

T.C.
ÇAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

ÇOK LOKASYONLU İŞLETMELERİN, SEVKİYAT
PLANLARINI OPTİMİZE ETMEK İÇİN BİLGİSAYAR
DESTEKLİ BİR MODELİN KURULMASI VE UYGULAMA

TEZİ YAZAN

Ali CAMGÖZ

TEZ DANIŞMANI

Yrd. Doç. Dr. İbrahim İNAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERSİN / ARALIK-2014

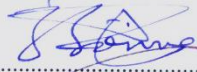
TEZ İMZA SİRKÜLERİ

T.C

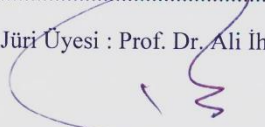
ÇAĞ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

“ÇOK LOKASYONLU İŞLETMELERİN, SEVKİYAT PLANLARINI OPTİMİZE ETMEK İÇİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ BİR MODELİN KURULMASI VE UYGULAMA” başlıklı bu çalışma jürilerimiz tarafından oy birliği ile İşletme Yönetimi Anabilim Dalında **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.



Jüri Başkanı - Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ali İhsan SÖNMEZ



Jüri Üyesi: Yrd.Doç.Dr. Murat KOÇ

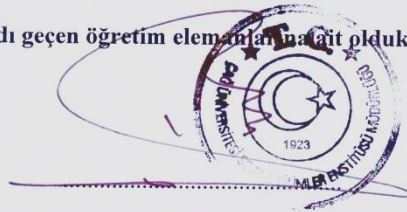


Jüri Üyesi: Yrd.Doç.Dr. Murat GÜLMEZ



Tez Danışmanı - Jüri Üyesi: Yrd.Doç.Dr. İbrahim İNAN

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.



19/12/2014

Yrd.Doç.Dr.Murat KOÇ

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 Sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sürecinde yanımda olan, her aşamada birebir çalışarak yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. İbrahim İNAN' a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimde fikir lideri olan, yüksek lisans öğrenimi yapmama zemin sağlayan, meslek hayatımda her konuda destek veren değerli yöneticim Gürol ÖZER' e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca yanımda olan, aynı süreçte hayatlarımızı birleştirdiğimiz sevgili eşim Merve HAYIR CAMGÖZ' e gönülden teşekkür ederim.

19.12.2014

Ali CAMGÖZ

ÖZET

ÇOK LOKASYONLU İŞLETMELERİN, SEVKİYAT PLANLARINI OPTİMİZE ETMEK İÇİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ BİR MODELİN KURULMASI VE UYGULAMA

Ali CAMGÖZ

Yüksek Lisans Tezi, İşletme Yönetimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. İbrahim İNAN

Aralık 2014, 146 Sayfa

Günümüzde işletmeler teknolojik gelişmeleri yakından takip ederek rekabet ortamında avantajlı duruma gelmek istemektedirler. Son yıllarda endüstriyel uygulamalarda otomasyon sistemlerinin kullanılması ile işletmelerin tüm bölümleri arasında veri alışverişleri yapılabilmektedir. Optimizasyon kavramının teknoloji ile buluşması ise işletmelerde karar verme mekanizmalarının insanlardan, bilgisayarlara geçişini sağlamıştır.

Bu tez çalışması; işletmelerin lojistik bölümlerinde sevkiyat sürelerini veya sevkiyat maliyetlerini en düşük seviyeye getirmek için bir model kurularak, modelin optimizasyonunun yapılmasını kapsamaktadır. Çalışmanın uygulama bölümünde Çözücü kullanılarak dört lokasyona sahip bir işletmenin altı aylık sevkiyat planı modellenerek optimizasyonu sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sevkiyat, Optimizasyon, Çözücü, Model

ABSTRACT

INSTALLATION AND APPLICATION OF A COMPUTER-AIDED MODEL OF MULTI-LOCATED COMPANIES FOR OPTIMIZING OF SHIPPING PLANS

Ali CAMGÖZ

MBA Thesis, Department of Business Administration

Supervisor: Assist. Prof. Dr. İbrahim İNAN

December 2014, 146 Pages

Today, companies want to be in an advantageous position in terms of competition by keeping inline with the latest technological advances. In recent years, the use of automation systems in industrial applications made data exchange between every department of the companies possible. When the concept of optimization was combined with technology the decision mechanism in companies shifted from humans to computers.

This research covers designing a model and optimizing this model in order to minimise the delivery time or delivery costs in logistics department of a company. In the application part of this study, a six month delivery plan of a company with four locations was modelled and the model optimized by using solver.

Key Words: Delivery, Optimization, Solver, Model

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Örnek Uygulama Verileri	61
Tablo 2.2. Problemin Çözümü	62
Tablo 4.1. Sabit Değerler Tablosu	71
Tablo 4.2. Nakliye Maliyetleri Tablosu	72
Tablo 4.3. Nakliye Süreleri Tablosu	72
Tablo 4.4. Araç Tonaj Kapasitesi Tablosu	73
Tablo 4.5. Stok Miktarları Tablosu	73
Tablo 4.6. Üretim Miktarları Tablosu	74
Tablo 4.7. Satış Miktarları Tablosu	74
Tablo 4.8. Gelen Sevkiyatlarla Stok Miktarları Tablosu	75
Tablo 4.9. İhtiyaç Miktarları Tablosu	76
Tablo 4.10. Sevk İhtiyaç Miktarları Tablosu	76
Tablo 4.11. Toplam Sevkiyat Miktarları Tablosu	77
Tablo 4.12. Toplam Sevkiyat Süreleri Tablosu	78
Tablo 4.13. Sevkiyat Maliyetleri Tablosu	78
Tablo 4.14. Sevkiyat Süreleri Tablosu	79
Tablo 4.15. Toplam Sevkiyat Maliyetleri Tablosu	80
Tablo 4.16. Yapılması Gereken Sevkiyat Miktarları Tablosu	80
Tablo 4.17. Hedef Hücreler Tablosu	81
Tablo 4.18. Sevk İhtiyaç Miktarları Çözüm Tablosu	89
Tablo 4.19. Sevkiyat Miktarları Çözüm Tablosu	90
Tablo 4.20. Sevkiyat Maliyetleri Çözüm Tablosu	91
Tablo 4.21. Toplam Sevkiyat Maliyetleri Çözümü Tablosu	91
Tablo 4.22. Hedef Çözümü (Maliyet) Tablosu	92
Tablo 4.23. Sevkiyat Miktarları Çözüm Tablosu	92
Tablo 4.24. Sevkiyat Zaman Çözüm Tablosu	93
Tablo 4.25. Sevkiyat Toplam Zaman Tablosu	93
Tablo 4.26. Hedef Çözüm (Zaman) Tablosu	94

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. İtme Sistemi	19
Şekil 2.2. Çekme Sistemi	20
Şekil 2.3. QR Örneği.....	39
Şekil 2.4. QR Kullanımı	40
Şekil 2.5. Coğrafi Bilgi Sistemi	42
Şekil 2.6. Ağ Yapıları	44
Şekil 2.7. Çözücü Parametrelerinin Girilmesi	61
Şekil 4.1. Excel Ayarları.....	82
Şekil 4.2. Excel Seçenekleri	83
Şekil 4.3. Eklentiler	84
Şekil 4.4. Çözücü Eklentisi.....	85
Şekil 4.5. Çözücü Parametreleri	85
Şekil 4.6. Çözücü Ayarları.....	86
Şekil 4.7. Çözücü Sonuçları.....	88

KISALTMALAR

TZY	: Tedarik Zinciri Yönetimi
Akt	: Aktaran
GPS	: Global Positioning System – Küresel Konumlama Sistemi
ERP	: Enterprise Resource Planning – Kurumsal Kaynak Planlama
HY	: Hız Yönetimi
KT	: Kısıtlar Teorisi
RFID	: Radio Frequency Identification – Radyo Frekansı İle Tanımlama
QR	: Quick Response – Çabuk Tepki, Karekod
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
BT	: Bilgi Teknolojileri
DYS	: Depo Yönetim Sistemi
JIT	: Just In Time- Tam Zamanında
ITV	: In-Transit Visibility – Taşımada İzlenebilirlik
CSCMP	: Counsil of Supply Chain Managament Professional – Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi,

İÇİNDEKİLER

KAPAK.....	i
TEZ İMZA SİRKÜLERİ.....	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR	viii
İÇİNDEKİLER	ix

BÖLÜM I

1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımlanması	1
1.2. Çalışmanın Amacı	2
1.3. Çalışmanın Önemi.....	2
1.4. Çalışmanın Dayandığı Varsayımlar	3
1.5. Çalışmanın Kısıtları	4
1.6. Çalışmada İzlenilen Yöntem	4

BÖLÜM II

2. TEMEL KAVRAMLAR	7
2.1. Lojistik Tanımı	7
2.2. Lojistik Yönetimi	9
2.2.1. Lojistik Yönetimindeki Avantajlar	10
2.2.2. Lojistik Yönetimindeki Dezavantajlar	10
2.3. Tedarik Zinciri ve Tedarik Zinciri Yönetimi	11
2.4. Tedarik Zinciri ve Lojistik İlişkisi	15
2.5. Tedarik Zinciri Karmaşıklığı.....	16
2.6. Tedarik Zincirinde İlkeler	18

2.7.	Tedarik Zinciri Paradigmaları	19
2.8.	Tedarik Zinciri Çözümleri.....	20
2.9.	Lojistik Faaliyetler	21
2.9.1.	Talep ve Sipariş Yönetimi	21
2.9.2.	Stok ve Depolama Yönetimi.....	22
2.9.3.	İşletme İçi Sevkiyat ve Çapraz Lojistik.....	26
2.9.3.1.	Çapraz Sevkiyatın Nedenleri.....	27
2.9.3.2.	Çapraz Sevkiyatın Avantajları ve Dezavantajları.....	28
2.9.4.	Paketleme Yönetimi.....	29
2.9.5.	Sevkiyat ve Dağıtım Süreçleri	29
2.9.6.	Lojistikte Hız Yönetimi	30
2.10.	Bilgi Yönetimi ve Teknolojileri	32
2.11.	Günümüzde Lojistik Alanında Kullanılan Bilgi Teknolojileri.....	33
2.11.1.	Barkod	34
2.11.2.	RFID(Radio Frequency Identification–Radyo Frekanslı Tanımlama) ..	35
2.11.3.	Akıllı Depolama	37
2.11.4.	Sensör Uygulamaları.....	38
2.11.5.	QR (Quick Response) Teknolojisi	39
2.11.6.	Coğrafi Bilgi Sistemi.....	41
2.11.7.	Web (Ağ) Tabanlı Hizmetler Internet-Intranet-Ekstranet.....	43
2.11.8.	ITV (In-Transit Visibility – Taşımada İzlenebilirlik)	45
2.11.9.	Araç Takip ve İzleme Sistemi– GPS.....	45
2.11.10.	ERP (Enterprise Resource Planning-Kurumsal Kaynak Planlama).....	46
2.12.	Bilgi teknolojilerinde karşılaşılan riskler	49
2.13.	İzlenebilirlik Kavramı	51
2.14.	Optimizasyon Kavramı.....	52
2.15.	Ofis Yazılımları ve İşletmelerdeki Önemi	54
2.16.	Modelleme Kavramı	55
2.17.	Çözümleyiciler ve Excel Çözücü	56
2.18.	Kısıtlar Teorisi ve Excel Üzerinde Bir Modelleme	56

BÖLÜM III

3. MODELLEME VE OPTİMİZASYON	63
3.1. Hedeflerin- problemlerin belirlenmesi	63
3.2. Sabit ve değişkenlerin belirlenmesi	64
3.3. Bilgi sisteminin oluşturulması ve verilerin düzenlenmesi	65
3.4. Farklı senaryoların değerlendirilmesi	65
3.5. Sonuçların kontrolü ve Geri- Besleme	66

BÖLÜM IV

4. BİR İNŞAAT FİRMASINDA MODELİN UYGULANMASI.....	68
4.1. Genel bilgi	68
4.2. Uygulamanın işletme için gerekliliği	68
4.3. Modelin uygulanması	69
4.3.1. Problemin tespiti	69
4.3.2. Yardımcı Tabloların Oluşturulması ve Sabit Hücrelerin Belirlenmesi	70
4.3.2.1. Sabit Değerler Tablosu	70
4.3.2.2. Nakliye Maliyetleri Tablosu	71
4.3.2.3. Nakliye Süreleri Tablosu	72
4.3.2.4. Araç Tonaj Kapasitesi Tablosu	72
4.3.2.5. Stok Miktarları Tablosu	73
4.3.2.6. Üretim Miktarları Tablosu	74
4.3.2.7. Satış Miktarları Tablosu	74
4.3.2.8. Gelen Sevkiyatlarla Stok Miktarları Tablosu	75
4.3.2.9. İhtiyaç Miktarları ve Sevk İhtiyaç Miktarları Tabloları	75
4.3.2.10. Toplam Sevkiyat Miktarları Tablosu	77
4.3.2.11. Toplam Sevkiyat Süreleri Tablosu	77
4.3.2.12. Sevkiyat Maliyetleri Tablosu	78
4.3.2.13. Sevkiyat Süreleri Tablosu	79
4.3.2.14. Toplam Sevkiyat Maliyetleri Tablosu	79
4.3.3. Değişken Hücrelerin Belirlenmesi	80
4.3.4. Hedefin Belirlenmesi	81

4.3.5.	Kısıtların belirlenmesi.....	81
4.3.6.	Verilerin Model Üzerinde Gösterilmesi	82
4.3.7.	Çözücü Ayarlarının Yapılması	86
4.3.8.	Problemin Çözümü ve Değişen Hücreler	88
4.3.9.	Çözümün Yorumlanması	89
4.3.9.1.	En Küçük Sevkiyat Maliyeti Çözümü	89
4.3.9.2.	En Kısa Sürede Gerçekleşen Sevkiyat Çözümü	92
4.3.10.	Raporların Oluşturulması ve İncelenmesi	94
4.3.11.	Senaryoların Oluşturulması.....	94
5.	SONUÇ	96
6.	ÖNERİLER	98
7.	KAYNAKÇA.....	100
8.	ÖZGEÇMİŞ	105
9.	EKLER	106
9.1.	EK - 1: Maliyet Çözümü Yanıt Raporu	106
9.2.	EK - 2: Maliyet Çözümü Duyarlılık Raporu	113
9.3.	EK - 3: Maliyet Çözümü Sınırlamalar Raporu	117
9.4.	EK - 4: Zaman Çözümü Yanıt Raporu.....	119
9.5.	EK - 5: Zaman Çözümü Duyarlılık Raporu	126
9.6.	EK - 6: Zaman Çözümü Sınırlamalar Raporu.....	130
9.7.	EK - 7: Problemin Modellenmesi	132
9.8.	EK - 8: Problemin Maliyet Çözümü	133
9.9.	EK - 9: Problemin Zaman Çözümü.....	134

BÖLÜM I

1. GİRİŞ

Birden fazla lokasyonda faaliyet gösteren işletmeler, lokasyonların organizasyonları ve haberleşmesi ile bilgilerin saklanabilmesi için teknolojik gelişmelere en çok ihtiyaç duyan kuruluşlardır. Bu işletmelerde şehir içi, şehirlerarası hatta ülkeler arası sevkiyatlar yapılabilmektedir. Bu sevkiyatların etkin yönetimi işletme maliyetlerinden birçok kalemin azalmasını sağlamaktadır. Ayrıca zamanında teslimat, işgücünden tasarruf ve müşteri memnuniyeti açısından işletmeye artı değerler sunmaktadır. Günümüz bilgi sistemlerinden de faydalanılarak raporlama ve analiz süreçlerinde gereken verileri elde edebilmek için sevkiyat, işletmeler açısından önemi olan bir bölüm olarak yerini korumaktadır.

Teknolojik gelişmeleri takip ederek rekabet avantajını kullanan işletmeler daha uzun süre ayakta kalmaktadırlar. İşletmeler, kalite yönetim sistemlerini güncel tutabilmek için üretim, bakım, finans ve tedarik süreçlerinde bilgi sistemlerine ihtiyaç duymaktadırlar.

1.1. Problemin Tanımlanması

Son zamanlarda, işletmelerin karşı karşıya kaldığı ve sürekli yükselen bir eğilim olan lojistik maliyetleri bir yöneticinin özellikle ve derinden inceleme ve denetleme kararı aldığı alan olmaktadır. Bu maliyetin etkin olarak yönetilmesi gerekmektedir.

Birden fazla lokasyonda faaliyet gösteren işletmelerde; hammadde, yarı madde ve ürün sevkiyatları yapılmaktadır. Bu sevkiyatların en az maliyet veya en az süre ile yapılması işletme karlılığını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle sevkiyatların; hangi lokasyondan, hangi lokasyona ve hangi miktarda yapılacağını hesaplama gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Optimizasyon ve modelleme üzerine yapılan araştırmalar ve faaliyetlerin sonucu olarak, karmaşık problemleri çözebilen güçlü araçlar ortaya çıkmıştır. İşletmeler için tasarlanan modelleme araçları ile süreçler kaydedilirken, hedefler doğrultusunda optimizasyon gerçekleştirilmektedir. Günümüzde, işletmelerin bu araçlara sahip olması

ise yüksek maliyetler gerektirmektedir. Bu çalışma, işletmelerin kendi imkanlarıyla model oluşturarak, süreçlerini optimize etmelerine olanak vermiştir.

1.2. Çalışmanın Amacı

İşletmelerde bilgi teknolojileri (BT) kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Rekabet ortamında, kurumsal bilişim sistemleri sağladığı avantajlar ile işletmeleri rakiplerinden daha ileri seviyeye taşımaktadır. Mühendislik biliminin çizgilerinin dışına çıkması ve öğrenme yeteneğine sahip teknolojilerin kullanıma başlanması ile birlikte artık tasarımlar belirli yeteneklere sahip olmak haricinde yeni yetenekler kazanabilecek seviyeye gelmiştir. Mühendislik günümüzde işletmelerle doğrudan etkileşim içine girmiş ve işletmeler kendi istekleri doğrultusunda teknolojilerini uyumlandırma yoluna gitmiştir. Bu çalışma, işletme verileri ile bilişim sistemlerini kullanarak sevkiyat maliyetlerini veya sevkiyat sürelerini en aza indirmek için yapılmıştır. Eski deneyimlere bağlı kalan ve geçmişten gelen prosedürlerle yapılan sevkiyat planlarını yeniden analiz etmek için uygulanabilir bir model tasarlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı kontrol edilmesi gereken lojistik maliyetlerini oluşturan en büyük girdilerden biri olan araç rotalama problemleri üzerine bir model geliştirerek, lokasyonlar arası sevkiyat maliyetlerini optimal düzeye getirmektir. Maliyet kontrollerinin yanı sıra sevkiyatların güvenli bir şekilde ve tüm verilerin kayıt altına alınarak yapılması sağlanabilmektedir. Sevkiyat sürelerinin en aza indirgenmesi ile işletmeler için en az maliyet veya en az süre seçenekleri üretilerek karar vermede yardımcı bir kaynak oluşturulmuştur.

1.3. Çalışmanın Önemi

İşletmeler, belirsizlik durumlarında tüm seçenekleri inceleyerek en sağlıklı kararı vermeye çalışırlar. Sevkiyat ile ilgili verilen kararları şoförlerin deneyimleri, yol durumu ve geçmişteki tecrübeler doğrudan etkilemektedir. Verilen kararların bir kısmı ise herhangi bir bilimsel gerçeğe dayandırılmamaktadır. Bu çalışmada verilen kararların bilimsel ve analitik olmasına dikkat çekilmiştir. Matematiksel modellerle hesaplanmış

ve raporlar ile ispatlanmış çözümler ile işletmelerin karar verme mekanizmalarında farklı bir seçenek ortaya koyulmuştur.

Veri analizlerinin yapılabilmesi ile zamanında teslimat kolaylaşmakta ve müşterilere daha kaliteli ve kolay bir hizmet sunulmaktadır. Bu çalışmada; taşıma maliyetleri haricinde minimum stok ve üretim ile satış planlarının da modele dahil edilerek modelin en etkin şekilde kullanımı hedeflenmiştir.

Çalışmada bilgisayar yardımı ile optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak çimento sektöründe bir yarı mamul sevkiyatının minimum süre veya minimum maliyet ile planlanması sağlanmıştır. Araç rotalama ve optimizasyon üzerine hazırlanan araştırmalar rehberliğinde yapılan çalışma sonucunda farklı sektörlerde farklı amaçlar için kullanabilecek bir model kurulmuştur.

1.4. Çalışmanın Dayandığı Varsayımlar

Bu çalışmada, modelin uygulanması ve optimizasyonu için işletmenin üretim, satış miktarları ve sevkiyat süreleri ile sevkiyat maliyetleri dışında süreç boyunca sahip olduğu tüm kısıtlar dikkate alınmıştır. Tek bir sürecin kısıtlarını değil, tüm sistemin kısıtlarını dikkate alan Kısıtlar Teorisi (KT), tüm işletmelerde uygulanabilir bir varsayımdır.

KT, sistemin parçalarını oluşturan işleri birbirinden bağımsız işler olarak değil, bir bütün halinde inceler. Sistem bir bütündür ve sistemi oluşturan parçalar birbirleri ile ilişkilidir. KT, en zayıf halka prensibini benimsemektedir. Sistemi oluşturan işler bir zincirin halkaları olarak düşünülür. Zincirin gücü, işlerin bütünü, sistemin gücünü yani başarısını göstermektedir. Fakat bir zincir en zayıf halkası kadar güçlüdür (Dettmer, (1997)'den Akt.: Kırıcıl, 2007: 368). Bu da bir sistem kendisini oluşturan işlerin en zayıfı kadar güçlüdür ve başarılıdır demektir. En zayıf halka sistemin kısıtıdır. Yani sistemin ilerlemesini, yüksek performans göstermesini engelleyecek yapıdaki halkasıdır. Bu nedenle amaç, sistemdeki en zayıf halkayı ya da halkaları bulmak ve kısıtları ortadan kaldıracak çözümleri oluşturmak olmalıdır. Bunun için sistemi oluşturan işlere değil tüm sisteme odaklanmak ve her parçanın sistemdeki görevini ve

diğer parçalarla ilişkisini dikkate almak gerekmektedir (Reid ve Cormier, (2003)'den Akt.: Kırıcıl, 2007: 368). Teori en genel anlatımla organizasyonların sahip oldukları kısıtları yönetmesini sağlayan bir araçtır.

1.5. Çalışmanın Kısıtları

Çalışma, Microsoft Excel yazılımına bir eklenti olarak çalıştırılan Solver (Çözücü) ile modellenmiştir. Bu kapsamda dört farklı şehirde etkinlik gösteren bir firmanın üretim, minimum stok, satış miktarları ile şehirlerarasında karayolu ile nakliyat maliyetleri ve süreleri dikkate alınarak sınırlandırılmıştır. Yol gösterici olması açısından diğer çalışmalara rehberlik edecek şekilde bir model kurulmuş ve altı aylık zaman zarfında optimal maliyet veya optimal süre hesaplanacak şekilde modele yerleştirilmiştir. Çözücü mantığı; insan kaynakları, satış, muhasebe, stok yönetimi ve ürün ile üretim planlama bölümleri de dahil işletmelerin farklı alanlarında farklı amaçlar için kullanılabilir. Veri tabanları ile entegrasyonu yapılarak otomasyonu sağlanabilir. Bu çalışmada veriler ve çözümleme aynı dosyada yer almaktadır.

Uygulamanın, tedarik zinciri yönetimi (TZY) kapsamında üretim ve planlama bölümü olan bir şirkette yapılması gerekmektedir. Ayrıca optimizasyonu sağlamak için şirket çok lokasyonlu olmalıdır.

Çalışmanın, lojistik-bilişim teknolojileri çerçevesinde ele alınması gereklidir. Çalışma Microsoft Excel üzerine kurulu Çözücü eklentisinin sahip olduğu sınırlar kapsamında incelenmelidir. Çözücü eklentisi 200 karar değişkeni ve 100 kısıt ile sınırlıdır.

1.6. Çalışmada İzlenilen Yöntem

Çalışmada; lojistik ve lojistik alanında kullanılan teknolojiler hakkında bilgi verilmiş, modelleme ve optimizasyon kavramları açıklanmıştır. Dört lokasyona sahip bir işletmenin altı aylık zaman diliminde üretim ve satış miktarları ele alınarak bir model oluşturulmuştur. Minimum stok, lokasyonlar arası sevkiyat süre ve maliyetleri modele aktarıldıktan sonra iki farklı çözümde minimum sevkiyat maliyetleri ve

minimum sevkiyat süreleri ile ilgili çözümler yapılmıştır. Çözüm sonrasında ise her lokasyonun bir diğer lokasyona yapacağı sevkiyatlar planlanmıştır.

Çalışmada, günümüzde kullanılan optimizasyon teknolojileri hakkında arşiv araştırması ve kaynak taraması yapılmıştır. Materyal olarak Microsoft Excel yazılımı kullanılmıştır.

Çalışmanın teorik altyapısını oluşturan TZY hakkında literatür araştırması yapılmıştır. Lojistik, tedarik zinciri, lojistik faaliyetleri, lojistik bilişim sistemleri, Microsoft Excel ve Çözücü kavramlarının açıklamalarına yer verilmiştir.

Çalışmanın uygulama aşamasında ise iki farklı çözüm ile dört lokasyonda üretim yapan bir firmanın, altı aylık süreçte sevkiyatlara ait maliyetlerinin ve sevkiyat sürelerinin optimizasyonu gerçekleştirilmiştir.

Çalışma temel olarak (4) dört bölümden oluşmuştur.

Birinci bölümde çalışma ile ilgili bilgiler verilmiştir. Çalışmanın amacı, önemi ve sınırları açıklanmıştır. Problem tanımlanmış ve çalışmada izlenen yöntem belirtilmiştir.

İkinci bölümde amaçlar ve temel kavramlar üzerinde durulmuştur. Lojistik yönetimi ve stok yönetimi ile bu aşamalarda kullanılan mevcut BT hakkında bilgiler yer almaktadır. Firmaların bu teknolojilere hangi alanlarda ihtiyaç duyabileceği, en hızlı ve minimum maliyetle sevkiyat yapabilmek için teknolojinin gereklilikleri ortaya koyulmuştur. Kullanılan araçlar ve optimizasyon kavramları detaylı olarak bu bölümde incelenmektedir.

Üçüncü bölümde işletmelerde sevkiyat planlarının optimizasyonu ve modelleme hakkında bilgi verilmiştir. Sevkiyat planını optimize etmek için nasıl bir sistem kurulacağı ve bu sistemin kurulması için izlenecek adımlar üzerinde durulmuştur. Sevkiyat maliyetlerinin ve sevkiyat sürelerinin minimize edilmesi için gereken modelleme incelenmiştir. Planlamaların şekli ve evreleri, farklı senaryoların nasıl

oluşturulacağı, çözümlemeler ve bu çözümlemelere tepki olarak gelen sorunların kontrolü anlatılmıştır. Modelden maksimum verim almak, sabit ve değişkenleri doğru belirlemek için yapılması gerekenler anlatılmıştır.

Dördüncü ve son bölümde ise bir işletme için model uygulanmış ve tüm aşamalarıyla detaylı olarak anlatılarak optimizasyonu sağlanmıştır. Sonuçlar incelenmiş ve raporlar oluşturulmuştur.

BÖLÜM II

2. TEMEL KAVRAMLAR

Bu bölümde; çalışmada yer alan kavramlar, literatür çalışmaları ile açıklanmıştır. Lojistik, TZY, lojistik alanında sıkça kullanılan teknolojiler gibi konulara değinilmiştir. Üçüncü ve dördüncü bölümde yer verilecek terimler hakkına açıklamalar yapılmıştır.

2.1. Lojistik Tanımı

Lojistik (logistics) kelime kökü itibariyle Latin dilinden Logic (mantık) ve Statics (istatistik) kelimelerinin birleşiminden oluşmuştur, sözlük anlamı mantıklı istatistik (hesap)' tır. Türkçe sözlüklerde savaşa ya da askeri bir organizasyonda yol, haberleşme, sağlık, ikmal gibi hizmetleri sağlayan strateji bölümü lojistik mantık olarak tanımlanmıştır. Sözlüklerde başka bir tanımda ise, malzemelerin ve bazen de insanların organize hareketleri olarak tanımlanmıştır (Karacan & Kaya, 2011, s. 6).

Lojistik; hammadde, yarı mamul ve mamulden oluşan madde ve malzemelerin tedarik noktaları, fabrikalar, depolar, pazar yerleri ve tüketicilerinden oluşan farklı ulaşım noktaları arasında firmaların bu mal ve hizmetlerden beklentisini karşılamak amacıyla uygun düzeylerde ve güvenli bir şekilde taşınmasını yerine getirmeyi organize etmeleridir (Eker, 2006, s. 2).

Lojistik; ürünlerin üretimi ve hizmetlerin verilmesi dışında kalan, ürün ve hizmetlerin aktarılması için gereken tüm işlemleri kapsar. Üretimde ise bir tesiste, bölümler veya tesisler arasındaki mal akışını da kapsamaktadır. Ayrıca bu işlemler sürecinde oluşan malın hareketi, geçmiş etkinliklerin analizi, öngörme ve gelecek faaliyetlerin planlanması gibi bilgileri de içerir (Baudin, 2004, s.9).

İnsanoğlunun ihtiyaçlarının belirlenmesiyle ortaya çıkan lojistik, tarihin derinliklerinden günümüze kadar iç içe olduğumuz bir olgudur. Ancak sanayi devrimiyle birlikte dünyanın yaşadığı hızlı gelişmeler, tüketicilerin artan ihtiyaçları ve

geçtiğimiz yüzyılda küresel düzeyde yaşanan savaşlar, araştırmacıları lojistik kavramı üzerinde daha çok düşünmeye sevk etmiştir (Bahar, 2007, s. 3).

Ürün yok ise lojistik, tedarik zinciri ve yönetimi de olmaz. Lojistik ve tedarik zinciri kavramları ürünün en iyi şekilde taşınması, depolanması, teslimatı gibi parametreleri içerir.

Lojistik, Yunanca "Logistikos" kelimesinden türemiş olup, "hesap kitap yapma bilimi", "hesapta becerikli" anlamına gelmektedir. Askeri anlamda lojistik ise, "savaş unsurlarına, stratejik ve taktiksel olarak ihtiyaç duyulan ikmal maddeleri ile hizmet desteğini sağlamak için yapılan faaliyetler" şeklinde tanımlanmaktadır. Bu kapsamda lojistik, "orduların erzak ve mühimmat desteğinin düşünülerek hareket ettirilmesi sanatı" olarak ön plana çıkmıştır. Tarihsel gelişim içinde lojistik, sanayi devriminin gerçekleşmesi ve küreselleşmenin gündemi işgal etmesine kadar sadece askeri alanda sınırlı kalırken, sanayi devrimi, lojistiğin evriminde bir dönüm noktası olarak karşımıza çıkmaktadır (Çalış A. , 2003, s. 40).

Lojistik fonksiyonunun gün geçtikçe işletme yönetiminde önem kazanmasının nedenleri şöyle sıralanabilir (Kobu, 1996, s. 201-202):

- Taşıma uzaklıklarının ve maliyetlerinin artması,
- Üretim teknolojilerinin pek çok alanda doyma noktasına ulaşması nedeniyle yöneticilerin maliyet düşürmek amacıyla lojistik alanına yönelmesi,
- Stok kontrolünde JIT (tam zamanında tedarik), malzeme ihtiyaç planlaması gibi sistemlerinin yaygın biçimde kullanılması,
- Mamul çeşitlerinin gelişen ve değişen tüketici isteklerini karşılama zorunluluğu ile hızla artması,
- Bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ve haberleşme sistemlerinin gelişmesi,
- Çevreyi koruma amacıyla kullanılmış malzemelerin yeniden kullanılmak üzere işlenmesi,
- Büyük uluslararası üretim ve satış firmalarının çoğalması

İşletmelerde BT' nin lojistik bölümlerine dağılması; beraberinde raporlanabilir, analiz edilebilir bir yapı ortaya çıkarmıştır. Bu durumun sonucunda lojistik erişilebilir ve işletme ihtiyaçlarına göre revize edilebilir şablonlar oluşturmuştur.

Lojistik, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere, ham maddenin başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadar olan tedarik zinciri içindeki malzemelerin, hizmetlerin ve bilgi akışının etkili ve verimli bir şekilde, her iki yöne doğru taşınması, depolanması, planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi sürecidir. Bu sürecin ve faaliyetlerin yönetilmesine ise lojistik yönetimi denilmektedir.

2.2. Lojistik Yönetimi

Lojistik faaliyetlerde yaşanan gelişmeler ve karmaşık hale gelmesi “Lojistik Yönetimi” alanındaki gelişmeleri de hızlandırmıştır. Lojistik yönetimi, bir sistem yaklaşımı belirleyerek her biri ayrı bir maliyet unsuru olan fonksiyonlarla ilgilidir ve bu fonksiyonlar arasında değiş-tokuş dengesi sağlayarak müşteri hizmet düzeyini sürekli geliştirmeyi hedeflemektedir. İyi bir lojistik yönetimi, kaliteyi arttıran ve firmalara iç ve dış pazarlarda rekabet gücü kazandıran bir etki oluşturabilmelidir. Lojistik yönetimi; tedarikçi ve üretim tesislerinden, depo ve dağıtım merkezleri aracılığıyla perakendeci ve mağazalar boyunca her çeşit kaynağın, etkili ve müşteri isteklerine uygun ürünler oluşturulmasındaki etkisini inceleyerek iş sürecinin tamamında kaynak verimliliği ve maliyet etkinliği sağlar. Bunun için de temel olarak ulaştırma ve dağıtımdan hammadde, yarı bitmiş ve tamamlanmış ürünlerin stoklanması kadar her aşamada oluşan israfı elimine etmeye çalışır (Gülen, 2011, s. 31).

CSCMP , (TZY profesyonelleri konseyi, Council of Supply Chain Management Professional) lojistik yönetimi tanımında; müşterilerin ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla mal ve hizmet bileşenlerinin ilk çıkış noktasından son tüketim yapıldığı son nokta arasında en etkili ve verimli bir şekilde akışını sağlayan ve bilgi akışını planlayan, yürüten ve denetimini sağlayan tedarik zincirinin bir parçası olarak tanımlanmaktadır. Tanımda belirtildiği gibi lojistik yönetiminin iki amacı görülmektedir; birincisi tedarik zinciri içinde faaliyet gösteren lojistik faaliyetlerin performansının artırılması, diğer

amaç ise lojistik faaliyetler sebebiyle ortaya çıkan maliyetlerin azaltılması olarak belirtilmiştir (Erdoğan, 2007, s. 22).

Lojistik yönetimi; pazardan firmalara, firmada gerçekleşen işlemlerden tedarikçilere kadar uzanan malzeme ve bilgi akışının koordinasyonu ile müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak olarak tanımlanır (Christopher, 2013, s.18).

2.2.1. Lojistik Yönetimindeki Avantajlar

Ekonomik dönüşüm ve lojistiğin altyapısındaki gelişmelerini dikkate almadan, istatistiksel veriler (günlük deneyimler) ile desteklenen Orta ve Doğu Avrupa'daki lojistiğin hala hızla modernleşmesi gerektiğini gösterir. Buradaki mevcut durumun avantajları da vardır (Waters, 2010, s. 471):

- Üretim ve hizmetin her ikisinde de modern lojistik çözümlerinin uygulanması ve tanımlanmasının artması,
- Şirketlerdeki lojistik sistemlerinin etkinliklerinin ve verimliliklerinin artması,
- Modern lojistik alt yapısına daha fazla yatırım yapılması,
- Ağırlıklı olarak batıdan lojistik sağlayıcıların gelmesiyle yükselen modern lojistik çözümlerin oluşması,
- Müşteri hizmetlerinde önemli ilerleme ve hizmet sektörünün hızla gelişmesi,
- Engellerin ve sınırların kaldırılması (Avrupa Birliği üyesi olmayan ülkelerle sınır altyapılarının dinamik gelişimi ile),
- Avrupa düzenlemelerine uyum sağlanması ve ortak Avrupa pazarına kolay erişim,
- Modernleşme ve artan rekabetten kaynaklanan yüksek lojistik verimliliği,
- Lojistik yatırımı için sermaye ve mali desteğe daha fazla erişim.

2.2.2. Lojistik Yönetimindeki Dezavantajlar

Waters' ın maddeler halinde sunduğu lojistik yönetiminin uygulanmasındaki dezavantajları şu şekildedir (Waters, 2010, s. 471-472):

- Yeni ulaşım altyapılarının gelişiminin (özellikle yollarda) çok yavaş olması, mevcut durumun geliştirilememesi ve çok zayıf bir sisteme sahip olunması,
- İşletmelerin örgütsel ve finansal kararlılıklarında zayıflıkları (Özellikle küçük işletmeler),
- Etkili lojistiği getiren endüstrilerde potansiyel yabancı yatırımcıları için Orta ve Doğu Avrupa'nın çekiciliğini düşüren yüksek maliyetli lojistik faaliyetleri,
- Entegre lojistik hizmetleri için düşük talep (bu işlemlerin oldukça etkili sunumuna rağmen),
- Modern yönetim kavramları uygulanmasının karmaşık ve yavaş süreçlerinin sonucu olarak lojistik faaliyetlerinin parçalanması ve tedarik zincirinde bütünleşik bir yaklaşımı teşvik etmemesidir.

Lojistik yöneticilerinin iki ana hedefi vardır. Birincisi işletmelerine gelen, dışarıya giden ya da işletmelerin içerisindeki malzemelerin hareketini mümkün olduğu kadar etkin yapmaktır. İkincisi ise; tüm tedarik zincirine verimli bir akış sağlamaktır. Geleneksel olarak, yöneticiler bu hedeflerden birincisi ile tedarik zincirinde doğrudan ilgili oldukları bölümlere yoğunlaşarak ilgilenmektedirler. Eğer her bir organizasyon kendi lojistik işlemleri ile tam olarak ilgilenirse, malzeme tüm tedarik zincirinde verimli bir şekilde hareket edecek bu da ikinci hedefin başarılmasını sağlayacaktır (Waters, 2003, s. 18).

2.3. Tedarik Zinciri ve Tedarik Zinciri Yönetimi

TZY, günümüzde bilgi sistemlerinin gelişmesiyle birlikte önem kazanmıştır. Verilerin, işletme içinde ve işletmeler arasında kolaylıkla aktarılması ile TZY daha kolay ve daha yararlı bir hale gelmiştir. İşletmeler, verimliliklerini ve müşteri memnuniyetlerini arttırmak için TZY konusuna eskisinden daha çok önem vermektedir. Bu kapsamda tüm TZY sisteminin koordine bir şekilde çalışması sağlanmaya çalışılmaktadır. Tedarik zincirinde en önemli amaç malzeme, bilgi veya hizmet taşınmasının en doğru zamanda ve en düşük maliyetle gerçekleşmesi için gereken altyapıyı oluşturmaktır. Bu altyapıyı oluşturmak için işletmeler, iş süreçlerini analiz ederek zayıf yönlerini güçlendirme, güçlü yönlerini ise koruma çabası içindedir.

Tedarik zincirinin gelişmesinde önemli rol oynayan ABD'nin iş anlayışı, 1900'li yılların ilk dönemlerinde üretim odaklı iken, 1930'lu yıllarda satış ve 1950'li yıllardan sonrada pazarlama odaklı bir yönelim göstermiştir. 1980'li yıllardan itibaren hizmet anlayışı hızla gelişirken, müşteri memnuniyeti odaklı ve pazar odaklı hareketler önem kazanmıştır. Hammaddeden nihai müşteriye ulaşan tüm akış zinciri, 1960'lı yıllardaki parçalı yapıdan, 1980'lerde bütünleşik yapıya geçmiştir (Çancı & Erdal, 2003, s. 49).

İşletmeler, satışları artırmak yerine maliyetlerini azaltma stratejilerine daha çok önem vermektedir. Bunun için enerji yönetimi, müşteri memnuniyeti, kalite yönetimi, TZY, yalın üretim gibi kavramların önemi günümüzde gittikçe artmaktadır. Rekabet ortamında işletmeler, bu yeni stratejileri ve bilgi sistemlerini kullanarak karlarını artırmayı amaçlamaktadır.

Tedarik zincirinin amacı; müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için işletmeler üretimlerine, stoklarına ve bilgi sistemlerine önem vermektedir. Ürün veya hammaddeler, tek noktadan olduğu gibi aynı işletmeye farklı noktalardan da sevk edilebilmektedir. Tedarik zinciri; işletme, üretim, depo, müşteri ve bu kavramlar arasında sevk edilen ürün veya hammaddelerden oluşur.

Tedarik zincirindeki faaliyetlerin yönetimiyle ilgili olan tedarik zincirinin yönetiminin literatürde değişik tanımlamaları mevcuttur. Bu tanımlar içinde en kapsamlısı sayılabilecek olanlardan biri şöyledir. TZY; kolektif verimli yetkinlikleri, firma içi ve yüksek rekabetçi kesişen tedarik kanalları boyunca yerleşik firma dışındaki iş ortaklarını birleştiren iş fonksiyonlarının kaynakları, yenilikçi çözümler ve pazar ürünlerinin akışlarını senkronize eden yenilikçi çözümleri geliştirme üzerine odaklanmış tedarik sistemlerinin kuvvetlendirilmesi, servisler ve eşsiz bilgiler, bireyselleştirilmiş müşteri değerlerinin kaynaklarını araştıran sürekli gelişen bir düşüncedir (Ross, (2000)'den Akt.: Şirin, 2010, s. 14).

Tedarik zincirinin tasarımında ve analizinde kullanılan ve sayısal olarak tanımlanamayan nitel performans ölçütleri şunlardır (Şen, 2006, s. 18):

- Müşteri memnuniyeti: Müşteri memnuniyetinin derecesi, alınan servis ya da ürünle belirlenir ve bu hem iç hem de dış müşterilere uygulanabilir.
- Esneklik: Talepteki dalgalanmalara karşı tedarik zincirinin verebileceği yanıtın derecesidir.
- Bilgi ve malzeme akış entegrasyonu: Tedarik zinciri içerisinde yer alan tüm aşamalar arasındaki bilginin akışı ve malzemelerin taşınmasının derecesidir.
- Etkili risk yönetimi: Tedarik zincirindeki ilişkilerin hepsi doğal risk içerir. Etkili risk yönetimi bu risklerin etkisini minimize etmenin derecesi olarak tanımlanır.
- Tedarikçi performansı: Hammaddelerin üretim firmalarına zamanında ve iyi koşullar altında dağıtılmasının derecesidir.

Tedarik zincirinin tasarımında ve analizinde kullanılan ve sayısal olarak ifade edilebilen nicel performans ölçütleri şunlardır (Şen, 2006, s. 18-19) :

Maliyete Dayalı Ölçütler

- Maliyet minimizasyonu: En çok kullanılan araçtır. Maliyet genel olarak tüm tedarik zinciri için ya da özel iş birimleri için azaltılmaya çalışılır.
- Satışların maksimizasyonu: Satış karını ya da birim satışların sayısını artırmaktadır.
- Kar maksimizasyonu: Karı artırmayı amaçlar.
- Envanter yatırım minimizasyonu: Envanter maliyetlerini minimize eder. Bu maliyet ürün maliyetlerini ve elde tutma maliyetlerini kapsamaktadır.
- Yatırım geri dönüş maksimizasyonu: Üretim için yapılan yatırımın geri dönüş oranını artırmayı amaçlar.

Müşteri Sorumluluğuna Dayalı Ölçütler

- Doluluk oranı maksimizasyonu: Müşteri siparişlerinin zamanında eksiksiz olarak yerine getirilmesinin maksimizasyonunu amaçlar.
- Ürün gecikmelerinin minimizasyonu: Planlanan ürün dağıtım tarihi ile gerçekleşen ürün dağıtım tarihi arasındaki sürenin azaltılması amaçlanır.
- Müşteri teslim süresinin minimizasyonu: Sipariş verildiği zamandan siparişin müşteri tarafından alınmasına kadar geçen sürenin en aza indirgenmesi amaçlanır.

- Temin süresinin minimizasyonu: Bir ürünün üretimine başlanmasından o işlemin bitişine kadar geçen sürenin kısaltılması amaçlanır.

Birçok firma, günlük problemlerin mevcut olduğu bir ortamda çalışması ve değer arttırıcı şeylerle karşılaşmasına rağmen TZY çabalarından uzun dönemde yararlanır. Büyük miktarlarda stok bulunduran firmalar, birçok tedarikçi, karmaşık ürün yöneticileri ve büyük satın alma bütçesine sahip değerli müşterileri olan firmaların çoğu TZY ‘nin pratikliğinden faydalanmaktadırlar. Bu firmalar için makul TZY başarıları, düşük satın alma ve stok maliyetleri, daha iyi kalitede ürün, daha üst düzeyde müşteri hizmeti ve satış anlamına gelmektedir (Wisner, Tan, & Leong, (2009)’tan Akt.: Şirin, 2010, s. 20).

Yöneticiler, TZY çabaları daha fazla tedarik zinciri katılımcısı (diğer önemli tedarikçiler, anahtar müşteriler ve lojistik hizmetleri gibi) daha sonrada ikinci aşama tedarikçileri ve müşterileri kapsamak için küçükten başlayabilir (örneğin, sadece bir anahtar tedarikçi ile) ve zaman içerisinde inşa edebilir olduğunu fark etmelidir. Bu şekilde, daha kısa sürede ve çok daha verimli maliyet tasarrufu açısından, kalite geliştirme ve hizmet seviyesinin yükseltilmesi bu entegrasyonla gerçekleştirileceği ifade edilir (Wisner, Tan, & Leong, (2005)’tan Akt.: Şirin, 2010, s. 21).

Tedarik zinciri; tüketici ile başlayan ve uç noktası hammadde tedarikçileri olan bir yığın işletme yerine bunların tamamını ifade eden tek bir firma görünümündedir. Tedarik zinciri, şirketlerin iç çalışmalarını uygun ve basit bir şekle getirmektedir. Bunun yanı sıra tüm tedarik zincirinin çalışmasını incelemekte ve çalışmaları iyileştirme amacıyla da şirketlerin tüketiciye karşı yapmaları gerekenleri sağlamaktadır. TZY fiyat, kalite ve teknoloji gibi sistem çıktılarının geliştirilmesine ve uygulamaların uyumlu, bütünleşmiş ve yüksek performanslı olarak çalışmasını sağlamaktadır. TZY uygulamaları, çok yönlü ve kullanışlı gelişim aktiviteleri için temel oluşturmaktadır. Uyumlu stratejiyi, haberleşmeyi ve iş süreci yönetimini geliştirmektedir. Müşteri ve tedarikçi yoğunlaşmasını sağlar, sanayinin vizyonunu ve araştırmasını birleştirir (Engin, 2005, s. 9).

Dolayısıyla TZY ‘nin beklenen avantajları hammadde kaynaklarından son tüketiciye kadar bütün alanlarda ortaya çıkmaktadır. Ekonomik hesaplamalar, TZY ‘nin daha düşük ve sevkiyat ile çalışan işletmeler için dengelemelerin iyi yapabildiğini göstermektedir (Engin, 2005, s. 9).

Rekabet koşullarının artması ile önemi artan TZY, yeni bir strateji olan yeşil TZY kavramını ortaya çıkarmıştır. İşletmeler TZY sürecinde, satın alma, lojistik, dağıtım ve paketleme gibi işlemlerde çevreye zarar vermeyen ve geri dönüştürülebilir süreçler tasarlamıştır. Bunun sonucunda işletmeler maliyetlerini azaltmakta ve müşteri ile ilişkilerini güçlendirerek pazarlarını arttırmaktadır. Üretilen ürünlerin yaşam döngülerinin tamamlanmasından sonra işletmelere geri dönüşü, depo ve ambar gibi alanlarda alternatif enerji sistemlerinin kullanımı, lojistikte daha çevreci araçların kullanılması yeşil TZY’ nin bazı avantajlarıdır.

Tedarik zinciri kavramı daha basit bir tanımla; ürünlerin veya malzemelerin, tedarikçiden üreticilere, üreticilerden dağıtıcılara, dağıtıcılardan bayilere, bayilerden müşterilere doğru bir zincir içinde hareketi olarak tanımlanabilir. Tedarik zinciri faaliyetleri; müşteri siparişi ile başlar, satın alma eylemi sonrası tatmin olmuş müşteri ödemesi ile sona erer. Tedarik zincirindeki tek gelir kaynağı müşteridir.

2.4. Tedarik Zinciri ve Lojistik İlişkisi

Lojistik kavramı, “kaynakların zamana bağlı olarak tedarik zincirinde konumlandırılması” olarak tanımlanabilir. Akademik olarak lojistik, tedarik zincirinin tedarikten nihai müşteriye kadar olan yönetimidir. Lojistik, tedarik zinciri prosesinin müşteri ihtiyaçlarının karşılanması için başlangıç noktasından tüketim noktasına kadar olan malların, hizmetlerin ve ilgili bilgilerin etkin ve verimli bir şekilde akışını ve depolanmasını planlayan, uygulayan ve kontrol eden kısımdır. Lojistiğin bilinen amacı doğru ürünleri doğru miktarlarda (doğru yerde) doğru zamanda ve en az maliyetle mevcut bulundurmaktır (Aksoy, 2009, s. 39).

Geçmişte akademik çevreler ve ticari sektör, lojistiği kendi faaliyetlerini içerecek şekilde tanımlarken; ekonominin bu önemli bileşeninin TZY ile ilintisini

açıkça ortaya koymak için hangi adlarla karşılaşılacağını bilinmesi gerekebilir. Terimler dağıtım, yönetim eklemeleri ile işletmelerin fonksiyonlarına göre veya daha çok hangi fonksiyona yatkın olduğuna bakılarak isimlendirilmişlerdir. Bunlar (Douglas & James, (1993)'tan Akt.: Bilgili, 2008, s. 19):

- Fiziksel dağıtım,
- Dağıtım,
- Dağıtım mühendisliği,
- İşletme lojistiği,
- Pazarlama lojistiği,
- Dağıtım lojistiği,
- TZY,
- Malzeme yönetimi,
- İkmal yönetimi,
- Malzeme lojistik yönetimi,
- Lojistik,
- Hızlı karşılama sistemleri,
- Endüstri lojistiği olarak sıralanabilir.

Lojistik; taşıma, depolama, işletme içi nakliye, gümrük gibi fonksiyonlara sahiptir. Tedarik zinciri ise lojistik faaliyetlere ek olarak BT, hammadde yönetimi, tedarikçiler ve müşterileri de içerir. Dolayısıyla etkin bir TZY sağlamak için lojistik yönetiminin de etkin ve kararlı olması gerekir. Tedarik zinciri içerisinde yapılan her taşıma faaliyeti lojistik yönetimi ile ilgilidir.

2.5. Tedarik Zinciri Karmaşıklığı

Global optimizasyon, yerel optimizasyondan daha zordur. Çünkü müşteri hizmet düzeyini arttırırken maliyetleri en küçükleme tek bir şirket için bile zorken TZY, bunu zincir boyunca gerçekleştirmeye çalışır. TZY 'nin doğasında değişkenlik ve belirsizlik vardır. Çünkü müşteri talebi hiçbir zaman kesin olarak tahmin edilemez. Taşıma süreleri hiçbir zaman belirli değildir. Makine ve araçların arıza yapmayacağını hiç kimse garanti edemez. TZY 'de en önemli sorun karmaşıklıktır. Karmaşıklık zincirdeki nokta (şirket,

kurum) sayısına, noktalar arası ilişki sayısına ve şirketlerdeki karar verme yapısına bağlı olarak farklılıklar gösterir. Karmaşıklığın zincire yansması zincirdeki işletmeler arası malzeme ve bilgi akışlarındaki sapmalar şeklinde olur. Bu da belirsizlik ve değişkenliği artırır. Tedarik zinciri içinde bir şirket için önem taşıyan konu, zincirin diğer bir parçası için o düzeyde önemli olmayabilir. Bu nedenle her biri kendi alanında uzman olan bağımsız firmaları birlikte çalışır duruma getirebilmek kolay değildir. Ayrıca firmalar müşteri ya da tedarikçileri ile işbirliği içinde çalışmayı kolaylıkla gerçekleştirirken, tedarikçilerinin tedarikçilerine ulaştıklarında ve zincirde geriye doğru ilerlediklerinde işler daha karmaşık hale gelmektedir. Karmaşıklığın azaltılması ile tedarik zincirinde;

- Maliyetlerin düşürülmesi,
- Performansın yükseltilmesi,
- Yanıt hızının artırılması mümkün hale gelir (T.C. Ekonomi Bakanlığı, 13.09.2014, <http://www.smenetworking.gov.tr>).

TZY karmaşıklığını azaltmak için etkin bir yönetim gerekir. Tedarik zincirinde yer alan tüm fonksiyonların bilgi sistemleri vasıtasıyla, strateji planlarını güncelleyerek çalışması önem taşır. Müşterilerin ve TZY dışında kalan tüm birimlerin teknoloji kullanımlarını, süreçlerini ve stratejilerini sürekli olarak geliştirmesi, sistemi daha karmaşık bir hale getirmektedir. Bu karmaşıklık, süreçler için bir risktir.

TZY karmaşıklığında; üretim, belirsizlik, teknoloji ve organizasyonel etkiler rol oynamaktadır. Müşterilerden gelen ani talepler, stokların yetersizliği, yeni ürünlerin piyasaya sürülmesi, seri üretim hataları sonrası yapılan işletmeye geri dönüşler üretim kaynaklı nedenlerdir. Yeni üretim teknolojileri, yapılan teknoloji yatırımları, bilgi işlem kaynaklı problemler, otomasyon gibi nedenler ise karmaşıklığa yol açan teknolojik sebeplerdir. Karar verme süreçleri, müşteri ilişkileri, strateji hataları organizasyonel etkilerdir. Belirsizlik, TZY süreçlerinde talep ve satış rakamlarında yaşanan dalgalanmaları kapsar. İşletmenin ve piyasanın ekonomik durumu da TZY üzerinde karmaşıklığa neden olan bir başka etkidir.

2.6. Tedarik Zincirinde İlkeler

TZY 'nde başarıya ulaşabilmek için belirli ilkelerin uygulanması gerekmektedir. Bu ilkeler T.C Ekonomi Bakanlığı tarafından belirtilmiştir (T.C. Ekonomi Bakanlığı, 13.09.2014, <http://www.smenetworking.gov.tr>):

Entegrasyon: Farklı coğrafi lokasyonlardaki tedarikçi, tesis ve müşterilerin bütünleştirilerek tedarik, üretim ve teslimat süreçlerinin eşgüdümünün sağlanması, zincir boyunca hiyerarşik planlama yapısı kurularak farklı planlama düzeylerinde tedarik zinciri kararlarının tutarlılık ve uygunluğunun teminidir. Zincir boyu entegre planlama merkezi bir yönetime değil yönlendirme bazındadır.

Talep Odaklılık: Zincirin nihai tüketici taleplerine göre bütünsel tasarımı ve yönetilmesidir.

Standardizasyon: Zincir üyeleri arasında kavram birliği ve modüler sistemler oluşturmak amacıyla süreç ve performans göstergeleri bazında ortak bir yapının oluşturulmasıdır.

İşbirliği: Tedarik zinciri üyelerinin TZY amacı doğrultusunda işbirliği içinde olmasıdır.

Senkronizasyon: Tedarik zinciri üyelerinin birlikte hareket etme yeteneğidir.

Optimizasyon: İyileştirme çalışmalarının tedarik zinciri boyunca gerçekleştirilmesidir.

Koordinasyon: Tedarik zinciri üyelerinin fonksiyonları ve planlamalarının birbirleriyle uyumlu biçimde çalışmasıdır.

Yalınlık: Tedarik zinciri boyunca katma değer yaratmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılmasıdır.

Çeviklik: Ani değişimlere hızlı ve etkin yanıtlar verebilmektir.

Adaptasyon: Kapsamlı değişimlere karşı uyum sağlayabilmek ve zincir tasarımlarını yeniden ve hızla yapılandırabilmektir.

İzlenebilirlik: Tedarik zinciri boyunca ilgili bilgilerin zincir üyelerine en hızlı biçimde sunulmasıdır.

Otomasyon: Tedarik zinciri faaliyetlerinde otomasyon düzeyini artırmaktır.

2.7. Tedarik Zinciri Paradigmaları

İtme Sistemi: İşletmenin satış tahminleri yaparak üretimi planladığı yöntemdir. Müşteri eğilimleri ve stok hareketleri takip edilerek öncelikle üretim için gereken hammadde veya yarı hammadde gibi gereksinimler karşılanır. Üretim tamamlandıktan sonra depolanan ürünler müşteriye sevk edilir. Tahminlerde yüksek sapmalar görülmesi durumunda gereğinden fazla satın alınan malzemeler stoklarda bekletilir. Dolayısıyla sistem fazla stok oluşturma riskini içerir (Şekil 2.1.). İtme sisteminde başarıya ulaşmak için belirsizliklerin ortadan kaldırılması gerekir. Sistem, üretim ile beraber işletmenin diğer bölümlerinin de organizasyonunda faydalıdır. İşletme için bir bütünlük sağlar. Bu bütünlüğün etkin bir şekilde çalışması için bölümler arası haberleşmenin güçlü olması gerekir.

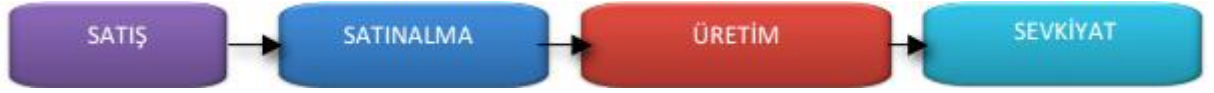


Şekil 2.1. İtme Sistemi

Kaynak: http://www.smenetworking.gov.tr/userfiles/pdf/belgeler/ekonomiBakanligi/7_tedarik.pdf

Çekme Sistemi: İtme sisteminden farklı olarak üretim siparişe bağlıdır ve stok fazlalıkları oluşmaz. Çekme sisteminin verimli olabilmesi için talebin de kararlı olması gerekir. Süreç (Şekil 2.2.) boyunca bölümler arası bilgilendirme hızlı olmalıdır. İş emirleri ve satın alma siparişleri satış siparişlerine göre verilir. Çekme sisteminde; çalışan bölüm, bir önceki adımdan sadece ihtiyaç duyduğu kadar malzeme çeker.

Dolayısıyla bölümler arasında malzeme birikimleri de önlenmiş olur. Talebin beklenmeyen bir şekilde artışı veya azalışında, temin süreleri etkilendiği için çekme sistemi olumsuz etkilenir.



Şekil 2.2. Çekme Sistemi

Kaynak: http://www.smenetworking.gov.tr/userfiles/pdf/belgeler/ekonomiBakanligi/7_tedarik.pdf

2.8. Tedarik Zinciri Çözümleri

TZY yönelik başlıca çözümler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (T.C. Ekonomi Bakanlığı, 13.09.2014, <http://www.smenetworking.gov.tr>):

- Değişkenliği ve Belirsizliği azaltmak
 - Talep ve Arz Planlama
 - Bilgi Paylaşımı
 - Müşteride Tedarikçi/Tedarikçide Müşteri Temsilcisi Bulundurma
 - Uzun Süreli Sözleşmeler ile Çalışmak İdeal Kazanç Paylaşımına Dayalı Sözleşme Yönetimi
 - Yalın, Çevik ve Çekme esaslı TZY
- Tedarik Süresini Kısaltmak
 - Elektronik İş, Hızlı Yanıt (Quick Response)
 - Çapraz Sevkiyat, Döngüsel Sefer
 - İleri Planlama ve Çizelgeleme Yaklaşımları
 - Yalın ve Çevik TZY
 - Tedarik Zinciri Planlama, Ağ Tasarımı
- Ortak Faaliyetler
 - Tedarikçi Yönetimli Envanter
 - Tedarikçi Parkı

- Senkronize Üretim ve Sıralı Sevkiyat
- TZ Boyunca İzlenebilirlik
- İşbirliğine Dayalı Tahmin Planlama ve İkmal
- Tedarik Zincirinin Modellemesi
- TZY Yazılımları Kullanımı
- 4PL Kullanımı

2.9. Lojistik Faaliyetler

2.9.1. Talep ve Sipariş Yönetimi

Lojistik faaliyetler içerisinde talep ve sipariş yönetimi, müşteri isteklerini hızlı ve etkin bir şekilde cevaplamayı amaçlamaktadır. Stokların yetersiz olması, siparişin zamanında teslim edilememesi veya stokların elde kalması müşteri kayıplarına neden olmaktadır. Bu kayıpları önlemek ve müşteri siparişleri ile üretim kapasitelerini dengelemek için planlayıcı sistemler kurulması gerekir. Müşterilere ait bilgileri saklamak, gelecek talepleri öngörebilmek açısından önemlidir. Siparişlerin elektronik ortamlarda yapılması sipariş yönetimi sürecini hızlandırmakta, sipariş sonrasında ise raporlama ve analiz işlemlerini kolaylaştırmaktadır.

Müşteri hizmetleri çok boyutludur ve herhangi bir kuruluşun lojistik çabasının önemli bir parçasıdır. Geniş anlamda tüm lojistik çabaların çıktısı: müşteri hizmetleri ve bazı memnuniyet seviyesi sonuçları, lojistik sisteme eninde sonunda alıcı sağlar. Ancak pek çok kuruluş müşteri hizmetlerinde daha dar bir işlevsel görüşe sahiptir. Örneğin özel siparişler, zarar iddiaları, geri dönüşler, fatura sorunları vb. gibi şeyler için bir firmanın bir müşteri hizmetleri departmanına veya bu şikayetleri ele alabilen müşteri hizmetleri çalışanına sahip olması gerekir. Bu düzeydeki bir hayal kırıklığı da organizasyonu da bir bütün olarak etkiyebilir, tüm lojistik çabalarını etkisiz hale getiren bir tatminsizliğe yol açabilir (Gourdin, (2006)'den Akt.: Şirin, 2010, s. 68).

Müşteri hizmetlerinin içerdiği aktiviteler (Frazelle, 2002, s. 13);

- Müşteri hizmetleri politikasının devamlılığı ve geliştirilmesi,

- Müşteri memnuniyetinin izlenmesi,
- Siparişlerin girişi,
- Sipariş süreci,
- Faturalama ve tahsilat.

2.9.2. Stok ve Depolama Yönetimi

Stok yönetimi, müşteriler siparişlerini verdikleri zaman, firmanın bu öğelere sahip olamama riskine karşı elde bulundukları ek ürünler ile sürekliliği sağlayan maliyetlerin dengesidir. Bu görev stok seviyelerini yavaş yavaş azaltan firmalarda daha karmaşık bir hal almıştır. Bu durumda söz konusu olan sorun stok eksikliğini karşılamak için lojistik yönetiminin geri kalanını yönetmektir ki böylece müşteri hizmetlerine zarar verilmez. Ancak, bütün bunlara rağmen ilgilerin hepsi stokları azaltma yönündedir. Bununla birlikte şu da var ki hala birçok pazar için müşteri hizmetleri gerekli olmaya devam etmektedir (Gourdin, (2006)'den Akt.: Şirin, 2010, s. 68).

Stoklar işletmelerin üretim planlarını belirleyebilmeleri için önemli bir kavramdır. İşletmeler gelebilecek müşteri taleplerini karşılayabilmek için stok bulundurmak zorundadır. Stok planlama ve yönetiminin içerdiği aktiviteler (Frazelle, 2002, s. 13);

- Ön görme,
- Sipariş miktarı mühendisliği,
- Hizmet seviyesinin optimizasyonu,
- İkmal planlama,
- Envanter dağıtımı.

Ürünler, kaynaklar ve süreçler ile ilgili güncel ve doğru bilgi bugünün rekabet şartlarında yüksek performanslı depo faaliyetleri yürütebilmek ve doğru yapıyı dizayn edebilmek için vazgeçilmez öneme sahiptir. Depolama yönetim sistemleri depo içinde ürün hareketlerinin, depoya gelişinden çıkışına kadar, etkin yönetebilmesi için gerekli bilgiyi sağlar, saklar ve raporlar. Depo yönetim sistemlerinin (DYS) sağlayacağı

faýdalardan bazıları aşığıdaki gibi sıralanabilir (Faber, de Koster, & van de Velde, 2002, s. 381):

- Üretkenliğin artması
- Stokların düşürülmesi
- Depolama alanının daha etkin kullanılması
- Hataların azaltılması
- Müşteri veri ihtiyacına zamanında cevap verilebilmesi

17. Yıllık Lojistik Durum Raporuna (Wilson, 2006) göre lojistik maliyeti Amerika Birleşik Devletlerinde brüt ürün fiyatının %9'una yükseldi ve bir trilyon dolar civarındaki lojistik masrafın yaklaşık %33'ü stok tutma maliyeti olarak gerçekleşti. Bu yüzden, stok yönetim araştırmaları çok kritiktir ve uzun yıllardır akademik araştırmaların merkezi haline gelmiştir. Birçok alandan araştırmacı stok yönetimi teorileri üzerine çalışmalar yapmıştır (Williams & Tokar, 2008, s. 212).

Stok yönetimi şirketlerin karşılaştığı en önemli zorluklardan ve alınması gereken en önemli kararlardan birisidir. Bu firmalar sadece perakende satış yapan, tüketiciye direkt ulaşan firmalar değil, aynı zamanda ürünü tedarik eden firmalardır. En önemli ve birincil baskı müşteri talebi geldiğinde elinde yeteri kadar stok bulundurma baskısıdır. Firmalar bu stoğu tutmak isterler çünkü müşteri talebinde stoksuz yakalanmak ve bu yüzden satış kaybetmek istemezler. Diğer bir baskı da sipariş maliyeti baskısıdır. Tedarikçiye her sipariş verildiğinde ya da üretim yapılmak istendiğinde oluşan sabit bir maliyet varsa, firmalar birim maliyeti düşürmek için daha fazla sipariş vermek isterler. Stok yönetimine bağlı olan diğer bir baskı da mümkün olduğu kadar az stok taşıma arzusudur. Bunun temel nedeni de stok taşımanın maliyeti ve stok için bağlanan paranın maliyetidir. Bu ürünleri stoklayacağımız alan da çoğu zaman önemli bir konu olur. Bazı şirketler arzu ettikleri kadar stoğu taşıyabilecek alana sahip değildirler (Winston, Albright, & Broadie, 2001, s. 739).

Stokların birincil amacı tedarik ve talep arasında tampon bölge olmasıdır. Bu yüzden talep sürecini doğru anlamak, başarılı bir tedarik süreci geliştirmek ve stoğu yönetebilmek için elzemdir. Genel olarak, talep sürecinin deterministik ya da stokastik

olacağı varsayılır. Deterministik talep varsayımı, talebin bilinir ve sabit olduğunu kabul ederken, stokastik talep varsayımı talebin ne sabit ne de bilinir olduğunu kabul eder (talep zaman içinde değişir) (Williams & Tokar, 2008, s. 222).

Depolama, malzemelerin ihtiyaç duyuluncaya kadar saklanması işlemidir. Depolama sürecinde malzemelerin sevkiyata hazır halde olması gerekir. Bu sebeple malzemelerin depoya girmesi, korunması ve depodan çıkması işlemleri önem taşımaktadır. Depoya giriş sürecinde malzemelerin kayıt altına alınması, malzemenin cinsine ve özelliklerine uygun ortamda saklanması gerekmektedir. Eğer gerekiyorsa saklanan malzemelerin düzenli bakımları yapılmalıdır. Bakım sürecinde malzemelerin güvenliği sağlanmalı ve zarar verici etkenlerin ortadan kaldırılması önemlidir.

Depolar, hammadde, yarı tamamlanmış ve tamamlanmış mamullerin belirli bir süre bekletildiği ve bulundurulduğu işletme bünyesindeki yerlerdir. Antrepolar ise, mal ve eşyaların miktar, kalite ve özelliklerinin incelenip, kıymet tespitinin yapıldığı ve uygun şartlarda korunmalarının gerçekleştirildiği, gümrüklü sahalarda kurulan, Gümrük Kanunu ve Gümrük Yönetmeliği' nin ilgili maddelerinde belirtilen özellikleri taşıyan yerler olarak uluslararası lojistik iş akışında ara noktalardan biridir. Antrepo hizmetlerinin de günümüzde lojistik firmaları tarafından üstlenildiği görülmektedir (Çancı & Erdal, 2003, s. 48).

Dusseldorp (1996) DYS kavramını 3 grupta toplamıştır (Faber, de Koster, & van de Velde, 2002, s. 395):

1. Temel DYS: Bu sistemler sadece stok ve lokasyonu kontrol eder. Malzemeler tarama sistemleri ile takip edilir. Depo içinde stoklama yeri belirlenir ve bilgi kayıt edilir. Stoklama ve toplama bilgileri sistemde üretilir ve genellikle el terminallerinde görüntülenir. Bu sistem basittir ve ağırlıklı olarak elleçleme faaliyetlerine odaklanır.

2. İleri DYS: Temel DYS' ye ilave olarak ileri sistemler malzemelerin depo içinde akışını senkronize edebilmek için kaynakları ve faaliyetleri planlama becerisine sahiptirler. Bu sistemler elleçleme, stok ve kapasite analizine odaklanır.

3. Kompleks DYS: Bu sistemlerde bir ya da birden fazla depo optimize edilebilir. Ürünün bulunduğu her lokasyonla ilişkin bilgi mevcuttur. Depoyu optimize etmek için farklı stratejiler kullanılabilir. (Replenishment (yerine koyma), sayım, toplama stratejileri vb.) Bu sistemler her türlü teknik sistemle ara yüz kurma becerisine sahiptirler. Ayrıca bu sistemler nakliye planlama, yükleme kapısı atama gibi ilave fonksiyonları da gerçekleştirirler.

Depolamayı kendi içinde ikiye ayırabiliriz. İşletmeler için üretim ve bakım süreçlerinde kullanılan hammadde, yardımcı malzemeler ve bakım onarım için gereken yedek parçaların depolanması ana ve yardımcı sarf malzeme depolama olarak adlandırılır. Üretim sonrası ortaya çıkan malların depolanmasına ise ürün malzeme depolama denir.

Bazı durumlarda ürünler, tedarik zinciri içerisinde saklanmalıdır. Böylelikle, ürün en uygun zamana kadar bekletilmiş olur. Ürünlerin saklanması faaliyeti depolama ve tüm bu saklama faaliyetlerinin yönetimi de depolama yönetimi olarak basitçe tanımlanabilir. Ürünlerin sadece saklanması yanında muhafaza edilmesi, ürünün niteliğine göre korunması gerekebilmektedir. Stokların saklanması ve korunması için yeterli büyüklük ve nitelikte yerin sağlanması lojistik ve stok kontrolünde önde gelen şarttır. İstenilen parçanın depoda derhal bulunması ihtiyaç yerine kolaylıkla taşınabilmesi önemlidir. Kodlama, depo hacimlerinin kısımlara ayrılması ve koordinatlarına göre belirlenmesi, kullanma sıklığına göre kısımlara ayırma, sık kullanılan parçaların taşıma mesafelerini kısa tutacak şekilde yerleşimler, depo binası yapısı, zemin kalitesi, araçların kolay hareket edebilmesi, yangın, güvenlik, basit fakat etkili kayıt sistemleri vb. üzerinde dikkatle durulması gereken hususlardır (Bilgili, 2008, s. 73).

Depolamanın amacı, ürünleri bir yerde toplamak ya da yığın ürünleri küçük parçalara bölmek, ürün çeşitliliğini sağlamak, ürünü işlemek ve dağıtımını ertelemek, stok yapmak ya da ters lojistik fonksiyonlarını sağlamaktır. Ürünü belli depolarda toplama/bölmenin mantığı, birim nakliye maliyetlerini azaltmaktır. Bazı depolar, ürünün piyasaya dağıtımından önce gerekli son işlemleri yapmak üzere tasarlanmışlardır ve ambalajlama gibi işler bu depolarda gerçekleştirilebilir. Dönemsel

taleplere hazırlıklı olmak için stoklama yapmak depolama yönetiminin sorumluluğundadır. Ayrıca, tedarik zincirinde ters yönde hareket eden ürünlerin tamiri ya da imhası, genellikle depo alanlarında yapılmaktadır (Bilgili, 2008, s. 73).

2.9.3. İşletme İçi Sevkiyat ve Çapraz Lojistik

Özellikle geniş bir alanda faaliyet gösteren işletmeler, birimler arası sevkiyat yapmaktadır. Hammadde, yarı mamul veya bakım onarım malzemeleri işletme içerisinde dönemsel veya sürekli olarak hareket halindedir. İşletme içi sevkiyat, araçlarla yapıldığı gibi endüstriyel tesislerde taşıyıcılar, robotlar, bantlar gibi süreç elemanlarıyla da yapılabilmektedir. Birimler arası sevkiyat maliyetlerini azaltmak için günümüz işletmeleri araçlar yerine endüstriyel elemanları tercih etmektedir. Araç ve insan gücü ile yapılan taşımalar; endüstriyel taşıma ekipmanları ile gerçekleştirilerek, maliyetten ve zamandan tasarruf edilmektedir. Bu tip sistemler genellikle otomasyon sistemleriyle kontrol edildiği için taşıma miktarları kayıt altına alınmaktadır. Bu kayıtların analiz edilmesi ile işletmenin verimliliğini artırmak için yatırımlar veya iyileştirmeler yapılmaktadır.

Crossdock (İng.) kelimesinin tam olarak Türkçe bir karşılığı olmamakla birlikte çapraz sevkiyat olarak çevirebiliriz. Malzemelerin gelen araçlardan boşaltılması, gidecekleri yerlere göre ayrılarak elleçlenmesi, minimum stokla ya da saatlik stokla çalışarak malzemelerin müşterilere gönderilecek olan araçlara yüklenmesi işlemlerini kapsar. Farklı noktalardan gelen malzemelerin aynı noktaya gidecek olanlarının birleştirilmesi de yapılır. Lojistik uygulamalarında çapraz sevkiyatın yapılması yeni bir uygulama olmakla birlikte, yalın üretim, yalın düşünce çalışmalarının sonucunda ortaya çıkmıştır (Yıldız, 2008, s. 43).

Etkili çapraz sevkiyat uygulamasında, toplama ve teslim süreçlerinin her ikisi de dikkate alınmalıdır. Tedarikçiden çapraz sevkiyat havuzuna gelen fiziksel akış toplama süreci olarak adlandırılır. Toplama sürecindeki esas sorun çapraz sevkiyat havuzuna eşzamanlı varıştır. Bundan dolayı, eşzamanlı varışlar için araç rota tespiti ve planlamasını dikkate almamız gerekir. Çapraz sevkiyat havuzuna, ulaşan ürünler varış yerlerine göre kesin gruplar halinde sınıflandırılır. Bu ürünler daha sonra

depolamaksızın ve geciktirmeksizin müşterilere teslim edilir. Bu yüzden, çapraz sevkiyat havuzuna ulaşan ürünlerin miktarı çapraz sevkiyat havuzundan teslim edilen ürün miktarına eşit olması gerekmektedir. Çapraz sevkiyat havuzundan müşterilere olan bu süreç teslim süreci olarak adlandırılır. Toplama sürecinde olduğu gibi, araç rota tespiti ve planlaması sorunu da dikkate alınmalıdır. Böylece, tedarik zincirindeki fiziksel akış toplama, çapraz sevkiyat ve teslimat dahil tüm süreçlerin birleşik optimizasyonu ile geliştirilebilir (Hae Lee & Jung, (2006)'dan Akt.: Şirin, 2010, s. 93).

2.9.3.1. Çapraz Sevkiyatın Nedenleri

Son zamanlarda, şirketler üzerindeki baskı giderek artmaktadır. Şirketler bu baskıyı azaltmak adına geleneksel sistemden çıkarak daha hızlı, daha düzgün ve daha esnek bir şekilde dağıtım yapabilmeyi istemektedirler. Böyle bir dağıtım sisteminin gerçekleştirilebilmesi, müşteri odaklı olarak üretici, depolama ve nakliyenin iyi bir şekilde ayarlanmasını gerektirir. Bu sistem ile zaman ve maliyetler minimize edilmelidir. Bunun sağlanması da akıcı bir şekilde ilerleyebilecek çok iyi bir nakliye sisteminin kurulmasına bağlıdır (Baethge, (2007)'dan Akt.: Şirin, 2010, s. 96).

Ürünü alıp, depoya koyup, depodan çekip, etiketleyip sonra göndermek yerine, çapraz sevkiyat, adından anlaşılacağı gibi, bir kamyonun bir palet veya konteynırı çeker veya yeniden paletler ya da doğrudan rampadaki başka bir kamyonu taşır. Bu zamanı kısaltır ve birçok değer katmayan adımı ortadan kaldırır. Gelişmiş nakliye bilgilerinden dağıtım merkezlerine nelerin geldiği ile ilgili gelişmiş bilgiye sahip olunması ve kartonların veya paletlerin tedarikçiler tarafından önceden etiketlenmiş olması çapraz sevkiyat yapmayı olanaklı kılan etkili yollardır (Wall, (2003)'dan Akt.: Bektaş, 2010, s. 44).

Çapraz sevkiyat, depolama, paketleme ve sevkiyatın hazırlık süreci gibi lojistik hareketlerinin mümkün olan en az seviyede olmasını hedefler. Ürünün geldiği nokta ve gideceği nokta önceden belirlenerek çapraz sevkiyatın gerçekleşeceği tesiste boşaltma ve yükleme işlemleri yapılır. İşlemlerin daha karmaşık olması nedeni ile BT daha önemli yer tutar. Çapraz sevkiyat ile depolama miktarları azalacağı için stok miktarlarının en alt seviyelere inmesi sağlanmıştır. Dolayısıyla depolama alanları azalır ve sevk

edilecek malzeme miktarı artar. Daha az bir zamanda, birçok lojistik fonksiyon yerine getirildiğinden işletmelerde verimliliğin artması sağlanır.

2.9.3.2. Çapraz Sevkiyatın Avantajları ve Dezavantajları

Çapraz sevkiyatın avantajlarını Ertek çalışmaları sonucunda şu şekilde sıralamıştır (Ertek, 2005, s. 34);

- Ürünlerin en verimli şekilde birleştirilmesi,
- Depolamanın elimine edilmesiyle birlikte stok seviyesinin azaltılması,
- Hızlı ürün akışının sağlanması,
- Teslimatların daha sık gerçekleştirilmesi,
- Azalan stok ve hızlı ürün akışı ile stok azalmasının önemini kaybetmesi,
- Azalan malzeme taşıma ile işgücü ihtiyacı ve iş gücü maliyetlerinin azalması,
- Çapraz sevkiyat sonrası daha az malzeme taşımadan dolayı azalan stok hasar maliyetleri,
- Yer ihtiyacının azaltılması,
- Müşterilerin tam zamanında stratejisini desteklemesi,
- Tedarikçiler için ödemeleri hızlandırması,
- Tedarik zinciri ortakları ile ilişkileri geliştirmesi,
- Daha sık teslimatlar ile eksik siparişlerin tamamlanmasını daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi

Ertek çapraz sevkiyatın dezavantajlarını şu şekilde sıralamıştır (Ertek, 2005, s. 34);

- Stok bulundurmama riski: tedarikçilerde her hangi bir ürünün mevcut olmaması, tedarik zincirindeki herhangi bir gecikme, koordinasyondaki başarısızlık.
- Çapraz sevkiyatın ana kazancı stokların ve işgücü maliyetlerinin azaltılmasından oluşmaktadır. Bu, sendikaların iş kaybı korkusuna sebep olur.

Çapraz sevkiyat lojistik işlemlerinde akış boyunca tasarruf elde etmek için tercih edilmektedir.

2.9.4. Paketleme Yönetimi

Teknik açıdan paketleme, ürünlerin tüketici ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayabilecek en uygun malzeme ve etkin maliyetle korunmasını sağlamak anlamını taşımaktadır. Başka bir ifade ile paketleme, ürünleri koruyan, ürünlerin taşınmalarını, depolanmasını, satışını ve kullanımını kolaylaştıran bir malzemeyle kaplanmasıdır (Yükselen, 2000, s. 154).

Paketleme, ürünün güvenli bir şekilde taşınmasını sağlar. Ürünlerin, içeriklerine uygun bir şekilde paketlenmesi gerekir. Günümüzde akıllı paketleme sistemleri, bu sürecin yönetimini kolaylaştırmaktadır. Özellikle gıda sektöründe ürünlerin sıcaklık, nem veya sızıntı gibi etkenlerden korunması önem taşımaktadır. Akıllı paketleme sistemleri; depolama veya dağıtım sürecinde dış etkenleri ölçerek ürünlerin zarar görmeden müşteriye aktarılmasına yardımcı olmaktadır.

Önemli bir görevi de taşıdığı bilgilerle tüketiciye seçim ve kullanım kolaylığı sağlamasıdır. Üzerinde yazılı olan ağırlık, fiyat, üretim tarihi, son kullanım tarihi, ürünün içeriği, üretici firmanın adı, kullanım açıklaması, TSE'li olup olmadığı gibi tüm bilgiler, tüketiciye ve satış yapana büyük kolaylıklar sağlar. Tüketicinin sorma şansı yoktur, bu nedenle tüm bilgileri üzerinde taşımasında yarar vardır (Pektaş, 1993, s. 24).

Son yıllarda BT' nin kullanımıyla paket üzerinde yer alan bilgilerin otomasyon ile yönetilen depolarda kullanımı büyük faydalar sağlamaktadır. Bar-code okuyucuyla tanınan paketler en uygun depo yerine yerleştirilerek depo yeri konusunda en iyi çözümü sağlamaktadır. Ayrıca otomasyon ile yönetilen depolarda yanlış ürünün sevk edilmesinin önüne geçilerek, mali kayıplar en aza indirgenmiştir. Böylece depoların verimliliği artmıştır (Karabörklü, 2004, s. 1).

2.9.5. Sevkiyat ve Dağıtım Süreçleri

Sevkiyat, ürünlerin fiziksel olarak üretim noktasından tüketim noktasına taşınmasıdır. Sevkiyat, doğrudan üretim yerinden müşteriye yapılabileceği gibi, distribütör veya depolar aracılığıyla da yapılabilmektedir. Sevkiyat ve dağıtım

süreçlerinin düşük maliyetle yapılabilmesi doğrudan işletmelerin karlarını etkilemektedir. Sevkiyat ve dağıtım süreçleri en düşük maliyetle ve tam zamanında yapılmalıdır.

Günümüzde işletmeler sevkiyat ve dağıtım süreçlerinde bilgi sistemlerinden faydalanmaktadır. Ürünler, üretim hattında ve müşteri sevkiyatı boyunca takip edilebilmektedir. Böylece ürünün taşıma esnasında nerede olduğu bilgisi işletme tarafından bilinmekte ve bu bilgi müşteriye aktarılmaktadır. Bilgi sistemleri ürünlerin güvenli bir şekilde taşınmasını sağlamaktadır.

Sevkiyat ve dağıtım süreçleri boyunca ürünlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun olarak taşınması gerekir. Bunun için ürünlerin sevkiyatında uygun araçlar işletme tarafından belirlenmelidir. Ürünlerin; hava koşullarından, sarsıntılardan, toz veya kimyasallardan etkilenme oranlarının belirlenmesi ve bu değerlere uygun sevk edilmesi müşteri memnuniyeti açısından önem taşımaktadır.

Lojistik, müşterilerine ulaşım ya da üretim mallarının çeşitli ulaşım modellerini göz önünde bulundurmak zorundadır. Ulaşımın beş temel modeli vardır. Hava, özellikle toplu ögeler için hızlı fakat pahalıdır. Demiryolu, özellikle toplu ögeler için yavaş ve ucuzdur. Karayolu, orta hızlı ve orta derecede pahalı ama çok esnek bir yoldur. Denizyolu, yavaş ve bazı mallar taşınma esnasında paslanma gibi nedenlerden dolayı hasar görebilir. Boru hattı, su ve petrol gibi akışkanların taşınması için yararlıdır (Voortman, (2004)'dan Akt.: Şirin, 2010, s. 70).

2.9.6. Lojistikte Hız Yönetimi

Doğru kararları daha hızlı almada, dar boğazları ve basınç noktalarını belirlemede; bilginin kalitesi, hızı, erişimi ve içeriği rol oynamaktadır. Hız yönetimi (HY) , süreçlerin kendi “hızlarını” geliştirmek için düzenlenmesine önem vererek lojistiğin süreç ile yönetimi olarak düşünülebilir. HY; zamanı azaltmaya ilave olarak, kaliteyi artırma ve maliyetleri düşürme ile ilgili olduğundan; temel süreçlerin uygulanmasına da yardımcı olur. Metodolojisinde, süreçleri düzenleyen birçok

değişiklikler de kaliteyi artırmakta ve maddi tasarruf sağlamaktadır (Brauner ve diğerleri, (2000)'dan Akt.: Bilgili, 2008, s. 235).

HY; organizasyonel ve bireysel beklentilerin, organizasyonel ve bireysel sağlayıcıların ve pozitif ve negatif bireysel sonuçların dengesini temin etmek için tasarlanmış proaktif metriklerin bir sistemine dayanmaktadır. Karar hızını ivmelendiren ve yönetimin dikkatini doğrulara çeviren HY' nin hedefleri şunları içermektedir: Ödül sisteminin kurgusu, yönetim kültürü ve organizasyonel yapıda değişim, işletme hedeflerinin etkin dönüşümü, süreçlerin yeniden tasarımı, eğitimin hazırlığı, politikalar ve bilginin üretilmesi, liderlik oluşumu, yönetim sistemlerinin aktif hale getirilmesi ve yeni teknolojinin tedariki. Bunların tümü E2C (Expectations X Enabler X Consequences, Beklentiler X Sağlayıcılar X Sonuçlar) modelinin alanları olarak şekillendirilmektedir (Mourier, (2001)'den Akt.: Bilgili, 2008, s. 235-236).

HY, uygulandığı ABD kara kuvvetlerinde; üç kritik performans boyutu olan zaman, kalite ve maliyeti üstün tutan süreç gelişimi için güçlü bir yaklaşımı beraberinde getirmiştir. Böylelikle, HY; malzeme ve bilginin tedarikçiden kullanıcıya akışıyla hız ve doğruluğun değerini artırmaktadır. Müşterilerini tatmin etmede geliştirilen böyle bir başlangıç noktasında, oldukça etkili bir silah olan BT kullanmaktadır. BT ile HY 'nin bütünleşmesi sonucu, süreçlerin bir çeşidini geliştirdiği görülmektedir. Bunlar (Robison, (1996)'dan Akt.: Bilgili, 2008, s. 241):

- Hızlandırılmış teslimatlar,
- Kısaltılmış bakım/onarım süreleri,
- Entegre TZY,
- Engellenmeyen çevrim zamanları,
- Envanterin daha akılcı stoklanması,
- Artan ekipman hazırlığıdır.

Lojistik sürecinde, ürünler üzerinde kodlamalar yapılarak; üreticiler açısından verimli ve izlenebilir bir sevkiyat oluşurken, son kullanıcıların da taşınan ürünler hakkında bilgi alması mümkün olmaktadır. Doğru kodlamalar ile ürünler ve stoklar hızlı

ve hatasız olarak kontrol edilebilmektedir. Dolayısıyla kodlama verimlilik, doğruluk, denetleme ve hızlı lojistik için gereklidir.

2.10. Bilgi Yönetimi ve Teknolojileri

Bilgi, etkili ve verimli TZY için en önemli unsurlardan biridir. Bilgi; kontrol etmek, ölçmek, optimize etmek, öngöründe bulunmak ve endüstriyel ve ticari tüm aktiviteleri takip etmek için gereklidir. Bilgi; yakalanmalı, depolanmalı, analiz edilmeli, kullanılmalı, paylaşılmalı ve etkili karar verebilmek için işletmenin her seviyesine (taktik, stratejik ve operasyonel) ve tedarik zincirinin her adımına (tedarikçi, üretici, distribütör vb.) aktarılmalıdır (Weiser, Perret, & Jaffeux, 2013, s. 293).

İnsanların anlayabileceği ve kullanabileceği şekilde dönüştürülmeden önce fiziki çevrede veya organizasyonlarda bulunan ve olgunlaşmamış haldeki uzantılara veri (data) denmekteyken; küresel ekonominin ortaya çıkmasıyla mikro bazda işletmelerin, makro düzeyde ise çokuluslu işletme ve devletlerin endüstriyel faaliyetleri üretim veya hizmet sağlamak için birçok soru ile karşılaşması, anlamlı, faydalı ve biçimselliği olan veriyi ortaya çıkarmaktadır. Buna da bilgi (information) denmektedir (Laudon & Laudon, (2013)'dan Akt.: Bilgili, 2008, s. 163).

Bilginin anlamlı, kullanılabilir, güncel, gerektiğinde ve istenilen zamanda ulaşılabilir olması kurumsal bilgi birikimine (knowledge) yol açmaktadır. İşletmenin uzmanlığını ve bilgi birikimini oluşturacak, elde edecek ve dağıtacak şekilde sistemlerin desteklenmesi ise bilgi birikimi yönetimini meydana getirmektedir. Bilgi teknolojisinin lojistik rekabeti artırmak amacıyla kullanımı yoğun olarak desteklenmektedir. Bu genel alanı sorgulayan iki ana düşünce biçimi (Goldsby & Clinton, (1997)'dan Akt.: Bilgili, 2008, s. 163);

- Bilginin lojistik bir kaynak olarak,
- Bilgi teknolojisinin bir rekabet silahı olarak algılanmaktadır.

Bilgi tabanlı ekonomiye dönüşüm süreci, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesini beraberinde getirmiştir. Bilginin iletiminin kolaylaşması firmalara önemli

avantajlar sağlamaktadır. Örneğin internet teknolojisindeki gelişmelerle, firmalar ürünlerini daha düşük maliyetle ve daha hızlı olarak tanıtmaya, satma ve ulaştırma imkanına sahip olmaktadır. Bu durum işlem maliyetlerini önemli oranda düşürürken hem üreticiye hem de tüketiciye önemli yararlar sağlamaktadır. Dolayısıyla bilgi ve iletişim sektörlerindeki gelişmeler sağladığı olanaklar ile diğer sektörlerin de gelişmesini olumlu yönde etkilemektedir. Bu doğrultuda bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler her geçen gün ülkelerin rekabet gücünü arttıran önemli bir faktör durumuna gelmiştir (Artan, Hayaloğlu, & Baltacı, 2014, s. 212).

BT, işletmelerin tüm bölümlerinde kullanılmaktadır. Bir işletmede BT; bilgileri toplama, saklama, kontrol ve analiz ile kullanma işlemlerini kapsar. Bu işlemler bir bütündür ve ilk adımlarda yapılan hatalar diğer adımları sekteye uğratar veya sürecin diğer adımlara geçmesine engel olur.

İşletmeler, BT ürünlerinden en çok iletişim fonksiyonunu kullanmaktadır. Müşteriler, tedarikçiler ve işletmenin diğer birimleri arasında iletişim günümüzde daha çok e-posta kullanımı ile yapılmaktadır. Ayrıca yazılımlar ile ağ bağlantıları üzerinden toplantılar düzenlenebilmektedir.

Depoların anlık izlenmesi ve yönetilmesi BT ile sağlanmaktadır. Üretim ve satış arasında tampon bölge görevi yapan depolarda stok hareketleri izlenebilmektedir. Elde edilen veriler işletmede farklı alanlarda kullanılmaktadır.

2.11. Günümüzde Lojistik Alanında Kullanılan Bilgi Teknolojileri

Günümüzde işletmeler; kayıtların saklanması, analiz edilebilmesi ve raporlanması için bilgi sistemlerine ihtiyaç duymaktadır. Bilgi sistemleri yaygın olarak muhasebe, satın alma ve satış pazarlama alanlarında destek verirken, donanımlara uyum sağlayarak daha kapsamlı ve karmaşık operasyonları yürütebilmektedir.

Endüstri kuruluşlarında, üretim için kullanılan makinalardan alınan bilgiler bilgi sistemlerine aktarılabilmektedir. Bu aktarım ile yöneticiler veri girişini daha güvenli ve daha şeffaf hale getirebilmiştir. Örneğin; üretim yapan bir firmada kantarlardan

hammadde ve mamullerin miktarı ile elektrik sayaçlarından tüketilen enerji miktarı, bilgi sistemlerine aktararak işletmenin miktar-enerji oranı bilgi sistemlerinden izlenebilmektedir. Bu örnekte bilgi sistemleri; üretimden ve elektrikten sorumlu en az iki personelin yapması öngörülen veri girişlerini yaparak, şeffaf ve insan müdahalesi olmadan kayıt altına alabilmektedir. Bu kayıtlar veri tabanlarında yıllar boyunca saklanarak; herhangi bir değişiklikte grafiklerin nasıl etkilendiği kolaylıkla izlenebilmektedir.

Lojistikte; tüm depo hareketleri, işletmenin stokları, nakliye hareketleri ve tüm finansal ve operasyonel veriler saklanabilmektedir. Geriye dönük raporlamalar ile optimal bir çalışma düzeni sağlanabilmektedir.

BT' nin kullanımının artması üretim sistemlerinin de gelişmesine neden olmuştur. İşletmeler; süreçleri, otomasyon sistemleri ile insanlar ve makinalar arasında paylaştırarak verimliliklerini artırmıştır. Bilgisayar teknolojileri ile üretimi kontrol eden otomasyon sistemleri, sağladığı verileri işletmenin diğer birimleri ile paylaşabilmektedir. Bu işlem sonucunda herhangi bir üretim değeri geriye dönük analiz edilmekte ve raporlanmaktadır. Depolara ait sıcaklık, doluluk vb. veriler ile araç konumları, makinaların çalışma saatleri gibi verilerin otomasyon sistemleri aracılığıyla kaydedilmesi; işletmenin süreçlerini gözden geçirmesi için önemlidir. Analiz edilen veriler sonucunda işletme iyileştirme veya yatırım kararları almaktadır. Bilgi sistemlerinde kayıtlı finansal bilgiler ile üretim sisteminde yer alan cihazlardan alınan üretim, hammadde, stok, enerji, yakıt tüketimi veya taşımaya ait veriler tek bir sistemde depolanabilir ve raporlanabilir hale gelmiştir.

2.11.1. Barkod

Barkod, farklı kalınlıklara sahip siyah çizgiler ve iki siyah çizgi arasında yer alan beyaz çizgiler ile kodlanmış bilgiyi barındıran mesaj olarak tanımlanabilir. Çizgiler ve boşluklar, bir karakter veya rakam dizisini temsil etmektedir. Bu diziler, sadece mesajı çözümleyen bilgisayara verileri aktaran bir barkod okuyucu ile okunur. Bilgisayar, çizgileri “0” ve “1”; beyaz boşlukları ise “açık” ve “kapalı” şeklinde tanımlar. Bu

nedenle barkod sadece bilgisayarlar tarafından tanımlanabilen “0” ve “1”lerden oluşan bir dizidir (Patel, 1996, s. 1).

Öncelikle barkod farklı genişliklere sahip ve farklı karakterleri temsil eden basılı çizgilerdir. Satıcılar; barkodu, ürünün fiyatı, stok numarası, son kullanma tarihi vb. bilgilerini ürün üzerine basarak saklamak için kullanmaktadır. Ardından, bu barkod üzerindeki foto sensör yardımı ile çizgilerin genişliğini ölçen, bunu elektriksel bir dalgaya dönüştürerek rakam veya normal karakterlere çeviren bir barkod okuyucu ile okunmalıdır. Bilgi veri tabanına gönderilecek ve bilgisayar tarafından kontrol edilerek ürün detayları gösterilecektir (Ngo, 2012, s. 8).

Barkod sistemleri, mağazalar, marketler, depolar, tekstil atölyeleri de dahil birçok farklı sektörde farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Ekranlar, mobil terminaller veya cep telefonları ile sorgulanabilen barkodlar pratik ve hızlı olması nedeniyle tercih sebebi olmaktadır. Etikete kodlanan veriler ile bir ürünün; üretici firma, ürün bilgisi gibi bilgileri bilgisayar ortamında kayıt altına alınmakta; barkod okuyucu cihazlar yardımıyla bu bilgiler ilgili personele hızlı bir şekilde aktarılabilir.

Barkod sisteminin kullanılmasında bir diğer avantaj ise üretici firma, ürün bilgisi gibi bilgilerin bilgisayara çalışanlar tarafından kayıt edilmesi zaman alan ve hata yapılma olasılığı yüksek olan bir işlemdir. Bu hataları azaltmak ve zaman kaybını önlemek için barkod otomasyonu işletmeler için tercih sebebi olmaktadır.

Gelişmiş ve büyük işletmelerde ise barkodlar işçilik maliyetlerinin yüksek olmasından ve zaman kaybı oluşturmamasından dolayı tercih edilmemektedir. Kapasitesinden dolayı barkod içerisine saklanabilen verilerin kısıtlı olması da barkod teknolojisinin kullanımını azaltmaktadır.

2.11.2. RFID (Radio Frequency Identification – Radyo Frekansı İle Tanımlama)

Bilişim teknolojisinin faydalarından biri, şu anda ağırlıklı olarak lojistik ve taşımacılık sektöründe kullanılan ama aslında ekonominin her sektöründe sınırsız uygulama olanakları olan, RFID teknolojisidir. RFID teknolojisinin temel görevi; bir

nesneyi kesin ve temassız olarak tanımlamak için kolay bir yol sağlamaktır. Bu işlem, belirli bir mesafeden RFID tarayıcı ile RFID etiketine sahip bir nesnenin kimlik kodu ve diğer bilgilerini okuyarak gerçekleştirilir. Bu bilgiler genellikle RFID yazıcı kullanarak yazılmıştır. Bilgiler çok frekanslı bir radyo sinyali ile taşınır. Bu teknoloji aynı anda birden çok nesneyi temassız olarak tanımlayabildiğinden, bilgi-işlem performansını artırır; gerekli personel sayısını azaltır. RFID etiketleri yeniden yazılabilir ve bir barkoda göre daha fazla bilgi içerebilir. Bir RFID etiketinin tarayıcılar ile doğrudan temas etmesi gerekli değildir (Ginters & Martin-Gutierrez, 2013, s. 4).

RFID hayatımızın ayrılmaz bir parçasıdır. RFID verimliliği ve kolaylığı artırır. RFID; otomobil ve malların çalınmasını önleme, hareket halinde iken giriş ücretlerini ödeme, trafiği yönetme, binalara girişi sağlama, otomatik park etme, geçitlerde araç geçişlerinin kontrolü, kurumsal alanlar ve havaalanları, asansörlerin hareketleri gibi alanlarda yüzlerce hatta binlerce kez kullanıldı. Daha karmaşık cihazlar ise daha yetenekli ve genellikle bir bilgisayara ve bir ağa bağlıdır (Landt, 2005, s. 8).

RFID teknolojisinde ana bileşenler, etiket, okuyucu ve BT altyapısıdır. Bir RFID etiketi benzersiz bir kimlik numarası barındırır ve depolanan kimliği radyo frekansları aracılığıyla gönderir. RFID okuyucusu, RFID etiketinden radyo sinyalini alan (algılayan) bir cihazdır. BT altyapısı, RFID okuyucularından bilgiyi toplamak ve diğer sistemlere RFID bilgisini aktarmak için kullanılmaktadır (Byfield, 1996, s. 4-5).

RFID teknolojisi, tedarik zinciri üzerinde, ürünlerin veya malzemelerin birim, kutu veya palet seviyesinde izlenmesinde büyük faydalar sağlamaktadır. Süreç verimliliği artmakta ve işçilik maliyetleri azalmaktadır. Artan görünürlük ile birlikte ürün bulunabilirliği ve tedarik zincirindeki koordinasyon artmaktadır. Tahmin hataları azalmakta, gerçek ve kayıtlı stoklar arasındaki farklar ortadan kalkmakta, depolarda tutulan stok miktarları düşmektedir. Doğruluk seviyesinin artması zincir üyelerinin daha etkin kararlar verebilmesini sağlamakta, güvenlik seviyesinin yükselmesi ile birlikte ürün çalınma oranları düşmektedir. Stokta bulunmama ve kayıp satış oranları azalmakta, nihai anlamda müşteri memnuniyeti artmaktadır (Üstündağ & Tanyaş , 2009, s. 86).

RFID sistemleri, Barkod sistemlerine göre birçok avantajı barındırır. RFID teknolojisinde okuma aralığı 30 metreye kadar çıkabilmektedir. Barkod sistemi ise birkaç santimetreye kadar okuma yapabilir. Bu da büyük alanlarda RFID kullanımını yaygınlaştırmıştır. Bir diğer önemli fark ise barkod sisteminde veri tek yönlüdür. Sadece okunabilir. RFID sisteminde ise veriler okunabilir ve yazılabilir. RFID sisteminde iş gücüne ihtiyaç duyulmadan tamamen otomasyon sistemleri üzerinden çalışmak mümkündür. Barkod sisteminde ise insan gücüne dayalı bir çalışma mevcuttur. Barkod ve RFID arasındaki en büyük fark ise verilerin kayıt altına alınmasıdır. Barkod sisteminde veri kapasitesi düşüktür. RFID sisteminde ise sadece üretici firma ve ürün bilgisi değil; üretim, sipariş, zaman vb. bilgiler de kayıt altına alınabilir.

2.11.3. Akıllı Depolama

Akıllı depolama; bir depo içerisinde yapılan işlemlerin yazılım ve otomasyon ile beraber çalışmasıdır. İşletmeler, depolama işlemlerini verimli yapabilmek için DYS kullanmaktadır. DYS, depolarda yürütülen tüm süreçleri kontrol ederek, süreçlerin otomasyon yazılımları ile yönetilmelerini sağlar. Depolarda devam eden işlemlerin izlenmesi, analiz edilmesi ve raporlanması mümkündür. Dolayısıyla DYS, sistemin verimliliğini doğrudan etkiler.

Akıllı depolama sistemlerinde robotik yükleme ve boşaltma sistemleri kullanılabilir. Bu sistemlerde depolama alanları robotik sisteme uygun hale getirilir. Bunun için gerekli alan oluşturulur. Robotik sistemin çalıştırılması sonucunda depolanacak ürün insansız çalışma ile istiflenir, paketlenir ve yerleştirilir. Sistemin optimizasyonu ile yükleme ve boşaltma noktalarında işçilik maliyetlerinin azalmasının yanı sıra operasyon süreleri kısalır ve hata riski azalır. Ayrıca robotik sistemler genellikle bir yazılım üzerinden kontrol edildiği için, tüm süreçler kayıt altına alınarak depolama operasyonları raporlanabilir ve analiz edilebilir seviyeye gelmektedir. Üretilen rapor ve analiz sonuçları ile akıllı depolama sisteminde parametreler değiştirilerek sürekli iyileştirme sağlanmaktadır.

2.11.4. Sensör Uygulamaları

Endüstride sıkça kullanılmakta olan sensörlerden cisim algılama özelliğine sahip olanları lojistikte de kullanılabilmektedir. Bu sistemlerle sayma, hacim veya alan hesaplama ve ağırlık ölçme gibi işlemler yapılarak genellikle bilgisayar ortamında veriler kayıt altına alınmaktadır. Sensörler otomatik sistemler için birer duyu organıdır. Ağırlık, mesafe, sıcaklık, basınç ölçebilen sensörlerin yanı sıra lojistikte sık kullanılan cisimden yansıtma sensörleri ve hacim hesaplayabilen sensör çeşitleri mevcuttur. Sensörlerin kullanıldığı yerlerden bazıları aşağıdaki gibidir:

- Araç yükleme ve indirme noktalarında ağırlık ölçümü ve torba, kutu veya ambalaj sayma
- Araç yönlendirmede (bariyer sistemleri, ikaz sistemleri)
- Metal ayrıştırma
- Sıcaklık ölçümünde
- Basınç ölçümünde
- Doluluk seviyelerinin belirlenmesinde
- Gaz analizi yapmada
- Konum belirlemede
- Sıvı ve gaz debisi ölçmede

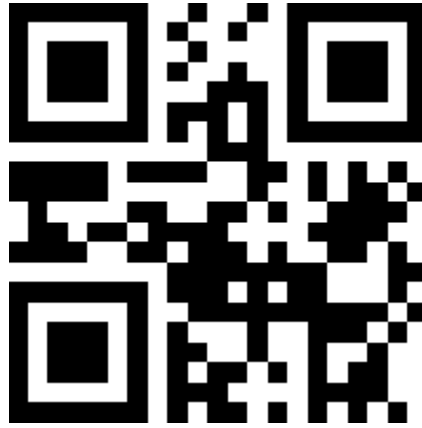
Lojistik alanında özellikle ambalaj, kutu gibi cisimlerin sevkiyatında sayım ve kontrol için sensörler sıkça kullanılmaktadır. Okudukları değeri bilgisayar ortamında kaydedebilmekte ve otomatik kontrol sistemlerine entegre edilerek eksik veya hatalı üretimleri de takip ederek raporlamaya yardımcı olabilmektedir.

Dağıtım ve depolama süreçlerinde sıcaklık ve nem gibi ürüne zarar verebilecek etkenler sensörler yardımı ile ölçülür. Sensörlerden alınan veriler bilgi sistemleri ile işlenerek kayıt altına alınır. Günümüzde sıcaklık değerleri ürüne zarar verebilecek seviyeye ulaşmadan dağıtım veya depo sorumlularına kısa mesaj gönderebilen sistemler mevcuttur.

Kimyasal taşımacılığında gaz basıncı, titreşim, sızıntılar ve buharlaşmalar da sensörler ile ölçülerek, bu değerlerin kontrolü sağlanmaktadır. İşletmeler, lojistik süreci boyunca ürünü etkileyebilecek tüm dış etkenleri izleyebilmektedir.

2.11.5. QR (Quick Response) Teknolojisi

Quick Response (QR) kodu İngilizce çabuk tepki kelimelerinin kısaltmasıdır. Ülkemizde karekod olarak bilinmektedir. Android, IOS, Symbian, Java, Windows Phone gibi tüm mobil işletim sistemlerinden kamera yardımıyla okutulabilmektedir. QR kodu mobil cihazlardan okutulduğunda kullanıcıyı; internet adresine, telefon numarasına, iletişim bilgilerine hatta coğrafi konum bilgisine yönlendirebilir.



Şekil 2.3. QR Örneği

Kaynak: <https://api.qrserver.com/v1/create-qr-code/?data=tezqr%0A&size=220x220&margin=0>

Türkiye’de ilaç sektöründe kullanımı zorunlu hale getirilen QR kodları; lojistik alanında genellikle ambalajların üzerlerine etiketlenmektedir. Bu etiketi okutan görevliler ambalaja ait; gönderen, alıcı, çıkış saati, tahmini varış saati gibi birçok bilgiyi mobil cihazlardan görebilmektedir.

Günümüzde ilaç sektörü haricinde, yayın evleri, elektronik cihaz üreticileri, gazete ve reklamcılık kuruluşları da benzer şekilde QR kodlarını kullanmaktadır. Müşteriler bir cihaz hakkında kolay bilgiye erişebilmekte veya bir gazete ilanında gördükleri karekodlar üzerinden ürünler hakkında detaylı bilgi edinebilmektedirler.



Şekil 2.4. QR Kullanımı

Kaynak: <http://www.ccs-logistics.de/en/ccs-express-courier-label-now-with-qr-code/>

QR kodları bütün işletmelere uyum sağlayabilmektedir. Özellikle elektronik ve otomotiv alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. QR kodu oluşturmak veya hazır bir QR kodu içerisinde saklı veriyi okumak için herhangi bir maliyet gerektirmemektedir. Ücretsiz hizmet veren birçok internet sitesi kod oluşturma ve oluşturulan kodu indirebilme olanaklarını sunmaktadır. Law tarafından sıralanmış olan işlem adımları aşağıda 5 temel başlıkta gruplandırılarak verilmiştir (Law, 2010, s. 91);

- QR kodu oluşturma web sitesinin seçimi: Bir metin parçası, kısa mesaj veya bağlantının QR kodu içine kodlanarak depolanabilmesi amacıyla QR koda özel olan standartlar kullanılmaktadır. Kodlama işlemi internetteki ücretsiz QR kodu oluşturma yazılımlarından birisiyle gerçekleştirilebilir.
- QR kodun kodlanması: Depolanması istenilen bilgi web sitesi tarafından QR kod formatına dönüştürülür. Birçok web sitesi oluşturulacak QR kodun boyutlarını belirleyebilmeyi sağlamaktadır.
- QR kodun saklanması: Web sitesi tarafından oluşturulan QR kod çıktısı, resim olarak kaydedilerek basılı materyal üzerine yerleştirilir.

- QR kod okuyucu uygulamanın kurulumu: QR kodu okutabilmek için cep telefonuna işletim sistemiyle (Android, Windows Mobile, iPhone OS vb.) uyumlu çalışabilen QR kod okuyucu uygulamanın kurulması gerekmektedir.

- QR kodun okutulması: QR kod okutma uygulaması açıldığında, cep telefonu kamerası aktifleştirilir. Böylece kullanıcı cep telefonu ile QR kod üzerine gelerek resmini çeker ve anında QR kod içindeki bilgi deşifre edilerek ekrana yansıtılır.

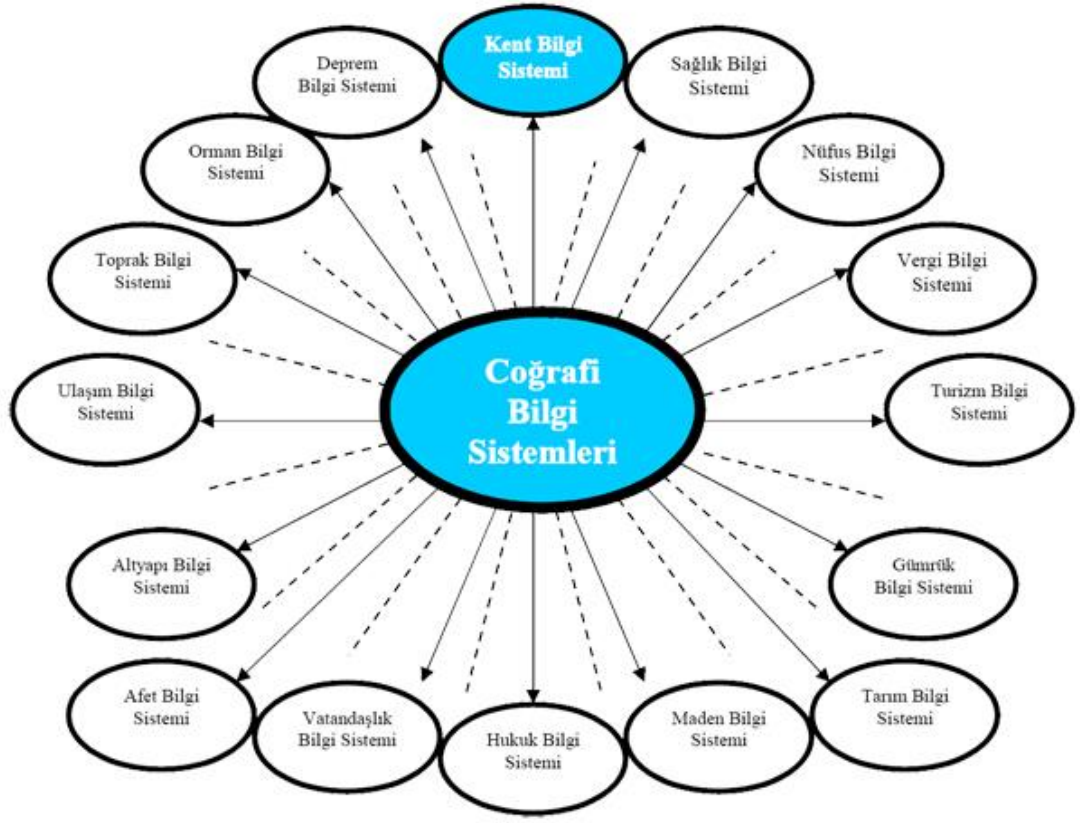
QR kodların bilgi kapasiteleri değişkendir. Günümüzde 144 satır 144 sütundan oluşan QR kodlar seçilebilmektedir. Bu tip QR kodlar 3116 sayısal veriyi veya 2335 alfa numerik veriyi depolayabilmektedir. Bu da QR kod uygulamalarının en önemli avantajıdır.

QR kod uygulamalarında; barkod ve RFID uygulamalarında olduğu özel yazıcılara ihtiyaç duyulmamaktadır. Herhangi bir yazıcı QR kod yazıcı olarak kullanılabilir. Ağır sanayide veya bazı sektörlerde QR kod yazmak için özel yazıcılar kullanılabilir.

Kodlar, QR kod okuyucu cihazlarla çözülebildiği gibi; yeni nesil cep telefonları, tablet bilgisayarlar gibi QR kod tarama özelliği bulunan uygulama yüklü tüm cihazlardan okunabilmektedir.

2.11.6. Coğrafi Bilgi Sistemi

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS); donanım ve yazılımları kullanarak haritalar üzerine kaydedilen verilerden oluşmaktadır. İşletmeler, güncel bilgiler ile karar verebilmek için CBS kullanmaktadır. CBS; coğrafi bilgiler ve konum verileri dışında su, maden, yol, altyapı, nüfus vb. bilgileri barındırmaktadır. Günümüzde CBS, kent planları oluşturmada, tarım ve orman araştırmalarında, eğitim ve çevre gibi alanlarda kullanılmaktadır.



Şekil 2.5. Coğrafi Bilgi Sistemi

Kaynak : <http://webjeoloji.com/cografi-bilgi-sistemi-kullanim-alanlari>

Konumsal ve konumsal olmayan veriler arasındaki ilişkileri analiz etmede güçlü bir araç olan CBS, gerek yerel gerekse merkezi ölçekte kamu politikalarının belirlenmesinde önemli girdiler sağlamaktadır. Aslında bir politik araç olarak CBS yeni olmamasına rağmen son yıllarda internet ve web teknolojilerinin gelişmesiyle tüm aktörlerin (politika belirleyiciler, vatandaşlar, uzmanlar vb.) CBS 'ye erişebilmeleri bu aracın daha kurumsal perspektiften bakılarak bütünleşik ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Yıllarca çevre ve doğal kaynak yönetimi alanında yaygın kullanım alanı bulurken günümüzde kamu politikalarının formüle edilmesinde ve uygulanmasında yeni açılımlar sağlamaktadır. Bu özelliği ile yalnızca ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde değil, bu teknolojilerin ağırlıklı olarak kullanıldığı ABD ve Avrupa ülke uygulamalarında, sorun olan teknik ve yasal engeller aşarak, kamu kurum ve

kuruluşlarını CBS 'yi daha etkin bir şekilde kullanma ve daha geniş bir yelpazede geliştirme yoluna itmiştir (Greene, (2001)'den Akt.: Bensghir & Akay, 2006, s. 32).

Bir başka şekilde CBS 'yi tanımlayacak olursak, bilgisayar destekli tasarım ve çizim sistemleri, veri tabanı uygulamalarıyla ortaya çıkan bir mekansal alana ait grafiksel ve yazımsal verilerin aynı ortamda toplanması, bu verilerin gereksinimsel doğrultusunda sorgulanması ve gerekli analizlerin yapılmasını sağlayan bir bilgi sistemidir. CBS, planlama ve yönetimde kullanılan yeryüzünde konumu belirli verilerin modellenmesi, işlenmesi, analizi, kullanım amacına göre sunulması, kısaca yönetimi kapsayan donanım, yazılım, yöntemler ve bu amaçla çalışan personelin oluşturduğu sistemdir. CBS yardımıyla her türlü grafiksel ve yazımsal verinin aynı ortamda toplanması, depolanması, analizi, görselleştirilmesi, güncelleştirilmesi, sonuçlarının kullanıma sunulması mümkündür (Toklucu, 2007, s. 27).

CBS, üçüncü kuşak diller olan C, C++, .NET gibi programlama dillerini desteklediği için, rotalama problemlerinde kullanılabilir. Özellikle filo takip sistemleri CBS verilerini dikkate almaktadır.

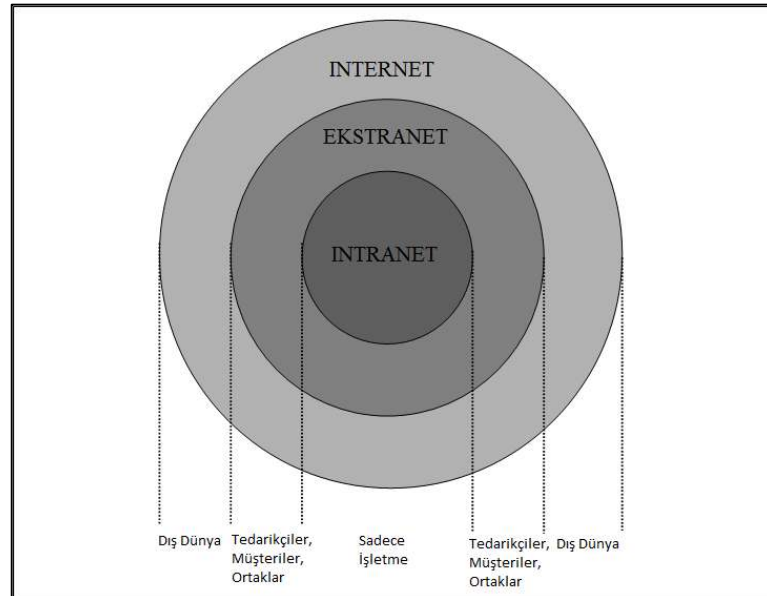
CBS 'nin lojistik alanında kullanımı ile mesafelerin belirlenmesi, rotaların tasarlanması ve yol durumunun tespiti daha kolay bir hal almıştır. Bu sayede iş ve zamandan tasarruf edilerek daha karlı sevkiyatlar gerçekleştirilebilmektedir.

2.11.7. Web (Ağ) Tabanlı Hizmetler Internet-Intranet-Ekstranet

Internet, günümüzde her alanda olduğu gibi tedarik zincirinde de etkin olarak kullanılmaktadır. İşletmeler satın alma alanında ürünlerin seçiminde, farklı seçenekler arasından işletmeye en uygun olan seçeneğin belirlenmesinde internetten faydalanmaktadır. Stok yönetiminde, müşterilere ürün stok bilgilerinin aktarılması gibi işlemlerde, taşıma esnasında işletmeye ve müşterilere araçların konumunu bildirmede, e-ticaret sistemleri yardımıyla sipariş almada, satış sonrası müşteri talep ve şikayetlerini toplamada dolayısıyla tedarik zincirinin her halkasında internet teknolojisi kullanılmaktadır.

Intranet, internet teknolojisi ile aynı özelliklere sahip olup; tek farkı sadece işletme içinde kullanılmasıdır. Intranet ağına işletme tarafından belirlenen kullanıcılar dışında girilemez. Intranet organizasyon içerisinde; işletme verilerinin saklanması, işletme içi haberleşmede kullanılır. İşletmelerin kurumsal kaynak programlama yazılımları genellikle intranet ağı üzerinde bulunan sunucular üzerinde hizmet vermektedir. Intranet ağlarından internet ağlarına giriş izinleri verilebilmektedir fakat tersi yönde bir haberleşme yapılmamaktadır. İşletmelerde bilgi sistemi yöneticileri hangi kullanıcının hangi sayfalara erişebileceğini belirlemekte böylece haberleşme ağı optimum düzeyde kullanılmaktadır. Çalışanlar, birbirlerine intranet ağı üzerinden internet ağına ihtiyaç duymadan e-posta gönderebilmekte veya telekonferans yapabilmektedir.

Ekstranet, intranet ağına iş ortaklarının da bağlanması ile oluşturulmuştur. Müşteriler, tedarikçiler ve izin verilen diğer kullanıcılar, organizasyonun intranet ağına dahil edilir. Böylece şirketler arası bilgi paylaşımı kolaylaşır. Maliyetler azalır ve organizasyon ile müşteri ve iş ortakları arasında anket, şikayet formu, sipariş formu vb. dokümanlar paylaşılmaktadır.



Şekil 2.6. Ağ Yapıları

Kaynak: <http://www.intechopen.com/source/html/18521/media/image2.png>

Web tabanlı hizmetler; işletmelerin amacına uygun olarak intranet, internet veya ekstranet ortamında yayınlanmaktadır. İşletmeye ait birçok operasyon web tabanlı hizmetlerle yürütülmektedir. Farklı yöntemlerle oluşturulan web sayfaları işletmeye ait veri tabanlarına bağlanarak kullanıcıların yeni kayıt yapmaları, var olan kayıtları düzenlemeleri, raporlama ve analiz etme gibi imkanlar sunmaktadır. İşletmelerde bilgi sistemleri çalışanları, gereken düzenlemeleri yapmak ve sunmakla sorumludur. Hizmetlerin güncel olmasının sağlanması önemli bir gerekliliktir.

Günümüzde, özellikle kurumsal işletmelerde intranet yapıları kullanılmaktadır. Intranet ağı üzerinde yer alan sunucu bilgisayara erişen diğer istemci bilgisayarlar yardımı ile işletme bölümleri arasında veri alışverişi sağlanmaktadır.

2.11.8. ITV (In-Transit Visibility – Taşımada İzlenebilirlik)

ITV sistemleri nakil güzergahı boyunca kameralar, RFID sistemleri ve sensörler yardımıyla hareket halindeki her aracın görüntüsünü alabilmektedir. Sistem özellikle askeri lojistik alanında kullanılmaktadır. Darboğazların giderilmesi, planlama, bütçeleme, tedarik kararının verilmesi gibi birçok konuda veri alınabilmektedir. Uydu aracılığıyla da iletişim kurulmaktadır.

En genel tanımı ile ITV nakil halinde bulunan bir aracın yazılım ve donanımlar ile takip edilmesidir. ITV uygulamalarında araç hareketleri operatörler tarafından kontrol edilen bilgisayarlar üzerinden izlenmektedir. Süreç boyunca raporlama yapılabilmektedir.

2.11.9. Araç Takip ve İzleme Sistemi– GPS

Global Positioning System (GPS); konum ve zaman bilgisi sağlamaktadır. GPS teknolojisi üç veya daha fazla GPS uydusunu kullanarak konum bilgisini almayı sağlamaktadır. GPS alıcısı olan herkes ücretsiz olarak bu bilgilere erişebilir (Leemekanond & Akagi, 2014, s. 110).

Lojistik alanında GPS; hareket halinde olan araçların konum bilgisini almakta kullanılmaktadır. Ayrıca çok lokasyonlu işletmelerde araç yönlendirmede ve karar verme mekanizmalarında rol oynamaktadır.

GPS sistemi kullanımı ile işletmeler tüm sevkiyat operasyonlarını takip edebilmektedir. Bu takip sonucunda personelin iş kaybı önlenerek verimlilik artışı sağlanmaktadır. Ayrıca araçlar kontrol altına alınacağından akaryakıt israfı önlenerek doğrudan maliyetleri azaltabilmektedir.

GPS sistemi lojistik alanında kullanılabileceği gibi; yük ve kurye taşımacılığı, personel ve okul servislerinin izlenmesi, satış pazarlama alanlarında çalışan personelin takibi ve kiralanan araçların izlenmesi gibi farklı kullanım alanlarına da sahiptir.

GPS sisteminde, uydu sistemleri yardımıyla yüksek duyarlılıkta, evrensel koordinat sistemi formatında anlık olarak veri alınabilmektedir. GPS sisteminin diğer avantajları ise aracın anlık hızı, tahmini varış zamanı, yolda geçen süre, hedefe kalan mesafe ve alınan mesafe gibi bilgileri verebilmesidir. GPS izleme yazılımları kullanılarak, bu bilgiler doğrultusunda çalışanların hız limitlerine uyup uymadıkları, trafikte hareketsiz geçirdikleri zaman gibi işletme verimliliğini ve karlılığını etkileyen detaylar da kayıt altına alınabilmektedir.

2.11.10. ERP (Enterprise Resource Planning-Kurumsal Kaynak Planlama)

ERP sistemleri; günümüzde yaygın olarak kullanılan, işletme içerisinde mevcut yazışmaları, onayları, karar destek mekanizmalarını bilgisayar ortamına aktarmaya yarayan yazılımlardır. Kullanıcı tanımlanarak ve yetkilendirme yapılarak işletmenin tüm bölümleri sisteme giriş yapabilmektedir. Herhangi bir satış veya sipariş işleminde yapılması gereken tüm yazışmalar yazılı olarak değil, bilgisayar ortamında yaratılıp onaylanmaktadır. Böylece finans, insan kaynakları, üretim, stok gibi bölümler ERP ile çalışmakta ve kolayca bilgi alışverişi, analiz ve raporlama gibi işletme için önem taşıyan işlemler yapılabilir.

Firmalara veya sektörlere göre özelleştirilmiş ERP yazılımlarından bahsetmek pek mümkün olmayacağından ERP Sistemini tanımlayıcı genel özellikleri şu şekilde özetleyebiliriz (Rizzi & Zamboni, (1999)'dan Akt.: Güler, 2006, s. 72-73).

- Diğer paketlere kıyasla özelleştirmeye çok daha müsait yapıya sahiptir çünkü hedef sektörü tanımlanmamış olan bu standart paketler kurulum esnasında kurumun özel ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilmelidirler.
- Bir veri tabanı yönetimi yazılımı, ara katman yazılımı ya da bir işletim sisteminden ziyade ERP bir uygulama yazılımıdır.
- Hem ana verileri hem de iş süreçlerine ait verileri tutan bütünleşik bir veri tabanıdır.
- Temel iş süreçleri hakkında çözüm önerileri sunar.
- Birçok kurumsal işlevi desteklemeyi hedeflemesinden dolayı yüksek oranda işlevsel bir yapıya sahiptir.
- ERP ürün paketleri dünya genelinde, ülkelerden ve bölgelerden bağımsız çözümler sunmak üzere tasarlanmıştır. ERP paketleri, ülkeden ülkeye farklılık gösteren muhasebe işlemleri, özel biçimli belgeler oluşturulması (teklifler, faturalar vb.) ve insan kaynakları yönetimi gibi işlevleri ülkesel gereksinimlere uygun bir şekilde yerine getirirler.
- Temel ERP ürün paketi dünya ölçeğinde kullanımı sağlamaya yeterli işlevselliği içermesi sayesinde bazı sektörleri değil tüm sektörleri hedefler.
- ERP yazılımlarını diğerlerinden ayıran bir özellik de ERP paketlerinin tedarik yönetimi, sipariş yönetimi ve ödeme işlemleri gibi, tekrar eden ve sürekli olan iş süreçlerini destekliyor olmalarıdır. Bu paketler sadece pazarlama, ürün geliştirme ve proje yönetimi gibi düşük seviyede yapılandırılmış ve düzensiz olan işlevler üzerinde yoğunlaşmazlar.

ERP 'nin temel teknik özellikleri ise şunlardır:

- Tüm uygulama alanlarında birbiriyle tutarlı grafik ara yüzleri
- Uygulama, veri tabanı ve sunum olmak üzere üç katmandan oluşan bir istemci sunucu mimarisi
- İşletim sistemi ve donanımdan bağımsızdır, ERP paketleri Solaris, Windows NT ya da Linux gibi farklı sistemler üzerine kurulabilir.

- Yönetiminin karmaşık olması sadece ERP ‘nin özelliği olmamakla birlikte, bu sistemler kadar kritik öneme haiz sistem sayısı azdır.

ERP sistemlerinde tek bir veri tabanı, aşağıdaki alanlarında dahil olduğu çeşitli yazılım modüllerini bünyesinde barındırabilir (04.08.2014, www.dorasoft.com.tr);

Üretim:

- Mühendislik işlemleri
- Malzeme listeleme işlemleri
- Çizelgeleme
- Kapasite analizi
- İş Emri yönetimi
- Kalite Kontrol
- Maliyet yönetimi
- Üretim işlemleri
- Üretim projeleri
- Üretim akışları

TZY:

- Envanter yönetimi
- Sipariş girişi
- Satın alma
- Ürün yapılandırması
- Tedarik zinciri planlaması
- Tedarikçi çizelgeleri

Mali Yönetim:

- Genel hesap defteri
- Nakit yönetimi
- Nakit çıkışları

- Nakit girişleri
- Durağan varlıklar

Proje Yönetimi:

- Maliyet hesaplama
- Listeleme işlemleri
- Süre ve harcama analizleri
- Faaliyet yönetimi

İnsan Kaynakları Yönetimi:

- İnsan kaynakları
- Maaş bordroları
- İşletme içi eğitim
- Çalışanların çalışma süresi ve devamlılığı
- Faydalar

Müşteri İlişkileri Yönetimi:

- Satış ve pazarlama
- Komisyonlar
- Hizmetler
- Müşteri sözleşmeleri
- Yardım hattı desteği
- Müşteriler, tedarikçiler ve çalışanlar için kişisel ve genel kullanıcı ara yüzleri

2.12. Bilgi teknolojilerinde karşılaşılan riskler

Veri ve bilgi güvenliği riskleri büyük çoğunlukla organizasyonun kontrolü altındadır. Erns & Young' ın 273 lider şirketin BT direktörleri ve yöneticileriyle bilgi güvenliği ile ilgili yapmış olduğu araştırmaya göre; bu şirketlerin %70'i BT sistemlerindeki arızalardan şikayetçi, bu arızaların ise %30'u 3. parti sistemlerindeki

başarısızlıktan kaynaklanıyor (Finch, 2004, s. 187). Bilgi güvenliği politika ve prosedürlerini tamamlayan firmalar hangi risklerle karşı karşıya kalabileceklerinden habersizdir, bunlardan %54'ü ancak riskleri azaltmaktadır. Bu çalışmaya göre (Finch, (2004)'ten Akt.: Aksoy, 2009, s. 54-55);

- %60'ı saldırılardan kolay etkilenmekte,
- %80'i internet üzerinde görülür ve kendi networklerinde hangi servislerin olduğunu bilmemektedir,
- %80'i etkisiz güvenlik sistemlerine sahiptir,
- Sitelerin %70'inin güvenlik duvarları bilinen saldırılara karşı hassastır.

Bilgi sistemlerinde riskleri en aza indirmek için işletmelerin önlem almaları gerekmektedir. Bilgi güvenliğini sağlamak ve işletmelerin saldırılardan korunması için öncelikle güvenlik duvarları kullanılmaktadır. Güvenlik duvarları işletme içerisindeki bilgi ağı ile dış dünyayı birbirinden ayırır ve veri trafiğini kontrol eder. Tarayıcılarda filtre uygulamaları güvenlik duvarları aracılığıyla yapılmaktadır.

Güvenlik duvarı, işletme içerisinde ve işletme ağına dış dünyadan yapılan bağlantılarda önleyici olarak kullanılabilir ancak kullanıcıların bilgisayarlarının düzenli ve kararlı çalışması için anti virüs yazılımları kullanılmaktadır. Anti virüs yazılımları, bilgisayarla bağlanan harici aygıtlardan ve internet tarayıcılardan gelen tehlikelere karşı koruma görevini üstlenmektedir. İşletmeler; bilgilerini korumak için anti virüs yazılımlarını güncel tutmaktadır.

Bilgi sistemleri tarafından oluşturulan kullanıcı kimlikleri ve uzaktan erişim yetkileri; bilgi güvenliği açısından bir diğer risktir. Kullanıcı kimliklerinin üçüncü şahıslarla paylaşılması, tek dosyada toplu olarak kayıt altına alınması veya şifrelerin çalınması durumunda işletme verileri bilgisayar korsanları tarafından ele geçirilebilmektedir.

İşletmeler, verilerini olası riskler için yedekleyerek kısa sürede sistemlerini eski haline döndürebilmektedir. Yedekler, bir bilgisayarın belirlenen bir tarihteki kopyası olduğu gibi, bir klasör veya dosya yolu da olabilmektedir. Özellikle kurumsal kaynak

planlama yazılımlarının düzenli olarak günlük veya haftalık olarak yedeklenmesi gerekmektedir.

2.13. İzlenebilirlik Kavramı

İşletme içerisinde ürün hareketlerinin izlenmesi; herhangi bir elektriksel bağlantısı bulunmayan delikli kartlar ile başlamıştır. Delikli kartlar, üzerinde yazılı rakamların kart delici adı verilen makinalarla delinmesi ile bilgi taşırlar. Kart deliciler genellikle sayım ve istatistik çalışmalarında kullanılır. Lojistik alanında kullanılan diğer bir yöntem manyetik şeritli kart teknolojisidir. Manyetik şeritli kartlar günümüzde bankacılık ve perakendecilik sektörlerinde ilgi görmektedir. Lojistik alanında ise üretici bilgilerinden yükleme işlemlerine kadar birçok bilgi de kartlar üzerinde depolanabilmektedir.

Sevkiyat otomasyonu uygulamalarında sipariş ile beraber oluşturulan manyetik şeritli kartlara ürün bilgileri (miktar, cins vb.) depolanır. Yükleme alanına gelen aracın üzerinde bulunan manyetik kart vasıtasıyla doğru yükleme noktasına yönlendirilmesi işlemi gerçekleşir. Bu sayede düzenli bir sevkiyat uygulaması yapılır. Araçların yüklemesi ile ürün ve miktar doğruluğu sağlanır. Yükleme noktalarında araç kuyruklarının oluşması önlenir. Bu şekilde ürünün yükleme noktasından müşteriye kadar olan sevkiyatı anlık olarak takip edilmektedir. Aracın, sevkiyatın hangi aşamasında olduğu manyetik şeritli kartların otomasyon sistemlerine aktardıkları veriler doğrultusunda belirlenmektedir.

Günümüz işletmelerinde kalite yönetimi çerçevesinde hammadde girişinden ürün çıkışına kadar izleme yapılması gerekliliği doğmuştur. Özellikle barkod, RFID ve okuyucuların kullanımıyla hammaddenin üretimde ne aşamada olduğu bilgisi, üretimin tamamlanma zamanı, bekleme süreçleri gibi birçok bilgi bilgisayar ortamına aktarılabilir. Lojistik alanında sahada çalışan personel avuç içi bilgisayarlar yardımıyla merkezlerle eş zamanlı olarak çalışabilmektedir. Mevcut teknoloji mobil iletişimle de uyumlu olarak çalışabilmektedir.

Lojistik alanında taşınan malzeme üzerine RFID veya barkod teknolojileri ile etiketleme yapıldığında, el terminalleri ile malzemenin alıcısı, göndereni, durumu izlenebilmektedir. Müşteriler ise işletmelerin web sayfalarında teslimatın ne zaman başladığını, nerede olduğunu ve ne zaman ellerine ulaşacağını görebilmektedir. Bu işlemler doğrudan hizmet kalitesi ve müşteri memnuniyetine etki etmektedir.

İzlenebilirlik ile işletmeler de üretim ve yükleme hatlarını analiz etme imkanına sahip olmuştur. Tedarik zinciri boyunca hangi noktalarda darboğazların olduğu belirlenmektedir. İşletmeler bu darboğazları gidermek için yeni yatırımlar veya iyileştirmeler yapabilmektedir. Ayrıca üretim sonrasında fark edilen hatalardan dolayı ürünlerin tekrar işletmeye çağırılmasında da izlenebilirlik önemli bir araçtır. Bu nedenle izlenebilirlik TZY için müşterilere ve işletmeye faydaları olan ve uygulanması gereken bir kavramdır.

2.14. Optimizasyon Kavramı

Optimizasyon önemli bir şeyi daha iyi yapma işlemidir. Bir mühendis veya bir bilim adamı yeni bir düşünce ortaya atar ve optimizasyon bu düşüncüyü geliştirir. Optimizasyon, varyasyonlar yapmaktan ve elde edilen bilgiyi kullanarak geliştirmekten ibarettir. Optimizasyon için, düşüncenin veya düşüncüyü etkileyen değişkenlerin, elektronik ortamda girişinin sağlanması sürecinde bir bilgisayar mükemmel bir araçtır. Bilgisayara veriler aktarılmakta ve sonuçlar alınmaktadır (Haupt, R. & Haupt, S. , 2004, s. 1).

Matematiksel modellemelere dayanan hesaplamalarla yapılan optimizasyon, ihtiyaçlara en uygun sonuca ulaşmayı hedefler. Modellemelerde sistem girişleri ve sistem çıkışları mevcuttur. Model girişteki etkenleri dikkate alarak çıkış değerini istenen düzeyde tutmaya çalışır. Klasik mantıktan farklı olarak birden fazla değişken, farklı olasılıklarla hesaplanır. Optimizasyon en genel haliyle sonuç değerini minimum, maksimum veya hedef değerde tutmak için giriş değerlerini dikkate alarak hesaplama yapan bir teknolojidir.

Günümüzde optimizasyon, yazılımlar aracılığıyla yapılmaktadır. İşletmelerde üretim, insan kaynakları, tedarik zinciri, depo yönetimi gibi alanlarda sıkça kullanılmaktadır. Firmalarda en çok bilinen optimizasyon ürün formülü geliştirmede kullanılan modellemeler üzerinde yapılmaktadır. Optimizasyon; problemi sistematik olarak inceleyip çözebildiği için, farklı çözümler sunarak alternatif yaratabilmekte, bu alternatiflerin işletmeler tarafından analiz edilmesiyle daha esnek ve daha güvenli sonuçlara ulaşılabilmektedir.

Optimizasyonun bir diğer önemi ise bilimsel hesaplamalara dayanmasıdır. En iyi sonuca ulaşmak için geçmiş deneyimlerine, örneklere, deneme-yanılma yöntemlerine veya tahminlere göre hareket eden firmalar için optimizasyon güvenli ve iyi sonuçlar ortaya koyan bir sistemdir.

Optimizasyon, farklı seçenekler arasından en iyi seçeneği seçme sürecidir. En iyi seçenek ise en düşük, en yüksek veya hedef değer olarak tanımlanabilir. Optimizasyon araçları, verileri kullanarak bu seçeneklere ulaşır. İşletmeler alternatif sayısının çok fazla olması ve kısıtların doğru bir şekilde belirlenmemesinden kaynaklanan optimizasyon sorunları yaşayabilmektedir. Bu sorunları yaşamamak için öncelikle işletmede optimizasyon yapılacak alan detaylıca incelenmeli ve bu alanda gerçekleşen tüm süreçler, olasılıklar, avantajlar ve dezavantajlar kayıt altına alınmalıdır. Üretimin minimum maliyet ile yapılması, paketlemelerin hangi sıra ile yapılması, sevkiyatlarda hangi rotaların izlenmesi gibi bir çok optimizasyon farklı araçlarla modellenerek çözümler üretilebilmektedir.

Optimizasyon problemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Basmacı, 13.09.2014, www.prezi.com):

- Kısıtların varlığını esas alan sınıflandırma
- Dizayn değişkenlerinin yapısına göre sınıflandırma
- Problemlerin fiziksel yapısını esas alan sınıflandırma
- Dizayn değişkenlerinin bazı kullanılabilir değerlerini esas alan sınıflandırma
- İçerilen değişkenlerin deterministik yapısını esas alan sınıflandırma
- Fonksiyonların ayrılabilirliğini esas alan sınıflandırma

- Amaç fonksiyonlarının sayısını esas alan sınıflandırma

2.15. Ofis Yazılımları ve İşletmelerdeki Önemi

İşletmeler; verilerini kaydetmek, hesaplama yapmak veya firma içi ve firma dışı yazılı iletişimi kolaylaştırmak için ofis yazılımlarına ihtiyaç duymaktadır. Ofis yazılımları genellikle paket halinde satışa sunulularak firmanın ihtiyacına göre tasarlanabilmektedir. Günümüzde işletmelerin çoğunluğu ofis yazılımlarına uyum sağlamış ve bu yazılımlar yaygınlaşmıştır.

Ofis paketleri; içerisinde yazı yazma, hesap yapma, veri kaydetme ve çizme gibi işlemleri barındıran ve her bir işlem için ayrı bir yazılıma sahip bilgisayar programlarıdır. En yaygın olarak kullanılan paket “Microsoft Office” programıdır. Bir kelime işlemcisi olan “Microsoft Word”, hesaplama ve tablo aracı “Microsoft Excel”, bir veri tabanı yazılımı olan “Microsoft Access”, sunum yapma aracı “Microsoft PowerPoint” ve iletişim yazılımı “Microsoft Outlook” gibi gelişmiş programlara sahiptir. Günümüzde Microsoft Office, tabletler ve mobil cihazlarda da kullanılabilmektedir.

Microsoft Office işletmeler için farklı çözümler sunmaktadır. İşletmeler kendi ihtiyaçları doğrultusunda bu çözümlerden birini satın almaktadırlar. “Basic” paketi klasik Office yazılımlarını (Word, Excel, PowerPoint) barındırır. Bu paket haricinde “Home and Student” , “Standart” , “Small Business”, “Professional”, “Professional+” , “Enterprise” ve “Ultimate” sürümleri mevcuttur.

Microsoft Word yazılımı; sözcük işlem programıdır. Detaylı metin biçimlendirme seçenekleri, ayrıntılı tablolar, şekil ve grafik oluşturma gibi birçok özelliği mevcuttur. İşletmelerde yazışmaların büyük kısmı bu programla yapılmaktadır.

Microsoft Excel; temel tablolama işlemlerine sahip ve hücrelerden oluşan bir ızgara yapı üzerine kuruludur. İstatistik, mühendislik, finans gibi hesaplama araçları mevcuttur. Ayrıca gelişmiş matematiksel fonksiyonları da çözebilir. Veri tabanlarına

bağlantı da sağlayabilen yazılım ile işletmelerde uzun zaman gerektiren işler kısa sürede çözümlenebilmektedir. Verileri kolaylıkla grafiklere dökülebilir ve eğilimleri gösterebilir.

Microsoft Outlook; firma içi ve firma dışı iletişimde e-posta göndermek ve almak için kullanılmaktadır. Bu yazılım ile bir veya birden çok kişiye, istenilirse ekler de sunularak e-posta gönderilebilmektedir. Gelişen teknoloji kayıtlı e-posta ve kişilerin mobil ortama aktarılmasını da sağlamıştır. “Microsoft Lync” ile birlikte işletmede Outlook kişileri ile görüntülü konuşma yapılarak, toplantılar da bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bunun sonucunda personel seyahatleri gibi birçok masraf azaltılabilmektedir.

Microsoft PowerPoint yazılımı; işletmelerin ihtiyaç duyduğu görselliklerde sunumların hazırlandığı yazılımdır. Grafik, resim, metin ve 3 boyutlu nesneleri kullanarak sunuların hazırlanmasını sağlar. Diğer Office programlarından verileri alabilir.

İş zorluklarını aşmak, müşterilerle daha hızlı iletişim kurabilmek ve bilgiyi düzenli olarak saklamak için Office ürünleri işletmelerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Office; iş süreçlerini hızlandırmak, maliyetlerin azaltılması ve rekabet gücünün artırılması açısından güçlü bir araçtır.

Microsoft haricinde; ücretsiz olarak kullanılabilen OpenOffice, Libre Office, SSuite Office, Kingsoft Office, Softamken FreeOffice gibi aynı işlemlere sahip paketlerde mevcuttur. İşletmeler, müşteri desteği ve güvenlik gibi nedenlerden dolayı Microsoft Office paketlerini daha sık tercih etmektedir.

2.16. Modelleme Kavramı

Modelleme; bir işletmede yapılacak yeni bir yatırımda veya bir iyileştirmede projeleri yazılım ortamında matematiksel olarak ifade etmektir. Verilerin hatasız ve olabildiğince gerçekçi girilmesi durumunda, sonuçlarda gerçeğe en yakın şekilde ortaya koyulabilmektedir. Optimizasyon sürecinin doğru sonuç vermesi modellemenin doğruluğu ile orantılıdır.

Matematiksel model kurulurken, verilerin ve sürecin doğruluğu önem taşır. Kullanılacak değişkenlerin; en düşük ve en yüksek değerlerin, güvenilirliği, toleransı ve girişlere bağlı çıkış eğrileri modelde kaydedilmelidir. Optimizasyon işlemi sonrası alınacak sonuçların gerçekçi olması, modelin gerçek dünyaya en yakın değerler ve formüller ile kurulmasına bağlıdır. İşletmelerde yatırım amacı ile kurulan modellerde ise yönetim stratejilerine paralel olarak kurulmalıdır.

2.17. Çözümleyiciler ve Excel Çözücü

Çözücü sürecinin hedefi "objektif" olarak da adlandırılan, hedef hücrede değişken değerleri olan bir denklik için uygunlaştırılmış değeri bulmaktır. Hedef hücrede değer yanına asgari, azami ve yakınlaştırma değerine göre çözme yöntemlerini seçebilirsiniz. Değiştirilen hücreler, liste kutusuna girdiğiniz hücre aralığına ilk değerler yerleştirilir. Bazı hücreler için sınır serileri ile kısıtlama kümeleri tanımlayabilirsiniz. Örneğin, bir hücredeki değerin bir diğer hücredeki değerden büyük olamayacağını veya bir hücredeki değerin bir değişkenden daha büyük olamayacağını belirleyerek kısıtlama ayarlanabilir. Ayrıca bir veya daha fazla değişkenin tamsayı olması gerektiğini (ondalık olmayan değerler), veya ikili değerler olması gerektiğini (sadece 1 ve 0 değerlerine izin verilir) belirleyerek kısıtlamalar tanımlanabilmektedir (01.10.2014, help.libreoffice.org).

Çözücü' ler, modeller üzerinde sonuçlara göre değişiklik yaparak optimum çözümü bulmaya çalışır. Çözümleme için farklı firmalara ait yazılımlar mevcuttur. İçlerinde en bilineni "Microsoft Excel" ortamında da çalıştırılabilen Çözücü eklentisidir. Dördüncü bölümde detaylı olarak anlatılacak olan Çözücü bir eklenti olarak Microsoft Excel yazılımına kurulmaktadır. Kurulumdan sonra Excel dosyasında hücreler kullanılarak bir modelleme yapılmaktadır. Bu modele en uygun çözümü Çözücü belirlemektedir.

2.18. Kısıtlar Teorisi ve Excel Üzerinde Bir Modelleme

Birçok organizasyon için amaç, şimdi ve gelecekte daha büyük verimlilik ve sonuçta karlılıktır. Amaç karlılık olduğu için sistemin daha yüksek düzeyde kar elde

etmesini engelleyen kısıtlar ortadan kaldırılmalıdır. Her organizasyon kendi içerisinde bir sistemdir. KT de bu sistemi geliştirmek ve daha iyiye ulaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Ancak sistemin herhangi bir bölümünü geliştirmeden önce sistemin bütünsel amacı ve bu amacın üzerinde etkili olabilecek alt sistemler ile kararları tanımlanmalıdır. KT' nin temel ilkeleri şunlardır (Dettmer, 1998, s. 12):

1. Değişiklikleri yönetmede ve problemleri gidermede analitik düşünme yerine sistemleri düşünme tercih edilir.
2. Sistem koşulları değişirse, zamanla ideal sistem çözümü de değişir. Bir çözümün etkinliğini sürdürmek ve güncellemek için sürekli bir iyileştirme süreci gereklidir.
3. Eğer bir sistem en iyi performansta ise bu sistemin parçalarının her biri iyi olmayacaktır. Eğer sistemin tüm parçaları en iyi performansta ise sistem bir bütün olarak iyi olmayacaktır. Uygun sistem, kısmi uygunlukların toplamı değildir.
4. Sistemler zincirlere benzer. Her sistemde, tüm sistemin başarısını eninde sonunda sınırlayan bir “en zayıf halka” (kısıt) bulunmaktadır.
5. Zincirde en zayıf olanın haricinde herhangi bir halkayı güçlendirmek, tüm zincirin dayanımını düzeltmeye dair hiçbir etki oluşturmaz.
6. Sistemde neyin değiştirileceğini bilmek, sistemin şu anki gerçeğini, amacını, yönünü ve ikisi arasındaki farkın yönünü bütünüyle anlamayı sağlamaktadır.
7. Sistem içinde istenmeyen etkilerin çoğu birkaç çekirdek problemten kaynaklanır.
8. Çekirdek problemler asla yüzeysel olarak görünür değildir. Bu problemler neden-sonuç ilişkileri aracılığıyla istenmeyen bir dizi etki içerisinde kendilerini gösterir.
9. Bu etkilerin, problemin altında yatan temel sorunu ihmal ederek tek tek ortadan kaldırılması yanıltıcıdır. Bu şekilde yapılan çözümler kısa vadeli. Çekirdek problemin çözümü, istenmeyen tüm etkenlerin aynı anda çözülmesi ile ortadan kalkar.
10. Çekirdek problemler genellikle gizli veya temel çatışma tarafından korunur. Çekirdek sorunların çözümü, çatışmanın altında yatan varsayımların değiştirilmesini ya da en az bir tanesinin ortadan kaldırılmasını gerektirmektedir.
11. Sistem kısıtları fiziksel ya da stratejik olabilir. Fiziksel kısıtların belirlenmesi ve ortadan kaldırılması nispeten daha kolaydır. Stratejik kısıtların, belirlenmesi ve ortadan kaldırılması genellikle daha zordur ama ortadan kaldırıldıklarında bir fiziksel kısıta oranla sistemde daha yüksek derecede düzelme ile sonuçlanır.

12. Atalet, devam eden iyileşme sürecinin en kötü düşmanıdır. Çözümler, değişikliklere daha fazla direnç gösterme eğilimindedir.

13. Fikirler, çözüm değildir.

KT günümüzde işletmelerde üretim, planlama, TZY, insan kaynakları ve finans gibi bölümlerde modellenenmektedir.

KT, 1970' li yıllarda üretim ve lojistik konularında karşılaşılan sorunlara çözüm bulmak amacı ile Goldratt ve Cox tarafından geliştirilmiştir. Goldratt, The Haystack Syndrome (1990) isimli çalışmasında, mevcut maliyet hesaplama yöntemlerinin değiştirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Goldratt, yöneticilerin mamul maliyetlerini hesaplamak yerine, kısıtların yönetilmesi üzerine odaklanmaları gerektiğini savunmaktadır. Ayrıca, mamul maliyetlerinin hesaplanması ve kontrolünün, yöneticilerin işletme için uzun dönemde geçerli olmayacak karar vermelerine neden olacağı da savunulan diğer bir görüştür (Goldratt, (1990)'tan Akt.: Kaygusuz, 2006, s. 160).

KT, yinelenen beş aşamalı bir süreç ile uygulanmaktadır. Bu süreçte sürekli gelişme anlayışı yön vermektedir. KT' nin uygulanma sürecindeki aşamalar aşağıda sıralanmaktadır (Goldratt & Cox, (2004)'tan Akt.: Kaygusuz, 2006, s. 161):

1. Sistemin kısıt(lar)ının tanımlanması,
2. Sistemin performansını artırmak için tanımlanan kısıtların etkin bir şekilde yönetilmesi,
3. Sistemin ikinci aşamadaki karara odaklanması,
4. Performansın artırılması için kısıtların ortadan kaldırılması,
5. Dördüncü aşamadaki kısıt ortadan kaldırıldığında birinci aşamaya dönmek.

Sistemin Kısıt(lar)ının Tanımlanması: Kısıtların sistemin doğru yönetilmesi için belirlenmesi gerekir. Her kısıt, performansa doğrudan etki eder. Sistemde zayıf noktaların belirlenmesi ve bu zayıf noktaları dikkate alarak yönetilmesi en yüksek verimi almak için önemlidir.

Sistemin Performansını Artırmak İçin Tanımlanan Kısıtların Etkin Bir Şekilde Yönetilmesi: Birinci aşamada tanımlanan kısıtların işletmenin performansını artırmak için etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Birden çok kısıt var ise, hangi kısıta öncelik verileceği belirlenmeli ve öncelik verilen kısıtın etkisini azaltmaya ya da ortadan kaldırmaya yönelik stratejiler geliştirilmelidir (Balakrishnan & Cheng, (2005)'ten Akt.: Kaygusuz, 2006, s. 161). Bir darboğaz ya da kısıt, kapasite kısıtı gibi işletmenin bünyesinde olabilir. Bu durumda, işletmenin kapasitesini, kısıtın olduğu yerdeki makine ve çalışanların kapasitesi belirleyecektir. Hazırlık sürelerinin kısaltılması, süreç akışının etkinleştirilmesi ve sürecin kontrol edilmesi ile darboğaz ya da kısıtın etkisi azaltılacak veya ortadan kaldırılacaktır (Kershaw, (2000)'ten Akt.: Kaygusuz, 2006, s. 161-162).

Sistemin İkinci Aşamadaki Karara Odaklanması: Sistemi oluşturan tüm bileşenler, kısıtların en iyi şekilde yönetilmesi doğrultusuna geliştirilen stratejiyi desteklemelidir. Kısıtların olduğu yerde, kısıtların sınırlayıcı etkisini azaltmaya yönelik bir hareket tarzı belirlenmeli ve sonraki aşamaya odaklanılmalıdır (Goldratt, (1990)'ten Akt.: Kaygusuz, 2006, s. 161-162).

Performansın Arttırılması İçin Kısıtların Ortadan Kaldırılması: Sistemde yer alan kısıtların ortadan kaldırılması ile kısıtlı katkı payında ve karda artış sağlanacaktır. Ancak, kısıtın ortadan kaldırılması, sistemde başka kısıtların olmayacağı anlamına gelmemektedir (Goldratt, (1990)'ten Akt.: Kaygusuz, 2006, s. 161-162). Bu nedenle bir sonraki aşamaya geçilmelidir.

Dördüncü Aşamadaki Kısıt Ortadan Kaldırıldığında Birinci Aşamaya Dönmek: KT' nin beş aşamalı sürekli gelişim süreci yinelenen bir yapıya sahiptir. İlk dört aşama sonucunda, sistemdeki kısıtın ortadan kaldırılmasından sonra farklı kısıtlar ortaya çıkabilecektir. Beşinci aşama, sürekli gelişim sürecinin oluşturulması açısından oldukça önemlidir. Kaldırılan kısıt için geliştirilen stratejiler, yeni kısıtlar için geçerli olmayabilir. Bu durumda, yeni kısıt için birinci aşamaya dönerek sürece yeniden başlamak gerekir (Goldratt, (1990)'ten Akt.: Kaygusuz, 2006, s. 161-162).

KT, Microsoft Excel üzerinde modellenerek, gerçekleştirilmektedir. Microsoft Excel paketine dahil Çözücü eklentisinde modele ait kısıtlar belirlenerek minimum, maksimum veya hedef değeri sağlamak için etkin yönetim önerileri bulunabilmektedir.

Uygulama:

Bir işletmede 100 kişi bir noktadan başka bir noktaya taşınacaktır. İşletmede sadece bir adet kiralık araç, bir adet otobüs bulunmaktadır. Ayrıca uçakla da seyahat edebilmektedirler. Personeli minimum maliyetle taşımak için bir optimizasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Araçların taşıma kapasiteleri, her taşıma şekli için sponsor indirimleri ve bilet fiyatları belirlenmiştir. Aracın sefere çıkabilmesi için gereken en az yolcu sayısı da bir kısıt olarak modele eklenmiştir.

Model, Microsoft Excel dosyasında Tablo 2.1.de görüldüğü gibi düzenlenmiştir. Örnek uygulamada bir şirkette bir noktadan diğerine seyahat edecek yolcuların, bu seyahati en düşük maliyette yapmaları için bir model tasarlanmıştır. Modelin en uygun kararı verebilmesi için bir takım kısıtlar tabloda diğer hücrelerde yer almaktadır. Araçların yolcu kapasiteleri, bilet fiyatları ve sponsor indirimleri ana kısıtları oluşturmaktadır. Her aracın seyahate başlaması için gerekli minimum yolcu sayıları da tablo da belirtilmiştir.

Tablo 2.1.de yer alan ve sıfır değerine sahip bilet gideri, sponsor indirimi, yolcu sayısı, toplam yolcu sayısı, kar ve toplam maliyet hücreleri ise modelin gerçekleşmesi ile hesaplanarak tabloya yerleştirilecek hücrelerdir.

Tablo 2.1. Örnek Uygulama Verileri

Toplam Seyahat Edecek Yolcu Sayısı	100		
Toplam Yolcu Sayısı	0		
	Otobüs	Uçak	Kiralık Araç
Yolcu Sayısı	0	0	0
Sponsor İndirimi (TL/Kişi)	3	6	7
Bilet Fiyatı (TL/Kişi)	30	40	44
Yolcu Minimum	0	0	0
Yolcu Maksimum	46	162	5
Sefer için gerekli Yolcu Minimum	11	40	1
Sponsor İndirimi (TL)	0	0	0
Bilet Gideri(TL)	0	0	0
Maliyet(TL)	0	0	0
Toplam Maliyet(TL)	0		

Modelin hedefi, toplam maliyet hücresini en aza indirmektir. Her bir araç için kısıtlar, minimum yolcu, maksimum yolcu hücrelerinde belirtilmiştir. Bu kısıtlar dosyaya Şekil 2.7.deki gibi eklenmiştir. Hedef hücre toplam maliyet hücresidir. Değişken hücreler ise sponsor indirimi, bilet geliri ve maliyet hücreleridir. Kısıtlar modele eklendikten sonra “Çöz” seçeneği ile en düşük taşıma maliyetine sahip çözüm bulunur.

Çözücü Parametreleri

Hedef Ayarla:

Hedef: ☐ En Büyük ☒ En Küçük ☐ Değeri:

Değişken Hücreleri Değiştirerek:

Kısıtlamalara Bağlıdır:

\$E\$7 >= \$E\$12
\$C\$5 = \$C\$4
\$C\$13:\$E\$15 >= 0
\$C\$7 >= \$C\$11
\$C\$7 <= \$C\$11
\$D\$7 >= \$D\$12
\$D\$7 <= \$D\$11
\$C\$7 >= \$C\$12
\$E\$7 <= \$E\$11

☒ Kısıtlanmamış Değişkenleri Pozitif Yap

Çözme Yöntemi Seçin: Doğrusal Olmayan GRG

Çözüm Yöntemi
Düzenli doğrusal olmayan Çözücü Problemleri için GRG Doğrusal Olmayan altyapısını seçin. Doğrusal Çözücü Problemleri için Basit LP altyapısını seçin ve düzenli olmayan Çözücü problemleri için Açılım altyapısını seçin.

Ekle
Değiştir
Sil
Tümünü Sıfırla
Yükle/Kaydet
Seçenekler

Yardım Çöz Kapat

Şekil 2.7. Çözücü Parametrelerinin Girilmesi

Model çözümlendiğinde ise sonuç Tablo 2.2.deki gibidir. İşletme, tüm kısıtları göz önüne alarak; 3.081TL maliyet ile personeli taşıyabilecektir. Her üç araçta kullanılacak olmasından dolayı kiralık araçta sadece bir kişinin seyahat etmesi öngörülmüştür. Otobüs en ucuz maliyetle taşıma sağladığından tamamen kullanılmış, geri kalan personel ise uçağa yönlendirilmiştir.

Tablo 2.2. Problemin Çözümü

Toplam Seyahat Edecek Yolcu Sayısı	100		
Toplam Yolcu Sayısı	100		
	Otobüs	Uçak	Kiralık Araç
Yolcu Sayısı	46	53	1
Sponsor İndirimi (TL/Kişi)	3	6	7
Bilet Fiyatı (TL/Kişi)	30	40	44
Yolcu Minimum	0	0	0
Yolcu Maksimum	46	162	5
Sefer için gerekli Yolcu Minimum	11	40	1
Sponsor İndirimi (TL)	138	318	7
Bilet Gideri(TL)	1.380	2.120	44
Maliyet(TL)	1.242	1.802	37
Toplam Maliyet(TL)	3.081		

BÖLÜM III

3. MODELLEME VE OPTİMİZASYON

Alman Lojistik Derneği, istatistiklerine göre lojistik maliyetlerinin %25’ni nakliye oluşturmaktadır. Kalan maliyetleri; depolama, finansman, paketlenme, idari masraflar ve diğer masraf kalemleri oluşturmaktadır. Ürün satış bedellerinde ise özellikle gıda, kimya ve metal gibi alanlarda nakliye maliyetleri %20 ile %35 arasında değişmektedir. Bu da sevkiyatın doğru yapılmasının, işletmenin temel amacı olan karlılığa etkisini göstermektedir.

Günümüzde organizasyonlar, lojistik maliyetlerini düşürmek için optimizasyona ihtiyaç duymaktadırlar. Kurumsal işletmelerin büyük bölümünde bilgi işlem altyapısı bulunmaktadır. Bu altyapıyı kullanarak işletmeler; satış, üretim, personel gibi verilerini saklamaktadırlar. Mevcut verileri kullanarak sistemlere entegre edilen yeni yazılımlarla optimizasyon sağlanabilmektedir. Firmalar satış yaptıktan sonra, sevkiyat bilgilerini kaydetmekte; kaydedilen bilgiler ile sevkiyatın miktarı, hedefi, tahmini teslimat süresi gibi veriler de elde edilebilmektedir. Araç izleme sistemleri ile yazılımlarda hesaplanan modelin izlenmesi ve performans ölçümü yapılabilmektedir.

3.1. Hedeflerin- problemlerin belirlenmesi

Optimizasyonlarda en önemli unsur problemin tanımlanmasıdır. Doğru çözümleme yapabilmek için problemlerin net bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Eğer optimizasyonda çözülmesi istenilen problem birçok değişkeni etkileyecek ölçüde büyük ise problem bölünerek daha iyi bir çözüme ulaşılabilir. Bu problemler “statik” ve “dinamik” olarak iki grupta toplanabilir.

Statik problemlerde kurallar ve kısıtlar önceden belirlenmiştir. Değişken parametreler yardımıyla hedef değere ulaşılabilir. Dinamik problemlerde ise bir amaç fonksiyonunun hedefe ulaşmasını sağlar. Dinamik problemlerde kısıtlar ve kurallar problemin şartlarına göre tekrar kullanılabilir. Dinamik problemler zamana bağlıdır. Bir noktadan başka bir noktaya sevkiyatta farklı yollardan en kısasının hesaplanması statiktir. En kısa yol her zaman en hızlı yol değildir. Hava koşulları, trafik

durumu, araç çeşidi gibi değişkenler probleme dahil edildiğinde; problem statik değil dinamik probleme dönüşür.

Microsoft Excel Çözücü eklentisi; hedef için üç farklı yöntem sunmaktadır. Bunlar “minimum”; “maksimum” ve “hedef değer” seçenekleridir. Eğer modelin sonucunda bir değer minimize edilmesi gerekiyorsa “minimum” seçeneği seçilir. İşçilik maliyetlerinin en aza indirgenmesi, kira giderlerinin düşürülmesi gibi problemler bu yöntemle çözülmektedir. Karı artırmak, satışları artırmak gibi problemlerde ise maksimum seçeneği ile optimizasyon yapılır. Eğer problemin çözümünde net bir rakama ulaşmak istenirse “hedef” seçeneği seçilerek optimizasyonun değişken parametrelere müdahale ederek hedef değere erişmesi sağlanacaktır.

Çözücü eklentisi, Microsoft Excel üzerindeki elektronik tablolarda yer alan verileri kullandığı için, hedef hücre yer değiştirebilmektedir. Aynı tablo üzerinde farklı hedeflerin gösterilmesi mümkündür. Bu sayede aynı veriler ile farklı değerlere ait modeller kurulabilmektedir. Örneğin satış ve üretim rakamlarının bulunduğu Microsoft Excel dosyasında aynı anda satışları maksimum seviyeye çıkarmak veya maliyetleri minimum değerde tutmak için optimizasyon yapılabilir.

3.2. Sabit ve değişkenlerin belirlenmesi

Bir modelde problem çözülürken değeri değişmeyecek parametreler sabit parametrelerdir. Minimum ve maksimum değerler, birim değerler, dönüştürme veya faktör katsayıları gibi sabit parametreler çözüme ulaşmada kolaylık sağlarlar.

Değişken parametreler; problem çözülürken, farklı senaryoların denenmesi ve en uygun sonucun bulunmasını sağlayan değerlerdir. Çözücü’ ler tarafından problem hedefe ulaşana kadar bu parametrelerin değerleri değiştirilir. Model oluşturulurken değişkenlerin sınırları da belirlenip birer kısıt olarak tanıtılmalıdır.

Bir model kurulurken sabit ve değişken değerlerin doğru olarak belirlenmesi gerekir. Problemi etkileyen tüm sabitler modele eklenmelidir. Değişken değerlerin eğer

istenmiyorsa sıfırdan küçük olmamasına dikkat edilmelidir. Tüm değişkenlerin limitleri belirlenmiş ve kısıt olarak modele eklenmiş olmalıdır.

3.3. Bilgi sisteminin oluşturulması ve verilerin dzenlenmesi

Optimizasyon problemlerinin cözömlenebilmesi için, NAG Numerical, NPSOL, OpenOpt, IPOPT, KNITRO, CPLEX, Mathematica gibi yazılımlar mevcuttur. Bu yazılımlarda model oluşturulduktan sonra veriler girilerek optimum cözöme ulaşılabilir.

Bir işletmede optimizasyon için ihtiyaç duyulan modeli oluşturmak için, güvenilir ve yeterli miktarda veri gerekmektedir. Bu veriler güncel olmalıdır. Günümüzde işletmelerde kullanılan ERP sistemleri ile optimizasyon araçları arasında veri alışverişi yapılabilmektedir. Bu sayede en güncel ve en doğru bilgiler modele aktarılıp cözömlenebilir. Örneğin gelişmiş bir ERP yazılımı olan SAP sistemi kullanan bir işletme, verilerini Microsoft Excel ortamında yayınlama yeteneğine sahiptir. Bir çok optimizasyon aracı da aynı ortamdan veri alabilir. Bu da insan müdahalesi olmadan güvenli bir cözüm elde edilmesini sağlar.

Günümüzde büyük işletmeler verilerini, veri tabanlarında saklamaktadırlar. Bu veri tabanları da optimizasyon araçlarına sabit ve değişken parametreleri, hedefleri otomatik olarak gönderebilir. Araçlar ise tüm kısıtları dikkate alıp, problemi cözerek kullanıcılara sunmaktadır.

Cözücü aracı, herhangi bir sistemden aktarılan Excel dosyalarını kullanabilmektedir. Optimizasyon işleminin yapılacağı bilgisayarlarda Microsoft Excel yazılımı kurulmuş olmalıdır.

3.4. Farklı senaryoların değerlendirilmesi

Microsoft Excel Cözücü eklentisi ile model kurulup cözömlenmeler tamamlandıktan sonra alternatif cözömlerde yapılabilmektedir. Sabit değerler değiştirildiğinde sonuçlar farklı olacağından her değişim farklı bir senaryo oluşturmaktadır. Bu sayede işletme daha çeşitli cözömlere ulaşır. Örneğin; karayolu

değil de deniz yolu kullanılması, stokların daha az tutulması, daha az işçi çalıştırılması gibi durumlarda hedef değerlerde farklı sonuçlar görmek ve bu sonuçları bilgisayar ortamında kayıt altına almak mümkündür.

3.5. Sonuçların kontrolü ve Geri- Besleme

İşletmelerin; verilerini dijital ortama taşımaları, sağladığı avantajların yanında bir takım zorluklara da yol açabilmektedir. Her ne kadar satın alma, satış ve pazarlama, insan kaynakları gibi bölümler işlemlerini bilgisayar ortamında gerçekleştirseler de; yazılımlara veri kayıtlarını ve onaylarını çalışanlar yapmaktadır. Bilgi işlem prosesleri boyunca yapılan insan kaynaklı hatalar işletmelerde büyük boyutta zararlara yol açabilmektedir.

İşletme yazılımlarında bir satış kaydında yapılacak hata diğer bölümleri doğrudan etkileyebilir. İşletme körlüğü nedeniyle dikkat edilmeyen ve kaydı yapılmayan parametreler ise ileride raporlamada sorunlara yol açacaktır.

İnsan kaynaklı sorunlardan bir diğeri ise bilgi işlem bölümlerinde çalışan personellerden kaynaklanmaktadır. Sunuculara bakım yapılmaması, düzenli yedeklemelerin yapılmaması, diğer personellere yeterli eğitim verilmemesi bu sorunlardan bazılarıdır. Bilgi işlem bölümlerinde görevlendirilen personelin sorumluluklarını gerçekleştirmesi için yeterli teknolojik bilgi altyapısına ve deneyime sahip olması gerekir.

Bilgi işlem bölümünde yer alan sunucuların bakımlarının zamanında yapılmaması, donanımsal bir sorun yaşandığında yazılımların çalışmamasına neden olabilir. Bu gibi durumlarda kayıtlar alınamaz, geriye dönük kayıt yapılması gerekebilir. İstenilen raporlar ise yazılım çalışmadığı için oluşturulamaz. Günümüzde işletmeler bu gibi sorunlar yaşamamak için yedekleme mekanizmaları kurmaktadır. Bu yapılarda kayıt edilen veri aynı anda birden fazla sunucu üzerinde kaydedilir. Sunuculardan birinde herhangi bir sorun yaşanırsa ikinci sunucu devreye girer. Bu tip yapılara "Redundant" yapı adı verilir.

Sunucularda verilerin saklanabilmesi için veri tabanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veri tabanları periyodik olarak yedeklenir ve üretime veya satışa ait otomasyon sistemleri (sevkiyat otomasyonu, enerji otomasyonu, üretim otomasyonu vb.) ile bağlantı sağlanabilir. Bilgi işlem bölümlerinde olabildiğince insansız kayıtlar planlanarak insan kaynaklı hatalar en aza indirgenebilmektedir.

Sunucuların bakımlarının yeterli ve zamanında yapılmaması durumunda veri kayıpları yaşanabilmektedir. Kaybedilen veriler, mevcut ise yedek sunuculardan geri çekilebilmektedir. Eğer bu işlemde başarısız olursa verilerin kurtarılması için bilişim firmalarından destek alınmaktadır.

BÖLÜM IV

4. BİR İNŞAAT FİRMASINDA MODELİN UYGULANMASI

4.1. Genel bilgi

Uygulama bir çimento üreticisi için modellenmiştir. İşletmenin kendine ait dört farklı lokasyonu bulunduğu varsayılmıştır. Bu lokasyonlar arasında çimento üretiminde yarı mamul olan klinker sevkiyatı ele alınmıştır. Her fabrikanın kendi içerisinde üretim miktarları, satış miktarları, fabrikalar arasında taşıma maliyetleri parametre olarak kabul edilmiştir. Hedef ise iki farklı çözüm ile altı aylık sürede sevkiyat maliyetlerini veya sevkiyat sürelerini en aza indirmektir.

Çimento üretiminde; hammadde taş ocaklarından çıkartılarak fabrikaların stok alanlarına taşınır. Taşınan hammadde kırıcılardan geçerek fiziksel olarak küçültülür ve sevk hatları yardımıyla hammadde değirmenlerine taşınır. Hammadde değirmenlerinde öğütülen malzeme "farin" ismini alır ve artık farin fırınlarda işlem görecektir. Farin, döner veya dikey fırınlarda kömür, fueloil, doğalgaz gibi yakıtlar ile pişirilerek bir yarı mamül olan "klinker" adı ile stok alanlarına taşınır. Klinker bir sonraki aşamada çimento değirmenlerinde öğütülür ve paketlenme tesislerine çimento olarak sevk edilir.

Birden fazla lokasyonu olan çimento üreticilerinde ise fabrikalar arası klinker sevkiyatları yapılabilmektedir. Satışlar ve üretimin doğrusal olmaması bu sevkiyatların en yaygın sebebidir. Arızalar ve hammaddeden kaynaklanan problemler de aynı şekilde klinkerin diğer lokasyonlara sevk edilmesine neden olabilir.

Çimento fabrikalarında hammadde girişi üstü açık kamyonlar ile yapılırken, ürün satışları silobas dolum veya torbaların istiflenmesi ile sağlanır. Çapraz sevkiyatın çimento fabrikalarında kullanımı yaygın değildir.

4.2. Uygulamanın işletme için gerekliliği

Günümüzde büyük ölçekli işletmeler sevkiyat işlemlerini otomasyon sistemleri aracılığı ile devam ettirmektedir. Sevkiyat işlemlerini otomasyon sistemleri ile

yönlendirmek; zamandan, maliyetten ve iş kolaylığı açısından avantajlar sağlamaktadır. İşletme dışında olan bir aracı takip etmek, müşteriye en uygun aracı yönlendirmek, raporlamalar ve analizler yapabilmek için araç takip sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı anda aracın duraklama, rotalama, hız bilgileri gibi denetleme verileri de bu sistemler yardımıyla alınarak depolanabilmektedir. Kısaca; otomasyon sistemleri bir işletme için; yakıt tasarrufu, zaman kazandırma, kontrol, güvenli sürüş sağlama ve maliyetleri azaltma gibi faydalara sahiptir.

Birden fazla lokasyonda üretim ve satış yapan işletmeler için sevkiyat maliyetleri önemli bir giderdir. Market zincirleri, akaryakıt firmaları, dağıtıcısı bulunan işletmeler (mobil iletişim, tütün ve tütün mamülleri vb.) ve ürün sonrası yerinde servis hizmeti veren işletmeler için sevkiyat maliyetlerini indirmek günümüz teknolojileri için bir araştırma ve geliştirme konusu olmuş, bu amaç için ülkemizde birçok firma kurulmuştur.

Çimento işletmelerinde ise sevkiyatlar büyük çaplarda yapıldığı için tek seferde ve doğru rota, doğru araç ve doğru miktarın belirlenmesi için sadece lojistik değil; satış, depolama ve üretim ile birlikte karar alınması gerekmektedir. Sevk edilen ürün bir yarı mamul olduğu için miktarın iyi belirlenmesi ve ihtiyaçları karşılayacak yönde olması beklenir. Doğrudan satışı etkilediği için çimento fabrikalarında sevkiyat maliyetlerinin optimizasyonu üzerinde durulan ve geliştirilmesi gereken bir konudur.

4.3. Modelin uygulanması

4.3.1. Problemin tespiti

Çok lokasyonlu işletmelerde sevkiyatlar tamamlandıktan sonra analizler yapılarak raporlar ile yeni sevkiyat fikirleri ortaya çıkabilmektedir. Bilgisayar kontrollü yapılmayan sevkiyat işlemlerinde bazı işletmeler; şoförlerin deneyimlerini, daha önce yapılan sevkiyatları veya denemelerden kazandıkları bilgileri kullanarak sevkiyat rotalarını planlama, sevkiyat maliyetlerini ve sevkiyat sürelerini ise azaltma çabası içindedir. Günümüzde yazılımların gelişmesi ve birçok kontrol yöntemi ile işletmelerde

Üretim kararları da dahil farklı bölümlerde karar verme mekanizmalarının bilgisayar ortamında yapılmasına olanak sağlanmıştır.

Microsoft Excel ortamında tasarlanan modelde problemin belirlenmesi en önemli aşamadır. Problemin doğru olarak belirlenmesi sonuca ulaşılması için büyük avantajlar sağlar. Bu nedenle; öncelikle sabitlerin, değişkenlerin, hedefin ve kısıtların doğru olarak tanımlanması gerekir.

Problem belirlenirken yapılacak hatalar, modelin bazı kısıtları veya önemli bir parametreyi atlamasına dolayısıyla teoride doğru olsa bilse gerçek hayatta yanlış bir karar almasına yol açacaktır.

Çok lokasyonlu bir işletmede tasarlanacak olan modelde; problem, işletmenin altı aylık dönemde toplam sevkiyat maliyetlerini veya sevkiyat sürelerini en aza indirmesidir. Model dört ayrı lokasyona ait üretim, satış gibi değerleri içermeli ve aynı zamanda nakliye masraflarını da dikkate almalıdır. İki farklı hedef aynı dosya üzerinde çözümlenmelidir.

Model üzerinde farklı tablolar oluşturulmuştur. Tüm tablolar altı aylık dönemlerde verileri kaydedecek şekilde tasarlanmış ve Microsoft Excel ortamında formüllerle desteklenmiştir.

4.3.2. Yardımcı Tabloların Oluşturulması ve Sabit Hücrelerin Belirlenmesi

4.3.2.1. Sabit Değerler Tablosu

Sabit değerler, model üzerinde kritik hesaplarda kullanılan hücrelerdir. Bu hücrelerdeki değerler doğrudan değil, başka tablolarda yer alan formüller içerisinde kullanılmaktadır.

Tablo 4.1. Sabit Değerler Tablosu

Sabit Değerler Tablosu				
LOKASYONLAR	A	B	C	D
Başlangıç Stoğu (Ton)	30.000	20.000	0	80.000
Minimum Stok (Ton)	5.000	5.000	5.000	5.000

Tablo 4.1.de yer alan başlangıç stoğu satırındaki veriler; modelin sürekliliğini sağlamaktadır. Herhangi bir zaman diliminde altı aylık model oluşturmak için başlangıç stokları değiştirilebilir. Başlangıç stokları lokasyonların her biri için hesaplamanın başlayacağı dönemden bir önceki ayın bakiyesidir. Veriler kaydedilmediği takdirde başlangıç stok miktarları dikkate alınmaz. Fakat satış ve üretim rakamları birbirlerine matematiksel olarak yakın rakamlar olduğu durumda sürekli olarak bir sevk ihtiyacı olacak ve stoksuz bir çalışma analiz edilecektir.

Üretim yapan işletmelerin büyük bölümünde ekonomik dalgalanmalar, satışların aniden yükselmesi, üretimin durması gibi beklenmeyen durumlar için bir miktar stok bulundurulmaktadır. Sabit hücrelerde minimum stok değeri girilerek modelin olasılıkları hesaplarken bu değerin altına inmemesi bir kısıt olarak kullanılmıştır.

Uygulamada yer alan senaryoda tüm lokasyonlarda minimum stok değeri 5.000 ton olarak belirlenmiştir. Önceki dönemden kalan stoklarda ise en yüksek stok D lokasyonunda 80.000 ton iken C lokasyonunun üretime yeni geçtiği varsayılmıştır. Bu nedenle C lokasyonunda başlangıçta bir stok bulunmamaktadır.

4.3.2.2. Nakliye Maliyetleri Tablosu

Nakliye maliyetleri tablosu lokasyonların birinden diğerine olan ton başına taşıma masraflarıdır. Bu değerler sevkiyat maliyetleri hesaplanırken kullanılır ve toplam sevkiyat maliyetine ulaşılmasını sağlar. Modelin hedefi olan toplam sevkiyat maliyeti değerini doğrudan etkilemektedir. Tablo 4.2.de yer alan değerler yeni bir model oluşturulurken değiştirilebilmektedir.

Tablo 4.2. Nakliye Maliyetleri Tablosu

Nakliye Maliyetleri Tablosu (TL/Ton)				
	A	B	C	D
A		10	33	16,6
B	10		32	22,5
C	33	32		21
D	16,6	22,5	21	

Tablonun satır ve sütunları lokasyon isimlerinden oluşmuştur. Satır ve sütunların kesiştiği hücre iki lokasyon arasındaki birim maliyeti oluşturur. Örneğin; A lokasyonundan D lokasyonuna olan sevkiyat ton başına 16,6 TL olarak kaydedilmiştir.

4.3.2.3. Nakliye Süreleri Tablosu

Bir lokasyondan diğer lokasyona olan sevkiyat sürelerinin saat cinsinden kaydedildiği tablodur. Hedef hücre sevkiyat sürelerini kısaltmak olduğunda; maliyetler tablosu değil sürelerin kayıtlı olduğu zaman tablosu dikkate alınır. Tablo 4.3.te nakliye süreleri tablosu yer almaktadır.

Tablo 4.3. Nakliye Süreleri Tablosu

Nakliye Süreleri Tablosu (Saat)				
	A	B	C	D
A		1,1	1,87	2,56
B	1,1		3,88	4,36
C	1,87	3,88		5,75
D	2,56	4,36	5,75	

4.3.2.4. Araç Tonaj Kapasitesi Tablosu

Sevkiyat sürecinde kullanılan araçların taşıma kapasitesidir. Sürelerin hesaplanmasında bu kapasite dikkate alınmaktadır. Araç taşıma kapasitesi (Tablo 4.4.) değişken bir değerdir. Yeni bir model oluşturulduğunda farklı araçlar için farklı kapasite değerleri eklenebilmektedir.

Tablo 4.4. Araç Tonaj Kapasitesi Tablosu

Araç Tonaj Kapasitesi (Ton/Araç)	
Tonaj Kapasitesi	30

4.3.2.5. Stok Miktarları Tablosu

Stoklar altı aylık dönemde her lokasyon için ayrı ayrı hesaplanarak hücelere yerleştirilmiştir. Bu tabloda hücreler formüllerden oluşmuştur. Her bir hücre için;

Stok Miktarı = (Üretim miktarı – Satış Miktarı) + Gelen Sevkiyatlarla Yeni Stok Miktarı – Diğer Lokasyonlara Sevk Edilen Miktarların Toplamı

Tablo 4.5.te modelin ilk ayında gelen sevkiyatlarla yeni stok miktarı hesaplanmamış olduğu için başlangıç stok miktarı dikkate alınmıştır.

Tablo 4.5. Stok Miktarları Tablosu

	Stok Miktarları(Ton)			
	A	B	C	D
Ocak	50.166	-1.958	-20.000	66.020
Şubat	53.365	65.901	-18.240	44.280
Mart	37.619	98.901	-24.240	33.825
Nisan	7.570	111.583	-10.240	-31.175
Mayıs	-21.658	126.208	-5.240	2.825
Haziran	-53.677	127.342	84.760	36.825

Tabloda yer alan değerlere bakılarak her lokasyon için ay bazında yorum yapılabilir. Senaryoda yeni üretime başladığı varsayılan C lokasyonu başlangıç stoğu olmadığı için üretim ve satış rakamları ile stok miktarı hesaplanır. C lokasyonu 60000 ton üretim yaptığı buna karşılık 40.000 ton satış yaptığı için stok miktarı tablosunda iki değer farkından -20.000 ton bir stok bulunmaktadır.

4.3.2.6. Üretim Miktarları Tablosu

Her lokasyonun kendi ürettiği üretim miktarlarının saklandığı tablodur. Tablo 4.6. stok miktarları ve ihtiyaç miktarları adlı tabloları etkilemektedir. Bu tabloda veriler formül değil doğrudan girişi yapılmış değerlerden oluşur.

Tablo 4.6. Üretim Miktarları Tablosu

	<i>Üretim Miktarları(Ton/Ay)</i>			
	A	B	C	D
Ocak	35.650	4.000	40.000	106.020
Şubat	32.200	100.000	95.760	95.760
Mart	35.650	100.000	90.000	65.000
Nisan	34.500	100.000	114.000	25.000
Mayıs	35.650	100.000	110.000	114.000
Haziran	34.500	100.000	200.000	114.000
Toplam	208.150	504.000	649.760	519.780

4.3.2.7. Satış Miktarları Tablosu

Her lokasyonun satış miktarı verilerinin kaydedildiği tablodur. Üretim verileri gibi formüllerden değil doğrudan girilmiş hücrelerden oluşur. Aylık bazda ve her lokasyon için ayrı ayrı veriler girilmiştir. Bu veriler Tablo 4.7.de görüldüğü gibidir.

Tablo 4.7. Satış Miktarları Tablosu

	<i>Satış Miktarları (Ton/Ay)</i>			
	A	B	C	D
Ocak	15.484	25.958	60.000	120.000
Şubat	29.001	32.142	94.000	117.500
Mart	51.396	66.999	96.000	75.455
Nisan	64.549	87.319	100.000	90.000
Mayıs	64.878	85.375	105.000	80.000
Haziran	66.519	98.866	110.000	80.000
Toplam	291.827	396.658	565.000	562.955

Satış rakamları yıl içerisinde değişebilecek şekilde bir senaryo modellenmiştir. Modele göre D lokasyonu haricinde tüm lokasyonlarda satışlar ikinci çeyrekte artmıştır.

C lokasyonunun yeni üretime başladığı varsayıldığı için ilk aylarda satışlar düşük sonraki aylarda artışa geçmiş şekilde bir senaryo oluşturulmuştur.

4.3.2.8. Gelen Sevkiyatlarla Stok Miktarları Tablosu

Model oluşturulurken, her ay için sevkiyat miktarlarını değerlendirebilmek amacıyla mevcut stok miktarları haricinde yeni bir stok değeri oluşması beklenmektedir. Gelen sevkiyatlarla stok miktarları tablosunda, mevcut stok miktarı değeri ile diğer lokasyonlardan sevk edilen miktar toplanarak güncel stok miktarı değerlerini bulmak hedeflenmiştir. Başlangıçta stok miktarı tablosu ile aynı değerlere sahip olan hücreler, Çözücü hesaplamaları yaptıktan sonra yeni yapılan sevkiyatlar ile güncellenerek stok miktarları tablosundaki hücreleri de değiştirmektedir. Bu etkileşim sonucunda her ay için sevkiyat ihtiyaçları belirlenebilmektedir. Bu değerler Tablo 4.8.de görülmektedir.

Tablo 4.8. Gelen Sevkiyatlarla Stok Miktarları Tablosu

	<i>Gelen Sevkiyatlarla Stok Miktarları (Ton)</i>			
	A	B	C	D
Ocak	50.166	-1.958	-20.000	66.020
Şubat	53.365	65.901	-18.240	44.280
Mart	37.619	98.901	-24.240	33.825
Nisan	7.570	111.583	-10.240	-31.175
Mayıs	-21.658	126.208	-5.240	2.825
Haziran	-53.677	127.342	84.760	36.825

4.3.2.9. İhtiyaç Miktarları ve Sevk İhtiyaç Miktarları Tabloları

İhtiyaç miktarları tablosu (Tablo 4.9.); bir lokasyonun stok miktarı ile minimum stok miktarı arasındaki farka eşittir. Bu değer eğer negatif ise fabrika dışarıya sevkiyat yapabilecek güçtedir. Pozitif olması ise fabrikanın açığının bulunduğu ve diğer lokasyonlardan sevkıyata ihtiyacı olduğunu göstermektedir. İhtiyaç miktarları tablosu doğrudan sevk ihtiyaç miktarları tablosunu etkilemektedir. Tablo istenilen senaryoya göre değişiklikler gösterilebilir. C lokasyonu Ocak ayında devreye alınan bir lokasyon olduğu için başlangıç stok değeri sıfır iken, satış miktarı 60.000 ton, üretim miktarı 40.000 ton ve minimum stok 5.000 ton olduğu için;

$$\text{İhtiyaç} = 60.000 - 40.000 + 5.000$$

İhtiyaç= 25.000 ton olarak hesaplanmaktadır.

İhtiyaç miktarları ve sevk ihtiyaç miktarları tablolarında tüm hücreler formüllerden oluşur. Herhangi bir hücreye ait formülün değişmesi, çözümün bulunmasına engel olabilir. Dolayısıyla yapılan değişikliklerin aynı anda tüm hücrelerde yapılması gerekmektedir.

Tablo 4.9. İhtiyaç Miktarları Tablosu

	<i>İhtiyaç Miktarları (Ton)</i>			
	A	B	C	D
Ocak	-45.166	6.958	25.000	-61.020
Şubat	-48.365	-60.901	23.240	-39.280
Mart	-32.619	-93.901	29.240	-28.825
Nisan	-2.570	-106.583	15.240	36.175
Mayıs	26.658	-121.208	10.240	2.175
Haziran	58.677	-122.342	-79.760	-31.825

Sevk ihtiyaç miktarları adlı tablo (Tablo 4.10.) ise ihtiyaç miktarları tablosundaki verilerin negatif olanlarını eleyerek sadece sevkiyata ihtiyaç duyulan lokasyon ve dönemi belirlemektedir. Excel üzerinde hücre değerinin “EĞER” fonksiyonu kullanılarak işareti kontrol edilmiştir. Hücrenin sıfırdan küçük olduğu değerler sıfır olarak; büyük olduğu değerler ise olduğu gibi kabul edilerek Tablo 4.10. oluşturulmuştur.

Tablo 4.10. Sevk İhtiyaç Miktarları Tablosu

	<i>Sevk İhtiyaç Miktarları (Ton/Ay)</i>			
	A	B	C	D
Ocak	0	6.958	25.000	0
Şubat	0	0	23.240	0
Mart	0	0	29.240	0
Nisan	0	0	15.240	36.175
Mayıs	26.658	0	10.240	2.175
Haziran	58.677	0	0	0
Toplam				

Tablo 4.10.dan da anlaşılacağı gibi B ve C lokasyonları ilk aylarda; D ve A lokasyonları ise son aylarda sevkiyata ihtiyaç duymaktadır.

4.3.2.10. Toplam Sevkiyat Miktarları Tablosu

Toplam sevkiyat miktarları tablosu model başlangıcında tüm hücreleri sıfır olan, model çözümünden sonra ise lokasyonların sevk ihtiyaçlarına göre hesaplanarak oluşturulan verilerdir. Her hücre için dönem içerisinde diğer lokasyonlara yapılan sevkiyat miktarlarının toplamını gösterecek şekilde formüller yerleştirilmiştir.

Model çözüldükten sonra her lokasyonun aylık toplam sevkiyatları ve tüm lokasyonların toplanmış değerleri Tablo 4.11.de yer almaktadır.

Tablo 4.11. Toplam Sevkiyat Miktarları Tablosu

Toplam Sevkiyat Miktarları (Ton)				
	A	B	C	D
Ocak	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0
Nisan	0	0	0	0
Mayıs	0	0	0	0
Haziran	0	0	0	0
Toplam	0	0	0	0
Genel Toplam	0			

4.3.2.11. Toplam Sevkiyat Süreleri Tablosu

Toplam sevkiyat süreleri tablosu; sevkiyat sürelerinin lokasyonlara göre listelenmiş toplamalarını içerir. Bu tablo, yapılması gereken sevkiyatların toplamaları ile formüllere atanmıştır ve Excel tarafından doldurulmaktadır. Tablo 4.12.de yer alan toplam sevkiyat süreleri tablosu Çözücü tarafından hesaplanarak otomatik olarak doldurulmaktadır. Bu hücrelere sonradan elle veri girişi yapılması halinde; ilk optimizasyonda bu veriler hesaplanan değerler ile güncellenecektir. Çözüm tamamlandıktan sonra yapılan değişiklikler kaydedilmemektedir.

Tablo 4.12. Toplam Sevkiyat Süreleri Tablosu

Toplam Sevkiyat Süreleri (Saat)				
	A	B	C	D
Ocak	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0
Nisan	0	0	0	0
Mayıs	0	0	0	0
Haziran	0	0	0	0
Toplam	0	0	0	0
Genel Toplam	0			

4.3.2.12. Sevkiyat Maliyetleri Tablosu

Sevkiyat maliyet tablosu, diğer tablolarda olduğu gibi aylık bazda bir lokasyondan diğer lokasyona sevk edilen miktarın sevkiyat masraflarının görüntülediği tablodur. Çözücü tarafından oluşturulan sevkiyat miktarları değerlerinin, nakliye masrafları tablosunda iki lokasyon arasındaki birim sevkiyat maliyeti değeri ile çarpımından oluşur. Modelin hedefi olan toplam sevkiyat maliyeti değeri bu tablodaki değerlerin toplamıdır. Tablo 4.13.te değerler elle değil Çözücü’ den gelen miktarların maliyete dönüştürülmesi ile oluşturulur.

Tablo 4.13. Sevkiyat Maliyetleri Tablosu

SEVKİYAT MALİYETLERİ TABLOSU (TL)												
	A			B			C			D		
	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C
Ocak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nisan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayıs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.3.2.13. Sevkiyat Süreleri Tablosu

Microsoft Excel üzerinde yer alan ve otomatik doldurulan sevkiyat süreleri tablosu (Tablo 4.14.), sevkiyat miktarlarını dikkate alarak bir lokasyondan diğerine gerçekleşen sevkiyatların aylık bazda sürelerini içerir.

Sevkiyat süreleri tablosunda bulunan her hücre; lokasyonlar arası nakliye süreleri ile gereken sevkiyat miktarlarının hesaplanmasından oluşmaktadır. Araç taşıma kapasitelerinin artması veya azalması bu tablodaki değerleri doğrudan etkilemektedir.

Bu hücreler;

$$\text{Süre} = (\text{Sevk İhtiyacı} / \text{Araç Tonaj Kapasitesi}) \times \text{Birim Nakliye Süresi}$$

formülü ile hesaplanmaktadır.

Tablo 4.14. Sevkiyat Süreleri Tablosu

SEVKİYAT SÜRELERİ TABLOSU (Saat)												
	A			B			C			D		
	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C
Ocak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nisan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayıs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.3.2.14. Toplam Sevkiyat Maliyetleri Tablosu

Sevkiyat maliyetleri tablosunda hesaplanan değerlerin lokasyonlara toplam olarak ifade edildiği tablodur (Tablo 4.15.). Her hücre, lokasyonun o döneme ait diğer lokasyonlara yaptığı sevkiyatın toplam maliyetini içerir. Tablonun “Toplam” satırında lokasyonların altı aylık toplam maliyetleri; en alt satırında ise hedef hücre olan sevkiyatların tüm lokasyonlar için genel toplamı yer alır. Bu tablodaki hücreler; Çözücü tarafından doldurulan sevkiyat miktarları tablosunun, sevkiyat maliyetleri ile

çarpımından oluşan sevkiyat maliyet tablosundan alınan veriler toplanarak kaydedilir. Bu kayıt elle değil Microsoft Excel Çözücü tarafından yapılmaktadır.

Tablo 4.15. Toplam Sevkiyat Maliyetleri Tablosu

Toplam Sevkiyat Maliyetleri (TL/Ton)				
	A	B	C	D
Ocak	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0
Nisan	0	0	0	0
Mayıs	0	0	0	0
Haziran	0	0	0	0
Toplam	0	0	0	0
Genel Toplam	0			

4.3.3. Değişken Hücrelerin Belirlenmesi

Microsoft Excel yazılımını kullanarak oluşturulan model için değişken hücreler, Çözücü' nün hedef değere ulaşması için değiştirerek en uygun değerleri vereceği hücrelerdir. Bu hücrelerin yeteri sayıda ve doğru belirlenmesi çözümü doğrudan etkilemektedir. Model üzerinde bir lokasyondan diğer lokasyonlara olan sevkiyat miktarları değişken hücreleri oluşturacaktır. Sevkiyat miktarları bir aylık dönemde ele alınmıştır ve her hücre bir lokasyonun diğeri ile yaptığı sevkiyatı göstermektedir.

Tablo 4.16. Yapılması Gereken Sevkiyat Miktarları Tablosu

YAPILMASI GEREKEN SEVKİYAT MİKTARLARI TABLOSU (Ton)												
	A			B			C			D		
	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C
Ocak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nisan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayıs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.3.4. Hedefin Belirlenmesi

Değişken ve sabit hücrelerden alınan veriler doğrultusunda tüm lokasyonların sevkiyat maliyetleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Başka bir hücrede hesaplanan dört sevkiyat maliyetinin toplamı işletmenin altı aylık toplam sevkiyat maliyeti olarak hesaplanmış ve modele eklenmiştir. Bu değer toplam sevkiyat maliyetleri tablosunun en alt satırında yer alan genel toplam değeridir.

Tablo 4.17. Hedef Hücreler Tablosu

HEDEF HÜCRE	
Toplam Sevkiyat Maliyeti (TL)	0
Toplam Zaman (Saat)	0

Hedef hücre, Çözücü üzerinde minimum, maksimum veya hedef değere ulaşmak için seçilir. Bir işletmede karı en yüksek düzeye çıkarmak, maliyetleri en aza indirmek veya herhangi bir işletme değerini sabit tutmak için hücrelerden biri hedef gösterilmelidir.

Çözücü aynı dosyada iki farklı hedef değer için optimizasyon yapabilmektedir. Çözücü parametrelerinde, toplam sevkiyat maliyetleri veya toplam zaman değeri en küçük olacak şekilde iki farklı çözüm oluşturulmaktadır. İki seçenek; tek tek çözümler olarak birer senaryo olarak kaydedildiğinde, ayrı ayrı iki çalışma kitabı oluşturularak sonuçlar analiz edilebilmektedir.

4.3.5. Kısıtların belirlenmesi

Model için kullanılan kısıtlarda tüm hücreler veya sabit değerler kullanılabilir. Bu kısıtlar her lokasyon için ayrı ayrı Çözücü parametrelerinde belirtilmelidir. Kısıtlar aşağıdaki gibidir.

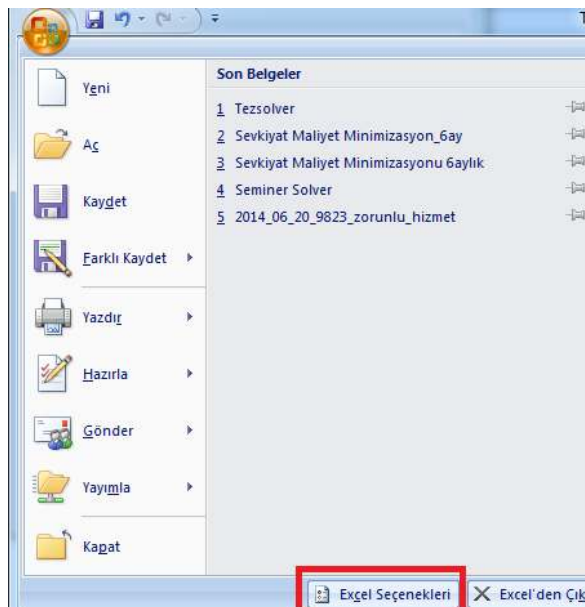
- Tüm aylarda yarı mamul ay sonu stok değeri, minimum stok değerinden büyük veya bu değere eşit olmalıdır. Bu kısıt ile hiçbir lokasyon minimum stok değerine düşmemektedir.

- Bütçe ve kapasite gibi nedenlerden dolayı tüm aylarda ve herhangi bir lokasyona yapılan sevkiyat miktarı 30.000 tondan az olmalıdır.
- Herhangi bir lokasyona yapılan sevkiyat miktarı sıfırdan büyük veya sıfıra eşit olmalıdır.
- Bir ay içerisinde bir lokasyona diğer lokasyonlardan yapılan sevkiyat miktarı, o lokasyonun sevkiyat ihtiyacına eşit olmalıdır.

İşletmelere göre birçok farklı kısıt eklenerek tanımlanabilir. Çözücü eklentisi sonuca erişmek için tüm kısıtları dikkate alacaktır. Microsoft Excel üzerinde tüm kısıtlar Çözücü parametrelerine eklenerek tüm kısıtların karşılandığı çözümler sağlanabilecektir.

4.3.6. Verilerin Model Üzerinde Gösterilmesi

Belirlenen hedef hücre, sabit hücreler, değişken hücreler ve kısıtların modele dahil edilmesi için öncelikle Microsoft Ofis yazılımında doğrudan kurulu olarak gelmeyen Çözücü eklentisinin aktif hale getirilmesi gerekmektedir. Bunun için Microsoft Excel yazılımında Office düğmesi olarak adlandırılan sol üst köşede yer alan Office logosu seçilir. Açılan pencerede alt bölümde mevcut "Excel seçenekleri" sayfasına gidilir.

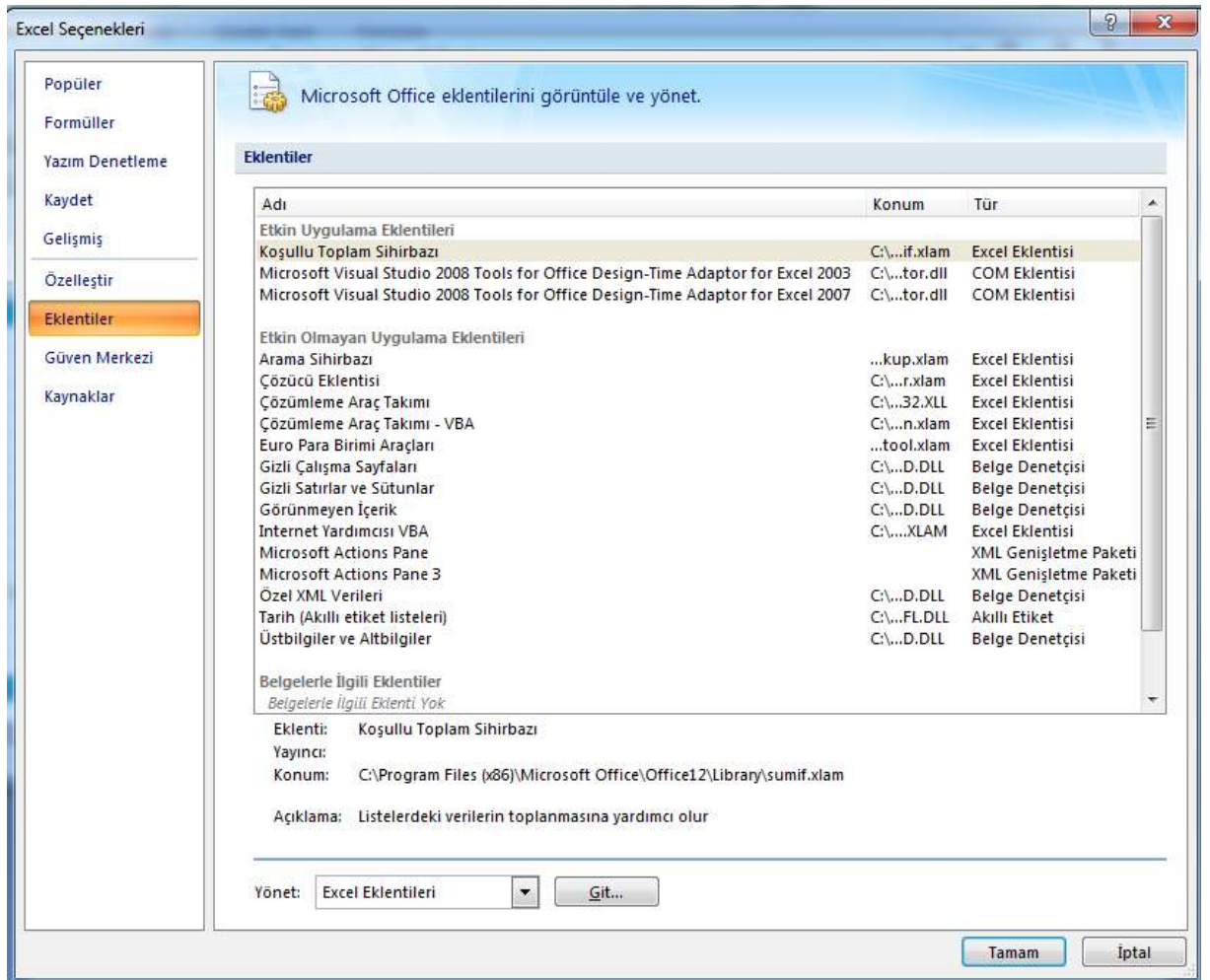


Şekil 4.1. Excel Ayarları

Excel Seçenekleri sayfasında Eklentiler seçeneği seçildiğinde Microsoft Excel üzerinde etkin ve etkin olmayan tüm eklentiler görüntülenebilmektedir. İlk kurulumda veya daha önce yüklenmemek kaydıyla Çözücü eklentisi, etkin olmayan eklentiler bölümünde bulunmaktadır.

Çözücü eklentisi bir bilgisayarda etkin hale getirildikten sonra yeni bir dosya açıldığında işlemleri tekrar yapmaya gerek duyulmamaktadır. Excel, seçeneklerde Çözücü eklentisinin aktif olduğu bilgisini kaydetmektedir.

Microsoft Excel uygulamasının diğer sürümlerinde de Çözücü eklentisi yardım bölümüne bakılarak etkinleştirilebilir.

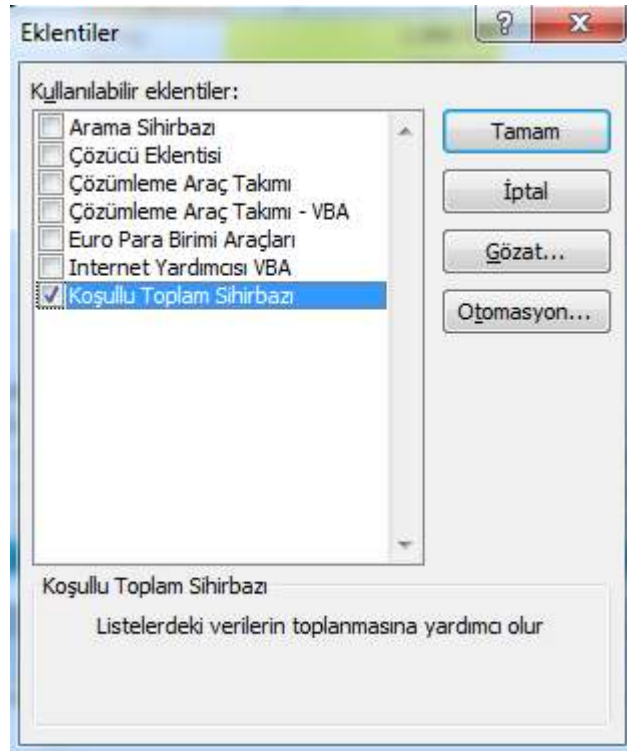


Şekil 4.2. Excel Seçenekleri

Çözücü eklentisini çalışır hale getirmek için Şekil 4.2.de en altta bulunan “Yönet” bölümünde Excel Eklentileri seçili iken Git butonuna tıklanmalıdır. Bu işlemten sonra Şekil 4.3.te yer alan “Eklentiler” adında küçük bir pencere açılmaktadır.

Açılan pencere Microsoft Excel yazılımında kullanılabilir eklentileri göstermektedir. Farklı bir eklenti kullanılacağı zaman “Gözet” seçeneği ile eklentiler bu pencere içerisine getirilebilir. Çözücü eklentisi kullanılmayacağı zamanlarda aynı pencereden kapatılabilir.

Microsoft Office paketinin diğer programları veya bilgisayarlarda kurulu diğer yazılımlar ile Excel dosyası arasında bağlantı kurmak için ise “Otomasyon” seçeneği seçilmelidir.



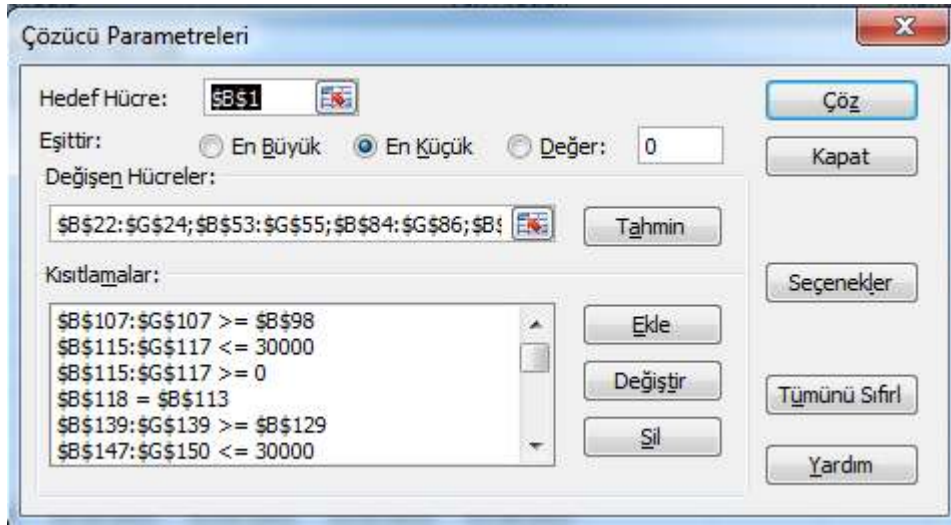
Şekil 4.3. Eklentiler

Eklentiler penceresinden "Çözücü Eklentisi" adındaki satırın başında yer alan kutucuk işaretlendiğinde Çözücü artık Microsoft Excel yazılımına entegre edilmiş olacaktır. Eklentinin seçeneklerine ulaşmak için üst menüde yer alan "Veri" bölümü seçilir. Çözücü en sağda (Şekil 4.4.) yerini almış olmalıdır.



Şekil 4.4. Çözücü Eklentisi

Parametreleri modele ekleyebilmek için öncelikle çözücü eklentisi üst menüden çalıştırılmalıdır. Eklenti çalıştırıldığında parametreleri gösteren yeni bir pencere açılır. Model ilk kez oluşturuluyor ise pencerede yer alan tüm veriler boş olarak gelir.



Şekil 4.5. Çözücü Parametreleri

Parametreler sayfasında "Hedef Hücre" alanına Microsoft Excel dosyasında yer alan toplam sevkiyat maliyeti hücresi eklenmiştir. Bu hücrenin en küçük olması istenmiştir. Çözücü toplam sevkiyat maliyetlerini veya sevkiyat zamanlarını en küçük değere getirmek için çalıştırılmak istendiğinde sadece hedef hücre değerini değiştirmek yeterli olacaktır.

"Değişken Hücreler" alanına ise her lokasyon için belirlenen, diğer lokasyonlardan yapılacak sevkiyat miktarlarının bulunduğu hücreler eklenmiştir.

Kısıtlamalar bölümünde; hücreler kullanılarak adreslenen tüm kısıtlamalar eklenmiştir. Çözücü seçeneklerinde ise ayarlara müdahale edilmemiş ve klasik yöntemlerle hesaplama yapması beklenmiştir.

4.3.7. Çözücü Ayarlarının Yapılması

Modelin başarılı bir şekilde çözülebilmesi için, Çözücü ayarlarının doğru yapılması gerekmektedir. Çözücü penceresinin seçenekleri (Şekil 4.6.) tüm yöntemler, doğrusal olmayan problemler ve açılım problemleri için gelişmiş ayarlar içerir.

Tüm Yöntemler | Doğrusal Olmayan GRG | Açılım

Kısıtlama Duyarlılığı: 0,000001

☐ Otomatik Ölçeklendirme Kullan

☐ Yineleme Sonuçlarını Göster

Tamsayı Kısıtlamaları ile Çöz

☒ Tamsayı Kısıtlamalarını Yoksay

Tamsayı En İyi Durum Ölçütü (%): 5

Sınırları Çöz

Zaman Sınırı (Saniye): 1000

Yinlemeler: 1000

Açılım ve Tamsayı Kısıtlamaları:

En Çok Alt Problem:

En Çok Uygulanabilir Çözüm:

Şekil 4.6. Çözücü Ayarları

Modele en uygun seçeneklerin belirlenmesi ile daha güvenli ve daha hızlı bir şekilde çözüme ulaşılır.

Kısıtlama Duyarlılığı: Modelde tanıtılan kısıtların duyarlılığını artırıp azaltmak için kullanılır. Böylece model çözüldükten sonra kısıtlamada kullanılan hücrelerin hedeflerle ilişkisini kullanır ve çözümlerin duyarlılığı ortaya çıkar. Kısıtlama duyarlılığı değeri “0” ile “1” arasında bir değer olmak zorundadır. Değer küçültülerek duyarlılık artırılabilir.

Karmaşık problemlerde duyarlılığın çok yüksek olması uygun çözüme ulaşmayı engelleyebilir. Hassas problemlerde ise duyarlılık değerinin büyük olması, çözümün duyarlılığını azaltacağından çözümler beklenen değerlerden daha yüksek olmaktadır.

Otomatik Ölçeklendirmeyi Kullan: Modelde giriş parametrelerinin değerleri ile çözüm sonrası ortaya çıkan değerler arasında büyük farklar oluşmasını engeller. Örneğin; giriş değerleri milimetre cinsinden olan bir model çözüldükten sonra çıkan sonuçların çok büyük olması, otomatik ölçeklendirme ile önlenmektedir.

Yineleme Sonuçlarını Göster: Çözücü; modelin çözülmesi sırasında giriş değişkenlerini değiştirerek, hedef değere ulaşmaya çalışır. Yineleme sonuçlarının görüntülenmesi istendiğinde Çözücü duraklar ve yineleme sonuçlarını gösterir.

Tamsayı Kısıtlamalarını Yoksay: Çözümde tamsayı kısıtlamalarını dikkate almadan değerleri hesaplar.

Tamsayı En İyi Durum Ölçütü: Hedef hücre içerisindeki değer tolerans değeridir. Hassas problemlerde çözümün bulunamadığı modellerde tolerans yüzdesi değiştirilerek yakın bir çözüme ulaşılabilir.

Zaman Sınırı: Problemin büyüklüğüne göre Çözücü performansını düzenlemek için zaman sınırı ayarlanabilmektedir. Girilen değer saniye cinsindendir. Küçük problemler için 100 saniye yeterli iken, problem büyüdükçe bu değer artırılması gerekmektedir.

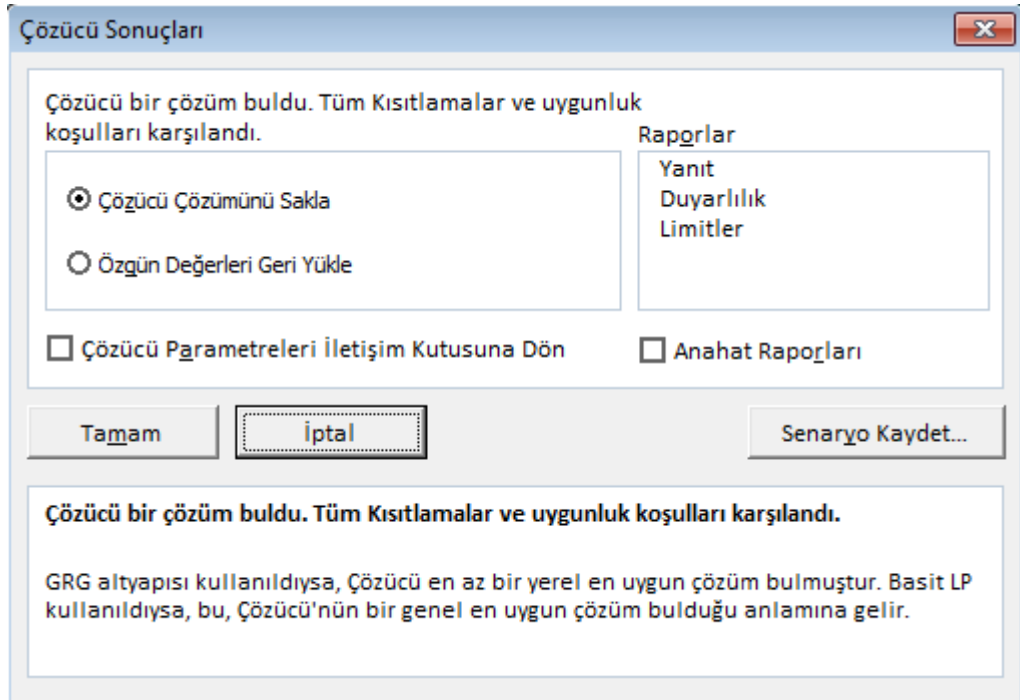
Yinelemeler: Modelin çözümü sırasında, geçici hesaplar yapılarak optimum hedef belirlenmeye çalışılır. Bu hedefe ulaşmak için Çözücü geçici hesaplamalar yapar. Yineleme sayıları problemin kapasitesine göre ayarlanmaktadır. Küçük problemler için 100 değeri girilir.

Çözücü, model üzerinde yapılan ayarları saklayabilmektedir. Hedef hücre, sabit ve değişken hücreler ile kısıtlar modele tanıtıldıktan sonra model kaydedilebilmektedir. Bu şekilde farklı senaryoların oluşturulması mümkün olmaktadır. Daha önce ayarları yapılmış bir model ise çalışma sayfasına yüklenebilmektedir.

4.3.8. Problemin Çözümü ve Değişen Hücreler

Parametrelerin model üzerine yerleştirilmesinden sonra Microsoft Excel yazılımının Çözücü eklentisi ile hedef değer için problem çözümü yapılmıştır. Bu işlemi gerçekleştirmek için Çözücü eklentisi sayfasında bulunan "Çöz" düğmesi seçilerek yazılımın algoritmalar ile en uygun değerleri bulması beklenir. Uygun değerlerin Çözücü tarafından hesaplanmasından sonra Microsoft Excel dosyasında her lokasyonda sevkiyat ihtiyacı kadar, diğer lokasyonlardan ne kadar sevkiyat yapılması gerektiği hesaplanmıştır.

Çözüm bulunduktan sonra küçük bir pencere açılır. Bu pencerede "Çözümü Sakla" seçeneği seçilirse Çözücü tarafından bulunan değerler Excel dosyası üzerine yazılır. "Özgün Değerleri Yeniden Yükle" seçeneği ise modeli ilk haline getirmektedir. Bazı durumlarda Çözücü çözüm bulamamaktadır. Bu gibi durumlarda özellikle kısıtlarda bir mantık hatasının olmaması kontrol edilmeli ve kısıtlar, sabit ve değişken hücreler eğer hatalı ise düzeltilmelidir.



Şekil 4.7. Çözücü Sonuçları

Microsoft Excel Çözücü eklentisi modele uygun ve tüm kısıtlamaları sağlayan bir çözüm bulunduğunda değişken hücreleri değerlendirerek en düşük maliyette veya en kısa sürede gerçekleşen bir sevkiyat planını çıkarmış olacaktır.

Çözüm ile ilgili ayrıntılar Şekil 4.7.de görülen pencerenin en alt bölümünde yer alır. Çözücü bir hata ile karşılaştığında hata ile ilgili bir metin bu bölümde yer alacaktır.

4.3.9. Çözümün Yorumlanması

4.3.9.1. En Küçük Sevkiyat Maliyeti Çözümü

Microsoft Excel Çözücü model üzerinde optimum sonucu bulduğunda dosyada yer alan hücrelerde değişiklikler yaparak çözümü kullanıcıya göstermektedir. Tablo 4.18. incelendiğinde toplam sevkiyat maliyetleri en alt düzeye indirildiğinde her lokasyonun sevk ihtiyaçları görülmektedir.

Tablo 4.18. Sevk İhtiyaç Miktarları Çözüm Tablosu

	<i>Sevk İhtiyaç Miktarları (Ton/Ay)</i>			
	A	B	C	D
Ocak	0	6.958	25.000	0
Şubat	0	0	0	0
Mart	0	0	4.240	0
Nisan	30.000	0	6.114	36.175
Mayıs	29.228	0	0	0
Haziran	32.019	0	0	0
Toplam				

Sevk ihtiyaç miktarları tablosunda her lokasyonun aylık sevk ihtiyacı değerleri Çözücü tarafından güncellenmiştir. Tablo 4.10.da A lokasyonu Mayıs ayında 26.658 ton sevkiyat ihtiyacı bulunurken; yeni oluşan tabloda Nisan ayında da sevk ihtiyacı oluşmuştur. Bunun sebebi A lokasyonundan Ocak ayında stoğu olmayan C noktasına sevkiyat yapmasıdır. C lokasyonuna sevkiyatın en yüksek maliyette olduğu lokasyon A lokasyonudur fakat Ocak ayında B lokasyonunun sevkiyata ihtiyaç duyması, D

lokasyonunun ise satışlarının üretimlerinden fazla olması nedeniyle A lokasyonu tercih edilmiştir.

C lokasyonu başlangıçta her ay sevkiyata ihtiyaç duyarken, A lokasyonundan ocak ayında aldığı sevkiyat ve takip eden aylarda üretim ile satışın dengeli olması nedeniyle Şubat ayında sevkiyata ihtiyaç kalmamıştır. Mart ve Nisan aylarında ise sevkiyatın B lokasyonu üzerinden yapılması uygun görülmüştür.

D lokasyonu ise model çözümünde Mayıs ayında sevkiyat ihtiyacını kapatmış sadece Nisan ayında yapılan sevkiyatla açık stoklarını doldurmuştur.

B lokasyonu, sevkiyatı kendisi için en düşük maliyete sahip A lokasyonundan almıştır.

Sevkiyat miktarları çözüm tablosu, Tablo 4.19.da görüldüğü gibi lokasyonlara diğer lokasyonlardan yapılması gereken sevkiyatların ton cinsinden miktarlarını göstermektedir. Bu tabloya bakılarak hangi ay, hangi lokasyondan, hangi lokasyona, hangi miktarda sevk yapılacağı bulunabilir.

Çözümde hesaplanan toplam sevkiyat maliyeti, Çözücü tarafından oluşturulan değerlerin Excel formülleri ile hesaplanmış halidir.

Tablo 4.19. Sevkiyat Miktarları Çözüm Tablosu

YAPILMASI GEREKEN SEVKİYAT MİKTARLARI TABLOSU (Ton)												
	A			B			C			D		
	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C
Ocak	0	0	0	6.958	0	0	25.000	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0	0	0	0	4.240	0	0	0	0
Nisan	30.000	0	0	0	0	0	0	6.114	0	612	15.449	20.114
Mayıs	24.228	5.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	30.000	0	2.019	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.20.de görülen sevkiyat miktarları maliyet çözüm tablosu sevkiyat miktarlarının lokasyonlar arası sevkiyat maliyetleri ile çarpımı sonucu oluşan tablodur. Her ay için her lokasyona diğer lokasyonlardan yapılacak sevkiyatın maliyeti “TL” cinsinden hesaplanmıştır.

Tablo 4.20. Sevkiyat Maliyetleri Çözüm Tablosu

SEVKİYAT MALİYETLERİ TABLOSU (TL)												
	A			B			C			D		
	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C
Ocak	0	0	0	69.578	0	0	825.000	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0	0	0	0	135.680	0	0	0	0
Nisan	300.000	0	0	0	0	0	0	195.657	0	10.159	347.596	422.400
Mayıs	242.277	165.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	300.000	0	33.515	0	0	4	0	0	0	0	0	0

Sevkiyat maliyetlerinin hesaplanmasının ardından her ay için toplam maliyet sevkiyatlarının hesaplandığı Tablo 4.21. toplam maliyet çözümü tablosudur. Bu tabloda her lokasyonun altı aylık toplam sevkiyat maliyetleri ve işletmenin aynı süreçte sahip olduğu toplam sevkiyat maliyeti yer almaktadır.

Tablo 4.21. Toplam Sevkiyat Maliyetleri Çözümü Tablosu

Toplam Sevkiyat Maliyetleri (TL/Ton)				
	A	B	C	D
Ocak	0	69.578	825.000	0
Şubat	0	0	0	0
Mart	0	0	135.680	0
Nisan	300.000	0	195.657	780.155
Mayıs	407.277	0	0	0
Haziran	333.515	0	0	0
Toplam	1.040.792	69.578	1.156.337	780.155
Genel Toplam	3.046.862			

Çözücü fonksiyonlarını tamamladıktan sonra Tablo 4.22.de görüldüğü gibi toplamda 3.046.862 TL maliyet ile altı aylık sevkiyatı planlı hale getirmiş, hangi

lokasyondan hangi lokasyona ve ne kadar miktarda sevkiyat yapılmasına karar vermiştir. Hesaplama sürecinde zaman faktörü dikkate alınmamıştır.

Tablo 4.22. Hedef Çözümü (Maliyet) Tablosu

HEDEF HÜCRE	
Toplam Sevkiyat Maliyeti (TL)	3.046.862
Toplam Zaman (Saat)	12.878

4.3.9.2. En Kısa Sürede Gerçekleşen Sevkiyat Çözümü

Toplam sürenin en aza indirilmesi için yapılan çözümde araç kapasiteleri ve toplam 30.000 ton taşıma sınırını ihlal etmeme şartları dikkate alınarak toplam sevkiyat süreleri hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda ortaya çıkan toplam zaman değeri Tablo 4.26.da görüldüğü gibi 11.899 saat olarak bulunmuştur. Toplam sevkiyat maliyetleri çözümüne göre maliyetler artmış fakat taşıma süreleri kısalmıştır.

Hesaplama sürecinde çözücü; yüksek süreli sevkiyatları iptal ederek, bu sevkiyatların diğer lokasyonlardan yapılmasını öngörmüştür. Yapılan zamana bağlı optimizasyon sonucunda oluşan yeni tablolar ise toplam maliyet çözümüne göre farklılıklar göstermektedir. Tablo 4.23. aylık bazda bir lokasyona diğer lokasyonlardan yapılan sevkiyatların miktarını göstermektedir.

Tablo 4.23. Sevkiyat Miktarları Çözüm Tablosu

YAPILMASI GEREKEN SEVKİYAT TABLOSU (Ton)												
	A			B			C			D		
	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C
Ocak	0	0	0	6.958	0	0	25.000	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	3.579	0	0	0	0	0	4.240	0	0	0	0	0
Nisan	30.000	20.991	0	0	0	0	6.991	0	0	13.951	22.224	0
Mayıs	24.228	5.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	30.000	2.019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.24. sevki yapılacak miktarlar ile lokasyonlar arasındaki sevk süresini dikkate alarak saat cinsinden verileri oluşturmaktadır. Sevk süreleri değiştirildiği zaman

optimizasyon farklı bir sonuç üreterek tablo içerisindeki verileri değiştirmektedir. Daha hassas problemlerde, çözümün doğruluğunu artırmak için saat cinsinden olan sevki süreleri dakika cinsine çevrilebilir. Böylece Çözücü hesapları daha az tolerans ile yaparak sevkiyat sürelerini optimize edecektir.

Tablo 4.24. Sevkiyat Zaman Çözüm Tablosu

SEVKİYAT ZAMAN TABLOSU (Saat)												
	A			B			C			D		
	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C
Ocak	0	0	0	255	0	0	1.558	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	131	0	0	0	0	0	264	0	0	0	0	0
Nisan	1.100	1.308	0	0	0	0	436	0	0	1.190	3.230	0
Mayıs	888	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	1.100	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.24.te hesaplanan zamanlar lokasyonlar için toplanarak Tablo 4.25. oluşturulmaktadır. Tabloda toplam zamanlar dışında her lokasyon için altı aylık toplam sevkiyat süreleri ve altı ay boyunca yapılacak tüm sevkiyatların toplamı genel toplam olarak yer almaktadır.

Tablo 4.25. Sevkiyat Toplam Zaman Tablosu

Toplam Zaman (Saat)				
	A	B	C	D
Ocak	0	255	1.558	0
Şubat	0	0	0	0
Mart	131	0	264	0
Nisan	2.408	0	436	4.420
Mayıs	1.200	0	0	0
Haziran	1.226	0	0	0
Toplam	4.966	255	2.258	4.420
Genel Toplam	11.899			

Tablo 4.26.da hedef hücre olan toplam zamana ilişkin çözüm yer almaktadır. Modele eklenen stok, üretim ve satış miktarları dikkate alınarak yapılan hesaplama sonucunda 11.899 saatlik bir sevkiyat hesaplanmıştır. Bu hesaplama lokasyonların altı aylık toplamalarını toplam nakliye sürelerini oluşturmaktadır.

Tablo 4.26. Hedef Çözüm (Zaman) Tablosu

HEDEF HÜCRE	
Toplam Sevkiyat Maliyeti (TL)	3.799.250
Toplam Zaman (Saat)	11.899

4.3.10. Raporların Oluşturulması ve İncelenmesi

Çözücü penceresinde model çözüldükten sonra "Raporlar" adı altında bir bölüm oluşarak; çözümle ilgili yanıt, duyarlılık ve sınırlamalar ile ilgili raporlar alınabilmektedir.

Maliyet çözümüne ait yanıt raporu EK – 1’de verilmiştir. Yanıt raporu model ile ilgili hedef ve değişken hücreleri listeler. Bu hücrelerin model çözülmeden önce ve model çözüldükten sonra sahip olduğu değerleri gösterir. Yanıt raporunda ayrıca kısıtlamalar ile ilgili bilgiler mevcuttur. Zaman çözümüne ait yanıt raporu EK – 4’te gösterilmiştir.

EK – 2 ve EK – 5’te gösterilen duyarlılık raporunda ise matematiksel ifadeler ile ispatlanmış son değerler görülmektedir.

Sınırlamalar raporunda ise eğer tanımlı ise çözüme ulaşırken kullanılan hücrelerin ön tanımlı limitlerin arasında olup olmadığı kontrol edilir. Maliyet çözümüne ilişkin sınırlamalar raporu EK – 3’te; zaman çözümüne ait sınırlamalar raporu ise EK – 6’da görüldüğü gibidir.

4.3.11. Senaryoların Oluşturulması

Microsoft Excel yazılımı ile çözümler birer senaryo olarak kaydedilebilmektedir. Kaydedilen senaryoların karşılaştırılması ile karar verme aşamasında farklı tercihler analiz edilir. Geçmişe yönelik yapılan modeller ve alınan çözümler ile istenilen değerler değiştirildikten sonra oluşturulan yeni çözüm karşılaştırılır. Bu şekilde işletme eğer farklı bir karar almış olursa, bunun sonucunda nasıl bir değişiklik olacağını inceleme

fırsatı bulur. Senaryolar, geçmişte alınan kararların doğruluklarını ve geleceğe yönelik alınan kararlara ait olasılıkları gösterir.

Çözücü' nün bulduğu bir çözümü senaryo olarak kaydetmek için Şekil 4.7.de görülen “Senaryo Kaydet” seçilir.

Senaryo Kaydet: Çözüm bulunduktan sonra dosya üzerindeki tüm hücrelerin değerlerini bir senaryo olarak kaydeder. Senaryo kaydedebilmek için en çok 32 değişkenli bir model tasarlanmış olmalıdır. Her model için istenilen sayıda senaryo kaydedilebilir.

Senaryo adı: Senaryo Kaydet seçildiğinde ekranda senaryo adının girilmesi gereken küçük bir pencere açılır. Senaryoyu kaydetmek için bu pencereye bir senaryo adı yazılır.

Bu ayarlar ile çözümü tamamlanan bir model bir senaryo olarak kaydedilir. Değişken ve sabit hücreler ile kısıtlar değiştirilerek yeni senaryolar oluşturulabilmekte ve probleme farklı açılardan da yaklaşım sağlanabilmektedir.

5. SONUÇ

Model, Microsoft Excel yazılımı üzerinde tasarlanmıştır. Verilerin dosyaya eklenmesinden sonra Çözücü kullanılarak optimizasyon yapılmıştır. Verilerin eklenmiş olduğu tablo EK-7’ de görüldüğü gibidir.

Hazırlanan model; maliyet ve süre olmak üzere iki farklı şekilde optimize edilmiştir. EK-8’de verilen maliyet çözümünde, modelin altı aylık zaman diliminde minimum maliyet ile sevkiyatı planlamasına yöneliktir. Tüm sevkiyatların minimum sürede yapılmasına ilişkin optimizasyon sonuçları ise EK-9’da verilmiştir.

- a. Çalışmada öncelikle problem tespit edilerek bir modelleme yapılmıştır. Model istenilen kısıtlar doğrultusunda çözümlenerek minimum maliyet ve minimum süre hedeflerine göre iki farklı çözüme ulaşılmıştır. Doğru çözüme ulaşabilmek için her lokasyona ait üretim ve satış rakamları mantık çerçevesi içerisinde modele kaydedilmiştir. Satış miktarlarının, üretim miktarlarından çok fazla olduğu altı aylık bir dönemde modelin tam hedefe ulaşması sadece Çözücü parametrelerinin değiştirilmesi ile mümkün olacaktır. Çözücü’ ye ait yakınsama parametresi ve diğer matematiksel parametreler değiştirildiğinde mantıklı olmayan modeller çözülebilir fakat bu hesaplama modelden beklentileri düşürmektedir. Modelden tam verim alabilmek için gerçeğe en yakın değerler ile hesaplamalar yapılmalıdır.
- b. Çalışmada kullanılan bir lokasyondan diğerine olan taşıma maliyetleri ve taşıma süreleri hesaplamalarda en önemli sabitlerdir. Model bu değerleri göz önüne alarak en düşük maliyet veya süreyi hesaplamaktadır.
- c. En düşük maliyeti hesaplamak için yapılan optimizasyonda; model, lokasyonlar arasındaki sevkiyat maliyetlerini, lokasyonların üretim ve satış miktarlarını ve minimum stok değerlerini göz önüne almıştır. Böylece hiçbir lokasyon minimum stok değerinin altına inmeden, üretim ve satış miktarları sabit kalarak bir sevkiyat planı oluşturulmuştur.

- d. İkinci çözümde ise model; lokasyonlar arasında birim sevkiyat sürelerini öncelikli olarak kullanmıştır. Altı aylık sürede lokasyonlarda üretim ve satış miktarlarını değiştirmeden en kısa sürede sevkiyat yapabilme üzerine alternatif bir çözüm sunmuştur.
- e. Büyük ölçekli işletmelerde, üretim, bakım, insan kaynakları bölümlerinde mevcut otomasyon sistemlerine entegre edilebilen bilgisayar kontrollü karar verme mekanizmaları bulunmaktadır. Modelleme ve optimizasyon yapan sistemler geriye dönük verileri kontrol ederek gelecek değerlere karar verebilmektedirler. Matematiksel modelleme ve bilgisayar kontrollü optimizasyon teknikleri hataya olanak vermeyen teknolojilerdir. Bu işlemleri gerçekleştirebilmek için kullanılan yazılımların, daha önce uygulanmış veya test edilmiş, esnek, kullanımı kolay ve raporlama özelliklerine sahip olması gerekir. Ayrıca kullanılacak yazılımlarda modellerin tekrar kullanılabilmesi ve hata analizlerini yapabilmesi kullanıcılara kolaylıklar sağlamaktadır. Bu çalışmada seçilen Microsoft Excel yazılımının Çözücü eklentisi küçük ve orta çapta birçok modeli uygulayabilmektedir. Daha kapsamlı modellerin optimize edilmesi için ek yazılımlar satın alınması gerekmektedir.
- f. Çalışma sonucunda oluşturulan çözümler ayrı ayrı kaydedilerek, iki çözüm arasında karşılaştırma yapılmıştır. Sevkiyatı minimum maliyetle veya minimum süreyle gerçekleştirme arasındaki farklar ekler ile belirtilmiştir.
- g. Model üzerinde üretim miktarlarının satış miktarlarına eşit veya büyük olması durumunda çözüme ulaşmak daha kolaydır. Aksi bir durumda sevk edilecek miktarda ürün bulunmadığı için Çözücü altı aylık dilimi değil; sevkiyatın karşılanabildiği süre kadar olan dilimi hesaplamakta ve çözüme ulaşmamaktadır.
- h. Çalışma sürecinde kullanılan Microsoft Excel 2013 kullanılmıştır, aynı model ve optimizasyon işlemleri diğer versiyonlarla da yapılabilir.

6. ÖNERİLER

İşletmelerde optimizasyon kavramı Microsoft Excel ortamı dışında optimizasyon yazılımları kullanılarak yapılabilmektedir. Üretim optimizasyonu için kullanılan yazılımlar, üretim değerlerini kayıt altına almaktadır. Kayıt altına alınan basınç, sıcaklık, vibrasyon, tonaj ve yakıt tüketimi gibi değerler modellere aktararak en uygun şartlarda en uygun ürünü sağlamak için bir araç olarak kullanılabilir. Bu çözümler ile işletmelerin üretim maliyetleri azaltılmakta, ürün kalitesi ise geliştirilmektedir.

Bu çalışmada lojistik alanında sevkiyat sürelerini ve sevkiyat maliyetlerini optimize etmek için bir model geliştirilmiştir. Lojistik alanında optimizasyonu sağlamak için; müşteri açısından cevap alma süresinin kısa olması, işletmeler için ise maliyetin en düşük seviyede olması beklenmektedir. Lojistik alanında sevkiyat haricinde stok, tedarik ve depolama alanlarında da optimizasyon yapılabilir. Bu optimizasyonları yapabilmek için düzenli ve gerçekçi ölçümler yapılması, tahmini değerlere yer verilmemesi gerekmektedir.

- a. Sevkiyat maliyetlerini veya sevkiyat sürelerini minimize etme amacıyla tasarlanan model işletme içerisinde satın alma, satış ve pazarlama, insan kaynakları, finans ve üretim gibi birçok alanda uygulanabilir. Ürün formülü oluşturma, satışları tahmin edebilme gibi yeni model geliştirilebilir.
- b. Çalışma, gerçeğe yakın değerler kullanılarak hazırlanmıştır. Gizlilik nedeni ile gerçek değerler modele aktarılmamıştır. Model gerçek rakamlarla lokasyon sayısı artırılarak veya azaltılarak tekrar düzenlenebilir. Altı aylık zaman zarfında tasarlanan modelde süreler de benzer şekilde değiştirilmeye açıktır.
- c. Microsoft Excel Çözücü eklentisine sahip olan Frontline firmasından kütüphaneler satın alındığı takdirde ise Visual Basic, C, C++, C#, Delphi, Java vb. programlama dilleri ile yazılımlar oluşturabilir. Bu yazılımlarla, modeller daha da geliştirilebilir.

- d. Günümüzde işletmelerin büyük bir bölümü işlemlerini kendi yazılımları ile gerçekleştirmektedir. Kurumsal kaynak planlama yazılımları ile veriler, onaylar ve görevler kayıt altına alınmakta, raporlanmakta ve analiz edilmektedir. Yeni bir model oluşturulurken, hesaplamalar var olan yazılımlardan alınan değerler ile yapılabilir.
- e. Microsoft Excel Çözücü eklentisi, Frontline firmasının belirlediği sınırlar doğrultusunda ücretsiz olarak kullanılabilir. Bu sınırların dışına çıkabilmek için yeni lisanslar alınması gerekmektedir. Bu lisanslar yardımı ile çok daha büyük problemler modellenerek hedef değere optimum çözümler getirilebilir.
- f. Modelleme, işletmelerin her alanında uygulanabilir bir kavramdır. Günümüzde üretim optimizasyonu modeller üzerinden gerçekleşmektedir. Üretim alanında kullanılan donanımlar, ekipmanların kapasiteleri, enerji tüketimleri gibi bilgiler modellenerek bilgisayar ortamında yeni ürün tasarımları veya üretim planlamaları yapılabilir.
- g. İnsan kaynakları alanında; personelin çalışma saatleri, personel maliyetleri, servis rotaları, pozisyona en uygun personel seçimi aynı ortamda modellenerek çözümlenebilir.
- h. Günümüzde modelleme ve optimizasyon kavramlarının aynı anda kullanıldığı alanlarda öğrenen sistem uygulamaları da yapılmaktadır. Öğrenen sistemler; süreç içerisinde yer alan değerleri bir yazılım vasıtasıyla okuyarak kaydetmektedir. Kaydettiği değerlere karşılık sistem çıkışlarını takip eden sistem, herhangi bir durumda, süreçte yaşanan olayları veri tabanlarında saklamaktadır. İstatistik ve yapay zeka ile süreci yönetebilen bilgisayar destekli yazılımlar, zaman ve insan gücünü azalttığı için maliyeti azaltmaktadır. Çalışmada kullanılan model geliştirilerek öğrenen sistem algoritmaları ile uygulanabilir.

7. KAYNAKÇA

- AKSOY, Ö. (2009). "*Tedarik Zinciri/Lojistik yönetiminde Bilişim Teknolojileri Kullanımının Organizasyonel Performansa Etkisi*", İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa:39-55, İstanbul
- ARTAN, S., HAYALOĞLU, P., & BALTACI, N. (2014). "*Bilgi ve İletişim Teknolojilerindeki Gelişmelerin İktisadi Büyüme Üzerindeki Etkisi: Geçiş Ekonomileri Örneği*" İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi/Journal of Economics and Administrative Sciences, 28(1), 199-214, Sayfa:212, Erzurum
- BAHAR, E. (2007). "*Lojistikte Risk Yönetimi ve Bir Uygulama*", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sayfa:3, İstanbul.
- BASMACI, G. (2013). "*Optimizasyon Sınıflandırması ve Ekonomik Uygulama*" <http://www.prezi.com/xgnkrga6nd1l/optimizasyon-snflandrmis-ve-ekonomik-uygulama>, (13.09.2014)
- BAUDIN, M. (2004). "*Lean Logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods*" Productivity Press, Sayfa:9, New York.
- BEKTAŞ, O. K. (2010). "*Yalın Lojistikte Döngüsel Sefer, Çapraz Havuzlama Sistemleri ve Uygun Tekniğin Fayda-Maliyet Analiziyle Seçilmesi*", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa:44, İstanbul.
- BENSGHIR, T. K., & AKAY, A. (2006). "*Bir Kamu Politika Aracı Olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS): Türkiye’de Belediyelerin CBS Uygulamalarının Değerlendirilmesi*" Çağdaş Yerel Yönetimler, 15(1), 31-46, Sayfa: 32.
- BİLGİLİ, T. (2008). "*Lojistikte Hız Yönetimi: Küresel Bir İşletmede Hız Matrisinin Uygulanması*", Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sayfa:19-241, İzmir.
- BYFIELD, I. (1996). "*Developments in RFID*", Sensor Review, 16(4), 4-5, Sayfa 4-5.
- CHRISTOPHER, M. (2013). "*Logistics and Supply Chain Management ePub eBook*", Pearson, Sayfa:18, UK

- ÇALIŞ, A. (2003). "*İhracatta Nakliyat*", İGEME-İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Sayfa:40
- ÇANCI, M., & ERDAL, M. (2003). "*Lojistik Yönetimi*", Utikad Yayınları Sayfa:48-49, İstanbul.
- DETTMER, W. H. (1998). "*Goldratt's Theory of Constraints*", McGraw-Hill Inc., Sayfa:12, UK.
- EKER, Ö. (2006). "*Lojistik Yönetimi Ve Tedarik Lojistiği Sürecinde Performansın Arttırılması*", İstanbul Teknik Üniversitesi, Sayfa : 2, İstanbul
- ENGİN, A. (2005). "*Wal-Mart'ta Radyo Frekans Kimliği Uygulaması & Tedarik Zinciri Yönetimi*", Osmangazi Üniversitesi, Sayfa:9, Eskişehir.
- ERDOĞAN, N. (2007). "*Lojistik Maliyetlemesi ve Lojistikte Faaliyete Dayalı Maliyetleme*", Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 1748, Sayfa:22, Eskişehir.
- ERTEK, G. (2005). "*A Tutorial on Cross docking*", International Logistics and Supply Chain Congress", Sayfa:34, İstanbul.
- FABER, N., DE KOSTER, R., & VAN DE VELDE, S. (2002). "*Linking Warehouse Complexity to Warehouse Planning and Control Structure: An Exploratory Study of The Use of Warehouse Management Information Systems*", MCB UP Ltd, Sayfa:381-395, Rotterdam.
- FINCH, P. (2004). "*Supply Chain Risk Management*", International Journal of supply Chain Management, 9(2), 183-196, Sayfa:187.
- FRAZELLE, E. (2002). "*Supply Chain Strategy*", The McGraw-Hill Companies. Sayfa:13, New York.
- GINTERS, E., & MARTIN-GUTIERREZ, J. (2013). "*Low Cost Augmented Reality and RFID Application for Logistics Items Visualization*". Procedia Computer Science, 26, 3-13, Sayfa:4
- GÜLEN, K. G. (2011). "*Lojistik Sektöründe Durum Analizi Ve Rekabetçi Stratejiler*", İTO (İstanbul Ticaret Odası) Yayınları, Sayfa:31, İstanbul.

- GÜLER, E. (2006). "*Depo Yönetiminde Bilgi Teknolojileri Kullanımı*", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa:72-73, İstanbul.
- HAUPT, R. L., & HAUPT, S. E. (2004). "*Practical Genetic Algorithms*". John Wiley & Sons., Sayfa:1, New Jersey
- KARABÖRKLÜ, H. (2004). "*Avustralya Ambalaj Sektörü Raporu*", T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı Sidney Ticaret Ateşeligi, Sayfa:1, Sidney.
- KARACAN, S., & Kaya, M. (2011). "*Lojistik Faaliyetlerde Maliyetleme*", Umuttepe Yayınları, Sayfa:6, Kocaeli
- KAYGUSUZ, S. Y. (2006). "*Üretim veya Satın Alma Kararlarında Kısıtlar Teorisi ve MS Excel Office Programının Birlikte Kullanılması*", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Sayfa:160-162, Erzurum.
- KIRICAL, G. B. (2007). "*Bir Bilimsel Makalenin Oluşturulma Sürecinde Kısıtlar Teorisi: FRT Uygulaması*", Ege Akademik Bakış, 7(1), 365-377, Sayfa:368, İzmir.
- KOBU, B. (1996). "*Üretim Yönetimi*", Avcıol Basım Yayın, Sayfa:201-202, İstanbul.
- LANDT, J. (2005). "*The History of RFID*", Potentials, IEEE 24(4), 8-11.Sayfa:8
- LAW, C.-Y. (2010). "*QR Codes in Education*", Journal of Educational Technology Development and Exchange, 3(1), 85-100, Sayfa:91.
- LEEMEKANOND, N., & AKAGI, F. (2014) "*Logistics Transportation System based on ITS Technology*." Sayfa: 110
- NGO, T.Y. (2012). "*Information Technology for Business*", International School Vietnam National University, Sayfa:8, Hanoi
- PATEL, D. R. (1996). "*Barcode System in Libraries-It's Uses and Importance. Annals of Library Science and Documentation*", 43, 1-10, Sayfa:1
- PEKTAŞ, H. (1993). "*Ambalaj Tasarımının Önemi*" Standard, Ekonomik ve Teknik Dergi, Nisan 1993, (376), 24-25, Sayfa 24, Ankara.

- ŞEN, E. (2006). "*Kobilerin Uluslararası Rekabet Güçlerini Arttırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi*", Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi.Sayfa:18-19, Ankara.
- ŞİRİN, G. (2010). "*Çapraz Sevkiyatta Araç Rotalama*", İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sayfa:14-96, İstanbul.
- TOKLUCU, M. (2007). "*Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uygulamaları*", İstanbul Kültür Üniversitesi- Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa:27, İstanbul.
- T.C. EKONOMİ BAKANLIĞI. "*Kümeler için Tedarik Zinciri Yönetimi Kılavuzu*", T.C Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü,
http://www.smenetworking.gov.tr/userfiles/pdf/belgeler/ekonomiBakanligi/7_tedarik.pdf (13.09.2014)
- ÜSTÜNDAĞ, A. & TANYAŞ, M. (2009)."*Radyo Frekanslı Tanıma (RFID) Teknolojisinin Tedarik Zinciri Üzerindeki Etkileri*", İstanbul Teknik Üniversitesi. 8(4), Sayfa:86, İstanbul.
- WATERS, D. (2003). "*Logistics An Introduction to Supply Chain Management*", Palgrave Macmillan, Sayfa:18, London.
- WATERS, D. (2010). "*Global Logistics: New Directions in Supply Chain Management* (6th)", Kogan Page Limited, Sayfa:471-472, London.
- WEISER, P., PERRET, F.-L., & JAFFEUX, C. (2013). "*Essentials Of Logistics & Management- The Global Supply Chain*", EPFL Press, Sayfa:293, Lausanne,Switzerland.
- WILLIAMS, B., & TOKAR, T. (2008). "*A Review of Inventory Management Research in Major Logistics Journals: Themes and Future Directions*", Emerald Group Publishing Limited, Sayfa:212-222, Ohio.
- WINSTON, W., ALBRIGHT, S., & BROADIE, M. (2001). "*Practical Management Science*", Pacific Grove, Calif. Duxbury, Sayfa:739, California.
- YILDIZ, S. K. (2008). "*Lojistik Yönetiminde Milkrun Planlaması ve Çapraz Sevkiyat*", Yüksek Lisans Tezi, Koceli Üniversitesi, Sayfa:43, Kocaeli.

YÜKSELEN, C. (2000). "*Pazarlama (İlkeler - Yönetim)*", Detay Yayıncılık, Sayfa:154, Ankara.

<http://www.dorasoft.com.tr/erp.aspx> (04.08.2014)

<https://help.libreoffice.org/Calc/Solver/tr> (01.10.2014)

8. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ali CAMGÖZ
Doğum Yeri ve Tarihi : TARSUS-1986

MESLEKİ KARIYER

Çimsa Çimento A.Ş – Otomasyon Mühendisi : 01.02.2011 - ...
Kaya Mühendislik Ltd. Şti - Otomasyon Mühendisi : 07.04.2010 - 01.11.2011

EĞİTİM DURUMU

Dumlupınar Üniversitesi (Lisans) –Elektrik Elektronik Mühendisliği – 2008
Tarsus Mustafa Kemal Anadolu Lisesi – 2004

YABANCI DİLLER

	<u>Konuşma</u>	<u>Okuma</u>	<u>Anlama</u>
İngilizce	İyi	İyi	İyi

9. EKLER

9.1. EK - 1: Maliyet Çözümü Yanıt Raporu

Microsoft Excel 15.0 Yanıt

Raporu

Çalışma Sayfası: [Maliyet
Çözümü.xlsx]Sheet1

Rapor Oluşturuldu:

23.12.2014 09:12:19

Sonuç: Çözücü bir çözüm buldu. Tüm Kısıtlamalar ve uygunluk koşulları karşılandı.

Çözücü Altyapısı

Altyapı: Doğrusal Olmayan

GRG

Çözüm Süresi: 0,78 Saniye.

Yinelemeler: 5 Alt

problemler: 0

Çözücü Seçenekleri

Zaman Sınırı 1000 saniye, Yinelemeler 1000, Precision 0,000001

Yakınsama 0,00001, Popülasyon Boyutu 100, Rastgele Kök 0, İleri Türevleri, Sınır Gerektir

En Çok Alt Problem Limitsiz, En Çok Tamsayı Çözümü Limitsiz, Tamsayı Toleransı 5%,

Tamsayı Kısıtlamaları Olmadan Çöz

Hedef Hücre (En Küçük)

Hücre	Ad	İlk Değer	Son Değer
	Toplam Sevkiyat		
ŞB\$27	Maliyeti (TL) A	3.046.862	3.046.862

Değişken Hücreleri

Hücre	Ad	İlk Değer	Son Değer	Tamsayı
ŞN\$19	Ocak B	0	0	Sürekli
ŞO\$19	Ocak C	0	0	Sürekli
ŞP\$19	Ocak D	0	0	Sürekli
ŞN\$20	Şubat B	0	0	Sürekli
ŞO\$20	Şubat C	0	0	Sürekli
ŞP\$20	Şubat D	0	0	Sürekli
ŞN\$21	Mart B	0	0	Sürekli
ŞO\$21	Mart C	0	0	Sürekli
ŞP\$21	Mart D	0	0	Sürekli
ŞN\$22	Nisan B	30.000	30.000	Sürekli
ŞO\$22	Nisan C	0	0	Sürekli
ŞP\$22	Nisan D	0	0	Sürekli
ŞN\$23	Mayıs B	24.228	24.228	Sürekli
ŞO\$23	Mayıs C	5.000	5.000	Sürekli
ŞP\$23	Mayıs D	0	0	Sürekli

\$N\$24	Haziran B	30.000	30.000	Sürekli
\$O\$24	Haziran C	0	0	Sürekli
\$P\$24	Haziran D	2.019	2.019	Sürekli
\$Q\$19	Ocak A	6.958	6.958	Sürekli
\$R\$19	Ocak C	0	0	Sürekli
\$S\$19	Ocak D	0	0	Sürekli
\$Q\$20	Şubat A	0	0	Sürekli
\$R\$20	Şubat C	0	0	Sürekli
\$S\$20	Şubat D	0	0	Sürekli
\$Q\$21	Mart A	0	0	Sürekli
\$R\$21	Mart C	0	0	Sürekli
\$S\$21	Mart D	0	0	Sürekli
\$Q\$22	Nisan A	0	0	Sürekli
\$R\$22	Nisan C	0	0	Sürekli
\$S\$22	Nisan D	0	0	Sürekli
\$Q\$23	Mayıs A	0	0	Sürekli
\$R\$23	Mayıs C	0	0	Sürekli
\$S\$23	Mayıs D	0	0	Sürekli
\$Q\$24	Haziran A	0	0	Sürekli
\$R\$24	Haziran C	0	0	Sürekli
\$S\$24	Haziran D	0	0	Sürekli
\$T\$19	Ocak A	25.000	25.000	Sürekli
\$U\$19	Ocak B	0	0	Sürekli
\$V\$19	Ocak D	0	0	Sürekli
\$T\$20	Şubat A	0	0	Sürekli
\$U\$20	Şubat B	0	0	Sürekli
\$V\$20	Şubat D	0	0	Sürekli
\$T\$21	Mart A	0	0	Sürekli
\$U\$21	Mart B	4.240	4.240	Sürekli
\$V\$21	Mart D	0	0	Sürekli
\$T\$22	Nisan A	0	0	Sürekli
\$U\$22	Nisan B	6.114	6.114	Sürekli
\$V\$22	Nisan D	0	0	Sürekli
\$T\$23	Mayıs A	0	0	Sürekli
\$U\$23	Mayıs B	0	0	Sürekli
\$V\$23	Mayıs D	0	0	Sürekli
\$T\$24	Haziran A	0	0	Sürekli
\$U\$24	Haziran B	0	0	Sürekli
\$V\$24	Haziran D	0	0	Sürekli
\$W\$19	Ocak A	0	0	Sürekli
\$X\$19	Ocak B	0	0	Sürekli
\$Y\$19	Ocak C	0	0	Sürekli
\$W\$20	Şubat A	0	0	Sürekli
\$X\$20	Şubat B	0	0	Sürekli

\$Y\$20	Şubat C	0	0	Sürekli
\$W\$21	Mart A	0	0	Sürekli
\$X\$21	Mart B	0	0	Sürekli
\$Y\$21	Mart C	0	0	Sürekli
\$W\$22	Nisan A	612	612	Sürekli
\$X\$22	Nisan B	15.449	15.449	Sürekli
\$Y\$22	Nisan C	20.114	20.114	Sürekli
\$W\$23	Mayıs A	0	0	Sürekli
\$X\$23	Mayıs B	0	0	Sürekli
\$Y\$23	Mayıs C	0	0	Sürekli
\$W\$24	Haziran A	0	0	Sürekli
\$X\$24	Haziran B	0	0	Sürekli
\$Y\$24	Haziran C	0	0	Sürekli

Kısıtlamalar

Hücre	Ad	Hücre Değeri	Formül	Durum	Serbestlik
\$H\$16	Şubat A	0	\$H\$16=\$V\$6	Aynı	0
\$H\$20	Haziran A	32.019	\$H\$20=\$V\$10	Aynı	0
\$H\$17	Mart A	0	\$H\$17=\$V\$7	Aynı	0
\$J\$20	Haziran C	0	\$J\$20=\$X\$10	Aynı	0
\$I\$20	Haziran B	0	\$I\$20=\$W\$10	Aynı	0
\$I\$17	Mart B	0	\$I\$17=\$W\$7	Aynı	0
\$Q\$5	Ocak D	66.020	\$Q\$5>=\$E\$16	Farklı	61.020
\$Q\$6	Şubat D	44.280	\$Q\$6>=\$E\$16	Farklı	39.280
\$Q\$7	Mart D	33.825	\$Q\$7>=\$E\$16	Farklı	28.825
\$Q\$8	Nisan D	5.000	\$Q\$8>=\$E\$16	Aynı	0
\$Q\$9	Mayıs D	39.000	\$Q\$9>=\$E\$16	Farklı	34.000
\$Q\$10	Haziran D	70.981	\$Q\$10>=\$E\$16	Farklı	65.981
\$K\$16	Şubat D	0	\$K\$16=\$Y\$6	Aynı	0
\$O\$5	Ocak B	5.000	\$O\$5>=\$C\$16	Aynı	0
\$O\$6	Şubat B	72.858	\$O\$6>=\$C\$16	Farklı	67.858
\$O\$7	Mart B	101.619	\$O\$7>=\$C\$16	Farklı	96.619
\$O\$8	Nisan B	62.738	\$O\$8>=\$C\$16	Farklı	57.738
\$O\$9	Mayıs B	53.135	\$O\$9>=\$C\$16	Farklı	48.135
\$O\$10	Haziran B	24.269	\$O\$10>=\$C\$16	Farklı	19.269
\$P\$5	Ocak C	5.000	\$P\$5>=\$D\$16	Aynı	0
\$P\$6	Şubat C	6.760	\$P\$6>=\$D\$16	Farklı	1.760
\$P\$7	Mart C	5.000	\$P\$7>=\$D\$16	Aynı	0
\$P\$8	Nisan C	5.000	\$P\$8>=\$D\$16	Aynı	0
\$P\$9	Mayıs C	5.000	\$P\$9>=\$D\$16	Aynı	0
\$P\$10	Haziran C	95.000	\$P\$10>=\$D\$16	Farklı	90.000
\$K\$20	Haziran D	0	\$K\$20=\$Y\$10	Aynı	0

\$N\$5	Ocak A	18.208	\$N\$5>=\$B\$16	Farklı	13.208
\$N\$6	Şubat A	21.407	\$N\$6>=\$B\$16	Farklı	16.407
\$N\$7	Mart A	5.661	\$N\$7>=\$B\$16	Farklı	661
\$N\$8	Nisan A	5.000	\$N\$8>=\$B\$16	Aynı	0
\$N\$9	Mayıs A	5.000	\$N\$9>=\$B\$16	Aynı	0
\$N\$10	Haziran A	5.000	\$N\$10>=\$B\$16	Aynı	0
\$K\$19	Mayıs D	0	\$K\$19=\$Y\$9	Aynı	0
\$K\$18	Nisan D	36.175	\$K\$18=\$Y\$8	Aynı	0
\$I\$19	Mayıs B	0	\$I\$19=\$W\$9	Aynı	0
\$J\$15	Ocak C	25.000	\$J\$15=\$X\$5	Aynı	0
\$J\$18	Nisan C	6.114	\$J\$18=\$X\$8	Aynı	0
\$K\$17	Mart D	0	\$K\$17=\$Y\$7	Aynı	0
\$J\$19	Mayıs C	0	\$J\$19=\$X\$9	Aynı	0
\$K\$15	Ocak D	0	\$K\$15=\$Y\$5	Aynı	0
\$J\$16	Şubat C	0	\$J\$16=\$X\$6	Aynı	0
\$J\$17	Mart C	4.240	\$J\$17=\$X\$7	Aynı	0
\$I\$16	Şubat B	0	\$I\$16=\$W\$6	Aynı	0
\$I\$18	Nisan B	0	\$I\$18=\$W\$8	Aynı	0
\$I\$15	Ocak B	6.958	\$I\$15=\$W\$5	Aynı	0
\$H\$15	Ocak A	0	\$H\$15=\$V\$5	Aynı	0
\$H\$18	Nisan A	30.000	\$H\$18=\$V\$8	Aynı	0
\$H\$19	Mayıs A	29.228	\$H\$19=\$V\$9	Aynı	0
\$N\$19	Ocak B	0	\$N\$19>=0	Aynı	0
\$O\$19	Ocak C	0	\$O\$19>=0	Aynı	0
\$P\$19	Ocak D	0	\$P\$19>=0	Aynı	0
\$Q\$19	Ocak A	6.958	\$Q\$19>=0	Farklı	6.958
\$R\$19	Ocak C	0	\$R\$19>=0	Aynı	0
\$S\$19	Ocak D	0	\$S\$19>=0	Aynı	0
\$T\$19	Ocak A	25.000	\$T\$19>=0	Farklı	25.000
\$U\$19	Ocak B	0	\$U\$19>=0	Aynı	0
\$V\$19	Ocak D	0	\$V\$19>=0	Aynı	0
\$W\$19	Ocak A	0	\$W\$19>=0	Aynı	0
\$X\$19	Ocak B	0	\$X\$19>=0	Aynı	0
\$Y\$19	Ocak C	0	\$Y\$19>=0	Aynı	0
\$N\$20	Şubat B	0	\$N\$20>=0	Aynı	0
\$O\$20	Şubat C	0	\$O\$20>=0	Aynı	0
\$P\$20	Şubat D	0	\$P\$20>=0	Aynı	0
\$Q\$20	Şubat A	0	\$Q\$20>=0	Aynı	0
\$R\$20	Şubat C	0	\$R\$20>=0	Aynı	0
\$S\$20	Şubat D	0	\$S\$20>=0	Aynı	0
\$T\$20	Şubat A	0	\$T\$20>=0	Aynı	0
\$U\$20	Şubat B	0	\$U\$20>=0	Aynı	0
\$V\$20	Şubat D	0	\$V\$20>=0	Aynı	0
\$W\$20	Şubat A	0	\$W\$20>=0	Aynı	0

\$X\$20	Şubat B	0	\$X\$20>=0	Aynı	0
\$Y\$20	Şubat C	0	\$Y\$20>=0	Aynı	0
\$N\$21	Mart B	0	\$N\$21>=0	Aynı	0
\$O\$21	Mart C	0	\$O\$21>=0	Aynı	0
\$P\$21	Mart D	0	\$P\$21>=0	Aynı	0
\$Q\$21	Mart A	0	\$Q\$21>=0	Aynı	0
\$R\$21	Mart C	0	\$R\$21>=0	Aynı	0
\$S\$21	Mart D	0	\$S\$21>=0	Aynı	0
\$T\$21	Mart A	0	\$T\$21>=0	Aynı	0
\$U\$21	Mart B	4.240	\$U\$21>=0	Farklı	4.240
\$V\$21	Mart D	0	\$V\$21>=0	Aynı	0
\$W\$21	Mart A	0	\$W\$21>=0	Aynı	0
\$X\$21	Mart B	0	\$X\$21>=0	Aynı	0
\$Y\$21	Mart C	0	\$Y\$21>=0	Aynı	0
\$N\$22	Nisan B	30.000	\$N\$22>=0	Farklı	30.000
\$O\$22	Nisan C	0	\$O\$22>=0	Aynı	0
\$P\$22	Nisan D	0	\$P\$22>=0	Aynı	0
\$Q\$22	Nisan A	0	\$Q\$22>=0	Aynı	0
\$R\$22	Nisan C	0	\$R\$22>=0	Aynı	0
\$S\$22	Nisan D	0	\$S\$22>=0	Aynı	0
\$T\$22	Nisan A	0	\$T\$22>=0	Aynı	0
\$U\$22	Nisan B	6.114	\$U\$22>=0	Farklı	6.114
\$V\$22	Nisan D	0	\$V\$22>=0	Aynı	0
\$W\$22	Nisan A	612	\$W\$22>=0	Farklı	612
\$X\$22	Nisan B	15.449	\$X\$22>=0	Farklı	15.449
\$Y\$22	Nisan C	20.114	\$Y\$22>=0	Farklı	20.114
\$N\$23	Mayıs B	24.228	\$N\$23>=0	Farklı	24.228
\$O\$23	Mayıs C	5.000	\$O\$23>=0	Farklı	5.000
\$P\$23	Mayıs D	0	\$P\$23>=0	Aynı	0
\$Q\$23	Mayıs A	0	\$Q\$23>=0	Aynı	0
\$R\$23	Mayıs C	0	\$R\$23>=0	Aynı	0
\$S\$23	Mayıs D	0	\$S\$23>=0	Aynı	0
\$T\$23	Mayıs A	0	\$T\$23>=0	Aynı	0
\$U\$23	Mayıs B	0	\$U\$23>=0	Aynı	0
\$V\$23	Mayıs D	0	\$V\$23>=0	Aynı	0
\$W\$23	Mayıs A	0	\$W\$23>=0	Aynı	0
\$X\$23	Mayıs B	0	\$X\$23>=0	Aynı	0
\$Y\$23	Mayıs C	0	\$Y\$23>=0	Aynı	0
\$N\$24	Haziran B	30.000	\$N\$24>=0	Farklı	30.000
\$O\$24	Haziran C	0	\$O\$24>=0	Aynı	0
\$P\$24	Haziran D	2.019	\$P\$24>=0	Farklı	2.019
\$Q\$24	Haziran A	0	\$Q\$24>=0	Aynı	0
\$R\$24	Haziran C	0	\$R\$24>=0	Aynı	0
\$S\$24	Haziran D	0	\$S\$24>=0	Aynı	0

\$T\$24	Haziran A	0	\$T\$24>=0	Aynı	0
\$U\$24	Haziran B	0	\$U\$24>=0	Aynı	0
\$V\$24	Haziran D	0	\$V\$24>=0	Aynı	0
\$W\$24	Haziran A	0	\$W\$24>=0	Aynı	0
\$X\$24	Haziran B	0	\$X\$24>=0	Aynı	0
\$Y\$24	Haziran C	0	\$Y\$24>=0	Aynı	0
\$N\$19	Ocak B	0	\$N\$19<=30000	Farklı	30000
\$O\$19	Ocak C	0	\$O\$19<=30000	Farklı	30000
\$P\$19	Ocak D	0	\$P\$19<=30000	Farklı	30000
\$Q\$19	Ocak A	6.958	\$Q\$19<=30000	Farklı	23042,16
\$R\$19	Ocak C	0	\$R\$19<=30000	Farklı	30000
\$S\$19	Ocak D	0	\$S\$19<=30000	Farklı	30000
\$T\$19	Ocak A	25.000	\$T\$19<=30000	Farklı	5000
\$U\$19	Ocak B	0	\$U\$19<=30000	Farklı	30000
\$V\$19	Ocak D	0	\$V\$19<=30000	Farklı	30000
\$W\$19	Ocak A	0	\$W\$19<=30000	Farklı	30000
\$X\$19	Ocak B	0	\$X\$19<=30000	Farklı	30000
\$Y\$19	Ocak C	0	\$Y\$19<=30000	Farklı	30000
\$N\$20	Şubat B	0	\$N\$20<=30000	Farklı	30000
\$O\$20	Şubat C	0	\$O\$20<=30000	Farklı	30000
\$P\$20	Şubat D	0	\$P\$20<=30000	Farklı	30000
\$Q\$20	Şubat A	0	\$Q\$20<=30000	Farklı	30000
\$R\$20	Şubat C	0	\$R\$20<=30000	Farklı	30000
\$S\$20	Şubat D	0	\$S\$20<=30000	Farklı	30000
\$T\$20	Şubat A	0	\$T\$20<=30000	Farklı	30000
\$U\$20	Şubat B	0	\$U\$20<=30000	Farklı	30000
\$V\$20	Şubat D	0	\$V\$20<=30000	Farklı	30000
\$W\$20	Şubat A	0	\$W\$20<=30000	Farklı	30000
\$X\$20	Şubat B	0	\$X\$20<=30000	Farklı	30000
\$Y\$20	Şubat C	0	\$Y\$20<=30000	Farklı	30000
\$N\$21	Mart B	0	\$N\$21<=30000	Farklı	30000
\$O\$21	Mart C	0	\$O\$21<=30000	Farklı	30000
\$P\$21	Mart D	0	\$P\$21<=30000	Farklı	30000
\$Q\$21	Mart A	0	\$Q\$21<=30000	Farklı	30000
\$R\$21	Mart C	0	\$R\$21<=30000	Farklı	30000
\$S\$21	Mart D	0	\$S\$21<=30000	Farklı	30000
\$T\$21	Mart A	0	\$T\$21<=30000	Farklı	30000
\$U\$21	Mart B	4.240	\$U\$21<=30000	Farklı	25760
\$V\$21	Mart D	0	\$V\$21<=30000	Farklı	30000
\$W\$21	Mart A	0	\$W\$21<=30000	Farklı	30000
\$X\$21	Mart B	0	\$X\$21<=30000	Farklı	30000
\$Y\$21	Mart C	0	\$Y\$21<=30000	Farklı	30000
\$N\$22	Nisan B	30.000	\$N\$22<=30000	Aynı	0
\$O\$22	Nisan C	0	\$O\$22<=30000	Farklı	30000

\$P\$22	Nisan D	0	\$P\$22<=30000	Farklı	30000
\$Q\$22	Nisan A	0	\$Q\$22<=30000	Farklı	30000
\$R\$22	Nisan C	0	\$R\$22<=30000	Farklı	30000
\$S\$22	Nisan D	0	\$S\$22<=30000	Farklı	30000
\$T\$22	Nisan A	0	\$T\$22<=30000	Farklı	30000
\$U\$22	Nisan B	6.114	\$U\$22<=30000	Farklı	23885,72562
\$V\$22	Nisan D	0	\$V\$22<=30000	Farklı	30000
\$W\$22	Nisan A	612	\$W\$22<=30000	Farklı	29388
\$X\$22	Nisan B	15.449	\$X\$22<=30000	Farklı	14551,27438
\$Y\$22	Nisan C	20.114	\$Y\$22<=30000	Farklı	9885,725618
\$N\$23	Mayıs B	24.228	\$N\$23<=30000	Farklı	5772,33
\$O\$23	Mayıs C	5.000	\$O\$23<=30000	Farklı	25000
\$P\$23	Mayıs D	0	\$P\$23<=30000	Farklı	30000
\$Q\$23	Mayıs A	0	\$Q\$23<=30000	Farklı	30000
\$R\$23	Mayıs C	0	\$R\$23<=30000	Farklı	30000
\$S\$23	Mayıs D	0	\$S\$23<=30000	Farklı	30000
\$T\$23	Mayıs A	0	\$T\$23<=30000	Farklı	30000
\$U\$23	Mayıs B	0	\$U\$23<=30000	Farklı	30000
\$V\$23	Mayıs D	0	\$V\$23<=30000	Farklı	30000
\$W\$23	Mayıs A	0	\$W\$23<=30000	Farklı	30000
\$X\$23	Mayıs B	0	\$X\$23<=30000	Farklı	30000
\$Y\$23	Mayıs C	0	\$Y\$23<=30000	Farklı	30000
\$N\$24	Haziran B	30.000	\$N\$24<=30000	Aynı	0
\$O\$24	Haziran C	0	\$O\$24<=30000	Farklı	30000
\$P\$24	Haziran D	2.019	\$P\$24<=30000	Farklı	27981,01
\$Q\$24	Haziran A	0	\$Q\$24<=30000	Farklı	30000
\$R\$24	Haziran C	0	\$R\$24<=30000	Farklı	30000
\$S\$24	Haziran D	0	\$S\$24<=30000	Farklı	30000
\$T\$24	Haziran A	0	\$T\$24<=30000	Farklı	30000
\$U\$24	Haziran B	0	\$U\$24<=30000	Farklı	30000
\$V\$24	Haziran D	0	\$V\$24<=30000	Farklı	30000
\$W\$24	Haziran A	0	\$W\$24<=30000	Farklı	30000
\$X\$24	Haziran B	0	\$X\$24<=30000	Farklı	30000
\$Y\$24	Haziran C	0	\$Y\$24<=30000	Farklı	30000

9.2. EK - 2: Maliyet Çözümü Duyarlılık Raporu

Microsoft Excel 15.0 Duyarlılık Raporu

Çalışma Sayfası: [Maliyet Çözümü.xlsx]Sheet1

Rapor Oluşturuldu: 23.12.2014 09:12:21

Değişken Hücreleri

Hücre	Ad	Son Değer	Azaltılmış Gradyan
\$N\$19	Ocak B	0	0
\$O\$19	Ocak C	-9,48089E-14	15,49914957
\$P\$19	Ocak D	9,48089E-14	13,2001218
\$N\$20	Şubat B	0	0
\$O\$20	Şubat C	0	24,50040581
\$P\$20	Şubat D	0	29,10045433
\$N\$21	Mart B	0	0
\$O\$21	Mart C	0	24,50040581
\$P\$21	Mart D	0	29,10045433
\$N\$22	Nisan B	30000	4,100000381
\$O\$22	Nisan C	3,38709E-07	28,59954262
\$P\$22	Nisan D	0	33,2000635
\$N\$23	Mayıs B	24227,67	0
\$O\$23	Mayıs C	5000	0
\$P\$23	Mayıs D	1,93548E-07	6,599888563
\$N\$24	Haziran B	30000	-6,600000381
\$O\$24	Haziran C	9,6774E-08	16,39954553
\$P\$24	Haziran D	2018,99	0
\$Q\$19	Ocak A	6957,84	0
\$R\$19	Ocak C	4,35483E-07	24,49942408
\$S\$19	Ocak D	4,77781E-08	29,09999955
\$Q\$20	Şubat A	0	0
\$R\$20	Şubat C	0	17,60109454
\$S\$20	Şubat D	0	29,10038165
\$Q\$21	Mart A	0	0
\$R\$21	Mart C	0	17,60109454
\$S\$21	Mart D	0	29,10038165
\$Q\$22	Nisan A	0	0
\$R\$22	Nisan C	0	17,60063205
\$S\$22	Nisan D	0	29,10038165
\$Q\$23	Mayıs A	0	10,99937856
\$R\$23	Mayıs C	0	0
\$S\$23	Mayıs D	0	13,4995867
\$Q\$24	Haziran A	0	4,099794602

\$R\$24	Haziran C	5,52336E-14	9,500421524
\$S\$24	Haziran D	-5,52336E-14	0
\$T\$19	Ocak A	25000	0
\$U\$19	Ocak B	0	15,39917375
\$V\$19	Ocak D	0	10,99869625
\$T\$20	Şubat A	0	6,899776661
\$U\$20	Şubat B	0	0
\$V\$20	Şubat D	0	11,49985504
\$T\$21	Mart A	0	13,29769417
\$U\$21	Mart B	4240	0
\$V\$21	Mart D	0	17,89777255
\$T\$22	Nisan A	3,5491E-07	13,29815228
\$U\$22	Nisan B	6114,274382	0
\$V\$22	Nisan D	3,5491E-07	17,89822854
\$T\$23	Mayıs A	1,45211E-07	65,99955046
\$U\$23	Mayıs B	3,38759E-07	54,9997673
\$V\$23	Mayıs D	3,38759E-07	43,99991989
\$T\$24	Haziran A	0	28,6001055
\$U\$24	Haziran B	3,18954E-07	11,00031281
\$V\$24	Haziran D	-3,18954E-07	0
\$W\$19	Ocak A	0	0
\$X\$19	Ocak B	2,45623E-13	15,89993262
\$Y\$19	Ocak C	-2,45623E-13	6,899244317
\$W\$20	Şubat A	0	-0,000495253
\$X\$20	Şubat B	0	-0,000567935
\$Y\$20	Şubat C	0	0
\$W\$21	Mart A	0	-0,000495253
\$X\$21	Mart B	0	-0,000567935
\$Y\$21	Mart C	0	0
\$W\$22	Nisan A	612	0
\$X\$22	Nisan B	15448,72562	0
\$Y\$22	Nisan C	20114,27438	0
\$W\$23	Mayıs A	0	28,59997785
\$X\$23	Mayıs B	0	24,49990332
\$Y\$23	Mayıs C	0	0
\$W\$24	Haziran A	0	12,19997237
\$X\$24	Haziran B	0	1,499895096
\$Y\$24	Haziran C	0	0

Kısıtlamalar

Hücre	Ad	Son Değer	Lagrange Çarpan
\$H\$16	Şubat A	0	4,099609172
\$H\$20	Haziran A	32018,99	0

\$H\$17	Mart A	0	4,099609172
\$J\$20	Haziran C	0	20,9994545
\$I\$20	Haziran B	0	22,49982262
\$I\$17	Mart B	0	15,89961263
\$Q\$5	Ocak D	66020	0
\$Q\$6	Şubat D	44280	0
\$Q\$7	Mart D	33825	0
\$Q\$8	Nisan D	5000	0
\$Q\$9	Mayıs D	39000	0
\$Q\$10	Haziran D	70981,01	0
\$K\$16	Şubat D	0	0,000546119
\$O\$5	Ocak B	5000	0
\$O\$6	Şubat B	72858,425	0
\$O\$7	Mart B	101619,275	0
\$O\$8	Nisan B	62737,75	0
\$O\$9	Mayıs B	53135,08	0
\$O\$10	Haziran B	24268,955	0
\$P\$5	Ocak C	5000	0
\$P\$6	Şubat C	6760	0
\$P\$7	Mart C	5000	0
\$P\$8	Nisan C	5000	0
\$P\$9	Mayıs C	5000,000001	7,501046504
\$P\$10	Haziran C	95000	0
\$K\$20	Haziran D	0	20,99992752
\$N\$5	Ocak A	18208,11	0
\$N\$6	Şubat A	21407,13	0
\$N\$7	Mart A	5661,31	0
\$N\$8	Nisan A	5000	0
\$N\$9	Mayıs A	5000	0
\$N\$10	Haziran A	5000	16,60000038
\$K\$19	Mayıs D	0	-2,000080705
\$K\$18	Nisan D	36175	22,5
\$I\$19	Mayıs B	0	9,000235915
\$J\$15	Ocak C	25000	6,898746597
\$J\$18	Nisan C	6114,274383	24,5
\$K\$17	Mart D	0	0,000546119
\$J\$19	Mayıs C	8,2273E-07	-30,5010465
\$K\$15	Ocak D	0	5,08666E-05
\$J\$16	Şubat C	0	6,397917506
\$J\$17	Mart C	4240	0,000462494
\$I\$16	Şubat B	0	15,89961263
\$I\$18	Nisan B	0	15,89961263
\$I\$15	Ocak B	6957,84	15,89999962
\$H\$15	Ocak A	0	19,99961448

\$H\$18	Nisan A	30000	-4,100000381
\$H\$19	Mayıs A	29227,67	-6,600000381

9.3. EK - 3: Maliyet Çözümü Sınırlamalar Raporu

Microsoft Excel 15.0 Limit Raporu

Çalışma Sayfası: [Maliyet Çözümü.xlsx]Sheet1

Rapor Oluşturuldu: 23.12.2014 09:12:22

Hedef		
Hücre	Ad	Değer
Toplam Sevkiyat Maliyeti (TL)		
\$B\$27	A	#####

Değişken			Alt	Hedef	Üst	Hedef
Hücre	Ad	Değer	Limit	Sonuç	Limit	Sonuç
\$N\$19	Ocak B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$O\$19	Ocak C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$P\$19	Ocak D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$N\$20	Şubat B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$O\$20	Şubat C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$P\$20	Şubat D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$N\$21	Mart B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$O\$21	Mart C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$P\$21	Mart D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$N\$22	Nisan B	30.000	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$O\$22	Nisan C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$P\$22	Nisan D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$N\$23	Mayıs B	24.228	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$O\$23	Mayıs C	5.000	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$P\$23	Mayıs D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$N\$24	Haziran B	30.000	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$O\$24	Haziran C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$P\$24	Haziran D	2.019	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Q\$19	Ocak A	6.958	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$R\$19	Ocak C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$S\$19	Ocak D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Q\$20	Şubat A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$R\$20	Şubat C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$S\$20	Şubat D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Q\$21	Mart A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$R\$21	Mart C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$S\$21	Mart D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Q\$22	Nisan A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$R\$22	Nisan C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$S\$22	Nisan D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK

\$Q\$23	Mayıs A	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$R\$23	Mayıs C	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$S\$23	Mayıs D	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$Q\$24	Haziran A	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$R\$24	Haziran C	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$S\$24	Haziran D	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$T\$19	Ocak A	25.000	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$U\$19	Ocak B	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$V\$19	Ocak D	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$T\$20	Şubat A	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$U\$20	Şubat B	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$V\$20	Şubat D	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$T\$21	Mart A	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$U\$21	Mart B	4.240	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$V\$21	Mart D	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$T\$22	Nisan A	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$U\$22	Nisan B	6.114	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$V\$22	Nisan D	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$T\$23	Mayıs A	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$U\$23	Mayıs B	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$V\$23	Mayıs D	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$T\$24	Haziran A	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$U\$24	Haziran B	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$V\$24	Haziran D	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$W\$19	Ocak A	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$X\$19	Ocak B	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$Y\$19	Ocak C	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$W\$20	Şubat A	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$X\$20	Şubat B	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$Y\$20	Şubat C	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$W\$21	Mart A	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$X\$21	Mart B	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$Y\$21	Mart C	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$W\$22	Nisan A	612	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$X\$22	Nisan B	15.449	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$Y\$22	Nisan C	20.114	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$W\$23	Mayıs A	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$X\$23	Mayıs B	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$Y\$23	Mayıs C	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$W\$24	Haziran A	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$X\$24	Haziran B	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK
\$Y\$24	Haziran C	0	#YOK #YOK	#YOK #YOK

9.4. EK - 4: Zaman Çözümü Yanıt Raporu

Microsoft Excel 15.0

Yanıt Raporu

Çalışma Sayfası: [Süre

Çözümü.xlsx]Sheet1

Rapor Oluşturuldu: 23.12.2014

09:13:02

Sonuç: Çözücü, geçerli çözüme yakınsadı. Tüm Kısıtlamalar karşılandı.

Çözücü Altyapısı

Altyapı: Doğrusal

Olmayan GRG

Çözüm Süresi: 1,31

Saniye.

Yinelemeler: 10 Alt problemler: 0

Çözücü Seçenekleri

Zaman Sınırı 1000 saniye, Yinelemeler 1000, Precision 0,000001

Yakınsama 0,00001, Popülasyon Boyutu 100, Rastgele Kök 0, İleri Türevleri, Sınır

Gerektir

En Çok Alt Problem Limitsiz, En Çok Tamsayı Çözümü Limitsiz, Tamsayı Toleransı 5%,

Tamsayı Kısıtlamaları Olmadan Çöz

Hedef Hücre (En Küçük)

Hücre	Ad	İlk Değer	Son Değer
	Toplam Zaman		
\$B\$28	(Saat) A	11.899	11.899

Değişken Hücreleri

Hücre	Ad	İlk Değer	Son Değer	Tamsayı
\$N\$19	Ocak B	0	0	Sürekli
\$O\$19	Ocak C	0	0	Sürekli
\$P\$19	Ocak D	0	0	Sürekli
\$N\$20	Şubat B	0	0	Sürekli
\$O\$20	Şubat C	0	0	Sürekli
\$P\$20	Şubat D	0	0	Sürekli
\$N\$21	Mart B	3.579	3.579	Sürekli
\$O\$21	Mart C	0	0	Sürekli
\$P\$21	Mart D	0	0	Sürekli
\$N\$22	Nisan B	30.000	30.000	Sürekli
\$O\$22	Nisan C	20.991	20.991	Sürekli
\$P\$22	Nisan D	0	0	Sürekli
\$N\$23	Mayıs B	24.228	24.228	Sürekli
\$O\$23	Mayıs C	5.000	5.000	Sürekli
\$P\$23	Mayıs D	0	0	Sürekli

\$N\$24	Haziran B	30.000	30.000	Sürekli
\$O\$24	Haziran C	2.019	2.019	Sürekli
\$P\$24	Haziran D	0	0	Sürekli
\$Q\$19	Ocak A	6.958	6.958	Sürekli
\$R\$19	Ocak C	0	0	Sürekli
\$S\$19	Ocak D	0	0	Sürekli
\$Q\$20	Şubat A	0	0	Sürekli
\$R\$20	Şubat C	0	0	Sürekli
\$S\$20	Şubat D	0	0	Sürekli
\$Q\$21	Mart A	0	0	Sürekli
\$R\$21	Mart C	0	0	Sürekli
\$S\$21	Mart D	0	0	Sürekli
\$Q\$22	Nisan A	0	0	Sürekli
\$R\$22	Nisan C	0	0	Sürekli
\$S\$22	Nisan D	0	0	Sürekli
\$Q\$23	Mayıs A	0	0	Sürekli
\$R\$23	Mayıs C	0	0	Sürekli
\$S\$23	Mayıs D	0	0	Sürekli
\$Q\$24	Haziran A	0	0	Sürekli
\$R\$24	Haziran C	0	0	Sürekli
\$S\$24	Haziran D	0	0	Sürekli
\$T\$19	Ocak A	25.000	25.000	Sürekli
\$U\$19	Ocak B	0	0	Sürekli
\$V\$19	Ocak D	0	0	Sürekli
\$T\$20	Şubat A	0	0	Sürekli
\$U\$20	Şubat B	0	0	Sürekli
\$V\$20	Şubat D	0	0	Sürekli
\$T\$21	Mart A	4.240	4.240	Sürekli
\$U\$21	Mart B	0	0	Sürekli
\$V\$21	Mart D	0	0	Sürekli
\$T\$22	Nisan A	6.991	6.991	Sürekli
\$U\$22	Nisan B	0	0	Sürekli
\$V\$22	Nisan D	0	0	Sürekli
\$T\$23	Mayıs A	0	0	Sürekli
\$U\$23	Mayıs B	0	0	Sürekli
\$V\$23	Mayıs D	0	0	Sürekli
\$T\$24	Haziran A	0	0	Sürekli
\$U\$24	Haziran B	0	0	Sürekli
\$V\$24	Haziran D	0	0	Sürekli
\$W\$19	Ocak A	0	0	Sürekli
\$X\$19	Ocak B	0	0	Sürekli
\$Y\$19	Ocak C	0	0	Sürekli
\$W\$20	Şubat A	0	0	Sürekli
\$X\$20	Şubat B	0	0	Sürekli

\$Y\$20	Şubat C	0	0	Sürekli
\$W\$21	Mart A	0	0	Sürekli
\$X\$21	Mart B	0	0	Sürekli
\$Y\$21	Mart C	0	0	Sürekli
\$W\$22	Nisan A	13.951	13.951	Sürekli
\$X\$22	Nisan B	22.224	22.224	Sürekli
\$Y\$22	Nisan C	0	0	Sürekli
\$W\$23	Mayıs A	0	0	Sürekli
\$X\$23	Mayıs B	0	0	Sürekli
\$Y\$23	Mayıs C	0	0	Sürekli
\$W\$24	Haziran A	0	0	Sürekli
\$X\$24	Haziran B	0	0	Sürekli
\$Y\$24	Haziran C	0	0	Sürekli

Kısıtlamalar

Hücre	Ad	Hücre Değeri	Formül	Durum	Serbestlik
\$H\$16	Şubat A	0	\$H\$16=\$V\$6	Aynı	0
\$H\$20	Haziran A	32.019	\$H\$20=\$V\$10	Aynı	0
\$H\$17	Mart A	3.579	\$H\$17=\$V\$7	Aynı	0
\$J\$20	Haziran C	0	\$J\$20=\$X\$10	Aynı	0
\$I\$20	Haziran B	0	\$I\$20=\$W\$10	Aynı	0
\$I\$17	Mart B	0	\$I\$17=\$W\$7	Aynı	0
\$Q\$5	Ocak D	66.020	\$Q\$5>=\$E\$16	Farklı	61.020
\$Q\$6	Şubat D	44.280	\$Q\$6>=\$E\$16	Farklı	39.280
\$Q\$7	Mart D	33.825	\$Q\$7>=\$E\$16	Farklı	28.825
\$Q\$8	Nisan D	5.000	\$Q\$8>=\$E\$16	Aynı	0
\$Q\$9	Mayıs D	39.000	\$Q\$9>=\$E\$16	Farklı	34.000
\$Q\$10	Haziran D	73.000	\$Q\$10>=\$E\$16	Farklı	68.000
\$K\$16	Şubat D	0	\$K\$16=\$Y\$6	Aynı	0
\$O\$5	Ocak B	5.000	\$O\$5>=\$C\$16	Aynı	0
\$O\$6	Şubat B	72.858	\$O\$6>=\$C\$16	Farklı	67.858
\$O\$7	Mart B	102.281	\$O\$7>=\$C\$16	Farklı	97.281
\$O\$8	Nisan B	62.738	\$O\$8>=\$C\$16	Farklı	57.738
\$O\$9	Mayıs B	53.135	\$O\$9>=\$C\$16	Farklı	48.135
\$O\$10	Haziran B	24.269	\$O\$10>=\$C\$16	Farklı	19.269
\$P\$5	Ocak C	5.000	\$P\$5>=\$D\$16	Aynı	0
\$P\$6	Şubat C	6.760	\$P\$6>=\$D\$16	Farklı	1.760
\$P\$7	Mart C	5.000	\$P\$7>=\$D\$16	Farklı	0
\$P\$8	Nisan C	5.000	\$P\$8>=\$D\$16	Aynı	0
\$P\$9	Mayıs C	5.000	\$P\$9>=\$D\$16	Aynı	0
\$P\$10	Haziran C	92.981	\$P\$10>=\$D\$16	Farklı	87.981
\$K\$20	Haziran D	0	\$K\$20=\$Y\$10	Aynı	0

\$N\$5	Ocak A	18.208	\$N\$5>=\$B\$16	Farklı	13.208
\$N\$6	Şubat A	21.407	\$N\$6>=\$B\$16	Farklı	16.407
\$N\$7	Mart A	5.000	\$N\$7>=\$B\$16	Aynı	0
\$N\$8	Nisan A	5.000	\$N\$8>=\$B\$16	Aynı	0
\$N\$9	Mayıs A	5.000	\$N\$9>=\$B\$16	Aynı	0
\$N\$10	Haziran A	5.000	\$N\$10>=\$B\$16	Aynı	0
\$K\$19	Mayıs D	0	\$K\$19=\$Y\$9	Aynı	0
\$K\$18	Nisan D	36.175	\$K\$18=\$Y\$8	Aynı	0
\$I\$19	Mayıs B	0	\$I\$19=\$W\$9	Aynı	0
\$J\$15	Ocak C	25.000	\$J\$15=\$X\$5	Aynı	0
\$J\$18	Nisan C	6.991	\$J\$18=\$X\$8	Aynı	0
\$K\$17	Mart D	0	\$K\$17=\$Y\$7	Aynı	0
\$J\$19	Mayıs C	0	\$J\$19=\$X\$9	Aynı	0
\$K\$15	Ocak D	0	\$K\$15=\$Y\$5	Aynı	0
\$J\$16	Şubat C	0	\$J\$16=\$X\$6	Aynı	0
\$J\$17	Mart C	4.240	\$J\$17=\$X\$7	Aynı	0
\$I\$16	Şubat B	0	\$I\$16=\$W\$6	Aynı	0
\$I\$18	Nisan B	0	\$I\$18=\$W\$8	Aynı	0
\$I\$15	Ocak B	6.958	\$I\$15=\$W\$5	Aynı	0
\$H\$15	Ocak A	0	\$H\$15=\$V\$5	Aynı	0
\$H\$18	Nisan A	50.991	\$H\$18=\$V\$8	Aynı	0
\$H\$19	Mayıs A	29.228	\$H\$19=\$V\$9	Aynı	0
\$N\$19	Ocak B	0	\$N\$19>=0	Aynı	0
\$O\$19	Ocak C	0	\$O\$19>=0	Aynı	0
\$P\$19	Ocak D	0	\$P\$19>=0	Aynı	0
\$Q\$19	Ocak A	6.958	\$Q\$19>=0	Farklı	6.958
\$R\$19	Ocak C	0	\$R\$19>=0	Aynı	0
\$S\$19	Ocak D	0	\$S\$19>=0	Aynı	0
\$T\$19	Ocak A	25.000	\$T\$19>=0	Farklı	25.000
\$U\$19	Ocak B	0	\$U\$19>=0	Aynı	0
\$V\$19	Ocak D	0	\$V\$19>=0	Aynı	0
\$W\$19	Ocak A	0	\$W\$19>=0	Aynı	0
\$X\$19	Ocak B	0	\$X\$19>=0	Aynı	0
\$Y\$19	Ocak C	0	\$Y\$19>=0	Aynı	0
\$N\$20	Şubat B	0	\$N\$20>=0	Aynı	0
\$O\$20	Şubat C	0	\$O\$20>=0	Aynı	0
\$P\$20	Şubat D	0	\$P\$20>=0	Aynı	0
\$Q\$20	Şubat A	0	\$Q\$20>=0	Aynı	0
\$R\$20	Şubat C	0	\$R\$20>=0	Aynı	0
\$S\$20	Şubat D	0	\$S\$20>=0	Aynı	0
\$T\$20	Şubat A	0	\$T\$20>=0	Aynı	0
\$U\$20	Şubat B	0	\$U\$20>=0	Aynı	0
\$V\$20	Şubat D	0	\$V\$20>=0	Aynı	0
\$W\$20	Şubat A	0	\$W\$20>=0	Aynı	0

\$X\$20	Şubat B	0	\$X\$20>=0	Aynı	0
\$Y\$20	Şubat C	0	\$Y\$20>=0	Aynı	0
\$N\$21	Mart B	3.579	\$N\$21>=0	Farklı	3.579
\$O\$21	Mart C	0	\$O\$21>=0	Aynı	0
\$P\$21	Mart D	0	\$P\$21>=0	Aynı	0
\$Q\$21	Mart A	0	\$Q\$21>=0	Aynı	0
\$R\$21	Mart C	0	\$R\$21>=0	Aynı	0
\$S\$21	Mart D	0	\$S\$21>=0	Aynı	0
\$T\$21	Mart A	4.240	\$T\$21>=0	Farklı	4.240
\$U\$21	Mart B	0	\$U\$21>=0	Aynı	0
\$V\$21	Mart D	0	\$V\$21>=0	Aynı	0
\$W\$21	Mart A	0	\$W\$21>=0	Aynı	0
\$X\$21	Mart B	0	\$X\$21>=0	Aynı	0
\$Y\$21	Mart C	0	\$Y\$21>=0	Aynı	0
\$N\$22	Nisan B	30.000	\$N\$22>=0	Farklı	30.000
\$O\$22	Nisan C	20.991	\$O\$22>=0	Farklı	20.991
\$P\$22	Nisan D	0	\$P\$22>=0	Aynı	0
\$Q\$22	Nisan A	0	\$Q\$22>=0	Aynı	0
\$R\$22	Nisan C	0	\$R\$22>=0	Aynı	0
\$S\$22	Nisan D	0	\$S\$22>=0	Aynı	0
\$T\$22	Nisan A	6.991	\$T\$22>=0	Farklı	6.991
\$U\$22	Nisan B	0	\$U\$22>=0	Aynı	0
\$V\$22	Nisan D	0	\$V\$22>=0	Aynı	0
\$W\$22	Nisan A	13.951	\$W\$22>=0	Farklı	13.951
\$X\$22	Nisan B	22.224	\$X\$22>=0	Farklı	22.224
\$Y\$22	Nisan C	0	\$Y\$22>=0	Aynı	0
\$N\$23	Mayıs B	24.228	\$N\$23>=0	Farklı	24.228
\$O\$23	Mayıs C	5.000	\$O\$23>=0	Farklı	5.000
\$P\$23	Mayıs D	0	\$P\$23>=0	Aynı	0
\$Q\$23	Mayıs A	0	\$Q\$23>=0	Aynı	0
\$R\$23	Mayıs C	0	\$R\$23>=0	Aynı	0
\$S\$23	Mayıs D	0	\$S\$23>=0	Aynı	0
\$T\$23	Mayıs A	0	\$T\$23>=0	Aynı	0
\$U\$23	Mayıs B	0	\$U\$23>=0	Aynı	0
\$V\$23	Mayıs D	0	\$V\$23>=0	Aynı	0
\$W\$23	Mayıs A	0	\$W\$23>=0	Farklı	0
\$X\$23	Mayıs B	0	\$X\$23>=0	Aynı	0
\$Y\$23	Mayıs C	0	\$Y\$23>=0	Aynı	0
\$N\$24	Haziran B	30.000	\$N\$24>=0	Farklı	30.000
\$O\$24	Haziran C	2.019	\$O\$24>=0	Farklı	2.019
\$P\$24	Haziran D	0	\$P\$24>=0	Aynı	0
\$Q\$24	Haziran A	0	\$Q\$24>=0	Aynı	0
\$R\$24	Haziran C	0	\$R\$24>=0	Aynı	0
\$S\$24	Haziran D	0	\$S\$24>=0	Aynı	0

\$T\$24	Haziran A	0	\$T\$24>=0	Aynı	0
\$U\$24	Haziran B	0	\$U\$24>=0	Aynı	0
\$V\$24	Haziran D	0	\$V\$24>=0	Aynı	0
\$W\$24	Haziran A	0	\$W\$24>=0	Aynı	0
\$X\$24	Haziran B	0	\$X\$24>=0	Aynı	0
\$Y\$24	Haziran C	0	\$Y\$24>=0	Aynı	0
\$N\$19	Ocak B	0	\$N\$19<=30000	Farklı	30000
\$O\$19	Ocak C	0	\$O\$19<=30000	Farklı	30000
\$P\$19	Ocak D	0	\$P\$19<=30000	Farklı	30000
\$Q\$19	Ocak A	6.958	\$Q\$19<=30000	Farklı	23042,16
\$R\$19	Ocak C	0	\$R\$19<=30000	Farklı	30000
\$S\$19	Ocak D	0	\$S\$19<=30000	Farklı	30000
\$T\$19	Ocak A	25.000	\$T\$19<=30000	Farklı	4999,999999
\$U\$19	Ocak B	0	\$U\$19<=30000	Farklı	30000
\$V\$19	Ocak D	0	\$V\$19<=30000	Farklı	30000
\$W\$19	Ocak A	0	\$W\$19<=30000	Farklı	30000
\$X\$19	Ocak B	0	\$X\$19<=30000	Farklı	30000
\$Y\$19	Ocak C	0	\$Y\$19<=30000	Farklı	30000
\$N\$20	Şubat B	0	\$N\$20<=30000	Farklı	30000
\$O\$20	Şubat C	0	\$O\$20<=30000	Farklı	30000
\$P\$20	Şubat D	0	\$P\$20<=30000	Farklı	30000
\$Q\$20	Şubat A	0	\$Q\$20<=30000	Farklı	30000
\$R\$20	Şubat C	0	\$R\$20<=30000	Farklı	30000
\$S\$20	Şubat D	0	\$S\$20<=30000	Farklı	30000
\$T\$20	Şubat A	0	\$T\$20<=30000	Farklı	30000
\$U\$20	Şubat B	0	\$U\$20<=30000	Farklı	30000
\$V\$20	Şubat D	0	\$V\$20<=30000	Farklı	30000
\$W\$20	Şubat A	0	\$W\$20<=30000	Farklı	30000
\$X\$20	Şubat B	0	\$X\$20<=30000	Farklı	30000
\$Y\$20	Şubat C	0	\$Y\$20<=30000	Farklı	30000
\$N\$21	Mart B	3.579	\$N\$21<=30000	Farklı	26421,31
\$O\$21	Mart C	0	\$O\$21<=30000	Farklı	30000
\$P\$21	Mart D	0	\$P\$21<=30000	Farklı	30000
\$Q\$21	Mart A	0	\$Q\$21<=30000	Farklı	30000
\$R\$21	Mart C	0	\$R\$21<=30000	Farklı	30000
\$S\$21	Mart D	0	\$S\$21<=30000	Farklı	30000
\$T\$21	Mart A	4.240	\$T\$21<=30000	Farklı	25760
\$U\$21	Mart B	0	\$U\$21<=30000	Farklı	30000
\$V\$21	Mart D	0	\$V\$21<=30000	Farklı	30000
\$W\$21	Mart A	0	\$W\$21<=30000	Farklı	30000
\$X\$21	Mart B	0	\$X\$21<=30000	Farklı	30000
\$Y\$21	Mart C	0	\$Y\$21<=30000	Farklı	30000
\$N\$22	Nisan B	30.000	\$N\$22<=30000	Aynı	0
\$O\$22	Nisan C	20.991	\$O\$22<=30000	Farklı	9008,589749

\$P\$22	Nisan D	0	\$P\$22<=30000	Farklı	30000
\$Q\$22	Nisan A	0	\$Q\$22<=30000	Farklı	30000
\$R\$22	Nisan C	0	\$R\$22<=30000	Farklı	30000
\$S\$22	Nisan D	0	\$S\$22<=30000	Farklı	30000
\$T\$22	Nisan A	6.991	\$T\$22<=30000	Farklı	23008,58975
\$U\$22	Nisan B	0	\$U\$22<=30000	Farklı	30000
\$V\$22	Nisan D	0	\$V\$22<=30000	Farklı	30000
\$W\$22	Nisan A	13.951	\$W\$22<=30000	Farklı	16049,31
\$X\$22	Nisan B	22.224	\$X\$22<=30000	Farklı	7775,690002
\$Y\$22	Nisan C	0	\$Y\$22<=30000	Farklı	30000
\$N\$23	Mayıs B	24.228	\$N\$23<=30000	Farklı	5772,329999
\$O\$23	Mayıs C	5.000	\$O\$23<=30000	Farklı	25000
\$P\$23	Mayıs D	0	\$P\$23<=30000	Farklı	30000
\$Q\$23	Mayıs A	0	\$Q\$23<=30000	Farklı	30000
\$R\$23	Mayıs C	0	\$R\$23<=30000	Farklı	30000
\$S\$23	Mayıs D	0	\$S\$23<=30000	Farklı	30000
\$T\$23	Mayıs A	0	\$T\$23<=30000	Farklı	30000
\$U\$23	Mayıs B	0	\$U\$23<=30000	Farklı	30000
\$V\$23	Mayıs D	0	\$V\$23<=30000	Farklı	30000
\$W\$23	Mayıs A	0	\$W\$23<=30000	Farklı	30000
\$X\$23	Mayıs B	0	\$X\$23<=30000	Farklı	30000
\$Y\$23	Mayıs C	0	\$Y\$23<=30000	Farklı	30000
\$N\$24	Haziran B	30.000	\$N\$24<=30000	Aynı	0
\$O\$24	Haziran C	2.019	\$O\$24<=30000	Farklı	27981,01
\$P\$24	Haziran D	0	\$P\$24<=30000	Farklı	30000
\$Q\$24	Haziran A	0	\$Q\$24<=30000	Farklı	30000
\$R\$24	Haziran C	0	\$R\$24<=30000	Farklı	30000
\$S\$24	Haziran D	0	\$S\$24<=30000	Farklı	30000
\$T\$24	Haziran A	0	\$T\$24<=30000	Farklı	30000
\$U\$24	Haziran B	0	\$U\$24<=30000	Farklı	30000
\$V\$24	Haziran D	0	\$V\$24<=30000	Farklı	30000
\$W\$24	Haziran A	0	\$W\$24<=30000	Farklı	30000
\$X\$24	Haziran B	0	\$X\$24<=30000	Farklı	30000
\$Y\$24	Haziran C	0	\$Y\$24<=30000	Farklı	30000

9.5. EK - 5: Zaman Çözümü Duyarlılık Raporu

Microsoft Excel 15.0 Duyarlılık Raporu

Çalışma Sayfası: [Süre Çözümü.xlsx]Sheet1

Rapor Oluşturuldu: 23.12.2014 09:13:04

Değişken Hücreleri

Hücre	Ad	Son Değer	Azaltılmış Gradyan
\$N\$19	Ocak B	0	-0,097334677
\$O\$19	Ocak C	0	-0,06752539
\$P\$19	Ocak D	9,48089E-14	0
\$N\$20	Şubat B	0	-0,170668921
\$O\$20	Şubat C	0	-0,067526277
\$P\$20	Şubat D	0	0
\$N\$21	Mart B	3578,690002	0
\$O\$21	Mart C	3,12639E-14	0,103141334
\$P\$21	Mart D	0	0,170667612
\$N\$22	Nisan B	30000	0
\$O\$22	Nisan C	20991,41025	0
\$P\$22	Nisan D	0	0,170667612
\$N\$23	Mayıs B	24227,67	0
\$O\$23	Mayıs C	5000	0
\$P\$23	Mayıs D	0	0,048667571
\$N\$24	Haziran B	30000	-0,025666669
\$O\$24	Haziran C	2018,99	0
\$P\$24	Haziran D	0	0,023000892
\$Q\$19	Ocak A	6957,84	0
\$R\$19	Ocak C	2,38419E-08	0,133475306
\$S\$19	Ocak D	4,77781E-08	0,19400123
\$Q\$20	Şubat A	0	-0,193999794
\$R\$20	Şubat C	0	-0,060524997
\$S\$20	Şubat D	0	0
\$Q\$21	Mart A	0	-0,193999794
\$R\$21	Mart C	0	-0,060524997
\$S\$21	Mart D	0	0
\$Q\$22	Nisan A	0	-0,193999794
\$R\$22	Nisan C	0	-0,060524997
\$S\$22	Nisan D	0	0
\$Q\$23	Mayıs A	0	-0,071999753
\$R\$23	Mayıs C	0	0,061459328
\$S\$23	Mayıs D	0	0
\$Q\$24	Haziran A	0	-0,046333075

\$R\$24	Haziran C	5,52336E-14	-0,015999839
\$S\$24	Haziran D	0	0
\$T\$19	Ocak A	25000	0
\$U\$19	Ocak B	0	0,103667101
\$V\$19	Ocak D	0	0,214666035
\$T\$20	Şubat A	0	-0,21466715
\$U\$20	Şubat B	0	-0,184333178
\$V\$20	Şubat D	0	0
\$T\$21	Mart A	4240,000001	0
\$U\$21	Mart B	0	0,030333744
\$V\$21	Mart D	0	0,214666922
\$T\$22	Nisan A	6991,41025	0
\$U\$22	Nisan B	0	0,030333744
\$V\$22	Nisan D	0	0,214666922
\$T\$23	Mayıs A	0	0,12468707
\$U\$23	Mayıs B	0	0,155021041
\$V\$23	Mayıs D	0	0,217354178
\$T\$24	Haziran A	9,5109E-07	-0,067000549
\$U\$24	Haziran B	0	-0,062333137
\$V\$24	Haziran D	0	0
\$W\$19	Ocak A	0	-0,147140872
\$X\$19	Ocak B	2,45623E-13	-0,050474825
\$Y\$19	Ocak C	0	0
\$W\$20	Şubat A	0	-0,147140872
\$X\$20	Şubat B	0	-0,123808182
\$Y\$20	Şubat C	0	0
\$W\$21	Mart A	0	-0,147140872
\$X\$21	Mart B	0	-0,123808182
\$Y\$21	Mart C	0	0
\$W\$22	Nisan A	13950,69	0
\$X\$22	Nisan B	22224,31	0
\$Y\$22	Nisan C	0	0,147141758
\$W\$23	Mayıs A	1,54972E-06	0
\$X\$23	Mayıs B	-7,55399E-07	0,023332762
\$Y\$23	Mayıs C	0	0,147125347
\$W\$24	Haziran A	-2,31279E-07	-0,04399753
\$X\$24	Haziran B	2,31279E-07	-0,046333328
\$Y\$24	Haziran C	0	0

Kısıtlamalar

Hücre	Ad	Son Değer	Lagrange Çarpan
\$H\$16	Şubat A	0	0,170667612
\$H\$20	Haziran A	32018,99	0

\$H\$17	Mart A	3578,690002	0
\$J\$20	Haziran C	9,5109E-07	0,191666916
\$I\$20	Haziran B	5,52336E-14	0,145333618
\$I\$17	Mart B	0	0,267333659
\$Q\$5	Ocak D	66020	0
\$Q\$6	Şubat D	44280	0
\$Q\$7	Mart D	33825	0
\$Q\$8	Nisan D	4999,999999	0
\$Q\$9	Mayıs D	39000	0
\$Q\$10	Haziran D	73000	0
\$K\$16	Şubat D	0	0,147141758
\$O\$5	Ocak B	5000	0
\$O\$6	Şubat B	72858,425	0
\$O\$7	Mart B	102280,585	0
\$O\$8	Nisan B	62737,75	0
\$O\$9	Mayıs B	53135,08	0
\$O\$10	Haziran B	24268,955	0
\$P\$5	Ocak C	5000,000001	0
\$P\$6	Şubat C	6760,000001	0
\$P\$7	Mart C	5000,000002	0
\$P\$8	Nisan C	5000,000001	0
\$P\$9	Mayıs C	5000,000001	0,098984283
\$P\$10	Haziran C	92981,01	0
\$K\$20	Haziran D	0	0,191665098
\$N\$5	Ocak A	18208,11	0
\$N\$6	Şubat A	21407,13	0
\$N\$7	Mart A	5000	0
\$N\$8	Nisan A	5000	0
\$N\$9	Mayıs A	5000	0
\$N\$10	Haziran A	4999,999999	0,062333334
\$K\$19	Mayıs D	7,94322E-07	0,122000736
\$K\$18	Nisan D	36175	0,121999998
\$I\$19	Mayıs B	0	0,145333618
\$J\$15	Ocak C	25000	0
\$J\$18	Nisan C	6991,41025	1,57166E-05
\$K\$17	Mart D	0	0,147141758
\$J\$19	Mayıs C	0	-0,12467158
\$K\$15	Ocak D	2,45623E-13	0,147142645
\$J\$16	Şubat C	0	0,214666922
\$J\$17	Mart C	4240,000001	0
\$I\$16	Şubat B	0	0,267333659
\$I\$18	Nisan B	0	0,267333659
\$I\$15	Ocak B	6957,84	0,07333333
\$H\$15	Ocak A	9,48089E-14	0,170666725

\$H\$18	Nisan A	50991,41025	0
\$H\$19	Mayıs A	29227,67	-0,025666669

9.6. EK - 6: Zaman Çözümü Sınırlamalar Raporu

Microsoft Excel 15.0 Limit Raporu

Çalışma Sayfası: [Süre Çözümü.xlsx]Sheet1

Rapor Oluşturuldu: 23.12.2014 09:13:05

Hedef		
Hücre	Ad	Değer
Toplam Zaman (Saat)		
\$B\$28	A	11.899

Değişken			Alt	Hedef	Üst	Hedef
Hücre	Ad	Değer	Limit	Sonuç	Limit	Sonuç
\$N\$19	Ocak B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$O\$19	Ocak C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$P\$19	Ocak D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$N\$20	Şubat B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$O\$20	Şubat C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$P\$20	Şubat D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$N\$21	Mart B	3.579	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$O\$21	Mart C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$P\$21	Mart D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$N\$22	Nisan B	30.000	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$O\$22	Nisan C	20.991	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$P\$22	Nisan D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$N\$23	Mayıs B	24.228	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$O\$23	Mayıs C	5.000	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$P\$23	Mayıs D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$N\$24	Haziran B	30.000	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$O\$24	Haziran C	2.019	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$P\$24	Haziran D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Q\$19	Ocak A	6.958	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$R\$19	Ocak C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$S\$19	Ocak D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Q\$20	Şubat A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$R\$20	Şubat C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$S\$20	Şubat D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Q\$21	Mart A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$R\$21	Mart C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$S\$21	Mart D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Q\$22	Nisan A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$R\$22	Nisan C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$S\$22	Nisan D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK

\$Q\$23	Mayıs A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$R\$23	Mayıs C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$S\$23	Mayıs D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Q\$24	Haziran A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$R\$24	Haziran C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$S\$24	Haziran D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$T\$19	Ocak A	25.000	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$U\$19	Ocak B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$V\$19	Ocak D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$T\$20	Şubat A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$U\$20	Şubat B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$V\$20	Şubat D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$T\$21	Mart A	4.240	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$U\$21	Mart B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$V\$21	Mart D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$T\$22	Nisan A	6.991	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$U\$22	Nisan B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$V\$22	Nisan D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$T\$23	Mayıs A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$U\$23	Mayıs B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$V\$23	Mayıs D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$T\$24	Haziran A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$U\$24	Haziran B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$V\$24	Haziran D	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$W\$19	Ocak A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$X\$19	Ocak B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Y\$19	Ocak C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$W\$20	Şubat A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$X\$20	Şubat B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Y\$20	Şubat C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$W\$21	Mart A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$X\$21	Mart B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Y\$21	Mart C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$W\$22	Nisan A	13.951	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$X\$22	Nisan B	22.224	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Y\$22	Nisan C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$W\$23	Mayıs A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$X\$23	Mayıs B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Y\$23	Mayıs C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$W\$24	Haziran A	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$X\$24	Haziran B	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
\$Y\$24	Haziran C	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK

9.7. EK - 7: Problemin Modellenmesi

ÜRETİM-SATIŞ TABLOSU																								
Stok Miktarları (Ton)				Üretim Miktarları (Ton/Ay)				Satış Miktarları (Ton/Ay)				Gelen Sevkiyatlarla Stok Miktarları (Ton)				İhtiyaç Miktarları (Ton)				Sevki İhtiyaç Miktarları (Ton/Ay)				
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Okak	50.166	-1.958	-20.000	66.020	35.650	4.000	40.000	106.020	15.484	25.998	60.000	120.000	50.166	-1.958	-20.000	66.020	-45.166	6.958	25.000	-61.020	0	6.958	25.000	0
Şubat	53.365	65.901	-18.240	44.280	32.200	100.000	95.760	95.760	29.001	32.142	94.000	117.500	53.365	65.901	-18.240	44.280	-48.365	-60.901	23.240	-39.280	0	0	23.240	0
Mart	37.619	98.901	-24.240	33.825	35.650	100.000	90.000	65.000	51.386	66.999	96.000	75.455	37.619	98.901	-24.240	33.825	-32.619	-93.901	29.240	-28.825	0	0	29.240	0
Nisan	7.570	111.583	-10.240	-31.175	34.500	100.000	114.000	25.000	64.949	87.319	100.000	90.000	7.570	111.583	-10.240	-31.175	-2.570	-106.583	15.240	36.175	0	0	15.240	36.175
Mayıs	-21.658	126.208	-5.240	2.825	35.650	100.000	110.000	114.000	64.878	85.375	105.000	80.000	-21.658	126.208	-5.240	2.825	26.658	-121.208	10.240	2.175	26.658	0	10.240	2.175
Haziran	-53.677	127.342	84.760	36.825	34.500	100.000	200.000	114.000	66.519	98.866	110.000	80.000	-53.677	127.342	84.760	36.825	58.677	-122.342	-79.760	-31.825	58.677	0	0	0
Toplam	208.150	504.000	649.760	519.780	291.827	396.658	565.000	562.955																

Sabit Değerler Tablosu (TL)			
A	B	C	D
Bağlama Stoku (Ton)	30.000	20.000	0
Minimum Stok (Ton)	5.000	5.000	5.000

Nakliye Maliyetleri Tablosu (TL/Ton)			
A	B	C	D
A	10	33	16,6
B	10	32	22,5
C	33	32	21
D	16,6	22,5	21

HEDEF HÜCRE			
Toplam Sevkiyat Maliyeti (TL	0		
Toplam Zaman (Saat)	0		
Toplam Satış :	1.816.440		
Toplam Üretim :	1.881.690		

Araç Tonaj Kapasitesi (Ton/Araç)			
Tonaj Kapasitesi	30		

Nakliye Süreleri Tablosu (Saat)			
A	B	C	D
A	1,1	1,87	2,56
B	1,1	3,88	4,36
C	1,87	3,88	5,75
D	2,56	4,36	5,75

SEVKİYAT MALİYETLERİ TABLOSU (TL)																					
A				B				C				D									
Okak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nisan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayıs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genel Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SEVKİYAT SÜRELERİ TABLOSU (Saat)																					
A				B				C				D									
Okak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nisan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayıs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genel Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Toplam Sevkiyat Miktarları (Ton)			
A	B	C	D
Okak	0	0	0
Şubat	0	0	0
Mart	0	0	0
Nisan	0	0	0
Mayıs	0	0	0
Haziran	0	0	0
Toplam	0	0	0
Genel Toplam	0	0	0

Toplam Sevkiyat Maliyetleri (TL/Ton)			
A	B	C	D
Okak	0	0	0
Şubat	0	0	0
Mart	0	0	0
Nisan	0	0	0
Mayıs	0	0	0
Haziran	0	0	0
Toplam	0	0	0
Genel Toplam	0	0	0

Toplam Sevkiyat Süreleri (Saat)			
A	B	C	D
Okak	0	0	0
Şubat	0	0	0
Mart	0	0	0
Nisan	0	0	0
Mayıs	0	0	0
Haziran	0	0	0
Toplam	0	0	0
Genel Toplam	0	0	0

9.8. EK - 8: Problemin Maliyet Çözümü

ÜRETİM-SATIŞ TABLOSU																			
Stok Miktarları (Ton)				Üretim Miktarları (Ton/Ay)				Satış Miktarları (Ton/Ay)				Gelen Sevkiyatlar Stok Miktarları (Ton)				İhtiyaç Miktarları (Ton)			
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Orak	18.208	-1.958	-20.000	66.020	35.650	4.000	40.000	106.020	15.484	25.958	60.000	120.000	18.208	5.000	5.000	66.020	6.958	25.000	-61.020
Şubat	21.407	72.858	6.760	44.280	32.200	100.000	95.760	95.760	29.001	32.142	94.000	117.500	21.407	72.858	6.760	44.280	-16.407	-67.858	-1.760
Mart	5.661	101.619	760	33.825	35.650	100.000	90.000	65.000	51.398	66.999	96.000	75.455	5.661	101.619	5.000	33.825	-661	-96.619	4.240
Nisan	-25.000	62.738	-1.114	-31.175	34.500	100.000	114.000	25.000	64.549	87.319	100.000	90.000	5.000	62.738	5.000	30.000	-57.738	6.114	36.175
Mayıs	-24.228	53.135	5.000	39.000	35.650	100.000	110.000	114.000	64.878	85.375	105.000	80.000	5.000	53.135	5.000	39.000	29.228	-48.135	0
Haziran	-27.019	24.269	95.000	70.981	34.500	100.000	200.000	114.000	66.519	98.866	110.000	80.000	5.000	24.269	95.000	70.981	32.019	-19.269	-65.981
Toplam					208.150	504.000	649.760	519.780	291.827	396.658	565.000	562.955							
Sabit Değerler Tablosu (TL)																			
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Başlangıç Stoku (Ton)	30.000	20.000	0	80.000															
Minimum Stok (Ton)	5.000	5.000	5.000	5.000															
Nakliye Maliyetleri Tablosu (TL/Ton)																			
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
A	10	33	16,6																
B	10	32	22,5																
C	33	32	21																
D	16,6	22,5	21																
YAPILMASI GEREKEN SEVKİYAT MİKTARLARI TABLOSU (Ton)																			
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Orak	0	0	0	6.958	0	0	0	25.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nisan	30.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayıs	24.228	5.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	30.000	0	2.019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEVKİYAT MALİYETLERİ TABLOSU (TL)																			
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Orak	0	0	0	69.578	0	0	0	825.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nisan	300.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayıs	242.277	165.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	300.000	0	33.515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEVKİYAT SÜRELERİ TABLOSU (Saat)																			
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Orak	0	0	0	255	0	0	0	1.558	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nisan	1.100	0	791	6.153															
Mayıs	1.200	0	0	0															
Haziran	1.272	0	0	0															
Toplam	3.572	255	2.897	6.153															
Genel Toplam																			

9.9. EK - 9: Problemin Zaman Çözümü

ÜRETİM-SATIŞ TABLOSU												
	Stok Miktarları (Ton)				Üretim Miktarları (Ton/Ay)				Satış Miktarları (Ton/Ay)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Ocak	18.208	-1.958	-20.000	66.020	35.650	4.000	40.000	106.020	15.484	25.958	60.000	120.000
Şubat	21.407	72.858	6.760	44.280	32.200	100.000	95.760	95.760	29.001	32.142	94.000	117.500
Mart	1.421	102.281	760	33.825	35.650	100.000	90.000	65.000	51.396	66.999	96.000	75.455
Nisan	-45.991	62.738	-1.991	-31.175	34.500	100.000	114.000	25.000	64.549	87.319	100.000	90.000
Mayıs	-24.228	53.135	5.000	39.000	35.650	100.000	100.000	110.000	114.000	64.878	85.375	105.000
Haziran	-27.019	24.269	92.981	73.000	34.500	100.000	200.000	114.000	66.519	98.866	110.000	80.000
Toplam					208.150	504.000	649.760	519.780	291.827	396.658	565.000	562.955

Sabit Değerler Tablosu (TL)				
	A	B	C	D
Başlangıç Stoku (Ton)	30.000	20.000	0	80.000
Minimum Stok (Ton)	5.000	5.000	5.000	5.000

Nakliye Maliyetleri Tablosu (TL/Ton)				
	A	B	C	D
A		10	33	16,6
B	10		32	22,5
C	33	32		21
D	16,6	22,5	21	

HEDEF HÜCRE				
Toplam Sevkiyat Maliyeti (TL)	3.799.250			
Toplam Zaman (Saat)	11.899			
Toplam Satış :	1.816.440			
Toplam Üretim :	1.881.690			

Araç Tonaj Kapasitesi (Ton/Araç)				
Tonaj Kapasitesi	30			

Nakliye Süreleri Tablosu (Saat)				
	A	B	C	D
A		1,1	1,87	2,56
B	1,1		3,88	4,36
C	1,87	3,88		5,75
D	2,56	4,36	5,75	

SEVKİYAT SÜRELERİ TABLOSU (Saat)												
	A				B				C			
	B	C	D		A	C	D		A	B	D	
Ocak	0	0	0	255	0	0	0	1.558	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	131	0	264	0	0	0	0	264	0	0	0	0
Nisan	2.408	0	436	4.420	0	0	0	436	0	0	1.190	3.230
Mayıs	1.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	1.226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	4.966	255	2.258	4.420								
Genel Toplam	11.899											

YAPILMASI GEREKEN SEVKİYAT MİKTARLARI TABLOSU (Ton)												
	A				B				C			
	B	C	D		A	C	D		A	B	D	
Ocak	0	0	0	6.958	0	0	0	25.000	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	3.579	0	0	0	0	0	0	4.240	0	0	0	0
Nisan	30.000	20.991	0	0	0	0	0	6.991	0	13.951	22.224	0
Mayıs	24.228	5.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	30.000	2.019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SEVKİYAT MALİYETLERİ TABLOSU (TL)												
	A				B				C			
	B	C	D		A	C	D		A	B	D	
Ocak	0	0	0	69.578	0	0	0	825.000	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	35.787	0	0	0	0	0	0	139.920	0	0	0	0
Nisan	992.717	0	230.717	731.628	0	0	0	0	0	231.581	500.047	0
Mayıs	407.277	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	366.627	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	1.802.407	69.578	1.195.637	731.628								
Genel Toplam	3.799.250											

SEVKİYAT SÜRELERİ TABLOSU (Saat)												
	A				B				C			
	B	C	D		A	C	D		A	B	D	
Ocak	0	0	0	255	0	0	0	1.558	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mart	131	0	264	0	0	0	0	264	0	0	0	0
Nisan	2.408	0	436	4.420	0	0	0	436	0	0	1.190	3.230
Mayıs	1.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haziran	1.226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	4.966	255	2.258	4.420								
Genel Toplam	11.899											