıp, talep, plent ve asfalt tipi verileri girilerek irsaliye fişi kesilir. Böylelikle asfalt talebinde bulunan serim çalışmasına sevk edilmiş olur.

**MAMÜL SATIŞI**

Fiş No: 98813 İşlem Tarihi: 03.06.2008 11:22:42 Kullanıcı: ygencer  
 İrsaliye No: 98813 Fabrika: HABİPLER

Plaka: 34AL0609 Proje:   
 Satış Tipi: 3 Serim Alt Proje:   
 Müşteri: Özel Bilgi/PYP:   
 Plent No: 500000... AKM YAPI LTD. ŞTİ.   
 500000... DSM TURİZM VE EĞİTİM HİZMETLER   
 Kamyon Tipi: 100000... I.B.B ALT YAPI VE HİZMETLERİ   
 100000... I.B.B YOL BAKIM VE ONARIM MÜDÜ   
 Nakliyecisi No: 400000... İSKİ İSTANBUL SU VE KANALİZASY   
 300000... İSTANBUL ASFALT FABRİKALARI SA   
 Malzeme 1: 300000... İSTANBUL ULAŞIM SANAYİ VE TİC.   
 10850 TART

Teslim Eden: Yılmaz GENCER Giriş Tarihi: 03.06.2008 11:22:52   
 Teslim Alan: Çıkış Tarihi: 3.TARTIM

Açıklama:   
 İptal İptal Açıklama:   
 Değişim Değişim Açıklama:   
 Manuel Fiş Fiş Düzelt Yenile

Kantar Tartım: 8000

Müşteri Adı	Alt Proje	PYP Adı	Ma...	Malzeme Adı	Talep Mi...	Kapanan	Kalan	Serimci
I.B.B YOL BAKIM VE...	KIRAÇ	4. CADDE	3100	PLENT-MIX TIP 1 (UR...	35,000 TO	16,840	18,160	MET-GÜN İT
İSKİ İSTANBUL SU V...	HADIMKÖY	YILDIZ KALIP FAB.ÖNÜ	3002	ASFALT ASINMA TIP1	100,000 TO	0,000	100,000	MEFE İNŞ.T
İSKİ İSTANBUL SU V...	GURPINAR	ZIYA GÖKALP CAD.	3002	ASFALT ASINMA TIP1	100,000 TO	50,150	49,850	MEFE İNŞ.T
İSKİ İSTANBUL SU V...	ESENYURT	108.SOK.	3002	ASFALT ASINMA TIP1	60,000 TO	0,000	60,000	MEFE İNŞ.T

Şekil 5.13. Kantar Sevk Giriş Penceresi

Sevk edilen araç serim çalışmasına gider. Fabrikadan aldığı irsaliyeyi ilgili yol çalışmasının kontrolörüne teslim eder. Burada serim ile ilgili makineye asfaltı bırakır. Nakliye şirketinin direktifi ile talep devam ediyorsa geri döner, aksi durumda yine nakliye sorumlusunun direktifi ile başka fabrikaya gider ya da sistemden çıkar.

Kamyonlar her defasında tartılmak zorundadır. Tartım bilgileri günlük olarak sistemde kalabilir. Her çıkışı yapılan aracın da boş tartısı sistemden silinmektedir.

Fabrika ve serim çalışmalarında sorumlu olan kişiler, talep seyri, plentlerin durumu ve yol çalışmalarının durumuna bağlı olarak sistemi kontrol etmektedirler.

#### Fabrika İçi İşlemler:

Fabrika içi süreç tedarik zincirinin merkezini oluşturmaktadır. Süreçte şirketin ürettiği asfalt, sistemin para kazanma anlamında ürününü teşkil etmektedir. İSFALT sisteminde yolların inşaatı amaç olsa da süreçte akan ürün asfalttır. Asfaltın üretiminde yaşanan sıkıntılıların çözülmesi bu yüzden önemlidir.

Öncelikli olarak fabrika içi işlemlerde yaşanan sıkıntılar ve çözüm önerileri ile başlanılacaktır. Fabrika içi süreçte yaşanabilecek sorunlar şu şekildedir:

- Giriş yapan araçlar sıra oluşturmaktadır. Giriş kantarında hem hammadde, hem de asfaltla ilgili araçlar farklı giriş verilerine sahiptirler. Oluşan bu sıra fabrika sahası dışındaki trafiği etkileyebilmektedir.

- Oluşan sıra sebebiyle, asfalt tipi değişikliği nedeniyle değiştirilmekte olan asfalt tipinden alması gereken kamyonun acilen girişinin yapıp plente girmesi gibi bir durumda, ilgili kamyonun yetişememesi durumu ortaya çıkabilmektedir.
- Giriş verilerinin girilmesi sırasında hatalar yapılabilmektedir. Oluşan hatanın telafisi hem zaman almakta, hem de karışıklığa neden olmaktadır.
- Çok fazla aracın girişi ile fabrika sahasında aşırı doluluk ve karışıklık yaşanabilmektedir.
- Araçlar hangi plentten, ne zaman, hangi tipte asfalt alacağını bilemediğinden yanlış tip asfalt alabilmekte veya alması gereken zamanda plente girememe durumu oluşabilmektedir.
- Plentlerden asfalt aldıktan sonra araç şoförleri plent operatöründen, asfalt aldığı plenti gösteren ve hangi tip asfalt aldığını gösteren bir fiş almaktadır. Bu fiş alınırken araçından inen şoför fabrika sahasında iş kazasına neden olabilecek bir duruma düşmektedir.
- Plentten alınan fiş yerine çıkış işlemlerinde daha önceden alınan bir fiş verilmesi, yanlış işlem yapılmasına neden olmakta, işlemlerde ve sevkiyatta karışıklık yaşanabilmektedir. Bunun sonucu olarak yanlış yere yanlış tipte asfalt gitmekte, fark edilmesi durumunda ise düzeltmeden doğan beklemler yaşanabilmektedir.
- Çıkış işlemlerinde araçların gitmesi gereken talepler ve bağlı buldukları firmalar, sözlü olarak ve işlem yapan personelin tecrübesi ile belirlenmektedir. Bu konuda oluşabilecek bir karışıklık ile araçlar, yanlış firmalar adına çıkarılabilir veya yanlış talebe gönderilebilir. Bu durumun düzeltilmesi de oldukça zaman almakta ve karışıklığa neden olmaktadır.
- Yine bu uygun firma ve talep bilgisinin bulunması süreci, beklemeye neden olmakta ve çıkış kantarında sıra oluşmaktadır.

Fabrika süreci için amaç, kaliteli asfalt üretimi ve sevkiyatıdır. Bunun sağlanması için sürekli ve en az hata ile düzgün bir akışın sağlanması gerekmektedir. Bu amacı gerçekleştirmek için oluşan problemlerin çözümü ile başlanılabilir. Bu problemleri çözmeye RFID teknolojisini kullanarak oluşturabilecek çözüm önerileri ve olası faydalar şu şekildedir:

- Araçlarda konulacak RFID etiketlerdeki plaka verisi, giriş kantarına konabilecek bir okuyucu ve anten ile otomatik okunabilir. Giriş kantarına gelen araçtaki etiket, okuyucuya daha önceden girilen bilgilerini gönderir ve giriş kaydının yapıldığı

kantarda ilgili işlem penceresi, okuyucunun uyarısıyla ekranda en öne gelir ve ilgili personele sadece onay tuşuna basmak kalır. Böylece girişlerde sıra oluşmaz. Sıradan doğan problemler önlenmiş olur. Ayrıca giriş kaydında oluşabilecek hatalar da sıfıra indirilmiş olur.

- Plentlere konabilecek okuyucular ile talebi olmayan araçların ve o anda üretilmekte olan asfalt tipi ile ilgili talebi olmayan araçların asfalt alması önlenmiş olur. Bunun için plente konulan okuyucu-anten ile bu okuyucudan gelen veriyi değerlendirecek bir yazılım gereklidir. Plentteki okuyucu ile haberleşen RFID etiket, kendini yazılımda bulunan “talebi olan araçlar” verisiyle doğrulatıp daha sonra üretilmekte olan asfalt tipini alacak talebin olup olmaması verisiyle tanımlayarak plente girebilir. Aksi durumda uyarı lambasının yanması için bir düzenek oluşturulabilir.
- Durumla ilgili veri, bir ekran yardımıyla da dışarı verilebilir. Asfalt alamayan araçların neden alamadıkları, alanların da ne tip asfalt aldığı ve gideceği yerler bu ekranda verilebilir.
- Daha da ileri gidilirse, asfalt alan aracın yükleyebileceği maksimum tonaj araçtaki etikete yüklenerek, plentten gelen asfalt bu değere ulaştığında dolum otomatik olarak durabilir. Bu özellik sayesinde yüklenen asfaltın toplam talep edilen asfalt miktarını aşması da önlenmiş olur.
- Ayrıca plent operatörü, üretmekte olduğu asfalt tipini alacak ve fabrika içinde girişi yapılmış halde kaç araç olduğunu da, kantar programındaki kalan talep bilgisi ve üretilmekte olan asfalt tipiyle ilişkili giriş yapmış olan araç sayısı verisi sayesinde görebilir. Plentteki yazılım bu veriyi değerlendirilip, yine kalan talebe ve programdaki taleplere bağlı olarak kaç araç sonra hangi asfalt tipine geçileceği verisini gösterebilir. Sorumlu kişiler de bu veriye dayanarak plentteki asfalt tipi değişimi sürecini yönetebilir.
- Asfalt yüklendikten sonra ise artık aracın hangi plentten, hangi tip asfaltı aldığı araca tanımlanmış durumdadır. Böylece araç şoförünün aracından inerek fiş alması sonucu yaşayacağı iş kazası ihtimali de ortadan kalkmış olur.
- Plentlerin arıza nedeniyle duruşları bu sistem üzerinden görülebilir. Üretimin durması, durma nedeni ve durma saati verileri, plente oluşturulan yazılıma eklenecek bir uygulama ile tüm sistem tarafından görülebilir. Arıza ve durma seçenekleri oluşturulabilir, bu seçeneklere uymayan durumlar için de manuel veri

giriş seçeneği eklenebilir. Böylece arızalarla ilgili veriler hem gerçek zamanlı olarak izlenebilir, hem arızaların yönetimi için veri sağlanır, hem de ilgili arıza raporları net şekilde ve otomatik olarak oluşturulabilir.

- Çıkış kantarına yerleştirilebilecek bir okuyucu-anten ile buradaki işlemler de otomatikleşebilir. Gelen araç okuyucu ile haberleştiği anda çıkış işlemleri için gerekli pencere girişte olduğu gibi ekranda en öne gelir. Araçtaki etikete daha önce gidebileceği firmalar ve talepler girildiği için yanlış talebe veya firmaya gitme hatası sıfıra inmiş olur. Ayrıca aracın hangi plentten ne aldığı da plentten çıkarken tanımlandığı için yanlış bir plent adına çıkma veya yüklenmiş olan asfaltın, o asfalt tipinde olmayan bir talebe gönderilmesi hataları da önlenmiş olur. Talep listesinde yalnızca ilgili aracın tanımlı olduğu ve aracın plentten aldığı asfalt tipi ile ilgili talepler görüntülenir. Böylece hem süreç hızlanmış, hem de bekleme ve işlem hatalarının oluşturduğu olumsuzluklar önlenmiş olur.
- Yapılan işlemlerden gelen verilerle plent kapasiteleri, giriş-çıkış işlem süreleri ve bunların grafikleri incelenerek oluşan darboğazlara yönelik çözümler gerçekleştirilebilir. Plent kapasitelerinin grafiğine bakılarak plentin durumu hakkında bilgi sahibi olunabilir. Yaşanan aksaklıklar veya olası arızalar görünür hale gelir. Dalgalanmaların nedeni araştırılarak görülmeyen aksaklıklar hakkında araştırma yapılabilir.
- Araçların gelişler arası süresi ve çıkış işlem hızı hesaplanarak fabrika süreç kapasitesi hesaplanabilir ve diğer bağlı olan süreçleri karşılayabilme yeteneği belirli hale gelir. Giriş-çıkış işlem sürelerine bağlı olarak fabrika süreci işlem kapasitesi grafiğine bakılarak da yaşanan aksaklıklarla ilgili bilgi anında görülebilir hale gelir.

Tüm bu problemler çözülerek tüm tedarik zincirinde fabrika sürecinden doğabilecek aksamaların önüne geçilebilmiş olacaktır. Ayrıca daha sonradan oluşabilecek aksamaların da kalıcı olarak düzeltilebilmesi için gelişmeye açık bir fabrika içi süreç oluşabilecektir.

Fabrika sürecinde ortaya konulan bu çözüm önerileri için kantar giriş ve çıkışlarına birer anten ve hem okuyucu, hem yazıcı özelliği olan cihazlar gereklidir. Plent yükleme alanına da hem okuyucu, hem yazıcı özelliği olan cihazlar ve anten yerleştirilmelidir. Ayrıca işlem noktaları olarak kantar ve plentteki bilgisayarlara da

bahsedilen işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için yazılım yüklenmesi gereklidir. Ek olarak özel çözümler için uyarıcı ışık gibi materyaller gerekecektir.

Bu kurulan cihazlarla birlikte bazı sorunlar ortaya çıkabilecektir. Olası sorunlar ve çözüm önerileri aşağıda belirtilmiştir:

- Etiket ile giriş kantarının etkileşiminde kantarın üzerinden değil de yakınından geçen araçtaki etiketler problem çıkarabilir. Bu sorunun çözümü için giriş kantarındaki yazılımın giriş yapmış araçların etiket verisinden etkilenmemesini sağlamak yararlı olabilir. Antenin de sürekli tarama yapmaması için, iletişimin aktive edilmesi giriş kantarının önüne konulabilecek bir sensörle sağlanabilir. Etkileşimin, aracın sensörün önünden geçmesiyle aktive olması sağlanabilir.
- Girişte okunmadan geçilmesini önlemek amacıyla bariyer konabilir. İşlem tamamlandıktan sonra bu bariyer kalkarak araç devam eder.
- Plentlerde de iletişimin kurulmaması durumunda operatör uyarı cihazları ve bilgisayar aracılığı ile görsel olarak uyarılabilir. Yükleme alanına giren araç oradaki sensörün etkilemesini sağlar ve bu etkileşimle başlayan belirli bir süre sonra okuyucu ve etiket arasında bir iletişim olmaması durumunda gerekli uyarıyı verebilir.
- Çıkış kantarında da girişte uygulanan sensör ve bariyer uygulaması yapılabilir.
- Birbirine yakın konumda olacak olan giriş ve çıkıştaki okuyucu ve yazıcıların çakışması olasıdır. Yine bu sorun için de daha önce belirttiğimiz sensör uygulaması ve giriş yapmamış bir etiketle aktive olmama çözümü etkili olacaktır.
- Kantar tartım cihazlarından birinin arızalanması veya herhangi bir nedenden dolayı giriş ve çıkış kantarının çalışmaması durumunda bu çözümlerin sistemi tıkamaması için aktive olacak araçların kısıtlanması seçeneğe bağlı olmalıdır.
- Tüm sistemde oluşabilecek bir arızaya karşı da işlem yapılan noktaların manuel çalışmasına olanak sağlanmalıdır. Kurulan sistem, tüm sistemin işleyişinin kilitlenmesi ihtimaline karşı hazırlıklı olmalıdır. Bu manuel çalışma da sistemin genel görünürlüğü açısından ve belirli işlemler açısından kaydedilmelidir.
- Sistemde tanımlı olmayan araçların birer etiket edinip fabrika sürecine girebilmeleri için de etiket satın alıp, gerekli verilerin de bu etiketlere sorumlu kişi veya firmalarla iletişime geçilerek girilebileceği bir birim olması gerekir. Fabrikalarda büroya konulabilecek etiketler, okuyucu ve yazıcı ile bu işlem gerçekleştirilebilir.

Olası sistem hatalarının da çözümü ile fabrika süreci otomatik, sürekli ve hatasız bir yapı kazanmış olur.

#### Yol Yapım Çalışmaları:

Yol yapım çalışmaları, tüm sürecin şekillenme sebebidir. Yol yapım çalışmalarının sürekli olması, düzgün ilerlemesi ve hatasız olması tüm süreci etkilemektedir. Yapılan iyileştirmeler de tüm sürecin iyileşmesi yani önceki süreçlerin de etkin bir şekilde kademeli olarak iyileştirilmesini sağlar. Esasında süreçte yaşanan problemlerde, problemin kaynağına gitmede etkin bir yol açılmasını sağlar.

Bu sürecin amacı, tüm sistemin amacıdır. Yani tüm İstanbul'da yolları en kaliteli, en hızlı ve en düşük maliyetle asfaltlamaktır.

Bu süreçte yaşanan sıkıntılar ise tüm sürecin aksamasına neden olmaktadır. Bu süreçte yaşanan sıkıntıların başlıca nedenleri belirsizlik, esnekliğin olmayışı ve iletişim eksiklikleridir. Bu nedenlerin temelinde de bilgiye ulaşamamanın sürece yapılacak müdahalelere engel olması gösterilebilir. Bu süreçte yaşanan bazı problemler ve etkileri şu şekildedir:

- Verilen bir talebin karşılanabilirliği bilinmemektedir. Aynı anda, aynı fabrikaya, farklı tipte asfalt talebi yapılabilmektedir. Aynı asfalt tipinde talep yapılırsa bile plant kapasiteleri sabit olduğu için gecikmeler olabilmektedir.
- Verilen bir talebin tedarik seyri belirsizdir. Hangi süre aralıklarında araç geleceği ve talebin hangi sürede bitebileceği önceden kestirilememektedir. Bu yüzden de gerekli müdahaleler de yapılamamaktadır.
- Araçların ortalama çevrim süreleri hesaplanamamaktadır. Çevrim süresi olarak bir aracın, fabrikadaki sürece girmesi, asfaltı alıp gerekli işlemler yapıldıktan sonra, asfaltı ilgili yol çalışmasına döküp tekrar fabrika sürecine girmesiyle biten süre olarak tanımlayabiliriz. Bu sürenin bilinmemesi ani yığılmalara veya gelişlerde kesintilere neden olabilir. Aynı yığılma ve kesintilerin fabrika sürecinde de yaşanmasına neden olur.
- Bir fabrikada taleplerin üst üste gelmesinden dolayı yaşanan gecikmelere rağmen, diğer bir fabrikadaki boşluk anında görülememektedir.
- Bir fabrikada arıza nedeniyle bir plantin durmasıyla o plantten asfalt alan yol çalışmaları ya çalışmayı yarıda kesmekte ya da diğer plantlerden alarak o plantten asfalt alan çalışmaların da talebi tamamlayamamasına neden olmaktadır.

- Düşük miktarda talebi olan yama çalışmalarının asfalt taleplerine, daha yüksek miktarda talebi olan finişer çalışmalarını etkilememesi için direkt müdahale yapılamamaktadır. Yani fabrikalardaki talep yoğunluğunun durumuna bağlı olarak bir fabrikadan alma kararı sezgisel olarak verilmektedir. Birim taleplerdeki düşüklüğe rağmen toplamda yüksek oranda yama talebi olmaktadır. Fark edilmemesine rağmen bu çalışmalar da süreci büyük oranda etkilemektedir. Mevcut diğer taleplerin yarım kalması, tüm taleplerin gecikmesi veya yama çalışmalarının kendi talebinin etkin karşılanamamasına neden olabilmektedir.
- Yol yapım çalışmalarında finişer makinesi yolun tamamını seremediği için yolun boyuna dik olarak yarım dökülür ve diğer yarısı finişer makinesi tekrar başa getirilerek bitirilir. Bu arada yolun yarım kalan kısmındaki dökülmüş asfaltın tamamlanacak olan kısmı ile dökülen kısmın birleşeceği kenara “ek yeri” denmektedir. Asfalt tedarik hızına bağlı olarak bu ek yeri uzunluğuna, yol çalışmasından sorumlu kişi tarafından karar verilir. Burada ek yeri uzunluğunun az olması ek yerinde soğuma nedeniyle yol yapımında oluşacak kalite problemlerini ortadan kaldırırken; fazla olması ise finişer yer değişim süresinden doğabilecek gecikmeyi azaltmakla beraber ek yerinde soğumaya neden olur. Talebin karşılanmasında yaşanabilecek bir aksaklıkta ise bu aksaklığa cevap verebilme yeteneğini azaltır. Çünkü yarım kalan kısmın tamamlanamaması, o kısmın soğuma nedeniyle tekrar sökülmesine neden olabilir.
- Olası aksaklıklara karşı bir plan olmadığından, bu aksaklıkların oluşması durumunda yapılması gerekenler bilinmemekte ve yapılan müdahaleler yanlış sonuçlar verebilmektedir. Hızlı bir şekilde bir plan oluşturulsa bile tüm süreç bu plana göre yapılmadığından etkin bir şekilde uygulanamamaktadır.
- Ani yapılacak bir talep değişikliğinin sonuçları kestirilememektedir. Bu değişiklikten doğan sonuçların tüm sisteme etkisi büyük boyutta olabilmektedir. Bu da karar yeteneğini kısıtlamaktadır.
- Arıza veya herhangi bir nedenle bir talebin iptal olması durumunda, eğer üretim başlamamışsa, üretimin yapılması düşünülen fabrikada boşluk oluşmaktadır. Bu boşluk etkin bir şekilde değerlendirilememektedir. Eğer üretim başlamışsa, talebin iptal olduğu andan itibaren yüklenmiş olan araçların ne yapılacağı bilinmemektedir. Farklı bir çalışmaya sevk edilene kadar uzun süre geçmekte ve bu sürede asfalt soğumaktadır.



Görüldüğü üzere bu yaşanan problemler ve bunun gibi yaşanabilecek problemlerin temelinde belirsizlik, belirsizliğe bağlı olarak esnekliğin olmayışı ve iletişim eksiklikleri vardır. Temel eksiklik ise bilgiye ulaşamamanın getirdiği faaliyet planı eksikliğidir. Temel bir çözüm için, sürecin görünürlüğünü sağlamak gerekmektedir.

Yaşanan problemlerin RFID teknolojisi ile çözümünden başlayarak ideal bir yol yapım sürecine ulaşabiliriz. Burada yapılan iyileştirmelerin bazıları, diğer serim lojistiği bileşenlerinin içerisinde yapılacaktır. Bunun nedeni yol yapım çalışmalarının aslında tüm serim lojistiğini de temsil etmesidir.

Öncelikle tüm yol çalışmalarında kullanmak üzere birer el terminalli, hem okuyup hem yazabilen RFID cihaz bulunmalıdır. Çözüm önerileri bu cihazların temini ile sağlanabilir. Bazı çözüm önerileri ve ideal yol yapım süreci için yapılabilecek iyileştirmeler ve sisteme faydaları şu şekildedir:

- Fabrikalardaki plantlerin, fabrika içi süreçlerde bahsettiğimiz RFID uygulaması ve plantten gelen güncel kapasite verilerine bağlı olarak hesaplanması ile tüm plantlerin, dolayısıyla fabrikaların kapasiteleri görünür hale gelecektir. Verilecek olan talepler bu verilere bağlı olarak fabrikalara plant seviyesinde yüklenmelidir. Taleplerin hem hangi fabrikadan, hem de hangi plantten karşılanacağı bilinmelidir.
- Fabrikalara yüklenen talepler ve fabrika kapasitesinde kapladığı büyüklük, tüm ilgili birim ve sorumlu kişilerin ulaşacağı şekilde görünür olmalıdır. Kapasite verisine dayanarak taleplerin plantlerde üretilme süreleri Gantt diyagramı benzeri bir ara yüzle görülebilir. Talebin üretilmeye başlanacağı saat belirtilerek talepler uç uca veya karışık bir şekilde sisteme yüklenir. Böylece talebin karşılanma seyri de bu şekilde görülebilir. Tüm fabrikaların girilen talebi karşılayabilmesi için bu çok önemlidir.
- Fabrikalar da hammadde stoklarını bu sistemde görünen taleplere göre kontrol ederek ihtiyacını belirleyebilir. Talep listesindeki bir talebi karşılayacak hammaddenin olmaması durumunda, talebin başlayacağı saat ve talebin miktarına bağlı olarak ihtiyacın kalan sürede karşılanıp karşılanamayacağına bakılarak ilgili talepten sorumlu kişiye bilgi verilebilir. Böylece gereken müdahale önceden yapılabilmüş olur.

- Araçların tahmini çevrim süreleri girilerek talebin seyri önceden çizilebilir. Yığılmalar, araçsızlık veya talepsizlik durumları önceden görülerek gerekli müdahaleler yapılabilir.
- Yığılma olabilecek durumlara karşı sevk aralıkları, benzer tipte asfalt alacak taleplerle karıştırılarak artırılabilir. Böylece düzenli ve sürekli sevkiyat sağlanır. Yani yığılma sürece dağıtılarak dengeli bir süreç sağlanmış olur.
- Bir tarafta yığılma olması, diğer tarafta araçsızlığa neden olabilir. Araçsızlık durumunun yol çalışmasında olma ihtimaline bağlı olarak daha önce bahsettiğimiz ek yeri soğuma problemi ortaya çıkabilir. Ayrıca tahmini çevrim süresine göre belirlenen bitiş süresi aşılabılır. Bu durumda aynı anda aynı plentten karşılanan bir talep varsa iptali, bekletilmesi veya diğer plente geçirilmesi sağlanabilir. Bunlar uygulanamazsa ek yeri kısa tutularak yolda olası kalite bozukluğunun veya ek yeri açık bir şekilde yarım kalmış bir çalışmanın önüne geçilmiş olur. Ayrıca yol çalışması işlem süreleri, finişer yer değişim bekleme sürelerinin artmasıyla düzenli sevkiyat sağlanmış olur. Bu durumun sevkiyat seyrindeki yaptığı değişiklik de önceden görülerek, etkilenen taleplerle ilgili önlemler önceden alınmış olur. Fabrikada araçsızlık olma durumunda ise oluşan boşluk, plent kapasitesine, yani plentin araç çıkarma kapasitesine bağlı olarak, önerilen bu önlemlerle giderilemezse, oluşabilecek boşluk başka bir taleple karşılanarak üretimin sürekliliği sağlanabilir.
- Çevrim sürelerine bağlı olarak oluşan talep seyri verisi ile olası talepsizlik de önceden görülebilir. Bu talepsizlikten doğan boş kapasite başka bir taleple doldurularak üretim miktarı artar ya da bir sonraki talep daha erken başlatılarak bitiş süresi de daha erkene alınmış olur.
- Tüm bu iyileştirmeleri sağlamamızda başlangıç verisi olarak alınan ortalama çevrim süresi ve ortalama plent kapasiteleri güncel olarak değişerek gerçek zamanlı müdahalelere olanak sağlar. Bu değişim çevrim süresinde, bir aracın girişte RFID etkileşim saati ile üretim sürecini geçip, çıkış sürecinden sonra yol yapım sürecine gelip, daha sonra tekrar kantar girişinde RFID etkileşim saati arasındaki farklarla güncel olarak bir ortalama değer sunabilir. Burada fabrika ile yol çalışması arasındaki süre, yol çalışması ile fabrika arasındaki süre, fabrika işlem süresi, yol çalışması işlem süresi ve toplamında da çevrim süresi sürekli hesaplanabilir.

- Ayrıca yine plantlerdeki RFID etkileşimler ve çıkış kantarındaki etkileşimlerin sayısına bağlı olarak plantlerin hem ton, hem de araç sayısı olarak kapasiteleri de üretim ve sevkiyat sürecinde güncel olarak hesaplanabilir.
- Bu süreçlerde yaşanan değişikliklere bağlı olarak sevkiyat seyrindeki değişiklikler de önceden fark edilebilir ve gereken müdahalelerle, hem ilgili talebin, hem bu değişikliklerden etkilenen taleplerin, hem fabrika sürecinin, hem de yol çalışma süreçlerinin devamını sağlayacak gerçek zamanlı müdahaleler yapılabilir.
- Yol çalışmasında sorumlu kişi, mevcut sevk aralıklarına göre ek yeri uzunluğunu belirleyebilir. Seyrek sevkiyatlarda daha az, sürekli sevkiyatlarda da daha uzun ek yeri uzunluğu belirleyebilir. Ayrıca yapılan yolun fiziki şartları ve ek işlemler veya süre kaybına neden olabilecek önlenemeyen durumlar da sisteme tanıtılıp, sevkiyat seyri daha gerçekçi bir hale getirilebilir.
- Sürecin bu şekilde gerçek zamanlı ve etkin bir şekilde müdahale edilebilir olması, ortak bir uygulama planının oluşmasını sağlar. Olası tüm senaryolar önceden bilinirse, yapılacak iyileştirmeler de kalıcı hale gelir. Aynı aksaklıkların tekrar etmemesi için tecrübe ve gelişim bilinci sağlar.
- Müdahalelerde sürecin esneklik yeteneği önemlidir. Yapılan bu iyileştirmeler sonrası değişikliklerin tüm sürece etkisi, oluşabilecek boşlukların görülebilmesi, değişikliklerin tek merkezli ve etkilenen birimlerin etkin bir şekilde gerçek zamanlı olarak yönetilebilmesi ile süreç esnek bir yapı kazanmış olacaktır. Taleplerde yaşanabilecek artış, azalış veya iptal durumlarında ve fabrikalardaki olası arıza durumlarında tüm taleplerin ve üretimin en az aksayacağı seçenek kolayca bulunup uygulanabilir. Oluşabilecek tüm değişiklikleri karşılama düzeyinin yapılacak iyileştirmelerle artırılması, etkin ve esnek bir süreç sağlar.
- Yol çalışmalarında oluşabilecek arıza durumlarında talebin kesilmesi anında yüklenmiş olan asfaltın anında farklı taleplere sevki için benzer talepler, bu gerçek zamanlı görüntüleme ile sağlanabilir. Bunun yapılamaması durumları da önceden görülüp, farklı bir çözüm olarak sevk aralıkları seyrekleştirilerek yüklü araç sayısı minimum yapılabilir.
- Taleplerin sevk zamanlarının bilinmesiyle, fabrikalara gidecek araçlar tam üretimin başlamasıyla giriş yapmaya başlayacaklar ve bu şekilde fabrika içi yoğunluk ve yoğunluğun getirdiği aksama ve hatalar da önlenmiş olur. Ayrıca taşıma işini yapan şirketler de araçlarını daha etkin kullanarak daha fazla iş

yapabilme kabiliyetine sahip olup, daha az yakıt ve işçilik maliyetine katlanmış olacaklardır.

- Tek sesli ve tek merkezli müdahalelerle yol çalışmaları arasında, fabrikaların birbiri arasında ve fabrikalarla yol çalışmaları arasındaki iletişim aksaklıklarından doğan hatalar azaltılmış olur. Süreç için gerekli veriler sözlü olarak telefon aracılığı ile yapıldığı zaman ani değişikliklerde ortak ve standart bir çözüm getirilememektedir. RFID teknolojisi ile gerçek zamanlı ve tek merkezli müdahaleler ile en etkin çözüm bulunarak çok seslilikten doğan karışıklık önlenmiş olur.
- Ayrıca mevcut talep listesinde olan kalan talep verisi ile tüm sürece sezgisel olarak müdahale edildiğinde alınan kararlar etkili olamamaktadır. Sürecin gerçek zamanlı görünürlüğü sağlanarak, alınan gerçek zamanlı verilerden yola çıkarak yapılan tahminler, sezgisel müdahalelerden daha etkili olacaktır.

Uygulama müdürlüğüne bağlı çalışmalarının dışında ilçe belediyelerin talepleri ve özel müşterilerin talepleri de aynı fabrikalardan karşılanmaktadır. İlçe belediyeler ve özel müşteriler, uygulama müdürlüğüne bağlı taleplerin sisteme girilmesinden farklı olarak sistemde gözükmemektedir. Alabilecekleri asfalt sistemde TL bazında toplu olarak gözükmemektedir. Aldıkları asfaltın kantardan çıkışı ile irsaliyede görünen asfalt tonajının ifade ettiği parasal değer sistemden otomatik olarak düşmektedir. Taleplerin günlük olarak sisteme yüklenmesi gerçekleştirilememekte ve sevkiyatın seyrine de İSFALT içi bir süreçle müdahale edilmemektedir. Bu konuda yaşanan problemler de şu şekilde özetlenebilir:

- Taleplerin günlük olarak miktarı bilinemediğinden hem fabrika içi süreçlerde belirsizlik yaşanmakta, hem de bu müşterilerin çalışmaları da etkin bir şekilde yürütülememektedir.
- İlçe belediye veya özel müşteri adına asfalt alacak araçlar faks yoluyla bildirilmekte ve bu da karışıklığa ve hatalara neden olmaktadır.
- Bu müşterilere yapılan sevkiyatın sistemde kapsayacağı büyüklük ve diğer talepleri etkileme düzeyi bilinemediğinden sistemde boşluklara, diğer taleplerin aksamasına, fabrika içi yığılmalara ve bu müşterilere yapılan sevkiyatın belirsizliğine neden olmaktadır.
- Hem uygulama müdürlüğüne bağlı talepleri karşılayan, hem de ilçe belediye veya özel müşteri adına asfalt alabilen araçların olması nedeniyle sistemdeki araç

kapasitesinin ve sevkiyat seyrinin bilinmemesi ve bu nedenle doğan aksaklıkların giderilememesi söz konusudur.

Bu müşteriler de sistemin bir parçası olduğu için oluşan aksaklıklar da sistemimizi doğrudan etkilemektedir. Bu yüzden yapılan iyileştirmeler de tüm sistemi etkileyecektir. Bahsettiğimiz sorunların çözülmesi adına yapılabilecek bazı iyileştirmeler ve etkileri şu şekildedir:

- Öncelikle bu müşterilerin de sisteme dâhil edilmesi gerekmektedir. İlk olarak bu müşteriler için asfalt alması gereken araçlar, birer RFID etiket ile sistemde tanımlı olmalıdır. Sistemde RFID etiketle tanımlı olan araçların da bu müşterilere asfalt götürebilmeleri için bu verinin etiketlerine eklenmesi gerekmektedir. Bu şekilde, asfalt alacak araçların faks yoluyla gelmesinden doğan hatalar ortadan kaldırılarak bu sistem otomatikleştirilmiş olur.
- Daha sonrasında sisteme alınan araçlarla birlikte bu müşterilerin talepleri de diğer taleplerle birlikte ortak yönetilmelidir. Taleplerin birbirini etkileme düzeyleri ve sistemdeki boşluk ve yığılmaların doğru bir şekilde yönetilebilmesi için bu gereklidir. Örneğin; sistemde boş olarak görülen bir kapasitenin, aslında bu müşterilere yapılan bir sevkiyatla dolu olduğu görülebilir.
- Taleplerin ortak yönetilmesiyle sistemin bu müşterilere verebileceği cevap da netleşmiş olur. Hangi fabrikadan, ne zaman ve ne miktarda asfalt alacağını bilebilen müşteriler, çalışmalarını ve planlarını daha net yapabilir.

Hem bu müşterilere, hem de uygulama müdürlüğüne bağlı taleplere asfalt alan araçların da bu taleplerde kullanılması tek merkezden yönetilerek sisteme etkileri görünür olduğunda araç kapasitelerindeki değişiklik de yönetilerek sistemin sürekliliği sağlanabilmiş olur.

Taşıma:

Taşıma faaliyetleri, yapılan işlemler arasında ürünün taşınması anlamına gelir. Bu faaliyetler serim lojistiğinin temelini oluşturmaktadır. Birimler arasında ürünün taşınması kamyonlarla yapılmaktadır. Taşıma konusuna dâhil edilebilecek problemler şu şekildedir:

- Kamyonların istendiği anda konumları bilinmemektedir. Bir araçla ilgili fabrikada, yüklenmiş olarak yolda, yol çalışmasında, yol çalışmasında yükünü boşaltmış olarak dönüş yolunda veya iş olmamasından dolayı sistem dışında

olduğu istendiği anda bilinmemektedir. Bu bilgi, süreçlerde karar verebilmek için kritik bir önem taşımaktadır.

- Bu bilgilere ulaşılamamasından dolayı, fabrikalarda yüklemeye hazır araç sayısı bilinmemekte ve taleplerle ilgili müdahalelerde sıkıntı yaşanmaktadır.
- Yüklenmiş olarak yolda olan araçların sayısı anında görülemediği için daha önce bahsettiğimiz ek yeri kararları doğru olarak yapılamayabilmektedir.
- Yol çalışmasında beklemekte olan araçların da bilinmemesi, sevkiyat seyrinin önceden kestirilememesine neden olmaktadır. Bu lokasyondaki bekleme, diğer lokasyonlara olan akışın da önünü kesmektedir. Bu da süreçte kesintilere neden olmaktadır.
- Yol çalışmasından yükünü boşaltıp dönmekte olan araçların sayısının bilinmemesi, eldeki yükleme yapılabilecek araç sayısının bilinmemesine neden olmaktadır. Daha önce bahsettiğimiz, taleplerin sevkinde oluşabilecek boşluklar veya yığılmalar da bu bilginin olmayışından belirlenmemektedir.
- Araçların beklemesinden doğan asfaltın soğumasına bağlı kalite bozuklukları da araçların nerede, ne kadar beklediğinin bilinmemesi nedeniyle görülememektedir.
- Yol çalışmaları arasında herhangi bir nedenden dolayı birbirine araç sevki durumunda bu değişiklik sistem tarafından geç fark edilmektedir. Ayrıca bu değişikliğin tüm sürece etkisi, oluşabilecek boşluklar ve yığılmalar önceden fark edilememektedir.

Tüm bu lokasyonlar ve lokasyonlar arası araç sayılarının bilinmemesi, sürecin etkin bir şekilde yönetilememesine neden olmaktadır. Sürecin etkinliğini sağlamak amacıyla sevkiyatlardaki ve fabrikalardaki değişikliklerin sürece adapte edilebilmesi için gereken esnekliğin önünde engel teşkil etmektedir. Bu problemlerin ortadan kaldırılması için geliştirilebilecek çözüm önerileri ve olası faydalar ise şu şekildedir:

- Kamyonlarda bulunan RFID etiketlerin lokasyonlardaki işlemlerinin saati ve bu saatler arasındaki sürenin ölçülmesiyle bazı çözüm önerileri için veri sağlanır.
- Bu şekilde; fabrikada, yüklenmiş olarak yolda, yol çalışmasında, yol çalışmasında yükünü boşaltmış olarak dönüş yolunda veya iş olmamasından dolayı sistem dışında olan araçların verisi, hem birebir araçla ilgili, hem de araç sayısı anlamında belirlenebilir. Fabrika içi süreçte ve yol çalışmalarındaki okuyucu/yazıcılarla etkileşime geçen etiketlerin işlem saatleri ve bu işlemler arasındaki sürenin bu saatlerin birbirinden otomatik olarak çıkarılmasıyla elde

edilen sürelerle bu lokasyonlardaki ve lokasyonlar arasındaki araç bilgileri otomatik olarak görülebilir.

- Yol çalışmalarında bulunan okuyucu/yazıcılar vasıtasıyla yol çalışmaları arasındaki sevk ve buna bağlı değişimler de anında görülebilecektir.
- Sistemdeki tüm araçların kontrolü sağlandığında, taşıma yapan tüm kamyonlar etkin bir şekilde yönetilerek taşıma kapasitesi, yani araç kapasitesi maksimum bir şekilde yönetilebilecektir.
- Taşıma kapasitesi maksimum düzeyde kontrol edilebilir olduğunda ise tüm sistem değişikliklerine anında cevap verebilecek esnek bir yapı kazanılmış olur. Bunun sonucu olarak da sistemin taşıma faaliyetlerinden beklentisi karşılanmış olur. Bu da sürecin devamlılığı adına taşıma faaliyetinden doğan aksaklıkların önlenmesi ile akışın sürekliliğini sağlayacak çözümlerin gelişmesini sağlar.
- Bir aracın plentten asfalt alma saati, plentteki okuyucu/yazıcı ile araçtaki etiketin daha önce belirttiğimiz işlemleri yapmasıyla yine etikete girilebilir. Sistemde yüklü olarak tanımlı olan aracın aldığı asfaltın zamana bağlı olarak soğumasının takibi ve kritik düzeye geldiğinde ise sorumlu kişiyi uyarması sağlanabilir. Yazılım olarak, bir zaman sayacının plentteki işlemde sonra süreyi ölçmesiyle, her asfalt tipi için de farklı olarak zamana bağlı soğuma eğrileri girilerek, her araçtaki asfaltın sıcaklığının belirli seviyeye geldiğinde uyarılması sağlanabilir. Burada ilk sıcaklık değerinin de girilmesi gerekmektedir.
- Ayrıca müdahale edilmesi gereken bu aracın, az önce bahsettiğimiz araçların hangi lokasyonda veya hangi lokasyonlar arasında olduğunun bulunabileceği iyileştirmenin de bir sonucu olarak, asfaltın soğumasından dolayı müdahale edilmesi gereken aracın nerede bulunduğu bulunabilir ve en kısa sürede müdahale edilebilir.

Yapılan bu iyileştirmelerle taşıma süreci kontrol edilebilir hale gelmiş olur. En kaliteli, en hızlı ve en az maliyete neden olacak şekilde süreç oluşturulmuş olur. Tüm bu faaliyetler ayrıca “Taşıma Yönetimi” anlayışıyla iyileştirilmelidir. Etkin bir taşıma stratejisiyle oluşturulmuş taşıma yönetimi, taşıma sürecinin beklenen performansı, esnekliği ve devamlılığı için sürekli gelişimi sağlar.

### 5.2.3.2. *Hammadde Lojistiği*

Tedarik zincirinin başlangıcı hammadde tedariki ile başlar. Hammadde lojistiği sürecinin çıktıısı, aynı zamanda serim lojistiği sürecinin de başlangıcı durumundadır. Bu süreçte üretim için gereken hammaddenin gerektiği anda, gerektiği yerde ve gerektiği miktarda sağlanması amaçlanmaktadır.

Hammadde tedarikçileri; agreganın temin edildiği taş ocakları ve bitümün tedarik edildiği Tüpraş firmasıdır. Hammaddenin tedariki, bu firmalarla anlaşmalı olan veya direkt bu firmalara bağlı olan araçlarla sağlanmaktadır. Bitüm tankerlerle, agrega ise kamyonlarla taşınmaktadır. Agregalar fabrikalardaki açık sahalarda tutulmaktadır. Bitüm ise yine fabrikalardaki sabit tankerlerde tutulmaktadır.

Agrega tedariki için belirlenen taş ocaklarıyla, gerekli ihale prosedürleri sonrasında, tahmini yıllık asfalt üretimi ve tedarikçi değerlendirme sürecine bağlı olarak uzun vadeli ve belirli bir tonaj değeri üzerinden anlaşma sağlanır. Bu tonaj değerinde kullanılan tahmini asfalt üretimi, İSFALT üst yönetim stratejik planına göre yapılmaktadır.

Agregalar tane büyüklükleri ve taş cinsine bağlı olarak farklı tiptedirler. Bu farklı tipteki agregalar, “no 4” veya “taş tozu” gibi ortak isimlerle taş ocakları ve İSFALT arasında tanımlanırlar. Yapılan anlaşmalar ve taş ocaklarına yapılan taleplerde bu isimlendirmeler kullanılır. Asfalt üretimi ile ilgili kalite bölümünün asfalt reçetelerinde de bu tanımlamalar geçerlidir.

Agreganın daha kısa vadede fabrikalara tedarikinde ise stoklardaki azalmalar ve günlük asfalt taleplerinin seyri esas alınmaktadır. Herhangi bir agrega çeşidinin stok seviyesindeki düşüş, fabrikada sorumlu kişiler tarafından takip edilip, kullanılma hızı ve seviyenin azlığına bağlı olarak günlük olarak taş ocaklarından tedarik edilmektedir. Bu süreçte gelen agreganın kalitesi, gözle ve alınan numunelere göre yapılan deneylerle sürekli kontrol edilmektedir. İstenen kalite şartlarını taşımayan agreganın geldiği taş ocağı firması, kalite şartlarına uymayan agrega sevkiyatını düzeltmesi veya durdurması yönünde uyarılır. Bu şekilde agrega tedarik seviyesi sürekli kontrol edilir. Burada stokta agregaların artması; hızlı tüketim ve agreganın beklemeden kaynaklanan bir kalite kaybı tehlikesi taşımaması, yapılan taleplerin miktarında çok ince hesapların yapılmasına gerek duyulmamasına neden olmaktadır.



Bitüm tedariki ise yine üst yönetim stratejisine göre yapılır. Tüpraş firmasıyla yapılan anlaşma ile yıllık ihtiyaç belirlenmektedir. Daha kısa vadede ise fabrikaların tüketim hızı, fabrikalardaki stok seviyelerinin takibi ile üretim müdürlüğü tarafından tedarik edilmesi ve takibi yapılmaktadır. İrsaliye işlemleri ve belirtilen fabrikalara sevki gerçekleştirmesi için Tüpraş firmasında da sorumlu kişiler tutulmaktadır.

Hammadde tedarikinin dışında hammaddelerin fabrikalar arasında taşınması da hammadde lojistiği konusu içindedir. Bazı durumlarda, bir fabrikadan diğerine hammadde taşınabilmektedir. Bu taşıma yine aynı hammadde araç tipleri ile gerçekleştirilir.

Hammadde alınması sürecinin de serim lojistiği sürecinde yapılan RFID teknolojisi ile kurulan sisteme entegrasyonu sağlanmalıdır. Çünkü serim lojistiğindeki değişikliklerin, hammadde ihtiyacında meydana getirdiği etkilerinin karşılanabilir olması gerekmektedir. Bunun için yapılması gereken entegrasyon faaliyetleri şu şekilde olabilir:

- Öncelikle fabrika giriş-çıkış işlemlerinde, asfalt kamyonlarının işlemlerinin hızlandırılması için serim lojistiği kısmında yapılan iyileştirmelerde olduğu gibi hammadde taşıyan araçlar da RFID etiketlerle sisteme dâhil edilmelidir.
- Araçlarda bulunan etiketlere verilerin her seferinde girilebilmesi için hammaddenin yüklendiği yerlerde gerekli verilerin girilmesi amacıyla gerekli donanım sağlanmalıdır.
- Taş ocaklarında fabrikalara gönderilmek üzere irsaliye kesilirken, etiketlere de verilerin girilebilmesi için birer adet okuyucu/yazıcı konmalıdır. Bu işlemi gerçekleştirmesi için de bir yazılım gereklidir.
- Bitüm tedarikinde de Tüpraş'ta tankerlerin yüklenmesi sırasında orada bulunan personelde, yine gerekli verileri etikete yükleyebilmesi için bir el terminalli okuyucu bulunmalıdır.

Hammadde lojistiği sürecinin donanım olarak sürece entegrasyonu sağlanarak sürecin entegrasyonunda gerekli altyapı sağlanmış olur. Daha sonrasında süreçte yapılan işlemlerin, bu RFID etiket verileriyle yapılmasını sağlayacak süreçler tanımlanmalıdır. Buna yönelik yapılabilecek çalışmalar ise şu şekildedir:

- Hammadde aracının sisteme girerken bilinmesi gereken verileri, ilk çıkış noktasında tanıtılarak, asfalt girişlerinde olduğu gibi giriş kantarında bulunan

okuyucu ile iletişime geçip, Şekil 5.14'teki hammadde girişle ilgili pencereyi ekranda en öne getirerek ilgili personelin herhangi bir hata yapmadan ve hızlı bir şekilde girişi yapmasına olanak sağlanabilir.

The screenshot shows a software window titled "HAMMADDE GİRİŞİ". The window is divided into several sections. At the top, there are fields for "Fiş No" (empty), "İşlem Tarihi" (03.06.2008 11:24:03), "Fabrika" (HABIPLER), and "Kullanıcı" (ygencer). Below this, there are fields for "Plaka" (34HB628), "Giriş Tipi" (1), "Satıcı" (100000102), "Nakliyecisi No" (empty), "Kamyon Tipi" (2), "Malzeme No" (TASTOZU), "İrsaliye No" (empty), "Teslim Eden" (empty), "Teslim Alan" (Yılmaz GENCER), "Giriş Tarihi" (empty), "Çıkış Tarihi" (empty), "Geldiği Yer" (empty), "R Tartısı" (empty), "R Tarihi" (empty), "Fatura Sahibi" (empty), "Tartım 1" (empty), "Tartım 2" (empty), and "Net" (empty). There is a "TART" button next to the "Net" field. Below the main fields, there are two sections for "Açıklama" (Description) with checkboxes for "İptal" and "İade". At the bottom left, there are buttons for "Manuel Fiş" and "Fiş Düzelt". On the right side, there is a vertical toolbar with buttons: "Yeni Fiş", "Tartım Ara", "İptal", "Kaydet", "Yazdır", "Fiş Göster", "Fiş Logları", and "Çıkış".

Şekil 5.14. Hammadde Giriş Penceresi

- Araçların hammadde yükleme noktası ile fabrika arasında sayıları ve taşıdıkları hammadde bilindiği için herhangi bir durumda yoldaki araçların da stoktaymış gibi kabul edilebilmesini sağlar.
- Hammadde sevkiyatı istendiğinde durdurulabilir. Kalitesizlikten veya stok yığılmasından dolayı alımın durdurulması istendiğinde yükleme noktasında fazladan araçlar çıkabilmektedir. Bu durum hammadde sevk noktasındaki yazılımdan sevkiyatın kilitlenmesi ile önlenebilir.
- Fabrikalar arası sevkiyatlarda da hem sürecin görülebilir olması, hem de fabrika içi süreçlerde uygulanan RFID teknolojisi tabanlı iyileştirmelere uyum sağlanması için RFID kontrol gereklidir. Bu taşımayı yapan araçlar da RFID etiketle tanıtılarak, gerekli verileri girilip, sisteme entegre ve izlenebilir olmalıdır.

#### 5.2.4. İdeal Lojistik Süreçler

Burada, sistemin tam anlamıyla kurulup işletilebilmesi sonucu sürecin alabileceği şekil anlatılmaya çalışılacaktır.

Sistemin bahsedilen iyileştirmelerle geliştirilmesiyle fabrika girişlerinde bulunan kantar işlemi tamamen insandan bağımsız hale getirilebilir. Tüm süreçlerde bu otomatik tanımlama ile sağlanan iyileştirmeler sonucu, tüm bileşenlerde teknolojiye adaptasyon sorunu ortadan kalkar ve yeni süreçlerde yaşanan sıkıntılar da takip sonucu düzeltilir. Tüm taleplerin, üretimin ve araçların birbirini etkileme düzeyinin bilinmesi ile tek merkezli bir müdahale ve ortak hareket planları çıkarılabilir. Bu hareket planları, üretim süreci, araçların yönetimi RFID teknolojisi ile etkin ve standart ve önceden görülebilir bir şekilde gerçek zamanlı yönetilebilmesiyle artık geriye tüm süreçte insandan bağımsız işlemlerden sonra, insandan bağımsız sistemlerin getirilmesi kalıyor.

Bir örnek olarak fabrika giriş sürecinde önerilen RFID sistem içerisinde sadece insan onayı gerekmekteydi. Gerekli yazılım desteği, bariyer sistemi, sensorlar, irsaliye kesimi için gerekli otomatik makineler geliştirilerek, bu sürecin otomatikleştirilmesi sağlanabilir. Kantara gelen bir araç ilk önce talebi varsa ve giriş yapma izni varsa ilk bariyer açılır. Kantarın üzerine gelen araç, giriş kaydı için gerekli veriyi okuyucu-etiket iletişimi ile sisteme otomatik girmiş olur. Sistem bir süre bekleyip tartım işlemini gerçekleştirir ve araca hangi plentten, ne zaman, hangi tipte asfalt alacağını ve hangi talep için yükleme yapacağını bildiren bir bilgi fişi verir. İkinci bariyer kalkar ve bir süre bekleyip, kantar sıfırlanınca ve araç kantardan çıkınca sıradaki aracı almak için yine birinci bariyer kalkar. Daha sonra bu bilgi fişine göre yükleme yapan araç, daha önce belirttiğimiz şekilde çıkış kantarındaki okuyucu ile iletişime geçip plentten aldığı asfalt tipi ve plent bilgisiyle birlikte eşleşen sistemde tanımlı olduğu talebe çıkış işlemi gerçekleşir. Çıkış tartımı, giriş tartımındaki gibi bir süre bekleyip kantarın sabitlenmesi ile gerçekleşir. Yine çıkış kantarının önünde ve arkasında da bariyer sistemi uygulanır. İrsaliye ise yapılacak özel bir düzenekle dışarı verilebilir. Hammadde giriş-çıkışında da aynı süreç işler. Zaten tüm bilgileri yükleme noktasında girilmiş olan hammadde araçlarının kaydı, aynı sistemle otomatik olarak yapılabilir. Çıkış işleminde de tartım fişi otomatik olarak verilebilir. Böylece insandan bağımsız bir sistem oluşur.

RFID teknolojisinin getirdiği gelişimle birlikte bazı karar süreçlerinin de otomatikleştirilmesi sağlanabilir. Taleplerdeki veya üretimdeki değişimlere karşı alınan önlemler, tüm sürecin takip edildiği ve müdahalelerin yapıldığı bir programda otomatik olarak bazı kararları vermesi sağlanabilir. Örneğin; üretimde olası bir boşlukta bu boşluğun yeni bir taleple doldurulması kararı sistem tarafından otomatik olarak verilebilir. Başka bir örnek verecek olursak; mevcut taleplerin seyri, araçların durumları ve fabrikadaki araçların sayısına bağlı olarak plentlerin asfalt değişim zamanlarına da sistem otomatik olarak karar verebilir. Bu şekilde birçok örnekle insana bağlı süreçler otomatikleştirilebilir. Bunun ilk başta yararının işçilik maliyetinin düşürülmesi olarak görülmesine rağmen; aslında daha fazla fayda, insana bağlı hataların ortadan kaldırılması ve optimum kararların sistemden alınması ile daha etkin müdahalelere olanak sağlaması olacaktır.

Ayrıca bu sistem ile her okuma yazma işlemi sonrasında sistemdeki veriler güncellenir ve istenildiği anda en kesin veriye veya rapora ulaşılabilir. Verilerin manuel olarak girilmesi ve gerekli kişilerin bildirilmesine gerek kalmadan bu işlemler daha önceden planlandığı gibi gerçekleştirilebilir.

#### **5.2.5. RFID Teknolojisinin Uygulanabileceği Yeni Uygulamalar Bulunması**

RFID teknolojisinin getirdiği yeniliklerle daha farklı işlemler için de bu teknolojiden faydalanılabilir. Örneğin; fabrika içi makine parça stoklarının etkin yönetimini sağlayacak bir stok yönetimi fikri geliştirilebilir. Önemli parçalarla ilgili yapılacak işlem ve tamirat takibi, atölye içerisinde hangi malzemenin nerede olduğu bilgisi gibi veriler, bu parçalara takılacak RFID etiketler ve gerekli yazılım ve donanımla ulaşılabilir ve yönetilebilir hale gelir. Başka bir örnek olarak fabrika içerisinde plentlerin ve iş makinelerinin çalıştırılma yetkisi, personele ait RFID etiketlerle sınırlandırılabilir. Fabrika içerisinde riskli bölgelere giriş yine bu personele ait RFID etiketlerle sınırlandırılabilir, plent civarında riskli bölgelerde insan olup olmadığı da bu şekilde kontrol edilmiş olur. Hem fabrikadaki, hem yol çalışmalarındaki, hem de herhangi bir yerde bulunmakta olan iş ile ilgili nesnelere RFID etiketlerle kimlik kartı sağlanmış olur ve istendiği anda o nesne ile ilgili bilgi tanımlanabilir.

Bu şekilde birçok iyileştirme sağlanarak tüm işlemlerde etkinlik sağlanması için yenilikçi çözümler getirilebilir.

### **5.2.6. Performans**

Performans; genel anlamda amaçlı ve planlanmış bir etkinlik sonucunda elde edileni nitel veya nicel olarak belirleyen bir kavramdır. Bu sonuç mutlak ya da görel olarak açıklanabilir. Buna örnek olarak üretim miktarı ya da üretim/planlanan verisini gösterebiliriz (Tunç, 2006).

Bir iş sisteminin performansı, belirli bir zaman sonucundaki çıktısı ya da çalışma sonucudur. Bu sonuç işletme amacının ya da görevinin yerine getirilme derecesi olarak algılanmalıdır. Bu durumda performans, işletme amaçlarının gerçekleştirilmesi için gösterilen tüm çabaların değerlendirilmesi olarak da tanımlanabilir (Tunç, 2006).

Yapılan iyileştirmelerin sisteme katkısını ölçmek, yapılan faaliyetlerin etkinliğini görmek için gereklidir. Sistemden beklentiler, sistemin getirisini ölçmede de önemli rol oynarlar (Sezen, 2001).

Tedarik zincirinde lojistik süreçlerin ve bileşenlerin hedeflere ulaşmak için birbirinden bağımsız olarak hareket etmesi durumunda verimliliğin maksimize edilemeyeceği bir gerçektir. Bu yüzden tüm tedarik zincirinin değerlendirilmesi için bir takım performans ölçütlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Tunç, 2006).

Sistemden beklenti olarak daha fazla yol çalışmasının ve üretimin, daha az maliyetle ve daha kaliteli olarak yapılmasını gösterebiliriz. Burada kilit nokta fabrika doluluk oranıdır. Burada oluşan performans artışı, tüm sistemin iyileşmesini sağlamaktadır. Çünkü tüm sürecin kısıtı asfalt üretimidir.

#### **5.2.6.1. Fabrika Doluluk Oranı**

RFID teknolojisini araç olarak kullanmayla beraber tüm süreçlerde birçok iyileştirme önerisi çıkarılmış oldu. Bu iyileştirmelerin sonucunun en bariz göstergesi, fabrikalardaki doluluk oranı olacaktır.

Sistemde düzgün akışın olmayışından kaynaklanan aksaklıklar, yapılan hatalar, sürecin tasarımından kaynaklanan sıkıntılar ve sürecin etkin bir şekilde yönetilememesinden dolayı fabrikalarda kapasite boşluklarının olduğundan bahsetmiştik. Kapasite boşluklarının sisteme etkisi, Habibler fabrikasının 2008 verilerine dayanarak incelenecektir.

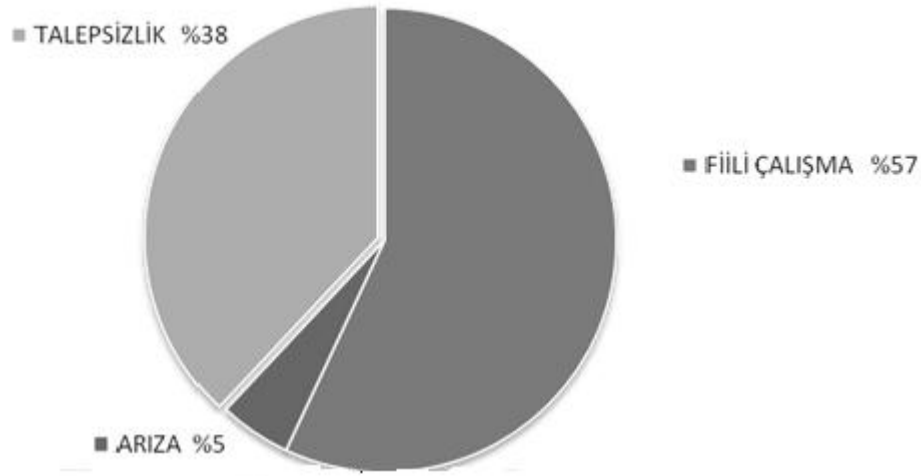
2008 yılı içerisinde yalnızca Habibler fabrikasında plentlerin programlanan çalışma süreleri toplamı 14987 saattir. Üç plentin çalışma süresinin yanında fiili çalışma süresi ise toplamda 5345 saat olarak gerçekleşmiştir. Bu da çalışma süresinin yalnızca %36'sının fiili olarak kullanıldığı anlamına gelmektedir. Toplam üç plentten gelen arıza saatlerinin toplamı ise 350 saattir. Bunun toplam çalışma süresinde payı ise %2 kadardır. Talepsizlikten dolayı atıl kalan çalışma süreleri ise 9292 saattir. Bunun payı ise %62'nin üzerindedir. Buradan da görüldüğü üzere sistemde oluşan boşluklar büyük oran teşkil etmektedir. Buradaki boşluklar hava durumu ve yılın soğuk aylarında talep olmamasından dolayı yanıltıcı olabilir. Bu yüzden asfalt üretiminin yoğun olduğu mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarına bakıldığında Tablo 5.7.'deki değerleri dikkate alınabilir:

Tablo 5.7. 4 Aylık Çalışma Saatleri ve Kullanım Yüzdeleri

	Toplam Çalışma Zamanı (saat)	Fiili Çalışma Zamanı (saat)	Arıza süresi (saat)	Talepsizlik ve Araçsızlık (saat)	Fiili Çalışma %si	Arıza %si	Talepsizlik ve Araçsızlık %si	Fazla Mesai (saat)	Kişi Başı Aylık Ort. Mesai yüzdesi
Mayıs	1136	553	83	500	49	7	44	1285	30,61
Haziran	1260	801	52	407	64	4	32	1129	26,88
Temmuz	1284	781	91	414	61	7	32	1076	25,62
Ağustos	1960	1074	83	803	55	4	41	1076	25,62
Toplam	5640	3209	309	2124	57	5	38	4566	27,18 (Ort.)

Tabloda yer alan toplam çalışma zamanı; plentlerin çalışma zamanlarının toplamıdır. Ağustos ayındaki fazlalık ise, o ay fabrikada üretime başlayan yeni plentin de çalışma süresinin eklenmesi sonucu oluşmuştur. Fazla mesai saatleri değerleri de, fabrikada çalışan 42 adet personele verilen mesai saatlerinin toplanmasıyla elde edilmiştir.

Tablo 5.7. 'deki çalışma saatlerinin dağılımına Şekil 5.15.'teki grafik üzerinde bakılabilir:



Şekil 5.15. Çalışma Saatlerinin Kullanım Dağılımı

Üretimin yoğun olduğu bu dönemlerde de verilere bakıldığında talepsizlikten doğan kaybın büyüklüğü görülebilmektedir. Ayrıca dönemsel olarak ve 4 aylık dönemin toplamında yapılan fazla mesai ve talepsizlik durumlarına baktığımızda, RFID sistemle birlikte yaptığımız iyileştirmelerin işçilik maliyetlerine olası katkısı tahmin edilebilmektedir.

Talepsizlikten doğan boşluklar, üretim yapılması gereken taleplerle doldurularak işçilik maliyetleri azaltılabilir. Bazı arıza duruşlarının önceden tahmini veya planlanmasıyla her iki duruşta da azalma sağlanabilir. Ayrıca önleyici bakım faaliyetleri için fırsat zamanı olarak değerlendirilip olası arızaların önüne geçilerek arıza süreleri azaltılabilir. En önemlisi ise, bu duruşların üretim için kullanılabilmesi ile önemli bir üretim fırsat kapasitesi artışı görülmektedir. Doluluk oranının artmasıyla üretimde meydana gelen artış, yol çalışmalarının da artmasını sağlayacaktır.

#### 5.2.6.2. Diğer Performans Ölçütleri

Lojistik süreçlerin genelinde dikkate alabileceğimiz diğer performans ölçütleri ise şu şekildedir (Sezen, 2001):

**Dağıtım Zamanı:** Siparişin oluşturulmasından, tamamlanıp teslim edilmesine kadar geçen süreye işaret eder. Bu süre hem üretim zamanını, hem de sevkiyat zamanını işaret eder.

**Dağıtım Güvenilirliği:** Lojistik hizmetlerde en sık kullanılan performans kriteridir. Yapılan talebe anında karşılık verebilme, taleplerin etkin bir şekilde karşılanabilmesi yeteneğidir.

**Siparişin Doğruluğu:** Teslim edilen ürünün talebe uygunluğudur. Talebin eksik gönderilmesi veya yanlış yere yanlış ürünün gönderilmesi gibi durumlarla ilgilidir. Bu tarz yanlışlıkların olması doğaldır. Fakat bu tarz yanlışlıklar süreci olumsuz etkilemektedirler. Dikkate aldığımız hizmet düzeyini azaltır. Ayrıca düzeltilmesi için ekstra faaliyetler gerektirir. Bu faaliyetler hem işgücü, hem de zaman kaybına ve dolayısıyla maliyete neden olur. Sürecin akışını sekteye uğratması ve tüm zincirin faaliyet amacından uzaklaşmasına neden olması nedeniyle önemli bir kriterdir.

**Bilgiye Erişim:** Üretimin gelen talebe cevap verebilme ölçüsüdür. Bu bilgi mevcut bir talebin karşılanma durumunun ne durumda olduğu veya gelen bir talebin istenilen zamanda teslim edilip edilemeyeceğini ile ilgili olabilir. Süreçte oluşan faaliyetlerin oluşturduğu bilgi, etkin kullanılabiliriyorsa faaliyetler daha etkin yönetilebilir. Tüm sürecin lojistik yönetim sistemi olarak belirlenmesi ile süreçlerin mevcut ve geçmiş faaliyetleri ile ilgili bilgilerle ileriye dönük tahminler de yapılabilir. Ayrıca mevcut sürecin görülebilir olması, hem kontrol faaliyetleri, hem faaliyet planları, hem de hizmet düzeyi açısından önemlidir.

**Hasar:** Teslim noktasında ürünün ne durumda olduğu ile ilgili bir ölçüdür. Ürünün istenen standartlarda teslim noktasına varabilmesi, hizmet düzeyini ve teslim güvenilirliğini etkilemektedir.

**İş Yapma Kolaylığı:** Siparişlerin verilmesinde kullanılan yöntem, teslim süreci, teslim işlemi, takip, değişikliklerin seyri gibi konularda işin yapılmasının kolaylaşması ile tarafların birbiri ile iş yapmaktan duyduğu memnuniyet ile ilgili bir ölçüdür.

**Değer Katan Hizmetler:** Müşterinin ürünü satın almasında ve kullanmasında kolaylık sağlayıcı ve ürüne değer katan faaliyetlerin varlığı ile ilgilidir.

RFID teknolojisi ile yapılabilecek iyileştirmelerde tüm bu performans kriterlerinde artış sağlanmış olacaktır.



### **5.2.7. Çevre Dostu Lojistik Anlayışı**

Gittikçe kirlenen dünyamızda çevre için olumsuz bir etken olmamak ve olumsuz etkenlerin kalkmasına katkı sağlamak bir mecburiyet halini almıştır. Yapılan iyileştirmelerde hep azalan maliyetler, hızlanan süreçler ve artan kâr, performans kriteri olarak görülmüştür. Aslında işlerin çevreye en az zarar verecek şekilde tasarlanabilmeleri de başarı faktörleri arasındadır.

Mevcut durumda fabrikalardan çevreyle ilgili en büyük şikâyet tozdur. Plantlerde gerekli filtre mekanizmaları bulunmasına rağmen yoğun sezonlarda oluşan araç sıklığı ve hareketleri, fabrikalarda toz bulutu oluşmasına neden olmaktadır. Plantlerin her çalışmaya başlamasında da bir miktar toz oluşmaktadır. Bunun dışında fark edilmese de araçların çok fazla gereksiz yere çalışması ve araçların yığın oluşturmalarıyla birlikte ortaya çıkan egzoz gazının da çevreye olumsuz etkileri olmaktadır.

Oluşturulabilecek RFID sistemi, en az duruşla üretimi gerçekleştirmeyi sağlayabilir. Böylelikle plantlerin başlangıçta oluşturduğu toz en aza indirgenmiş olur. Sistemin çalışmaya başlamasıyla birlikte fabrikalarda ve yol çalışmalarındaki araçlar daha az sayıya düşecek ve bu araçların neden olduğu toz da en aza inmiş olacaktır. Ayrıca bu araçlardan doğaya salınan egzoz gazı da en az seviyeye düşebilecektir.

### **5.2.8. Gerçekleştirme Planı**

NEXUS Bilişim A.Ş. ürün yöneticisi Osman ERTÜRK'ün İstanbul Teknik Üniversitesi'nde yapılan 2. RFID Sempozyumunda yaptığı sunumda ortaya koyduğu 5 adım destek planı, teknolojinin süreçlere uygulanması için bir faaliyet planı çıkarabilmektedir (Ertürk, 2007).

İlk aşama süreçleri incelerken yapılmış oldu. 2. Aşama için yatırımın geri dönüşünü hesaba katarak bir uygulama planı gerçekleştirmek gerekiyor. Daha sonrasında sistemin iskeleti uygulanmaya başlanarak gerekli alt yapının hazırlanması ve kritik noktalarda demo testlerinin yapılması süreci başlıyor. Bundan sonraki aşamada ise pilot uygulamalarla birlikte gerekli eğitimlerin verilmesi, bu teknolojinin uygulanmasıyla oluşan gelişim ivmesinin tüm firmaya yayılması sağlanmalıdır. Son olarak da uygulamanın tüm şirkete yayılmaya başlamasıyla gerekli performans verilerinin takibi ve geliştirilmesiyle süreç devam ediyor.



Şekil 5.16. NEXUS 5 Adım Destek Planı (Ertürk, 2007)

### 5.2.9. Maliyetler

RFID uygulamalarında maliyet üç temel alanda incelenebilir: Donanım, yazılım ve hizmetler. Donanım maliyetleri etiketler, okuyucular, antenler, bilgisayarlar ve ağ ekipmanları olarak sayılabilir. Yazılım maliyetleri, middleware (ara yazılım) ve diğer uygulama yazılımlarının oluşturulması ya da satın alınması olarak gösterilebilir. Hizmet maliyetleri içinde, kurulum ve sistem entegrasyonu, eğitim, destek, bakım ve süreç yenileme (BPR) yer alır (Üstündağ, Tanyaş, 2008).

İSFALT tedarik zincirinde bu maliyetlerin partnerlere dağıtılması için karşılıklı yarar esasına dayalı fırsatlar bulunmaktadır. Yapılan iyileştirmeler sonucu partnerlerin de bu iyileştirmelerden kazançları ortaya konarak, bazı maliyetler bu partnerler tarafından karşılanabilir.

Nakliye firmaları açısından baktığımızda bu karşılıklı faydayı görebiliriz. Araçlara konulacak etiketlerin maliyeti bu nakliye firmaları tarafından karşılanabilir. Süreçlerdeki iyileşmeden dolayı daha fazla iş yapabilme ve araç filolarını daha etkin kullanabilme getirisine bakılarak etiket maliyetlerinin karşılanması bu firmalar tarafından kabul edilebilir bir durum olacaktır.

Yol çalışmalarında ise kullanılacak el terminalli okuyucu/yazıcı cihazlar da müteahhit firmalar tarafından karşılanabilir. Yine süreçteki iyileştirmelerin iş yapma miktarlarında artış sağlaması ve belirsizliği ortadan kaldırması ile müteahhit firmalar, makine kirası, işgücü ve harcamalarını buna göre yapabilmeleri sonucu elde edebilecekleri kazancı göz önüne alarak böyle bir maliyete katlanmayı kabul edebilirler.

Hammadde sağlayan firmalar, yani taş ocakları için de, sevkiyatın belirli ve sürekli bir hal alması kârlı sonuçlar doğuracaktır. Üretimlerini ve sevkiyatlarını net bilgilere göre düzenleyip, kapasitelerini ve araçlarını daha etkin kullanabileceklerdir. Bu açıdan bakıldığında, sevkiyatta kullanacakları okuyucu cihazların ve araçlarına yerleştirmeleri gereken RFID etiketlerin maliyetini karşılamayı kabul etmeleri olanaklıdır diyebiliriz.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İSFALT A.Ş. Asfalt Tedarik Zinciri'nin, RFID Sistemi ile iyileştirilmesinin getireceği olası faydalar; en az maliyetle, en kısa sürede ve en hızlı şekilde en fazla yol yapımının sağlanabilmesidir. Tüm süreç detaylı bir şekilde incelendiğinde bilgiye erişimin zor olduğu koşullarda ortaya çıkan sonuçların ne kadar problemlili olduğu görülebilmektedir. Süreçler yanlış, eksik veya gecikmiş bilgiyle de olsa devam edebilmektedir. Devam eden bu süreçler birçok açıdan kötü bir performans doğurmaktadırlar.

RFID sisteminin İSFALT A.Ş.'ye getirebileceği en büyük fayda, istenen anda istenen bilgiye ulaşılabilmesini sağlamasıdır. Süreçlerdeki bilgi kirliliği veya bilgi eksikliğinden doğan aksaklıkların giderilmesi, tüm sürecin iyiye doğru gelişmesinin de önünü açabilecektir.

Bilgiye kolay ulaşabilmenin sağlanmasıyla birlikte gerçek zamanlı görüntüleme ve gerçek zamanlı yönetimin de önü açılmış olacaktır. Tüm süreç bu şekilde aynı anda yönetilebilir olabilecektir. Yapılan müdahalelerin birbirini etkileme düzeyleri doğru anlaşılıp, sürecin bir bütün olarak ele alınması yönünde bir anlayış oluşabilecektir. Tüm bu birbirini etkileme düzeyleri ve bir bütünü oluşturma anlayışının oturmasıyla birlikte "Süreç Özgürlüğü" kavramına ulaşılacaktır. Süreçte yapılabilecek müdahalelerin etkileri anında görülerek, iyileştirme çalışmaları daha etkin bir hale gelebilecektir. Mobil bir teknoloji olan RFID sistemlerinin başarısı, özgür süreçler oluşturulabilmesiyle ortaya çıkacaktır.

RFID sistemlerinin uygulanabilirliği, farklı çalışmalarla birçok sektör için incelenmektedir. Bu çalışmayla da belediyelerin hizmetlerinden biri olan yol yapımı üzerine bir şirket olan İSFALT A.Ş. 'nin, direkt müşterisi olmayan halkın memnuniyetini artıracak, iktisadi bir teşekkür olmasından kaynaklanarak ticari kavramlarla ilgili rakamlarda iyileşme sağlamasına olanak tanıyabilecek bir gelişmeyi, RFID Sistemi ile sağlayabileceği ortaya konmuştur. Lojistik süreçlerden başlayarak, tüm tedarik zincirinin gelişmesini sağlayabilecek bir gelişim planı önerilmiştir.

Birçok otorite, RFID teknolojisinin tedarik zinciri alanında önemli bir gelişme sağlayacağını öngörmektedir. RFID; tedarik zincirindeki her noktada tüm ürünlerin

seviye, lokasyon ve durumları ile ilgili tam ve kesin bilgiye ulaşılmasını sağlar. Sağladığı görünürlükle etkinliği artırarak, daha hızlı envanter dönüşleri, yüksek maliyet kazanımları, daha hızlı teslimat ve tedarik zinciri partnerleriyle etkili bir dayanışma sağlar.

RFID teknolojisi yapılan akademik çalışmalar ve denenen uygulamalarla daha da yaygınlaşacaktır. RFID teknolojisi kullanmaya başlayan firmalar için anahtar faktör, kabul edilebilir derecede bir yatırım geri dönüşünü meydana getirmek için tedarik zincirinde yeterli etkinlik ve iyileştirmeleri bulabilmektir. Bunun için büyük firmaların bu teknolojiye geçmeleri, diğer firmaları da etkileyecektir. Firmalar açısından bu teknolojiyle ilgili belirsizliğin giderilmesi için yapılan akademik çalışmaların da önemi büyüktür.

Mevcut sistemlerde şirketler daha çok tecrübeye dayalı olarak sezgisel karar verme eğilimindedirler. Tecrübe dayalı sezgisel karar verebilme önemlidir, fakat gerçek ve güncel verilerle standart müdahaleler ve yaşanan aksaklıkların tekrarını önlemek veya etkilenmeyi en aza indirebilmek daha önemlidir. Çünkü sezgisel kararlar sadece anı kurtarabilir. RFID teknolojisi ise tüm sistemle birlikte yarını kurtarır.

RFID; sevkiyatın sürekli olarak zamanında yapılabilmesi, istenilen ürünün ne zaman teslim edilebileceği verisinin bilinebilmesini sağlar. Yok satmaya bağlı müşteri memnuniyetsizliği, etkisiz kapasite kullanımı gibi konularda ortaya çıkan direkt veya dolaylı maliyetlerde kazanım sağlar. Ayrıca tedarik zinciri üyeleri arasında da hem firmalar ve birimler arası, hem de çalışanlar arasında uyum ve memnuniyet sağlar.

Mobil süreçlerden kazanılacak değer, süreç özgürlüğünü sağlayacak teknolojilerle elde edilebilir. Özgürlük ve uygunluk farklı kavramlardır. Uygunluk, mevcut değerler alanında yeni bir şey eklemeyen bir seçenek sunarken, özgürlük sınırları kaldırır ve yeni değerler oluşturur.

Gelişen teknolojiyle birlikte birçok işin dijital dünyaya taşınması kaçınılmaz olmuştur. Önemli olan bu dünyayı ne kadar etkin kullanabildiğimizdir. RFID; fiziksel ve dijital dünya arasındaki bağlantının geliştirilmesi için etkin bir yol sunar.

## KAYNAKLAR

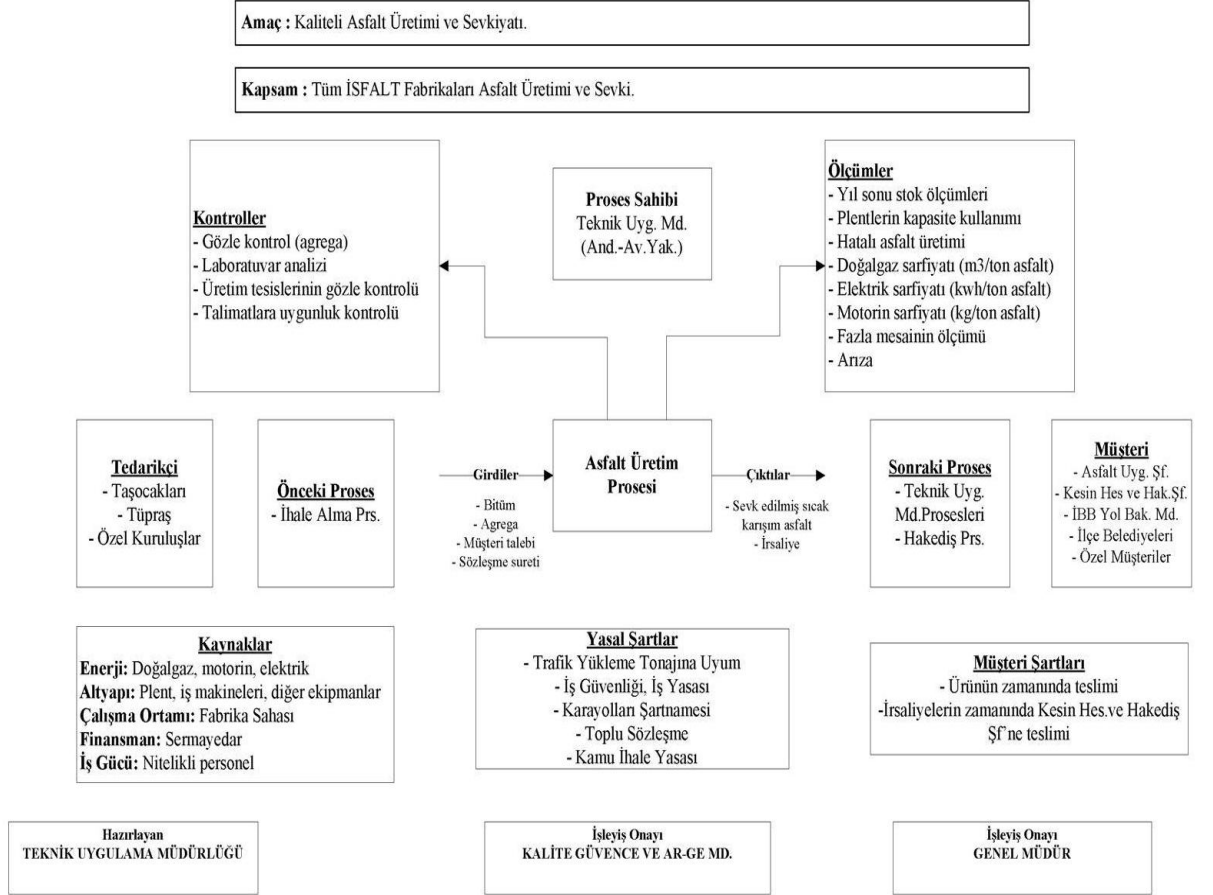
- Accu-Sort**, 2007, Auto-ID in the Material Handling Industry, <http://www.accusort.com> (15.12.2008).
- Angeles R.**, 2005, RFID Technologies: Supply Chain Applications and Implementation Issues, *Information Management Systems*, Winter, 51-65.
- Aral A.**, 2008, RFID Teknolojisi, Günümüzdeki Uygulamalar ve UAS RFID A.Ş., İstanbul Teknik Üniversitesi RFID Araştırma ve Test Merkezi RFID Sempozyumu, İstanbul (<http://www.rfid.itu.edu.tr> (02.12.2008)).
- Asif, Z., Mandviwalla, M.**, 2005, Integrating the Supply Chain with RFID: A Technical and Business Analysis, *Communications of the Association for Information Systems*, 15, 393-427.
- Bilgisite**, 2005, Mobil Agent Teknolojisi, <http://www.bilgisite.com> (21.11.2008).
- Cengiz, F.**, 2006, Lojistik Bilgi Sistemlerinin İşletme Performansı Üzerine Etkisi ve Bir Uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.
- Curtin, J., Kauffman, R.J., Riggins, F.J.**, 2006, Making the 'Most' out of RFID Technology: A Research Agenda for the Study of the Adoption, Usage and Impact of RFID, *Information Technology and Management*, 8.
- EPC Global Türkiye**, 2006a, EPCglobal Ağı Nedir, <http://www.epcglobaltr.org\epcAgiNedir.pdf> (10.01.2009).
- EPC Global Türkiye**, 2006b, RFID: Sıkça Sorulan Sorular, <http://www.epcglobaltr.org\rfid-Sss.htm> (10.01.2009).
- EPC Global Türkiye**, 2006c, UHF Class1 Gen2 Özellikleri, <http://www.epcglobaltr.org\Class1Gen2.mht> (10.01.2009).
- Erkayhan Ş.**, 2007. RFID Presentation for Seeburger, RFID Eurasia Sempozyumu, İstanbul (<http://www.rfid.itu.edu.tr> (02.12.2008)).
- Ertürk O.**, 2007, NEXUS RFID Presentation, RFID Eurasia Sempozyumu, İstanbul (<http://www.rfid.itu.edu.tr> (02.12.2008)).
- İ.T.Ü. RFID Araştırma ve Test Merkezi**, 2008a, Sözlük, <http://www.rfid.itu.edu.tr\sozluk.htm> (02.12.2008).
- İ.T.Ü. RFID Araştırma ve Test Merkezi**, 2008b, RFID, <http://www.rfid.itu.edu.tr\rfid.htm> (02.12.2008).
- Koç Sistem**, 2008a, Tedarik Zincirinde RFID, <http://www.kocsistem.com.tr> (08.01.2009).
- Koç Sistem**, 2008b, RFID, Radyo Frekanslı Tanıma, <http://www.kocsistem.com.tr> (08.01.2009).
- Michael K., McCathie L.**, 2005, The Pros and Cons of RFID in Supply Chain Management, *Proceedings of the International Conference on Mobile Business*, 11-13 Haziran 2005, 623-629.

- Nuzum P., Johnson C.J.**, 2005. RFID – Lessons Learned, *Prologis Supply Chain Review*, Denver (<http://www.prologis.com> (05.02.2009)).
- Ozalp Ö., Lee H.L.**, 2005, Unlocking the Value of RFID, Working Paper, Stanford University, Graduate School of Business.
- Pala Z.**, 2007. RFID Teknolojisi ile Otomasyon - Bir Uygulama Olarak Otopark Takibi, *Yüksek Lisans Tezi*, YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Rieki J., Salminen T., Alakärppä I.**, 2008. Requesting Pervasive Services by Touching RFID Tags, Working Paper, University of Oulu, University of Lapland, Finland.
- RFID Çözümleri**, 2008a, RFID Nedir?, <http://www.rfidcozumleri.com/rfid-nedir.htm> (25.01.2009).
- RFID Çözümleri**, 2008b, RFID Standartları, <http://www.rfidcozumleri.com/rfid-standartlari.htm> (25.01.2009).
- RFID Turkey**, 2008, RFID, <http://www.rfidturkey.com> (28.01.2009).
- Sezen B.**, 2001. Dağıtım Kanallarında Lojistik Performans, Adalet Algısı ve Kanal Üyesi Memnuniyeti, *Doktora Tezi*, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gebze.
- Tunç N. B.**, 2006. Lojistik ve Tedarik Zincirinde Dengelenmiş Performans Kartı Uygulaması, *Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Uçkun C.**, 2006. Modeling and Analysis of Radio Frequency Identification Technology (RFID) within the Supply Chain, *Yüksek Lisans Tezi*, Koç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Üstündağ A., Tanyaş M.**, 2008. Radyo Frekanslı Tanıma Sistemi (RFID) Yatırımlarını Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Çalışma, İ.T.Ü. RFID Araştırma ve Test Merkezi, İstanbul (<http://www.rfid.itu.edu.tr> (02.12.2008)).

# EKLER

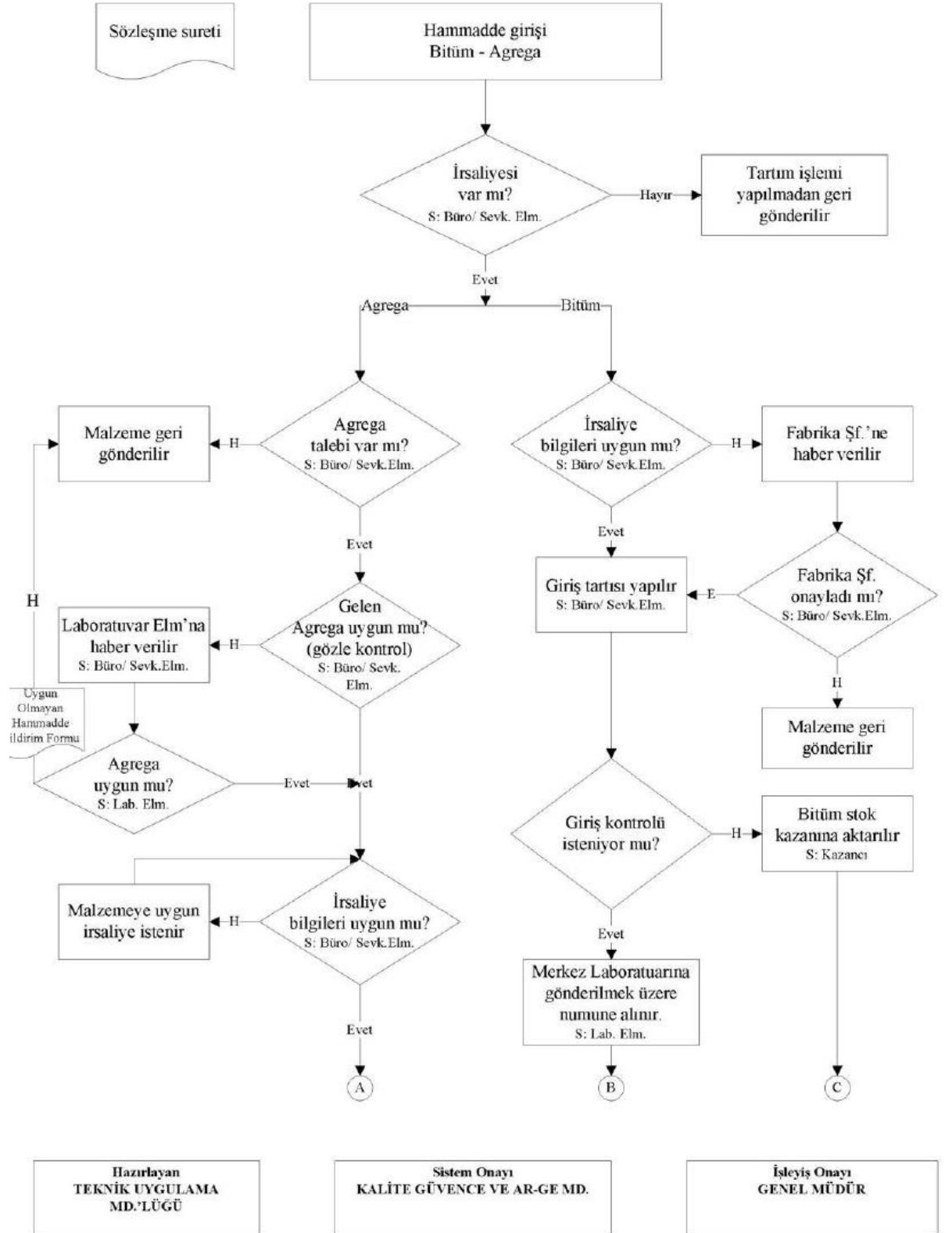
## Ek A. Asfalt Üretim

### Ek A1. Asfalt Üretim Prosesi

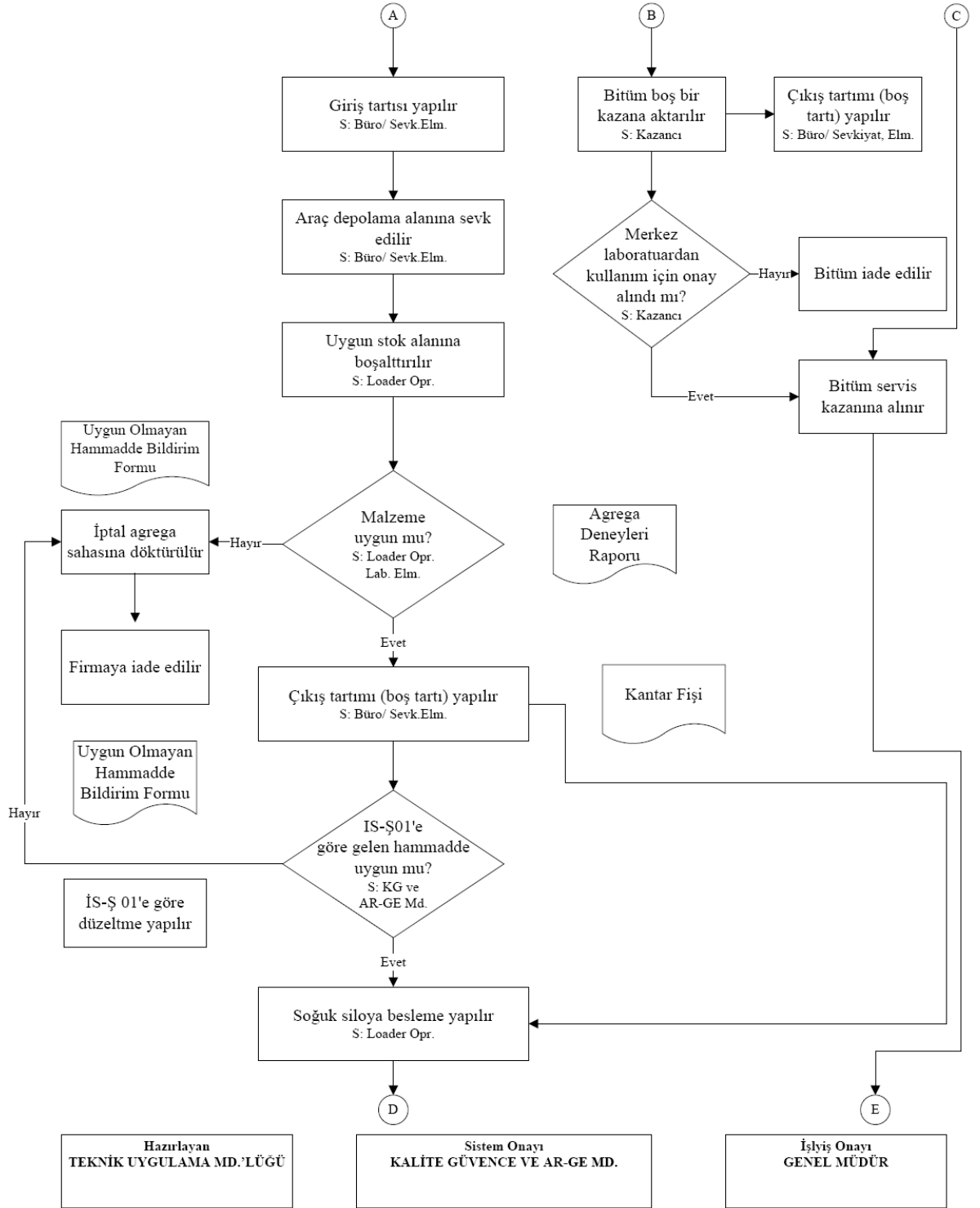




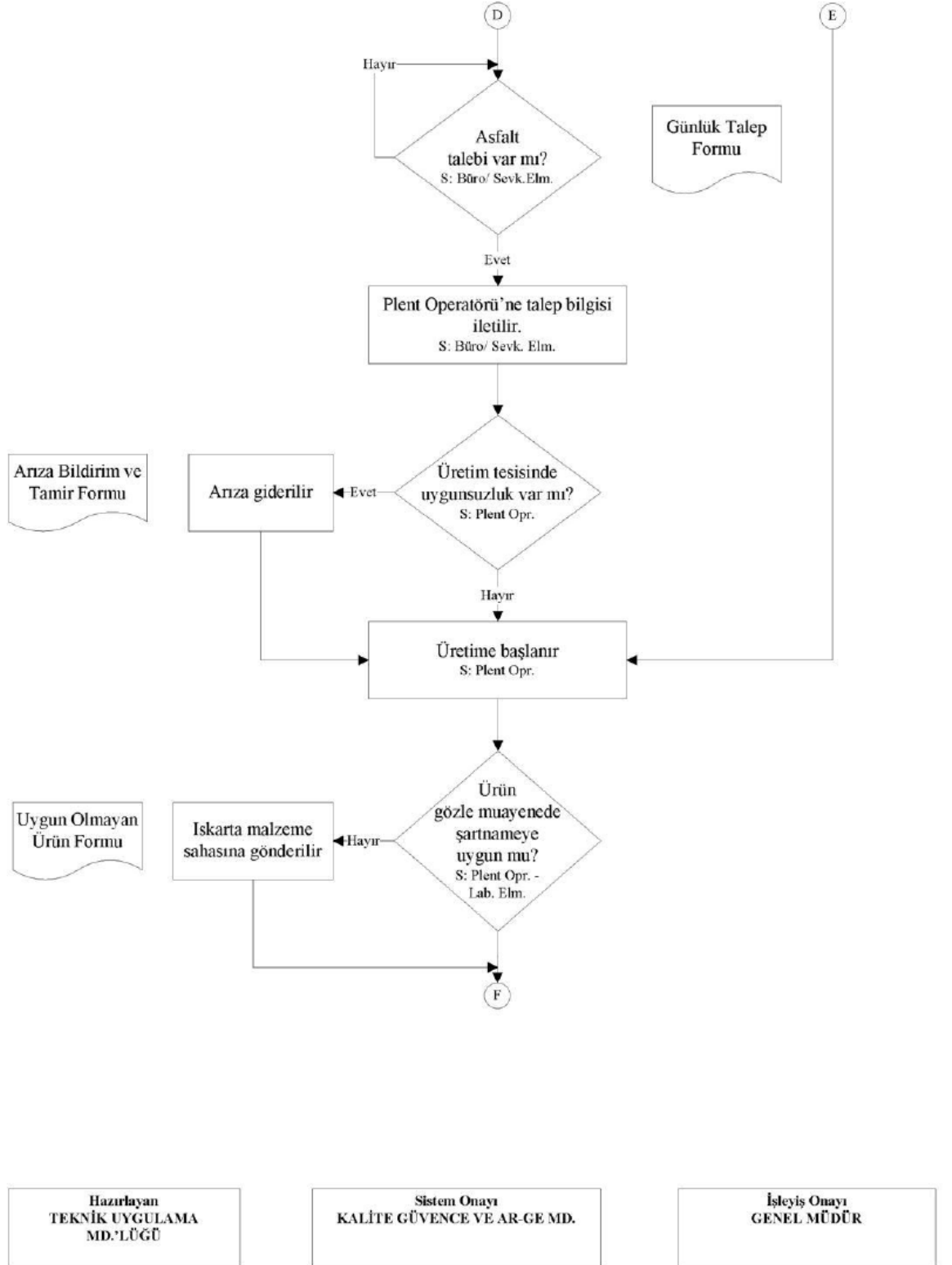
## EK A2. Asfalt Üretimi Akış Şeması



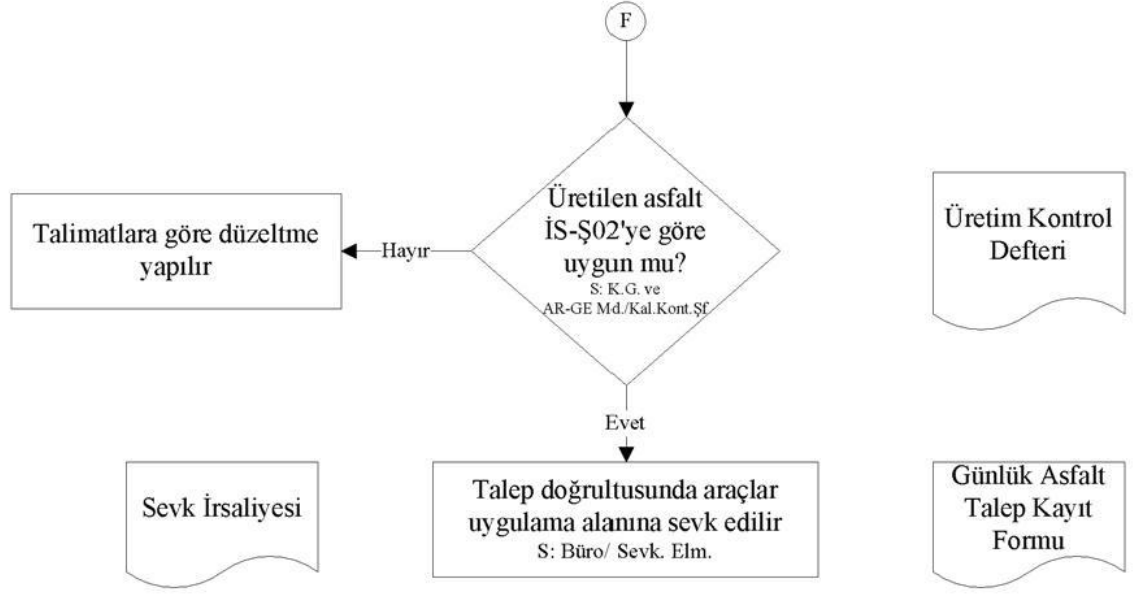
Ek A2. (Devam)



Ek A2. (Devam)



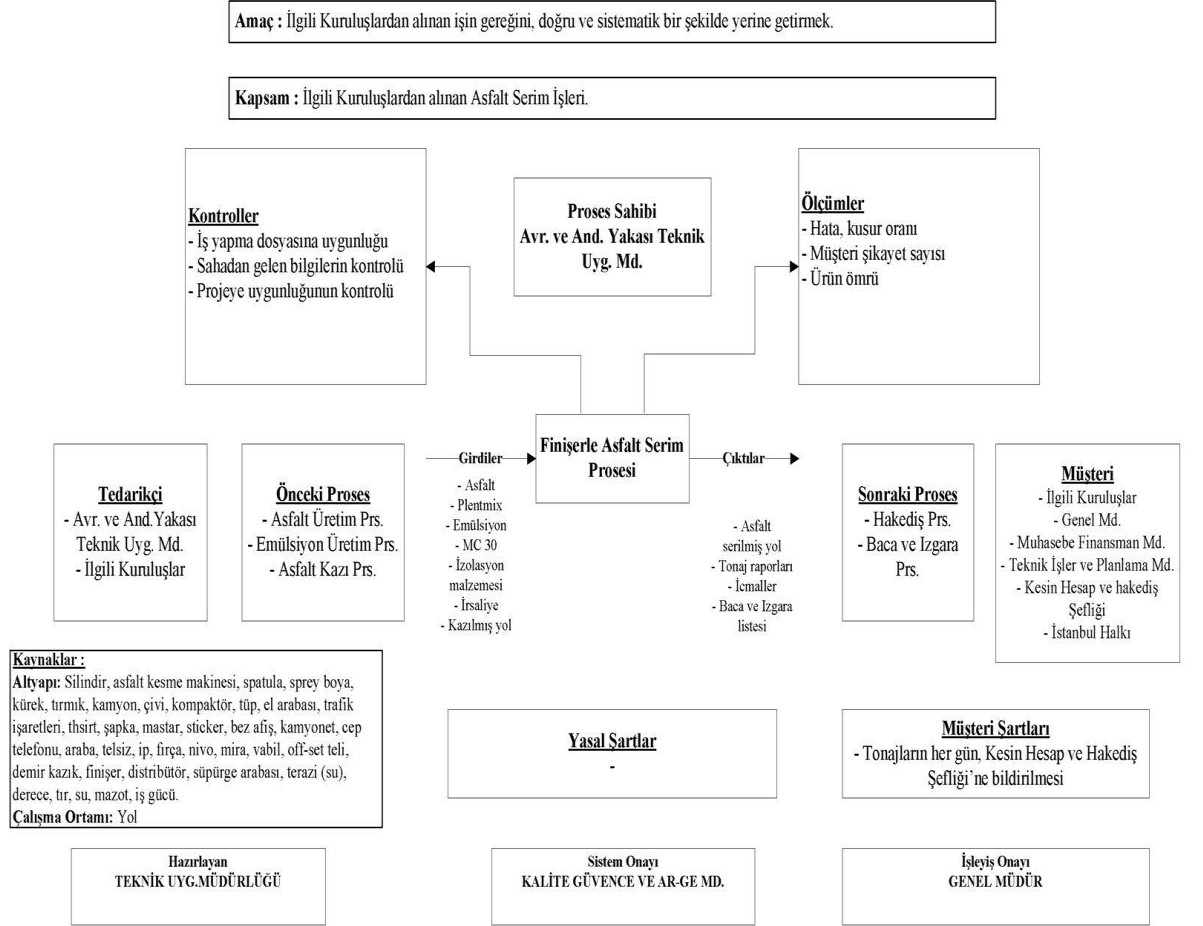
Ek A2. (Devam)



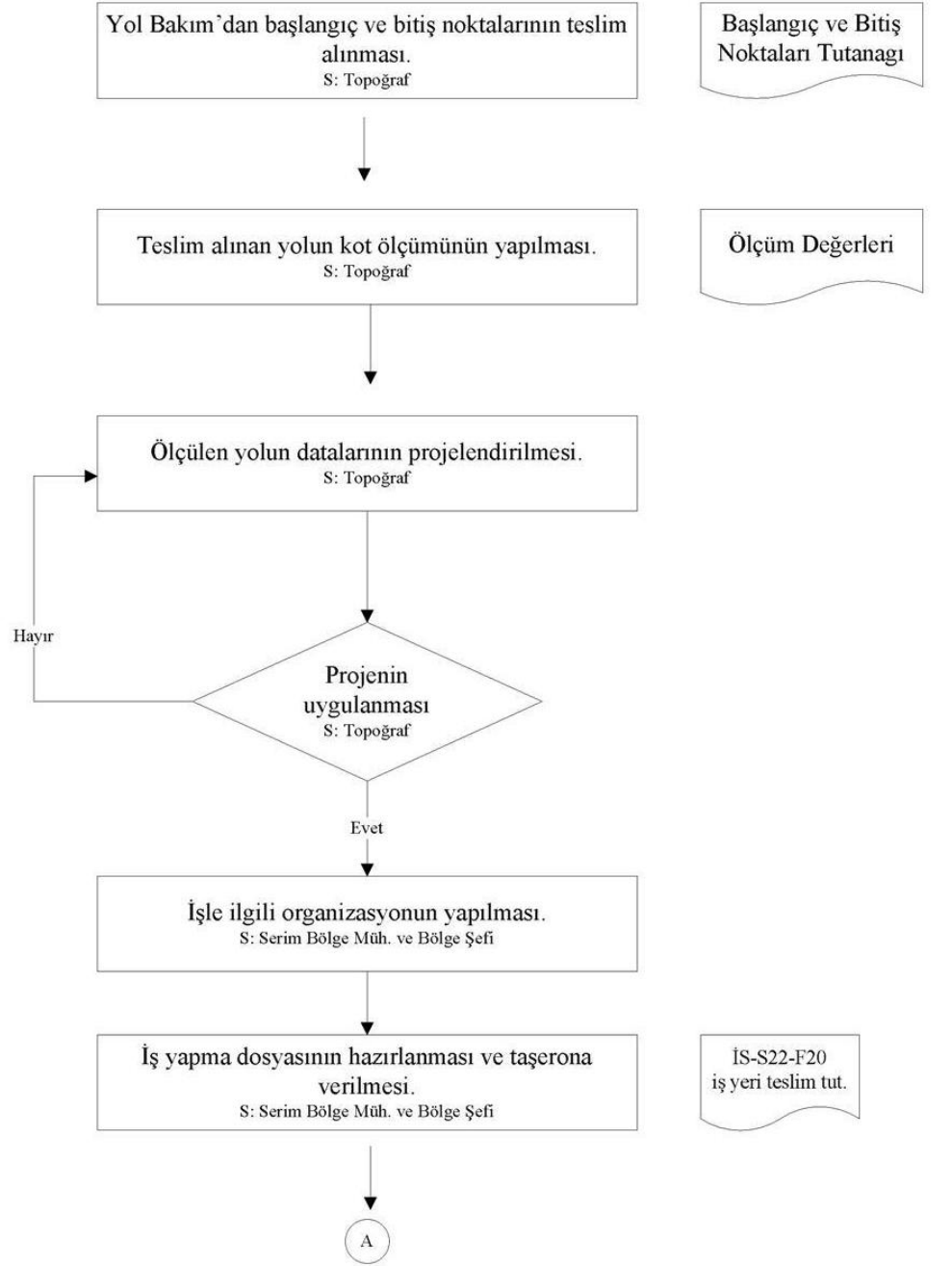
İletilecek Bilgi	Kimden	Kime	Yöntem
Asfalt Üretim Talebi	Asfalt Uyg.Şefliği	Büro/ Sevk.Elm.	Telefon - Telsiz

## Ek B. Finişer

### Ek B1. Finişer Prosesi



## Ek B2. Finişer Akış Şeması

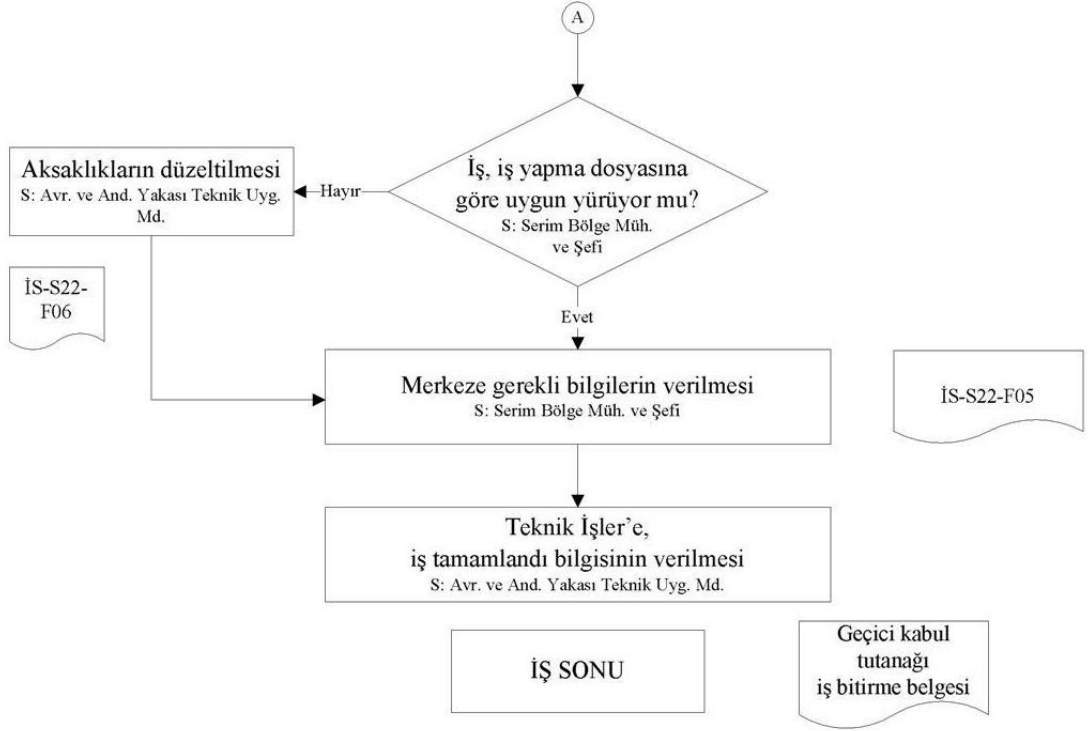


Hazırlayan  
TEKNİK UYG.MÜDÜRLÜĞÜ

Sistem Onayı  
KALİTE GÜVENCE VE AR-GE MD.

İşleyiş Onayı  
GENEL MÜDÜR

Ek B2. (Devam)



Hazırlayan  
TEKNİK UYG.MÜDÜRLÜĞÜ

Sistem Onayı  
KALİTE GÜVENCE VE AR-GE MD.

İşleyiş Onayı  
GENEL MÜDÜR

## ÖZGEÇMİŞ

Lise öğrenimini 2002’de Bağcılar (YDA) Lisesi’nde tamamladı. Aynı yıl Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’ne başladı. Bitirme tezi olarak KANBAN sisteminin bir yedek parça firmasında uygulanabilirliği üzerine çalışma yaptı. Üretim stajını Anadolu Cam Sanayi A.Ş.’de yaptı. Yönetim stajını Mercedes-Benz Türk A.Ş.’de yaptı. Nisan 2007’de İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştiraklerinden olan İSFALT A.Ş.’de Sevkiyat Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Eylül 2007’de İstanbul Ticaret Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Programına başladı. Tedarik Zinciri, Süreç Yönetimi, Bilgi Sistemleri, Bilgi Yönetimi, Kalite, Yöneylem, Stratejik Planlama ve Sistem Dinamiği ile ilgili dersler aldı. Bahçeşehir Üniversitesi’nde “Supply Chain Development” konulu bir konferansa katıldı. İstanbul Teknik Üniversitesi RFID Test ve Araştırma Merkezi’nin düzenlediği “II. RFID Sempozyumu”na katıldı. Çalışma süresi boyunca yaptığı gözlemler sonucu “RFID Sistemi Kullanılarak Lojistik Süreçlerin İyileştirilmesi ve Bir Uygulama Önerisi” isimli yüksek lisans tezini hazırladı. Halen İSFALT A.Ş.’de çalışmaktadır.